Министерство науки и высшего образования РФ
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ)

Международная молодежная научная конференция

«XXIV ТУПОЛЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ (школа молодых ученых)»

ТОМ IV

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

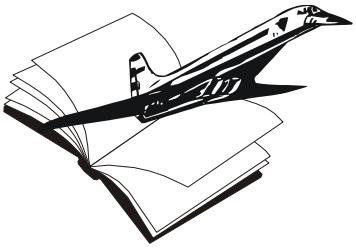
Казань 2019

Министерство науки и высшего образования РФ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ)

Международная молодежная научная конференция

«XXIV ТУПОЛЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ (школа молодых ученых)»



ТОМ IV

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

Казань 2019

УДК 629.7(082)
ББК 39.5Я43
Д 22

Д 22 XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция, 7–8 ноября 2019 года: Материалы конференции. Сборник докладов. – В 6 т.; Т. 4. – Казань: изд-во ИП Сагиева А.Р., 2019. – 672 с.: ил.

ISBN 978-5-6043565-1-7
ISBN 978-5-6043565-5-5

В сборнике представлены тексты докладов участников Международной молодёжной научной конференции «XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых)», посвященные актуальным вопросам и проблемам развития аэрокосмических технологий, машиностроения, энергетики, приборостроения, информационных, инфокоммуникационных, радиоэлектронных технологий, а также социально-экономические аспекты создания аэрокосмической техники.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции

Ответственность за аутентичность и точность имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов

Редакционная коллегия:
Аникин И.В. доктор технических наук, доцент; **Беляев В.А.** доктор политических наук, профессор **Вершинин И.С.** кандидат технических наук, доцент; **Гайнутдинов В.Г.** доктор технических наук, профессор; **Галимов Ф.М.**, доктор технических наук, профессор; **Галимов Э.Р.** доктор технических наук, профессор; **Гатауллина И.А.** доктор исторических наук, доцент; **Гильмутдинов А.Х.** доктор физико-математических наук, профессор; **Гортышов Ю.Ф.** доктор технических наук, профессор; **Евдокимов Ю.К.** доктор технических наук, профессор; **Зайдуллин С.С.** кандидат технических наук, доцент; **Карамов Ф.А.** доктор технических наук, профессор; **Костин В.А.** доктор технических наук, профессор; **Маливанов Н.Н.** доктор педагогических наук, доцент; **Мингалеев Г.Ф.** доктор экономических наук, профессор; **Михайлов С.А.** доктор технических наук, профессор; **Морозов О.Г.** доктор технических наук, профессор; **Муравьева Е.В.** доктор педагогических наук, профессор; **Надеев А.Ф.** доктор физико-математических наук, профессор; **Павлычева Н.К.** доктор технических наук, профессор; **Саитов И.Х.** доктор физико-математических наук, профессор; **Саттаров А.Г.** доктор технических наук, профессор; **Сидоров И.Н.** доктор физико-математических наук, доцент; **Сиразетдинов Р.Т.** доктор технических наук, доцент; **Солдаткин В.М.**, доктор технических наук, профессор; **Солодухо Н.М.** доктор философских наук, профессор; **Тимеркаев Б.А.** доктор физико-математических наук, профессор; **Тунакова Ю.А.** доктор химических наук, профессор; **Файзуллин Р.Р.** доктор технических наук, профессор; **Ференец А.В.** кандидат технических наук, старший научный сотрудник; **Хасанова А.Ш.** доктор экономических наук, профессор; **Халиулин В.И.** доктор технических наук, профессор; **Чермошенцев С.Ф.** доктор технических наук, профессор; **Шлеймович М.П.** кандидат технических наук, доцент, **Яхина Р.Р.** кандидат филологических наук, доцент.

ISBN 978-5-6043565-1-7
ISBN 978-5-6043565-5-5

© Авторы докладов, 2019
© Оформление.
Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2019

СЕКЦИЯ 6

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ПОДСЕКЦИЯ 6.1

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 004.896

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ НА ЦЕЛОСТНОСТЬ СИГНАЛА В МИКРОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Архипов А.О.
arkhiartem1998@icloud.com
Научный руководитель: З.М. Гизатуллин, д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе исследуется влияние параметров модели на целостность сигнала микрополосковой линии. В ходе работы был проведен аналитический расчет показателей величины задержки сигнала, была промоделирована задержка полосковой линии в программном обеспечении и была создана собственная программа для вычисления величины задержки. Проведена сверка результатов, полученных разными методами.

Главной чертой развития цифровой техники является повышение быстродействия разрабатываемого устройства. Это приводит к появлению у разработчиков электронных средств новых задач контроля печатных проводников, которые являются неотъемлемой частью электронного устройства. Ведь при низких частотах эти элементы не сильно влияют на работу устройства в целом, а как только частоты доходят до 50 МГц и выше конструктивные элементы прямым образом влияют на прохождение сигнала в устройстве. Заблаговременный анализ целостности сигнала дает возможность выявление проблем на ранних этапах проектирования печатных плат.

Одной из основных причин нарушения целостности сигнала является задержка сигнала. Задержка сигнала – это величина времени, за которое сигнал доходит от передатчика до приемника по проводнику. На величину задержки сигнала влияет множество факторов, например диэлектрическая проницаемость среды или же геометрические свойства проводника и диэлектрика[1].

Проводники печатных плат при этом разделяются на полосковые и микрополосковые. Микрополосковые проводники не сильно отличаются от полосковых проводников. Главным отличием является то, что над микрополосковым проводником находится диэлектрик, как правило, данным диэлектриком является воздух[2].

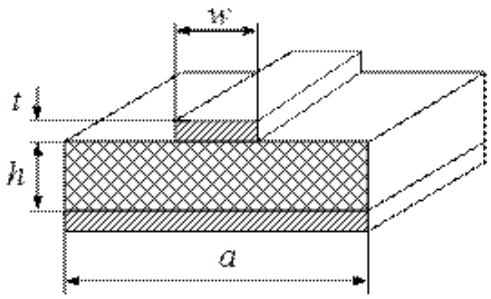


Рис. 1. Микрополосковая линия

На рисунке 1 представлена схема микрополосковой линии, где a – ширина экранирующего основания, h – толщина диэлектрика, t – толщина полоска, w – ширина полоска.

Удельное время задержки распространения сигнала в линии передачи:

$$t_d = 3{,}3\sqrt{\varepsilon_r}, \frac{\text{нс}}{\text{м}} \quad (1)$$

где 3,3 – величина, обратная скорости света в вакууме, нс/м, ε_r- относительная или эффективная диэлектрическая проницаемость материала основания платы.

Для расчета эффективной диэлектрической проницаемости если окружающая среда – воздух, следует использовать следующую формулу[3]:

$$\varepsilon_{rэфф} = 0{,}5((\varepsilon_r + 1) + \frac{\varepsilon_r - 1}{\sqrt{1 + \frac{10h}{w}}}) \quad (2)$$

где ε_r- относительная или эффективная диэлектрическая проницаемость материала основания платы, h – толщина основания платы, мм, w – ширина проводника, мм.

Зададим геометрические параметры линии для расчета: h = 0,5 мм (толщина основания ПП), w = 0,9 мм(ширина проводника) и рассчитаем значения задержки для микрополосковой линии на подложке из фольгированного эпоксидного стеклотекстолита ($\varepsilon_r = 4{,}7$), стеклотекстолита, облицованного с двух сторон ($\varepsilon_r = 5{,}2$) и смеси гидрокарбоната ($\varepsilon_r = 5{,}5$).

Полученные значения с помощью формул 1,2 занесены в таблицу 1.

Таблица 1

Значения, полученные в результате аналитического решения

Диэлектрическая проницаемость	Эффективная диэлектрическая проницаемость	Время задержки распространения сигнала, нс/м
4,7	3,635	6,3
5,2	3,99	6,59
5,5	4,203	6,76

Далее, в ходе работы была создана модель микрополосковой линии в программном обеспечении ELCUT[4,5], иллюстрация модели представлена на рисунке 2.

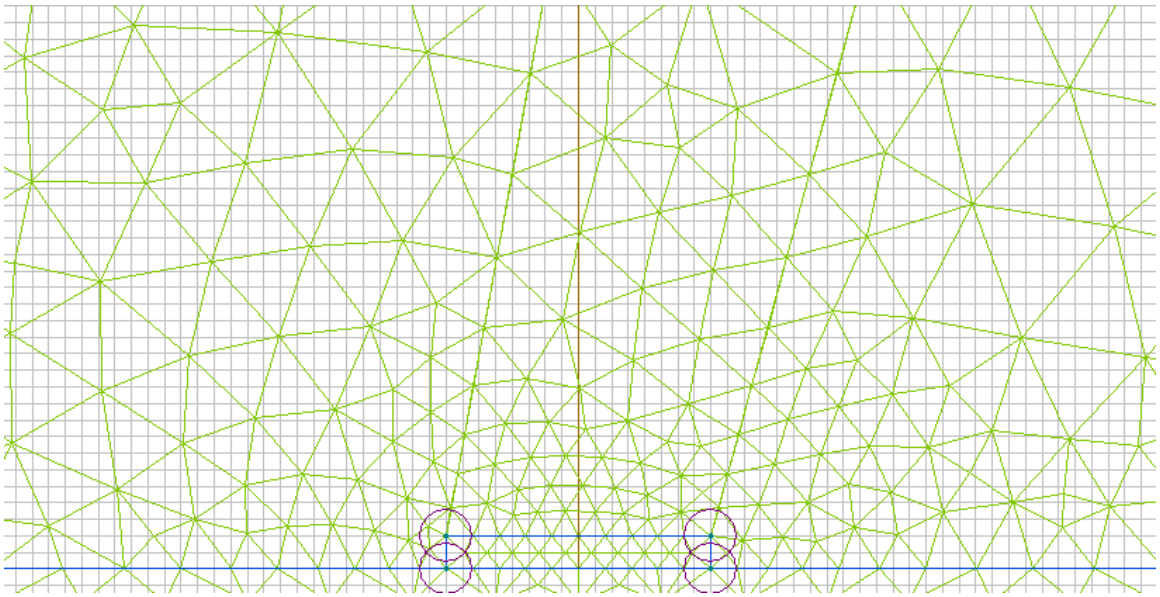


Рис. 2. Модель микрополоскового проводника

В ходе моделирования были получены графики зависимости задержки сигнала от диэлектрической проницаемости. Из данных графиков была сделана выборка значений, соответствующих значениям, использованным в аналитическом решении, результаты были сравнены и приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения, полученные в программе ELCUT

Диэлектрическая проницаемость	Эффективная диэлектрическая проницаемость	Время задержки распространения сигнала, нс/м	Отклонение величины задержки от аналитического расчета, нс/м
4,7	3,66502	6,31760	0,0176
5,2	3,99945	6,59955	0,00955
5,5	4,19682	6,76043	0,00043

Следующим шагом была разработана собственная программа на языке c# в среде Visual studio[6], в которой без полного моделирования, а лишь вводом данных можно рассчитать величину задержки и эффективную диэлектрическую проницаемость. Интерфейс программы представлен на рисунке 3.

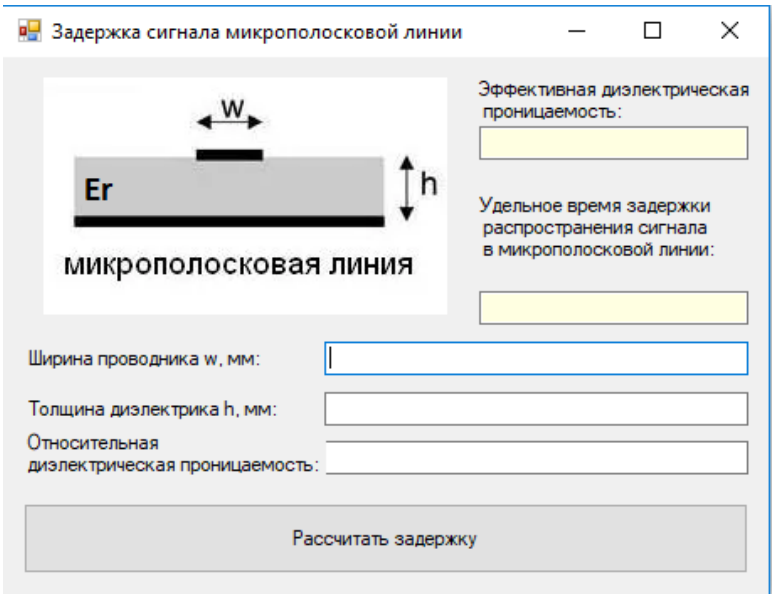


Рис. 3. Интерфейс разработанной программы

С помощью данной программы были получены значения, которые приведены в таблице 3. Значения также были сравнены со значениями, полученными аналитическим методом.

Таблица 5

Значения, полученные в собственной программе

Диэлектрическая проницаемость	Эффективная диэлектрическая проницаемость	Время задержки распространения сигнала, нс/м	Отклонение величины задержки от аналитического рассчета, нс/м
4,7	3,63254	6,33739	0,03739
5,2	3,92019	6,59382	0,00382
5,5	4,20641	6,76198	0,00198

Тем самым можно сделать вывод, что результаты, полученные в ходе аналитического решения, в ходе моделирования в программе ELCUT и в ходе решения в собственной программе различаются несущественно. Более точные результаты были получены в программе ELCUT. Было установлено, что в зависимости от диэлектрической проницаемости величина задержки меняется линейно. Геометрические параметры при этом влияют не так существенно, нежели диэлектрическая проницаемость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кечиев Л.Н., Шнейдер В.И. Современные проблемы обеспечения ЭМС и целостности сигнала электронных модулей быстродействующих цифровых электронных средств. Технология ЭМС, 2004,No 4, с. 50 − 59.

2. Кечиев Л.Н., Соловьев А.В. Методика анализа влияния технологических факторов печатных плат на их электрофизические параметры Технологии приборостроения, 2006, No 1 (17), с. 24 − 35.

3. Медведев А., Можаров В., Мылов Г. Печатные платы. Электрические свойства базовых материалов. – Печатный монтаж, 2011, №6, с.150–157.

4. Дубицкий С.Д. ELCUT 5.1 − Платформа приложений анализа полей − Exponenta Pro. Математика в приложениях, 2004, No 1(5). − С. 20 − 26.

5. Дубицкий С.Д., Поднос В.Г. ELCUT − инженерная система моделирования двумерных физических полей. − CADMaser. 2001, No 1 − С. 17 − 21.

6. Ник Рендольф, Дэвид Гарднер, Майкл Минутилло, Крис Андерсон. Visual Studio 2010 для профессионалов = Professional Visual Studio 2010. — М.: «Диалектика», 2011. — С. 1184. — ISBN 978-5-8459-1683-9.

INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE MODEL ON THE INTEGRITY OF THE SIGNAL OF A MICROLINK LINE OF THE PCB

Arkhipov A.

arkhiartem1998@icloud.com

Supervisor: Z. Gizatullin, Doctor of Science, Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, we study the effect of model parameters on the integrity of the microstrip line signal. In the course of the work, an analytical calculation was carried out of the values of the delay value, the delay of the strip line in the software was modeled, and its own program was created to calculate the delay value. Results for different substrate materials, calculated by different methods were compared with each other.

УДК 65.011.56

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ ДЛЯ ПРОГРАММНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ АО «АВИАСТАР-СП»

Белинский И.А., Овечкин А.Е., Беседа В.В.

ilyabelinskii@mail.ru, ovechkin_alex_1996@mail.ru, s.beseda456@yandex.ru

Научный руководитель: О.В. Железнов, канд. техн. наук, доцент

(Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск)

В рамках выполнения научно-исследовательской работы на базе АО «Авиастар-СП» было разработано программное обеспечение для проектирования технологических процессов для механической обработки деталей самолетов на станках с ЧПУ в Siemens NX.

На текущий день автоматизированное проектирование программных технологических процессов является актуальной задачей цифрового производства [1]. В эпоху четвертой промышленной революции возникает необходимость автоматизации формирования документации для технологических процессов с операциями на станках с ЧПУ (далее программный технологический процесс - ПТП). Тематика статьи освящает вопрос оптимизации проектирования программных технологических процессов [2]. В рамках научно-исследовательской работы на примере предприятия АО «Авиастар-СП» был изучено проектирование программных технологических процессов для станков с ЧПУ, проанализированы возможности его оптимизации и проведены работы по сокращению времени формирования комплекта документов на программный технологический процесс для механической обработки самолетных деталей на станках с ЧПУ (далее ПТП) в CAM-модуле Siemens NX [3].

Было выявлено, что инженер-технолог осуществляет разработку ПТП на морально устаревшем программном обеспечении, имеющем следующие недостатки:

- При создании ПТП нет возможности автоматизировано получить исходные данные из PDM-системы предприятия.
- Нет базовых технологических модулей (БТМ), включающих модели нормирования и модели выбора СТО.
- Отсутствие технологических модулей (КТМ).
- Отсутствие получения перечня управляющих программ из CAM-модуля Siemens NX.
- Отсутствие получения времени работы по УП и инструмента из CAM-модуля Siemens

NX.

- Нет справочника ресурсов, увязанного с САПР ТП «ТеМП-2» и Siemens NX;
- Отсутствие нормирования операций и переходов.
- Отсутствие импорта эскизов из модуля черчения Siemens NX.
- Нет интеграции с СУБД Oracle.
- Нет связи с САПР ТП «ТеМП-2».
- Формы выходных документов ПТП не соответствуют ГОСТ.

Сотрудниками студенческого научно-технологического бюро (СНТБ) НИЦ CALS-технологий было разработано программное обеспечение для проектирования программных технологических процессов, интегрированное с CAM-модулем Siemens NX и САПР ТП «ТеМП2», которое позволяет проектировать программные операции и переходы вида «Обработать по УП», вспомогательные переходы установки и снятия приспособлений, установки, переустановки и снятии детали/заготовки, а так же подготовительно-заключительные переходы для оператора станка с ЧПУ.

Проектирование ПТП с использованием нового программного обеспечения начинается с автоматизированного формирования номера ПТП и выбора КД из перечня КТС PDM системы предприятия.

Далее необходимо указать файлы управляющих программ, в которых заключены алгоритмы обработки детали на станке с ЧПУ. На основании данных, содержащихся в файлах управляющих программ, спроектирует программную часть технологического процесса (Рисунок 1, Рисунок 2).

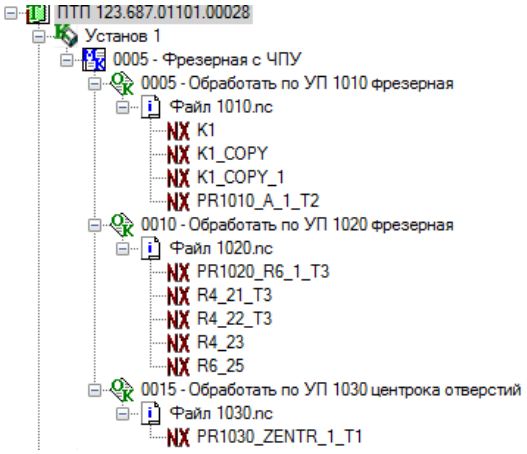


Рис. 1. Пример автоматически сформированного дерева в модуле «Проект ПТП»

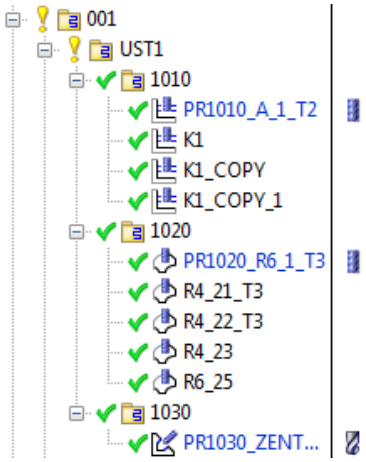


Рис. 2. Пример дерева CAM-проекта Siemens NX

После проектирования программных операций и переходов, необходимо указать подготовительные переходы, вспомогательные переходы для переустановки приспособлений и обрабатываемой детали и заключительные переходы технологического процесса (Рисунок 4, Рисунок 5, Рисунок 6).

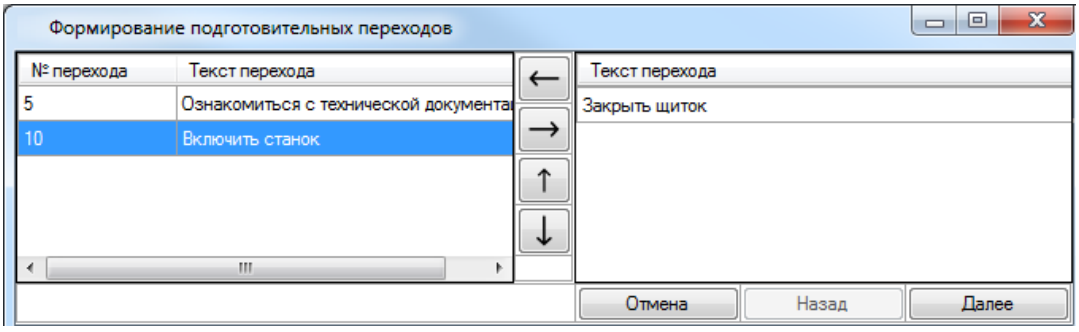


Рис. 3. Формирование подготовительных переходов программного технологического процесса

Рис. 4. Формирование вспомогательных переходов программного технологического процесса

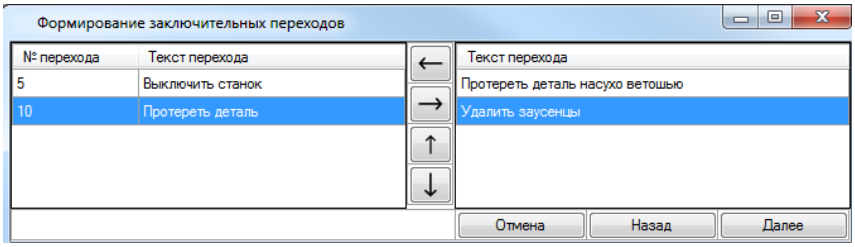


Рис. 5. Формирование заключительных переходов программного технологического процесса

После определения перечня позиций подготовительно-заключительных переходов и вспомогательных переходов по установке и снятию приспособления или детали подсистема спроектирует [4] вспомогательные переходы в программный технологический процесс (Рисунок 6).

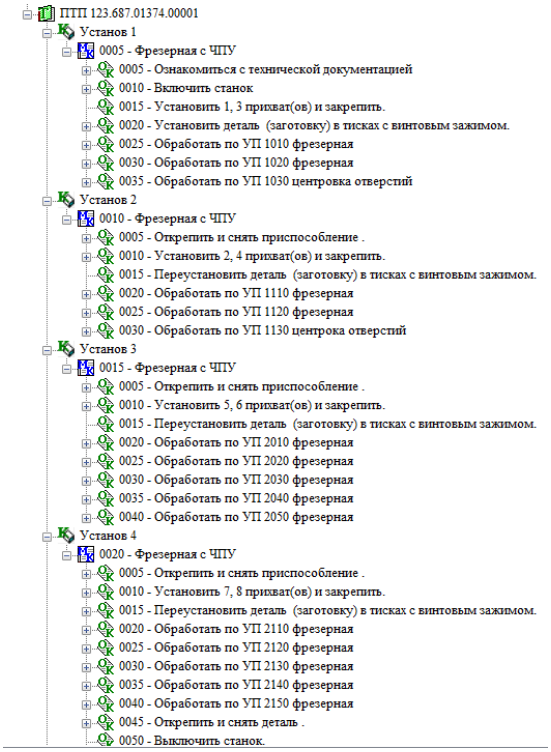


Рис. 6. Дерево программного технологического процесса после проектирования вспомогательных переходов

На данный момент программное обеспечение находится на стадии опытной эксплуатации на базе АО «Авиастар-СП». На 2019 год планируется провести промышленные испытания. Применение программного обеспечения позволит сократить трудоемкость проектирования вспомогательных операций ПТП до 45% за счет автоматизированного формирования текстовой части на базе CAM-проекта Siemens NX.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Бурцев В.М., Васильев А.С*. Под общей ред. *А. М. Дальского* «Технология машиностроения» М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана 2001 Т.1 с. 16.

2. *Аверченков В.И., Казаков Ю.М*. Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб.пособие для вузов [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, Ю.М. Казаков.– 2-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – 229 с.

3. ГОСТ 14.004-83 «Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий».

4. *Самсонов О.С., Шенаев М.О., Саутенков М.Е., Воронцов Д.С., Петринина А.Н.* Разработка информационного обеспечения для проектирования и моделирования.

AUTOMATED FORMATION OF AUXILLARY TRANSITIONS FOR PROGRAMMING TECHNOLOGICAL PROCESSES BY THE EXAMPLE OF JSC "AVIASTAR-SP"

Belinskiy I., Ovechkin A., Beseda V.

ilyabelinskii@mail.ru, ovechkin_alex_1996@mail.ru

Supervisor: O. Zheleznov, Candidate of Technical, Professor

(Ulyanovsk State University, Ulyanovsk)

As part of the research work on the basis of JSC "Aviastar-SP" developed software for designing of programming technological processes for the machining of aircraft parts on CNC machines in the CAM-module Siemens NX.

УДК 65.011.56

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАЛАДОК ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В CAM-МОДУЛЕ SIEMENS NX

Блюменштейн А.А., Якубович В.Ф., Железнов О.В.

blyumenshteyn@mail.ru, vlad73737399@gmail.com, olegulsu@mail.ru

Научный руководитель: Ю.В. Полянсков, д-р техн. наук, профессор

(Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск)

В рамках выполнения научно-исследовательской работы на базе АО «Авиастар-СП» разработан модуль формирования инструментальных наладок для проектирования управляющих программ в CAM-модуле Siemens NX.

В условиях высокой конкуренции на отечественных авиастроительных предприятиях активно проводится внедрение концепции PLM, обеспечивающей преимущества в поставке продукции точно в срок под заданную себестоимость [1].

В процессе автоматизации жизненного цикла изделия требуется внедрение и доработка отдельных решений, отвечающих индивидуальным требованиям конструкторской-технологической подготовки производства. В условиях современных тенденций особая роль уделяется импортозамещению западных решений на отечественные аналоги со схожими технико-экономическими показателями.

На примере АО «Авиастар-СП» развернута программа по внедрению продукта собственной разработки САПР ТП «ТеМП2» в цехах механокаркасного и механосборочного производств. Среди мероприятий по внедрению программного продукта определены задачи по разработке модулей формирования технологических процессов с операциями на станках с ЧПУ и формировании инструментальных наладок для разработки управляющих программ в CAM-модуле Siemens NX [2].

Доработка программного обеспечения позволяет интегрировать Siemens NX с САПР ТП «ТеМП2» в части передачи данных из CAM-проекта в технологический процесс. На основании разработанного инженером-технологом CAM-проекта могут быть получены перечини установов заготовки, переходы Siemens NX, машинное время работы станка по

каждому переходу, а также инструментальные наладки и время их эксплуатации, необходимые для проектирования и нормирования технологического процесса в САПР ТП «ТеМП2» [3].

В настоящее время сотрудниками студенческого научно-технологического бюро и научно-исследовательского центра CALS-технологий Ульяновского государственного университета разработан модуль формирования инструментальных наладок (далее «Модуль ИН») [4].

Применение «Модуля ИН» при разработке управляющих программ позволяет инженеру-технологу автоматизировано формировать и добавлять инструментальные наладки (ИН) в CAM-проект Siemens NX из базы САПР ТП «ТеМП2». Добавленные в CAM-проект инструментальные наладки в дальнейшем могут быть использованы при проектировании карты наладки технологического процесса.

При формировании новой инструментальной наладки подбор элементов производится по заранее заданному шаблону. Набор шаблонов инструментальной наладки может быть задан специалистом информационного обеспечения или разработчиком через специализированное окно настройки, где задается последовательность групп элементов, правила совмещения, привязка к станку или цеху и т.п. Шаблон инструментальной наладки также может быть привязан к тексту базового технологического модуля (БТМ) [5], что позволяет использовать его при автоматизированном проектировании переходов рода «Собрать наладку» или «Разобрать наладку» с перечислением состава и перечня инструмента в технологических процессах САПР ТП «ТеМП2».

Приведем пример формирования ИН по шаблону «Фреза концевая монолитная → Цанга → Удлинитель→ Цанга → Цанговый патрон» в «Модуле ИН».

Для формирования инструментальной наладки инженеру-технологу необходимо вызвать окно специального конструктора (Рис. 7).

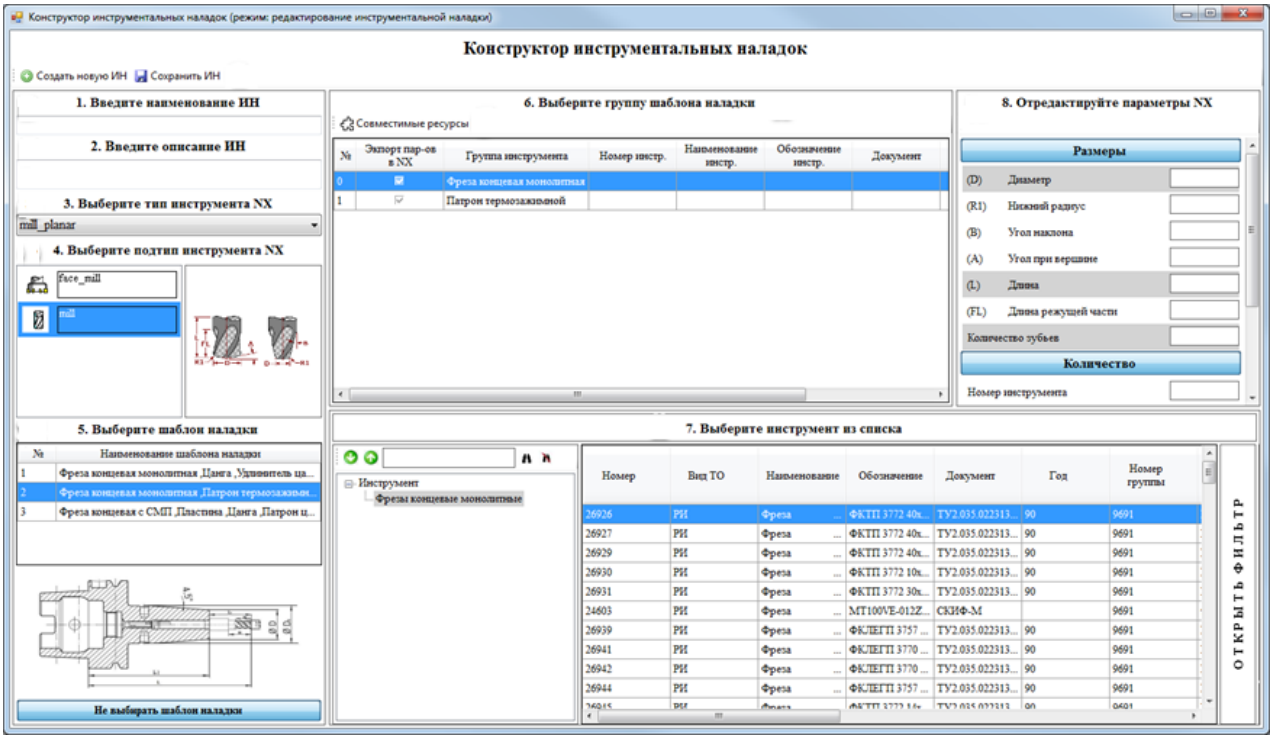


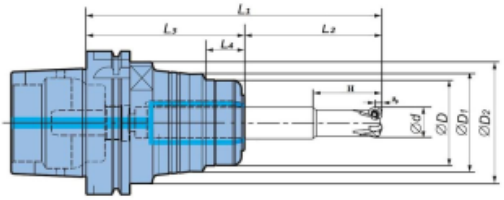
Рис. 7. Окно для формирования инструментальной наладки

В вызванной форме в первую очередь выбирается тип и подтип инструмента в Siemens NX. Далее выбирается шаблон инструментальной наладки (

Рис. 8). В приведенном примере это будет «Фреза концевая монолитная → Цанга → Удлинитель→ Цанга → Цанговый патрон».

5. Выберите шаблон наладки

№	Наименование шаблона наладки
1	Фреза концевая монолитная ,Цанга ,Удлинитель ц...
2	Фреза концевая монолитная ,Патрон термозажим...
3	Фреза концевая с СМП ,Пластина ,Цанга ,Патрон ...



Не выбирать шаблон наладки

Рис. 8. Блок выбора шаблона инструментальной наладки

Согласно шаблону инструментальной наладки, последовательно подбирается режущий инструмент и его элементы. Для каждой позиции шаблона (

Рис. 9) выводится перечень доступного инструмента из справочника ресурсов САПР ТП «ТеМП2», который можно выбрать двойным щелчком мыши (

Рис. 10).

Элементы инструментальной наладки подбираются согласно правилам совместимости. Например, диаметр хвостовика фрезы концевая монолитная должен быть совместим с диаметром зажатия инструмента выбранной цанги.

Совместимые ресурсы

№	Экпорт пар-ов в NX	Группа инструмента	Номер инстр.	Наименование инстр.	Обозначение инстр.	Документ
0	☑	Фреза концевая монолитная	24589	Фреза ...	MT100V-010Z1...	СКИФ-М
1	☑	Цанга	12821	Цанга ...	NBC10-10(AA)	BIG KAISER
2	☑	Удлинитель цанговый				
3	☑	Цанга				
4	☑	Патрон цанговый				

Рис. 9. Позиции шаблона инструментальной наладки

7. Выберите инструмент из списка

Инструмент
Цанги

Номер	Вид ТО	Наименование	Обозначение	Документ	Номер группы
12821	ВИ	Цанга	NBC10-10(AA)	BIG KAISER	9737
12876	ВИ	Цанга	PJC20-12	BIG KAISER	9737
12853	ВИ	Цанга	NBC16-8(AA)	BIG KAISER	9737
12830	ВИ	Цанга	NBC10-7,5(AA)	BIG KAISER	9737

Рис. 10. Перечень доступного инструмента из справочника ресурсов САПР ТП «ТеМП2»

Вместе с выбранными элементами из справочника ресурсов САПР ТП в инструментальную наладку передаются такие параметры как длина, диаметр, количество зубьев и т.д. (Рис. 11). Перечень передаваемых параметров задаётся согласно правилам работы с режущим инструментом в CAM-модуле Siemens NX.

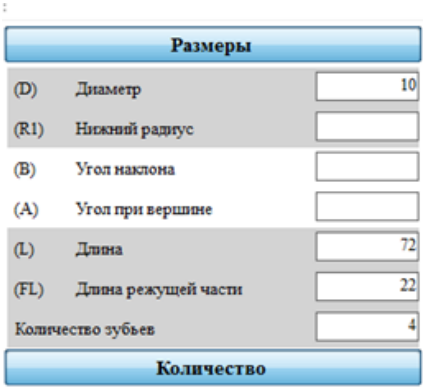


Рис. 11. Перечень параметров ИН в Siemens NX

Перечень сформированных инструментальных наладок может быть отсортирован в соответствии с цехом, участком и станком. При необходимости инженер-технолог может экспортировать инструментальную наладку в выбранные операции Siemens NX.

На данный момент программное обеспечение прошло предварительные испытания на АО «Авиастар-СП». Во второй половине 2019 г. планируется передать «Модуль ИН» в опытную эксплуатацию. В перспективе планируется запрограммировать обратную синхронизацию инструментальных наладок из Siemens NX в «Модуль ИН» и ряд дополнительных функций, нацеленных на сокращение трудоемкости выполняемых инженером-технологом операций при разработке управляющих программ. По предварительной оценке, применение «Модуля ИН» позволит повысить эффективность разработки управляющих и технологических процессов с операциями на станках с ЧПУ до 30%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Полянсков Ю.В.* Реализация концепции PLM для универсально-сборных приспособлений на примере авиастроительного предприятия / Ю.В. Полянсков, А.Р. Гисметулин А.А., Блюменштейн // Известия Самарского научного центра РАН – Самара: Издательство СНЦ РАН; т. 15, No4(4) - 2013с 865-869.

2. *Маданов А. В.* Особенности проектирования технологических процессов Механообрабатывающего производства в условиях импортозамещения / А. В. Маданов, А. М. Лотоцкий, А. А. Кораблёва // Известия Самарского научного центра.

3. *Хисамутдинов Р.Ф.* Автоматизированное формирование программных технологических процессов на примере АО «Авиастар-СП» / Р.Ф. Хисамутдинов, О.В. Железнов, А.А. Блюменштейн // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 8-10 августа 2018 г.: Материалы конференции. Материалы докладов. Казань: Том 2. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2018. – 530-532 с.

4. *Столяров И.А.* Автоматизированное формирование инструментальных наладок для станков с ЧПУ в CAM-модуле Siemens NX на примере АО «Авиастар-СП» / И.А. Столяров, И.А. Шевалдов, А.А. Блюменштейн // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 8-10 августа 2018 г.: Материалы конференции. Материалы докладов. Казань: Том 2. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2018. – 513-515 с.

5. *Самсонов, О.С.* Разработка информационного обеспечения для проектирования и моделирования технологических процессов сборки изделий авиационной техники / О.С. Самсонов [и др.] // Известия самарского научного центра российской академии наук. – 2014. - №1-5. – С.1602. Российской академии наук. – 2016. – т. 18, № 4(3) – С. 510 – 515.

AUTOMATED FORMATION OF TOOL SETUP FOR DEVELOPING CONTROL PROGRAMS IN THE CAM-MODULE SIEMENS NX

Blyumenshteyn A., Yakubovich V., Zheleznov O.
blyumenshteyn@mail.ru, vlad73737399@gmail.com, olegulsu@mail.ru
Supervisor: Yu. Polyanskov, Doctor of Engineering Sciences, Professor
(Ulyanovsk State University, Ulyanovsk)

As part of the research work on the basis of Aviastar-SP, JSC, a module for forming tools setup for designing control programs in the Siemens NX CAM module was developed.

УДК 608.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАТРОННОГО УЗЛА РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ПАНЕЛИ

Ветлицын М.Ю.
mikhail.vetlitsyn@mail.ru
Научный руководитель: Н.Г. Шаронов, канд. техн. наук, доцент;
А.М. Макаров, канд. техн. наук доцент
(Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград)

Представлены результаты исследования показателей качества конструкции адаптивного крыла. Приводятся результаты 3D моделирования мехатронного узла реконфигурируемой панели.

С развитием технической базы и появлением новых авиационных материалов, специалисты всё большее внимание обращают на возможность улучшения летных характеристик самолёта за счёт изменения геометрии крыла. Современные конструкции адаптивного крыла позволяют плавно отклонять носовую и хвостовую часть крыла, и в зависимости от высоты, скорости и перегрузки менять кривизну крыла.

Тенденции к созданию летательных аппаратов, в полете меняющих свои геометрические характеристики, с сохранением гладкости поверхностей, находят своё практическое воплощение на примере образцов выполненных конструкторами: NASA [1], Boeing, Airbus Industrie, FlexSys [2], Festo, Су, МиГ и др.

Принцип действия мехатронного узла с цилиндрическими шарнирами

В основе рассматриваемой модели конструкции каркаса адаптивного крыла лежит мехатронный узел. Мехатронный узел призван обеспечить заданный угол между элементами в структуре адаптивного крыла; согласованное управление моделью; возможность изменения геометрии крыла с учетом аэродинамических и технологических требований. Различные варианты мехатронного узла рассмотрены и предложены в [5-11].

Мехатронный узел представляет собой последовательные объединенные цилиндрические шарниры двойного действия (compliant rolling-contact D-CORE) [3], [4]. На рисунке 1 показан внешний вид и принцип работы шарнира двойного действия, где каждый из полуцилиндров имеет возможность отклонение от оси другого на угол ±45º. Для конструкции D-CORE как механического узла характерно наличие упругих взаимообратных связей и непрерывно изменяющаяся ось вращения.

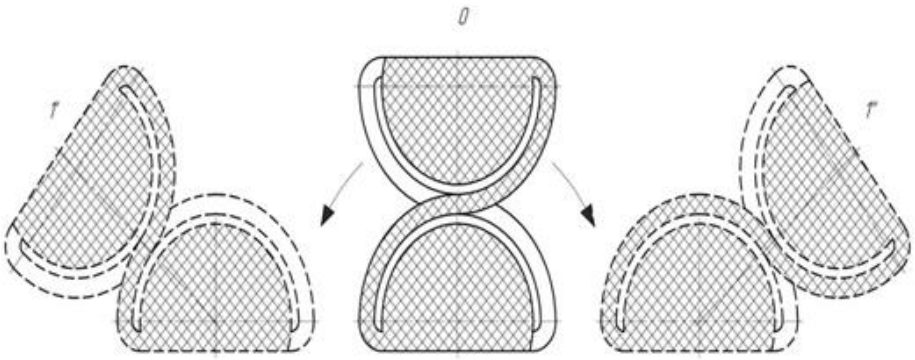
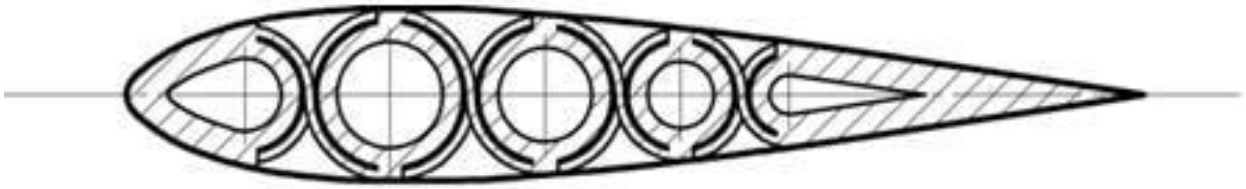


Рис. 1. Внешний вид цилиндрического шарнира двойного действия (D-CORE) в различных стадиях

Четыре шарнира объедены в общий механизм, соединены с носовой и хвостовой частью, образуя контур профиля крыла. Схема последовательного объединения представлена на рисунке 2.



Ри

с. 2. Схема последовательного объединения цилиндрических
шарниров (D-CORE) двойного действия вписанных в контур крыла

Моделирование сборки мехатронного узла

Для исследования режимов работы мехатронного узла было использовано построение трехмерной модели сборки изделия представленное на рисунке 3. Для проведения моделирования был выбран программный комплекс SolidWorks (Солидворкс), обеспечивающий разработку изделий любой степени сложности и назначения, позволяющий выполнять анализ движения и взаимодействия между собой твердотельных изделий на трехмерной модели сборки изделия в формате *.asm или *.sldasm.

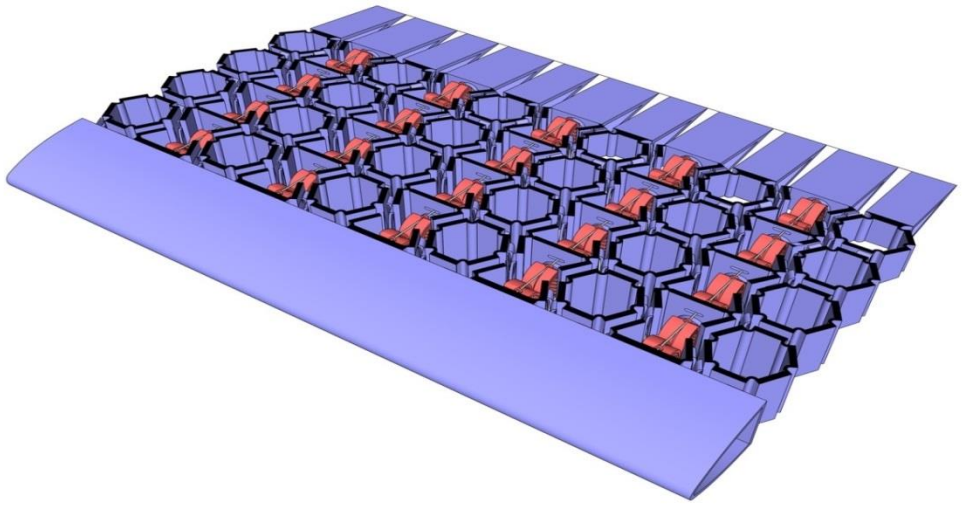


Рис. 3. Трехмерная модель сборки

На разработанной модели проведены исследования и определены: максимальное перемещение, максимальное напряжение, максимальная эквивалентная деформация и угол наклона модели при различной величине силы, действующей на грань.

Результаты расчета возникающих напряжений и деформаций модели при воздействующей силе 2Н показаны на рисунках 4 и 5.

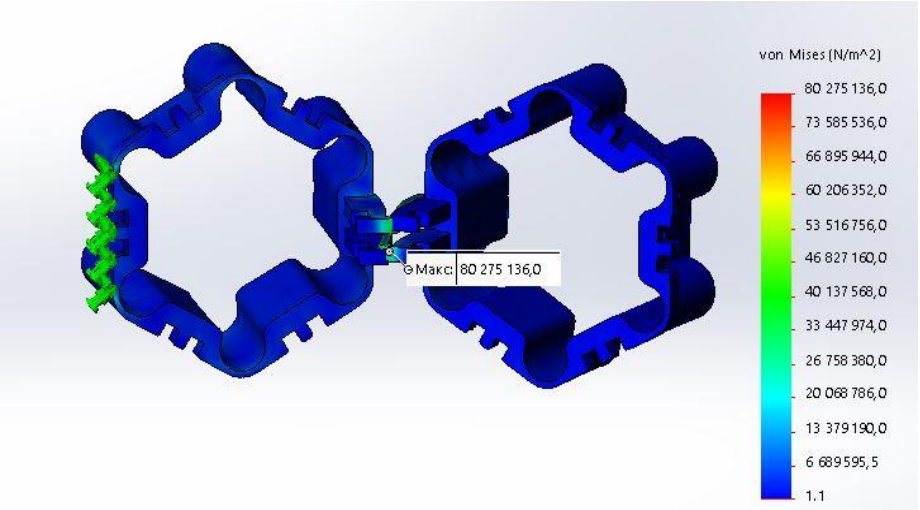


Рис. 4. Распределение напряжений G в модели при силе 2 Н

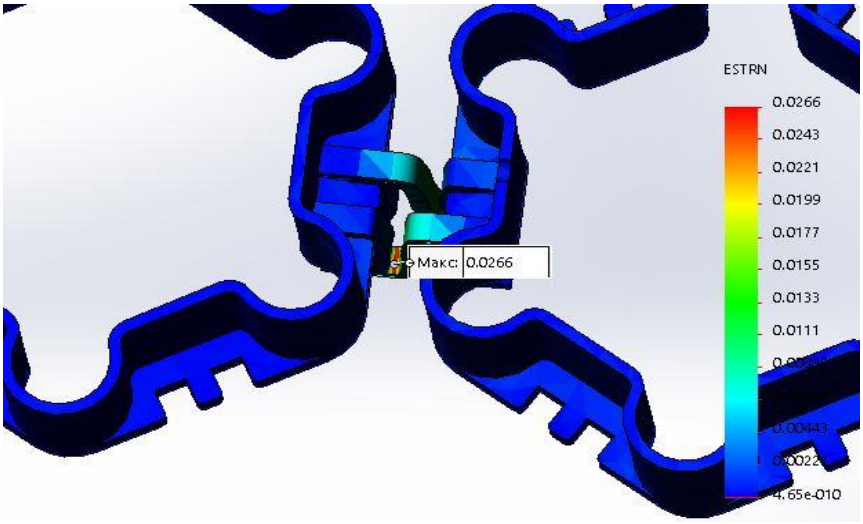


Рис. 5. Распределение деформации D в модели при силе 2 Н

Результаты моделирования критических нагрузок величиной 50, 100, 150, 200, 250, 300 500 Н позволили определить ресурс и возможные повреждения, вероятные зоны повреждения при нагрузке 500 Н выделены красным на рисунке 6.

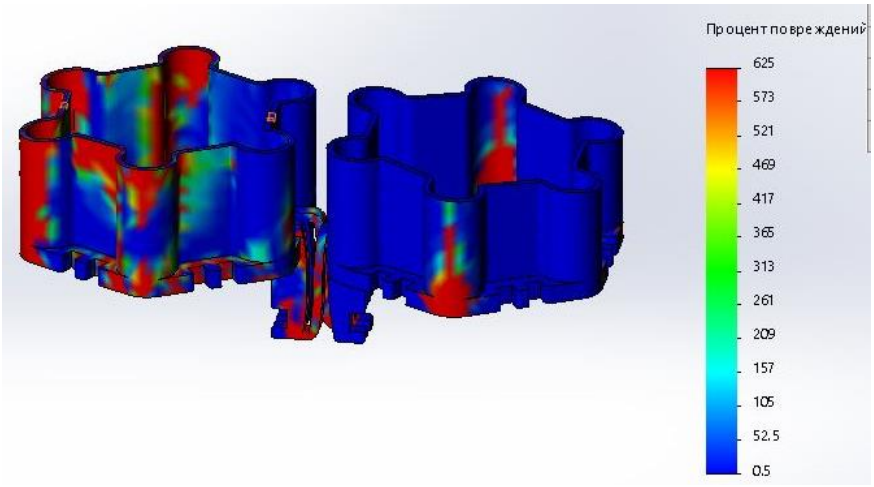


Рис. 6. Распределение повреждений модели при нагрузке 500 Н

Результаты моделирования

По результатам моделирования перемещений, напряжений и деформаций модели сделан вывод, что ширина связи может быть увеличена для повышения гибкости конструкции.

В результате моделирования усталостной прочности сделаны следующие выводы:

1. Износ и разрушения конструкции начинаются со связей. Самой «слабой» ее частью является скругление связи в нижней ее части.

2. форма сегмента, при которой он содержит шесть радиальных элементов не является оптимальной, такие радиальные элементы являются концентраторами напряжения. Износ конструкции по ним идет быстрее износа плоских граней.

Описанные предложения носят лишь рекомендательный характер и могут быть учтены при выполнении дальнейших исследований.

Исследования выполнены при финансовой поддержке государственного научного гранта Волгоградской области «Разработка и исследование мехатронного модуля реконфигурируемой панели».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1 NASA’S MIGHTY MORPHING WINGS MAKE FOR MORE EFFICIENT FLYING [Электронный ресурс]. URL: https://www.wired.com/2016/11/nasas-mighty-morphing-wings-make-efficient-flying (дата обращения 05.10.2018).

2 FlexSys Morphing Wing [Электронный ресурс]. URL: https://www.liveleak.com/view?t=fb6_1478428583 (дата обращения 05.10.2018).

3 *Larry L. Howell, Todd Nelson*. Patent US20160177605A1, 2015. Deployable joint.

4 *Алямовский, А. А.* Инженерные расчеты и SolidWorks Simulation / А.А. Алямовский. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 464 с.

5 *Ивченко А.В.* Флексагонные сетки: динамичные формы будущего. / «Изобретатель» №9(201), 2016г., стр. 37-39.

6 *Ивченко А.В.* Флексагонные сетки: Комбинаторика реверсивных ячеистых форм на основе синтеза тритертафлексагона. / «Математический дизайн и техническая эстетика» («Mathematical Design & Technical Aesthetics») ISSN 2306-1405, (4) 2016г., стр. 6-21.

7 *Ивченко А.В.* Флексагонные сетки: динамичные формы будущего. / «Станочный парк» №2, 2017г., стр. 37-39.

8 *Ивченко А.В.* Флексагонные сетки и метод создания на их основе роботизированных пространственных форм. / «Изобретательство» ISSN 2072-3067, №3, 2017г., стр. 29-36.

9 *A.V. Ivchenko, R. Ziatdinov*, Flexagon grid: a novel method of creating dynamic spatial forms based on the synthesis of tritetraflexagons, Eng. Sci. Tech., Int. J. (2017), https://doi.org/10.1016/j.jestch.2017.12.001.

10 *Ивченко А.В.* Мехатронный узел и каркас адаптивного крыла /«Изобретательство» ISSN 2072-3067, №7, 2018г., стр. 34-38.

11 *Ивченко А.В.* Реконфигурируемый ячеистый заполнитель адаптивного крыла на основе сетевого объединения шарниров со скрытыми топологическими поверхностями. / «Изобретатель» №8-9(224-225), 2018г., стр. 41-44.

SIMULATION OF THE MECHATRONIC UNIT OF THE RECONFIGURABLE PANEL

Vetlitsyn M.

mikhail.vetlitsyn@mail.ru

Scientific adviser: N. Sharonov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. Makarov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Volgograd State Technical University, Volgograd)

The results of the study of the quality indicators of the adaptive wing design are presented The results of 3D modeling of the mechatronic unit of the reconfigurable panel are given.

УДК 004.94

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Гараев Р.Р.
treeteey@yandex.ru
Научный руководитель: С.В. Курынцев, канд. экон. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье были рассмотрены и проанализированы САПР, имеющиеся в распоряжении КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева и составлена сводная таблица по возможностям каждой системы. Были описаны главные особенности каждой системы и представлены области их применения.

Введение

На данный момент на большинстве прогрессирующих предприятий используются системы автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяют улучшить качество выпускаемой продукции путем математического анализа моделей и ускорить технологическую подготовку предприятия. Способность к созданию моделей, приближенных к реальности, постоянно совершенствуется. Основными модулями в данных программах являются: CAD (computer-aided design) - система автоматизированного проектирования: CAM (Computer-aided manufacturing) – система технологической подготовки производства и CAE (Computer-Aided Engineering) - система инженерного анализа. Таким образом, чтобы решить задачу производства, нужно выбрать систему, в которой будет решаться задача, чтобы выбрать систему, нужно знать её возможности. Ниже будет представлен список САПР имеющихся в распоряжении КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева и дано описание возможностей каждой системы.

ADEM 8.2

Система ADEM помогает решать проектные, конструкторские и технологические задачи в областях машиностроения, авиационной, атомной, аэрокосмической, электро- и приборостроительной и других. Также система ADEM используется для проектирования и производства сложной оснастки, инструмента, штампов и пресс-форм. Эта система состоит из нескольких модулей, с помощью которых можно решать конкретные задачи производства: CAD, CAM, CAPP (Computer-Aided Process Planning) – проектирование технологических процессов. Также система работает со следующими типами геометрических данных: плоскими элементами, поверхностями, телами, оболочками и их комбинациями. Проектирование операций ЧПУ выполняется в контексте создаваемого процесса. Таким образом, формируется технологическая документация и данные передаются в системы планирования и управления предприятием. Модуль ADEM CAM создает программы управления для различных типов оборудования: фрезерные 2-5-координатные станки различных кинематических схем; токарные многошпиндельные и многоканальные станки, токарнофрезерные обрабатывающие центры, для которых обеспечивается синхронизация каналов при одновременном использовании нескольких инструментов и шпинделей; многокоординатные станки лазерной, плазменной, газовой и гидроабразивной резки; 4-координатные электроэрозионные станки [1].

ANSYS academic

Набор программных продуктов ANSYS – это система компьютерного моделирования, использующая метод конечных элементов (МКЭ). ANSYS позволяет решать всевозможные задачи из различных областей физики: механика деформируемого твердого тела; термический анализг; идрогазодинамика; электромагнитизм; анализ моделей с сопряжением различных областей физики (мультифизика). Система ANSYS сопрягается с CAD-системами NX, CATIA, Pro/ENGINEER, SolidEdge, SolidWorks, Autodesk Inventor, Parasolid, SAT, One

Space Designer. Расчетные возможности лицензий ANSYS для высших учебных заведений (ВУЗов): Multiphysics – расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) (линейный и нелинейный), электромагнетизм, механика разрушения; CFX Full Capability solver – полный решатель задач гидрогазодинамики (включая многофазность, химическую кинетику, горение); Workbench – современная графическая среда; Fatigue Module – расчет усталостной долговечности; Design Modeler – модуль геометрического препроцессинга среды ANSYS Workbench; CFX-Pre, CFX-Post, CFX-Mesh – пре- постпроцессоры для вычислительной гидрогазодинамики; Paramesh – параметрическое изменение КЭ модели; DesignXplorer (DoE and VT) – модуль оптимизации; ICEM CFD Meshing – универсальный генератор сеток; HTI TAS – Расчет охлаждения электрических компонентов (набранных плат); MCAD Connections – передача геометрических моделей из CAD пакетов [2].

Autodesk inventor

Autodesk® Inventor® – среда для 3D-проектирования, включающее в себя средства моделирования, создания инструментальной оснастки и обмена данными проектов изделий. Inventor автоматически рассчитывает и анализирует такие компоненты, как пластмассовые детали, металлические рамы, вращающиеся компоненты, трубопроводные системы, электрические провода и кабели. На этапе создания модели детали и сборки ограничены в определенных перемещениях, согласно исследуемой модели таким образом, что можно, смоделировать работу реального механизма, управляя его виртуальной моделью. Можно редактировать эскизы деталей в контексте всей сборки. Для изучения поведения модели в разные моменты времени используются позиционные представления. Поиск коллизий и выявление соударений при моделировании позволяет более полно анализировать элементы. Все это позволяет разрабатывать качественную продукцию, снижать себестоимость ее производства и быстро выпускать ее в производство. Автопределы позволяют установить максимально возможные параметры механизма, которые будут контролироваться автоматически. Эта функция позволяет контролировать длину, расстояние, угол, диаметр, периметр контура, площадь, объем и массу [3]. Моделирование сварных швов в 3D среде представляет все этапы технологической подготовки сварочных операций: разделка кромок под сварку, наложение шва, обработка после сварки. Данная среда работы со сварными конструкциями позволяет классифицировать и моделировать различные типы сварных соединений: стыковые, нахлесточные, угловые, тавровые и проводить анализ прочности сварных конструкций, технологический расчет объема наплавленного металла сварного шва.

CATIA v.5 учебная лицензия

Система CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) – одна из самых используемых и функциональных CAD/CAM/CAE систем высокого уровня, включающая в себя передовой инструменты 3D-моделирования, подсистемы программной имитации комплексных технологических процессов, средства анализа и единую базу данных текстовой и графической информации. Система позволяет решать задачи технической подготовки производства – от проектирования внешнего вида до выпуска чертежей, спецификаций, монтажных схем и программ управления станками с ЧПУ и т.д. Система CATIA имеет несколько модулей: машиностроительное проектирование (Mechanical Design); разработка дизайна изделий (Shape Design and Styling); системный синтез промышленных изделий (Product Synthesis); проектирование производственных и коммуникационных систем (Equipment and Systems Engineering); инженерный анализ (Analysis); программирование команд для обработки на станках с ЧПУ (NC Manufacturing); управление проектированием и обмен данными (Infrastructure); создание приложений к CATIA (RADE Products) [4]. Модуль проектирования сварных конструкций Weld Design позволяет создавать твердотельные сборки параметрических моделей с добавлением в них сварных швов. Модуль проектирования балочных конструкций (Structure design) позволяет создавать параметрические модели конструкций, созданных из проката. В этом же модуле можно

создать различного рода пластины и ребра жесткости. Для проектирования электрических компонентов применяется система E3.CADdy, применяющаяся для проектирования электрических соединений в автоматических системах управления, разработке панелей и пультов управления, для проектирования и разводки печатных плат. Также в CATIA имеется система SPEOS FOR CATIA – система для расчета оптики, состоящая из трех модулей и позволяющая решать задачи по проектированию оптических систем и улучшению их эргономических свойств [5].

DEFORM 2d 3d

DEFORM–2D – конечно-элементная (КЭ) система моделирования, предназначенная для анализа двумерного (2D) поведения металла при различных процессах обработки давлением (осесимметричные и плоские задачи), предоставляет информацию о течении материала в штампе и распределении температур во время процессов деформирования [6]. ***DEFORM-3D*** – мощная система моделирования технологических процессов, предназначенная для анализа трехмерного (3D) поведения металла в различных процессах обработки давлением, позволяет моделировать такие процессы как: ковка; горячая, полугорячая и холодная штамповка; прессование; прокатка; вытяжка и многие другие процессы. Работа программы основана на методе конечных элементов. Возможно решение задач деформирования, теплопередачи, а также разделительные операции, такие как вырубка и пробивка. Модул DEFORM–HT дает возможность моделировать всю цепь технологический операций, начиная с операций разделения, операции нагрева изделия, операций формообразования и заканчивая операциями заключительной термообработки [7]. С помощью ***DEFORM*** можно моделировать почти все процессы, применяемые в обработке металлов давлением (ковка, штамповка, прокатка, прессование и др.), а также операции термообработки (закалка, старение, отпуск и др.) и механообработки (фрезерование, сверление и др.) [8].

FS2NX100 fiberSIM for NX Academic bundle

FiberSIM – модуль системы NX, предназначенный для проектирования и производства изделий из композиционных материалов. ***FiberSIM*** обеспечивает поддержку каждой стадии разработки деталей из композитов: позволяет вычислять параметры пакетов и применять более эффективный метод проектирования при создании слоев, при послойном, зонном или структурном проектировании; автоматически создает модели слоев, определяя переходы с последовательностью и формой сбега; создает поверхности переменного смещения и твердые тела, а также результирующие поверхности для сопрягаемых компонентов и поверхности для изготовления оснастки; производит проверку и передачу конструкторских требований путем автоматического создания технической документации и/или таблиц Microsoft Excel; моделирует возможность изготовления деталей исходя из свойств материалов и технологического процесса; определяет производственные границы и операции, такие как разрезы, надрезы и траектории ленты для снижения себестоимости и времени, затрачиваемого на изготовление детали; автоматически создает технологическую документацию для цехов; автоматически создает производственную документацию, такую как развертки для работы станков по раскрою, файлы для систем лазерной проекции, машин для выкладки волокна и ленты [9].

MSC software University MD FEA + Motion Bundle

University MD FEA Bundle – комлекс ПО для проведения прочностных конечно-элементных (КЭ) расчетов, содержащий модули: MSC Nastran – используется для расчетов напряженно-деформированного состояния, запасов прочности, собственных частот и форм колебаний, анализа устойчивости, исследования установившихся и неустановившихся динамических процессов, решения задач теплопередачи, акустических явлений, нелинейных статических и нелинейных переходных процессов, анализа сложного контактного взаимодействия, расчета критических частот и вибраций роторных машин, анализа

частотных параметров при воздействии случайных нагрузок и импульсного широкополосного воздействия, исследования аэроупругости на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях; Dytran – модуль для решения задач ударных нагрузок конструкции, включающих разрушение, взаимодействие конструкции и жидкости; Sinda – модуль для решения задач теплопередачи; FlightLoads – модуль для анализирования аэроупругие характеристикк летательных аппаратов; Patran – универсальный пре- и постпроцессор; Marc – модуль, позволяющий проводить комплексный анализ конструкций, на которые действуют силовые и тепловые нагрузки; University MD Motion Bundle – комплекс ПО для анализа кинематики и динамики машин и механизмов и т.д. включает в себя следующие модули: Adams – пакет для моделирования и расчёта механизмов и машин; Easy5 – пакет для моделирования гетерогенных систем, включая приводы и системы управления различной природы [10].

Solidworks Education

SolidWorks Education Edition — САПР, предназначенная для автоматизации предприятия на стадиях конструкторской и технологической подготовки производства. Используется для моделирования изделий любой сложности и назначения, включая механизмы, сложные сборки, оснастку, металлоконструкции, промышленные объекты, коммуникации, радиоэлектронику, электротехнику, изделия из листового материала, товары народного потребления, упаковку и пр. В пакет SolidWorks Education edition входят следующие модули: SOLIDWORKS Premium (3D CAD ПО) – 3D-проектирование деталей и сборок любой сложности; SOLIDWORKS Simulation Premium – модуль, позволяющий проводить анализ линейных и нелинейных статических задач методом конечных элементов (МКЭ), расчет динамических нагрузок, частотный анализ; SOLIDWORKS Flow Simulation (CFD tools) – модуль для вычисления гидрогазодинамики, позволяющий моделировать потоки жидкости и газа воздействующие на модель; SOLIDWORKS Motion – модуль, позволяющий анализировать кинематику и динамику математических моделей; SOLIDWORKS Plastics – модуль, позволяющий моделировать и оптимизировать процесс литья пластмассовых деталей; SOLIDWORKS Sustainability модуль, позволяющий выполнять экологическую экспертизу в режиме реального времени; SWR Electrical – обеспечивает 3D проектирование электрических жгутов. SWR Composer – формирует техническую документацию. SWR-Материалы – модуль, содержпщий в себе общетехнический справочник материалов и сортамента [11].

АСКОН/ АРМ FEM V16 для Компас-3D V16

АРМ FEM состоит из инструментов подготовки изделий и сборок к расчёту с указанием граничных условий и нагрузок, а также встроенных генераторов конечно-элементной сетки (с постоянным и переменным шагом) и постпроцессора. Эта среда позволяет смоделировать твердотельный объект и проанализировать поведение модели при различных условиях воздействия с точки зрения статики, собственных частот, устойчивости и тепловой нагрузки. Анализ прочности модуля АРМ FEM позволяет решать линейные задачи: напряженно-деформированного состояния (статический расчет); статической прочности сборок; устойчивости; термоупругости; стационарной теплопроводности. Динамический анализ позволяет определять частоты и параметры собственных колебаний, в том числе для моделей с предварительным нагружением. В качестве результатов расчетов можно получить: распределение эквивалентных напряжений и их составляющих и главных напряжений; распределение линейных, угловых и суммарных перемещений; распределение деформаций по компонентам модели; карты и эпюры распределения внутренних напряжений; значение коэффициента запаса устойчивости и формы потери устойчивости; распределение коэффициентов запаса и числа циклов по характеристики усталостной прочности; распределение коэффициентов запаса по критериям текучести и прочности; распределение температурных полей и термонапряжений; координаты центра тяжести, вес, объем, длина, площадь поверхности, моменты инерции модели, а также статические моменты и площади

поперечных сечений; реакции в опорах конструкции, а также суммарные реакции, приведенные к центру тяжести модели [12].

Таблица

Сравнение возможностей рассматриваемых систем

Возможности	Adem	ANSYS Academic	Autodesk Inventor	CATIA v.5 учебная лицензия	DEFORM 2D+3D	FS2NX100 Fibersim for NXAcademicBundle	MSC Software University MD FEA + Motion Bundle	Solid Works Education Edition	АСКОН/ АРМ FEM V16 для Компас-3D V16
CAD	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CAM	+	-	-	+	-	+	-	+	-
CAE	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Мультифизика	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Моделирование технологических процессов	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Работа с композиционными материалами	-	+	-	+	-	+	+	+	+
Анализ кинематики и динамики	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Работа с CAD системами других программ	-	+	+	+	-	+	+	+	+

Заключение

Каждая из рассмотренных систем имеет свои достоинства и недостатки. При выборе системы необходимо отталкиваться от ее возможностей, уровня владения этой системой. При правильном подходе к изучению и использованию рассмотренных систем, можно значительно повысить уровень подготовленности студентов и повысить производительность предприятий. Математическое моделирование может значительно сократить время и ресурсы, направленные на изучение поведения изделий при эксплуатации, а также на создание новых, революционных продуктов и технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ADEM v9.0 — новая версия интегрированной системы [Электронный ресурс] // URL: https://sapr.ru/article/21378 (дата обращения: 29.05.2019)

2. Семейство продуктов ANSYS [Электронный ресурс] // URL: http://old.kpfu.ru/inf/bin_files/filipov!5.pdf (дата обращения: 29.05.2019)

3. Autodesk Inventor 2008 [Электронный ресурс] // URL: https://cad.ru/support/bz/archive/56/autodesk-inventor-2008/ (дата обращения: 29.05.2019)

4. *А.Л. Комисаренко, И.В. Словцов, Ю.Н. Фомина, М.М. Шальнов.* Моделирование приборов, систем и производственных процессов / Приложение I. Методические рекомендации к лабораторному практикуму. Под ред. к.т.н., доцента Е.И. Яблочникова – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 124 с.

5. *Басов К.А.* CATIA V5. Геометрическое моделирование. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 269 с.: ил.

6. DEFORM™ – 2D [Электронный ресурс] // URL: https://tesis.com.ru/cae_brands/deform/2d.php (дата обращения: 30.05.2019)
7. DEFORM™ - 3D [Электронный ресурс] // URL: https://tesis.com.ru/cae_brands/deform/3d.php (дата обращения: 30.05.2019)
8. DEFORM [Электронный ресурс] // URL: https://tesis.com.ru/cae_brands/deform/ (дата обращения: 30.05.2019)
9. FiberSIM [Электронный ресурс] // URL: https://cct-kai.com/ru/labs/cad-cam-cae-lab/fibersim-cam (дата обращения: 30.05.2019)
10. MSC Software развивает программу бесплатных студенческих версий своих основных программных продуктов [Электронный ресурс] // URL: http://www.mscsoftware.ru/press/20130723-free-software-for-students (дата обращения: 04.06.2019)
11. SOLIDWORKS Education Edition 2017 will help your students make great design happen [Электронный ресурс] // URL: https://www.javelin-tech.com/3d/solidworks-education-edition-2017/ (дата обращения: 04.06.2019)
12. АРМ FEM [Электронный ресурс] // URL: https://ascon.ru/products/1114/review/ (дата обращения: 04.06.2019)

ANALYSIS AND COMPARISON OF COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS

Garaev R.
treeteey@yandex.ru
Supervisor: S. Kuryntsev, PhD in Economic Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Abstract. Within the article were reviewed and analyzed the CAD systems available to KNRTU-KAI named after A.N. Tupolev and compiled a summary table on the capabilities of each system. The main features of each system were applied and their application areas were presented.

УДК 519.16

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

Гаффаров А.Р.
barabaris454@gmail.com
Научный руководитель: Суздальцев И.В.
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Лучшая производительность муравьиного алгоритма (МА) в основном зависит от подходящих параметров; поэтому их выбор для МА важен. В этой статье мы проведем исследование зависимости параметра качества решения задачи о коммивояжере от значений параметров алгоритма α и β.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что при наличии большого количества, уже реализованных муравьиных алгоритмов, необходимо и дальше реализовывать, и улучшать данные алгоритмы для поиска наилучшего результата, т.к. применение автоматизированных систем в области транспортной логистики и других – один из способов экономии ресурсов.

Цель работы: исследование муравьиного алгоритма (МА) на задаче коммивояжера, и его реализация на языке C++ для нахождения оптимальных параметров и тем самым улучшения работы алгоритма.

В постановке задачи коммивояжер должен объехать N городов по замкнутому маршруту, посетив каждый из них лишь один раз, таким образом, чтобы полная длина его маршрута была минимальной.

Определим переменные задачи:

G (V, U) - исходный граф (V - множество вершин; U — множество ребер);

n – количество вершин графа G (V, U);

$c_{i,j}$ - элемент C_{n*n} матрицы смежности графа G(V, U);

$x_{i,j}$ - элемент матрицы X_{n*n} принадлежности рёбер к построенному пути в графе;

Целевая функция $F = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \to min$ – выражает минимальную длину маршрута.

Ограничения: $\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, \forall j = \overline{1,n}$ – коммивояжер может въехать в город только один раз; $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1, \forall i = \overline{1,n}$ – коммивояжер может выехать из города только один раз.

Рассмотрим описание алгоритма. МА - метаэвристика, представленная Марком Дориго, которая используют в качестве алгоритма природные механизмы для нахождения решений задач коммивояжера и других комбинаторных задач оптимизации. Основная идея заключается в моделирование движения муравьев. Выбор движения муравьев осуществляется относительно того, как он близок к пище и от количества феромона отложенного на пути.

Поведение муравьев определяется алгоритмом выбора следующей точки маршрута. Вероятность миграции муравья из точки А в точку Б определяется по следующей формуле:

$$P_{i,j} = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^{\alpha}\cdot\eta_{ij}^{\beta}}{\sum_{l\in J_{i,k}}\tau_{il}^{\alpha}\cdot\eta_{il}^{\beta}}, \text{если} j \in J_{i,k}; \\ 0, \text{если} j \notin J_{i,k}; \end{cases} (1), \Delta\tau_{i,j} = \frac{1}{D_{i,j}} (2),$$

где α и β – это регулируемые значения, определяющие важность составляющих(веса ребра и уровня феромонов) при выборе пути. Когда α = 0 муравей хочет выбрать самую короткую ветвь, если β = 0 – муравей выбирает ветвь с наибольшим количеством феромонов[1].

Феромоны - это особые химические соединения, оставляемые муравьями. В арифметической модели они хранятся в некоторой весовой матрице и представлены в виде действительных чисел. В реальной модели муравьи сбрасывают феромоны в качестве маркеров на своем пути. Когда муравьи находят источник пищи, их уровень увеличиваются. Также есть отрицательное влияние на феромоны – это испарение. Испарение увеличивается на длительных маршрутах, и с течением времени, поэтому уровень феромонов увеличивается на кратчайшем маршруте.

Один из основных недостатков МА является сложный и длительный процесс настройки алгоритмических параметров. Поэтому важно найти оптимальные значения параметров α и β колонии муравьев, от которых зависит не только рост вычислительных операций, а также значение итогового результата. Выбор правильного соотношения параметров является предметом исследований, и в общем случае производится на основании опыта.

Для изучения этой проблемы возьмем несколько городских задач “berlin52”, “eli51” и “eli76” определим решения с помощью, написанной на языке C++ программы [2]. Экспериментальным путем будем подбирать параметры, чтобы определить их влияние и выясним при каких значениях муравьиный алгоритм будет выдавать лучшие результаты. Наконец, произведем анализ и сравним решения проблем при помощи трехмерных графиков.

Исследование проводится при начальных значениях α и β равных нулю и увеличиваются с шагом 0.2 до тех пор, пока не найдутся лучшие результаты. Количество муравьев равно количеству городов, количество итераций (колоний) равно 300 в каждом случае.

Исходя из трехмерных графиков (Рис.1) можно сделать вывод, что оптимальный параметр α находится на отрезке [0.4, 1.4]. Для нахождения более точного его значения вычислим и сравним процентное соотношение лучших результатов для каждого параметра α в вышеупомянутом интервале (рис.2).

За успешный запуск, принималось достижение любого оптимума задач в пределах среднего отклонения равного 2-3% для каждой задачи

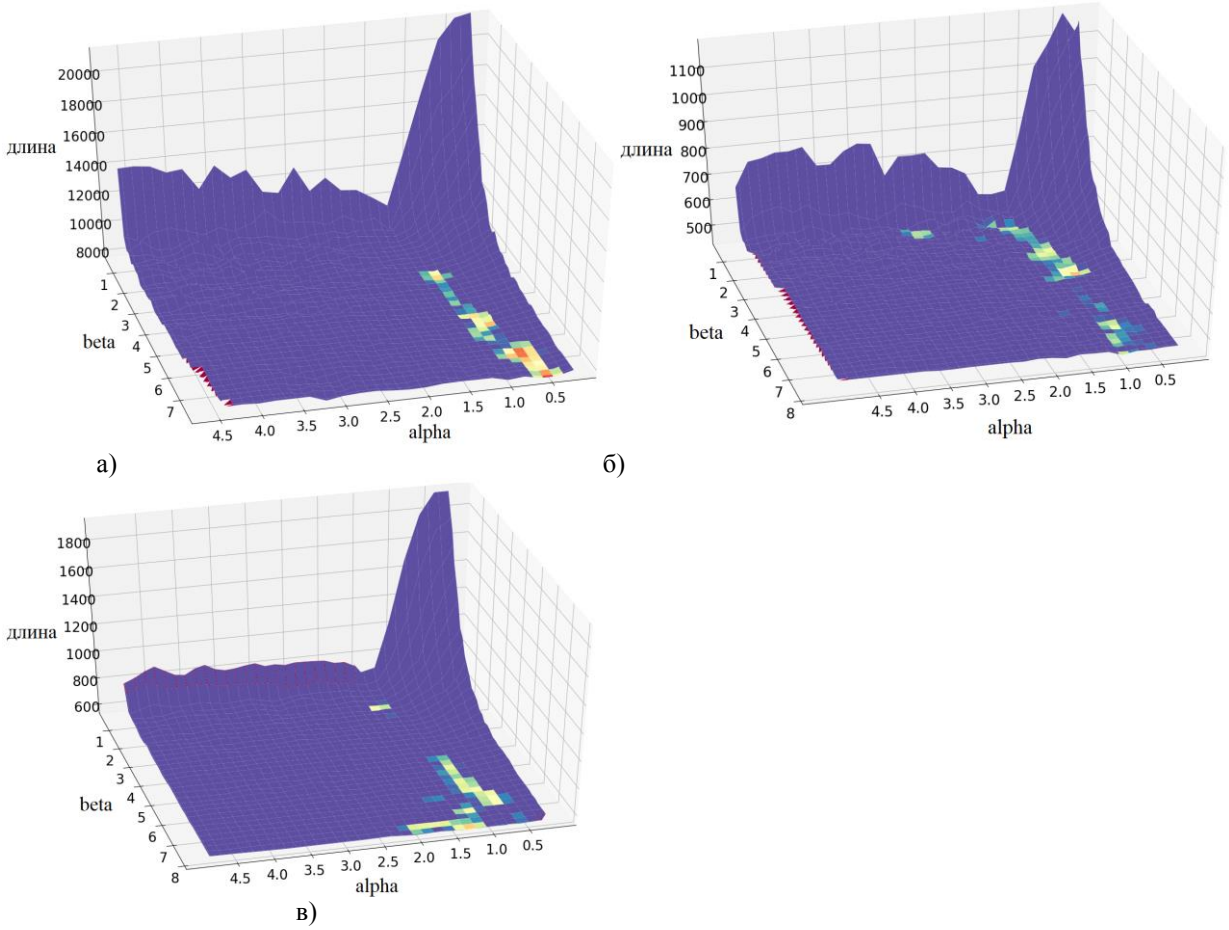


Рис. 1. Графики зависимости целевой функции относительно α, β для berlin", "eli51" и "eli76"
(а - "berlin", б - "eli51", в - "eli76")

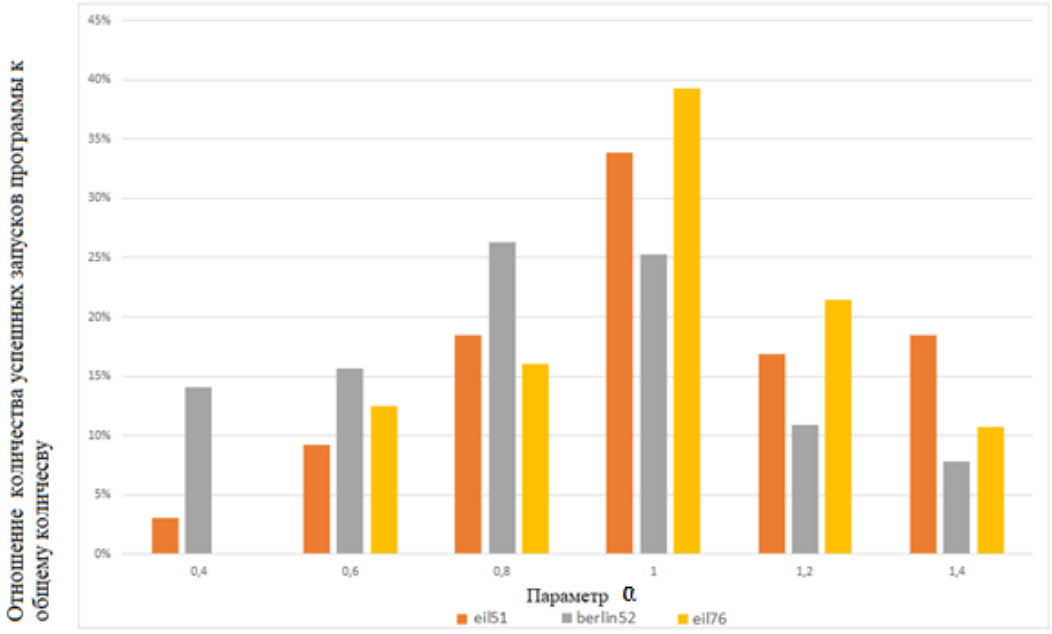


Рис. 2. Зависимость процентного соотношения успешных запусков от параметра α

По гистограмме (рис. 2) видно, что наибольшее количество успешных запусков для разных задач достигается при α равной 1.0.

Рассмотрим параметр β при α равной 1.0 для всех задач в целом.

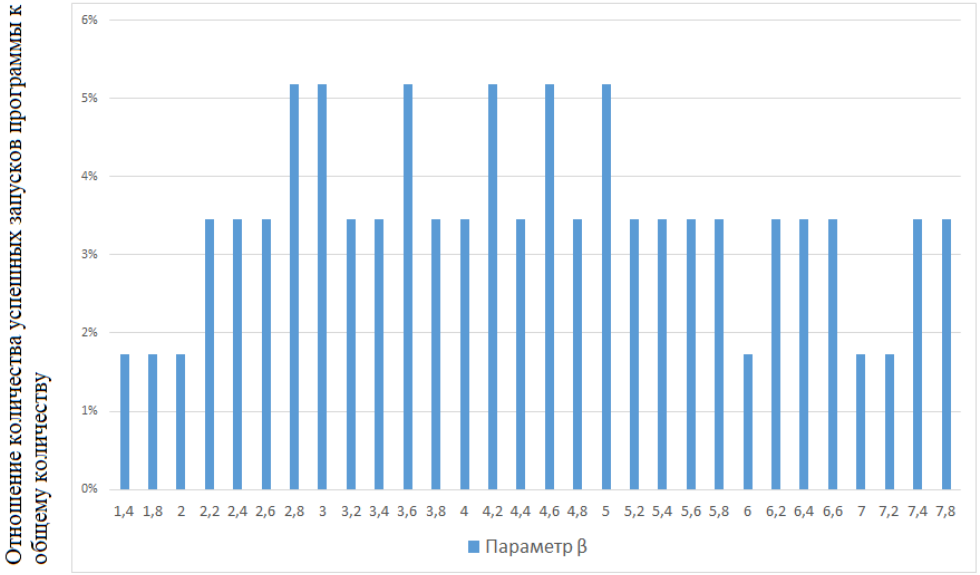


Рис. 3. Зависимость процентного соотношения успешных запусков от параметра β

По рис. 3 можно заметить, что гистограмма начинается с 1.4. Это означает, что менее β равной 1,4 успешных запусков не было найдено. Также можно увидеть, что количество успешных запусков было наибольшим на отрезке [2.8, 5]. Следует учесть, что в МА обладает свойством случайности, что не дает сделать более точные результаты для нахождения β.

В этой статье мы показали, что производительность МА зависит от правильной настройки параметров, что в определенной степени требует, как человеческого опыта, так и удачи. Эти параметры зависят от имеющейся проблемы, а также от требуемой точности решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *С. Д. Штовба*. Exponenta Pro. Мастерская решений // Муравьиные алгоритмы. 2003. С. 72.

2. http://elib.zib.de/pub/mp-testdata/tsp/tsplib/tsp/

STUDY OF THE EFFICIENCY OF THE ANT COLONY ALGORITHM FOR FOR SOLVING TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

Gaffrov A

barabaris454@gmail.com

Supervisor: I. Suzdaltsev

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The best performance of ant colony optimization (ACO) largely depends on the appropriate settings; therefore, their choice of ACO is important. In this article, we will study the dependence of the quality of the task solution of the traveling salesman problem from the values of the algorithm parameters α and β.

УДК 519.16

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ О КОММИВОЯЖЕРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Измайлова Е.А.
katerinallein@gmail.com
Научный руководитель: И.В. Суздальцев
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Исследования проводились на примере решения «симметричной замкнутой задачи о коммивояжёре». В работе используется генетический алгоритм для нахождения кратчайшего маршрута. Также представлены результаты эксперимента, целью которого было нахождение зависимостей точности от вероятности скрещивания хромосом и вероятности их мутации.

Среди дисциплин и методов дискретной математики теория графов и особенно алгоритмы на графах находят наиболее широкое применение в программировании. Графы используют для описания алгоритмов автоматизированного проектирования, в диаграммах, машины конечных состояний, при решении задач маршрутизации потоков и другого. Любая система предполагающая наличие дискретных состояний или наличие узлов и переходов между ними может быть описана графом.

Задача о гамильтоновых циклах в графе получила различные обобщения. Одно из этих обобщений – задача коммивояжера, имеющая ряд применений в исследовании операций, в частности при решении некоторых транспортных проблем.

Например, первоочередной задачей любого предприятия является поиск резервов снижения затрат на осуществляемую деятельность и как следствие повышение собственной конкурентоспособности и рентабельности. Одним из приоритетных направлений совершенствования с точки зрения логистического подхода является оптимизация перевозок, потому что значительную долю затрат составляют именно расходы на транспортную составляющую. Или же составление минимального маршрута для человека для доставки чего-либо, пополнения банкоматов наличными деньгами, сборка наличных денежных средств из терминалов и др.

Целью представленной работы является исследование эффективности генетического алгоритма решения задачи о коммивояжёре.

Основная задача о коммивояжёре формулируется следующим образом: Дан полный взвешенный неориентированный граф с множеством вершин (пункты) и ребер (возможные пути между пунктами). В полном взвешенном графе с *n* вершинами необходимо найти гамильтонов цикл с минимальным суммарным весом входящих ребер. То есть нахождение оптимального (наикратчайшего) маршрута, который проходит через все указанные пункты, хотя бы по одному разу с возвращением в исходный пункт.

Целевая функция данной задачи маршрутизирует длину проходимого пути:

$$\sum_{(i,j)\in P_m} R_{ij} \to min, \text{ при i} = \overline{1,n};\ \text{m} = \overline{1,(n-1)},$$

где G(V,U) – исходный граф; V – множество вершин исходного графа; U – множество вершин исходного графа; n – количество вершин; R_{ij} – длина ребра между i-ой и j-ой вершинами; P_m- определенный маршрут.

Ограничения задачи:

– обеспечивают один выход из вершины:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1;\ \text{i} = \overline{1,n};$$

– один вход в вершину:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1\ \text{j} = \overline{1,n}$$

Рассмотрим решение задачи о коммивояжёре методом генетического алгоритма.

Генетические алгоритмы позволяют найти удовлетворенное решение к аналитически

неразрешимым или сложнорешаемым проблемам через последовательный подбор и комбинирование искомых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию. То есть с помощью ГА осуществляется поиск и нахождение новых субоптимальных решений за счет объединения как уже имевшихся в начальной популяции, так и полученных в предыдущих циклах решений.

Рассмотрим принцип работы генетического алгоритма по шагам:

1. Создание начальной популяции, с фиксированным количеством N особей. То есть набор закодированных решений, представленных хромосомами.
2. С помощи целевой функции выделяют среди всех хромосом популяции:

– наиболее приспособленные, которые получают возможность скрещиваться и давать потомство;

– наиболее неприспособленные, которые удаляются из популяции и не дают потомства.

3. Выполнение операции селекции (отбора).
4. Применение двух операторов, как

– скрещивание - генетический оператор, который используется для объединения генетической информации двух хромосом для создания нового потомства, также решения могут получиться с помощью клонирования уже существующего решения.

– мутация - генетический оператор, который изменяет одно или несколько значений гена в хромосоме от ее исходного состояния.

5. Переход к новому поколению (формирование новой популяции).
6. Если условия останова генетического алгоритма не выполняются, то начать заново с шага 2. В ином случае завершить работу алгоритма.
7. Проверка выполнения критериев останова. Выход осуществляется при сходимости алгоритма или, когда пройдено заданное число поколений и выполнилось какое-либо дополнительное условие.
8. Вывод индивида с наилучшим значением целевой функции.

Допустимыми решениями к этой задаче являются перестановки чисел от 1 до n — такие последовательности длины n, в которых каждое их этих встречается ровно один раз. Это будет начальной популяцией. Сортируем по возрастанию, отсекая «худшие» решения, оставляя только наиболее приспособленные. После отбора разбиваем оставшихся особей на пары. Чтобы создать детей, используем генетический оператор скрещивания, т.е. случайным образом выбираем точку раздела для родительских строк, и производим обмен частей с генами данных особей, в последствии заменяя повторяющиеся вершины на еще не использованные. Или же используем оператор мутации для создания абсолютно нового решения. Новая популяция будет состоять из родителей и нового поколения, с которой происходят такие же действия до момента сходимости алгоритма.

Для исследования эффективности генетического алгоритма в работе была разработана программная реализация этого алгоритма на примере решения задач о коммивояжёре. Для наглядности было сгенерировано 10 случайных графов, размерностью от 10 до 100 вершин.

В рамках вычислительных экспериментов исследовалась зависимость параметров эффективности генетического алгоритма от вероятности скрещивания и вероятности мутации при различных параметрах размерности исходных данных. Полученные результаты исследований представлены на рис.1-4.

При увеличении вероятности скрещивания увеличивается количество операций, выполняемых алгоритмом. (представлено на рис.1.)

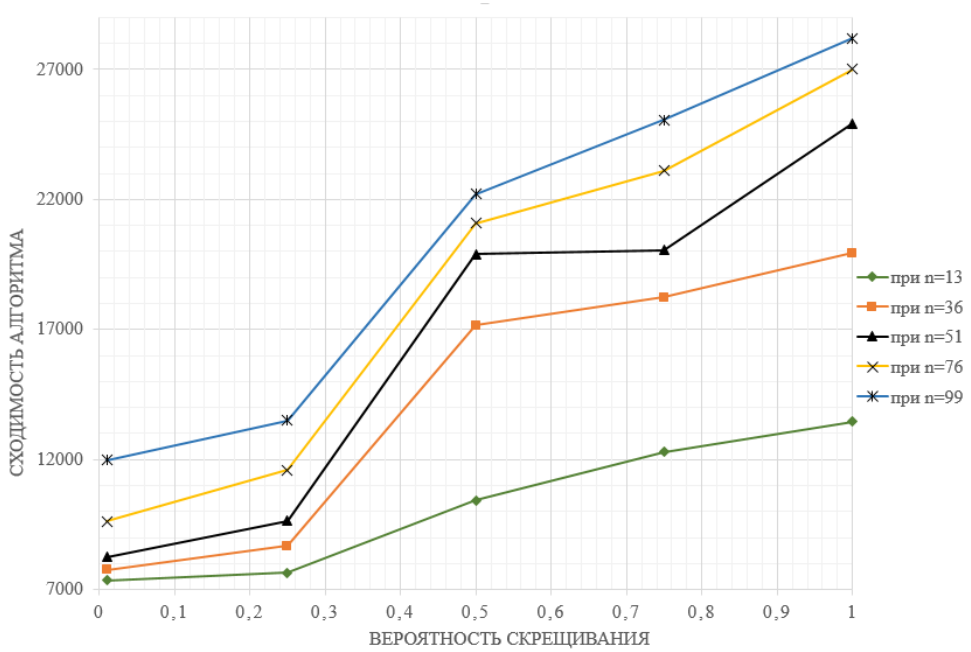


Рис. 1. Зависимость сходимости алгоритма от вероятности скрещивания

И соответственно при увеличении вероятности скрещивания увеличивается и время расчета. (представлено на рис.2)

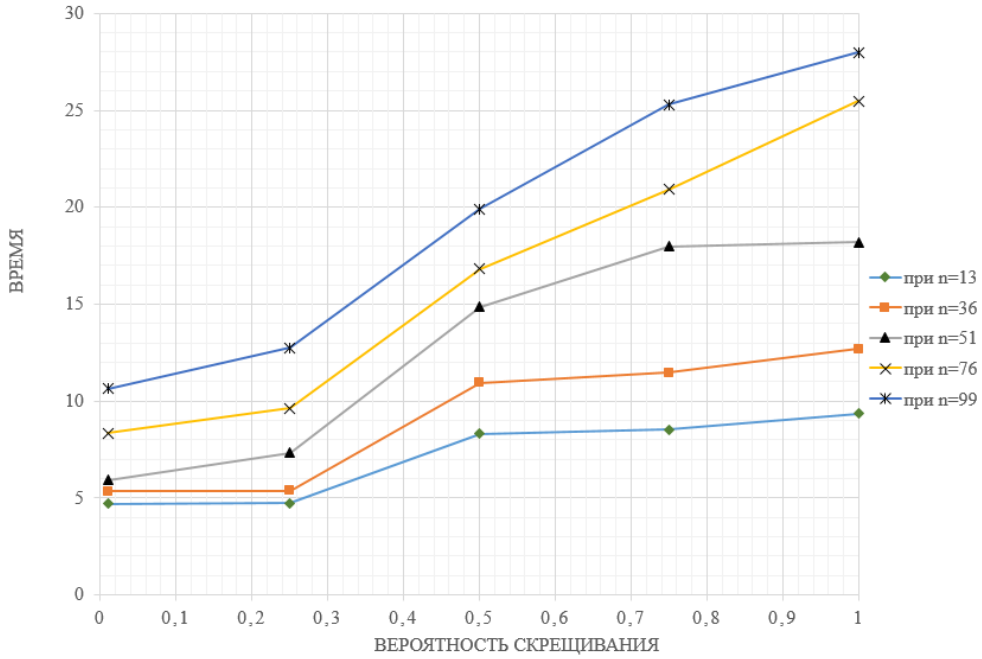


Рис. 2. Зависимость времени работы алгоритма от вероятности скрещивания

При увеличении вероятности мутации также уменьшается количество операций, выполняемых алгоритмом. (представлено на рис. 3)

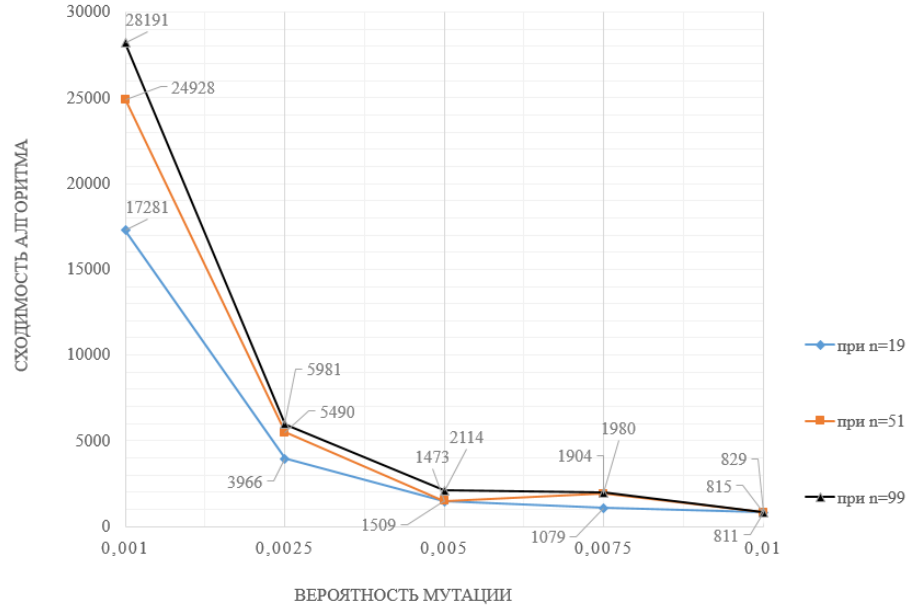


Рис. 3. Зависимость сходимости алгоритма от вероятности мутации

А также при увеличении вероятности мутации очень резко снижаются затраты времени для работы алгоритма. (представлено на рис.4)

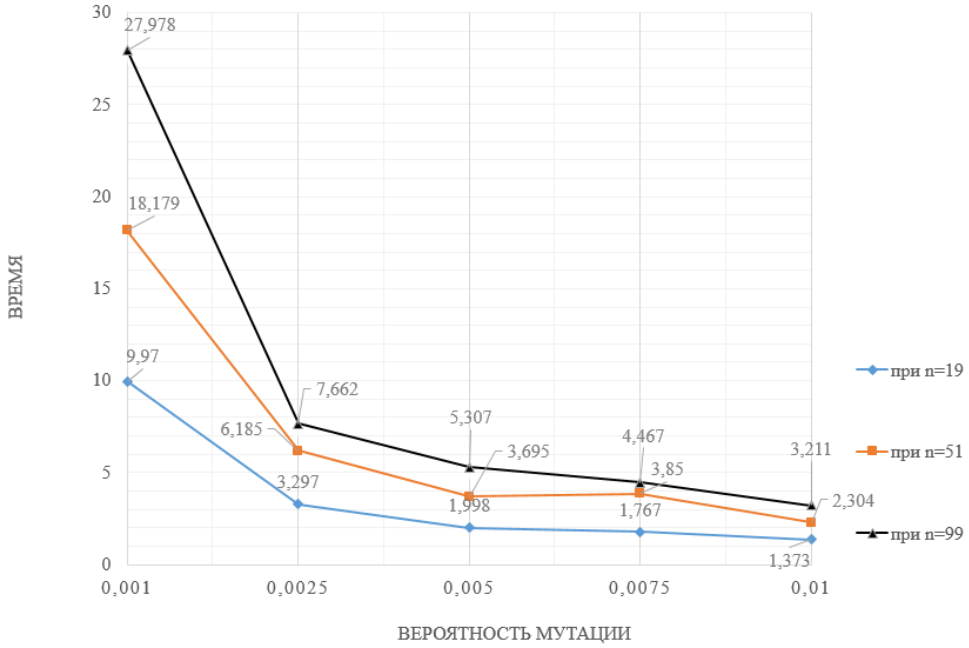


Рис. 4. Зависимость времени работы алгоритма от вероятности мутации

В результате проведенных наблюдений можно сделать вывод о том, что генетический алгоритм для решения задачи о коммивояжёре требует сравнительно небольшое количество времени, которое зависит от количества исходных данных. Также при увеличении вероятности скрещивания особей уменьшается точность вычислений, а также увеличиваются сходимость и время выполнения алгоритма. При увеличении же вероятности мутации тоже уменьшается точность вычислений, но резко уменьшаются сходимость алгоритма и время его выполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М.* Генетические алгоритмы: Учебное пособие.

- 2-е изд. - М: Физматлит, 2006.

2. *Новиков Ф.А.* Дискретная математика для программистов: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2009.

3. *Норенков, И.П.* Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / И.П. Норенков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.

SOLVING TRAVELING SALESMAN PROBLEM USING A GENETIC ALGORITHM

Izmaylova E.

katerinallein@gmail.com

Scientific adviser: I. Suzdaltsev

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The studies were carried out on the example of the solution of the “symmetric closed traveling salesman problem”. The work uses a genetic algorithm to find the shortest route. The results of the experiment are also presented, the purpose of which was to find dependencies of accuracy on the probability of chromosome crossing and the probability of their mutation.

УДК 621.391.825

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЯ ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ОТ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Исмагилов В. В.

Grr_stud@mail.ru

Научный руководитель: Р.Р. Гайнутдинов, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе разработан алгоритм анализа эмиссии электромагнитных помех от линий связи технических систем. Разработано математическое, информационное и программное обеспечение для анализа эмиссии электромагнитных помех от линий связи технических систем

С повсеместным усложнением технических систем возникает необходимость применения новых требований к обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) технических систем (ТС). Под ЭМС понимается способность ТС функционировать в конкретной электромагнитной обстановке, не создавая при этом недопустимых помех другим ТС. Невыполнение требований ЭМС может привести к достаточно серьезным последствиям в различных сферах деятельности человека и на предприятиях: привести к сбою в электронных системах управления воздушного, железнодорожного транспорта, автоматических производственных линий, систем управления промышленных объектов и объектов энергетики, медицинского оборудования. В связи с чем, выполнение требований по помехоэмиссии продолжают оставаться актуальными. Это объясняется усложнением аппаратуры, появлением новой элементной базы, и постоянным увеличением объема и требований по электромагнитной совместимости [1, 2].

Изучение эмиссии электромагнитных помех на этапах разработки ТС позволит своевременно решать проблему на начальных этапах разработки ТС, а также предъявлять допустимые уровни эмиссии для других ТС, что в свою очередь поспособствует нормальному функционированию в совокупности комплекса в целом [3, 4, 5].

Цель данной работы – является повышение качества и эффективности выполнения автоматизации исследования эмиссии электромагнитных помех от линии связи технических систем.

Эмиссия, возникающая в линии связи технических систем, не должна превышать

допустимого уровня значений, для нормального и без перебойного функционирования [5].

Необходимо рассчитать напряжённость электрического и магнитного поля при эмиссии электромагнитных помехах от линии связи в технических средствах.

Можно выделить следующие этапы решения задачи:

1. Расчет зависимости напряженности электрического поля от частоты.
2. Расчет зависимости напряженности магнитного поля от частоты.
3. Построение математических моделей для анализа.
4. Анализ зависимости напряженности электромагнитного поля от измерительного расстояния.
5. Оценка результатов анализа.

В данной работе применяется теория линий передач и теория антенных систем для исследования электромагнитного излучения технического средства. В согласованной линии передачи с электрической длиной более нескольких длин волн, характерной для высокоскоростных интерфейсов передачи данных, формируется бегущая волна тока. Излучение линии в этом случае может быть описано с использованием модели антенны бегущей волны и имеет особенности, отличающие его от излучения дипольной антенны. С другой стороны, излучение проводной антенны бегущей волны может рассматриваться как суперпозиция излучений элементарных диполей, токи в которых протекают с разной фазой.

Компоненты электромагнитное поле в точке *r*, излучаемое такой системой на частоте *f* вычисляется по формулам:

$$\dot{H}_{\varphi}(\vec{r}) = \dot{I} \cdot \frac{jkdL}{4\pi} \sum_{n=1}^{N} \frac{\sin\theta_n}{r_n} \left(1 + \frac{1}{jkr_n}\right) \cdot e^{-jk(r_n+(n-1)dL)},$$

$$\dot{E}_r(\vec{r}) = \dot{I} \cdot \frac{\eta dL}{2\pi} \sum_{n=1}^{N} \frac{\cos\theta_n}{r_n^2} \left(1 + \frac{1}{jkr_n}\right) \cdot e^{-jk(r_n+(n-1)dL)}$$

$$\dot{E}_{\theta}(\vec{r}) = \dot{I} \cdot \frac{jk\eta dL}{4\pi} \sum_{n=1}^{N} \frac{\sin\theta_n}{r_n} \left(1 + \frac{1}{jkr_n} - \frac{1}{(kr_n)^2}\right) \cdot e^{-jk(r_n+(n-1)dL)},$$

где $\dot{H}_{\varphi}(\vec{r})$ – компонента магнитного поля,

$\dot{E}_r(\vec{r})$ – компонента электрического поля,

$\dot{E}_{\theta}(\vec{r})$ - компонента электрического поля по углу θ.

Частотная характеристика ЭМИ проводника с током во всем диапазоне анализируемых частот для измеряемой компоненты электромагнитного поля в точке *r* определяется выражением:

$$H(f, \vec{r}) = \frac{\dot{C}(\vec{r})}{\dot{I}}$$

где: $\dot{C}(\vec{r}) = \{\dot{H}_{\varphi}(\vec{r}), \dot{E}_r(\vec{r}), \dot{E}_{\theta}(\vec{r})\}$ — соответствующая компонента электромагнитного поля.

На основе представленного выше математического описание разработан алгоритм расчета напряженности электрического поля при эмиссии электромагнитных помех:

Шаг 1. Ввод исходных данных.

Шаг 2. Расчет зависимости напряженности электрического поля E(f).

Шаг 3. Расчет зависимости напряженности электрического поля от измерительного расстояния E(R).

Шаг 4. Расчет зависимости напряженности магнитного поля H(f).

Шаг 5. Расчет зависимости напряженности магнитного поля от измерительного расстояния H(R).

Шаг 6. Расчет зависимости напряженности электрического поля E_θ (f).

Шаг 7. Расчет зависимости напряженности электрического поля от измерительного расстояния E_θ (R).

Шаг 8. Сравнение результатов анализа с допустимыми значениями.

Далее было разработано программное обеспечение позволяющее проводить расчет эмиссии электромагнитных помех в соответствии с выше описанным алгоритмом (Рис. 1).

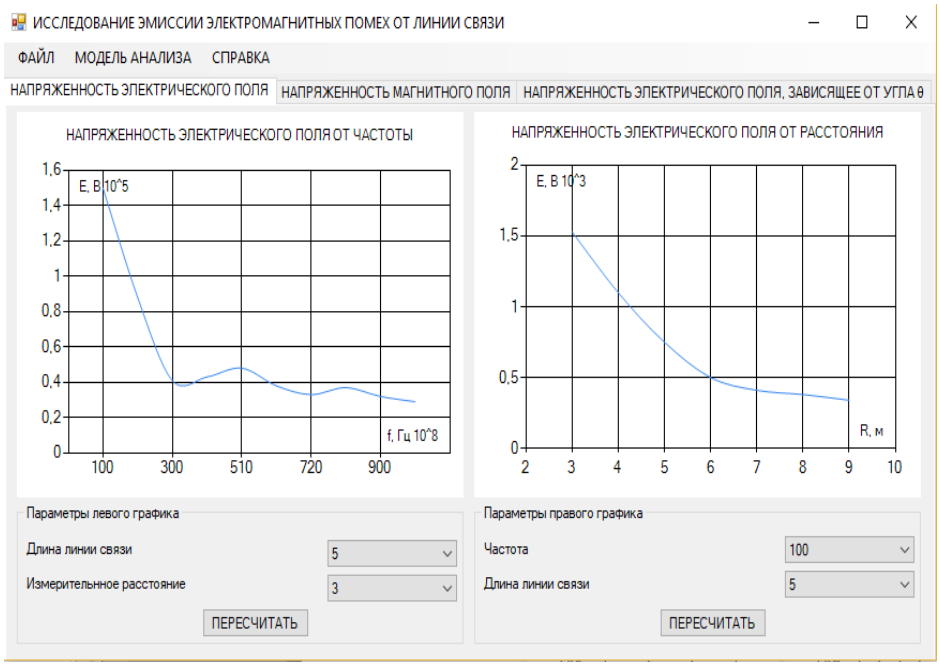


Рис. 1. Окно вывода графика напряженности электрического поля

Основными результатами, полученными в рамках выполнения работы являются:

1. Рассмотрена актуальность проблемы помехоэмиссии и важность соблюдения функциональной безопасности. Разработаны функциональные модели и модели потоков данных. Произведен обзор методов исследования эмиссии электромагнитных помех от линии связи технических систем.

2. Выполнена содержательная и математическая постановка задачи исследования эмиссии электромагнитных помех от линии связи технических систем. Описана модель антенны бегущей. Разработан алгоритм для решения задачи исследования эмиссии электромагнитных помех от линии связи технических систем по выбранной математической модели.

3. Разработано информационное обеспечение для решения задачи исследования эмиссии электромагнитных помех от линии связи технических систем. Представлена концептуальная модель базы данных, в которой построена структура сущность-связь. На основе концептуальной модели разработана логическая модель базы данных. Проведено физическое проектирование базы данных.

4. Произведена программная реализация системы для автоматизации исследования эмиссии электромагнитных помех от линии связи технических систем на языке C#. Создано графическое отображения графиков напряженности электромагнитных полей и табличный вывод результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф.* Методология обеспечения внутрисистемной электромагнитной совместимости бортового оборудования беспилотных летательных аппаратов // Изв. Вузов. Авиационная техника. 2016. № 4. С. 155–161.

2. *Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф.* Электромагнитная совместимость перспективных авиационных комплексов // Технологии электромагнитной совместимости. – 2018. – № 2 (65). – С. 62-78.

3. *R.R. Gaynutdinov, S.F. Chermoshentsev* Emission of electromagnetic disturbances from coupling paths of avionics unmanned aerial vehicles // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. P. 1-5.

4. *Горбунова А.А., Коновалюк М.А., Баев А.Б., Кузнецов Ю.В.* Модель электромагнитных излучений проводных интерфейсов передачи данных средств вычислительной техники //

Специальная техника. - 2013. - № 5. С. 26 – 36.

5. *Suzdaltsev I.V., Chermoshentsev S.F., Bogula N.Yu.* Bionic Algorithms for Multi-Criteria Design of Electronic Equipment Printed Circuit Board // Proceedings of 2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), May 24-26, 2017. St. Peterburg, 2017. P. 394-396.

AUTOMATION OF THE STUDY OF THE LEVEL OF EMISSION OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE FROM CABLE COMMUNICATION LINES OF TECHNICAL SYSTEMS

Ismagilov V.
Grr_stud@mail.ru
Supervisor: R. Gainutdinov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In work the algorithm of the analysis of emission of electromagnetic hindrances from communication lines of technical systems is developed. Developed mathematical, informational and software for analyzing the emission of electromagnetic interference from communication lines of technical systems

УДК 004.383.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА В АРХИТЕКТУРЕ ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IP-ЯДЕР

Казарин М.В.
vorpalshade@yandex.ru
Научный руководитель: С.В. Шалагин, д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается процесс проектирования устройства цифровой фильтрации сигналов в архитектуре ПЛИС с использованием встроенных средств САПР Xilinx ISE Design Suite 14.7. Приводится оценка быстродействия и ресурсозатрат кристалла ПЛИС.

Активно растущая роль информационных технологий в нынешней жизни людей объективно устанавливает значимость поиска новейших подходов, которые способны обеспечить более эффективные и рациональные, с точки зрения затрат времени и ресурсов, процессы передачи и обработки информации. Применение новых подходов к цифровой обработке информации позволяет довольно легко гарантировать высокую помехозащищенность и стабильность при передаче данных, а также хорошую разрешающую способность и скорость их обработки [2]. Использование ПЛИС при проектировании устройств для реализации таких подходов является наиболее рациональным с точки зрения анализа характеристик полученных прототипов интегральных схем [3].

В данной статье будет рассмотрено проектирование быстродействующего цифрового фильтра с конечной импульсной характеристикой – КИХ-фильтр (англ. FIR). КИХ-фильтры в своем большинстве нерекурсивны и не имеют обратной связи, что положительно сказывается на их устойчивости, а также на линейность их фазовой характеристики. Реализация такого фильтра в общем виде представлена на рисунке 1.

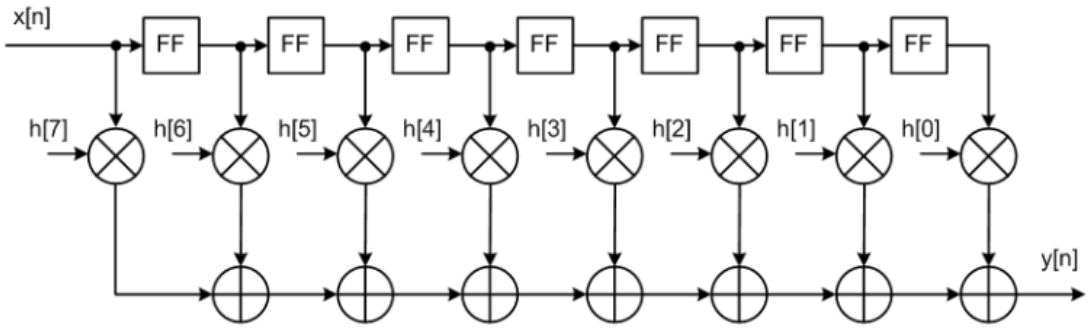


Рис. 1. Структурная схема КИХ-фильтра

Под проектированием КИХ-фильтра обычно подразумевается его расчет, т.е. подбор его коэффициентов для получения требуемой выходной частотной характеристики. На текущий момент существует большое множество способов расчета таких коэффициентов – метод взвешивания оконными функциями, методы с применением алгоритма Ремеза, методы частотный выборки и др. При этом каждый метод имеет свои достоинства и недостатки, поэтому выбор способа поиска коэффициентов зависит от поставленной задачи.

При проектировании цифровых фильтров любой инженер проходит через определенные стадии разработки:

- Спецификация фильтра. Задается тип фильтра (ФНЧ, ФВЧ, полосовой, режекторный), количество коэффициентов N, требуемая частотная характеристика, с допусками на нелинейность в полосе затухания и полосе пропускания и т. д.
- Вычисление коэффициентов. Любыми доступными способами и средствами вычисляются коэффициенты фильтра, удовлетворяющие спецификации из предыдущего пункта.
- Анализ следствий конечной разрядности. На этом этапе оценивается влияние эффектов квантования на коэффициенты фильтра, промежуточные и выходные данные.
- Реализация. На этой стадии происходит разработка фильтра на доступном языке программирования или реализация фильтра путем создания готовых IP-ядер.

Разрядность коэффициентов — главный фактор, от которого зависит вид частотной характеристики. В современных ПЛИС разрядность коэффициентов может быть выбрана любой, но разумные цифры лежат в пределах от 16 до 27 битов. Для высоких порядков фильтра часто требуется обеспечить большой динамический диапазон разрядной сетки, но, если этого не удается сделать, рано или поздно начинают проявляться ошибки квантования. Из-за ограниченной разрядности коэффициентов модифицируется частотная характеристика, а в некоторых случаях она искажается настолько сильно, что приходится жертвовать параметрами из частотной спецификации для достижения приемлемого результата. Разрядность промежуточных данных и арифметическое переполнение — факторы, от которых также зависит вид частотной характеристики и результат на выходе фильтра. Во многих ПЛИС проблема устраняется использованием аккумуляторов большой разрядности в блоках DSP. Например, в ПЛИС Xilinx 6 и 7 серии в ячейках DSP48E1 используются 48-битные аккумуляторы и умножители. Встроенные DSP блоки современных ПЛИС выполнены таким образом, чтобы максимально удобно проводить задачи ЦОС. В первую очередь — для реализации FIR фильтров. На рисунке 2 представлен стандартный блок DSP48E1, на котором реализуются КИХ фильтры. [1]

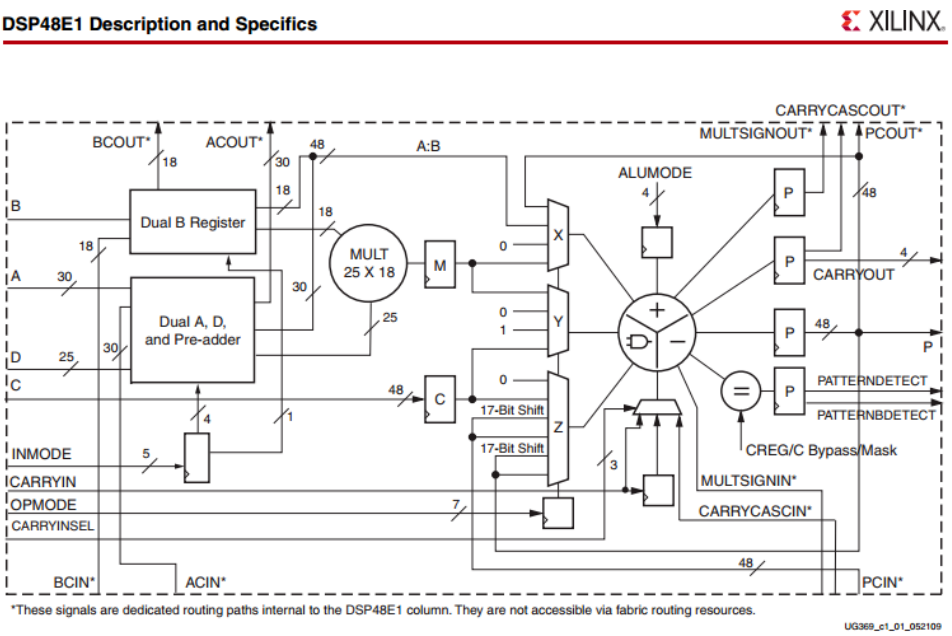


Рис. 2. Xilinx DSP48E1

Для реализации простейших фильтров требуется совсем немного логических операций. Основной узел, с помощью которого реализуется FIR фильтр — DSP блок ПЛИС. В этом блоке происходят все математические операции — перемножение входных отсчетов с коэффициентами фильтров, задержка входного сигнала, суммирование данных. Современные узлы DSP содержат предварительный сумматор, поэтому даже операции суммирования для фильтров с симметричной ИХ можно делать внутри этого узла. Помимо DSP блока, фильтру нужна память для хранения коэффициентов (распределенная или блочная). Больше фильтр ничего не использует.

Проведем расчет широкополосного фильтра первичной обработки, обладающего следующими параметрами:

- Частота дискретизации Fs: 250 МГц,
- Частота среза фильтра Fpass: 55 МГц,
- Коэффициент прямоугольности: > 0.88 (Fpass/Fstop),
- Подавление в полосе пропускания (Apass): < 0.5 дБ,
- Подавление в полосе затухания (Astop): > 50 дБ.

Реализовать шесть независимых каналов фильтрации на микросхеме Artix-7 XC7A100T-FGG484. Коэффициенты ИХ – перегружаемые, симметричные и независимые для каждого канала фильтра.

Шаг 1: Оценка ресурсов ПЛИС

Необходимо понять, сколько доступно ресурсов кристалла для реализации подобного фильтра. В DS180 можно найти, что микросхема имеет 240 DSP48E1 блоков, выстроенных в три колонки (это важно!). Из ТЗ известно, что ИХ – симметрична, а это значит, что для фильтра порядка N потребуется N/2 блоков DSP48E1. Следовательно, на выбранной микросхеме возможна реализация 2 фильтров с длиной характеристики N = 240, либо 6 фильтров с длиной N = 80. В практических целях при обработке сигналов длину ИХ выбирают кратному степени двойки. Например, N = 64, 128 или 256. Либо, N = (128 + 64), (32 + 16 + 8). В нашем случае необходимо реализовать 6 фильтров на 240 DSP блоках. С учетом симметрии для каждого фильтра возможно использовать длину N < 81 коэффициентов. Предположим, что для достижения параметров фильтра хватит N = 80 = 64 + 16 коэффициентов.

Шаг 2: Поиск коэффициентов фильтра

Запустим FDATool из MATLAB для поиска необходимых коэффициентов фильтра. Внесем в нужные поля параметры фильтра из спецификации (помним, что порядок N задается на 1 меньше, чем истинный порядок фильтра). Режим 1 – Equiripple. Для частоты среза Fpass = 55 МГц и коэффициента прямоугольности > 0.85 найдем частоту заграждения Fstop < 62.5 МГц. На рисунке 3 представлен расчет фильтра по требуемым параметрам:

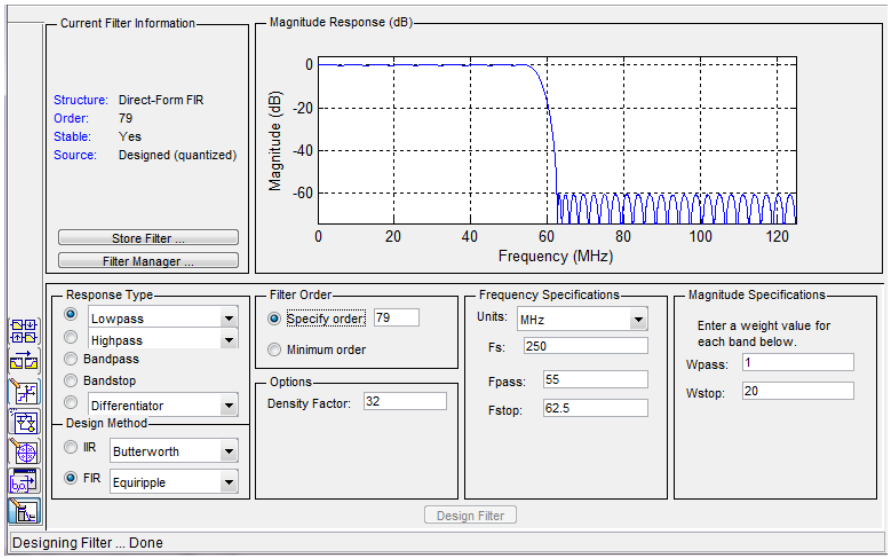


Рис. 3. Расчет коэффициентов в FDATool

Шаг 3: Реализация

Далее выгружаем рассчитанные коэффициенты в *.COE файл для дальнейшей работы и загружаем его в окне создания IP-ядра цифрового КИХ-фильтра FIR-Compiler в САПР Xilinx ISE Design Suite 14.7. Окно создания IP-ядра представлено на рисунке 4.

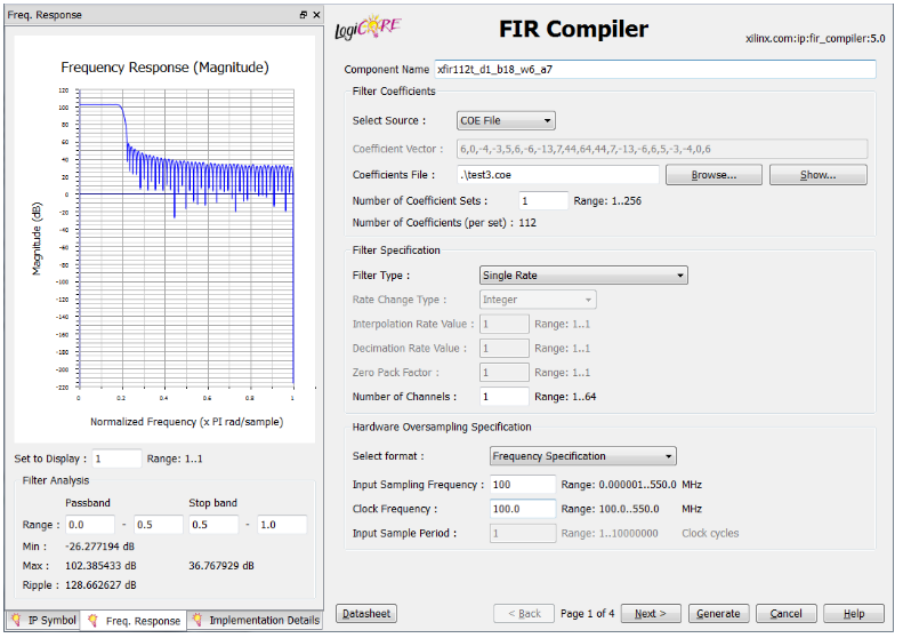


Рис. 4. Окно генерации КИХ-фильтров FIR-Compiler

Затем остается только скомпилировать проект, создать файл прошивки и проанализировать временные характеристики и ресурсозатраты. Как видно из рисунка 5, данный проект КИХ-фильтра на встроенном IP-ядре использует 7% регистровой памяти, а также 13% логических элементов, что довольно много в масштабах кристалла ПЛИС. Также

стоит отметить высокое быстродействие полученной схемы и способность работать на частотах чуть выше 200 МГц.

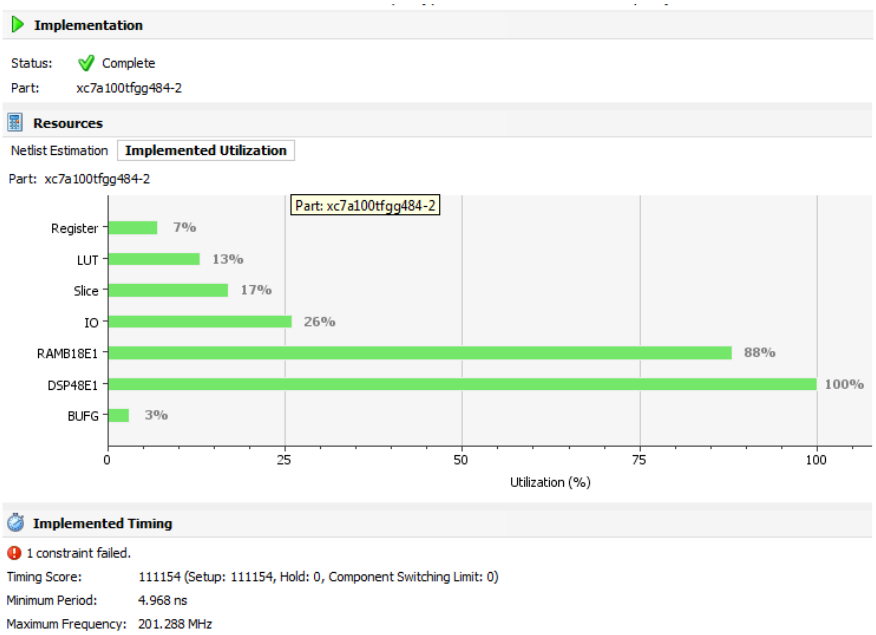


Рис. 5. Итоги проекта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Virtex-7 FPGA Family/Xilinx Inc. Cop. 2015. http://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/virtex-7.html (дата обращения: 10.03.2018).

2. *Сато Юкио*. Обработка сигналов, первое знакомство. — М.: Додэка XXI. 2008. — 175 с.

3. *Максфилд К.* Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства и методы. Курс молодого бойца М.: Додэка XXI. 2015. — 408 с.

DESIGNING DIGITAL FILTER IN ARCHITECTURE OF FPGA WITH IP-CORES

Kazarin M.

vorpalshade@yandex.ru

Supervisor: S. Shalagin, Doctor of Technical Sciences, Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The article discusses the process of designing a digital signal filtering device in the FPGA architecture using embedded Xilinx ISE Design Suite 14.7 CAD tools. An estimate of the speed and resource consumption of the FPGA crystal is given.

УДК 004.056.53

БЕЗОПАСНОСТЬ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ

Кардаков В.А.

kardvit@yandex.ru

Научный руководитель: З.М. Гизатуллин, д-р техн. наук, профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается безопасность блокчейн-технологии. Также показаны факты взлома и проникновения в систему, которая основана на блокчейн – технологии. Проанализированы возможные атаки и уязвимости блокчейна. Представлены методы решения данных проблем, связанные с безопасностью.

Люди, которые не связанны с финансовой или ИТ-индустриями, знают о Биткоинах, криптовалюте и блокчейне, так как данные термины и понятия очень бурно и часто обсуждаются на форумах, конференциях. Некоторые компании уже провели первые транзакции, основанные на блокчейн. Например, в 2017 году компании S7 Airlines и Альфа Банк запустили блокчейн-платформу для автоматизирования торговых операций с представителями на базе Ethereum, которая является приватной сетью.

Однако, с ростом использования и созданием продуктов, основанных на блокчейне, увеличилась заинтересованность злоумышленников к данной технологии. Уже были случаи хакерских атак, мошенничества, и происходили кражи виртуальных средств, например, биткоинов в виртуальных кошельках и данных в смарт – контрактах. В 2016 году администрация одного из популярных виртуальных кошельков в интернете, предупреждала о DNS-hijacking атаке на сайт. Данные DNS истинного сайта были изменены: истинный хостинг провайдер злоумышленники подменили другим хостинг-провайдером, который базировался в США. Зашедшие на сайт посетители, попадали на совершенно другие серверы, где могли подвергнуться всевозможным атакам. Данные случаи заставляют экспертов и разработчиков в области безопасности выявлять уязвимости и разрабатывать новые способы защиты информации в блокчейн-технологии.

Прежде чем перейти к проблемам безопасности блокчейн – технологии, нужно узнать, что именно представляет из себя блокчейн.

Блокчейн (англ. block chain) означает «цепочка блоков». Блокчейн - это база данных, которая представляет собой непрерывную цепь из блоков и информация о блоке (хэш, транзакция) хранится на множестве серверов и компьютеров. Блоки в цепи создаются постоянно. Каждый созданный блок содержит накопившиеся и упорядоченные записи, а также заголовок. На рис. 1 изображена структура цепи и содержимое блоков блокчейн-технологии.

Рис. 1. Изображение цепи и блоков в блокчейн – технологии

Хэширование — преобразование входных данных в битовую строку фиксированной длины. Функция, выполняющая преобразование, называется «хеш-функцией». Исходные данные называются входным ключом. Результат преобразования называется «хешем», «хеш-кодом», «хеш-суммой».

Транзакция – это любое действие, которое пользователи совершали в сети (отправка средств, регистрация, покупка и т.п.).

Уникальность блокчейн – технологии заключается в том, что когда блоки и опубликуются в публичном доступе, то внести изменения в хэш, транзакции, данные блоков цепи невозможно, так как используются криптографические функции, ссылки на предшествующий блок, электронные подписи. Также вся информация о вычислениях хранится сразу же у нескольких участников. Однако содержимое блоков (хэш, транзакция) доступно в открытом виде, но сама информация в блоке защищена через хэш-суммы.

Блокчейн считают одну из защищенных систем в данный момент, так как защищены исходные данные в блоках, невозможно внести изменения в цепь и т.п. Однако, исходя из принципа работы блокчейна, можно предугадать наиболее реалистичные и ключевые атаки на блокчейн – технологию и систем, построенных на данной технологии.

Атака 51%

Суть атаки заключается в том, что злоумышленник может создать свою цепь блоков, если контролирует более пятидесяти процентов ресурсов системы, основанной на блокчейн – технологии. Впоследствии цепь злоумышленника может обогнать истинную цепь и в результате стать основной. Также злоумышленник может легко отменить часть транзакций в блоках. Например, транзакции о переводах или покупке средств. Таким образом, транзакцию в блоках можно изменить в любое время.

В начале своего развития любая блокчейн – технология уязвима к «атаке 51%». Пока у злоумышленника находятся мощности, которые больше чем у всей, то он может подтверждать только свои блоки, минуя чужие, и, следовательно, получать все данные, средства и блокировать любые транзакции.

Однако данную уязвимость злоумышленник может использовать только в начале развития системы, сделанная по блокчейн-технологии, так как злоумышленник должен использовать огромную вычислительную мощность компьютеров, чтобы завладеть большей частью блоков.

DoS - атаки

Отправка огромного количества «ненужных» данных на узел, обрабатывающий транзакции, может усложнить работу всей цепи. Уже имеются решения данной уязвимости. К примеру, клиент Bitcoin Satoshi версии 0.7 блокирует подозрительные узлы и транзакции, не даёт продублировать транзакцию, также ведёт контроль над появлением атаки DoS.

Взлом алгоритмов хэш-функций

Для вычисления хэш – функций используются алгоритмы SHA-256 и ECDSA. Данные алгоритмы считаются надёжными при нынешних вычислительных мощностях. Но благодаря квантовым компьютерам злоумышленники в будущем смогут легко взломать данные криптографические функции.

Атака Сибиллы

У злоумышленника есть возможность распространить подконтрольными ему узлами на всю сеть, другие пользователи могут присоединиться только к блокам, созданные злоумышленником для мошенничества. Например, хакер блокирует транзакции от других пользователей, отсоединив жертву от общей сети. Дальше хакер подсоединяет жертву только к блокам, которые контролирует только злоумышленник, в другой сети. В результате будут появляться транзакции, которые будут перечислять средства дважды.

Замедление времени в системе

Этот вид атаки сход с атакой на отказ в обслуживании (Dos), только вместо «ненужных» данных используется большая вычислительная нагрузка. Например, хакеры атакуют используемую сеть, где находятся пользователи блокчейн – технологии, и благодаря созданию огромной вычислительной нагрузки замедляют время внутри сети, следовательно, это усложняет передачу и обновление данных, формирование цепей, блоков, транзакций.

Уязвимость транзакций

В блокчейн – технологии для безопасности данных используется электронная подпись. Благодаря электронной подписи можно установить отсутствие изменения информации и подтвердить принадлежность подписи владельцу. Электронная подпись – это реквизит документа, который позволяет установить отсутствие искажения информации в электронном документе с момента формирования ЭП и подтвердить принадлежность ЭП владельцу. Однако, подпись не защищает всю информацию, которая хешируется для получения хеша транзакции. Имеется возможность изменить хеш, но подпись оставить без изменений.

Исходя из вышесказанного, злоумышленники могут провести атаку при быть при выводе средств со сторонних сервисов. Первоначально, в исходной транзакции заменяется

идентификатор, деньги переводятся к получателю, но адресат сообщает, что транзакция не дошла. Исходя из этого, сервис может повторную отправку средств.

Имеется другой вариант атаки, связанный с транзакциями. Злоумышленник изменяет идентификатор транзакции блока до ее подтверждения в блокчейн – сети. При данном изменении пользователь может сделать вид, что транзакция не была осуществлена.

В данный момент, блокчейн – технология может похвастаться безопасностью данных. Но с развитием IT – индустрии должна и развиваться безопасность предшествующих и будущих технологий. Злоумышленники уже используют новейшие наработки разработчиков, например, машинное обучение и нейросети, для дезинформации жертвы, различных атак и инъекций на сайты и сервера. Уже сейчас происходят кражи криптовалют. Блокчейн – технология развивается и находит свое применение в сферах экономики, и разработчики должны развивать и способы защиты блокчейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Блокчейн: атаки, безопасность и криптография // Аналитика, обзоры, исследования из мира Информационной Безопасности | (c) Иван Пискунов. - 2017 – 1 декабря [Электронный ресурс]. URL: https://ipiskunov.blogspot.com/2017/12/blog-post_1.html (дата обращения: 26.06.2019).

2. *Мащенко П.Л., Пилипенко М.О.* Технология Блокчейн и ее практическое применение // Наука, техника, образование. 2017. - № 32. - С. 61-64.

3. High-Tech Club// Все о безопасности блокчейн. - 2018 – 29 марта [Электронный ресурс]. URL: https://www.kv.by/post/1053918-vse-o-bezopasnosti-blokcheyn (дата обращения: 27.06.19).

SECURITY OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Kardakov V.

kardvit@yandex.ru

Supervisor: Z. Gizatullin, Grand PhD in Engineering Sciences, Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article discusses the security of blockchain technology. Also showing the facts of hacking and penetration into the system, which is based on the blockchain technology. Analyzed possible attacks and vulnerabilities of blockchain. Presents methods for solving these security-related problems.

УДК 621.391.825

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКРАНА С ТРЕБУЕМЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Маланчин П.П.

gizmo51@mail.ru

Научный руководитель: Р.Р. Гайнутдинов, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе проведены исследования эффективности применения генетического алгоритма для решения задачи оптимизации параметров композитного материала. Разработано математическое, информационное и программное обеспечение для оптимизации параметров композитного материала.

Бурное развитие техники все острее ставит проблему формирования электромагнитной обстановки, представляющей собой совокупность электромагнитных полей в заданной области пространства, которая может влиять на функционирование конкретного радиоэлектронного устройства или биологического объекта. Создание благоприятной электромагнитной обстановки и обеспечение требований по электромагнитной безопасности

объекта производится экранированием электромагнитных волн.

Применение качественных экранов позволяет решать многие задачи, среди которых защита информации в помещениях и технических каналах, задачи электромагнитной совместимости оборудования и приборов при их совместном использовании, задачи защиты персонала от повышенного уровня электромагнитных полей и т.д. [1-3].

Развитие технологий производства композитных материалов, свойства которых могут изменяться в широких пределах за счёт подбора материала связующего и наполнителя, заставляет уделять особое внимание гетерогенным радиопоглощающим средам. Материалы для поглотителей электромагнитного излучения (ЭМИ) получают методами порошковой металлургии и с использованием технологии композитных материалов. Исходным сырьём служат неорганические порошки и волокна, закрепленные в связующем на основе неорганических или органических материалов [4,5]. Подобным материалам свойственны как высокая эффективность экранирования, так и большое значение коэффициента поглощения электромагнитных волн (ЭМВ). Тем не менее, их применение часто ограничено узким частотным диапазоном. Последние исследования в области разработки композитных материалов направлены на расширение частотного диапазона электромагнитных экранов и получение многофункциональных конструкций [6].

Целью данной работы является автоматизация процедуры оптимизации параметров композитного материала для создания электромагнитного экрана с требуемым коэффициентом экранирования в широком частотном диапазоне.

Задача оптимизации сводится к определению соотношения объёмных долей материалов матрицы и наполнителя для обеспечения наилучшей эффективности экранирования от электромагнитных волн при ограниченной массе композитного материала.

Исходными данными задачи являются толщина композитного материала, материал матрицы и наполнителя, их проводимость, диапазон рабочих частот.

Оптимизация будет происходить при помощи классического генетического алгоритма. Генетический алгоритм относится к группе эвристических методов, которые используются для решения проблем поиска и оптимизации. Подобные методы решения задач оптимизации в той или иной степени основаны на имитации эволюционных процессов в биологических популяциях, подчиняющихся закону естественного отбора.

Инициализация, т.е. формирование исходной популяции, заключается в выборе заданного количества хромосом (особей), со случайно заданными соотношениями материалов композита. Оценивание приспособленности хромосом в популяции состоит в расчете функции приспособленности, представленной эффективностью экранирования, для каждой хромосомы этой популяции. Селекция хромосом производится согласно принципу естественного отбора с использованием оператора колеса рулетки. На этом этапе производится выбор тех соотношений материалов композита, которые будут участвовать в создании потомков следующей популяции. В классическом генетическом алгоритме применяются два основных генетических оператора: оператор скрещивания и оператор мутации. Операция скрещивания представляет собой, так называемое точечное скрещивание. Объединение хромосом в пары на данном этапе производится случайным способом в соответствии с вероятностью скрещивания. Оператор мутации изменяет значение гена, параметра материала композита. Условием остановки алгоритма является неизменность лучшей хромосомы на протяжении нескольких итераций.

Генетический алгоритм реализован в виде программы, написанной на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2012.

В ходе экспериментальных работ проводилось исследование влияния изменений настраиваемых параметров генетического алгоритма (число особей в популяции, вероятность мутации, вероятность скрещивания) на конечное значение целевой функции. Заданы следующие исходные параметры алгоритма: размер начальной популяции 100 особей, вероятность скрещивания 0.5, вероятность мутации 0.1, материал матрицы – углерод, материал наполнителя – смола.

На основе проведённых исследований, сформулирован следующий вывод: увеличение размеров популяции, приводит к увеличению найденной эффективности экранирования. При этом наблюдается приемлемый рост времени вычисления. Влияние изменений вероятности скрещивания на полученные результаты становится более заметным с ростом размера популяции. Четкой зависимости результатов решения от изменения вероятности мутации, независимо от размеров популяции, не наблюдается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Хандогина Е.Н., Владимиров Д.Н.* Экранирование электромагнитных волн // Журнал Конфидент №6, 1999. – 5 с.

2. *Лыньков Л.М., Прищепа С.Л., Богуш В.А., Соловьев В.В.* Охрана труда и промышленная экология. Методы и средства экранирования электромагнитного излучения. Мн., 2000. 106 с.

3. Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф. Электромагнитная совместимость перспективных авиационных комплексов // Технологии электромагнитной совместимости. – 2018. – № 2 (65). – С. 62-78.

4. *Лыньков Л.М., Богуш В.А., Глыбин В.П.* и др. Гибкие конструкции экранов электромагнитного излучения. Мн., 2000. 284 с.

5. *R.R. Gaynutdinov, S.F. Chermoshentsev* Study of crosstalks in the cables of unmanned aerial vehicle // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. P. 1-4.

6. *R.R. Gaynutdinov, S.F. Chermoshentsev* Emission of electromagnetic disturbances from coupling paths of avionics unmanned aerial vehicles // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. P. 1-5.

OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF THE COMPOSITE MATERIAL TO CREATE A SHIELD WITH THE DESIRED ELECTROMAGNETIC PROPERTIES

Malanchin P.

gizmo51@mail.ru

Supervisor: R. Gainutdinov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The paper studies the effectiveness of the genetic algorithm in solving the problem of optimizing the parameters of the composite material to create an electromagnetic shield.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Маркелов А.А.

alex1111859@gmail.com

Научный руководитель: Н.Ю. Богула, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается задача построения оптимального маршрута режущего инструмента двухкоординатного станка. Для решения задачи предлагается применение генетического алгоритма.

Исследования в области энергозатрат показали, что значительная часть энергии (до 50%) на предприятиях затрачивается на работу станков. [1, 2]. Таким образом, оптимизация работы станков позволит не только сократить стоимость и время выполнения технологических операций на предприятиях, но и снизить затраты электроэнергии, что является одной из приоритетных задач реализации концепции бережливого производства.

Целью данной работы является повышение эффективности работы двух-координатного

станка путем оптимизации маршрута режущего инструмента.

Исходными данными задачи оптимизации маршрута режущего инструмента двух-координатного станка является карта раскроя листового материала, содержащая информацию о форме контуров деталей и их взаимном месторасположении. На карту раскроя добавляются точки врезки, с которых начинается обработка контуров изготавливаемых деталей. Каждая точка врезки характеризуется координатами в двумерной области карты раскроя. Точки врезки располагаются, как правило, на контуре детали (или в непосредственной близости от него) и являются местом перехода режущего инструмента из холостого режима хода в состояние рабочего хода. Так как длина контуров деталей и скорость перемещения режущего инструмента являются в задаче неизменными величинами, то основная цель оптимизации работы станка заключается в минимизации времени, затрачиваемого для обхода точек врезки (длины холостого хода режущего инструмента).

Пусть *G(V,U)* – полный взвешенный граф, в котором вершина v_0 соответствует исходной и конечной точке установки режущего инструмента, а другие вершины - точкам врезки (n-количество точек врезки). Ребра графа моделируют возможные переходы режущего инструмента между соответствующими точками врезки. Вес каждого ребра определяется расстоянием между *i*-ой и *j*-ой точками врезки.

Таким образом, задача минимизации длины холостого хода режущего инструмента сводится к решению задачи о коммивояжере и заключается в поиске кратчайшего гамильтонова цикла в графе *G(V,U)*. При решении данной задачи необходимо учитывать дополнительное условие предшествования: каждый внешний контур детали может быть обработан тогда и только тогда, когда обработаны все его внутренние контуры [3, 4].

Для решения поставленной задачи в данной работе предлагается использование генетического алгоритма [5, 6, 7]. Эффективность данного алгоритма была неоднократно подтверждена при решении различных практических оптимизационных задач, в том числе и для задачи коммивояжера.

Потенциальное решение задачи представляется в генетическом алгоритме в виде генотипа хромосомы особи. При решении задачи поиска кратчайшего пути режущего инструмента, длина хромосомы (количество генов) равняется количеству точек врезки (количеству вершин графа, *n*). Каждый ген хромосомы принимает целочисленное десятичное значение в диапазоне от 1 до *n*. При этом значения генов одной хромосомы не могут повторяться. Последовательность значений генов хромосомы определяет порядок обхода точек врезки режущим инструментом.

Основными процедурами генетического алгоритма являются:

1. Формирование начальной популяции особей (множества потенциальных решений задачи).
2. Скрещивание и мутация особей (получение новых потенциальных решений).
3. Вычисление значений фитнесс-функции (оценка полученных решений).
4. Селекция особей (отсеивание неэффективных решений).
5. Проверка условия завершения алгоритма.

В рамках процедуры формирования начальной популяции особей, образуется множество потенциальных решений задачи. Каждое решение представляет собой случайную перестановку из *n* различных чисел в диапазоне от 1 до *n*. Количество особей в популяции является управляемым параметром алгоритма. Скрещиванием называют процедуру формирования новых особей (новых потенциальных решений) на основе смешивания генотипов пары родительских особей текущей популяции. Мутация представляет собой процедуру формирования новых особей путем случайного изменения генотипов особей текущей популяции. Каждая особь текущей популяции оценивается значением фитнесс-функции, вычисляемой на основе целевой функции задачи. В рассматриваемом алгоритме, значением фитнесс-функции является суммарная длина холостого хода режущего инструмента (длина гамильтонова цикла в графе). Процедура селекции заключается в выборе из текущей популяции особей (родительских особей, особей-потомков и особей-мутантов)

наилучших решений для создания популяции нового поколения особей. Выполнение процедур 2-5 алгоритма повторяется до тех пор, пока значение фитнес-функции лучшей особи популяции не будет изменяться на протяжении определенного числа поколений эволюции.

Программная реализация генетического алгоритма была выполнена на языке Java, с использованием комплекта JDK 8+, а также фреймворков Spring Boot и JavaFX. Работа с базой данных реализована с помощью Spring Data JPA. Экранная форма главного окна программы представлена на рис. 1.

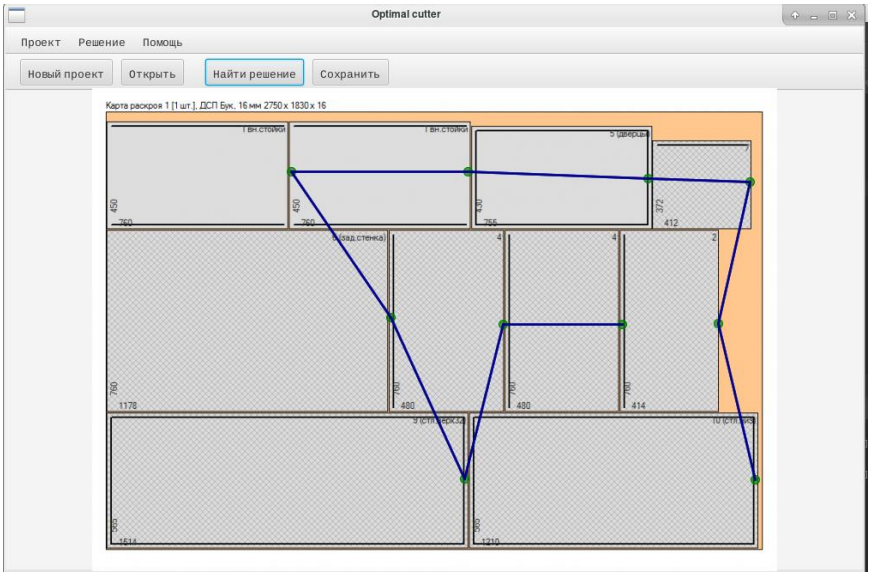


Рис. 1. Экранная форма главного окна программы

Таким образом, основными результатами данной работы являются: сформулирована постановка задачи поиска кратчайшего пути режущего инструмента; разработан генетический алгоритм решения задачи; разработана программа, реализующая генетический алгоритм решения задачи поиска кратчайшего пути режущего инструмента.

На дальнейших этапах работы, планируется реализация следующих функциональных возможностей программы оптимизации маршрута режущего инструмента:

1) Интеграция программы с системами автоматизированного проектирования AutoCAD, Autodesk Simulation, Simemens NX.

2) Импорт входных данных из файлов, представленных в форматах DWG и DXF.

3) Автоматизация написания управляющих программ для станков с ЧПУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. О промышленном производстве в 2018 году [Электронный ресурс] / Федерал. служба гос. статистики. М.: 1999-2019. URL: http://www.gks.ru/bgd/free/B04_03 /IssWWW.exe/ Stg/d04/7.htm (дата обращения: 29.06.2019).

2. Energy consumption model and energy efficiency of machine tools: a comprehensive literature review / Lirong Zhou, Jianfeng Li, Fangyi Li, Qiang Meng, Jing Li, Xingshuo Xu // Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 112, part 5. P. 3721-3734.

3. *Верхотуров М. А., Тарасенко П. Ю.* Математическое обеспечение задачи оптимизации пути режущего инструмента при плоском фигурном раскрое на основе цепной резки // Вестник УГАТУ. 2008. Т. 10, № 2. С. 123-130.

4. Minimising the machining energy consumption of a machine tool by sequencing the features of a part / Luoke Hu, Chen Peng, Steve Evans, Tao Peng, Ying Liu, Renzhong Tang, Ashutosh Tiwari // Energy. 2017. Vol. 121. P. 292 – 305.

5. *Суздальцев И.В., Чермошенцев С.Ф.* Бионические алгоритмы многокритериального синтеза печатных плат электронных средств // Системы проектирования, технологической

подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM - 2016): труды XVI-ой Международной молодёжной конференции. М., 2016. С. 252-256.

6. *Суздальцев И.В., Чермошенцев С.Ф., Богула Н.Ю.* Бионические алгоритмы многокритериального проектирования печатных плат электронных средств // XX Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM'2017) : сб. докл. СПб, 2017. Т. 1. С. 527-530.

7. *Суздальцев И.В., Чермошенцев С.Ф., Богула Н.Ю.* Эволюционные алгоритмы проектирования печатных плат цифровых электронных средств // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM'2015): сб. докл. СПб., 2015. Т. 1. С. 383-387.

GENETIC ALGORITHM TO BULDING ROUTE OF CUTTING TOOLPAPER TITLE

Markelov A.

alex1111859@gmail.com

Supervisor: N. Bogula, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this work the task to bulding optimal route for cutting tool of two-coordinate machine are consider. Genetic algorithm is proposed to solve the placement problem.

УДК 681.51: 681.518.3

РАЗРАБОТКА ТРЁХМЕРНЫХ СЦЕН ЦЕХОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В СРЕДЕ ПЛАТФОРМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Михайлов А. Б.

abmikhailov@itmo.ru

Научный руководитель: С. Д. Третьяков, канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург)

Рассматриваются вопросы применения технологии трёхмерного представления производственных площадок и цехов для повышения эффективности работы имеющихся станков и оборудования. Предложена методика формирования трёхмерных сцен в среде платформы промышленного интернета вещей Winnum. В рамках описанной методики перечислены основные этапы интеграции платформы Winnum в информационную среду предприятия.

В рамках цифровизации производственных предприятий особо выделяют технологию трёхмерного моделирования изделий и процессов их производства. Очевидно, что с развитием технологии промышленного интернета вещей стало возможным дополнять модели цехов и отдельного производственного оборудования актуальной информацией, собираемой в режиме реального времени. [1]

Трёхмерная визуализация цеха выводит аналитику производства на совершенно новый уровень представления данных, поскольку добавленные трёхмерные модели заводских площадок качественно меняют восприятие и время анализа информации специалистами. Преимущества трёхмерного представления очевидны: высокая степень наглядности, информативности, а также простота в понимании вне зависимости от компетенции специалиста. [2]

В работе представлена методика создания трёхмерных сцен цехов в среде платформы промышленного интернета вещей. Глобальной целью нашего исследования в контексте текущего проекта является разработка и исследование системы мониторинга производственных процессов с применением технологии промышленного интернета вещей.

Для достижения поставленной цели на текущем этапе была решена следующая задача: подготовлена методика проектирования трёхмерных планировок цехов и оборудования.

Платформа Winnum (разработка отечественной компании «Сигнум») является основной для текущего исследования. Трёхмерные сцены, о которых идёт речь — это компьютерное трёхмерное представление конкретного физического объекта, группы станков, механического или технологического процесса. В нашей работе мы используем как упрощенные, так и в достаточной степени детализированные сцены, что позволяет отражать широкий спектр характеристик, как самого изделия, так и технологических и производственных процессов.

Очевидно, что трёхмерные планировки представляют особую ценность, когда они наиболее точно отображают реальное состояние своего физического прообраза. В реальной жизни, как правило, процессы протекают всегда несколько иначе, чем заложено в документации, но именно трёхмерная визуализация передаёт информацию о реальной эксплуатации станков. [3]

В рамках предложенной методики приведем кратко основные этапы интеграции платформы Winnum в информационную среду предприятия, и задачи, которые решаются на каждом этапе:

1) Установка СУБД Cassandra на сервер. Нереляционная СУБД Cassandra осуществляет сбор и хранение всей получаемой информации;
2) Установка Winnum Cloud на сервер. Приложение позволяет управлять данными, хранящимися в СУБД Cassandra;
3) Установка Winnum Platform на сервер. На данном этапе формируется модель данных, осуществляется взаимодействие с пользователями и с хранилищем данных;
4) Установка Winnum Connector. Развёрнутое приложение является коннектором и реализует взаимодействие с устройствами и внешними приложениями;
5) Этап подключения и передачи сигналов от станков непосредственно находящихся в цеху в Winnum Connector для дальнейшей конвертации и передачи на хранение в БД;
6) Этап разработки интерфейсов управления и визуализации Winnum Platform для сотрудников, которые будут непосредственно пользоваться системой. Интерфейсы представлены в различных исполнениях согласно потребностям специалистов в получаемой информации и уровню допуска специалистов к этой информации. WEB-ориентированная платформа оснащена стандартным набором функций анализа данных и отчётов о работе;
7) Разработка и внедрение 3D сцен – трёхмерных моделей цехов со станками и оборудованием. Вся текущая информация о состоянии станков и оборудования будет отображаться в реальном времени на трёхмерных моделях, повышая наглядность и информативность проходящих процессов.

Создание трёхмерной планировки происходит путем моделирования поведения объектов на трёхмерной сцене. Добавление или создание объектов на трехмерной сцене мы реализуем следующими способами:

1) Создание простых геометрических примитивов;
2) Создание геометрических объектов путем программирования;
3) Загрузка геометрии в нейтральном формате (STL, VRML, OBJ, Blender, Collada и json) из стороннего CAD.

Как правило, модели станков приходится создавать самостоятельно, ввиду отсутствия на данный момент какой-либо наработанной упорядоченной библиотеки для Winnum. Пример на рисунке 1 выполнен автором текущей работы в среде CAD NX 10 от Siemens и импортирован в платформу способом №3 выше.

Рис. 1. Willemin Macodel 508MT (слева) и его трёхмерная модель на сцене (справа)

На следующем шаге, согласно методике, мы должны получить данные со станков, передаваемые в сигналах, и соответственно, организовать связь трёхмерной модели с подключенным к нему оборудованием. Результатом установленной связи является монитор отчётов по группам оборудования за период времени как на рисунке 2.

Рис. 2. Станки, сгруппированные согласно принадлежности к участку, в который они входят

Создание, расстановку и изменение объектов на трехмерной сцене мы выполняем посредством разработки программ на javascript. Программы можно создавать для любого из имеющихся объектов трёхмерной сцены, и их количество не ограничено.

В дополнение следует отметить, что в любом месте кода действий нам доступны как глобальные переменные (appid, renderer, scene и т.д.), так и глобальные функции (init, start, stop, update).

В результате исполнения указанных выше этапов методики, и совместив разработанные модели станков со сценариями для них на javascript, получаем возможность цветовой индикации на сцене.

Применяемая нами цветовая индикация передаёт визуальный образ об актуальном на данный момент времени состоянии станка в цеху. Она реализует зависимость функций, отвечающих за определённые параметры станка к определённому цвету, привязанному к трёхмерной модели на сцене. Как, например, зелёный цвет предполагает работу под

нагрузкой, жёлтый – состояние «включен», красный – аварийная остановка (рис. 3).

Рис. 3. Цветовая индикация трёхмерных сцен

Данная работа проведена в Лаборатории технологии цифрового производства (университет ИТМО). На основе предложенной методики были разработаны сцены трёх цехов механообработки со станками с ЧПУ для двух приборостроительных предприятий в г. Санкт-Петербург и г. Красногорск.

Основываясь на полученных результатах, сформулируем основной вывод: методика создания трёхмерных сцен на основе платформы Winnum применима на практике и, при условии интеграции в информационную среду предприятия, способна стать очередным шагом к комплексной цифровизации производства с целью создания умного цифрового производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Аюпова Р., Пелипенко А.* Современное состояние и тенденции развития отечественной инструментальной промышленности // САПР и графика – 2013 – №12 – С.30-32.

2. *Росляков А.В.* Интернет вещей / Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200с.

3. *Кулагин М., Волков И.* Промышленный интернет на практике: удаленная диагностика станков с ЧПУ с помощью технологии Winnum // Приложение к журналу Control Engineering. – 2016 – октябрь – С.74-77.

DEVELOPMENT OF THREE-DIMENSIONAL SCENES IN THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS PLATFORM

Mikhailov A.

abmikhailov@itmo.ru

Supervisor: S. Tretyakov, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor

(Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg)

It was considered the issues of applying three-dimensional workshops and equipment models purposely for improving machine tools and equipment efficiency. Also was proposed a method of forming three-dimensional scenes in the industrial Internet of things Winnum platform. Finally, it was indicated the main stages of Winnum platform integration into the enterprise information system in the framework of the described methodology.

УДК 621.391.825

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ЛИНИЯХ СВЯЗИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МОЩНЫХ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Мухаметзянов Р. И.
ramazan-muhametzyanov@mail.ru
Научный руководитель: Р.Р. Гайнутдинов, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе проведен анализ электромагнитных помех в линиях связи технических систем при воздействии мощных источников радиоизлучения. Проведена разработка математического обеспечения для решения данной задачи. Разработано программное обеспечение для автоматизации расчета электромагнитных помех в линиях связи технических систем.

В настоящее время, при разработке беспилотных летательных аппаратов (БЛА), особенно остро возникает проблема обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) бортовых электронных систем (ЭС). Электронная система является наиболее уязвимой к воздействию различных внешних электромагнитных помех (ЭМП). При этом, именно от надежности бортовых ЭС, при воздействии ЭМП, зависит функциональная безопасность БЛА. Несмотря на наличие большого числа научных работ [1,2,3,4], посвященных проблеме обеспечения ЭМС БЛА, данная тематика остается актуальной и представляет огромный интерес для дальнейших исследований.

В данной работе, в качестве источника ЭМП рассматриваются радиоэлектронные средства (РЭС). Известно, что РЭС могут являться как источниками преднамеренных ЭМП, так и создавать их в результате своего функционирования (непреднамеренные ЭМП). Целью данной работы является разработка программного модуля для автоматизации расчета ЭМП на линиях связи БЛА.

Для анализа электромагнитного воздействия и расчета уровня помех на концах линии связи, использовалась математическая модель, представленная в работах [5, 6, 7]. Использование данной модели позволяет оценить возможность функционирования ЭС при воздействии внешней плоской электромагнитной волны. В качестве приемника ЭМП, рассматриваются два блока бортовой ЭС, соединенные параллельными проводниками линии связи. Блоки бортовой ЭС моделируются нагрузочными сопротивлениями R_{ne}, и R_{fe}, установленными на ближнем и дальнем концах линий связи (рис. 1).

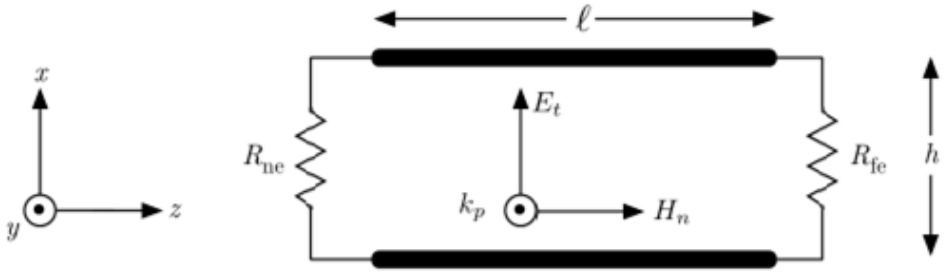


Рис. 1. Модель двухпроводной линии передачи, с установленными нагрузками на концах линии связи (E_t,– напряженность электрического поля, В/м; H_n – напряженность магнитного поля, А/м; R_{ne} и R_{fe} – резистивные сопротивления на ближнем и дальнем концах линии связи, Ом; k_p - компонента волнового вектора возбуждения, В/м; l – длина линии связи, м; h – расстояние между проводниками, м)

Для расчета уровня помехи на концах линиях связи, необходимо определить закон изменения электромагнитного поля в зависимости от времени. Напряженность электрического поля $E(t)$ в каждый момент времени t может быть рассчитана по формуле:

$$E_t(t) = A\sin(\omega t)\text{, В/м}$$

где ω – круговая частота электромагнитного воздействия (рад/с) , A- амплитуда напряженности электрического поля (В/м).

Напряженность магнитного поля $H(t)$ в каждый момент времени t определяется по формуле:

$$H_n(t) = \frac{|E_t(t)|}{n_0}\text{, А/м,}$$

где n_0- волновое сопротивление среды распространения электромагнитной волны (Ом).

Для согласованной линии связи справедливо равенство: $R_{ne}=R_{fe}=Z_c$, где Z_c – волновое сопротивление линии связи(Ом). Исходя из этого, напряжение V_{ne} на ближнем конце линии связи рассчитывается по формуле:

$$V_{ne} = \frac{1}{2} j\omega(-Z_c C E_t(0) - \mu_0 H_n(0))h\int_0^l e^{-jk_p z} e^{-j\beta z} dz\text{, В,}$$

где C – взаимная емкость проводников (Ф), μ_0 – магнитная постоянная (Гн/м), β – фазовая постоянная.

Аналогичным образом рассчитывается напряжение V_{ne} на дальнем конце линии связи:

$$V_{ne} = \frac{1}{2} j\omega(-Z_c C E_t(0) + \mu_0 H_n(0))h\int_0^l e^{-jk_p z} e^{j\beta z} dz\, e^{-j\beta l}\text{, В.}$$

На основе рассмотренной математической модели, было разработано программное обеспечение, с использованием средств языка программирования MS C#, в среде программирования MS Visual Studio.

На рис. 2 представлены результаты расчета уровня помехи и напряженности электрического поля, полученные в разработанной программе.

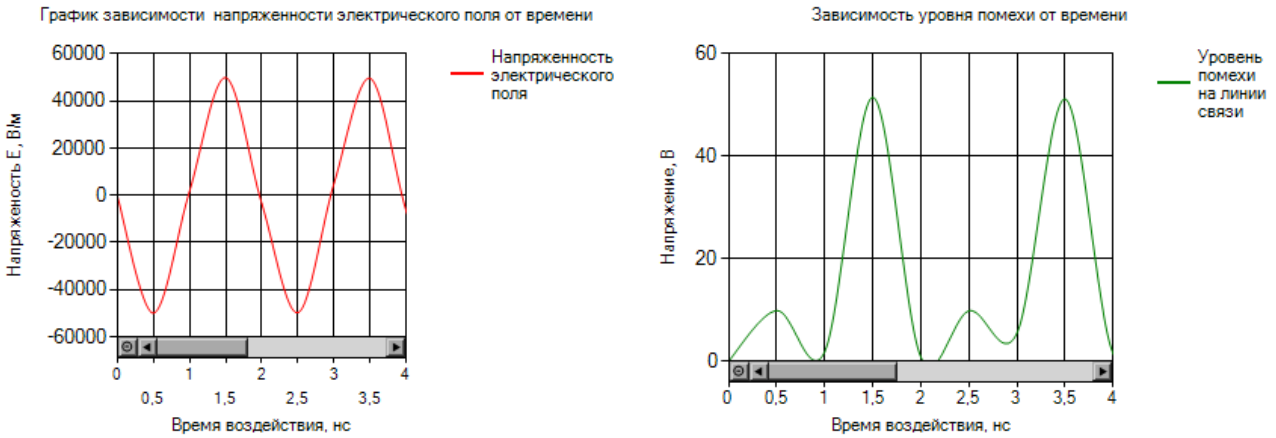


Рис. 2. Графики зависимости напряженности электрического поля и уровня ЭМП от времени

Таким образом, основными результатами данной работы являются:

1. Предложена математическая модель для расчета напряженности электрического и магнитного поля и уровня помехи на концах линии связи.

2. Разработано программное обеспечение для автоматизации расчета ЭМП в линиях связи БЛА.

3. Выполнен расчет напряженности электрического поля и уровня ЭМП в линиях связи БЛА, с использованием разработанной программы.

Полученные результаты могут быть использованы при размещении бортового

оборудования и трассировке кабельных линий связи во внутрифюзеляжном пространстве БЛА, с учетом критерия электромагнитной совместимости [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ефанов В. И., Тихомиров А. А.* Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. 168 с.

2. *Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф.* Электромагнитная совместимость перспективных авиационных комплексов // Технологии электромагнитной совместимости. 2018. № 2 (65). С. 62-78.

3. *Гайнутдинов Р.Р.* Прогнозирование электромагнитной обстановки в зданиях при преднамеренном воздействии сверхширокополосного электромагнитного импульса // Технологии электромагнитной совместимости. 2010. № 3. С. 53-64.

4. *Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф.* Прогнозирование электромагнитных помех в межблочных линиях связи летательного аппарата при микросекундных импульсных электромагнитных взаимодействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 2. С. 203-208.

5. *Кравченко В.И., Болотов Е.А., Латунова Н.И.* Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. М.: Радио и связь, 1987. 256 с.

6. *R.R. Gaynutdinov, S.F. Chermoshentsev.* Study of crosstalks in the cables of unmanned aerial vehicle [Electronic resource] // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. Astana, 2017. Astana, 2017. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/7998540 (дата обращения 05.07.2019).

7. *Gaynutdinov R.R., Chermoshentsev S.F.* Emission of electromagnetic disturbances from coupling paths of avionics unmanned aerial vehicles // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. Astana, 2017. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/7998580 (дата обращения 05.07.2019).

8. *Suzdaltsev I.V., Chermoshentsev S.F., Bogula N.Yu.* Genetic Algorithm for Onboard Equipment Placement Inside the Unmanned Aerial Vehicle Fuselag//Proceedings of 2016 XIX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), May 25-27, 2016. St. Peterburg, 2016. P. 262-264.

AUTOMATION OF ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE IN COMMUNICATION LINES OF TECHNICAL SYSTEMS UNDER EXPOSURE TO POWERFUL SOURCES OF RADIO EMISSION

Mukhametzyanov R.

ramazan-muhametzyanov@mail.ru

Supervisor: R. Gaynutdinov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The paper analyzes electromagnetic interference in the communication lines of technical systems when exposed to powerful sources of radio emission. A mathematical model was chosen to solve this problem. Developed software to automate the calculation of electromagnetic interference in the lines of communication of technical systems.

УДК 621.391.825

ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ МЕТАЭЛЕМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКРАНА ИЗ МЕТАМАТЕРИАЛА С ТРЕБУЕМЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Мухутдинов И. Л.
ilnarm.work@gmail.com
Научный руководитель: Р.Р. Гайнутдинов, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе сформулирована математическая постановка задачи оптимизации метаэлемента, реализован пчелиный алгоритм оптимизации и разработано программное обеспечение оптимизации параметров метаэлемента для создания экрана с наилучшим коэффициентом экранирования от электромагнитных полей. Разработанного программное обеспечение, которое автоматизирует процесс оптимизации с различными параметрами пчелиного алгоритма, а также с различным материалом метаэлемента для исследования их влияния на результат.

Электромагнитная совместимость (ЭМС) основной показатель электронных средств, определяющий их возможность работать с требуемым качеством в текущей электромагнитной обстановке, не создавая недопустимых помех другим электронным средствам. Основным методом обеспечения ЭМС, позволяющим создать требуемую электромагнитную обстановку в замкнутом пространстве, является экранирование [1-4]. Для создания экрана с требуемыми параметрами отражения, поглощения и пропускания рассматривается метаматериал - композиционный материал, электромагнитные свойства которого обусловлены искусственно созданной периодической структурой из элементов (метаэлементов), обладающих произвольными размерами и формой. В грубом приближении такие элементы можно рассматривать как вкрапления, искусственно внесенные в исходный материал. Искусственная периодическая структура изменяет диэлектрическую и магнитную проницаемости исходного материала [5-7].

Целью данной работы является автоматизация процедуры оптимизации метаэлемента для создания метаматериала с требуемым коэффициентом экранирования от электромагнитных волн. Задача оптимизации сводится к определению значений параметров метаэлемента на диэлектрической подложке для обеспечения наилучшей эффективности экранирования от электромагнитных волн при ограниченной массе метаэлемента.

Исходными данными задачи являются плотность метаэлемента, плотность диэлектрической подложки, диапазон частот, в которых распространяются электромагнитные волны. Метаэлементом выступит двойной кольцевой резонатор с разомкнутыми участками (рис. 1). Габаритные размеры метаэлемента являются объектом оптимизации.

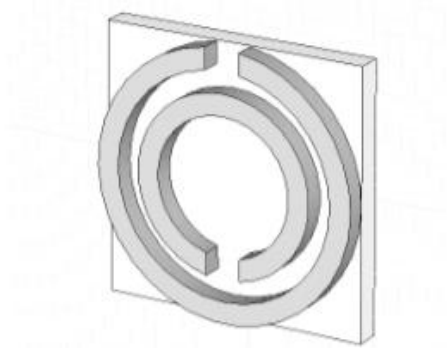


Рис. 1. Двойной кольцевой резонатор на диэлектрической подложке

Поскольку неизвестен вид зависимости эффективности экранирования от параметров метаматериала, то целевая функция примет общий вид (1)

$$|S| = F(R_{out}, R_{in}, t, h, \rho, oa, a_d, b_d, h_d, \rho_d) \rightarrow max,$$

где S – эффективность отражения метаматериала, R_{out} – радиус внешнего кольца, R_{in}-радиус внутреннего кольца, t – толщина стенок метаэлемента, h - высота метаэлемента, oa – длина разомкнутых участков в метаэлементе, ρ – плотность материала метаэлемента, a_d, b_d, h_d-длина, ширина и высота диэлектрической подложки соответственно, ρ_d – плотность диэлектрической подложки.

Оптимизация будет происходить при помощи классического пчелиного алгоритма. Его идея заключается в моделировании поведения медоносных пчёл при поиске источников нектара. Источник нектара, в соответствии с задачей, представляется в виде потенциального решения оптимизационной задачи. Уточним некоторые процедуры алгоритма [8-9].

Генерация участков происходит путем создания моделей метаэлемента со случайными габаритными размерами. Отправка пчел-разведчиков – моделирование воздействия электромагнитной волны на метаэлемент. Результаты моделирования у пчел сравниваются между собой для получения лучших и перспективных участков. Данное распределение влияет на отправку пчёл-фуражиров: к лучшим участкам отправится большее количество пчёл, чем к перспективным. Условием завершения работы алгоритма является неизменность лучшей особи на протяжении нескольких итераций.

Расчет эффективности экранирования выполнялся в среде CST Studio Suite 2017. Пчелиный алгоритм оптимизации реализован в виде программы, написанной на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2017. Связь между программами реализована при помощи COM объектов.

В рамках экспериментальных работ проводилось исследование влияния изменений настраиваемых параметров пчелиного алгоритма (количество пчёл-разведчиков и пчёл-фуражиров в рое) на результирующее значение целевой функции.

Пример результата оптимизации представлен на рис. 2, график зависимости эффективности отражения от частоты представлен на рис 3.

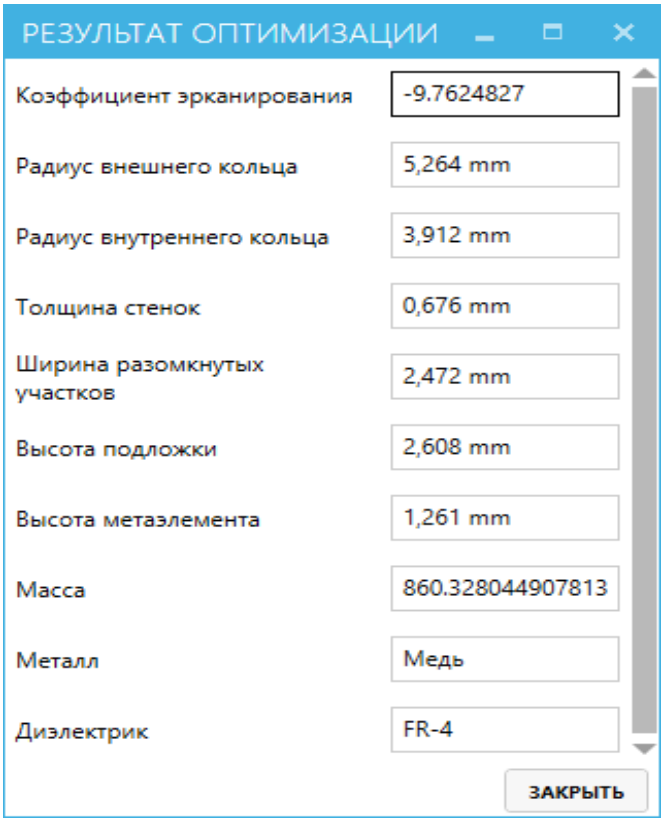


Рис. 2. Результат оптимизации в виде параметров метаэлемента

На основе исследований, проведённых при ряде запусков разработанной программы с пчелиным алгоритмом, сделан вывод: уменьшении количества пчёл-фуражиров в рое приводит к уменьшению найденной эффективности экранирования (при неизменности размера роя), то есть ухудшается качество получаемого решения. Если снизить количество пчёл-фуражиров в рое с 10 до 5, то результат ухудшиться на 25-30%. Малое количество пчел в рое обусловлено длительностью моделирования воздействия электромагнитной волны на метаэлемент. На моделирование одного метаэлемента уходит около 3-4 минут.

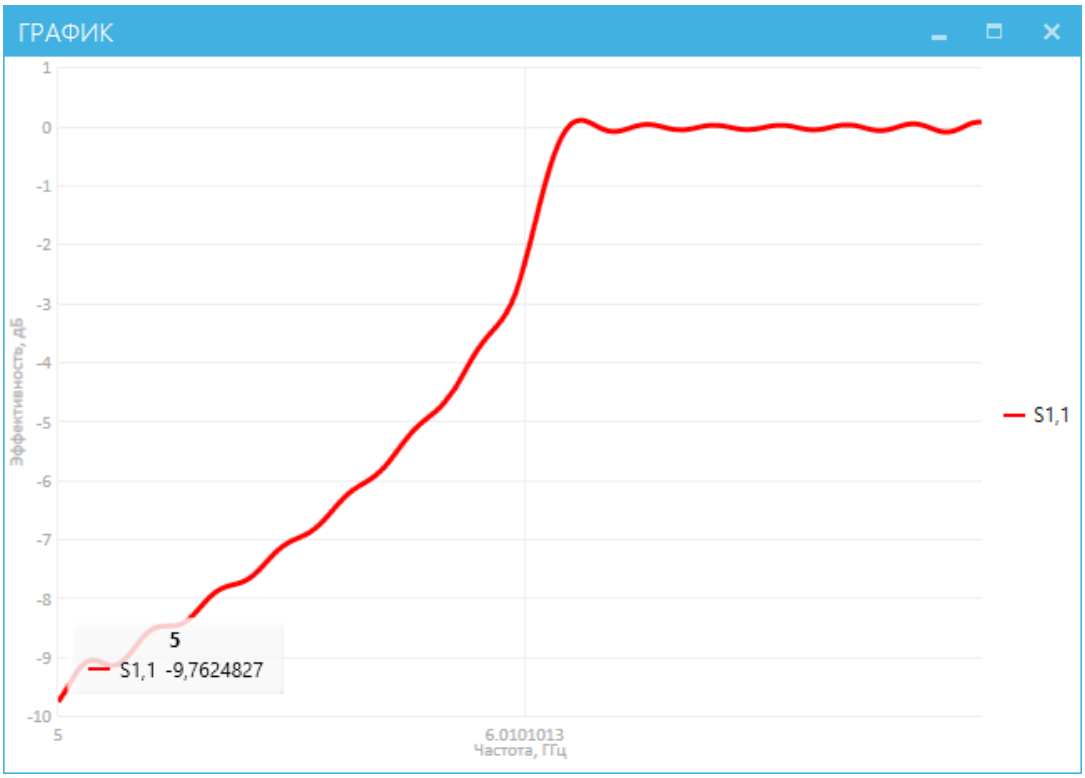


Рис. 3. График зависимости эффективности отражения от частоты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ефанов В. И., Тихомиров А. А.* Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. 168 с.

2. *Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф.* Электромагнитная совместимость перспективных авиационных комплексов // Технологии электромагнитной совместимости. – 2018. – № 2 (65). – С. 62-78.

3. *Гайнутдинов Р.Р.* Прогнозирование электромагнитной обстановки в зданиях при преднамеренном воздействии сверхширокополосного электромагнитного импульса // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – № 3. – С. 53-64.

4. *Gaynutdinov R.R., Chermoshentsev S.F.* Study of crosstalks in the cables of unmanned aerial vehicle // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. P. 1-4.

5. *Вендик И.Б., Вендик О.Г.* Метаматериалы и их применение в технике сверхвысоких частот (Обзор) // Журнал технической физики. 2013. том 83, вып. 1. с. 3.

6. *R.R. Gaynutdinov, S.F. Chermoshentsev* Study of crosstalks in the cables of unmanned aerial vehicle // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. P. 1-4.

7. *R.R. Gaynutdinov, S.F. Chermoshentsev* Emission of electromagnetic disturbances from coupling paths of avionics unmanned aerial vehicles // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. P. 1-5.

8. *Suzdaltsev I.V., Chermoshentsev S.F., Bogula N.Yu.* Bionic Algorithms for Multi-Criteria Design of Electronic Equipment Printed Circuit Board // Proceedings of 2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), May 24-26, 2017. St. Peterburg, 2017. P. 394-396.

OPTIMIZATION OF PROPERTIES OF METAL ELEMENT FOR CREATING A SCREEN FROM METAMATERIAL WITH REQUIRED ELECTROMAGNETIC PROPERTIES

Mukhutdinov I.
ilnarm.work@gmail.com
Supervisor: R. Gaynutdinov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, we formulated a mathematical formulation of the optimization problem for a metaelement, implemented a bee optimization algorithm, and developed software for optimizing the parameters of a metaelement to create a screen with the best shielding factor from electromagnetic fields. The developed software that automates the optimization process with various parameters of the bee algorithm, as well as with various material of the metaelement to study their influence on the result.

УДК 621.833.1

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ СО СВЯЗАННЫМИ КОЛЕСАМИ

Нгуен З.Т.
duythe1290@gmail.com
Научный руководитель: В.А. Крюков, д-р техн. наук, профессор
(*Тульский государственный университет, г. Тула*)

В работе представлена новая система автоматизированного проектирования зубчатой передачи со связанными колесами при варьируемых коэффициентах радиальных зазоров. Методика, разработанная по этой системе расчета позволяет расширить области существования решения задачи геометрического синтеза.

1. Новая система расчета

Геометрический синтез является первым этапом проектирования любой зубчатой передачи. Для геометрического синтеза цилиндрических зубчатых передач был предложен метод блокирующего контура [1, 2]. Это наиболее распространенный способ при проектировании зубчатых передач, позволяющий целенаправленно выбирать коэффициенты смещения колес. Недостатком такого метода при проектировании зубчатых передач является невозможность построения блокирующих контуров для всех возможных комбинаций чисел зубьев и параметров инструмента, а также ограниченные возможности синтеза ряда передач, например, передач внутреннего зацепления при малой разнице чисел зубьев зубчатых колес.

Областью существования зубчатой передачи по блокирующим контурам называется диапазон значений коэффициентов смещения колес, в котором может существовать зубчатое колесо и зубчатая пара. На форму и размеры поля блокирующего контура существенное влияние оказывают вид зацепления, числа зубьев, выбор системы расчета, способа нарезания и т.д. При геометрическом синтезе идея расширения поля блокирующего контура была указана в работе [3] по различным способам, в том числе изменению системы расчета, отказавшись от сохранения стандартных радиальных зазоров.

Для расширения возможностей при геометрическом синтезе, а также области существования зубчатой передачи была разработана новая система расчета при варьируемых коэффициентах радиальных зазоров [4]. В этой системе расчета предложено было отнести к выходным параметрам синтеза коэффициенты радиальных зазоров c_{12}^*, c_{21}^*, связывающие

межу собой диаметры окружностей вершин d_{a1}, d_{a2} и впадин d_{f1}, d_{f2} зацепляющихся зубчатых колес и межосевое расстояние a_{w12}:

для внешнего зацепления

$$c_{12}^{*} m = a_{w12} - \frac{1}{2}\left(d_{a1} + d_{f2}\right); \quad c_{21}^{*} m = a_{w12} - \frac{1}{2}\left(d_{a2} + d_{f1}\right); \tag{1}$$

для внутреннего зацепления

$$c_{12}^{*} m = \frac{1}{2}\left(d_{f2} - d_{a1}\right) - a_{w12}; \quad c_{21}^{*} m = \frac{1}{2}\left(d_{a2} - d_{f1}\right) - a_{w12}. \tag{2}$$

При геометрическом синтезе внутреннего зацепления при малой разнице чисел зубьев такая система расчета позволяет в несколько раз расширить область существования решения задачи синтеза, а в некоторых случаях создать область при её отсутствии со стандартными зазорами [5].

Задача геометрического синтеза для зубчатой передачи со связанными колесами является более сложной, так как требует выполнения еще ряда условий и ограничений геометрического синтеза. Два из важных условий, это условие обеспечения одинакового диаметра промежуточного зубчатого колеса, сцепляющего одновременно в внешнем и внутреннем зацеплениях, и для планетарной передачи условие соосности, связывающее между собой межосевые расстояния внешнего и внутреннего зацепления [3].

В работе [6] было предложено использовать объемный блокирующий контур, построенный в глобальной системе координат x_1, x_2, x_3 (коэффициенты смещения трех зубчатых колес). Такой блокирующий контур достаточно наглядно отражает взаимосвязь параметров, но для решения конкретных задач необходимо использовать проекции этого контура на плоскости.

При использовании новой системы расчета была разработана методика оптимального геометрического синтеза для четырехзвенного механизма со связанными цилиндрическими зубчатыми колесами, участвующие в одном внешнем и одном внутреннем зацеплениях [7] и для планетарной передачи типа 2К-Н [8]. Эти методики позволяют оперативно подобрать наиболее оптимальный вариант зубчатой передачи.

2. Программное обеспечение

Для получения работоспособных зацеплений передачи со связвнными колесами необходимо выполнение дополнительных условий геометрического синтеза: отсутствие подрезания зубьев, отсутствие интерференции зубьев 1-го и 2-го рода, отсутствие срезания зубьев, отсутствие заострения зубьев, представляемых в виде ограничений синтеза. Качество работы передачи характеризуется коэффициентами перекрытия $\varepsilon_{\alpha 12}, \varepsilon_{\alpha 23}$, и углами зацепления

Рассматривается схема зацеплений передачи 2К-Н (рис. 1)

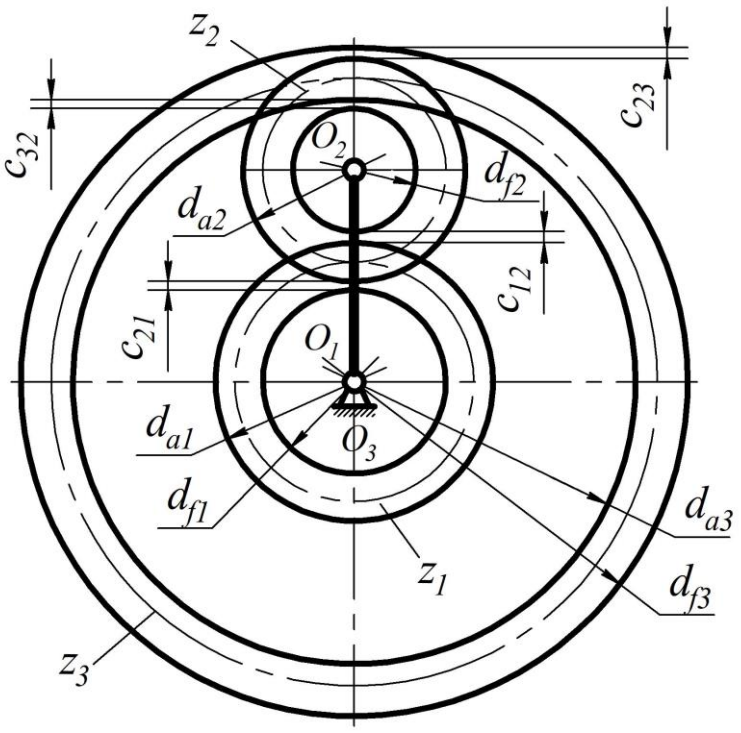


Рис. 1. Схема передачи

Так как выбранные качественные характеристики передачи противоречивы, то для решения задачи оптимизационного синтеза выбрана стратегия аддитивной компенсации противоречий критериев [9, 10]. Аддитивная целевая функция принята в виде

$$F(x_1, x_3, c_{12}, c_{21}, c_{32}) = k_1 \frac{1}{\varepsilon_{\alpha 12}} + k_2 \frac{1}{\varepsilon_{\alpha 21}} + k_3 k_3' \alpha_{w12} + k_4 k_4' \alpha_{w23}, \quad (3)$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 – весовые коэффициенты, значения которых назначаются в зависимости от важности критериев при решении конкретной задачи, причем $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$; $k_3', k_4' = 2.3$ – нормирующие множители, $\alpha_{w12}, \alpha_{w23}$ – углы зацепления (рад). Для решения поставленной задачи нелинейного математического программирования была использована библиотека функций Optimization Toolbox, входящая в MATLAB и позволяющая находить экстремум целевой функции при ограничениях в виде равенств и неравенств, а также ограничениях, накладываемых на значения оптимизируемых параметров (выходных параметров синтеза). Взаимодействие пользователя с программой организовано с помощью графического интерфейса пользователя (GUI).

Основное окно программы приведено на рис. 2.

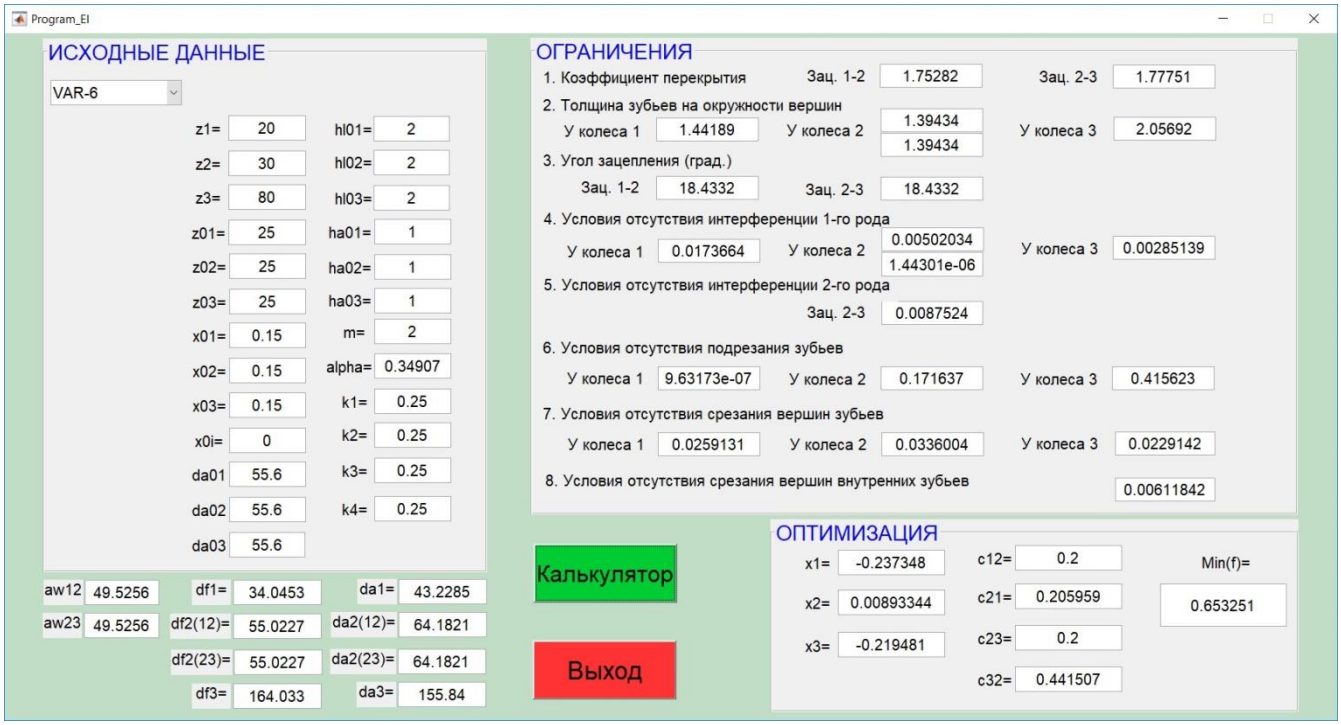


Рис. 2. Рабочее окно программы

Программа позволяет вводить исходные данные зубчатых колес и инструмента, области допустимых значений оптимизируемых параметров, значения весовых коэффициентов в диалоговом режиме или из заранее подготовленной таблицы Microsoft Excel. В области «Оптимизация» выводятся оптимальные значения выходных параметров синтеза, а в области «Ограничения» – значения качественных показателей и запасы по ограничениям синтеза.

3. Результат исследования

Для проверки работоспособности и тестирования предлагаемой системы расчета и программного обеспечения был выполнен расчет (автоматизированный поиск) оптимального варианта передачи и проведено сравнение их результатов с результатами, полученными при использовании существующей системы расчета.

В табл. 1 приведены результаты тестирование расчета по новой системе при варьируемых радиальных зазорах и показаны некоторые варианты по известной системе по методам обычных блокирующих контуров со стандартным радиальным зазором [3].

Исходные данные для расчетов: модуль $m = 2$; числа зубьев зубчатых колес $z_1 = 12$; $z_2 = 23$; $z_3 = 58$. Для нарезания зубчатых колес используется долбяк 2536-0107 по ГОСТ 9323-79.

Таблица 1

Тестирование программы

Наименование качественных показателей		По системе расчета Болотовского И.А [1], Вариант 1	По системе расчета Болотовского И.А [1], Вариант 2	По системе расчета Болотовского И.А [1], Вариант 3	Оптимальный Вариант 4
Коэффициент перекрытия	$\varepsilon_{\alpha 12}$	1.2404	1.1445	1.2676	1.3091
	$\varepsilon_{\alpha 23}$	1.5807	1.4232	2.1167	1.7630
Угол зацепления (град.)	α_{w12}	24.2947	27.3427	21.1988	21.1988
	α_{w23}	24.2947	27.3427	21.1988	21.1988
Отсутствие заострения зубьев		выпол.	выпол.	выпол.	выпол.
Отсутствие интерференции 1-го рода		выпол.	выпол.	*не выпол.*	выпол.
Отсутствие интерференции 2-го рода		выпол.	выпол.	выпол.	выпол.

Отсутствие подрезания зубьев		выпол.	выпол.	*не выпол.*	выпол.
Отсутствие срезания вершин зубьев		выпол.	выпол.	*не выпол.*	выпол.
Отсутствие срезания вершин внутренних зубьев при радиальной подаче долбяка		выпол.	выпол.	выпол.	выпол.
Коэффициент смещения	x_1	0.4000	0.8000	0.5236	0.5236
	x_2	0.2000	0.4000	– 0.3814	– 0.3814
	x_3	0.8000	1.6000	– 0.2393	– 0.2393
Коэффициент радиального зазора	c_{12}	0.2500	0.2500	0.2500	0.2463
	c_{21}	0.2500	0.2500	0.2500	0.4191
	c_{23}	0.2500	0.2500	0.2500	0.3107
	c_{32}	0.2500	0.2500	0.2500	0.5
Целевая функция	F	0.8474	0.9429	–	0.7583

Оптимальная точка, найденная по новой методике (вариант 4), находится вне блокирующего контура, построенного по стандартной методике [3], но обеспечивает все условия и ограничения синтеза. В той же точке (вариант 3) при использовании стандартного радиального зазора задача синтеза не имеет решений. Это доказывает, что область существования решения задачи синтеза при использовании новой системы расчета шире, чем по существующей системы расчета.

В табл. 2 показан результат расчета для планетарной передачи по схеме 2К-Н при выполнении условия соосности в виде $z_1 + z_2 = z_3 - z_2$ и приведено сравнение с результатами по известной системе расчета по методам обычных блокирующих контуров [3] и объемных блокирующих контуров [6].

Исходные данные для расчетов: модуль $m = 2$; числа зубьев зубчатых колес $z_1 = 20$; $z_2 = 30$; $z_3 = 80$. Для нарезания зубчатых колес используется долбяк 2536-0107 по ГОСТ 9323-79.

Таблица 2

Сравнение новой системы расчета с существующими системами

Наименование качественных показателей		По системе расчета Болотовского И.А. [3]	По системе расчета Сильченко П.Н. [6]	Оптимальный
Коэффициент перекрытия	$\varepsilon_{\alpha 12}$	1.2648	1.2980	1.7527
	$\varepsilon_{\alpha 23}$	1.4959	1.4500	1.7775
Угол зацепления (град.)	α_{w12}	25.6148	25.3711	18.4332
	α_{w23}	25.6148	25.3711	18.4332
Отсутствие заострения зубьев		выпол.	выпол.	выпол.
Отсутствие интерференции 1-го рода		выпол.	выпол.	выпол.
Отсутствие интерференции 2-го рода		выпол.	выпол.	выпол.
Отсутствие подрезания зубьев		выпол.	выпол.	выпол.
Отсутствие срезания вершин зубьев		выпол.	выпол.	выпол.
Отсутствие срезания вершин внутренних зубьев при радиальной подаче долбяка		выпол.	выпол.	выпол.
Коэффициент смещения	x_1	0.8000	0.5000	– 0.2373
	x_2	0.4000	0.6340	0.0089
	x_3	1.6000	1.7680	– 0.2195
Коэффициент радиального зазора	c_{12}	0.2500	0.2500	0.2000
	c_{21}	0.2500	0.2500	0.2060
	c_{23}	0.2500	0.2500	0.2000
	c_{32}	0.2500	0.2500	0.4415
Целевая функция	F	0.8789	0.8635	0.6533

Сравнивая результаты расчета видим, что оптимальный вариант по новой системе расчета обеспечивает выполнение всех ограничений синтеза и лучшие значения качественных подателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотовский И.А., Гурьев Б.И., Смирнов В.Э. [и др.]. Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внешнего зацепления. М.: Машиностроение, 1974. 160 с.

2. Болотовский И.А., Гурьев Б.И., Смирнов В.Э. [и др.]. Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внутреннего зацепления. Расчет геометрических параметров. Справочное пособие. М.: Машиностроение, 1977. 192 с.

3. Болотовский И.А. Справочник по геометрическому расчету эвольвентных зубчатых и червячных передач. М.: Машиностроение, 1986. 448 с.

4. Сидоров П.Г., Крюков В.А., Плясов А.В. Новая система расчета геометрии внутреннего эвольвентного зубчатого зацепления // Известия Тульского государственного университета. Серия: Машиноведение, системы приводов и детали машин. 2006. № 3. С. 23–35.

5. Sidorov P.G, Kryukov V.A., Plyasov A.V. [et al.]. Synthesis of internal involute couplings of planetary transmissions // Russian engineering research. 2009. V. 29. № 6. P. 531–537.

6. Колотов А.В., Сильченко П.Н., Мерко М.А. Построение объемных блокирующих контуров при расчете зубчатых передач с зацеплением двух и более колес для обеспечения требуемых эксплуатационных показателей // Технология машиностроения. 2006. № 9. С. 57–60.

7. Крюков В.А., Нгуен З.Т., Плясов А.В. Геометрический синтез четырехзвенной зубчатой передачи со связанными колесами // Проблемы машиноведения: мат. III Междунар. науч-техн. конф / Омск: ОмГТУ, 2019. Ч. 1. С. 139–144.

8. Нгуен З.Т., Плясов А.В. Оптимальный геометрический синтез зацеплений планетарной передачи 2К-Н // Современное машиностроение: Наука и оброзование: мат. 8-й международной научно-практической конференции / Под ред. А.Н. Евграфова А.А. Поповича. СПб.: ПОЛИТЕХ_ПРЕСС, 2019. С. 224–235.

9. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Минск: Дизайн ПРО, 2004. 640 с.

10. Encyclopedia of Optimization / Ackermann J., Adjiman C.S., Aggoun A. [et al.]; Ed. C.A. Floudas and P.M. Pardalos. Springer Science+Buisiness Media, LLC, 2009. 4646 p.

CAE SYSTEM FOR GEOMETRICAL SYNTHESIS OF GEAR TRAIN WITH ASSOCIATED WHEELS

Nguyen D.T.

duythe1290@gmail.com

Supervisor: V.A. Kryukov, Doctor of Technical Sciences, Professor

(*Tula State University, Tula*)

The article presents a new system of automated design of gears with associated wheels with variable radial clearance coefficients. The method developed by this system of calculation allows to expand the area of existence of the solution of the problem of geometric synthesis.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РАЗМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ НА БОРТУ ГРУЗОВОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Николаев О.В.
ololosh108@gmail.com
Научный руководитель: Н.Ю. Богула, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена разработке подсистемы автоматизированного грузов на борту грузового воздушного судна. Для решения задачи размещения предлагается применение генетического алгоритма.

Безопасность полетов является одним из первостепенных показателей качества перевозок на воздушном транспорте. На безопасность полетов влияет ряд факторов, в том числе качество центровки воздушных судов и качество выполнения погрузочно-разгрузочных операций. Практика показывает, что подавляющее большинство погрузочных работ выполняются по устаревшим технологиям. Учитывая популяризацию данного вида грузовых перевозок, целесообразно решить данные задачи. Это особенно важно так как позволит обезопасить и ускорить грузоперевозки в этой области. [1]

Неправильное размещение грузов вызывает:

1) снижение летных качеств самолета при перегрузке и

2) ухудшение управляемости самолета при смещении центра тяжести.

Увеличение полетного веса приводит к увеличению инертности и понижению скороподъемности самолета, а также к увеличению критической скорости, наивыгоднейшей скорости для набора высоты, длины разбега при взлете и длины пробега при посадке. Если пренебречь увеличением наивыгоднейшей скорости для набора высоты, то характеристики набора высоты еще более ухудшатся; если же при этом не учитывать изменения других факторов, то результаты могут быть катастрофическими. [2]

Содержательная и математическая постановка задачи размещения грузов

Одной из важнейших задач при подготовке воздушного судна к полету является размещение грузов на его борту. В грузовом отсеке должно уместиться как можно большее количество грузов с учетом всех ограничений. Главной целью задачи размещения является минимизация непокрытой области, а также минимизация влияния грузов на управляемость самолета.

В роли объектов проектирования задачи размещения могут выступать:

— Грузовой отсек воздушного судна;
— Грузы.

Исходные данные задачи размещения:

— Габаритные размеры грузового отсека воздушного судна;
— Параметры САХ;
— Габаритные размеры грузов;

Результатом задачи размещения является грузовой план воздушного судна.

Данная задача размещения грузов на борту грузового воздушного судна сводится к задаче плотной упаковки в контейнеры, её постановка формулируется следующим образом:

Пусть имеется набор грузов упакованных в специализированные контейнеры P_i, i=1, 2,…,n, которые требуется разместить в области Q пространства R^2 в соответствии с условием непересечения контейнеров между собой и границей области (Рис.1.).

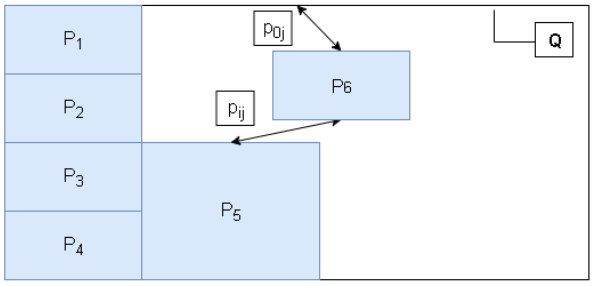


Рис. 1. Не пересечение грузов между собой и границей области Р-У

Обозначим p_{ij} кратчайшее расстояние между границами S_i и S_j контейнеров P_i и P_j. Контейнеры должны располагаться в области Q без пересечений друг с другом и с границей области Q.

Обозначим x как предполагаемый центр тяжести находящийся между границами S_i и S_j передней и задней центровок. Контейнеры должны располагаться в области Q, не пересекая границы области Q.

Эти условия будут выполняться, если

$$p_{ij}(P_i, P_j) \geq 0, \quad (1)$$

$$p_{0j}(R^2 \backslash Q, P_j) \geq 0, \quad (2)$$

В пространстве R^2 положение контейнеров определяется тремя параметрами x, y, z и неравенства (1) и (2) можно записать так

$$\varphi_1(x_i, y_i, z_i, x_j, y_j, z_j) \geq 0, \quad (3)$$

$$\varphi_2(x_j, y_j, z_j) \geq 0, \quad (4)$$

где *i, j = 1, 2, …, n; i≠j*.

Система неравенств (3) и (4) связывает параметры размещения грузов в области Q и определяет для задачи размещения контейнеров область допустимых решений (ОДР). Таким образом, приходим к системе из $k = \frac{n(n+1)}{2}$ неравенств, связывающих в общем случае 3n параметров размещения контейнеров. Вектор

$$\vec{Z} = \vec{Z}(x_i, y_i, z_i, \ldots, x_j, y_j, z_j, \ldots, x_n, y_n, z_n) \quad (5)$$

определяет размещение (упаковку) грузов в области Q.

Для каждой конкретной постановки задачи целевая функция размещения определяется индивидуально. Однако каждая из них является функцией вектора параметров размещения $\vec{Z}$ (5). Поэтому общая формула для целевой функции F будет выглядеть следующим образом:

$$F = F(\vec{Z}). \quad (6)$$

Из всех допустимых размещений требуется найти такое $\vec{Z}$, которое минимизирует величину

$$F^* = \min_{\vec{Z} \in G} F(\vec{Z}), \quad (7)$$

где G- область ограничений (3)-(4), а также минимизирует величину N.

Также помимо габаритов требуется учитывать и силу грузов с которой они смещают центр тяжести

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i v_i}{m}, \quad (8)$$

где i=1,2…n- номер контейнера, v_i- его вес, x_i-его плечо, а m вес всех контейнеров;

Грузы должны располагаться так чтобы центр тяжести не превышал ограничения центровок по САХ $0.22t \leq X \leq 0.28t$, где t длина САХ (рис.2).

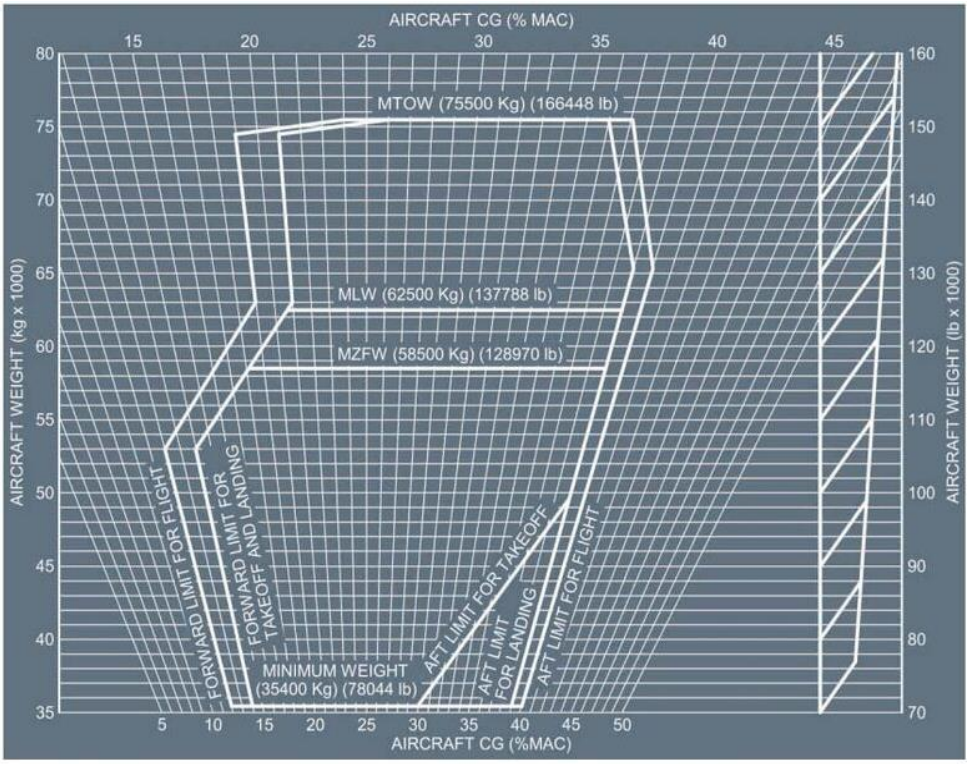


Рис. 2. Ограничения передней и задней, а также взлётной и посадочной центровок

Исходя из этого, критериями задачи размещения грузов на борту грузового воздушного судна являются:

— Минимальная общая площадь непокрытой области:

- $K - \sum_i^P L_i \rightarrow min$ (9)

Если данные критерии будут учтены, то в грузовом отсеке разместится максимальное количество контейнеров.

Ограничениями задачи грузов на борту грузового воздушного судна являются:

— Габаритные размеры стола грузового отсека *Q (x, y, z)*;

— Габаритные размеры каждого контейнера заполненного грузами $P_i\ (S_0, \dots, S_j)$;

— Координаты центра тяжести самолета относительно начала САХ $0.22t \leq X \leq 0.28t$;

— Грузоподъемность судна.

В данной работе будут учтены все критерии и ограничения задачи. [3]

Генетический алгоритм решения задачи размещения грузов на борту грузового воздушного судна

В данной работе будет разработан генетический алгоритм решения задачи размещения грузов на борту грузового воздушного судна. Алгоритмическая схема генетического алгоритма оптимизации приведена ниже на рис. 3.

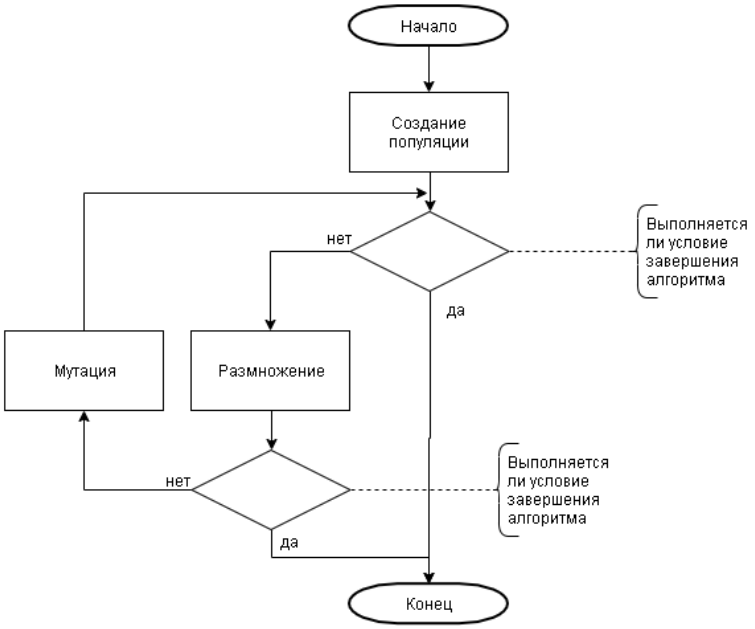


Рис. 3. Алгоритмическая схема алгоритма оптимизации [4]

Шаг 1. На этом шаге создается начальная популяция, состоящая из k особей, которая, вполне возможно, окажется не кошерной, однако велика вероятность, что алгоритм эту проблему исправит.

Шаг 2. Решения, сформированные каждой k-ой особью на предыдущем шаге алгоритма, оценивается некоторым значением показателя выживаемости F_k, вычисляемым в соответствии с целевой функции задачи. F_k - является показателем качества, в данном случае это смещение центра тяжести. Меньшие значения более желанны. Если цель достигнута, то выход из алгоритма.

Шаг 3. Размножение. В рамках данного шага выбирается несколько пар родителей, у которых будет по одному ребенку, шанс стать родителем равен шансу выживания. Ребенок будет содержать в себе гены обоих родителей, выбранные случайным образом при помощи кроссовера, а также учитывается правило, при котором один и тот же ген (контейнер) не может быть у одной особи дважды, иначе она считается нежизнеспособной.

Шаг 4. Полученные решения, сформированные детьми на предыдущем шаге алгоритма, оценивается на выживаемость F_k. Если цель достигнута, то выход из алгоритма.

Шаг 5. Мутация. На данном шаге случайное количество особей получит мутацию, в виде замены контейнера на другой из имеющихся. Шанс получить мутацию зависит от выживаемости.

Шаг 6. Возвращение к шагу 2.

Алгоритм будет выполняться пока выживаемость не будет равна 0, т.е. не будет найдено решение.

Программная реализация генетического алгоритма для решения задачи размещения грузов на борту грузового воздушного судна

В ходе работы была разработана программа, реализующая генетический алгоритм для задачи размещения грузов на борту воздушного судна на языке программирования C#. Экранные формы программы приведены на рис.4-5.

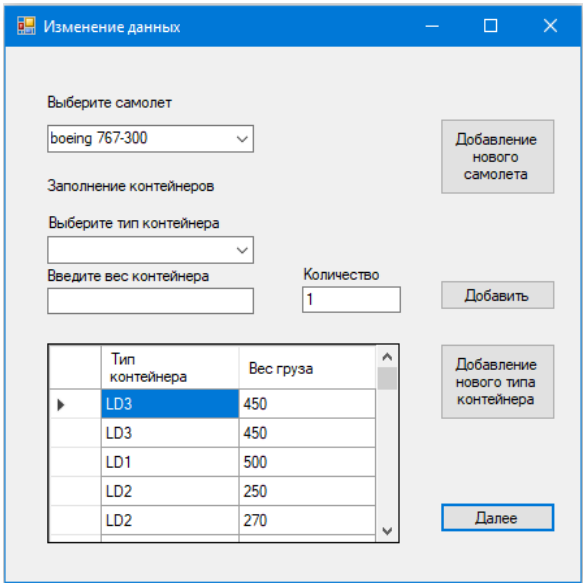


Рис. 4. Окно ввода данных

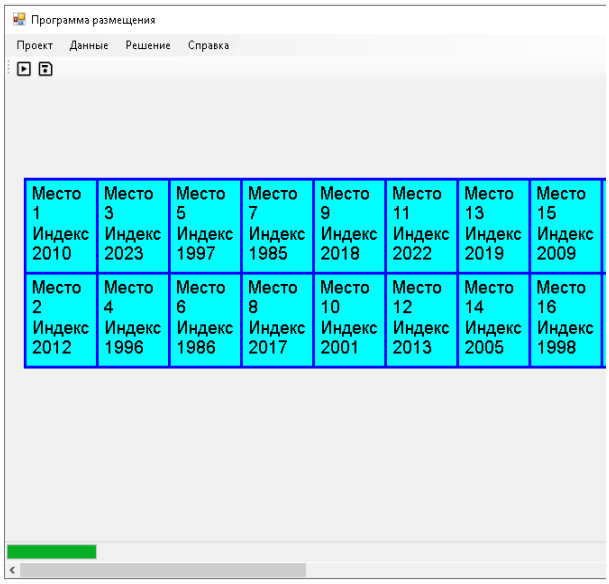


Рис. 5. Результат

Выводы:

1) Сформулирована постановка задачи размещения грузов на борту грузового воздушного судна, приведены критерии и ограничения задачи;

2) Разработан генетический алгоритм решения задачи;

3) Написана программа, реализующая генетический алгоритм для задачи размещения грузов на борту грузового воздушного судна на языке программирования C#.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Internet. Безопасность полетов [Электронный ресурс] (https://knowledge.allbest.ru/war/2c0b65635b3ac68b5d53a89421316d37_0.html)

2. Internet. Центровка всегда и везде! [Электронный ресурс] (https://aviaglobus.ru/2014/04/02/8511/)

3. Internet. Центровка самолета [Электронный ресурс] (https://studfiles.net/preview/4080731/page:4/)

4. *Тимофеева О. П., Соколова Э. С., Милов К. В.* Генетический алгоритм в оптимизации упаковки контейнеров // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 4(101). С. 167-172.

GENETIC ALGORITHM FOR PLACEMENT OF CARGO ON BOARD OF A CARGO AIRCRAFT

Nikolaev O.

ololosh108@gmail.com

Scientific adviser: N. Bogula, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This work is devoted to the development of the automated cargo subsystem on board a cargo aircraft. To solve the problem of placement proposed the use of a genetic algorithm.

УДК 62-233

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Носов А.С.
Vi08deo@gmail.com
Научный руководитель: З.М. Гизатуллин, д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена разработке подсистемы автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода.

В современном мире все чаще для снижения времени, уменьшения затрат и повешения качества прибегают к автоматизации проектирования. Классические методы проектирования зачастую оказываются не столь эффективны в сравнении с автоматизацией, появляется нужда коренного изменения всей технологии проектирования, основанная на применении вычислительной техники и автоматизации. Современная система автоматизированного проектирования (САПР), должна обеспечивать автоматизированную поддержку работ проектировщиков на всех стадиях процесса проектирования и создания новой продукции. Таким образом, чем затруднительнее разработка изделия, тем более многофункциональной должна быть САПР. [1]

Программные продукты САПР представляют из себя группу из разрозненных модулей, где каждый из которых решает свою частную задачу. Данная разобщенность подталкивает пользователя к решению некоторых трудностей, связанных с САПР, главная из которых - проблема взаимодействия различных необходимых при проектировании разобщенных пакетов друг с другом.

Процесс проектирования быстродействующего электромеханического привода сводится к решению различных задач в нескольких системах автоматизированного проектирования.

Редуктор — это устройство, входящее в состав приводных механизмов. Главной задачей является повышение крутящих моментов путем снижения угловых скоростей ведущего вала. В разных видах редукторов применяются соответственно различного вида передачи — червячные, цепные, зубчатые, а также комбинированные. Основными техническими характеристиками являются:

— мощность;
— угловые скорости валов;
— КПД;
— передаточное отношение;
— число передач и ступеней.

В настоящее время существует несколько разновидностей редукторов. В данной работе будет рассмотрен редуктор, имеющий зубчатую передачу.

Зубчатая передача состоит из колёс с зубьями, которые сцепляются друг с другом и передают вращательное движение, как правило происходит процесс преобразования угловых скоростей и крутящих моментов. В передаче данного типа усилие передается путем зацепления зубьев одного и другого элементов. Из находящихся в зацеплении колес различают зубчатое колесо, имеющее больший диаметр, и шестерню, имеющую соответственно меньший диаметр.

Содержательная и математическая постановка задачи автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода

Входными данными задачи автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода являются характеристики привода: статический момент на выходном валу привода M_c; угловая скорость вращения выходного вала $n_{вых}$; момент инерции нагрузки на выходном валу $J_н$; время переходного процесса - время запуска $t_п$;

степень точности изготовления зубчатых колес. Характеристики привода загружаются в программу для последующего расчета геометрических параметров, составления технологической документации и сохранения. Затем, с помощью программных средств происходит сама автоматизация проектирования быстродействующего электромеханического привода. [2]

Подбирается двигатель по номинальной мощности:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\xi M_c \omega_{\text{вых}}}{\eta_{\text{р}}} \quad (1)$$

Определяется пусковой момент, развиваемый найденным двигателем:

$$M_{\text{п}} = \frac{30 N_{\text{дв}}}{\pi n_{\text{дв}}} \left(\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ком}}} \right) \quad (2)$$

Находится количество зубьев на колесах и шестернях:

$$z_2 = z_1 i_{12} \quad (3)$$

$$z_4 = z_3 i_{34} \quad (4)$$

$$z_6 = z_5 i_{56} \quad (5)$$

$$z_8 = z_7 i_{78} \quad (6)$$

Определяется крутящий момент выходного вала:

$$M_{\text{д.вх}} = (J_{\text{дв}} + J_{\text{р.пр.вх}} + J_{\text{н}} / i_p^2) \varepsilon_{\text{вх}} \quad (7)$$

Вычисляются значения межосевых расстояний:

$$a_{12} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} \quad (8)$$

$$a_{34} = \frac{m(z_3 + z_4)}{2} \quad (9)$$

$$a_{56} = \frac{m(z_5 + z_6)}{2} \quad (10)$$

$$a_{78} = \frac{m(z_7 + z_8)}{2} \quad (11)$$

Далее про рассчитанным параметрам подбирается инструмент и оборудование для обработки заготовки, измерительное средство для контроля процесса. Соблюдается ГОСТ по составлению технологической документации. [3]

Ограничениями задачи являются:

• Необходимо подобрать электродвигатель так, чтобы пусковой момент, развиваемый им, не превышал расчетный более, чем на 25%.

$$\left(\frac{M_{\text{п}} - M_{\text{р}}}{M_{\text{п}}} \right) \cdot 100\% \leq 25\%$$

• Для изготовления шестерней выбирается более качественный материал, чем для колес.

•

Алгоритм решения задачи автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода

В данной работе будет реализован алгоритм решения задачи автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода. Алгоритмическая схема алгоритма автоматизации приведена ниже на рис. 1.

Основные этапы решения задачи об автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода:

— выбирается электродвигатель по номинальной мощности;

— производится динамический расчет электродвигателя;

— проверяется условие нормального запуска электромеханизма и по результатам проверки принимается решение о продолжении расчетов или же о повторном выборе электродвигателя;

— производится расчет геометрических параметров, составляющих привода;

— выполняется формирование пакета технологической документации;

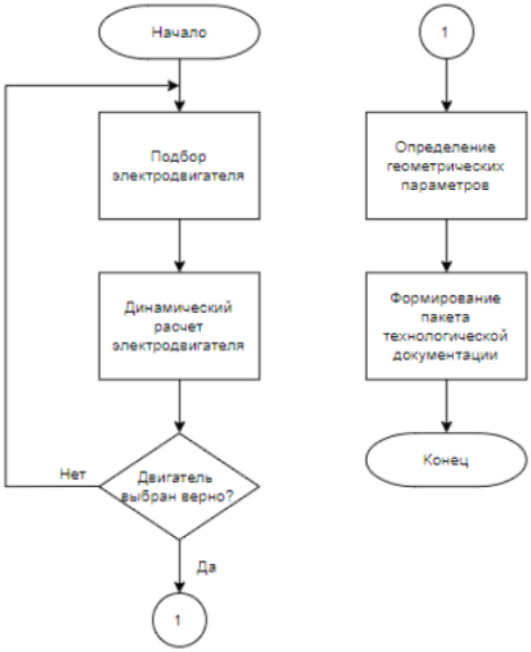


Рис. 1. Алгоритмическая схема алгоритма автоматизации

Программная реализация алгоритма для решения задачи автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода

Для решения задачи была реализована программа автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода (рис.2-3). Программа написана на языке C#, работа с базой данных реализована при помощи SQLite. На рисунках 4 и 5 представлены страницы сформированной программой технологической документации одного из элементов.

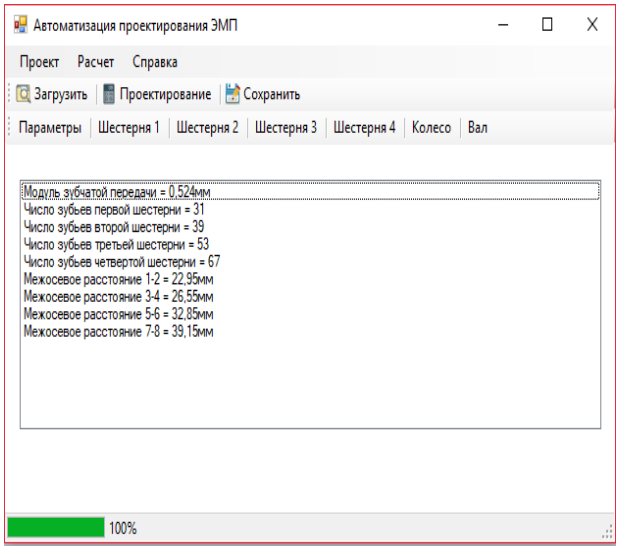


Рис. 2. Главное окно, параметры привода

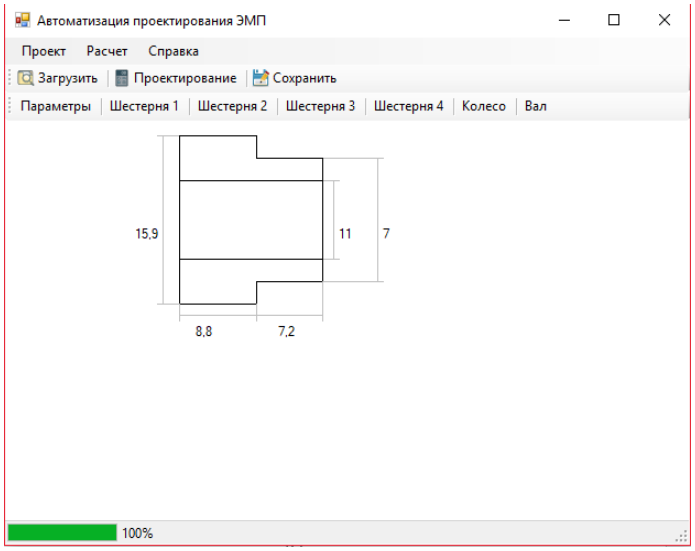


Рис. 3. Главное окно, чертеж первой шестерни

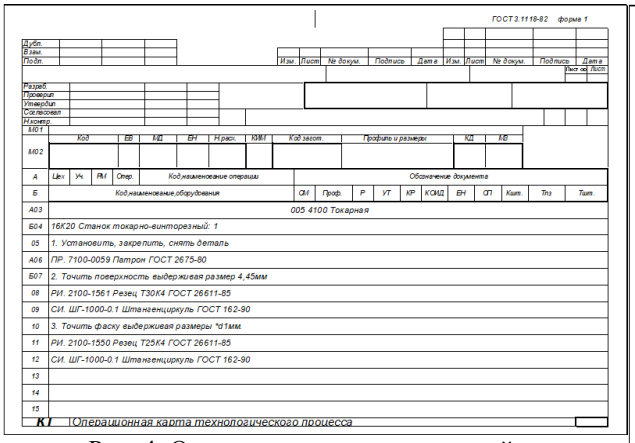


Рис. 4. Операционная карта токарной операции первой шестерни

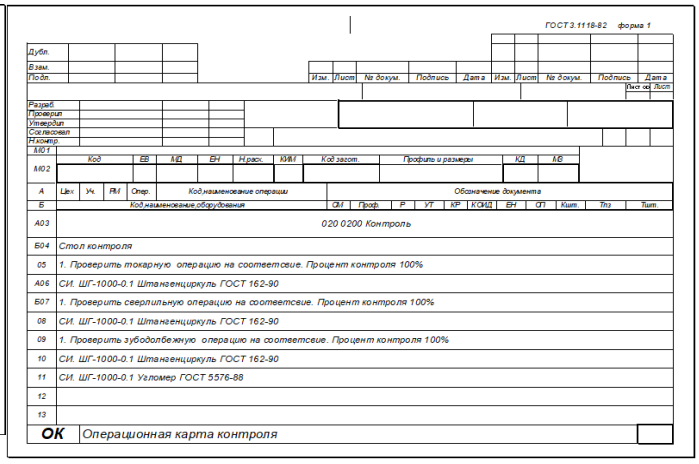


Рис. 5. Операционная карта контроля

Выводы:

1. Поставлена задача автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода
2. Реализованы модель и алгоритм решения поставленной задачи.
3. Разработано программное обеспечение для автоматизации проектирования быстродействующего электромеханического привода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Том первый. Москва: Машиностроение, 1978. С. 728.

2. Дроздиков В.А. Проектирование электроприводов быстродействующих механизмов ЭВА и технологического оборудования / В. А. Дроздиков, А. В. Подшивалин, А. М. Гусев. Казань: КАИ, 1982. С. 198.

3. Заблонский К.И. Теория механизмов и машин. / Заблонский К.И., Белоконев И.М., Щекин Б.М. Киев: Высшая школа, 1989 г. С. 376.

AUTOMATION OF THE DESIGN OF A QUICKLY ELECTRO-MECHANICAL DRIVE

Nosov A.

Vi08deo@gmail.com

Scientific adviser: Z. Gizatullin, Doctor of Technical Sciences, Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This work is devoted to the development of a design automation subsystem for a high-speed electromechanical drive.

МУРАВЬИНЫЙ АЛГОРИТМ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗНОГАБАРИТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА СТОЛЕ 3D-ПРИНТЕРА

Светликова Т.А.

tansu.sv@gmail.com

Научный руководитель: Н.Ю. Богула, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена разработке подсистемы автоматизированного размещения разногабаритных печатных деталей на столе 3D-принтера. Для решения задачи размещения предлагается применение муравьиного алгоритма.

Описание объекта проектирования, современные тенденции и проблемы проектирования автоматизированного размещения разногабаритных печатных деталей

Моделирование методом послойного наплавления (FDM) – технология аддитивного производства, которая используется при создании трехмерных моделей, при прототипировании, а также в промышленном производстве.

Данная технология подразумевает создание трехмерных объектов за счет последовательного нанесения слоев материала, которые повторяют контуры модели. Материалами для печати, как правило, бывают термопластики, поставляемые в виде катушек нитей или прутков.

FDM считается одним из самых технологически простых методов 3D- печати. В основе процесса лежит последовательное наслоение тонкой нити расплавленного пластика вплоть до создания цельного трехмерного объекта. Расходным материалом является пластиковая нить, намотанная на катушку. Иногда используются отдельные прутки пластика. Стандартный диаметр нити составляет 1,75мм или 3мм.

Процесс печати состоит из ряда этапов:

1. Создание или импорт из CAD-системы трехмерной модели;
2. Обработка цифровой модели для печати с добавлением поддерживающих структур;
3. Расположение цифровой модели на виртуальном столе 3D-принтера;
4. Слайсинг – нарезки цифровой модели на отдельные слои с преобразованием данных в инструкции для работы принтера, называемые G-кодом;
5. Печать;
6. Физическая и химическая обработка готовой модели, если это необходимо.[1]

Содержательная и математическая постановка задачи размещения разногабаритных печатных деталей

Одной из важнейших задач при подготовке разногабаритных деталей к печати является размещение их на столе 3D- принтера. На столе должно уместиться как можно большее количество деталей с учетом всех ограничений и критериев. Главной целью задачи размещения является минимизация непокрытой области, а также минимизация количества столов.

В роли объектов проектирования задачи размещения могут выступать:

— Стол 3D- принтера;
— Детали.

Исходные данные задачи размещения:

— Габаритные размеры стола 3D-принтера;
— Габаритные размеры печатной детали, при этом в габаритные размеры было заранее добавлено минимальное расстояние между деталями;

Результатом задачи размещения является схема размещения.

Данная задача размещения разногабаритных деталей на столе 3D- принтера сводится к задаче плотной упаковки в контейнеры, её постановка формулируется следующим образом:

Пусть имеется набор разногабаритных деталей P_i, i=1, 2,…,n, которые требуется разместить в области Q пространства R^2 в соответствии с условием непересечения деталей между собой и границей области (Рис.1.).

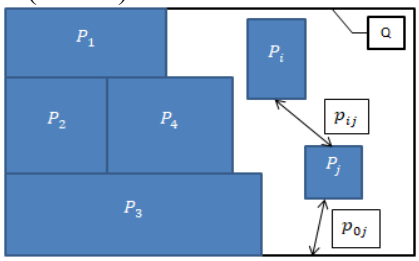


Рис. 1. Непересечение разногабаритных деталей между собой и границей области Р-У

Обозначим p_{ij} кратчайшее расстояние между границами S_i и S_j разногабаритных деталей P_i и P_j. Разногабаритные детали должны располагаться в области Q без пересечений друг с другом и с границей области Q.

Эти условия будут выполняться, если

$$p_{ij}(P_i, P_j) \geq 0, \quad (1)$$

$$p_{0j}(R^2 \backslash Q, P_j) \geq 0, \quad (2)$$

В пространстве R^2 положение деталей определяется тремя параметрами x, y, θ, и неравенства (1) и (2) можно записать так

$$\varphi_1(x_i, y_i, \theta_i, x_j, y_j, \theta_j) \geq 0, \quad (3)$$

$$\varphi_2(x_j, y_j, \theta_j) \geq 0, \quad (4)$$

где *i, j = 1, 2, …, n; i≠j*.

Система неравенств (3) и (4) связывает параметры размещения деталей в области Q и определяет для задачи размещения разногабаритных деталей область допустимых решений (ОДР). Таким образом, приходим к системе из $k = \frac{n(n+1)}{2}$ неравенств, связывающих в общем случае 3n параметров размещения деталей. Вектор

$$\vec{Z}=\vec{Z}(x_i, y_i, \dots \theta_i, x_j, y_j, \dots \theta_j, x_n, y_n, \dots \theta_n) \quad (5)$$

определяет размещение (упаковку) разногабаритных деталей в области Q.

Для каждой конкретной постановки задачи целевая функция размещения определяется индивидуально. Однако каждая из них является функцией вектора параметров размещения $\vec{Z}$ (5). Поэтому общая формула для целевой функции F будет выглядеть следующим образом:

$$F = F(\vec{Z}). \quad (6)$$

Из всех допустимых размещений (упаковок) требуется найти такое $\vec{Z}$, которое минимизирует величину

$$F^* = \min_{\vec{Z} \in G} F(\vec{Z}), \quad (7)$$

где G- область ограничений (3)-(4),

а также минимизирует величину N.

Исходя из этого, критериями задачи размещения разногабаритных печатных деталей на столе 3D-принтера являются:

— Минимальная общая площадь непокрытой области:

- $K - \sum_i^P L_i \rightarrow min$ (8)

— Минимальное количество столов (количество запусков 3D-принтера):

- $N \rightarrow min.$ (9)

Если данные критерии будут учтены, то на столе 3D-принтера разместится максимальное количество деталей, а количество запусков 3D-принтера на печать будет минимальным. Также уменьшится время печати.

Ограничениями задачи размещения разногабаритных печатных деталей на столе 3D-принтера являются:

— Габаритные размеры стола 3D- принтера *Q(x,y, θ)*;

— Габаритные размеры каждой печатной детали $P_i\,(S_0, \dots, S_j)$.

— В данной работе будут учтены все критерии и ограничения задачи. [2]

Муравьиный алгоритм решения задачи размещения разногабаритных печатных деталей

В данной работе будет разработан муравьиный алгоритм решения задачи размещения разногабаритных печатных деталей на столе 3D-принтера. Алгоритмическая схема муравьиного алгоритма оптимизации приведена ниже на рис. 2.

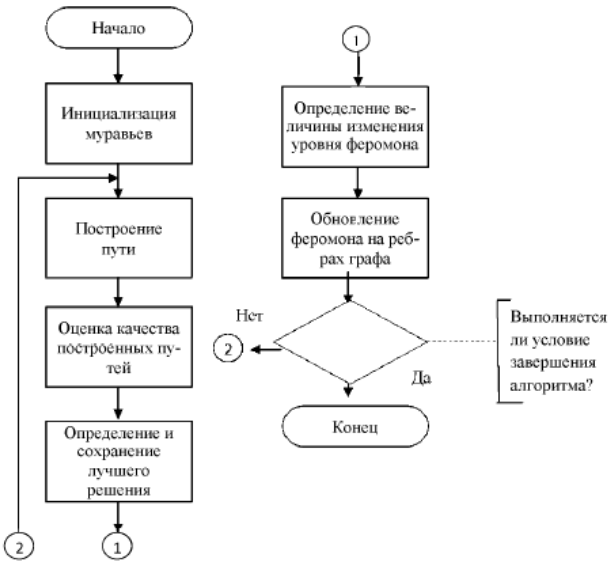


Рис. 2. Алгоритмическая схема муравьиного алгоритма оптимизации [3]

Шаг 1. Инициализация муравьев и начального уровня феромона. На первом шаге происходит определение начальных позиций для муравьев. Все муравьи равномерно распределены по всем вершинам графа. Начальный уровень феромона на всех ребрах графа устанавливается равным 1. В соответствии с исходными данными формируется полный граф поиска решений G=(E,U). (Рис.3.).

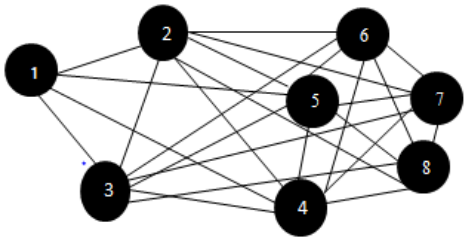


Рис. 3. Граф поиска решений

Шаг 2. Поиск пути

В рамках данной процедуры каждый k-ый муравей строит свой путь на графе в соответствии со следующим алгоритмом:

1. Муравей размещается в стартовой вершине 1. При этом все оставшиеся вершины помечаются как не пройденные.
2. Для текущей вершины 1 определяется множество S_α, смежных ей вершин, из числа непройденных муравьем. На первой итерации алгоритма текущей вершины пути является стартовая вершина. Определяется вероятность перехода в каждую смежную непройденную вершину пути по формуле:

$$P_{ij} = \frac{f_{ij}}{\Sigma_i f_{ij}},$$

где f_{ij}- уровень феромона между вершинами i и j, P_{ij} - вероятность перехода в каждую смежную непройденную вершину. Таким образом, наиболее вероятным является переход в вершину, обладающей большим уровнем феромона.

3. Определяется следующая вершина в пути с помощью геометрического определения вероятности (Рис.4).

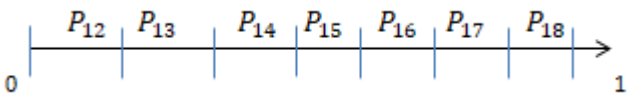


Рис. 4. Геометрическое определение вероятности

4. Происходит переход муравья в следующую вершину. Она помечается как пройденная и становится текущей вершиной в пути. Происходит переход муравья на вершину 3.

5. Если условие завершения алгоритма не выполняется, то происходит переход к п. 2., в противном случае - к п .7. Возможными условиями завершения алгоритма построения пути являются:

— достигнута конечная вершина в пути;

— все вершины графа пройдены. Условие алгоритма не выполнилось-не пройден весь путь.

Шаг 3. Путь, сформированный каждым k-ым муравьем на предыдущем шаге алгоритма, оценивается некоторым значением показателя качества F_k, вычисляемым в соответствии с целевой функции задачи. F_k - является показателем качества, в данном случае это площадь непокрытой области на предыдущем контейнере.

Шаг 4. Определяется путь, обладающий наилучшим значением показателя качества F_k (например, при конечном размещении количество размещенных деталей на одном столе должно быть максимальным), с точки зрения целевой функции задачи.

Шаг 5. Для каждого пути, сформированного *k*-ым муравьем, вычисляется величина изменения уровня феромона Δf_{ij} на всех ребрах графах по формуле:

$$\Delta f_{ij} = \begin{cases} 0, \text{если вершина не принадлежит пути } k-\text{ого муравья;} \\ \dfrac{Q}{F_k}, \text{в противном случае (при } F_k \to min); \end{cases}$$

$\forall i, j \in H, k = \overline{1..A},$

где Q – оптимальная минимальная площадь; F_k – минимальная площадь непокрытой области; H – множество вершин графа; A – количество муравьев в колонии. Таким образом, чем лучше оказывается путь, с точки зрения его показателя качества F_k, тем больше феромона откладывается на его ребрах.

Шаг 6. Происходит обновление уровня феромона на всех клетках по формуле:

$$f_{i,j}^{t+1} = (1-\gamma) f_{i,j}^{t} + \sum_{k=1}^{A} \Delta f_{i,j}^{k}, i, j \in H,$$

где $f_{i,j}^{t}$ – текущий уровень феромона на ребре графа; γ – коэффициент испарения, $\gamma \in [0;1]$; $\Delta f_{i,j}^{k}$ – величина изменения уровня феромона на ребре графа *k*-ым муравьем; A – количество муравьев в колонии; $f_{i,j}^{t+1}$ – обновленный уровень феромона на ребре графа. В соответствии с данной формулой, происходит уменьшение уровня феромона на тех ребрах графа, которые не принадлежат ни одному из *k*-путей, построенных муравьями. При этом, уровень феромона на остальных ребрах пути возрастает на величину, равную сумме уровней феромонов, откладываемых каждым *k*-ым муравьем.

Муравей пойдет по пути, где значение феромона максимально.

Программная реализация бионического алгоритма для решения задачи размещения разногабаритных печатных деталей

В ходе работы была разработана программа, реализующая муравьиный алгоритм для задачи размещения разногабаритных печатных деталей на столе 3D-принтера на языке программирования Python. Экранные формы программы приведены на рис.5-7.

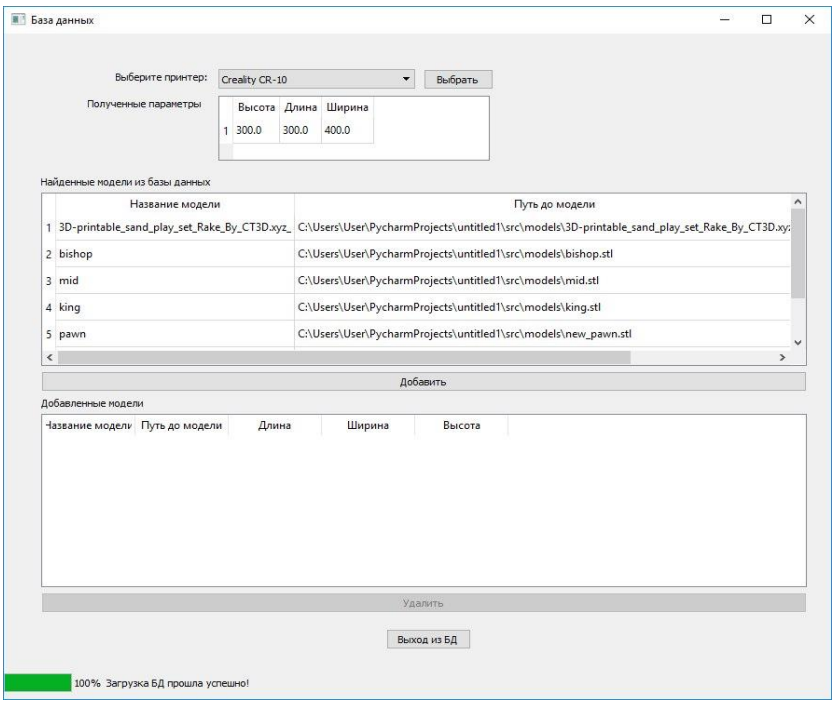


Рис. 5. Окно выбора моделей размещаемых объектов

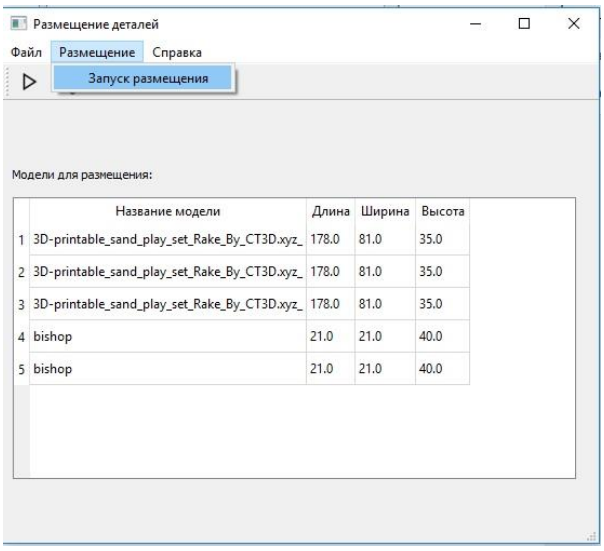


Рис. 6. Окно запуска алгоритма

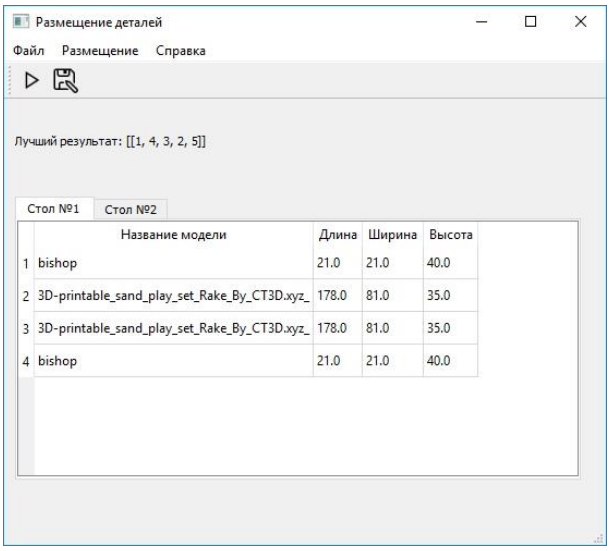


Рис. 7. Результат

Выводы:

1) Сформулирована постановка задачи размещения разногабаритных печатных деталей на столе 3D-принтера, приведены критерии и ограничения задачи;

2) Разработан муравьиный алгоритм решения задачи;

3) Написана программа, реализующая муравьиный алгоритм для задачи размещения разногабаритных печатных деталей на столе 3D-принтера на языке программирования Python.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Гибсон Я.* Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство/ Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. – М., 2016. – 656 с.

2. *Петренко С.В.* Оптимизация размещения двумерных геометрических объектов на анизотропном материале с использованием методов математического программирования. – Уфа, 2005. – 115 с.

3. *Штовба С. Д.* Муравьиные алгоритмы/ Штовба С. Д.// Exponenta Pro. Математика в приложениях. - 2003. – №4. – С. 70-75.

ANT COLONY ALGORITHM FOR VARIOUSLY-SIZED PRINTED PARTS PLACEMENT ON THE 3D-PRINTER TABLE

Svetlikova T.
tansu.sv@gmail.com
Supervisor: N. Bogula, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This work is devoted to the development of a subsystem for the automated placement of various printed parts on the 3D printer table. Ant colony algorithm is proposed to solve the placement problem.

УДК 621.391.823

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Халилов Т.М.
halilo96@mail.ru
Научный руководитель: Малышев Ю.А.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)*

В работе представлен метод моделирования электромагнитного излучения от электронных средств. Приведен пример построения модели электронного средства, в качестве ЭС был выбран ноутбук.

Объектом исследования в настоящей работе являются электронные средства. В качестве примера был взят ноутбук. Основные варианты исполнения ноутбука следующие: учебный, мультимедийная станция, рабочий.

Цель исследования – промоделировать метод электромагнитного излучения от электронных средств.

Всемирное сообщество пришло к пониманию ужесточения требования ЭМС (электромагнитной совместимости). Распространить это регулирование на технические средства находящиеся в данной области, которые соответствуют всем видам и назначениям подверженных воздействию электромагнитных помех и являющихся их источниками. Обеспечение ЭМС, то есть достижение такого состояния что все электронные и т.п. аппараты, будут готовы к выполнению задач по назначению при воздействии на них помех создаваемых подобными изделиями или вызываемыми природными явлениями. Понятие ЭМС возникло еще в начале развития радиотехники, и имело значение довольно узкое – выбор частотного диапазона. В наше время МЭК определяет ЭМС, как возможность оборудования или систем, работать в данной электромагнитной обстановке без внесения в нее каких либо недопустимых электромагнитных возмущений. А так же ЭМС может нарушаться, если уровень помех высок или помехоустойчивость оборудования недостаточна.

Существуют различные методы для решения задач, подобных анализу ЭМИ (электромагнитного излучения). В настоящее время при анализе ЭМИ используются следующие основные методы:

- метод конечных разностей во временной области;
- метод конечных элементов;
- метод моментов.

Приведем основные характеристики численных методов, используемых при прогнозировании ЭМИ от ЭС и их компонентов. Порядок следования методов будет соответствовать повышению аналитической сложности и, соответственно, уменьшению их гибкости

Учитывая тот факт, что при использовании численных методов необходимо проводить огромное количество математических вычислений, то необходимо использовать сложные

программные комплексы. Потребность в большом количестве машинных ресурсов и дорогостоящих программных комплексах и является главным недостатком численных методов.

Для моделирования электромагнитного излучения был выбрана печатная плата ноутбука. Для проектирования модели использовалась программа CST STUDIO 2011 года. CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS) представляет собой программу, предназначенную для быстрого и точного численного моделирования высокочастотных устройств (антенн, фильтров, ответвителей мощности, планарных и многослойных структур), а также анализа проблем целостности сигналов и электромагнитной совместимости во временной и частотных областях с использованием прямоугольной или тетраэдральной сеток разбиения. Главным преимуществом вычислительных технологий компании CST является использование аппроксимации для идеальных граничных условий (Perfect Boundary Approximation, PBA). При моделировании 3D структур, содержащих поверхности сложной кривизны, использование классической прямоугольной сетки разбиения приводит к необходимости использовать слишком мелкую сетку и неоправданно большое число ячеек. Использование тетраэдральной сетки частично решает проблему и позволяет снизить требования к вычислительным ресурсам. Технология PBA использует преимущества обоих перечисленных подходов, но обеспечивает беспрецедентный прирост производительности без потери точности вычислений.

Программа CST MWS использует метод конечных интегралов (FIT) - достаточно общий подход, который сначала описывает уравнения Максвелла на пространственной сетке, с учетом закона сохранения энергии, а затем по ним формирует систему специфических дифференциальных уравнений, таких как волновое уравнение или уравнение Пуассона. Метод может быть реализован как во временной, так и в частотной области. Кроме того, не накладывается никаких ограничений на тип используемой сетки разбиения, наряду со структурированной сеткой в декартовой системе координат поддерживаются неортогональные сетки, например, тетраэдральная. Таким образом программа CST MWS пакет объемного электромагнитного моделирования позволяющий выбирать оптимальные для данной задачи метод решения и способ разбиения.

В рамках данной работы была построена модель ноутбука, внутри которого находится печатной плата представленная на рис. 1

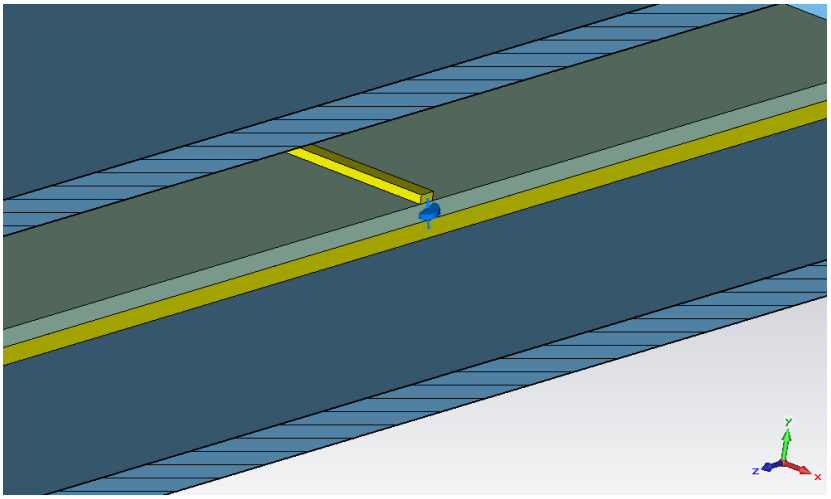


Рис. 1. Модель в разрезе с печатной платой

На печатной плате плате добавлен проводник, а так же активный порт который дает излучнеие. Он дает замкнутый контур, который является источником излучения.

Расставлены датчики в измеряемых точках, которые рассчитывают электромагнитные излучения представленные на рис. 2

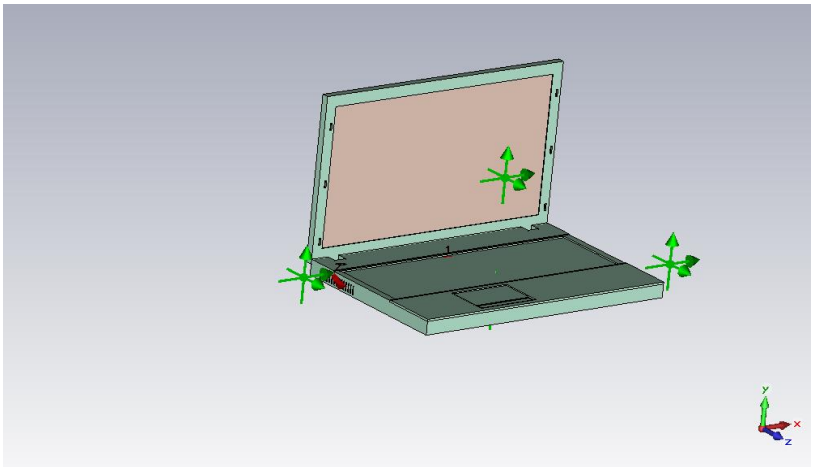


Рис. 2. Расстановка датчиков

В ходе моделирования электромагнитного излучения были получены результаты. Результат моделирования в одной точке представлен на графике, рис 3

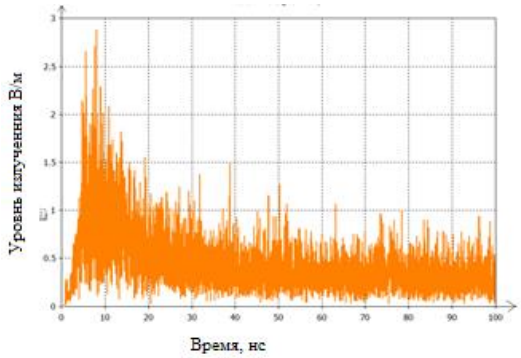


Рис. 3. График результата моделирования электромагнитного излучения

Электромагнитное излучение от ноутбука было промоделировано с каждой его стороны, наибольшее излучение получили с левой стороны ноутбука, полученные результаты сведены в таблицу1.

Таблица 1

Результаты приведены

-	0-500 МГц	500-1000 МГц	1000-1400 МГц
25 см	2.9V/m	2.6V/m	2.7V/m
50 см	2.5V/m	2.5V/m	2.3V/m
75 см	2.05V/m	2.3V/m	1.7V/m
100 см	1.9V/m	2V/m	1.47V/m

Согласно полученным данным в ходе проделанной работы по моделированию электромагнитного излучения наша имитационная модель удовлетворяет требованиям и соответствиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 - Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 - Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам. 2003.

2. *Тастенов А.Д. Бектасова А.А.* Электромагнитная совместимость. Часть 1. Методы и средства защиты от ЭМП: учебно-методическое пособие (конспект лекций). 2011.

3. *Кечиев Л. Н.* Проектирование системы распределения питания печатных узлов электронной аппаратуры. М. : Грифон, 2016.

4. *Гизатуллин З. М.* Частотный анализ воздействия электростатического разряда на элементы печатных плат // Технологии ЭМС. 2012.

ELECTROMAGNETIC RADIATION SIMULATION FROM ELECTRONIC MEANS

Halilov T.
halilo96@mail.ru
Scientific adviser: Y. Malyshev
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The paper presents a method for modeling electromagnetic radiation from electronic means. An example of building a model of an electronic tool is given, a laptop was chosen as an ES

The object of research in this paper are electronic means. A laptop was taken as an example. The main versions of the notebook are as follows: training, multimedia station, work.

The purpose of the study is to model the method of electromagnetic radiation from electronic means.

УДК 65.011.56

МОНИТОРИНГ КОМПЛЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ АО «АВИАСТАР-СП»

Хисамутдинов Р.Ф., Блюменштейн А.А., Борисов М.Д.
hisamutdinov.rinas@ya.ru, blyumenshteyn@mail.ru, bormikhaildmit@gmail.com
Научный руководитель: О.В. Железнов, канд. техн. наук, доцент
(Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск)

В рамках выполнения научно-исследовательской работы на базе АО «Авиастар-СП» разработано программное обеспечение для мониторинга комплекта электронной конструкторско-технологической документации необходимой для проектирования технологического процесса.

В условиях общемировых тенденций по развитию концепции цифрового производства отечественные авиастроительные предприятия проводят модернизацию процессов технологической подготовки производства за счет разработки и внедрения современного программного обеспечения [1].

Анализ этапов проектирования технологического процесса (далее ТП) показал, что инженер-технолог тратит значительное время на анализ исходных данных. В случае изменения конструкторской или технологической документации инженер-технолог должен получить своевременное оповещение. В ином случае возможно появление брака при проектировании и изготовлении как оснастки, так и самолетной детали или сборки. Кроме того, инженер-технолог должен иметь инструмент для анализа выявленных изменений конструкторской или технологической документации для принятия решения по запуску доработок на оснастку или технологический процесс.

В рамках научно-исследовательской работы на примере АО «Авиастар-СП» сотрудниками НИЦ CALS-технологий и студенческого научно-технологического бюро разработано и внедряется программное обеспечение для автоматизированного проектирования технологических процессов с операциями на станках с ЧПУ для механической обработки самолетных деталей (далее Модуль) [2].

Одной из задач решаемой программным обеспечением является мониторинг комплекта электронной технологической документации.

В настоящий момент Модуль позволяет осуществлять мониторинг изменения и согласования следующего комплекта конструкторских и технологических документов:

- Электронная модель на изделие (ЭМИ);

- Электронная модель технологическая (ЭМТ);
- Электронная модель на оснастку (ЭМО);
- Ведомость плазово-шаблонной оснастки (ВПШО);
- Ведомость подготовки производства (ВПП);
- Чертеж;
- Электронный комплект документов технологического процесса;
- Техническое задание на разработку (корректировку) УП (ТЗ на УП);
- Маршрутный паспорт внедрения (МПВ);
- Учетная карточка детали (УКД);
- Акт внедрения управлявших программ.
- Извещение (извещение на оснастку, извещение технологическое, извещение структурированное);

Электронная модель на изделие поступает от заказчика в PDM-систему предприятия. При этом производится экспорт данных из системы TeamCenter в отечественную разработку БД ЭОИ. При появлении новой позиции инженер-технолог отраслевого отдела должен провести конструкторскую проработку и принять решение о запуске изменений в технологическом процессе, электронной модели технологической, электронной модели на оснастку и т.п.

Электронная модель технологическая проектируется отделами управления главного технолога для разработчиков управляющих программ. Решение об изменении ЭМТ принимается на основании ВПШО от инженера технолога. Аналогично ЭМТ решение об изменении ЭМО принимается на основании документа ВПП.

При изменении ЭМТ цеховой инженер-технолог запускает техническое задание на разработку управляющих программ.

Разработчик управляющих программ должен провести анализ комплекта электронных технологических процессов и внести доработки в CAM-проект с запуском новой версии карточки учета детали, маршрутного паспорта внедрения, акта внедрения и т.д.

Аналогично проводятся изменения на технологический процесс с запуском соответствующего извещения.

Важным моментом в запуске изменений является прозрачность процесса проработки и согласования. Так, например, разработчик управляющих программ на основании изменений ЭМИ без технического задания может заранее предусмотреть необходимые изменения в CAM-проекте или приостановить работы потерявшие свою актуальность по согласованию с руководством, снизив тем самым риск возникновения брака при изготовлении самолётной детали, а также издержки на затраты человеческих ресурсов.

На рисунке 1 представлен интерфейс Модуля.

Интерфейс состоит из следующих ключевых блоков:

- Дерево технологического процесса;
- Дерево комплекта документов выбранного ТП;
- Атрибуты детали и соответствующего документа;
- Этапы согласования документа.

Дерево технологических процессов отображает актуальный комплект электронных конструкторско-технологических документов САПР ТП «ТеМП2». Инженер-технолог может выбрать через специализированный фильтр актуальный номер технологического процесса. После выбора номера технологического процесса в дереве комплекта документов отобразится перечень технологических документов, каждый из которых содержит собственный набор данных, отображаемый в правой части окна. Для документов, зарегистрированных в PDM-системе в правом нижнем углу отобразится статус согласования. Зеленым цветом отмечаются согласованные этапы.

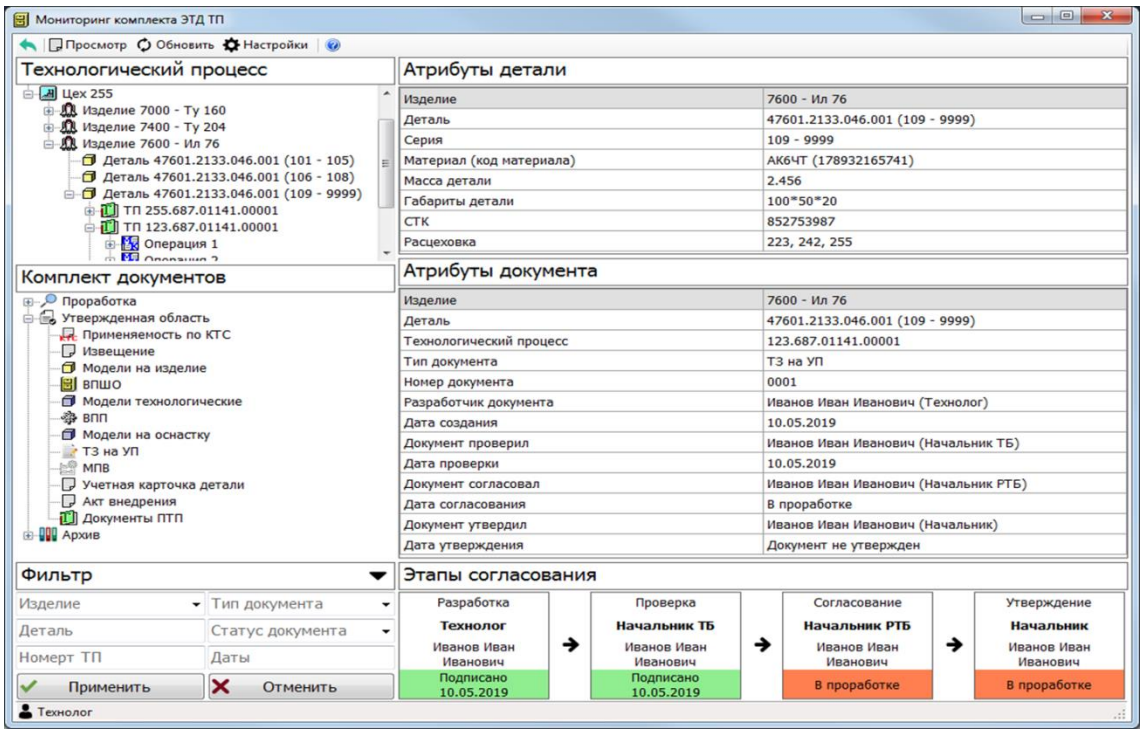


Рис. 12. Интерфейс мониторинг комплекта электронной технологической документации

В случае если документ не зарегистрирован в системе, то в правой части будет отображаться его отсканированная версия.

Модуль может работать в фоновом режиме в САПР ТП «ТеМП2». В данном случае инженер-технолог будет уведомлен о поступлении изменений в конструкторской и технологической документации при просмотре или проектировании технологических процессов относящийся к его цеху.

На данный момент программное обеспечение находится на стадии внедрения в опытную эксплуатацию. На 2019 год планируется комплекс мероприятий по вводу в промышленную эксплуатацию в цехах механокаркасного производства на АО «Авиастар-СП».

Модуль позволит снизить уровень брака при проектировании и изготовлении средств технологического оснащения и самолетных деталей за счет современного уведомления инженеров-технологов об изменениях в конструкторской и технологической документации. Также применение программного обеспечения при проектировании технологических процессов позволит снизить трудоемкость анализа исходных данных до 15%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Столяров И.А.* Автоматизированное формирование инструментальных наладок для станков с ЧПУ в CAM-модуле Siemens NX на примере АО «Авиастар-СП» / И.А. Столяров, И.А. Шевалдов, А.А. Блюменштейн // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 8-10 августа 2018 г.: Материалы конференции. Материалы докладов. Казань: Том 2. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2018. – 513-515 с.

2. *Хисамутдинов Р.Ф.* Автоматизированное формирование программных технологических процессов на примере АО «Авиастар-СП» / Р.Ф. Хисамутдинов, О.В. Железнов, А.А. Блюменштейн // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 8-10 августа 2018 г.: Материалы конференции. Материалы докладов. Казань: Том 2. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2018. – 530-532 с.

3. *Самсонов, О.С.* Разработка информационного обеспечения для проектирования и моделирования технологических процессов сборки изделий авиационной техники / О.С. Самсонов [и др.] // Известия самарского научного центра российской академии наук. – 2014.

- №1-5. – С.1602. Российской академии наук. – 2016. – т. 18, № 4(3) – С. 510 – 515.

MONITORING OF ELECTRONIC DESIGN AND TECHNOLOGICAL DOCUMENTATION COMPLEX REQUIRED FOR THE DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESS ON THE EXAMPLE OF JSC «AVIASTAR-SP»

Hisamutdinov R., Blyumenshteyn A., Borisov M.
hisamutdinov.rinas@ya.ru, blyumenshteyn@mail.ru, bormikhaildmit@gmail.com
Supervisor: O. Zheleznov, Candidate of Technical Sciences, Docent
(Ulyanovsk State University, Ulyanovsk)

As part of the research work on the basis of JSC «Aviastar-SP» developed software for monitoring a set of electronic design and technological documentation necessary for the design of the technological process.

УДК 004.02

СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

Шевцова Н.М.
kot.smetaninya@gmail.com
Научный руководитель: И.В. Суздальцев
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье рассмотрены два алгоритма, с помощью которых решаются задачи о назначениях. Произведено их сравнение по времени выполнения алгоритмов и по методу поиска паросочетаний.

Одними из самых актуальных задач линейного программирования на сегодняшний момент являются задачи транспортного типа. Их применение достаточно широко. Наиболее часто они используются в транспортных копаниях, аэропортах, системе трубопроводов, а также на различных производствах.

В наши дни каждое предприятие стремится к наименьшим затратам ресурсов, при этом получая высокий доход. Экономико-математические задачи о назначениях позволяют найти наиболее оптимальный вариант размещения одного кандидата на выполнение какой-либо работы таким образом, чтобы минимизировать суммарные затраты по выполнению всей работы группой исполнителей.

Целью работы является сравнение эффективности работы венгерского алгоритма и алгоритма Хопкрофта-Карпа.

Задача о назначении выглядит следующим образом: дана неотрицательная матрица размера $n \times n$, где элемент в i-й строке и j-м столбце соответствует стоимости выполнения j-го вида работ i-м работником. Нужно найти соответствие работ работникам, так чтобы расходы на оплату труда были самыми маленькими. Если цель состоит в поиске назначения с наибольшей стоимостью, то решение сводится к решению сформулированной задачи путём замены каждой стоимости C на разность между максимальной стоимостью и C.

Рассмотрим пошаговое выполнение венгерского алгоритма:

Шаг 1. Вычтем минимальное значение в каждой строке из всех строк.

Шаг 2. Вычтем минимальное значение в каждом столбце из всех столбцов.

Шаг 3. Выделим все нули с помощью минимального количества горизонтальных и вертикальных линий.

Шаг 4. Проверка на оптимальность: Если минимальное количество линий равно n, оптимальное назначение нулей возможно, выполнение алгоритма закончено. Если минимальное количество линий меньше n, оптимальное присвоение нулей пока невозможно. В этом случае перейдите к шагу 5.

Шаг 5. Определите наименьшее значение, не выделенную ни одной линией. Вычесть это значение из каждой невыделенной строки, а затем добавить ее к каждому выделенному столбцу. Возвращение к шагу 3.

Базовая временная сложность алгоритма $O(N^4)$

Теперь рассмотрим алгоритм Хопкрофта-Карпа:

Способ выполнения шага 1 состоит из двух стадий. Если паросочетание M не максимально, то на первой стадии строится ориентированный граф G*, в котором кратчайшие добавляющие пути по отношению к M взаимно-однозначно соответствуют ориентированным путям в графе G*, которые начинаются в свободной нижней вершине, а заканчиваются в верхней. На второй стадии строится максимальное множество таких ориентированных путей в графе G*, которые не пересекаются по вершинам.

Таким образом граф G* обладает свойствами:

1. Для нечётного i множество L_i состоит из нижних вершин, в противном случае – из верхних.
2. Каждое ребро графа ориентированно из вершины множества L_{i+1} в вершину L_i для некоторого i.
3. Граф не имеет ориентированных циклов.
4. Кратчайший добавляющий путь по отношению к M взаимно-однозначно соответствуют ориентированным путям в графе G*, которые начинаются в свободной нижней вершине, а заканчиваются в верхней.

Авторы разработали $O(N^{5/2})$ – алгоритм для максимального паросочетания в графе общего вида. Этот алгоритм использует метод, основанный на поисках в ширину и глубину.

Данная модификация основана на идее, что если дополнение осуществляется вдоль кратчайшего пути, то максимального паросочетания можно достичь за $O(N^{5/2})$ фаз, где каждая фаза включает в себя поиск максимального множества не пересекающихся по вершинам кратчайших, добавляющих по отношению к паросочетанию, путей.

В вычислительном эксперименте на случайной квадратной матрице проверялась сравнительная трудоёмкость следующих алгоритмов:

1. Венгерский алгоритм
2. Алгоритм Хопкрофта-Карпа (модифицированный венгерский алгоритм)

Венгерский алгоритм написан на языке C# в системе Visual Studio, второй алгоритм написан на языке Java в системе Visual Studio, вычисления производились на компьютере с процессором Intel Core i7, работающем на частоте 2,6 ГГц.

В таблице 1 представлено среднее время вычисления паросочетаний, полученное по одному и тому же экземпляру случайной квадратной матрицы, элементы в которой равномерно распределённые независимые случайные целые числа из диапазона от 0 до 100.

В таблице отсутствуют результаты вычислений, для получения которых потребовалось слишком большое количество времени.

Таблица 1

Время выполнения алгоритмов

Размер матрицы, n	Венгерский алгоритм	Алгоритм Хопкрофта-Карпа
	Среднее время, с	
10	0,07	0,001
20	0,21	0,005
30	0,93	0,007
40	3	0,014
50	6,71	0,02
60	13,43	0,031
70	27,55	0,044
80	45,01	0,067
90	68,61	0,083
100	132,7	0,12

На рисунке 1 представлены график времени выполнения алгоритма Хопкрофта-Карпа и его сравнения с венгерским алгоритмом.

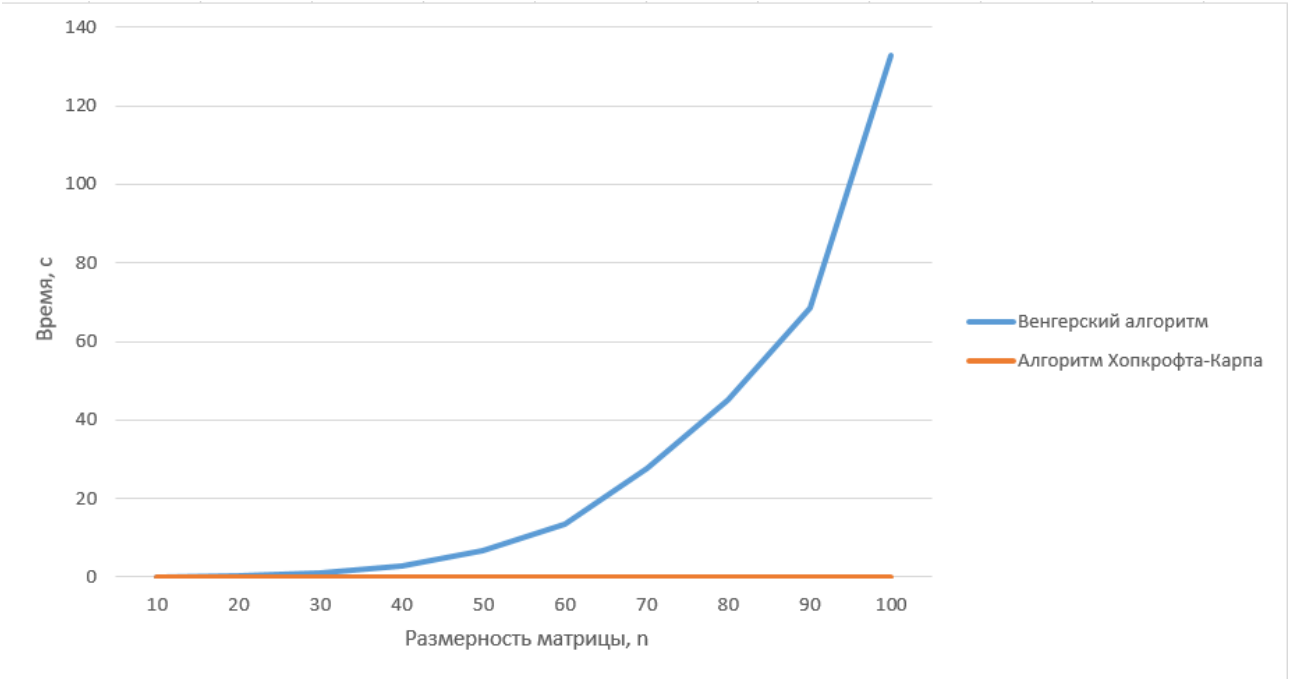


Рис. 1. Графики выполнения по времени алгоритмов Хопкрофта-Карпа и венгерского

На рисунке 2 изображён график выполнения алгоритма Хопкрофта-Карпа.

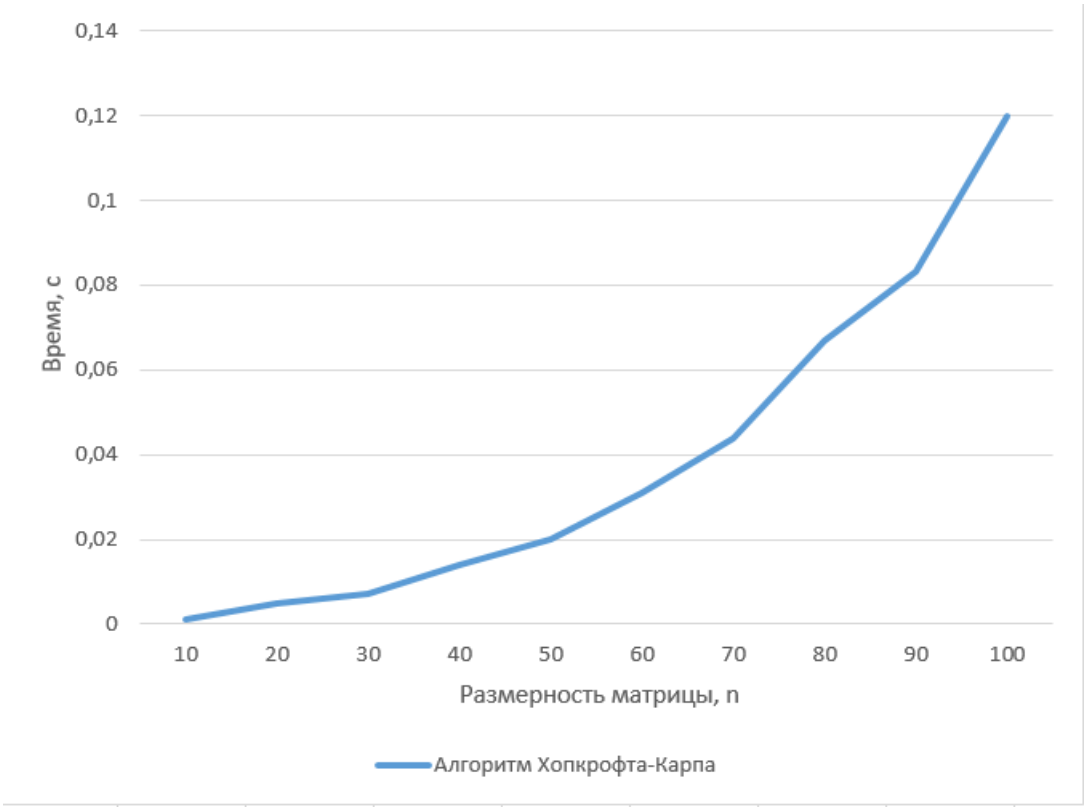


Рис. 2. График выполнения по времени алгоритма Хопкрофта-Карпа

Таким образом, на малых размерностях матриц время работы алгоритмов сравнительно одинаковое, но для больших объёмов данных классический венгерский алгоритм оказался неэффективен. Применение модифицированного алгоритма позволяет увеличить размер

исходных матриц, для которых можно за малое время получить точное решение задачи о назначениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях [http://e-maxx.ru/algo/assignment_hungary+] Справочно-информационный интернет-портал MAXimal, 2012. — Режим доступа: ссылка свободный. — Загл. с экрана.

2. Математические методы принятия решений: Учебное пособие / А.А. Грешилов. – М: 2014. 647 стр.

3. Алгоритмы решения задачи о назначениях и их применение [http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=915] Международный научно-практический журнал Программные продукты и системы, 1999. – Режим доступа: ссылка свободный. – Загл. с экрана.

4. Модифицированный венгерский метод / М.А. Бебишев, О.В. Корчевская, А.С Борисов, Р.С. Акинфеев, М.Н. Воронов – 2012. 37 стр.

5. Графы в задачах управления производством / Брегман В.И. – 1974.

6. Алгоритм n5 / 2 для максимальных совпадений в двудольных графах / Хопкрофт, Джон Э. и Карп, Ричард М. – 1973. 225-231 стр.

COMPARISON AND ANALYSIS OF ALGORITHMS FOR SOLVING THE TASK OF APPOINTMENTS

Shevtsova N.

kot.smetaninya@gmail.com

Supervisor: I. Suzdaltsev

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article discusses two algorithms by which assignment tasks are solved. They were compared by the execution time of the algorithms and by the matching method.

ПОДСЕКЦИЯ 6.2

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 519.6

МЕХАНИЗМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Асадов Р.С.
roma-asadov@mail.ru
Научный руководитель: П.И. Тутубалин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Больным сахарным диабетом 1 типа требуется постоянно контролировать уровень глюкозы в крови (ГК). Многие пациенты не только не имеют возможности постоянно следить за ним, но и попросту не могут этого сделать. На помощь таким людям может прийти искусственная поджелудочная железа. Искусственная поджелудочная железа (ИПЖ) – это устройство, которое позволяет людям, больным сахарным диабетом 1 типа, отслеживать и автоматически управлять уровнем ГК. Создание ИПЖ – это задача, современной медицинской инженерии. В данной статье будет рассмотрен персонализированный механизм прогнозирования уровня ГК, который использует собираемые в смартфон данные о пациенте и наблюдаемых у него уровнях ГК.

Введение.

Сахарный диабет (СД) вообще и СД 1 типа становится все более распространенным во всем мире. Для контроля сахара в крови и предотвращения гипогликемии пациентам с СД 1 типа необходим частый мониторинг уровня ГК. Частые и регулярные проверки могут вызывать большие затруднения. Частота проверок уровня ГК может варьироваться от пациента к пациенту.

Множество экспертов сходятся во мнении, что пациенты, которые делают инъекции инсулина, должны замерять уровень ГК не менее четырех раз в день. Во множестве случаев, пациенты не в силах поддерживать такой частный мониторинг. Именно поэтому достаточно точное предсказание уровня ГК очень важно для больных СД 1 типа.

Существует множество исследований, в области автоматического прогнозирования уровня ГК с использованием алгоритмов машинного обучения. Например, в проекте «Искусственная поджелудочная железа» [1] прогнозируется уровень ГК, чтобы поток инсулина можно было непрерывно регулировать в соответствии с потребностями пациента.

Сбор данных.

Благодаря ежедневному пользованию смартфоном, можно использовать его для сбора данных о пациентах, таких как значения уровня ГК, выполняемые через определенные промежутки времени. Нужно отметить, что в данном случае речь идёт об измерении уровней ГК с помощью тест-полосок. Также с помощью смартфона имеется возможность отслеживать события, влияющие на повышение уровня ГК: введение инсулина, питание, физическая активность, сон. Функции смартфона могут позволить автоматически собирать некоторые данные (например, сон и упражнения). Некоторые параметры больной СД 1 типа обязан вводить вручную: доза инсулина. Собранные данные предварительно обрабатываются и могут быть загружаться в «облако».

Персональные предсказания.

Для более точных персональных прогнозов предлагается использовать трехэтапную модель эволюции:

1)Модель прогнозирования временных рядов на основе данных пациента.

Полученные со смартфона данные об измерениях уровня ГК имеют естественный временной порядок. Можно смоделировать задачу прогнозирования уровня ГК как одну из задач прогнозирования временного ряда. Временной ряд - это последовательность точек данных, обычно состоящая из последовательных измерений, выполненных за определенный промежуток времени. Задача прогнозирования заключается в использовании данных об измерениях уровня ГК до момента времени t для прогнозирования уровня ГК в момент времени t+1.[2]

2) Модель регрессии с пул-панелью данных.

Вышеупомянутая модель делает прогнозы на основе исторических данных отдельного

пациента. Если система имеет большой объем исторических данных для человека, то эта модель может сделать лучшие прогнозы. Однако у отдельно взятого пациента могут быть очень ограниченные исторические данные. В крайнем случае, человек может не иметь никаких предыдущих данных. Невозможность прогнозирования с помощью регрессионных моделей временных рядов является проблемой с малой выборкой. Для решения этой проблемы предлагается использовать пул-панель данных для увеличения размера выборки. Регрессионная модель объединенных в пул-панель данных учитывает тот факт, что историческая информация всех пациентов позволяет обмениваться информацией между пациентами и, таким образом, преодолевает проблемы, связанные с разреженностью данных. [3]

3) Предварительно кластеризованная персонализированная регрессионная модель.

На прогностическую эффективность регрессионной модели объединенных в пул-панель данных может влиять значительная гетерогенность базовой модели из-за разнообразия пациентов. Чтобы решить эту проблему и повысить точность, пациентов сегментируют на группы, модели прогнозирования которых очень похожи. Целью кластеризации является устранение влияния пациентов, которые имеют мало общего или вообще не похожи на тестируемого пациента, для которого делаются прогнозы. Кластеризация основана на сходстве между пациентами, так что пациенты, которые сильно отличаются от тестируемого пациента, удаляются из его кластера. Пациенты в других кластерах не вносят свой вклад в оценку прогноза тестируемого пациента. Таким образом, удаление этих пациентов не приводит к потере информации, но эффективно уменьшает шум, вызванный этими данными. Кластеризация обеспечивает дополнительное преимущество за счет уменьшения количества данных, используемых для прогнозирования, что упрощает и улучшает результаты прогнозирования. Для измерения сходства между пациентами следует применять соответствующее измерение сходства. Выбранное измерение должно соответствовать характеристикам, отличающим кластеры, встроенные в данные. Измерение подобия кандидата включает Евклидово расстояние, косинусное подобие, подобие Джаккарда и подобие Пирсона.[3]

Проблемы использования.

Использование архитектуры ИПЖ, опирающейся на описанные модели, требует постоянного подключения к интернету. Обмен данными происходит через облако. Расчеты выполняются на специальном стороннем сервисе, которому тоже необходимо Интернет-соединение. Необходимость постоянного и стабильного подключения к интернету накладывает определенные ограничения на использование ИПЖ с такой архитектурой. Больной СД 1 типа должен постоянно сохранять соединение, а в случае потери соединения, приложение перестает делать предсказания. Для того, чтобы избавиться от этой проблемы, предлагается разместить алгоритмы предсказания на телефоне. Вычислительных способностей современных смартфонов достаточно, чтобы совершать вычисления, связанные с предсказанием уровня ГК. Таким образом, пользователь становится независимым от наличия и качества связи. Также можно повысить гибкость работы алгоритмов устройства за счёт предоставления возможности – обновлять данные необходимые для работы алгоритма ИПЖ при восстановлении Интернет-соединения.

Выводы.

Сахарный диабет является серьезной проблемой современного общества. Тщательное наблюдение за уровнем ГК важно для самостоятельного управления диабетом. Однако пациенты не всегда имеют возможность регулярно измерять уровень ГК. Эту проблему может решить ИПЖ. Применение ИПЖ имеет ряд определенных проблем. Наиболее важной является – достаточная точность и надежность прогноза. В настоящее время предпринимаются попытки улучшить эти характеристики. В данной статье описан механизм прогнозирования уровня ГК, основанный на трехэтапной модели, который призван обеспечивать наиболее эффективное применение современной ИПЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *R.Hovorka*, Artificial pancreas project at Cambridge 2013, Diabetic Med. 32 (8) (2015) 987–992.

2. *В.А. Карпельев, Ю.И. Филиппов, Ю.В. Тарасов, М.Д. Боярскии, А.Ю. Маиоров, М.В. Шестакова, И.И. Дедов.* Математическое моделирование системы регуляции гликемии у пациентов с сахарным диабетом // Вестник РАМН. 2015. №70. С. 539-541

3. *Juan Li* , Smartphone-based personalized blood glucose prediction // ScienceDirect. 2016. P. 150-151

MECHANISM FOR THE PREDICTION OF THE GLUCOSE LEVEL IN THE BLOOD IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

Asadov R.

roma-asadov@mail.ru

Supervisor: P. Tutubalin, PhD, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Patients with type 1 diabetes need to constantly monitor their blood glucose (GC) levels. Many patients not only do not have the opportunity to constantly monitor him, but they simply cannot do this. An artificial pancreas can help such people. Artificial pancreas (ASG) is a device that allows people with type 1 diabetes to track and automatically control the level of glucose levels. Creating an IST is a task for modern medical engineering. This article will consider a personalized GC level prediction mechanism that uses patient data collected in a smartphone and the GC levels observed in it.

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ БИБЛИОТЕКИ ПОДДЕРЖКИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ДОСТУПОМ К ЗАЩИЩАЕМЫМ ОБЪЕКТАМ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ NTFS

Валиева Г.Р.

valieva97@yandex.ru

Научный руководитель: С.В. Сотников, канд. техн. наук

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье описывается технология создания библиотеки поддержки по управлению доступом к защищаемым объектам файловой системы NTFS. Целью данной работы является создание библиотеки динамической компоновки (DLL), реализующей доступ к объектам файловой системы. Рассматривается задача создания библиотеки поддержки в рамках стандартизированного подхода к организации управления доступом к защищаемым объектам.

Разработка библиотеки поддержки по управлению доступом к защищаемым объектам файловой системы является актуальной, поскольку появляется возможность работы в стандартизированном интерфейсе управления доступом.

При работе пользователей с одними и теми же ресурсами необходимо организовать защиту данных. Это позволяет сохранить работоспособность системы и сделать данные одного пользователя недоступными для другого. Механизм разделения доступа к ресурсам операционной системы, который был введен в Windows, используется именно для этих целей[1].

В данной работе рассматривается технология создания библиотеки поддержки по управлению доступом к объектам файловой системы NTFS. Управление доступом к объектам файловой системы NTFS осуществляется с помощью прав доступа. Права доступа определяются на основе разрешений[2].

Технология создания библиотеки поддержки по управлению доступом к защищаемым объектам файловой системы NTFS подразумевает инкапсуляцию управления доступом к этим объектам в библиотеку поддержки.

Предлагается использовать следующий подход: необходимо разработать библиотеку динамической компоновки (DLL) по управлению доступом к защищаемым объектам файловой системы NTFS, а также интерфейс, который позволяет продемонстрировать работоспособность разработанной библиотеки.

При разработке формата передаваемых данных между библиотекой поддержки и интерфейсом предлагается, чтобы библиотека динамической компоновки создавала объект, посредством которого будет осуществляться обмен данными между самой библиотекой и интерфейсом управления. Схема передачи данных между DLL-библиотекой и интерфейсом управления представлена ниже (Рис.1). Предлагается менять содержимое объекта в зависимости от функций, вызываемых из библиотеки динамической компоновки.

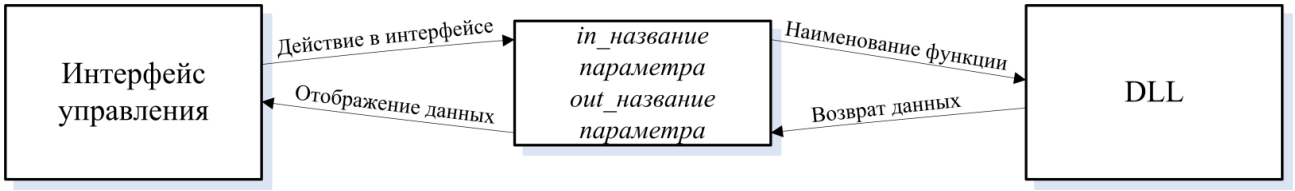


Рис. 1. Схема передачи данных между DLL-библиотекой и интерфейсом управления

При необходимости получения данных об объектах файловой системы интерфейс управления должен вызывать конкретные функции из DLL-библиотеки. При этом на стороне интерфейса должно производиться формирование входных данных, которые библиотека поддержки получает с помощью объекта-транспорта, в формате *in_название параметра*. Одним из входных параметров для функций библиотеки динамической компоновки должен являться параметр *in_UNCPath*. Он должен представлять собой путь до объекта защиты в формате UNC, то есть: «*\\Имя компьютера\Разрешения\Тип защищаемого объекта\ Относительный путь до объекта защиты»*. На стороне библиотеки должно производиться формирование выходных данных в формате *out_название параметра*. Полученные данные должны передаваться с помощью объекта-транспорта и отображаться в интерфейсной части программного комплекса.

Библиотека поддержки должна содержать константы, в которых указаны версия библиотеки и имя защищаемого объекта, а также функции, которые используются для получения выходных данных, отображаемых в интерфейсе управления.

Рассмотрим набор функций, которые должны содержаться в библиотеке поддержки:

- Функция CheckLibrary должна проверять наличие необходимых констант и создавать объект, который будет использоваться как транспорт для передачи данных между библиотекой поддержки и интерфейсом управления.
- Функция GetChildObjects должна получать информацию об объектах файловой системы. Предлагается записывать в массив следующую информацию о каждом объекте файловой системы:
    1) UNC-путь;
    2) номер иконки для отображения в интерфейсе управления;
    3) признак того является ли найденный объект контейнером или нет;
    4) тип объекта защиты;
    5) код ошибки;
    6) описание ошибки.
- Функция CheckExistenceObject должна проверять корректность полученного пути.
- Функция GetLists должна получать UNC-путь, переданный из интерфейса управления с помощью объекта-транспорта, и использовать её для получения списка управления избирательным доступом (DACL) и системного списка управления доступом (SACL). Полученные данные должны записываться в массив. Для каждого пользователя или локальной группы, обладающими ACE (записи управления доступом), предлагается записывать следующий набор информации:

1) тип ACE (DACL или SACL);
2) имя владельца ACE;
3) индекс ACE в списке управления доступом;
4) информация о разрешениях:

4.1) информация о стандартных разрешениях (наименование разрешения, разрешено или запрещено это разрешение);

4.2) дополнительная информация:

4.2.1) информация о том, к чему относится дополнительная информация;

4.2.2) информация об области применения прав;

4.2.3) информация о специальных разрешениях (наименование разрешения, разрешено или запрещено это разрешение).

- Функция ChangeObject должна вносить изменения в уже существующие элементы списка управления доступом, в случае если они были отредактированы. При успешном выполнении функции выбранные ACE должны быть обновлены в списке управления доступом для указанного объекта. В противном случае, список должен оставаться неизменным.
- Функция AddObject должна добавлять новые записи ACE в список управления доступом. При успешном выполнении функции новые ACE должны быть добавлены в список управления доступом для указанного объекта. В противном случае, список должен оставаться неизменным.
- Функция RemoveObject должна удалять записи ACE из списка управления доступом для указанного объекта. При успешном выполнении функции выбранные ACE должны быть удалены из списка управления доступом. В противном случае, список должен оставаться неизменным.

Все описанные выше функции должны быть экспортируемыми.

Описанная технология позволяет создать библиотеку поддержки по управлению доступом к объектам (файлам или каталогам) файловой системы NTFS в операционной системе Windows.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Руссинович М., Соломон Д., Ионеску А., Йосифович П. Внутреннее устройство Microsoft Windows. 7-е изд. – СПб.: Питер, 2018. – 944 с.: ил.

2. Разрешения NTFS. [Электронный ресурс] URL: https://winnote.ru/security/93-razresheniya-ntfs.html (Дата обращения: 2.06.2019)

TECHNOLOGY OF CREATION OF SUPPORT LIBRARY FOR MANAGEMENT OF ACCESS TO THE SECURABLE OBJECTS OF NTFS FILE SYSTEM

Valieva G.

valieva97@yandex.ru

Supervisor: S. Sotnikov, Candidate of Technical Sciences

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Technology of creation of support library for management of access to the securable objects of NTFS file system is described in this work. The aim of this work is creation of dynamic link library (DLL) that implements access to the file system. Creating support library in the frame according to standardized approach to organization of control access to securable objects is also considered in this work.

УДК 007.3

АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

Газизова Г. Р.
ggrgulnaragazizova@mail.ru
Научный руководитель: С. Н. Медведва, канд. пед. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлен алгоритм прогнозирования объемов добычи нефти на основе корреляционного анализа в зависимости от основного показателя, характеризующего природно-ресурсный и производственный потенциал.

Повышение эффективности деятельности нефтяных компаний, обеспечение высоких темпов их экономического развития являются актуальной задачей. Исследование динамики объемов добычи нефти и цен на нее позволило установить общую тенденцию ее развития во времени, которая отражает влияние комплекса факторов, существенно изменяющихся в зависимости от нестабильной мировой экономической ситуации, макроэкономических и региональных особенностей.

Целью работы является исследование взаимосвязи между объемом добычи нефти и вводом новых скважин с применением корреляционного анализа. В соответствии с поставленной целью, в работе были решены следующие задачи: во-первых, рассмотрена теоретическая характеристика корреляционного анализа добычи нефти в современных условиях, во-вторых, проведена оценка добычи нефти на основании предоставленных данных.

Корреляционный анализ - метод, позволяющий обнаружить зависимость между несколькими случайными величинами. Методами корреляционного анализа решаются следующие задачи:

1) Взаимосвязь. Есть ли взаимосвязь между параметрами?

2) Прогнозирование. Если известно поведение одного параметра, то можно предсказать поведение другого параметра, коррелирующего с первым.

Знание взаимозависимостей отдельных признаков дает возможность решать одну из кардинальных задач любого научного исследования: возможность предвидеть, прогнозировать развитие ситуации при изменении конкретных характеристик объекта исследования.

Существенно больше возможностей в проведении корреляционного анализа дает пакет STATISTICA. Он позволяет анализировать данные, управлять данными и визуализировать их с привлечением статистических методов.

В нашем случае имеются выборки данных объема добычи нефти и ввода скважин. Необходимо определить имеется ли взаимосвязь между объемами добычи нефти и вводом в эксплуатацию скважин.

Корреляционный анализ состоит в определении степени связи между двумя случайными величинами X и Y. В качестве меры такой связи используется коэффициент корреляции. Выборочный коэффициент линейной корреляции между двумя случайными величинами X и Y рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{\sum(x - M_x)(y - M_y)}{\sqrt{\sum(x - M_x)^2 (y - M_y)^2}}$$

Значение коэффициента корреляции при расчете в пакете STATISTICA получилось больше чем 0,55, поэтому можно говорить о том, что в течение периода наблюдения имелась высокая степень прямой линейной взаимосвязи между объемом добычи нефти и вводом новых скважин (r = 0,565486).

Ниже на рисунке 1 для наглядности представлено графическое представление

корреляционного поля объемов добычи нефти от ввода новых скважин.

Полученное значение коэффициента корреляции показывает, что изменение объема добычи нефти по анализируемым данным на 56% зависит от изменения ввода новых скважин. Таким образом, полученные результаты можно использовать для исследования связи и прогнозирования объемов добычи нефти для определения ввода скважин, что, в свою очередь, способствует решению задач, связанных с повышением эффективности деятельности нефтяных компаний.

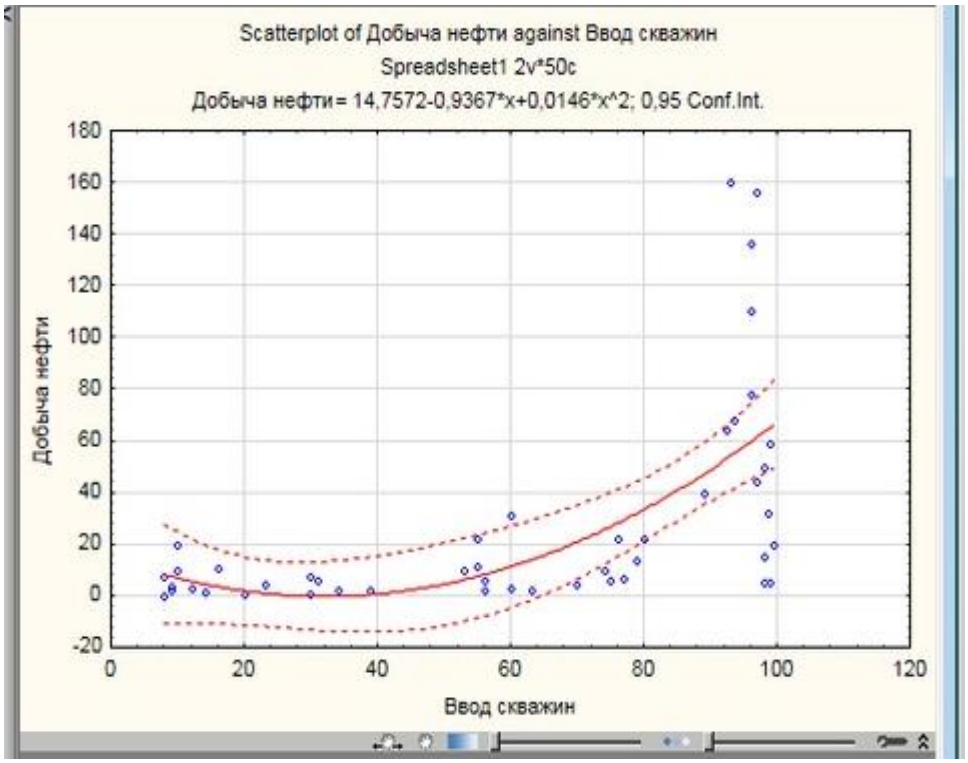


Рис. 1. Связь между объемом добычи нефти и ввода скважин

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Трофимчук Т.С.* Моделирование тенденций добычи нефти, цен и их взаимосвязей с факторами// Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. —2013. — № 2.

2. *Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И.* Многомерные статистические методы: Учебник. –М.: Финансы и статистика, 2012, -352с

ALGORITHM FOR PREDICTING THE VOLUME OF OIL PRODUCTION BASED ON CORRELATION ANALYSIS

Gazizova G.

ggrgulnaragazizova@mail.ru

Supervisor: S. Medvedeva, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article presents an algorithm for predicting oil production volumes based on a correlation analysis depending on the main indicator that determines the natural resource and production potential.

УДК 004.8

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА СОТРУДНИКА МЕДИЦИНСКОЙ КЛИНИКИ

Гарипов А.Р.
garipovwork@yandex.ru
Научный руководитель: С.А. Ляшева, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена разработке автоматизированного рабочего места сотрудника медицинской клиники. В данной системе реализован доступ к записям пациентов на прием, результатам приема, работе с сотрудниками, их профессиями и пациентами. Данная система позволяет осуществлять запись пациентов на прием, заполнение личной карточки, ведение пациента, работа с личными данными и формирование отчетности.

В настоящее время в медицинских учреждениях становится популярным, ввиду удобства использования, применение автоматизированного рабочего места сотрудника. Грамотное распределение обязанностей и рациональное использование предоставленных возможностей должно является залогом успешного построения автоматизированного рабочего места сотрудника. В большинстве частных клиник отсутствуют подобные элементы рабочего пространства, что приводит к замедлению и ухудшению качества предоставляемых услуг, ввиду дороговизны и незащищенности личных данных клиентов, хранимых на облачных серверах.

Проектирование базы данных

Для разрабатываемого программного продукта было принято решение создать базу данных. Была использована распространенная база данных MySQL, совместно с использованием MySQL Workbench - инструментом для визуального проектирования баз данных, интегрирующий проектирование, моделирование, создание и эксплуатацию БД [1].

Разработка базы данных проводится по общепринятой схеме [2], сопровождающаяся следующими основными этапами:

1. Системный анализ предметной области;
2. Проектирование инфологической схемы;
3. Проектирование концептуальной схемы.

Результатами проведенных этапов являются следующее.

Объектами предметной области разрабатываемой базы данных являются сотрудники медицинского учреждения, пациенты, посещающие её, профессии сотрудников, типы профессий, а также расписание приемов и карточки с результатами

Базу данных можно разделить на 2 раздела:

1. Данные персонала. В данном разделе хранится информация о типах профессий, профессиях, сотрудниках и пациентах.
2. Журнал записей. В данном разделе хранится информация о записи на прием, а также сам результат приема пациента.

После проектирования инфологической и концептуальной схемы базы данных, была построена следующая модель базы данных, представленная на рис.1, со связями указанными в Табл.1.

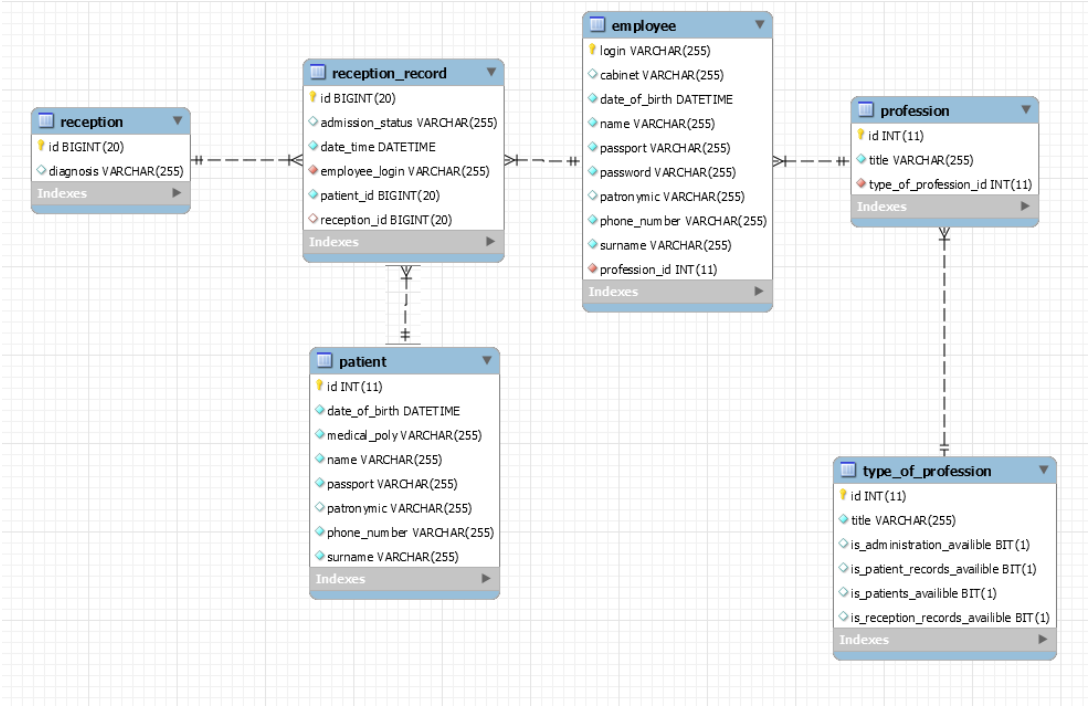


Рис. 13. Графическое представление связей таблиц

Таблица 1

Связи сущностей

Сущность 1	Сущность 2	Тип связи
Тип профессии	Профессия	1:M
Профессия	Сотрудник	1:M
Запись приема	Сотрудник	1:M
Запись приема	Пациент	1:M
Запись приема	Результат приема	1:1

Разработка нашего приложения будет производиться на языке Java. Далее будет обоснован выбор используемых фреймворков языка Java.

Spring – это свободно распространяемый фреймворк, созданный Родом Джонсоном (Rod Johnson) и описанный в его книге «Expert One-on-One: J2EE Design and Development». Он был создан с целью устранить сложности разработки корпоративных приложений и сделать возможным использование простых компонентов JavaBean для достижения всего того, что ранее было возможным только с использованием EJB. Однако область применения Spring не ограничивается разработкой программных компонентов, выполняющихся на стороне сервера. Любое Java-приложение может использовать преимущества фреймворка в плане простоты, тестируемости и слабой связанности [3].

JavaFX представляет широкий инструментарий для создания кроссплатформенных графических приложений на платформе Java.

JavaFX позволяет создавать приложения с богатой насыщенной графикой благодаря использованию аппаратного ускорения графики и возможностей GPU [4].

Разработка программной реализации состоит из 2 основных этапов:

– Создание серверной части приложения;
– Создание пользовательского представления приложения.

Разработка серверной части приложения

Серверная часть приложения состоит из следующих слоев объектов:

– Хранилища;
– Сервисы;
– Контроллеры.

Схема взаимодействия представлена на рис. 2.

Краткое описание слоев объекта сервера.

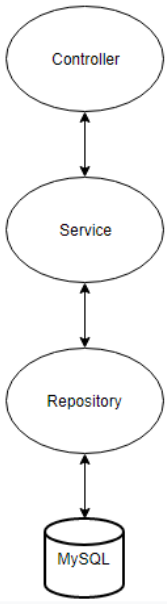


Рис. 14. Архитектура серверной части приложения

Хранилища (репозитории) в Spring Data это слой объектов, позволяющий получать доступ к данным. Для каждой сущности необходимо создать свое хранилище.

Использование хранилищ напрямую не позволяет придерживаться принципа минимальной связанности приложения. Для этого используют отдельный слой объектов, именуемых – сервисы. Они представляют собой основную бизнес-логику приложения. В основном используют другие сервисы или хранилища для представления данных.

Большинство операций и взаимодействий сервера и клиента приходится на контроллеры - связующие элементы системы.

Разработка пользовательского представления приложения

Основная бизнес-логика приложения описана в 2-х классах, интерфейсном и реализующим этот интерфейс класса работы с сервером. Так как оба этих класса используют один набор методов, рассмотрим лишь класс, реализовывающий интерфейсный.

При разработке данного класса, основную роль сыграл класс RestTemplate. Класс RestTemplate является центральным классом в Spring Framework для синхронических вызовов (synchronous calls) сделанных с помощью Client для доступа к Spring Boot серверу. Данный класс предоставляет функции для легкого потребления REST Services. При использовании вышеупомянутого класса, пользователь должен предоставить URL, параметры (если есть) и извлечь полученные результаты. RestTemplate контролирует соединения HTTP (HTTP Connection).

Вся структура пользовательского интерфейса имеет следующую иерархию:

1. Главная форма «Расписание»

1.1 Форма «Запись»

1.2 Форма «Прием»

1.3 Форма «Вход в личный кабинет»

1.4 Форма «Пациенты»

1.5 Форма «Сотрудники»

1.6 Форма «Типы профессий»

1.7 Форма «Профессии»

В результате выполнения данной работы было спроектировано и разработано автоматизированное рабочее место сотрудника медицинской клиники, удовлетворяющее

большинству функциональных предпочтений конечного пользователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Hugh E. Williams.* Learning MySQL - 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, November 2006 – P 622.

2. *Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г.* Базы данных: Учебник для высших учебных заведений / Под ред. проф. А.Д. Хомоненко. – СПб.: КОРОНА принт, 2002. – 672с.

3. *Craig Walls.* Spring Boot on Action – Shelter Island, NY, 2015 – P. 266

4. *Kishori Sharan.* Beginning Java 8 APIs, Extensions and Libraries: Swing, JavaFX, JavaScript, JDBC and Network – Apress, 2014 – P.796.

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED WORKPLACE OF THE EMPLOYEE HEALTH CLINIC

Garipov A.

garipovwork@yandex.ru

Supervisor: S. Lyasheva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This work is devoted to the development of an automated workplace employee health clinic. In this system, access to the patient's records at the reception, the results of the reception, work with staff, their professions and patients is implemented. This system allows you to record patients for an appointment, fill out a personal card, maintain a patient, work with personal data and generate reports.

УДК 519.6

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КРИВЫХ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Горбачева Е. К., Мавлютова А. Р.

gorbacheva.katya99@icloud.com

Научный руководитель: Михайлов И. П.

(Лениногорский филиал ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Лениногорск)

В статье предлагаются возможные способы изучения кривых с помощью компьютерных пакетов. Предложена визуализация эпициклоид, гипоциклоид и некоторых других кривых, в том числе, с использованием анимации.

Понятие линии (кривой) возникло в сознании человека в доисторические времена.

Следует заметить, что далеко не все окружающие нас предметы могут быть изображены на чертеже только с помощью прямых линий. Формы предметов содержат в себе более сложные элементы кривых линий и поверхностей. Дома, автомобили, различная мебель и многое другое – все содержат в себе эти элементы.

Все кривые, которые вычерчивает точка на окружности, катящейся внутри другой окружности, принадлежит семейству гипоциклоид.

Рассматривая окружности, которые катятся по внешней стороне опорного круга, мы перенесемся в разнообразный мир эпициклоид.

Любую циклоидальную кривую можно построить, сделав следующее. Во-первых, определить, какую кривую нужно построить: эпициклоиду или гипоциклоиду. Построение эпициклоиды заключается в следующем: траектория точки, лежащей на окружности диаметра, которая катится без скольжения по направляющей окружности радиуса.

Построение гипоциклоиды: гипоциклоида – траектория точки, лежащей на окружности диаметра, которая катится без скольжения по направляющей окружности радиуса.

Циклоидальные кривые широко применяются в технике для построения профилей зубьев

шестерен, очертания многих типов эксцентриков, кулаков и пр. Особенность циклоидального зацепления состоит в том, что, при внешнем зацеплении головку зуба очерчивает эпициклоида, а ножку зуба описывает гипоциклоида. Происходит касание эпициклоиды шестерни с гипоциклоидой колеса. При внутреннем зацеплении происходит касание эпициклоиды колеса с гипоциклоидой шестерни.

Построение эпициклоид и гипоциклоиды можно упростить при помощи математических пакетов: **MathCAD** ,**MatLAB** ,**Maple,Mathematica**, **Axiom** и др.

Рассмотрим более подробно математический пакет Maple. Maple — программный пакет, система компьютерной алгебры (точнее, система компьютерной математики). Является продуктом компании Waterloo Maple Inc., которая с 1984 года выпускает программные продукты, ориентированные на сложные математические вычисления, визуализацию данных и моделирование. Система Maple предназначена для символьных вычислений, хотя имеет ряд средств и для численного решения дифференциальных уравнений и нахождения интегралов. Обладает развитыми графическими средствами. Имеет собственный интерпретируемый язык программирования, синтаксисом частично напоминающий Паскаль.

Для построения циклоид и эпициклоид используется операция *plot.* Функция *plot* обеспечивает поддержку двухмерных графиков одной или нескольких функций, указанных в качестве выражений, процедур или параметрических функций. (При построении процедуры необходимо использовать обозначение оператора.)

Несколько функций могут быть построены путем размещения списка или набора функций в первом аргументе. Такие параметры, как толщина, цвет и стиль, можно указать для каждой функции, поместив список в соответствующий аргумент параметра

Так же используется функция *implicitplot,* которая используется для неявно заданной функции. В ней так же, как и в функции *plot* , можно менять различные параметры, поместив список в соответствующий аргумент параметра.

Следующая операция для построения графика функции это *animate.* Функция *animate* обеспечивает поддержку двухмерных графиков одной или нескольких функций, указанных в качестве выражений, процедур или параметрических функций. (При анимации процедуры необходимо использовать операторную нотацию.) Примеры возможных опций включают настройку альтернативных систем координат, таких как полярные координаты, горизонтальные диапазоны (через опцию просмотра), различные стили рисования, стили осей, методы окрашивания отдельных кривых и многое другое.

Также возможно построить последовательность анимации из существующих графиков, используя функцию отображения с опцией последовательности. В частности, это полезно, когда у вас есть отдельные наборы точек, которые вы хотите анимировать.

Для того что бы объединить несколько заданных функций в одном графике или в одной анимации, используется функция *display.*

Если L является списком или набором, а непоследовательность ложна, процедура отображения создает объединение заданных структур графика. Если последовательность не соответствует действительности, то список графиков анимируется в заданной последовательности. Если графики приведены в наборе, то порядок не может быть гарантирован. Если две структуры графика имеют разную маркировку, дисплей выбирает одну из них. Аналогично, в случае нескольких заголовков или представлений используется только один из них. Процедура отображения не обрабатывает смешанные бесконечные и бесконечные графики.

Анимационные графики, созданные *animate* или *animate3d*, также могут отображаться. Если неупорядоченность истинна, анимации отображаются последовательно; в противном случае соответствующие кадры в каждой анимации объединяются, а затем отображаются последовательно

Существуют различные версии Maple. В более устаревших версиях Maple нельзя создавать анимацию в неявно заданных функциях. Но не только данная функция невозможна

в более устаревших версиях.

На сегодняшний день масса отраслей, а также учебных заведений технической направленности, которые не могут обойтись без систем проектирования, производства и расчетов. Математические пакеты могут показать, как ведут себя замечательные кривые, которые сложны в построении и в представлении. Зная, как ведут себя кривые можно проследить и изучить различные процессы. Такие как, процессы вращения, процессы в передающих механизмах, а так же различные траектории движения.

Применение «замечательных кривых» широко распространено: их используют в производстве, строительстве, военном деле, программировании. Циклоиды, эпициклоиды, гипоциклоиды интересны своими свойствами, поведением, функциями. Трудно представить повседневный мир без этих кривых, хотя они так незаметны для нашего взора.

Благодаря появлению современных вычислительных систем значительно облегчился доступ к компьютеру непрофессионалам в области программирования, и поддерживается постоянное стремление к их усовершенствованию, освоению новых компьютерных технологий. На сегодняшний день увеличивается применение математических пакетов, потому что их использование облегчает понимание и восприятие высшей математики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Голиус Д.А., Горовенко Л.А*. Циклоиды и их применение при проектировании деталей машин и механизмов // Международный студенческий научный вестник. -№4. - Ч.7. - 2017.
2. *Маркушевич А.И.* Замечательные кривые. - М.: Наука. 1978, 48 с.
3. *Берман Г. Н.* Циклоида. – М.: - ГосТехИздат, 1954г.
4. *Штейнгауз Г.* Математический калейдоскоп. - М.: ГосТехИздат, 1949.

STUDY OF MATHEMATICAL PACKAGES WHEN STUDYING CURVES IN THE COURSE OF HIGHER MATHEMATICS

Gorbacheva E., Mavlyutova A.
Supervisor: I. Mihaylov
(Leninogorsk branch of Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI, Leninogorsk)

The article suggests possible ways to study curves with the help of computer packages. Visualization of epicycloid, hypocycloid and some other curves, including using animation, is proposed.

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ИНТЕРФЕЙСА УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К ЗАЩИЩАЕМЫМ ОБЪЕКТАМ

Камалеева А.Ф.
kamaleeva_adelya@mail.ru
Научный руководитель: С.В. Сотников, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье анализируется работа системного администратора по управлению разрешениями к различным типам компонент операционной системы. Целью данной работы является разработка технологии по созданию стандартизированного интерфейса по управлению доступом к различным типам защищаемых объектов операционной системы на базе Windows NT.

Существует большое разнообразие различных интерфейсов для организации доступа к службам и компонентам операционной системы (ОС). Используются такие интерфейсы, как проводник для доступа к объектам файловой системы, regedit.exe для доступа к ключам и разделам реестра, средство управления принтерами для доступа к устройствам и принтерам,

интерфейс управления общими папками, интерфейс управления службой Authorization Manager и оснастка MMC-консоли «Active Directory users and computers» для доступа к некоторым объектам службы каталогов. Отсутствуют интерфейсы управления доступом к следующим типам защищаемых объектов – именованным и анонимным каналам, объектам управления окном, процессам и потокам, объектам синхронизации между потоками, службам Windows, объектам сопоставления файлов, маркерам доступа и объектам заданий. Вышеперечисленные объекты имеют списки контроля доступа (ACL). Списками, похожими своей структурой на ACL списки, обладают привилегии. Привилегиями называются права пользователя выполнять связанные с операционной системой действия[1,2].

Технология создания обобщенного интерфейса управления доступом подразумевает стандартизированную работу со всеми защищаемыми объектами ОС Windows и управление действиями в операционной системе. Это позволит упростить работу системного администратора по управлению доступом к отдельным компонентам и каждой службе операционной системы.

Предлагается разработать технологию по созданию интерфейса, содержащего следующие элементы.

Слева удобнее расположить панель навигации для отображения данных в виде древовидной структуры (рис. 1, элемент 3). В центральной части окна должны быть отображены дочерние элементы объекта, выбранного в дереве, поскольку это интуитивно понятно (рис. 1, элемент 4). Для удобства работы пользователя с определенным элементом, следует отображать информацию о нем в главном окне. Именно для этих целей будем использовать правую часть окна. Ее следует разделить на две части, поскольку необходимо отображать данные из двух видов списков – списка управления избирательным доступом (DACL) и системным списком управления доступом (SACL). Информацию из DACL списка удобнее отображать в верхней части окна, которая выделена цифрой 5 на рис. 1, информация из SACL списка будет отображаться в нижней части, которая на рис. 1 является 6ым элементом.

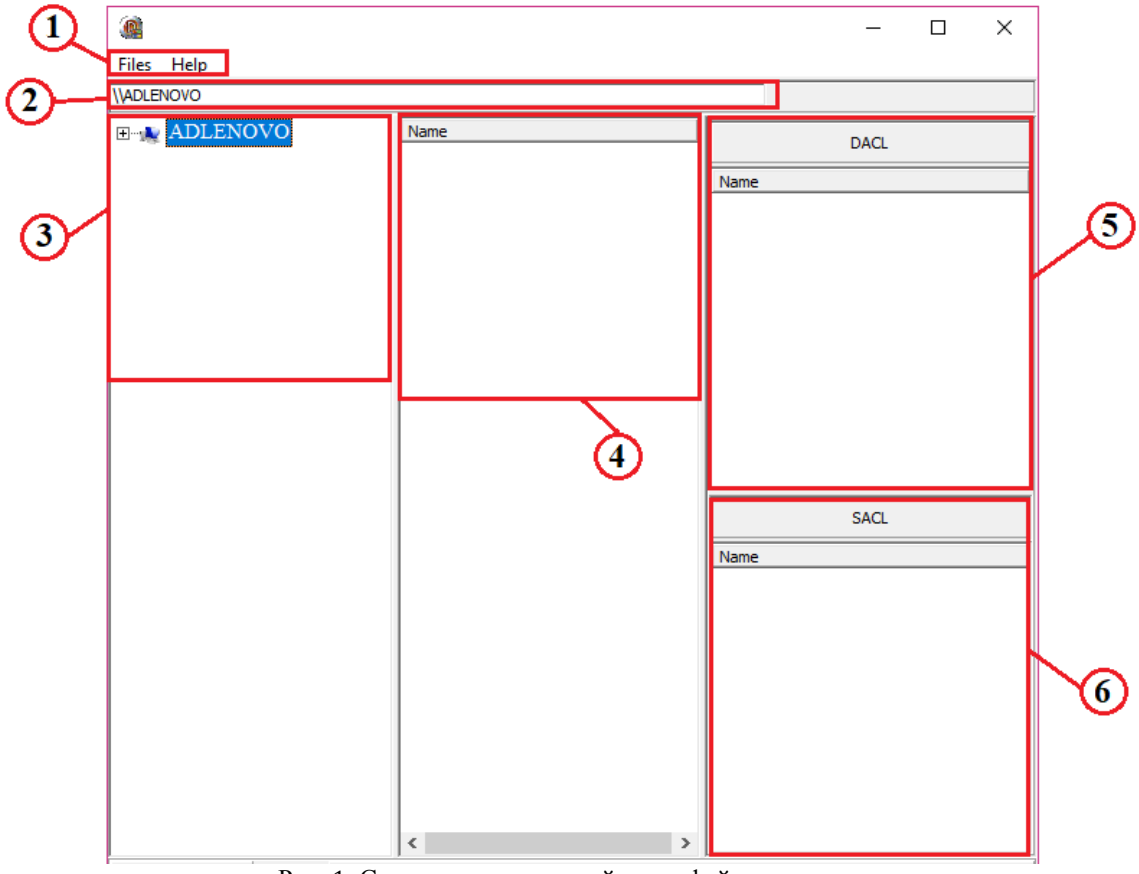


Рис. 1. Стандартизированный интерфейс управления

В панели навигации должны быть расположены все защищаемые объекты и привилегии. Если для защищаемого объекта присутствует библиотека поддержки, то рядом с ним должен появятся плюс и иконка. Пример представлен на рис. 2.

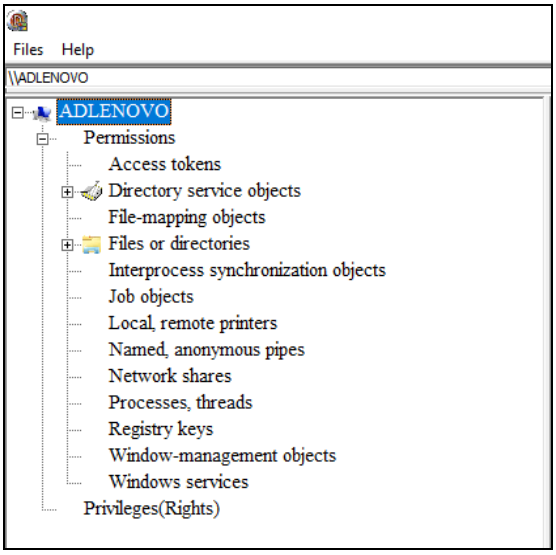


Рис. 2. Панель управления

Алгоритм подключения библиотек должен включать следующие этапы:

1) Сначала должен осуществляться поиск всех библиотек динамической компоновки, находящихся в каталоге программы.

2) Затем должна быть проверка каждой найденной библиотеки на наличие необходимых констант имени защищаемого объекта и номер версии библиотеки.

3) Если библиотека прошла проверку, необходимо загрузить ее в память и занести в массив библиотек с сохранением имени библиотеки и ее дескриптора.

Все библиотеки должны содержать набор функций для обработки осуществляемых в интерфейсе управления действий. Сигнатура функций должна быть стандартизированной и включать ее имя и формальные параметры.

Предложенную технологию обобщенного доступа к защищаемым объектам можно будет использовать в управлении доступом в виде оснастки MMC-консоли, а также через веб-интерфейс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Русинович М., Соломон Д., Ионеску А*. Внутреннее устройство Microsoft Windows. – 6–е изд., СПб.: Питер, 2013. – 800 с.: ил.

2. Securable Objects [Электронный ресурс]. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/windows/desktop/secauthz/securable-objects (Дата обращения 30.05.2019)

TECHNOLOGY OF CREATION OF THE STANDARDIZED INTERFACE OF MANAGEMENT ACCESS TO SECURABLE OBJECTS

Kamaleeva A.

kamaleeva_adelya@mail.ru

Supervisor: S. Sotnikov, Candidate of Technical Sciences

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this article system administrator’s work on management of permissions to different types component of the operating system is analyzed. The aim of this work is development of technology for creation of the standardized interface to management the access to different types of securable objects of the operating system on the basis of Windows NT.

УДК 519.642.6

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ МЕР БЛИЗОСТИ МНОЖЕСТВА К ВЫПУКЛОСТИ И ПОЛУВЫПУКЛОСТИ В S^2

Кондратьев В.В.
celdomnec@gmail.com
Научный руководитель: А.М. Дуллиев, канд. физ.-мат. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе исследуется возможность вычисления мер близости множества к выпуклости и полувыпуклости в S^2. В рамках исследования был предложен и реализован алгоритм, численно вычисляющий данные меры; Проведен ряд тестов, реализующих алгоритм.

Введение

Отличие множества от выпуклого можно определить различными способами. Как правило, все они допускают возможность описывать данные отличия с помощью каких-либо числовых характеристик.

Выпуклые множества встречаются не только в евклидовых пространствах, а также, например, на единичной сфере S^2, с центром в начале координат, где их можно определять в различных смыслах.

В настоящей работе рассматриваются три структуры в S^2. Первые две из них – это выпуклости, состоящие из выпуклых множеств в смысле Робинсона относительно двух соответствующих точек внутри шара ограничиваемого S^2. Вторая структура, полувыпуклость, состоит из множеств для которых любые две их точки можно соединить каким-либо отрезком из первой или второй выпуклости.

Мы вводим характеристику близости произвольного множества в S^2, к каждой из этих структур. При этом они базируется на самом их определении и с точки зрения формулировки не сложны. Несмотря на это, их вычисление достаточно трудоемкая операция.

В данной работе предлагается алгоритм нахождения этих характеристик, а его программная реализация тестируется на серии численных экспериментов.

Основные определения

Множество A называем *выпуклым относительно точки* $c_i \in R^3$, i = 1,2(c_i расположена выше сторону от плоскости Oxy) расположенной внутри шара, если для любых $x, y \in A$ прямая проходящая через точки x, y не пересекает точку c_i и множество точек S^2, вырезаемое двумерным конусом с вершиной c_i и базой $co\{x, y\}$ целиком содержится в A. Множество всех выпуклых относительно точки c_i будем называть выпуклостью $G(c_i)$.

Обозначим точки, вырезаемые из сферы приведенным в предыдущем абзаце конусом, как $g_i(x, y)$ и положим $A_i = \{(x, y) \in A \times A | g_i(x, y) \subset A\}$. Будем считать, что все рассматриваемые ниже в $S^2 \times S^2$ множества измеримы по Жордану.

Множество A называется полувыпуклым, если для всех $x, y \in A$ выполняется хотя бы одно из утверждений: $g_1(x, y) \subset A$ или $g_2(x, y) \subset A$. Множество всех полувыпуклых относительно точек c_1, c_2 будем называть полувыпуклостью $SG(c_1, c_2)$.

Тогда мерой близости множества A к выпуклости $G(c_i)$ назовем следующую величину: $\delta(A, G(c_i)) = \frac{\mu A_i}{\mu A \times A}$, где μ – Жорданова мера множества. Соответственно мерой близости множества к полувыпуклости $SG(c_1, c_2)$ будем называть величину

$\mu A_i\ \delta\left(A, SG\left(c_1, c_2\right)\right) = \frac{\mu A_{1\vee 2}}{\mu A \times A}$, где $A_{1\vee 2} = \{(x, y) \in A \times A | g_1(x, y) \subset A \vee g_2(x, y) \subset A\}$. Нетрудно заметить, что $A_{1\vee 2} = A_1 \cup A_2$.

Алгоритм вычисления мер близости

Не ограничивая общности приведем алгоритм для вычисления $\delta\left(A, G\left(c_i\right)\right)$.

Входные данные: Некоторое множество A на двумерной сфере.

Выходные данные: Мера близости множества A к (полу)выпуклости.

1. Аппроксимируем множество A, равномерной сеткой $\pi(A)$ из сферических квадратов Δ_j с ребром h.

2. Находим аппроксимацию множества $A \times A$ и аппроксимацию(и) множество(а) $A_i = \{(x, y) \in A \times A | g_i(x, y) \subset A\}$.

3. Находим приближенно Жорданову меру множества A_i в виде суммы $\sum_j mesA_i\left(x_j\right) mes\Delta_j \approx mesA_i$. Здесь $A_i\left(x_j\right) = \{(x_j, y) \in A \times A \mid g_i\left(x_j, y\right) \subset A\}$.

4. Вычисляется мера близости $\delta\left(A, G\left(c_i\right)\right) = \frac{\mu A_i}{\mu A \times A}$.

Численная реализация алгоритма

В приведенном алгоритме, и первый и второй шаги, достаточно сложные. Так, первый шаг возможно реализовать, последовательно строя дуги между внутренними точками и граничными, как, более подробно, показано в ниже в пункте 5. Во Втором шаге можно свести к вычислению определенного интеграла, который получается по формуле Грина, как это сделано в пункте 4.

Входные данные: Заданная уравнениями область, вырезаемая из сферы, точки с относительно которых задается выпуклость, шаг разбиения h, точность e.

Выходные данные: Мера близости $\delta\left(A, G\left(c_i\right)\right)$.

Алгоритм:

1. На сфере задается множество точек $(k*h, k*h, k*h), k = 1, 2, 3, \ldots$. Легко видеть, что точки с координатами $(k*h, k*h, k*h), ((k+1)*h, k*h, k*h), (k*h, (k+1)*h, k*h), \ldots, ((k+1)*h, (k+1)*h, (k+1)*h)$ з адают кубы ребром h для любых k. Объединение этих кубов содержит в себе сферу.

2. Для каждой точки определяется по какую сторону от заданной области она находится и присваивается соответствующий знак. В самом деле, если рассматривать задаваемую уравнение поверхность, как множество экстремальных точек, то точки лежащие по разные стороны от поверхности имеют противоположные знаки.

3. Выбираются все кубы, которые имеют вершины противоположного знака. То есть выбираются все кубы, через которые проходит поверхность.

4. Для этих кубов, с помощью алгоритма марширующих кубов численно вычисляется площадь проходящей через них поверхности.

5. Заметим, что множество $A_i = \{(x, y) \in A \times A | g_i(x, y) \subset A\}$, а множество $A_{1\vee 2} = \{(x, y) \in A \times A | g_1(x, y) \subset A \vee g_2(x, y) \subset A\}$. Следовательно $A_{1\vee 2} = A_1 \cup A_2$. Так же справедливо, что $A_{1\vee 2} = A \times A \setminus \bar{A}_{1\vee 2}$. Таким образом, достаточно найти все пары точек, не принадлежащие множеству $A_{1\vee 2}$ и , затем найти разность декартового произведения множества A^2 и дополнения множества $A_{1\vee 2}$.

Предположение

Для любых двух точек x, y, лежащих в множестве A, и таких что $g_i(x,y)$ не является подмножеством A, так же существует точки z_1, z_2, для которых $g_i(z_1, z_2)$ не является подмножеством A и при этом $g_i(z_1, z_2) \subset g_i(x,y)$, а z_1, z_2 - лежат на границе множества A.

Следствие 1

Если x внутренняя точка множества A, и $frA \subset A$ множество всех граничных точек, то множество $\overline{A_i'} = \{\{x,y\} \in g_i(x,z) \mid x \in A, y \in g_i(x,z), z \in frA, g_i(x,z) \subset A\}$ совпадает с множеством $\overline{A_i}$.

Таким образом, для выяснения меры близости множества, находится множества $\overline{A_i}$. В самом деле, зная точку c_i, и точки (x,z), возможно построить конус, проходящий через нашу поверхность, и, соответственно, проходящий через некоторые кубы.

Для нахождения полувыпуклости находится их пересечение.

6. Зная $\mu A_i(x)$, и зная $\mu\Delta_i$ возможно применить формулу (1). В результате ее применения, находится мера близости μA_i.

7.

Тестирование алгоритма

Выпуклости на которых тестировался алгоритм, задавались точками c_1, c_2 (указать конкретные значения), а множества для которых рассчитывалась мера близости, выбирались из семейства выпуклых треугольников, со следующими характеристиками(указать точки).

С предложенного алгоритма, было установлено, что для данных множеств их мера близости к выпуклостям была более 90%, полувыпыклости почти равнялась 100%.

Так же было установлено, что при приближении точек c_1, c_2, к плоскости, пропущенной через вершины треугольника, мера близости к полувыпуклости падала до 94%.

Эти данные говорят о том, что рассматриваемые треугольники являются достаточно хорошими, с точки зрения их близости к полувыпуклости, даже несмотря на положение точек c_1, c_2. Более того, отличие близости к выпуклостям и полувыпуклостям достаточно небольшое. Однако, при рассмотрении других множеств, это отличие оказывается заметно больше. Так, для множества задаваемого уравнениями $-x^2 - (y-1.1)^2 + z^2 \le 0$, $-x^2 - y^2 + x^2 \le 0$, $0.1 - z \le 0$ на двумерной сфере мера близости множества составляла около 65%, в то время как мера близости к полувыпуклости достигала 77%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *А.М. Дуллиев*, “Две структуры из выпуклостей на двумерной сфере”, Матем. заметки, стр. 102:2 (2017), 186 – 196; Math. Notes, 102(2017), 156-163.

2. *В.П. Солтан*, Введение в аксиоматическую теорию выпуклости, Изд-во Штиинца, Кишенев, 1984.

3. *M. L. J. van de Vel*, Theory of Convex Structures, North-Holland Math. Library, 50, Noth-Holland Pul., Amsterdam, 1993.

4. *W. E. Lorensen, H. E. Cline* - Marching Cubes: A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm. //http://www.eecs.berkeley.edu/~jrs/meshpapers/LorensenCline.pdf

ALGORITHM OF CALCULATION OF MEASURES OF IMPORTANCE OF SETTLE TO CONVERGENCE AND SEMI-HUMIDITY IN S^2

Kondratyev V.

celdomnec@gmail.com

Scientific adviser: A. Dulliev, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, it is assumed that in S2 there are many options for complete coincidence and semi-convexity. As part of the research, an algorithm was proposed and implemented, numerically calculated data measures; A series of tests, mainline algorithm.

УДК 003.26

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «BLOCKCHAIN» НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Кондратьев С.В.
stasradgy@gmail.com
Научный руководитель: И.Н. Урахчинский, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлен сравнительный анализ алгоритмов шифрования технологии “BlockChain”.

На сегодняшний день шифрование является неотъемлемой частью информационной безопасности. Его применяют практически во всех сферах IT. Исключением не стала молодая, но перспективная технология Блокчейн - децентрализованной базы данных, представляющая собой цепочку, состоящую из большого количества блоков, где может храниться различная информация [1]. Технология Блокчейна впервые была применена для создания криптовалюты Bitcoin [2]. Буквально за пару лет рынок криптовалют расширился, и Блокчейн приобрел популярность, на его основе создавались десятки новых криптовалют.

Любая реализация криптовалюты должна содержать операцию транзакции – перевода валюты от одного пользователя системы к другому, Возникает вопрос о безопасном способе отправки транзакций по открытому каналу в условиях отсутствия третей доверительной стороны, так чтобы злоумышленник не мог подделать или подменить транзакцию. С этой задачей справляются алгоритмы асимметричного шифрования позволяющие создавать электронно-цифровые подписи (ЭЦП). ЭЦП аналогичны по принципу работы с обычной подписью, т.е. поставить данную подпись может лишь ее владелец, но проверить ее действительность может любой. Для создания подписи используется секретный ключ известный только его владельцу, для проверки подписи применяется открытый ключ отправителя.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа алгоритмов асимметричного шифрования, применяемых в блокчейне, для выявления оптимального алгоритма с надежным уровнем криптостойкости и высокой скоростью работы.

На сегодняшний день существует 3 типа алгоритмов асимметричного шифрования [3]:

1. IFC (Integer-Factorization Cryptography) - Алгоритмы, стойкость которых основывается на сложности задачи факторизации чисел по модулю, к ним относится алгоритм RSA
2. FFC (Finite-Field Cryptography) - алгоритмы, основанные на операциях в конечных полях. (DSA)
3. ECC (Elliptic-Curve Cryptography) - алгоритмы в группах точек эллиптических кривых к ним относятся ECDSA и EdDSA, самый современный тип алгоритмов, являющийся наиболее перспективным направлением на данный момент.

Алгоритм RSA открытый в 1977 году, до активного применения криптографии на эллиптических кривых являлся, безусловно, самым популярным алгоритмом шифрования с открытым ключом. Стойкость алгоритма основывается на вычислительной сложности задачи факторизации больших целых чисел [4]. Алгоритм стал первым пригодным как для создания цифровых подписей, так и для шифрования сообщений. Самым эффективным алгоритмом криптоатаки является общий метод решета числового поля, скорость которого для k-битного целого числа составляет $\exp\left(\left(c+O(1)\right)k^{\frac{1}{3}}log^{\frac{2}{3}}k\right)$ для некоторого $c<2$ [5].

DSA (Digital Signature Algorithm) — Алгоритм, с открытым ключом предназначенный для создания цифровых подписей, но не для шифрования данных, был предложен NIST в 1991 году, стойкость алгоритма основывается на сложности задачи вычисления дискретного логарифма. Эффективным алгоритмом криптоатаки на данный момент также как и на RSA является общий метод решета числового поля.

ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) - Алгоритм с открытым ключом для создания цифровой подписи, аналогичный по своему строению DSA, но определённый, в отличие от него, не над кольцом целых чисел, а в группе точек эллиптической кривой [6]. Алгоритмами криптоатаки являются: Гельфонда – Шенкса, алгоритм ρ Полларда, оба имеют сложность $O\left(\sqrt{n}\right)$.

Edwards-curve Digital Signature Algorithm – EdDSA, новейший из известных алгоритмов для создания ЭЦП, разработан в 2011 год. EdDSA является вариацией схемы Шнора использующей скрученную эллиптическую кривую Эдвардса [7]. Алгоритм спроектирован так, чтобы быть быстрее существующих схем ЭЦП обеспечивая высокий уровень безопасности.

Перейдем к сравнительному анализу алгоритмов асимметричного шифрования, наиболее актуальными параметрами для схемы ЭЦП являются:

- Длина ключа, обеспечивающая надежную криптостойкость.
- Время создание и проверки подписи.
- Криптостоикость алгоритма, то есть оценка криптографических атак.
- Время генерации пар ключей, данная операция выполняется значительно реже подписи или верификации в обычных условия схемы ЦП, однако в некоторых блокчейн системах генерация ключей производится каждый раз при создании транзакции, в таком случае время ее выполнение настолько же актуально, как и время генерации подписи.

NIST представила таблицу сравнения размеров ключей различных видов алгоритмов, обеспечивающий одинаковый уровень криптостойкости (Таб. 1) [8].

Таблица 2

Оценка уровня криптостойкости

Уровень криптостойкости (биты)	DSA	RSA	ECDSA	EdDSA
80	1024	1024	160	160
112	2048	2048	224	224
128	3072	3072	256	256
192	7680	7680	384	384
256	15360	15360	512	512

Из таблицы видно, что алгоритмы, основывающиеся на эллиптических кривых, требуют значительно меньшую длину ключа по сравнению с конкурентами. Криптостойкоть уровня 80 бит считается уже не надежной и не применяется в современных стандартах. Наибольшей популярностью пользуется защита в 128 бит что эквивалентно битовой длине ключей в 3072 для RSA и DSA, и 256 бит для ECDSA и EdDSA. Согласно данным NIST, уровень криптостойкости в 128 бит обеспечивает надежную защиту даже после 2030 года.

Для сравнительного анализа скорости выполнения операций алгоритмов асимметричного шифрования разработан программный продукт на языке Java, моделирующий схему ЭЦП для алгоритмов RSA, DSA, ECDSA и EdDSA. Подобный программный продукт был разработан для сравнения алгоритмов RSA и ECDSA в статье [9], а также для сравнения алгоритмов майнинга [10].

При помощи разработанного программного продукта был проведен тест зависимости времени выполнения операций (в секундах) от уровня криптостойкости (в битах) для различных алгоритмов.

Данные о проведение сравнения:

- Алгоритмами сравнения являются методы шифрования RSA, DSA, ECDSA, EdDSA с длинами ключей обеспечивающих одинаковый уровень криптостойкости по данным NIST.
- В реализации ECDSA используются стандартизированные NIST эллиптические кривые: secp160k1, secp224k1, secp256k1, secp384r1, secp521r1.
- Для проведения адекватной оценки работы алгоритмов проводилось 100 прогонок с вычислением среднего значения времени.
- Время предварительного хеширования сообщения не замеряется.
- Тест проводился на процессоре Ryzen 2600 с частотой 3,4-3,9 ГГц, без использования многопоточности.

Полученные данные времени верификации представлены ниже в таблице (Таб. 2) и графике (Рис. 1).

Таблица 3

Время верификации в секундах при различной криптостойкости

Алгоритм	Стойкость 80 бит	Стойкость 112 бит	Стойкость 128 бит	Стойкость 192 бит	Стойкость 256 бит
RSA	0,000064117	0,00023392	0,00031307	0,00163242	0,00410617
DSA	0,001454358	0,00744660	0,01418748	0,09714745	0,37366312
ECDSA	0,005040388	0,01014375	0,01390890	0,03480264	0,07669981
EdDSA	-	-	0,00517465	-	-

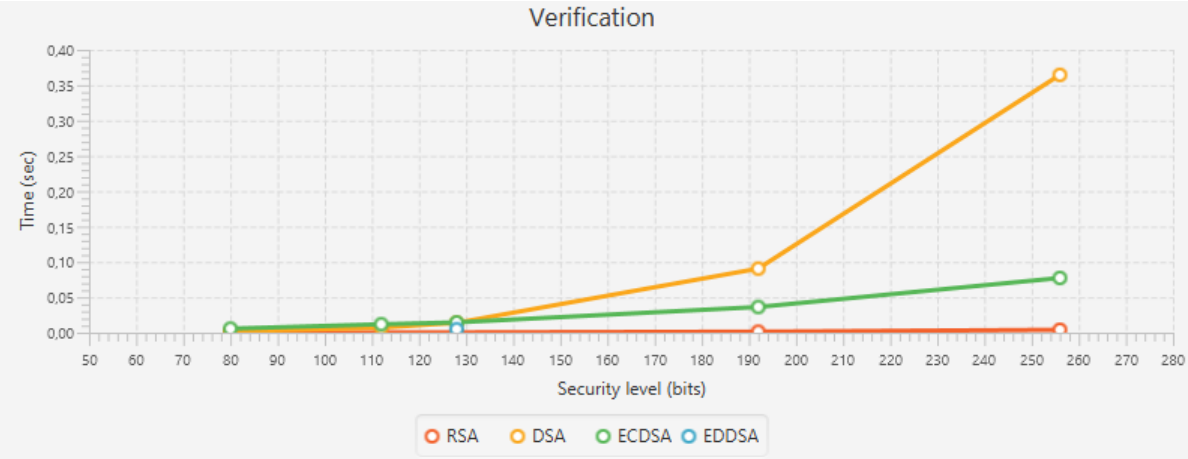


Рис. 15. График зависимости времени верификации от уровня криптостойкости

Из графика (Рис. 1) видно, что RSA вне всяких сомнений обладает самой быстрой верификацией из имеющихся на сегодняшний день схем цифровых подписей. Данные показатели были достигнуты благодаря использованию в качестве значения открытой экспоненты числа с малым количеством единичных бит, ($e = 65537$), из-за чего алгоритм быстрого возведения в степень по модулю, производящий дешифровку, оказывается эффективнее операций верификации других алгоритмов.

Для уровня криптостойкости ниже 128 бит, алгоритм DSA занимает второе место по скорости. Это объясняется эффективностью метода быстрого возведения в степень для чисел с относительно не большой битовой длинной, в сравнении с операцией скалярного умножения точки эллиптической кривой для ECDSA. При самых распространенных длинах ключей, а именно 3072 для FFC и IFC, и 256 бит для ECC (криптостойкость в 128 бит) алгоритм ECDSA обладает незначительно лучшим показателем в сравнении с DSA, однако, становится значительно эффективнее с дальнейшем ростом уровня криптостойкости, это связанно с работой алгоритмов ECC на значительно меньших конечных полях в сравнении с DSA.

Говоря о алгоритме EdDSA, стоит заметить, что так как длина ключа алгоритма фиксирована и всегда составляет 256 бит, зависимость для него построить не удастся. Однако при криптостойкости в 128 бит, верификация EdDSA оказался 2.5 раз быстрее, чем у

ECDSA, алгоритм занимает второе место, уступая лишь RSA.

Переходя к сравнению создания подписи, результаты для RSA оказались противоположны, алгоритм обладает наихудшим временем подписи при любой длине ключа и становится малоэффективным при уровне защиты выше 128 бит, где время подписи занимает от 0,9573 сек. (Таб. 3).

Таблица 4

Время создания подписи в секундах при различной криптостойкости

Алгоритм	Стойкость 80 бит	Стойкость 112 бит	Стойкость 128 бит	Стойкость 192 бит	Стойкость 256 бит
RSA	0,00546769	0,04173459	0,09043696	0,95730266	5,55314445
DSA	0,00043132	0,00169672	0,00350893	0,02335599	0,09872374
ECDSA	0,00119863	0,00271698	0,00333774	0,01015645	0,01975068
EdDSA	-	-	0,00252509	-	-

На графике, из-за существенной разницы с остальными алгоритмами сравнения. RSA не представлен (Рис. 2).

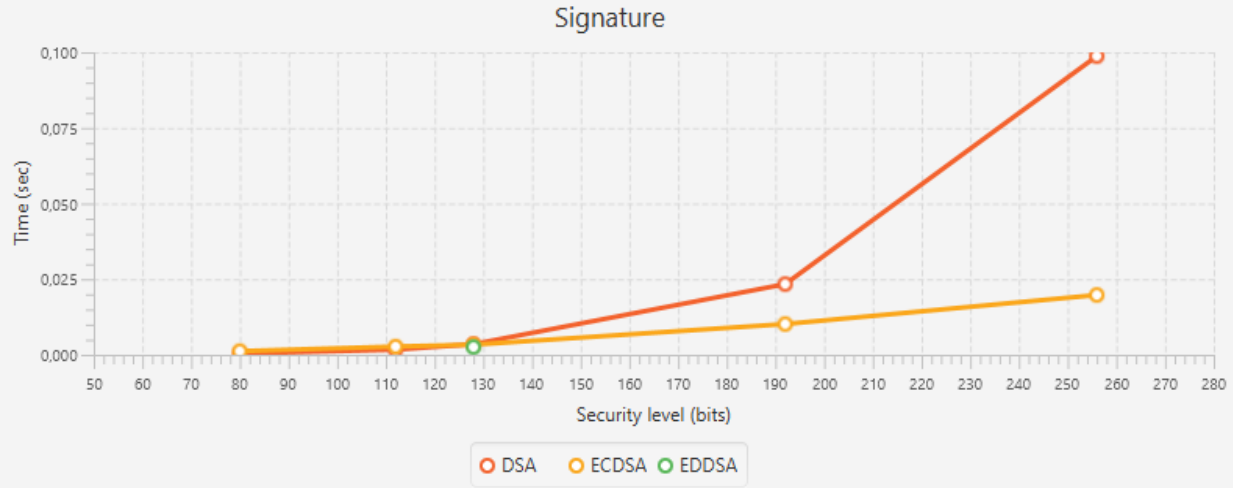


Рис. 16. График зависимости времени создания подписи от уровня криптостойкости

Сравнение ECDSA, DSA и EdDSA повторяет ситуацию верификации, ECDSA уступает в скорости при уровне криптостойкости менее 128 бит, обладает незначительным преимуществом при уровне защиты в 128 бит, однако становится существенно эффективнее при больших длинах ключей.

EdDSA можно назвать чистым победителем в скорости генерации подписей при криптостойкости в 128 бит, подпись выполняется за 0,0025 с, что в 1,3 раза быстрее ECDSA, в 1,4 раз быстрее DSA, и в 36 раз быстрее RSA

Для времени генерации ключей тест показал следующие результаты (Таб. 4, рис. 3)

Таблица 5

Время создания ключей в секундах при различной криптостойкости

Алгоритм	Стойкость 80 бит	Стойкость 112 бит	Стойкость 128 бит	Стойкость 192 бит	Стойкость 256 бит
RSA	0,02129239	0,20140719	0,45517511	18,2417996	226,32225897
DSA	0,00075437	0,00370156	0,00761595	0,04726072	0,17732674
ECDSA	0,00229862	0,00477345	0,00646257	0,01673750	0,03489739
EdDSA	-	-	0,00227003	-	-

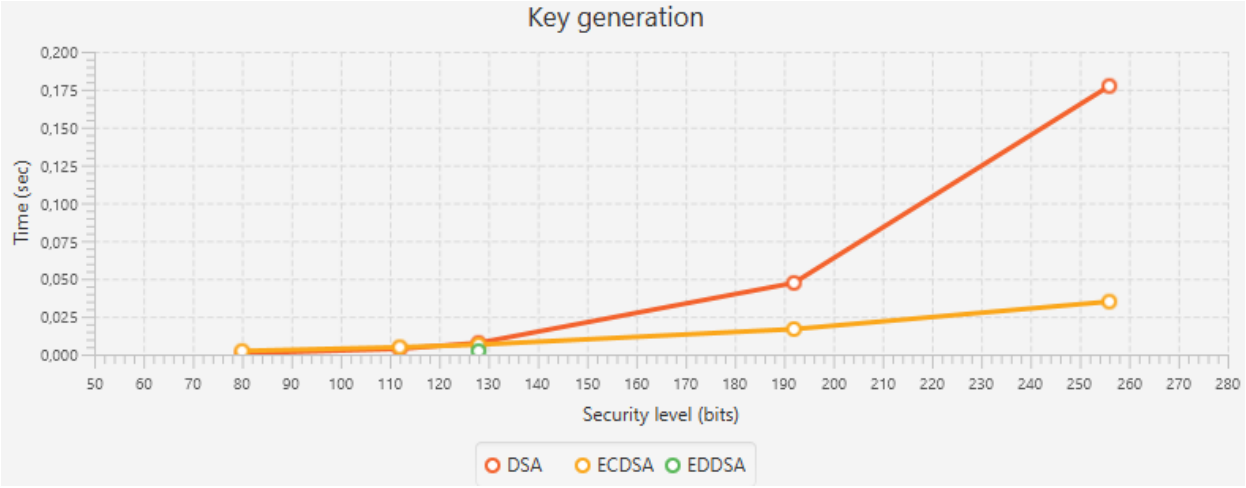


Рис. 17. График зависимости времени генерации ключей RSA от уровня криптостойкости

Наилучшими показателями для уровня криптостойкости менее 128 бит обладает DSA (Таб. 4), с не большим отрывом за ним идет ECDSA. При уровне безопасности от 128 бит алгоритмы ECC становятся в разы эффективнее (Рис. 3). Самым эффективным показателем скорости обладает алгоритм EdDSA при криптостойкости в 128 бит генерация ключей занимает всего 0,0023 с, что в 2,8 раз быстрее ECDSA, в 3,35 быстрее DSA, и в 200 раз быстрее RSA. RSA в свою очередь оказывается абсолютно не пригодным алгоритмом, для схем ЭЦП с разовыми ключами, он обладает наихудшей скоростью генерации ключей и экспоненциальной зависимостью времени создания ключей от длины.

Из полученных данных формируется вывод, что при криптостойкости менее 128 бит, алгоритмы DSA и RSA показывают в среднем наиболее оптимальные показатели, RSA значительно эффективнее в верификации, но уступает в времени создания и генерации ключей, алгоритмы основанные на эллиптических кривых в свою очередь на примере ECDSA не эффективны при длинах ключей менее 256/3072 бит ECC/(FFC и IFC) соответственно. При использовании наиболее распространенного уровня криптостойкости в 128 бит, алгоритмы ECC становятся оптимальным решением, при этом EdDSA является без сомнений самой быстрой схемой ЭЦП на данный момент, уступая лишь RSA в скорости верификации.

Исходя из этого, EdDSA можно назвать наиболее привлекательным алгоритмом для применения в блокчейн проектах на данный момент. Однако данный алгоритм появился совсем не давно, и не успел укрепиться в современных стандартах, в связи с чем, в большинстве проектов используется алгоритм ECDSA, который хоть и уступает в скорости, но обладает возможностью роста уровня криптостойкости, сохраняя отличные показатели времени выполнения операций.

Результаты работы планируются к внедрению в учебный процесс в рамках обучающей системы кафедры Прикладной математики и информатики [11,12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Satoshi Nakamoto*. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System - 2008. - 9 с.
2. *Marco Iansiti* and *Karim R. Lakhani*. “The Truth About Blockchain”. Harvard Business Review (January–February 2017 issue) – 118-127 с.
3. *Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot,* and *Scott A. Vanstone* “Handbook of Applied Cryptography”. CRC Press. (October 1996) – 816 с. - ISBN 0-8493-8523-7.
4. *Jonathan Katz* and *Yehuda Lindell*. “Introduction to Modern Cryptography, Second Edition” - 2014 - 498 с.
5. *Pomerance, Carl*. “A Tale of Two Sieves”. Notices of the AMS. 43 (12) - 1996 - 1473-1485 с.
6. *J. W. Bos, J. A. Halderman, N. Heninger, J. Moore, M. Naehrig*, and *E. Wustrow*, “Elliptic

curve cryptography in practice” in International Conference on Financial Cryptography and Data Security. Springer, 2014, 157–175 с.

7. *Josefsson, S.*; *Liusvaara, I.* Edwards-Curve Digital Signature Algorithm (EdDSA). Internet Engineering Task Force. ISSN 2070—1721. RFC 8032. (January 2017). https://tools.ietf.org/html/rfc8032

8. NIST Special Publication 800-57 Recommendation for Key Management – Part 1: General, original version 2005, Csrc.nist.gov

9. *Урахчинский И.Н., Хайрисламов Д.А., Кондратьев С.В., Кошмин М.Д.* Сравнительный анализ алгоритмов майнинга в технологии «BlockChain» // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Апрель 2019). Международная научная конференция "Наука. Исследования. Практика". – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2019. С. 134-138.

10. *Урахчинский И.Н., Д.А., Кондратьев, Хайрисламов С.В., Кошмин М.Д.* Сравнительный анализ алгоритмов шифрования в технологии «BlockChain» // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Апрель 2019). Международная научная конференция "Наука. Исследования. Практика". – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2019. С. 130-134.

11. *Урахчинский И.Н., Александров А.Ю*. К вопросу реализации мобильности контента автоматизированных обучающих систем. // Аналитическая механика, устойчивость и управление. Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н.Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т.К. Сиразетдинова. 2017. С. 212-216.

12. *Александров А.Ю., Урахчинский И.Н.* Система автоматизации службы технической поддержки дистанционного обучения. // Аналитическая механика, устойчивость и управление. Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н.Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т.К. Сиразетдинова. 2017. С. 26-30.

COMPARISON OF THE ENCRYPTION ALGORITHMS IN “BLOCKCHAIN” TECHNOLOGY BASED ON THE EXPERIMENTAL DATA

Konratyev S.
stasradgy@gmail.com
Supervisor: I. Urahchinskiy, Candidate of Technical Sciences
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The article presents a comparative analysis of the encryption algorithms of the BlockChain technology.

УДК 528.88, 519.677

ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

Курагин А.В., Колесенков А.Н.
krgn2003@mail.ru
Научный руководитель: А.И. Таганов, д-р техн. наук, профессор
(Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, г. Рязань)

В данной статье представлен обзор перспективных методов обработки данных наблюдения Земли (НЗ) на ближайшее десятилетие. Эта цель сочетается с широко распространенной потребностью мгновенного доступа к информационным продуктам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

1.Введение

Данные наблюдения Земли (НЗ), получаемые с помощью спутников дистанционного зондирования, повсеместно используются в обществе для различных целей, таких как мониторинг окружающей среды и природных ресурсов, управление чрезвычайными

ситуациями и национальная безопасность. Этот процесс носит структурированный последовательный характер, начиная от сбора данных датчиков на борту спутника, их сжатие и хранение на борту, а также передачу на землю с помощью различных средств связи, для последующей обработки. Рост объема необработанных данных на борту спутника, которые должны быть переданы на землю, создает серьезную проблему узкого места, замедляя доступность продуктов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

2.Повышение производительности бортовых процессоров

В частности, повышенные требования к производительности бортовых процессоров будут обусловлены не только проблемами навигации относительно местности для выполнения автономных функций посадки на планетах и стыковку с другими аппаратами, но обработкой больших массивов данных. Конечной целью является разработка космической вычислительной системы следующего поколения, учитывающей производительность, управление энергией и отказоустойчивость. Так, например NASA (англ. National Aeronautics and Space Administration) совместно с компанией Boeing разработали многолетний план развития технологий по созданию космического процессора следующего поколения. Проект HPSC (англ. High-Performance Spaceflight Computing)[1] будет использовать библиотеки стандартных ячеек RHBD (англ. Radiation Hard by Design), а также процессор ARM A53 с внутренним дизайном NEON SIMD (англ. Single Instruction Multiple Data). Кратко изложенная технология HPSC задумана как эталон в архитектуре бортового оборудования космических аппаратов. Это 64-разрядный двойной четырехъядерный строительный блок с обеспечением расширяемости и совместимости с другими вычислительными устройствами и с поддержкой масштабирования мощности и управления энергией, а также размещения программных методов отказоустойчивости.

3.Увеличение пропускной способности нисходящего канала

Увеличение пропускной способности нисходящего канала является одним из возможных решений проблемы узких мест. Например, использование спутников с высокой пропускной способностью HTS (англ. High Throughput Satellite) [2]. Пропускная способность этих спутников составляет до 140 Гбит/с, что до 20 раз выше, чем для классического спутника на той же полосе частот. Также создание в космическом пространстве компактных терминалов оптической связи для передачи данных со скоростью до 100 Гбит/с, тоже является способом увеличения пропускной способности.

4.Обработка данных на борту

Другим подходом, который сегодня актуален для нескольких космических миссий, является обработка на борту спутника данных зондирования Земли. Передача по нисходящему каналу осуществляется быстро и надежно уже готового информационного продукта, имеющего относительно низкий объем данных. Сегодня предлагается несколько решений для бортовой обработки оптических изображений, мультиспектральных данных и даже данных SAR (англ. Synthetic-Aperture Radar) [3], которые будут реализованы на микро - и наноспутниках, спутниках с низкой околоземной и геостационарными орбитами.

В данной статье рассматривается предварительное решение для генерации и обработки изображений на борту, которое использует комбинацию классических и AI-решений (англ. Artificial Intelligence). Конечно, искусственный интеллект играет все большую роль во многих космических полетах, в которых возможно автономно выполнять несколько операций, такие как обработка данных и управление космической системой.

А.Решение на основе искусственного интеллекта

Задача состоит в том, чтобы предложить цепочку получения данных и обработки данных наблюдения Земли (НЗ) следующего поколения.

Первый этап технологической цепочки – это генерация изображения IG (англ. Image Generator). На данном этапе происходит преобразование необработанных данных, в калиброванное по излучению и не содержащее артефактов изображение, которое может быть уже отправлено на землю в качестве промежуточного продукта НЗ. Второй этап - это обработка изображений IP (англ. Image Processing). Он отвечает за извлечение конкретной

информации из изображений и создание предупреждения по заранее определенному алгоритму, которое будет передано на землю. Размер конечной информации будет значительно меньше, чем начальные необработанные данные, поэтому пользователь получит их с очень малой задержкой.

Предлагаемая цепочка IG-IP основана на сочетании алгоритмов компьютерного зрения для эффективного формирования изображений и извлечения определенных признаков из них, адаптированных для более низких вычислительных возможностей бортового оборудования, и алгоритмов машинного обучения для классификации визуальных признаков и событий, представляющих интерес. В частности, в качестве конечного классификатора предлагается использовать предварительно обученную машину опорных векторов (англ. Support Vector Machine — SVM) [4]. Сегодня это достаточно популярный инструмент классификации, который использует теорию контролируемого машинного обучения для максимизации точности прогнозирования. Примерами работы бортовых алгоритмов IG-IP являются испанский спутник DEIMOS-2 [5] и миссия MSG (англ. Meteosat Second Generation) [6] второго поколения.

Б.Сжатие необработанных данных SAR

Задача сжатия исходных данных SAR более сложна по сравнению со сжатием оптических изображений, поскольку этот вид данных состоит из сложных выборок с низкой корреляцией между собой. Также, алгоритм сжатия должен учитывать аппаратные ограничения для спутниковых систем.

Исторически наиболее используемым алгоритмом в области сжатия данных SAR является алгоритм BAQ (англ. Block Adaptive Quantization) [7]. Этот алгоритм основан на предположении, что данные могут быть смоделированы как сложный случайный процесс, где мнимая и действительная части являются независимыми гауссовыми выборками с медленно меняющимся стандартным отклонением. Методика заключается в разбиении данных на блоки, над которыми процесс можно считать стационарным, с последующим квантованием данных внутри блоков с помощью квантователя Макса-Ллойда [8]. Было предложено несколько вариантов, таких как Энтропийно-ограниченное, векторное и гибкое блочные адаптивные квантования [9], которые улучшают характеристики BAQ, но и повышают сложность. Данные методы используют только статистику первого порядка исходных данных. Некоторые подходы, которые пытаются использовать корреляцию между исходными данными, например, с использованием преобразования Фурье, дискретного косинусного преобразования [10] или вейвлетов [11], не принимаются из-за высоких вычислительных мощностей.

Стандарт CCSDS-123.0-B-2 [12] «сжатие мультиспектральных и гиперспектральных изображений малой сложности без потерь и почти без потерь» описывает алгоритм сжатия мультиспектральных изображений на борту спутников и основан на DPCM-схеме с последующим энтропийным кодером [13].

Поскольку жизнеспособность такого рода алгоритмов для сжатия данных SAR уже была признана в таких работах, как [14] на реальных изображениях с миссии SIR-C/X-SAR [15], то целесообразно использовать его как универсальный алгоритм для сжатия исходных данных SAR и оптических изображений на спутниках, вместо того, чтобы реализовывать два разных метода.

Заключение

В данной статье представлены возможные направления развития передовых космических вычислений на горизонте ближайших 10-15 лет. Во-первых, необходимо обеспечить создание высокопроизводительных процессоров в сочетании с низким потреблением энергии. Во-вторых, это создание нисходящих каналов связи с гораздо большей пропускной способностью, чем мы имеем сегодня. И наконец, это применение Al-технологий в совокупности с универсальными методами обработки данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *George Lentaris, et al* «High-Performance Embedded Computing in Space: Evaluation of Platforms for Vision-Based Navigation», Journal of Aerospace Information Systems, Vol. 15, No. 4, April 2018.

2. *Gonzalo de Dios* «High-Throughput Satellites Technology Trends», ITU Regional Radiocommunication Seminar 2017 for the Americas (RRS-17-Americas) Lima, Peru, 2017.

3. *C. D'Elia, G. Poggi and L. Verdoliva* «Compression of SAR raw data through range focusing and variable-rate trellis-coded quantization», IEEE Trans. Image Processing, vol. 10, no. 9, pp. 1278-1287, Sep. 2001.

4. *О. Жерон* «Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow» Вильямс, 2018, с.199-222.

5. https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/d/deimos-2

6. https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/m/meteosat-second-generation

7. *R. Kwok, W. T. K. Johnson* «Block adaptive quantization of Magellan SAR data», IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 27, pp. 375-383, July 1989.

8. *Algra, T.* «Data compression for operational SAR missions using entropy-constrained block adaptive quantisation.» In IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2002), Vol. 2, Toronto, Canada, 2002, 1135-1139.

9. *Д. Сэломон* «Сжатие данных, изображений и звука» // М: Техносфера. – 2006, с.169-175

10. *В.М.Чернов* «Быстрый алгоритм дискретного косинусного преобразования нечетной длины» // Автомат. и вычисл. техн., N3, 1994, с.62-70.

11. *А.Н. Яковлев* «Введение в вейвлет-преобразования» //Учебное пособие, Н: НГТУ, 2003,102 с.

12. Recommended Standard, Issue 2, BLUE BOOK, Feb 2019.

13. *А.Ю. Тропченко, А.А. Тропченко* «Методы сжатия изображений, аудиосигналов и видео» // Учебное пособие по дисциплине «Теоретическая информатика», Сп-б:ИТМО, 2009, 105 с.

14. *E. Magli and G. Olmo* «Lossy predictive coding of SAR raw data», in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 41, no. 5, pp. 977-987, May 2003.

15. *M. Zink, R. Bamler* «X-SAR radiometric calibration and data quality», IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 33, pp. 840-847, July 1995.

STRATEGIC ROADMAP FOR ADVANCED SPACE COMPUTING

Kuragin A., Kolesenkov A.

krgn2003@mail.ru

Scientific adviser: A. Taganov, Doctor of Technical Sciences, Professor

(Ryazan State Radio Engineering University name after V.F. Utkina, Ryazan)

This article provides an overview of promising methods for processing Earth observation (NC) data for the next decade. This goal is combined with the widespread need for instant access to Earth Observation (EO) information products.

УДК 303.724.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОЦЕНИВАНИЯ ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКОГО МНОГОБОРЬЯ

Кычкин И.М.
vip.kychkin@gmail.com
Научный руководитель: Новикова С.В., д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассмотрены способы оценивания результатов спортсменов различных дисциплин. В результате сравнения выявлена наиболее точная система расчета баллов с применением сети типа многослойный персептрон.

В наши дни спорт является неотъемлемой частью жизнедеятельности человека. А соревнования, чемпионаты и олимпиады стали краеугольным камнем деятельности большинства спортсменов. Только в сравнении с кем-то выявляется лучший, а стремление стать таковым – это естественная потребность человека. Определение «лучших» всегда происходит с помощью оценивания, меры успеха в каком-либо состязании. И иногда, даже сотые доли играют важную роль в определении лидирующих показателей в соревнованиях. Поэтому, немаловажно производить максимально точную оценку попыток спортсменов.

Рассмотрим несколько методик подсчета очков на примере легкоатлетического семиборья у женщин. При подсчете очков в данной совокупности дисциплин используются различные методики. Например, расчет по формуле

$$y = a \cdot |x - b|^c \quad (1)$$

, где x — результат, выраженный в соответствующих единицах измерения; a, b, c — специальные коэффициенты, различные для каждой из дисциплин многоборья [1]. Второй методикой, применяемой для расчёта результатов, является использование таблиц подсчета очков в многоборье, официально утвержденных международной ассоциацией легкоатлетических федераций [2]. Недостатком данных методик является то, что данные модели построены эмпирическим путем, то есть опытным путем, поэтому могут давать неточные результаты.

Данные таблиц, используемых для расчета результатов, представляют собой регрессионную зависимость вектора $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ от вектора $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$. Вектор X можно интерпретировать как результат, выраженный в секундах, который показал спортсмен, например, после бега на короткие дистанции, Y – количество очков, набранных за данную дисциплину. Есть предположение, что используя нейронные сети типа «многослойный персептрон» для реализации нелинейной самообучающейся функции, описывающую регрессионную зависимость вектора X от вектора Y, можно определять более точные оценки спортсменов, вплоть до долей секунд. Так же опишем нелинейную зависимость набора векторов методом наименьших квадратов, позволяющую аппроксимировать точечные значения некоторой функции. Сравним точности, полученные данными методами.

Персептроны являются хорошими аппроксиматорами, позволяющими построить адекватные зависимости входного набора векторов и выходного [3]. Разработана структура сети прямого распространения. В скрытом слое используется 10 нейронов, которые обладают сигмоидальной функцией активации. Входом нейронной сети будет являться вектор X - результаты спортсменов. Выходом нейронной сети будет вектор Y - количество очков.

Для решения поставленной задачи использовался инструмент NNTool пакета прикладных программ MATLAB. Он применяется для построения, обучения и использования искусственных нейронных сетей. Так же есть возможность обращения при создании программного кода к ответу нейронной сети благодаря встроенным функциям. В качестве

обучающей выборки были использованы табличные данные об оценивании легкоатлетического многоборья, принятые международной легкоатлетической федерацией.

Результаты обучения нейронной сети представлены на рисунке 1.

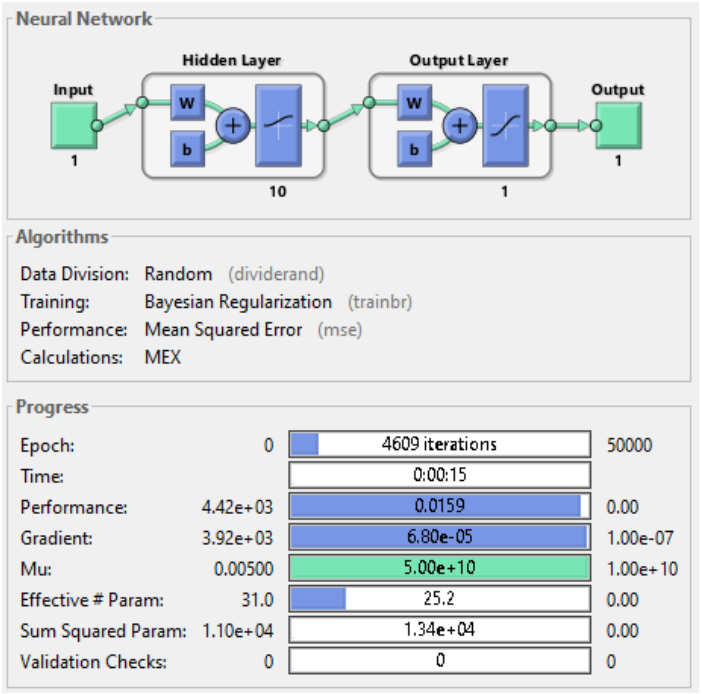


Рис. 1. Результаты обучения нейронной сети

Для проведения сравнительного анализа применения приближенных функций для оценивания результатов спортсменов используем полиномы в смысле метода наименьших квадратов. Данный метод основан на минимизации суммы квадратов отклонений отдельных функций от искомых переменных [4]. В нашем случае метод наименьших квадратов будет применен для аппроксимации точечных значений функции. Суть метода заключается в «приближении» взаимосвязи между y и x некоторой функцией f(x,b), нахождении наилучших значения параметров b, максимально приближающие значения функции f(x,b) к фактическим значениям y. Иными словами, для набора данных:

$$(x_i, y_i)_{i=1,2,\ldots,N} \tag{2}$$

требуется найти такой полином степени n

$$p^{(n)}(x) = p_1 x^n + p_2 x^{n-1} + \ldots + p_n x + p_{n+1} \tag{3}$$

коэффициенты которого являются решением следующей задачи минимизации

$$\min_{p_1, p_2, \ldots, p_{n+1}} \sum_{i=1}^{N} \left(p^{(n)}(x_i) - y_i \right)^2 \tag{4}$$

То есть, другими словами, разыскивается полином, который наименее уклоняется от заданных данных в том смысле, что сумма квадратов расстояний от заданных точек (x_i, y_i) до $(x_i, p^{(n)}(x_i))$ будет минимальной. Степень полинома должна быть меньше количества заданных точек для того, чтобы такой полином был единственным. Для достижения большой точности и соблюдения вышесказанного условиями определим полином 20-го порядка. Для расчёта коэффициентов полинома был так же разработан программный скрипт на языке MATLAB. Коэффициенты полинома представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Таблица коэффициентов

a_i	Значение коэффициентов
a_1	9,88146379413096e-45
a_2	-6,61121492261033e-41
a_3	1,98923167241191e-37
…	…
a_{17}	486498,889853042
a_{18}	-24005568,0793063
a_{19}	549094550,725437

После проведения вычислительных экспериментов был проведен сравнительный анализ среднеквадратических ошибок. Был разработан программный скрипт на языке MATLAB для подсчета разности отклонений теоретических значений от практических. Обученная нейронная сеть давала более точную оценку спортсменам. Данные по среднеквадратическим ошибкам представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Данные по среднеквадратическим ошибкам

Регрессионная модель	Значение среднеквадратической ошибки
Многослойный персептрон	0.0021
Метод наименьших квадратов	0.0103

Обе модели обладают адекватной оценкой коэффициента детерминации, что позволяет судить о точности построенной практической модели.

В заключение, можно сказать, что предложенный способ действительно обладает большей точностью, по сравнению с традиционными способами оценивания и имеет перспективы на практическое применение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Scoring Tables for Combined Events. [Электронный ресурс]. URL: https://web.archive.org/web/20080910115455/http://www.iaaf.org/mm/Document/Competitions/TechnicalArea/ScoringTables_CE_744.pdf (дата обращения: 11.06.2019)

2. Scoring Tables of Indoor Athletics. [Электронный ресурс]. URL: http://rusathletics.info/wp-content/uploads/2018/03/IAAF-Scoring-Tables-of-Athletics-Indoor-.pdf (дата обращения: 10.06.2019)

3. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации. / Пер. с польского И.Д. Рудинского: М.: Финансы и статистика, 2002. 344с.

4. *Норман Дрейпер, Гарри Смит.* Прикладной регрессионный анализ, 3-е издание. М.: Вильямс, 2007. 912 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SYSTEMS FOR ATHLETING MULTIBURNMENT ESTIMATES

Kychkin I.
vip.kychkin@gmail.com
Supervisor: S. Novikova, Doctor of Technical Sciences, Full Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The article discusses ways of evaluating the results of athletes of various disciplines. As a result of the comparison, the most accurate scoring system using the multilayer perceptron type network was revealed.

УДК 519.6

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА РОЗЕНБРОКА

Малинина М.С.
mmls14@mail.ru
Научный руководитель: Ф.А. Пайзерова, канд. физ.-мат. наук, доцент
(Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола)

Многие системы автоматизации включают в большинстве случаев достаточное количество входных факторов и дополнительных ограничений, что предполагает их принятие в качестве многомерных. Это требует использования методов многомерной условной (безусловной) оптимизации. В статье представлены решение задачи на нахождение экстремума функции нескольких переменных методом Розенброка, а также теоретическая основа решения задач данным методом.

Метод вращающихся координат, или метод Розенброка, представляет собой итерационную процедуру, при которой с изменением стремления к убыванию целевой функции происходит вращение системы координат [1]. Зная направление преимущественного убывания, можно установить новое направление одной из осей. Положение остальных осей получаем при помощи метода ортогональности Грама-Шмидта, суть которого состоит в том, что каждый новый ортогональный вектор будет равен вектору, скорректированному на величины проекций текущего вектора на предыдущие ортогональные векторы. Другими словами, первая итерация предусматривает осуществление поиска вдоль координатных осей из начальной точки $X^{(1)}$, при которой получаем точку $X^{(2)}$. Далее совершаем вариацию направлений. Новый вектор $\hat{S}_1^{(2)}$ будет равен вектору перехода из точки $X^{(1)}$ в точку $X^{(2)}$, а вектор $\hat{S}_2^{(2)}$ строим ортогонально.

Для поиска имеется возможность использования одномерной оптимизации или дискретного шага.

Опишем алгоритм метода Розенброка с дискретным шагом.

Начальный этап. Выбираем параметры алгоритма:

1) число, необходимое для окончания алгоритма $\varepsilon > 0$;

2) коэффициенты сжатия и растяжения $\beta \in (-1;0)$, $\alpha > 1$ соответственно;

3) начальную длину шага $\lambda_1 > 0;...;\lambda_n > 0$ вдоль каждого взятого направления $\hat{S}_1^{(1)},\ldots,\hat{S}_n^{(1)}$;

4) начальную точку $X^{(1)} = Y^{(1)}, k = j = 1$; где $X^{(k)}$ – координаты минимальной точки на *k*-й итерации, $Y^{(j)}$ – координаты точки на *j*-м шаге каждой итерации.

Основной этап. Шаг 1. Выполняем пробный шаг λ_1 вдоль оси $\hat{S}_1^{(1)}$. Имеем $Y^{(j)} + \lambda_j \hat{S}_j^{(k)}$.

1) Выполнение неравенства $f(Y^{(j)} + \lambda_j \hat{S}_J^{(k)}) < f(Y^{(j)})$ дает возможность считать, что движение по j-му направлению приводит к успеху. Положим $Y^{(j+1)} = Y^{(j)} + \lambda_j S_j^{(k)}$ и

произведем замену λ_j на $\alpha\lambda_j$.

2) Выполнение неравенства $f(Y^{(j)} + \lambda_j \hat{S}_j^{(k)}) \geq f(Y_j)$ приводит к неудаче. Положим $Y^{(j+1)} = Y^{(j)}$ и произведем замену λ_j на $\beta\lambda_j$.

3) Если $j < n$, произведем замену j на $j+1$ и вернемся к шагу 1; если $j = n$, то перейдем к шагу 2.

Основной этап. Шаг 2.

1) Если $f(Y^{(n+1)}) < f(Y^{(1)})$, то на шаге 1 при каждом из *n* последних спусков имеет место успех. Положим $Y^{(1)} = Y^{(n+1)}$, $j = 1$ и повторим шаг 1.

2) Если $f(Y^{(n+1)}) = f(Y^{(1)})$, то на шаге 1 при каждом из *n* последних спусков имеет место неудача.

3) Если $f(Y^{(n+1)}) < f(Y^{(k)})$, то на шаге 1 в течении k-й итерации не менее одного раза наблюдается спуск по направлению, ведущий к успеху. Осуществляем переход к шагу 3.

4) Если $f(Y^{(n+1)}) = f(Y^{(k)})$, то на шаге 1 не наблюдается ни одного спуска, ведущего к успеху. Окончание алгоритма. Если $|\lambda_j| < \varepsilon$ для каждого j, то получаем, что $X^{(k)}$ – приближенное оптимальное решение. Иначе считаем $Y^{(1)} = Y^{(n+1)}$, $j = 1$ и совершаем переход к шагу 1.

Шаг 3. Предположим, что $X^{(k+1)} = Y^{(n+1)}$. Если $\left\| X^{(k+1)} - X^{(k)} \right\| < \varepsilon$, то остановим процесс вычислений, приняв $X^{(k+1)}$, как приближенное оптимальное решение. В противном случае, из соотношения $X^{(k+1)} - X^{(k)} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \hat{S}_j^{(k)}$ определим $\lambda_1, ..., \lambda_n$. Перейти к шагу 1, построив и обозначив новые направления как $\hat{S}_1^{(k+1)}, \ldots, \hat{S}_n^{(k+1)}$, положив $Y^{(1)} = X^{(k+1)}$, заменив k на $k+1$ и положив $j = 1$.

Шаг 1 предусматривает выбор дискретных шагов вдоль n направлений поиска. Если при движении вдоль S_j имеет место удача, то производится замена λ_j на $\alpha\lambda_j$ и λ_j на $\beta\lambda_j$, если наблюдается неудача. В случае неудачи при спуске по каждому направлению поиска наблюдается повтор шага 1, что предусматривает построение новых направлений поиска.

Воспользовавшись алгоритмом, решим следующую задачу.

Необходимо минимизировать функцию $f(x) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2$. Функция достигает минимума в точке $X^* = [1;1]^T$, где $f(X^*) = 0$. Задаем начальные параметры. Начальная точка $X^{(0)} = [-1,2;1]^T$, $f(X^{(0)}) = 24,20$; начальная длина шага $\lambda_1 = 0,3; \lambda_2 = 0,3$; коэффициенты растяжения и сжатия $\alpha = 3, \beta = 0,5$. Причем наблюдается совпадение направлений начального поиска с координатными осями x_1, x_2: $\hat{S}_1^{(0)} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \hat{S}_2^{(0)} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$.

Выполняем пробный шаг λ_1 вдоль оси x_1. Получаем точку:

$$Y^{(1)} = \begin{bmatrix} -1,2 + 0,3 \cdot 1 \\ 1,0 + 0,3 \cdot 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,9 \\ 1,0 \end{bmatrix}.$$

Имеем $f(Y^{(1)}) = 7,22$. Проверим выполнение неравенства $f(Y^{(0)} + \lambda_1 S_1^{(0)}) < f(Y^{(0)})$. Так как $f(Y^{(1)}) = 7,22 < f(Y^{(0)}) = 24,20$, можно сказать, что движение по *j*-му направлению приводит к успеху. Исходя из этого, шаг λ_1 умножаем на коэффициент растяжения $\alpha = 3$, получаем $\lambda_1 = 3 \cdot 0,3 = 0,9$.

Аналогично выполняем шаг λ_2 вдоль оси x_2. Имеем значение в точке

$Y^{(2)} = \begin{bmatrix} -0,9 + 0,3 \cdot 0 \\ 1,0 + 0,3 \cdot 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,9 \\ 1,3 \end{bmatrix}$, равное $f(Y^{(2)}) = 27,62$ Результат – неудача. Значит, необходимо уменьшить величину шага по оси. То есть, $\lambda_2 = (-0,5) \cdot 0,3 = -0,15.$

Так как при $f(Y^{(1)}) = 7,22$ имеет место успех**,** то продолжаем поиск. Находим значение функции в точке X_2 при движении вдоль каждой из осей, приняв новые значения шага $\lambda_1 = 0,9$ и $\lambda_2 = -0,15$ соответственно. Имеем, $Y^{(j)} = Y^{(j)} + \lambda_1 \hat{S}_1^{(0)}, Y^{(j)} = X^{(1)}, j = 3$ при движении вдоль оси x_1. Тогда, $Y^{(3)} = \begin{bmatrix} -0,9 + 0,9 \cdot 1 \\ 1,0 + 0,9 \cdot 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,0 \\ 1,0 \end{bmatrix}$.

Имеем $f(Y^{(3)}) = 101,00$, что говорит о неудаче, поэтому возникает необходимость уменьшения величины шага λ_1, т.е. $\lambda_1 = -0,5 \cdot 0,9 = -0,45.$

При движении вдоль оси x_2: $Y^{(j)} = Y^{(j)} + \lambda_2 \hat{S}_2^{(0)}, Y^{(j)} = X^{(1)}, j = 4.$ Имеем $Y^{(4)} = \begin{bmatrix} -0,9 - 0,15 \cdot 0 \\ 1,0 - 0,15 \cdot 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,9 \\ 0,85 \end{bmatrix}$.

Значение функции в точке $f(Y^{(4)}) = 3,77$ приводит к успеху**,** то есть необходимо увеличить величину шага. Производим замену λ_2 на $\alpha\lambda_2$: $\lambda_2 = 3 \cdot (-0,15) = -0,45$. Таким же образом продолжаем дальнейший поиск. Получаем несколько последовательных циклов первого этапа. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты ряда циклов поиска первого итерационного процесса

I итерационный процесса					
№	x_1	x_2	λ	$f(x)$	***успех (S) или неудача (F)***
0	-1.20	1.00		24.20	
1	-0.90	1.00	0.30	7,22	S
2	-0.90	1.30	0.30	27,62	F
3	0.00	1.00	0.90	101,00	F
4	-0.90	0.85	-0.15	3.77	S
5	-1.35	0.85	-0.45	100.10	F
6	-0.90	0.40	-0.45	20.42	S
7	-0.68	0.40	0.23	3.12	S
8	-0.68	-0.95	-1.35	200.38	F
9	0.00	0.40	0.68	17.00	S
10	0.00	1.08	0.68	116.56	F
11	2.03	0.40	2.03	1370,51	F
12	0.00	0.06	-0.34	1.38	S
13	-1.01	0.06	-1.01	97.01	F
14	0.00	-0.95	-1.01	91.63	S
15	0.51	-0.95	0.51	146.42	F
16	0.00	-3.99	-3.04	1595.20	F

Проделав соответствующие вычисления, делаем вывод, что окончание I итерационного этапа наблюдается в точке № 16, так как по каждому координатному направлению за успехом в точке № 14 имеет место неудача**.**

В дальнейшем необходимо вычислить новые направления поиска. Новое направление $S_1^{(1)}$ устремлено вдоль вектора, построенного из точки $X_0^{(0)} = [-1,20;1,00]^T$ в точку $[0,00;-0,95]^T$ с наилучшим значением функции $f(x)$ I этапа, $S_2^{(1)}$ достраивается ортогонально $S_1^{(1)}$.

Набор ортонормированных векторов $\hat{S}_1^{(k+1)},\ldots,\hat{S}_n^{(k+1)}$ на (k+1)-м этапе можно вычислить из соотношений:

$$b_2^{(k)} = a_2^{(k)} - \left[\left(a_2^{(k)}\right)^T \cdot \hat{S}_1^{(k+1)}\right]\cdot \hat{S}_1^{(k+1)}, \quad (1)$$

$$b_n^{(k)} = a_n^{(k)} - \sum_{i=1}^{n-1}\left[\left(a_n^{(k)}\right)^T \cdot \hat{S}_i^{(k+1)}\right]\cdot \hat{S}_i^{(k+1)}, \quad (2)$$

$$\hat{S}_n^{(k+1)} = \frac{b_n^{(k)}}{\left\|b_n^{(k)}\right\|}, \quad (3)$$

где $\|a_i\|$ – норма a_i. Векторы a_i рассчитываются по формуле:

$$\begin{aligned} a_1^{(k)} &= \overline{\lambda}_1^{(k)}\cdot\hat{S}_1^{(k)} + \overline{\lambda}_2^{(k)}\cdot\hat{S}_2^{(k)} + \ldots + \overline{\lambda}_n^{(k)}\cdot\hat{S}_n^{(k)},\\ a_2^{(k)} &= \qquad\qquad \overline{\lambda}_2^{(k)}\cdot\hat{S}_2^{(k)} + \ldots + \overline{\lambda}_n^{(k)}\cdot\hat{S}_n^{(k)},\\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\ a_n^{(k)} &= \qquad\qquad\qquad\qquad \overline{\lambda}_n^{(k)}\cdot\hat{S}_n^{(k)}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $\overline{\lambda}_i^{(k)}$ – величина шага, равная переходу из $X^{(k)}$ в $X^{(k+1)}$ по направлениям. Переход осуществляется из $X^{(0)} = [-1,20;1,00]^T$ в $X^{(1)} = [0,00;-0,95]^T$, составляющие шага $\overline{\lambda}^{(1)}$ равны $\overline{\lambda}_1^{(1)} = 0,00-(-1,20) = 1,20; \overline{\lambda}_2^{(1)} = -0,95-1 = -1,95.$ Имеем вектора перехода по формуле (4): $a_1^{(1)} = 1,20\cdot\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix} - 1,95\cdot\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1,20\\-1,95\end{bmatrix}; a_2^{(1)} = -1,95\cdot\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0,00\\-1,95\end{bmatrix}.$

Направления $S_1^{(1)}, S_2^{(1)}$ находим из формул (1) – (3)

$$\hat{S}_1^{(1)} = \frac{[1,20;-1,95]^T}{\left[1,20^2+(-1,95)^2\right]^{1/2}} = [0,52;-0,85]^T; \quad b_2^{(0)} = \begin{bmatrix}0,00\\-1,95\end{bmatrix} - [0,00;-1,95]\cdot\begin{bmatrix}0,52\\-0,85\end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix}0,52\\-0,85\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0,00\\-0,55\end{bmatrix};$$

$$\hat{S}_2^{(1)} = \frac{[0,00;-0,55]^T}{\left[(0,00)^2+(-0,55)^2\right]^{1/2}} = \begin{bmatrix}0,00\\-1,00\end{bmatrix}.$$

Результаты вычислений занесены в таблицу 2.

Таблица 2

Результаты поворота осей

Поворот осей			
	x_1	x_2	$f(x)$
	0.00	-0.95	91.63
λ	1.20	-1.95	
$a_1^{(0)}$	1.20	-1.95	
$a_2^{(0)}$	0.00	-1.95	
$b_2^{(0)}$	0.00	-0.55	
$S_1^{(1)}$	0.52	-0.85	
$S_2^{(1)}$	0.00	-1.00	

Совершив поворот координатных осей, можем продолжить поиск решения. Аналогично I этапу можно вычислить координаты точек, значения функции в точках и по значению функции определить исход – успех или неудача.

Алгоритм Розенброка наиболее эффективен при решении сложных оптимизационных задач. Основной целью данного метода является устранение проблемы чувствительности к выбору системы координат. Данный метод решения задач сочетает в себе вращение координат и регуляцию шага в зависимости от рельефа поверхности уровня. Подбирается наиболее «удачная» система координат и осуществляется проверка каждой переменной на «успех» или «неудачу». Проведя проверку выполнения условий, продолжается поиск или полученное решение принимается в качестве оптимального.

Проводится численное исследование метода Розенброка на тестовых функциях с помощью программы, написанной на языке программирования Паскаль, и численное сравнение с результатами, полученными с помощью алгоритма поиска по деформируемому многограннику в подпространствах [2].

Ниже представлены результаты численного исследования метода Розенброка с помощью программы ПАСКАЛЬ АВС для следующих функций:

1. $f(x_1, x_2) = 4(x_1 - 5)^2 + (x_2 - 6)^2,\ x^* = [5;6]^T,\ f(x^*) = 0.$

Таблица 3

IT	x_1	x_2	$f(x)$
0	8,0000	9,0000	45,0000
20	4,9502	5,8426	0,0792
37	5,0001	5,9998	0,0000

2. Функция Химмельблау: $f(x, x) = (x_1^2 + x_2 - 11_1^2 + x + x_2 -)_1^2,$
$x^{(0)} = [1;1]^T,\ f(x^{(0)}) = 106,$
$x^* = [3;2]^T,\ f(x^*) = 0.$

Таблица 4

IT	x_1	x_2	$f(x)$
0	1,0000	1,0000	106,0000
20	3,0030	2,0074	0,0046
29	2,9999	2,0003	0,0000

3. Функция Розенброка: $f(x_1, x_2) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2,$
$x^{(0)} = [-1,2;1]^T,\ f(x^{(0)}) = 24,20,$
$x^* = [1;1]^T,\ f(x^*) = 0.$

Таблица 5

IT	x_1	x_2	$f(x)$
0	-1,2000	1,0000	24,20
40	-0.2912	0,1231	0,0291
80	0,1233	-0,0075	0,0039
120	0,6089	0,3575	0,0019
160	0,8338	0,7762	0,0017
179	1,0003	1,0006	0,0000

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Химмельблау Д. М.* Прикладное нелинейное программирование / Д. М. Химмельблау. – М.: Мир, 1975. – 536 с.

2. *Меркурьев В.В., Пайзерова Ф.А.* Алгоритм поиска по деформируемому многограннику в подпространствах // Автоматизация поискового конструирования. Тезисы докладов I Всесоюзной конференции. Йошкар-Ола, 1978. С. 159 – 161.

3. *Мочалов С.П.* Алгоритмы и примеры решения задач многомерной оптимизации:

Метод. указ./ Сост.: С.П Мочалов, И.А. Рыбенко. – СибГИУ: Новокузнецк, 2004. – 34 с.

ROSENBROK METHOD AS ONE OF SEARCHING METHODS OF MULTIDIMENSIONAL OPTIMIZATION

Malinina M.
mmls14@mail.ru
Supervisor: F. Pajzerova, Cand. Phys.-Mat. Sciences, Associate Professor
(Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola)

Many automation systems in most cases include a sufficient number of input factors and additional restrictions, which implies their adoption as multidimensional. This requires the use of multidimensional conditional (unconditional) optimization methods. The article presents the solution to the problem of finding the extremum of a function of several variables by the Rosenbrock method, as well as the theoretical basis for solving problems by this method.

УДК 004.42:378

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫМ АЛГОРИТМАМ И МОДЕЛЯМ

Мингалиев З.З., Латыпов Д.В., Петухова О.Д.
zmingaliev@gmail.com, din.latypov@gmail.com, dormi011195@ya.ru
Научный руководитель: С.В. Новикова, д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматриваются вопросы, связанные с проектированием, разработкой и реализацией мобильного программного комплекса для обучения нейросетевым алгоритмам и моделям. Приводятся описание основных модулей программного продукта, возможности использования в профессиональной подготовке студентов.

В данной работе предлагается модель для разработки мобильного приложения по изучению нейросетевых моделей и алгоритмов с перспективой внедрения данного программного комплекса в процесс обучения для углубления и закрепления полученных знаний.

Мобильные устройства на сегодняшний день стали столь же широко распространенными, как и человеческое население. Почти невозможно пойти куда-то и не наткнуться на море людей, использующих мобильные телефоны. В настоящее время одной из ведущих задач современного образования в условиях информатизации общества становится создание дистанционных платформ для изучения отдельных дисциплин и технологий.

В соответствии ГОСТ Р 52653-2006 мобильное обучение, или m-learning рассматривается как электронное обучение с помощью мобильных устройств, не ограниченное местоположением учащегося [1].

Преимущество мобильного обучения в том, что оно дает возможность учиться в любом месте и, как правило, в любое удобное время и не требует покупки персональных компьютеров или бумажных учеников, что делает данный вид обучения экономически оправданным.

M-learning обладает и рядом недостатков. Например, трудно сконцентрироваться на обучающем приложении, когда кроме него в телефоне есть ещё много других, более интересных приложений, мессенджеров и игр. Поэтому качество учебного процесса может снижаться [2].

Для определения технической готовности студентов и оценки их мнения по поводу удобства мобильного обучения было проведено анкетирование, в котором приняли участие 43 студента. Результаты опроса показали, что 100% обучающихся имеют смартфоны. Из числа опрошенных 83,72% изъявили желание пройти обучение в мобильной форме; по мнению 95,32% респондентов возможность хранения учебных материалов в мобильных

устройствах является наиболее удобной.

На сегодняшний день существует множество мобильных приложений, позволяющих дистанционно изучить различные дисциплины. Одним из таких приложений является Khan Academy - бесплатная платформа, предоставляющая более 400 лекций по разным предметам: математика, физика, история, биология, химия, экономика и многие другие. Данное приложение обладает одним недостатком – лишь небольшая доля лекций русифицирована.

Одной из важнейших характеристик для проектирования компьютерных обучающих систем является логическая структура организации учебного материала, то есть упорядоченность элементов, определяющих целостность построения курса [3]. Под учебным модулем представляется автономная организационно-методическая структура дисциплины, которая включает в себя дидактические цели, логически завершенную единицу учебного материала, руководство по методической работе и систему контроля (система тестирования знаний).

Образовательная модель состоит из двух модулей – теоретического и практического. Каждый модуль будет представлять древовидную структуру, где изучение последующих уроков будет возможно только после освоения связанных с ним тем модуля. Уроки из первого модуля будут включать в себя изучение теоретического материала в виде визуальной презентации лекций, охватывающих наиболее важные аспекты изучаемых тем, и последующее за ним тестирование для самостоятельного контроля знаний. Процесс обучения делится на модули, определяющие уровни сложности осваиваемого материала.

Уроки из второго модуля будут включать в себя вводные уроки по построению нейронных сетей на языке программирования Python, начиная от изучения основных синтаксических конструкций языка и инструкций по настройке нейросетевой библиотеки Keras для программирования искусственных нейронных сетей и заканчивая конструированием первой нейронной сети.

Первый учебный модуль состоит из следующих уроков:

1) «Основные понятия об интеллектуальных системах» – рассматриваются основные определения об интеллектуальных системах (интеллектуальная система, искусственная нейронная сеть, машинное обучение и прочее), требования к ним и математическая модель нейронной сети;

2) «Биологическая модель нейронной сети» – рассматривается принцип организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма;

3) «Модель искусственного нейрона» – приводится аналогия биологических нейронных сетей и искусственных нейронных сетей, моделирующих их поведение, разбираются ее компоненты (весовые коэффициенты, функции сумматора, функции активации);

4) «Архитектура соединений нейронной сети» – рассматриваются различные топологии и классификации искусственных нейронных сетей по характеру связей между нейронами;

5) «Применение нейронных сетей для решения практических задач» – рассматриваются сферы прикладного применения нейронных сетей;

6) «Персептроны» – изучается простейшая нейронная сеть типа «персептрон»;

7) «Алгоритмы обучения персептронов» – рассматриваются различные алгоритмы обучения нейронной сети типа «многослойный персептрон»;

8) «Прикладное применение персептронов» - рассматривается прикладное применения нейронной сети типа «многослойный персептрон» для решения конкретных задач.

Второй модуль состоит из трех следующих уроков:

1) «Основы языка программирования Python» - изучается основной синтаксис языка Python, который является удобным инструментом для разработки нейронных сетей;

2) «Настройка Python для машинного обучения» - представлена подробная инструкция по установке и настройке открытых нейросетевых библиотек;

3) «Проектирование персептронов на языке Python» - представлен материал и тестовые примеры обучения простейшей нейронной сети типа «персептрон».

В качестве средств разработки обучающего программного комплекса были использованы клиент-серверные технологии Java. Данный язык программирования позволяет реализовать версии для персональных компьютеров и различных мобильных устройств. В системе предусмотрена классическая двухуровневая система доступа: администратор и пользователь. Для разработки обучающей системы были использованы среды Android SDK.

Главное окно приложения представлено на рисунке 1.

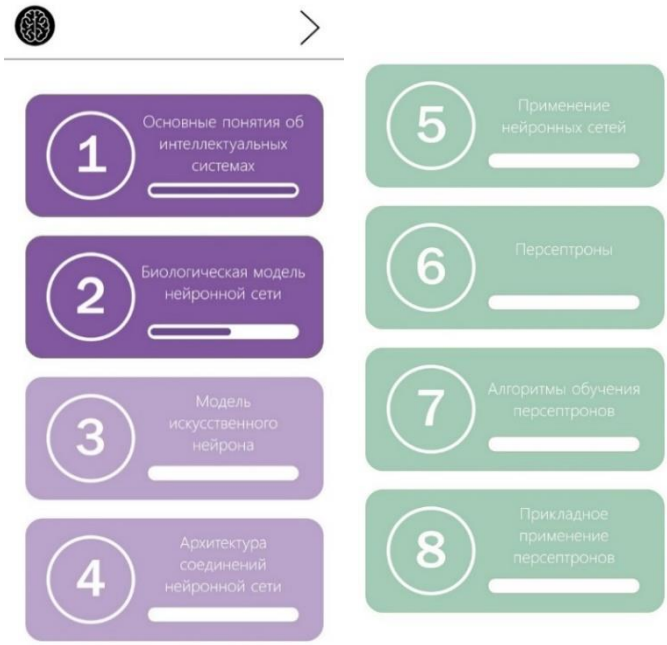


Рис. 1. Главное окно приложения

Из важных частей обучающего мобильного приложения можно отметить:

1) Интуитивно понятный пользователю дизайн;
2) Удобная навигация по урокам, а именно качественно составленная карта тем;
3) Система контроля усваивания материала пользователем, которая реализована в нашем приложении в виде тестов (рисунок 3);
4) Возможность прохождения пользователя к последующим модулям только после успешного закрытия предыдущих. Или, если пользователь уже знаком с темой модуля, возможность пропустить его путем сдачи коротких тестов (кнопка «Пройти напрямик», рисунок 1);
5) Различные графические элементы, демонстрирующие прогресс пользователя;
6) График занятий и регулярные напоминания о занятиях;
7) Мгновенное применение полученных знания на практике для лучшего усвоения знаний.

В дальнейшем планируется апробация данного мобильного приложения для контроля эффективности обучающей системы и разработка обучающих модулей по другим разновидностям нейронных сетей и их программной реализации.

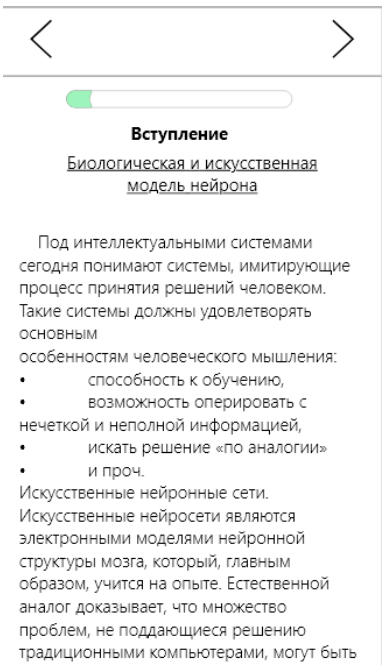


Рис. 2. Теоретический материал

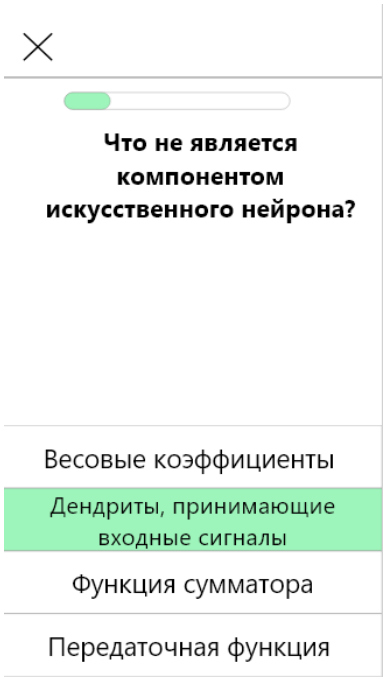


Рис. 3. Система тестирования знаний

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1) ГОСТ Р 52653-2006. Информационно-коммуникационные технологии в образовании: термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2007. – 12 с.

2) *Голицына Ирина Николаевна, Половникова Надежда Львовна* Мобильное обучение как новая технология в образовании // ОТО. 2011. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mobilnoe-obuchenie-kak-novaya-tehnologiya-v-obrazovanii (дата обращения: 13.05.2019).

3) *Токтарова Вера Ивановна, Благова Анастасия Дмитриевна* Разработка и реализация компьютерной обучающей системы по программированию мобильных приложений //

Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2014. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-realizatsiya-kompyuternoy-obuchayuschey-sistemy-po-programmirovaniyu-mobilnyh-prilozheniy (дата обращения: 13.05.2019).

DEVELOPMENT OF A MOBILE SOFTWARE COMPLEX FOR TEACHING NEURAL-NETWORK ALGORITHMS AND MODELS

Mingaliev Z., Latypov D., Petukhova O.
zmingaliev@gmail.com, din.latypov@gmail.com, dormi011195@ya.ru
Supervisor: S. Novikova, Doctor of Technical Sciences, Full Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article deals with issues related to the design, development and implementation of a mobile software package for teaching neural network algorithms and models. The description of the main modules of the software product, the possibility of using students in professional training are given.

УДК 514.174

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ К-ПОКРЫТИЯ ЗАДАННОЙ ОБЛАСТИ КРУГАМИ И ЭЛЛИПСАМИ

Насихов Р.Р., Маямсин В.И.
nasihov.raihan@mail.ru, vladiskavm96@yandex.ru
Научный руководитель: Ш.И. Галиев, д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Рассматривается задача оптимизации к-покрытия заданной области кругами и эллипсами заданных параметров. Представлена математическая модель этой задачи, алгоритм решения, разработана программа и представлены некоторые численные результаты.

Цель исследования – построение для заданной плоской области наименее плотных (оптимальных) покрытий кругами и эллипсами заданных параметров. Под плотностью покрытия понимается отношение суммы площадей покрывающих фигур к площади покрываемой области.

Задачи покрытия плоскости и *n*-мерного евклидова пространства изучаются давно [1-3].

Наиболее изученным на сегодня является покрытие плоских фигур кругами, см. например, [4-6] и библиографию в них. Найдены важные оценки плотностей и оптимальные расположения как для случая равных кругов, так и кругов различных радиусов [6].

В [7-9] представлены модели покрытия плоскости эллипсами и секторами. Использование эллипсов позволяет уменьшить плотность покрытия.

Задачи построения наименее плотных покрытий находят приложения в различных сферах деятельности. Методы решения задачи покрытия могут быть использованы при оптимизации размещения пунктов обслуживания, при проектировании систем мониторинга с помощью спутниковых систем и в других технических задачах. Рассматриваемая задача актуальна, в частности при разработке беспроводных сенсорных сетей, которая состоит из множества сенсоров, оснащенных элементами питания ограниченной емкости. При проектировании таких систем одной из основных задач является продление времени ее жизни. Считается, что потери энергии сенсора пропорциональны покрытой им площади [9]. Задачи по поиску наименее плотных покрытий позволяют решать проблему увеличения времени жизни системы сенсоров.

Положим, что требуется найти оптимальное покрытие прямоугольника кругами заданного радиуса и взаимно ортогональными эллипсами заданных параметров (тремя типами фигур заданных параметров). Для решения этой задачи на заданной области G строится прямоугольная сетка с шагом h. Задача покрытия сводится к задаче целочисленного

линейного программирования (ЛП):

$$Z = \sum_{j=1}^{3n} z_j \to min \quad (1)$$

$$\sum_{l=1}^{3} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{l} \geq k \quad (2)$$

$$z_j \in \{0,1\}, \qquad j \in [1, \dots, 3n], \quad (3)$$

где n – количество узлов сетки, а коэффициент a_{ij}^{l} вычисляются по формуле:

$$a_{ij}^{l} = \begin{cases} 1, & \text{если фигура типа } l \text{ с центром в точке } i \text{ покрывает } j; \\ 0, & \text{в ином случае.} \end{cases}$$

При решении рассматриваемой задачи (1-3) мы получаем число и положения центров фигур, которые k – кратно покрывают узлы построенной сети.

Построенная задача, к сожалению, может быть решена лишь при сравнительно малом количестве узлов сетки $n \approx 500$. Для увеличения точности решения необходимо выбирать малое значение шага h, но при этом возрастает размерность задачи. Для решения задачи с большим числом узлов предлагается следующее.

На основе построенной сетки строим задачу ЛП (1)-(2) с новыми ограничениями:

$$z_j \geq 0, \qquad j \in [1, \dots, 3n], \quad (4)$$

Находим решение задачи (1), (2) и (4) и сортируем вектор решений в порядке убывания значений и выберем q первых переменных в отсортированном массиве.

Далее строится новая задача целочисленного ЛП вида

$$Z = \sum_{j=1}^{q} v_j \to min \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{3n} \sum_{i=1}^{q} b_{ij} v_j \geq k \quad (6)$$

$$v_j \in \{0, 1\}, \qquad j \in [1, \dots, q]. \quad (7)$$

где коэффициент b_{ij} вводится с учетом выбранных переменных.

Покрытие узлов построенной сети осуществляется фигурами, центры которых будут получены при решении задачи (5-7). Для получения покрытия всей заданной области, необходимо использовать увеличенные значения фигур, например, для эллипсов необходимо изменить значение больших и малых полуосей на новые значения b^* и a^* с сохранением исходных эксцентриситетов эллипсов:

$$b^* = b + \frac{h}{\sqrt{2}}; \; a^* = a + \frac{ah}{b\sqrt{2}}.$$

Для расчетов в работе использовался решатель CPLEX, который может решать задачи большой размерности. Разработан алгоритм, программа оптимизации покрытия заданной области и получены численные результаты, демонстрирующие эффективность данного подхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Роджер К Укладки и покрытия. М.: Мир, 1968.
2. Конвей Дж., Слоэн К Упаковки шаров, решетки и группы. Т. 1. М., Мир, 1990; Т. II. 1990.
3. Тот Л.Ф. Расположения на плоскости, на сфере и пространстве. М.: Изд-во физ.-мат. лит. 1958. С. 111-121.
4. Астраков С.Н., Ерзин А.И., Залюбовский В.В. Сенсорные сети и покрытие плоскости

кругами // Дискретный анализ и исследование операций, 16(3), 3-19 (2009).

5. Галиев Ш. И., Карпова М. А. Оптимизация многократного покрытия ограниченного множества кругами // Журнал вычисл. матем. и матем. физ. 2010. Т. 50, №7. С. 757–769.

6. Галиев Ш.И., Хорьков А.В. Оптимизация числа и расположения кругов двух радиусов для к-покрытия ограниченного множества // Журнал вычисл. матем. и матем. физ. 2019. Т. 59, №4. С. 71, 657–728.

7. Галиев Ш. И. Вычислительный алгоритм оптимизации покрытий плоских областей заданным числом эллипсов // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1995, том 35, № 5. - С. 772-783.

8. Астраков С. Н., Ерзин А. И. Сенсорные сети и покрытие полосы эллипсами // Вычислительные технологии. 2013, том 18, № 2, с. 3-11.

9. Cardei M. Improving network lifetime using sensors with adjustable sensing ranges // Intern. J. of Sensor Networks. 2006. No. 1. P. 41–49.

SOFTWARE FOR THE K-COVERING OF A SPECIFIED AREA BY CIRCLES AND ELLIPSES

Nasikhov R., Mayamsin V.

nasihov.raihan@mail.ru, vladiskavm96@yandex.ru

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The problem of optimization of k-covering specified area by circles and ellipses of several given types is considered. A mathematical model of this problem and solution algorithm are presented, program is developed, and some numerical results are presented.

УДК 629.086

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ ОБЪЕКТА ПОЛЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Рыжкин Н.И.

Ryzhkinn@mail.ru

Научный руководитель: Ю.В. Земсков, канд. техн. наук

(Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, г. Санкт-Петербург)

Проведен анализ существующих методов прогнозирования траектории воздушных судов в современных автоматизированных системах организации воздушного движения. Описаны новые перспективные методы, основанные на алгоритмах машинного обучения.

В современных автоматизированных системах организации воздушного движения (АС ОрВД) [1] большое внимание уделяется задаче прогнозирования 4D-траектории (Trajectory Prediction, TP) воздушных судов (ВС) на основе планов полетов, летно-технических характеристик (ЛТХ) ВС с использованием базы данных BADA (Base of Aircraft Data), а также данных радиолокационного наблюдения, автоматического зависимого наблюдения (АЗН) и других источников информации о воздушной обстановке. Европейская организация по безопасности воздушной навигации EUROCONTROL считает подсистему TP одной из ключевых, необходимых для эффективной работы АС ОрВД нового поколения [2].

Прогнозирование траекторий ВС необходимо для обнаружения потенциально конфликтных ситуаций, организации потоков вылета и прилета (AMAN/DMAN), распределения полетных данных по рабочим местам диспетчеров. Кроме того, подсистема прогнозирования 4D-траекторий ВС неразрывно связана с достаточно новой концепцией «объекта полета» (Flight Object), которая предполагает обмен всеми видами полетной информации о воздушном движении и потоках на этапах планирования и выполнения полета, с целью усовершенствования процессов координации передачи управления

воздушным движением и согласования между органами обслуживания воздушного движения.

В настоящее время для прогнозирования траектории ВС традиционно используется база ЛТХ и модель полной энергии, в которой предполагается равенство скорости изменения работы сил, действующих на ВС, и скорости изменения полной энергии ВС (кинетической и потенциальной) [3]. Данная модель приводит к системе дифференциальных уравнений, которая может быть решена любым известным способом (в проведенных авторами численных экспериментах применялся метод Рунге-Кутты четвертого порядка). В качестве вектора состояния использовались трехмерные координаты ВС (в системе координат WGS-84), истинная воздушная скорость ВС, курс ВС, его масса, а также производные по времени всех перечисленных параметров.

Реже применяются другие кинетические модели или даже кинематические модели, рассматривающие движение ВС как материальной точки, без учета действующих на него сил.

План полета представляется в виде последовательности контрольных точек, для которых известны географические координаты, в том числе коды ICAO для аэропортов вылета и прилета, а также точки стандартных маршрутов взлета и посадки (SID и STAR).

При всех достоинствах физического моделирования, приходится отметить невозможность учета многих факторов, оказывающих значимое влияние на результат прогнозирования. Перечислим наиболее важные:

– индивидуальные особенности пилота (особенно заметные на начальных и конечных участках траектории), а также его психофизическое состояние;

– отклонения летно-технических характеристик каждого конкретного воздушного судна от стандартных значений, приведенных в базе данных BADA;

– влияние трудно учитываемых метеорологических факторов, а также отклонения физических параметров атмосферы от стандартных условий ISA (International Standard Atmosphere);

– наличие других ВС в рассматриваемом секторе воздушного пространства;

а также любые другие факторы, по которым накоплена достаточная статистика и которые, таким образом, могут быть использованы в процессе обучения алгоритма прогнозирования.

Проведенные эксперименты показывают, что расхождение реальных (по данным АЗН-В) и расчетных траекторий (с использованием модели полной энергии) на начальных и конечных участках маршрута может достигать полутора километров.

В данной работе для прогнозирования траектории ВС наряду с традиционным физическим моделированием предлагается использовать модели движения, основанные на данных (data-driven methods), в частности, методы машинного обучения.

Машинное обучение (machine learning, ML) – междисциплинарная область знаний на стыке теории вероятностей, прикладной статистики, численных методов оптимизации, дискретного анализа и искусственного интеллекта. Характерной особенностью методов ML является не прямое решение задачи, а поиск эмпирических закономерностей и индуктивное обучение на множестве исторических данных (прецедентов).

В проведенных авторами численных экспериментах для выделение значимых факторов и оптимального разбиения траектории ВС на отдельные участки использовалось обучение без учителя (алгоритмы кластеризации). Среди прочих, также использовались мягкие вычисления (soft computing), предполагающие нечеткое разбиение на кластеры, и скрытые марковские модели, работающие с набором состояний ВС и оценивающие вероятность перехода между состояниями на основе анализа исторических данных, накопленных за определенное количество рейсов данного воздушного судна. При этом использовались различные метрики пространства признаков; наилучший результат достигнут с помощью меры косинуса.

В пределах каждого кластера траектория движения ВС представлялась с помощью

алгоритмов обучения с учителем, в частности, локально-взвешенной линейной или полиномиальной регрессии (LWLR и LWPR).

Следует отметить, что предложенный подход может быть совмещен с традиционным физическим моделированием 4D-траекторий, поскольку при использовании физической модели (в том числе, модели полной энергии) используется набор коэффициентов, значения которых зависят от текущего этапа полета, а моменты переключения могут быть определены с использованием скрытой марковской модели. Кроме того, применяемый алгоритм машинного обучения может работать не с абсолютными значениями координат, а с поправками к традиционной физической модели, тем самым повышая точность последней.

Проведенные численные эксперименты показывают, что статистические методы позволяют существенно улучшить качество работы традиционных алгоритмов прогнозирования траекторий, используемых в современных АС ОрВД. Автономное использование описанных здесь методов позволяет в несколько раз уменьшить разницу между планируемыми и фактическими траекториями. Эксперименты по перспективному совместному использованию методов машинного обучения и модели полной энергии еще продолжаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Автоматизированные системы управления воздушным движением: Новые информационные технологии в авиации: *Р. М. Ахмедов, А. А. Бибутов, А. В. Васильев* и др. – СПБ.: Политехника, 2004. – 446 с.

2. EUROCONTROL Specification for Trajectory Prediction. Edition 2.0. EUROCONTROL-SPEC-0143, March 2010. 64 p.

3. *Киселев В.Ю., Монаков А.А.* Предсказание траектории воздушного судна в автоматизированных системах управления воздушным движением. // Информационно-управляющие системы. – 2015. – №4 (77). – С. 33-40.

MACHINE LEARNING METHODS FOR FLIGHT OBJECT CONCEPT IMPLEMENTATION

Ryzhkin N.

Ryzhkinn@mail.ru

Supervisor: Yu. Zemskov, Candidate of Technical Sciences

(Saint Petersburg State University of Civil Aviation, Saint Petersburg)

The purpose of this study is to investigate the possibility of using machine learning methods for aircraft trajectory prediction.

УДК 004

РЕШЕНИЕ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Семёнова А.С.

angelmsmk@gmail.com

Научный руководитель: С.В. Новикова, д-р техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Статья посвящена исследованию возможности применения нейронных сетей для решения обратных задач. В случае, когда прямая задача включает несколько выходных переменных, построение регрессионных моделей классического вида становится невозможным, что, в свою очередь, делает невозможным и решение обратной задачи. Идея описываемого метода состоит в применении в качестве прямой регрессионной модели нейронных сетей типа MLP, допускающих одновременное вычисление нескольких выходов. Далее, на основе нейросети как модели прямой задачи, строится обратная задача в виде задачи оптимизации квадратичного функционала разности выходов прямой модели, и их заданных пороговых значений. Задача оптимизации решается при помощи классических методов оптимизации.

Введение

В науке существует понятие прямой и обратной задачи.

Прямая задача как правило формулируется следующим образом: найти состояние объекта в какой-то момент времени, исходя из имеющихся в начальный момент времени исходных данных, начальных и граничных условий, известных закономерностей его поведения. Прямая задача определяет причинно-следственную зависимость в поведении изучаемого объекта.

Обратная задача противоположна прямой – нужно исходя из требуемого в какой-то момент времени (в будущем) состояния объекта, определить, какими должны быть исходные данные, начальные условия и закономерности, чтобы объект приобрел в будущем нужное состояние. То есть, зная следствие, нужно узнать причину, совокупность причин, которые приведут к данному следствию.

Примеры обратных задач можно найти во многих областях: геофизика, астрономия, медицинская визуализация, идентификация технических систем, и т.д.

Основная сложность решения обратных задач состоит в некорректности их постановки. Из трех основных условий корректной постановки:

1. Существование решения
2. Единственность решения
3. Устойчивость решения.

в обратных задачах второе и последнее условие нарушаются наиболее часто.

Если же рассматривать прямые задачи, то мы можем говорить, что они, как правило, имеют корректное и однозначное решение. Так, пуля, которая была выпущена из пистолета из определенной точки пространства, с определенной скоростью, под определенным углом, при известной силе и направлении ветра, через определенное время будет в однозначно определяемой точке пространства и ни в какой другой. Если попытаться определить, откуда и с какой скоростью, и под каким углом и при какой силе и направлении ветра та же пуля должна быть выпущена, чтобы в определенный момент времени она попала в нужную нам точку пространства, то получится, что такая задача имеет неопределенность в решении, а именно: пуля может быть выпущена из разных точек, с разными начальными скоростями, по разным траекториям и она будет и в том, и в другом, и в третьем случаях - в нужном месте, в нужное время.

Построение прямой задачи

Эффективность решения обратной задачи зависит от адекватного представления прямой задачи. Прямую задачу на практике часто строят как регрессионную функцию, у которой степень адекватности невелика.

Нейронные сети позволяют построить очень точную математическую модель прямой задачи. Это позволяет повысить точность решения обратной задачи в дальнейшем. В связи с этим предлагается новый подход к решению обратной задачи, основанный на применении нейросетевых технологий.

В качестве практического примера рассматривается принципиальная возможность применения искусственных нейронных сетей для определения безопасных концентраций металлов в питьевой воде.

Нейронную сеть можно представить, как модель типа «черный ящик» (рис. 1): известные величины подаются на вход «черного ящика», а на выходе мы получаем значение неизвестной нам величины.

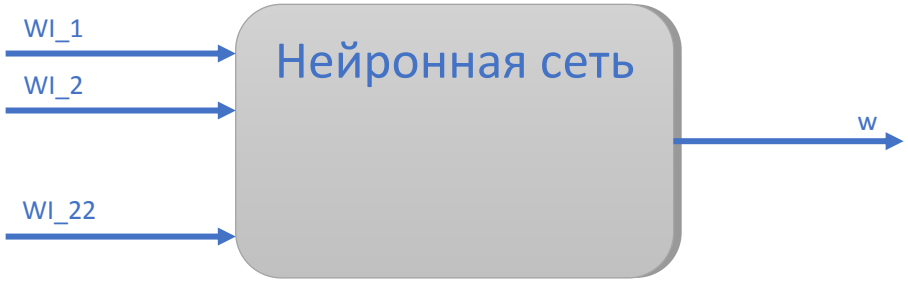


Рис. 1. Блок-схема нейронной сети по типу «черный ящик»

Здесь:

$\overrightarrow{WI}$ =(WI_1, WI_2,…, WI_22) – входной вектор; $\vec{w}$=(w) – выходной вектор

В состав нейронной сети входит нейрон (рис. 2). Нейрон состоит из элементов трех типов:

1. **умножителя (синапса)**, который осуществляет связь между нейронами, умножает входной сигнал на число, которое характеризует силу связи – вес синапса.
2. **сумматора**, выполняющего сложение сигналов, поступающих по синаптическим связям от других нейронов и внешних входных сигналов.
3. **нелинейного преобразователя**, который реализует нелинейную функцию одного аргумента – выход сумматора. Эта функция называется «функцией активации» или «передаточной функцией» [1, 2].

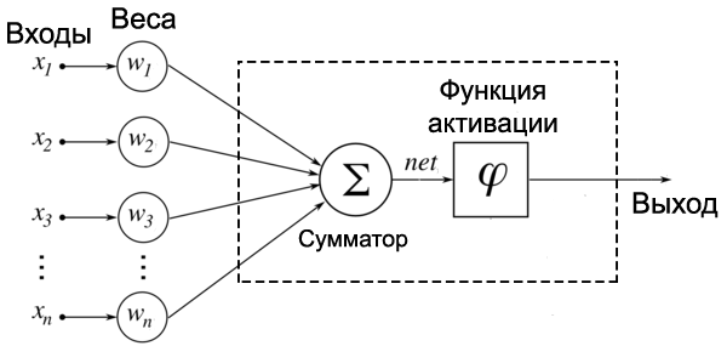


Рис. 2. Структурная схема нейрона

Нейронная сеть является особой структурой, которая состоит из связанных между собой нейронов. Наиболее известным и эффективным для нашей задачи способом объединения нейронов в сеть является структура типа «многослойный персептрон», или MLP (рис. 3).

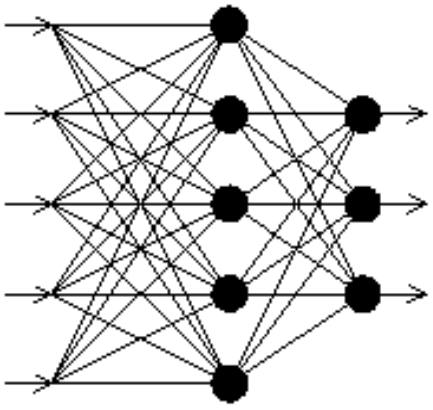


Рис. 3. Многослойная нейронная сеть

Так, получая на входе определенный сигнал, нейронная сеть способна выдавать на выходе определенный ответ, после прохода сигнала по нейронам. Ответ на выходе зависит от весовых коэффициентов всех нейронов.

Обучение состоит в минимизации функционала ошибки сети:

$$Q(w) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Q_i(w), \qquad (1)$$

где параметр w, который минимизирует Q (w), представляет собой неизвестные весовые коэффициенты связи нейронов. Каждая функция слагаемых Q_i обычно связана с i-м наблюдением в наборе данных (используется для обучения).

Для минимизации функционала (1) был выбран метод стохастического градиентного спуска. В ходе решения задачи и проведенных экспериментов было выяснено, что применение метода стохастического градиентного спуска [1] будет эффективнее классического метода обратного распространения ошибки [2], в связи с тем, что при использовании данного метода веса нейронной сети сходятся гораздо быстрее к тем значениям, при которых даётся правильный и точный ответ.

Стохастический градиентный спуск, также известный как инкрементный градиентный спуск, является итеративным методом оптимизации дифференцируемой целевой функции, стохастической аппроксимации оптимизации градиентного спуска. Этот метод называется стохастическим, потому что выборки берутся случайным образом (или перемешиваются), а не как одна группа (как при стандартном градиентном спуске) или в порядке их появления в обучающем наборе.

Построение обратной задачи

Обратную задачу представим в виде задачи оптимизации вида:

$$F(X) = (MLP(X) - y^*)^2 \Rightarrow \min \qquad (2)$$

Здесь:

- X – вектор искомых параметров
- MLP(X) – выход нейронной сети, построенной для прямой задачи, при подаче на вход вектора X,
- y* – заданное желаемое значение выхода нейронной сети-прямой задачи.

Задача (2) решается любым методом минимизации функции. В частности, для решения практической задачи определения пороговых концентраций металлов в питьевой воде был выбран метод равномерного поиска, так как в этом случае функция F будет зависеть только от одной переменной, то есть оптимизационная задача формулируется как одномерная.

Метод равномерного поиска, также называемый методом перебора, является простейшим из методов поиска значений действительно-значных функций по любому из критериев сравнения - на определенную константу, на максимум, на минимум.

Схема метода равномерного поиска при решении задачи минимизации можно описать следующим образом:

1. Пускай задана функция $f(x)$: $[a, b] \to R$.
2. И задача оптимизации выглядит так: $f(x) \to \min\limits_{x\in[a,b]}$
3. Пускай также задано число наблюдений n.
4. Тогда отрезок $[a, b]$ разбивают на $(n + 1)$ равных частей точками деления: $x_i = a + i\frac{(b-a)}{(n+1)}, i = 1, \dots, n$
5. Вычислив значения F(x) в точках $x_i, i = 1, \dots, n$, найдём путём сравнения точку x_m, где m — это число от 1 до n такую, что $F(x_m) = minF(x_i)$ для всех i от 1 до n.
6. Тогда интервал неопределенности составляет величину $2\frac{(b-a)}{(n+1)}$, а погрешность определения точки минимума x_m функции F(x) соответственно составляет: $\varepsilon = \frac{(b-a)}{n+1}$.

Дополнительным плюсом является то, что данный метод машинного обучения используется в качестве библиотеки в современном языке Python.

Программная реализация и результаты.

В качестве практической реализации предложенной методики был разработан программный комплекс на языке программирования Python с библиотеками TensorFlow и Keras, позволяющий в автоматическом режиме формировать прямую задачу в виде нейронной сети MLP, и решать обратную ей задачу на основе задачи оптимизации.

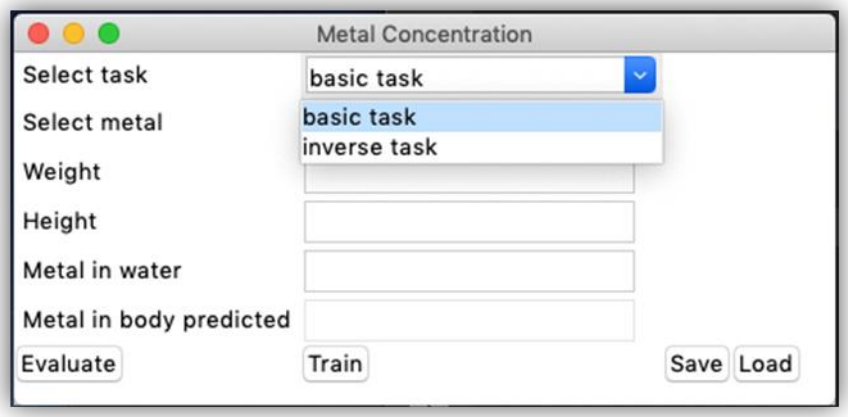
В качестве практического примера выступает задача определения пороговых концентраций уровня металлов в биосредах человека в зависимости от их содержания в питьевой воде, а также физиологических особенностей организма (рост и вес).

Порядок работы с программой.

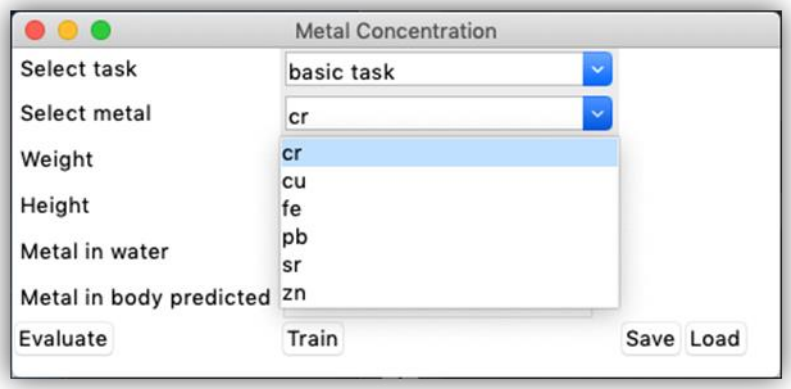
Имеется программное окно, в котором мы можем вводить данные и видеть полученные решения задачи.

Воспроизведём работу программы для **прямой задачи**:

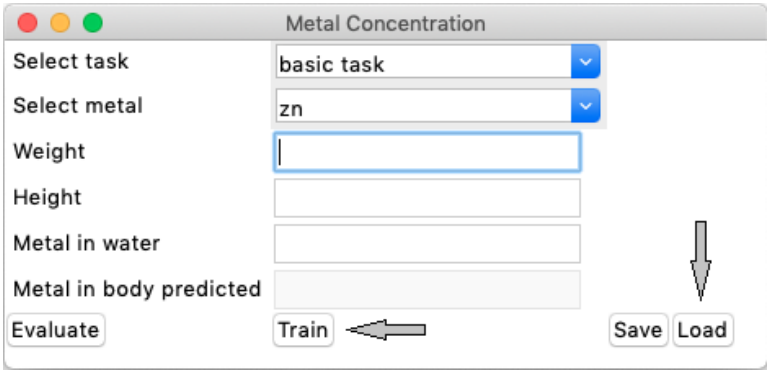
1) На начальном этапе необходимо сформировать прямую задачу, то есть построить и обучить нейроетевую модель зависимости уровня металла в питьевой воде, и в биосредах человека. Выбираем тип задачи – прямая (***basic task***):



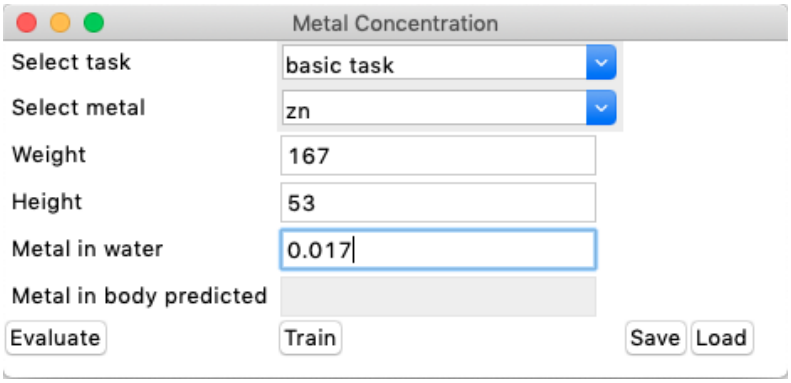
2) Далее можно выбрать конкретный металл, по которому будет проводиться обучение нейросети и последующий расчет: «cr» (хром), «cu» (медь), «fe» (железо), «pb» (свинец), «sr» (стронций), «zn» (цинк).



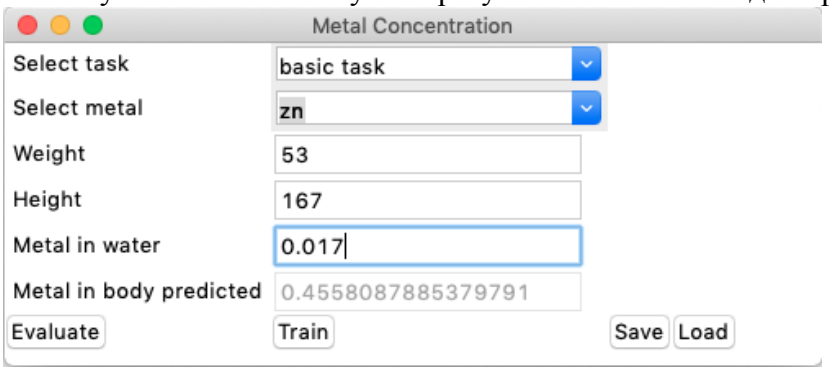
3) Для обучений нейросетевой модели прямой задачи нажимаем кнопку «Train». (если мы хотим увидеть данные задачи, решенной на основе уже обученной нами ранее нейронной сети, необходимо нажать кнопку «Load»):



4) После того, как нейросетевая модель обучена, можно решать прямые задачи по определению уровня выбранного металла в организме в зависимости от физиологических параметров человека (рост и вес) и уровня содержания металла в питьевой воде. Для этого вводим значения роста, веса и концентрацию металла в воде:

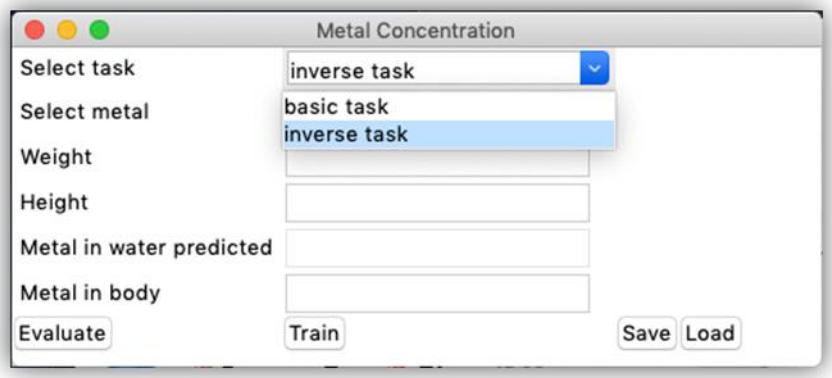


5) Нажимаем кнопку «Evaluate» и получаем результат вычисления для прямой задачи:

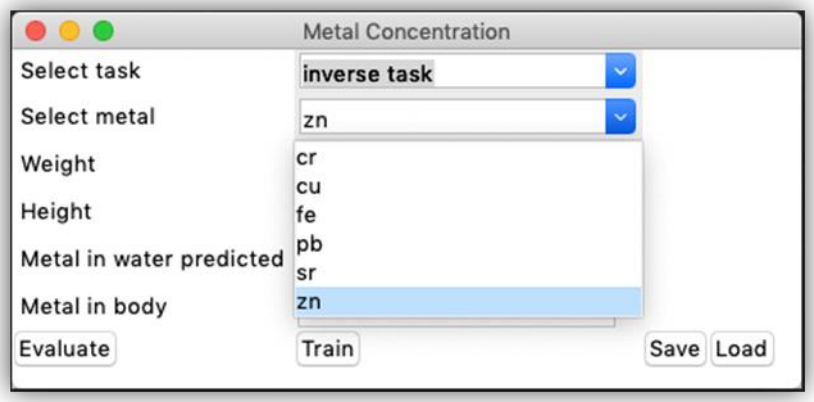


Воспроизведём работу программы для **обратной задачи**:

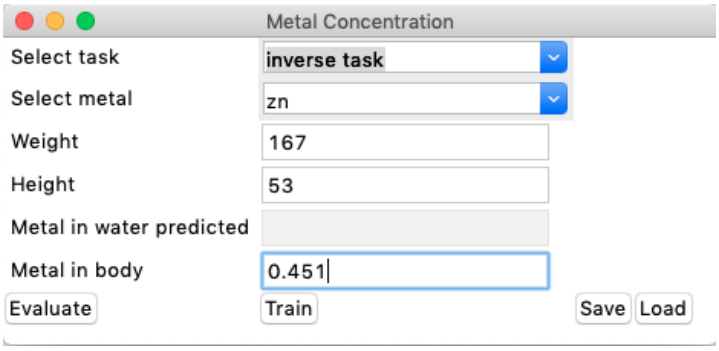
1) На основании данных, полученных при решении прямой задачи, мы можем сформировать обратную задачу. Выбираем тип задачи – обратная (***inverse task***):



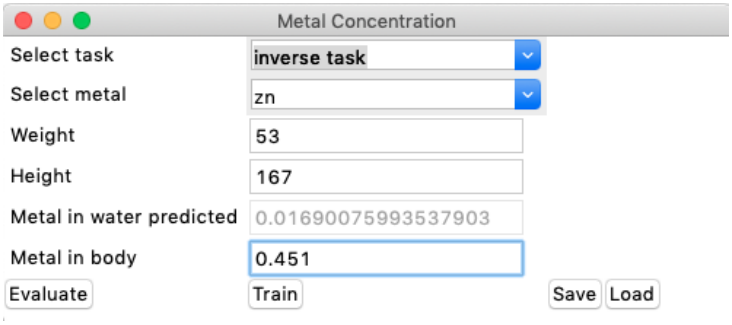
2) Далее можно выбрать конкретный металл, по которому будет проводиться расчет: «cr» (хром), «cu» (медь), «fe» (железо), «pb» (свинец), «sr» (стронций), «zn» (цинк).



3) Для решения обратной задачи по определению уровня выбранного металла в питьевой воде в зависимости от физиологических параметров человека (рост и вес) и уровня содержания металла в биосредах человека, вводим значения роста, веса и концентрацию металла в биосредах:



4) Нажимаем кнопку «Evaluate» и получаем результат вычисления для обратной задачи:



Для проверки адекватности построенных прямой и обратной задачи была проведена серия вычислительных экспериментов, доказавшая, что предложенный метод может с успехом использоваться для решения задач подобного рода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Галушкин, А. И.* Синтез многослойных систем распознавания образов. — М.: «Энергия», 1974.

2. *Осовский, С.* Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский: пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002.

3. *Hush, D.* Progress in supervised neural networks / D. Hush, B. Horne // IEEE Signal processing Magazine. – 1993. – N. 1.

4. *Lek, S.* Artificial Neuronal Networks, Application to Ecology and Evolution / S. Lek, J.F. Guegan. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2000.

5. *Mei, Song* (2018). "A mean field view of the landscape of two-layer neural networks". Proceedings of the National Academy of Sciences.

6. *Seginer, I.* Neural network models of the greenhouse climate / I. Seginer, T. Boulard, B.J. Bailey // Journal Agriculture Engineering Resourses. – 2009. – V. 59.

SOLUTION OF REVERSE TASKS BY NEURAL NETWORK METHODS

Semenova A.

angelmsmk@gmail.com

Supervisor: S. Novikova, Doctor of Technical Sciences, Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article is devoted to the study of the solution of inverse problems using neural networks. The idea is that firstly we create a mathematical model that describes the direct dependence of the output data on the input data. In essence, this will be a multidimensional regression problem, but ordinary regression methods will not work here because of existing of several output variables. Therefore, as a model, you need to take a neural network, a perceptron. The network is trained according to the stochastic gradient descent algorithm available in the table. Then comes the second stage, in which the inverse problem is built: it is necessary to set the values of the outputs and calculate the values of the inputs from them. We solve the minimization problem using the uniform search algorithm.

УДК 519.6

АЛГОРИТМ ГЛОБАЛЬНОЙ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩЕЙ УСЛОВИЮ ВАНДЕРБЕЯ

Сиразиев И.Р.

ilfat6@gmail.com

Научный руководитель: А.М. Дуллиев, канд. физ.-мат. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Предлагается метод поиска глобального минимума функции на параллелепипеде, удовлетворяющей обобщенному условию Липшица – условию Вандербея. Он относится к классам методов ветвей и границ и

методов покрытий. Для двумерного случая приводятся результаты работы алгоритма на двух примерах, полученные с помощью компьютерной программы, реализующей его.

Постановка задачи и описание алгоритма

Рассмотрим задачу

$$glob \min_{x \in \Pi} f(x), \qquad (O)$$

где $\Pi = \{(x^1, \dots, x^n) \mid a^i \le x^i \le b^i,\ i = \overline{1,n}\}$ – n-мерный замкнутый параллелепипед, грани которого перпендикулярны координатным осям, $f(x)$ – функция, удовлетворяющая на Π условию Вандербея [1]:

$$\forall \delta > 0\ \exists L(\delta) \subset \mathbb{R}^+\ \forall\, x, y \in \Pi: |f(x) - f(y)| \le L(\delta)\|x - y\| + \delta, \qquad (O)$$

где $\|\cdot\|$ – чебышевская норма в $\mathbb{R}^n$.

Под ε-оптимальным решением задачи (1), (2) будем понимать какую-либо точку из множества

$$X_*^\varepsilon = \{x \in \Pi \mid f(x) \le f_* + \varepsilon\}, \qquad (3)$$

где f_* – минимальное значение целевой функции $f(x)$.

Метод, предлагаемый ниже для поиска ε-оптимального решения x^ε задачи (1), (2), относится к классу детерминистских методов и является одним из вариантов метода ветвей и границ и метода покрытий. Покрытие осуществляется посредством параллелепипедов, параметры которых определяются на каждом шаге на основании информации, полученной на предыдущих шагах и на основании свойства (2).

Отметим, что особенностью этого метода является то, что целевая функция должна удовлетворять условию (2), которое слабее, чем условие Липшица. Как было показано в [1] в замкнутом параллелепипеде оно эквивалентно непрерывности функции.

Вкратце идею алгоритма можно описать следующим образом.

На каждом шаге производится удаление множества (параллелепипеда), на котором текущее приближение к f_* не может быть улучшено более чем на ε. Затем оставшееся множество разбивается на некоторое количество параллелепипедов, из которых для дальнейшего поиска выбирается тот, в котором значение функции в центре минимально. Этот процесс повторяется до тех пор, пока исходный параллелепипед не покроется всеми удаленными параллелепипедами.

В алгоритме будут использоваться следующие обозначения:

k – номер итерации,

P_k – текущий набор параллелепипедов $\Pi_i, i = 1, \dots, m(k)$,

ε – точность, соответствующая (3),

$c(\Pi_i)$ – центр параллелепипеда Π_i,

$F_k = \min\{f(x_1), \dots, f(x_k)\}$

Алгоритм.

Шаг 0. Задать $\varepsilon > 0$, $k > 0$, $0 < \alpha < 1$. Положить $P_0 = \{\Pi\}, x_0 = c(\Pi)$.

Вычислить $f(x_0)$.

Шаг 1. Найти $R_k = sup\left\{\frac{f(x_k) - F_k + \varepsilon - \delta}{L(\delta)} \;\middle|\; 0 < \delta < f(x_k) - F_k + \varepsilon\right\}$.

Шаг 2. Построить параллелепипед Π^c, удовлетворяющий условиям:

1^0. Π^c является параллелепипедом, вписанным в шар

$B_k = \{x \in \mathbb{R}^n: \|x - x_k\|_2 \le R_k\}$.

2^0. Грани Π^c параллельны координатным плоскостям.

3^0. $\Pi^c \subset \Pi_k$ и имеет максимальный объем.

Шаг 3. Параллелепипед Π_k в P_k заменить на $n' \le 2n$ параллелепипедов, следующим

образом:

0^0. Если $R_k < \alpha A$, где A – длина максимального ребра параллелепипеда Π, то параллелепипед Π_k разделить пополам гиперплоскостью, перпендикулярной соответствующему максимальному ребру. Перейти к 5^0.

Если $R_k \geq \alpha A$, то перейти к 1^0.

1^0. Провести две гиперплоскости через грани параллелепипеда Π^c перпендикулярные какому-либо максимальному ребру параллелепипеда Π_k.

2^0. Из трех полученных в Π_k параллелепипедов выбрать два, не содержащие Π^c.

3^0. Провести операции аналогичные 1^0-2^0 для параллелепипеда, содержащего Π^c.

4^0. Повторять 3^0 до тех пор, пока третий параллелепипед, содержащий Π^c не совпадет с Π^c.

В результате находим новый набор параллелепипедов P_{k+1}.

Шаг 4. Среди всех параллелепипедов, входящих в P_{k+1}, выбрать

$$\Pi_{k+1} = argmax\{f(c(\Pi_i)) \mid \Pi_i \in P_{k+1}\},$$

И положить $x_{k+1} = c(\Pi_{k+1})$.

Шаг 5. Проверить условие остановки и при необходимости перейти к шагу 1, приняв $k := k + 1$.

Для данного алгоритма при $n = 2$ была разработана программа, написанная на языке программирования python с использованием библиотек tkinter, plotly, colorama. С ее помощью была проведена серия численных экспериментов, результаты которых представлены ниже.

Численные эксперименты

Пример 1:

$$f(x,y) = -10e^{-\sqrt{0{,}5(|x|+|y|)}} - e^{0{,}5(\cos(2\pi x)+\cos(2\pi y))}, \Pi = [-0{,}5, -0{,}5, 1, 1],$$

$$L(\delta) = \frac{25}{\delta} + 2\pi e, \varepsilon = 0{,}1, \alpha = 1/30.$$

Результаты работы алгоритма:

$$f(x^\varepsilon, y^\varepsilon) = -12{,}67,$$

$$(x^\varepsilon, y^\varepsilon) = (1{,}52 \cdot 10^{-5}, 1{,}52 \cdot 10^{-5}).$$

Минимум обнаружен на 29 из 737 параллелепипедов, покрывающих П.

На рис. 1. приведена зависимость величин R_k, удвоенное значение которой равно длине диагонали удаляемого параллелепипеда, от номера этого параллелепипеда. Из него видно, что значение R_k, усредненное по 100 параллелепипедам, начинает заметно возрастать примерно с 450 параллелепипеда.

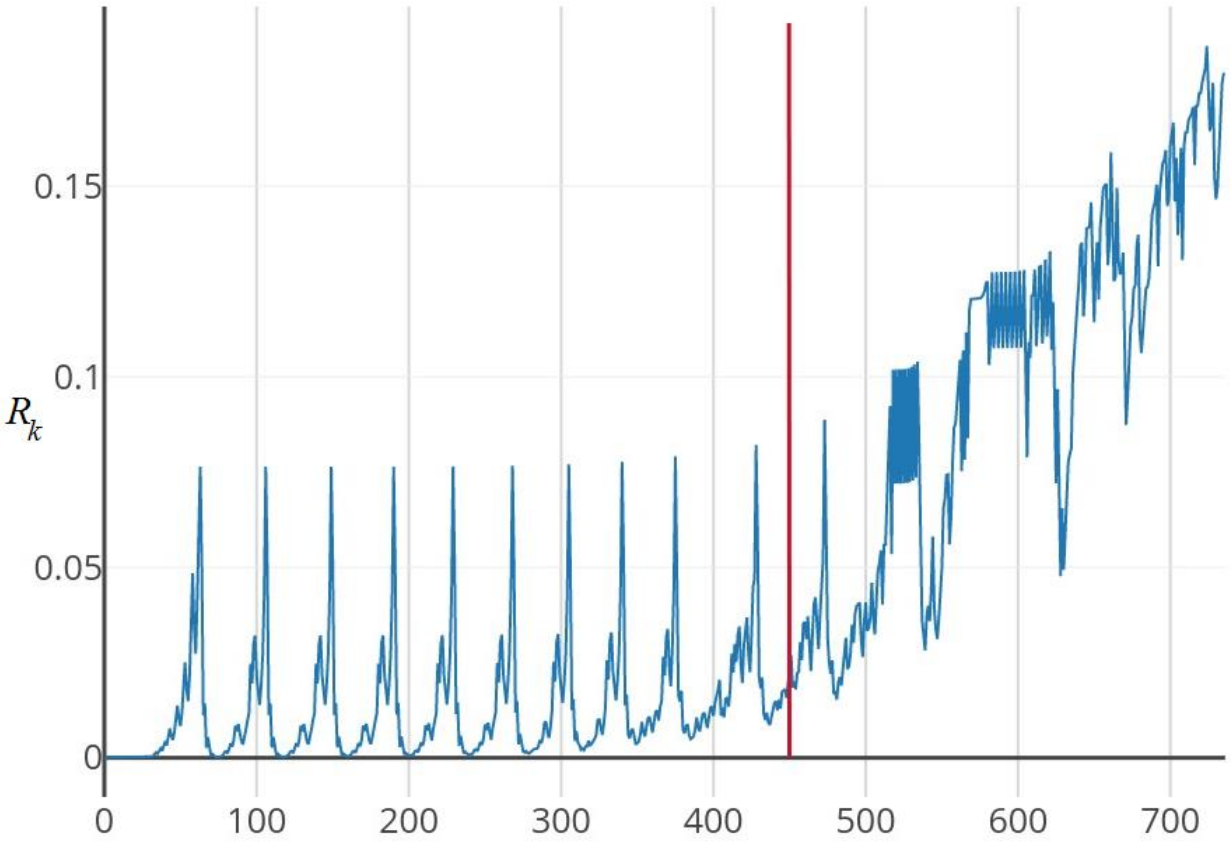


Рис. 1. График изменения R_k

В качестве сравнения приведем результаты работы алгоритма, используя те же самые начальные данные, положив α равным 1.

$$f(x^{\varepsilon}, y^{\varepsilon}) = -12{,}67,$$
$$(x^{\varepsilon}, y^{\varepsilon}) = (1{,}52 \cdot 10^{-5}, 1{,}52 \cdot 10^{-5}).$$

Минимум обнаружен на 29 из 915 параллелепипедов, покрывающих П.

Видно, что при α = 1 количество параллелепипедов увеличилось на 25 %. Как нетрудно заметить, при таком α предложенный метод по сути становится методом покрытий , в котором производится только половинное деление параллелепипедов. По-видимому, значение α желательно выбирать таким образом, чтобы αA было больше ожидаемой погрешности по аргументу.

Пример 2:

$f(x, y) = -10e^{-\sqrt{0{,}5(|x|+|y|)}}, \Pi = [-0{,}5, -0{,}5, 1, 1]_{,,}$

$L(\delta) = \frac{25}{\delta}, \varepsilon = 0{,}1, \alpha = 1/30.$

Результаты работы алгоритма:

$$f(x^{\varepsilon}, y^{\varepsilon}) = -9{,}96,$$
$$(x^{\varepsilon}, y^{\varepsilon}) = (1{,}52 \cdot 10^{-5}, 1{,}52 \cdot 10^{-5}).$$

Минимум обнаружен на 29 из 381 параллелепипеда, покрывающих П.

На рис.2. представлена аналогичная зависимость R_k от номера удаляемого параллелепипеда.

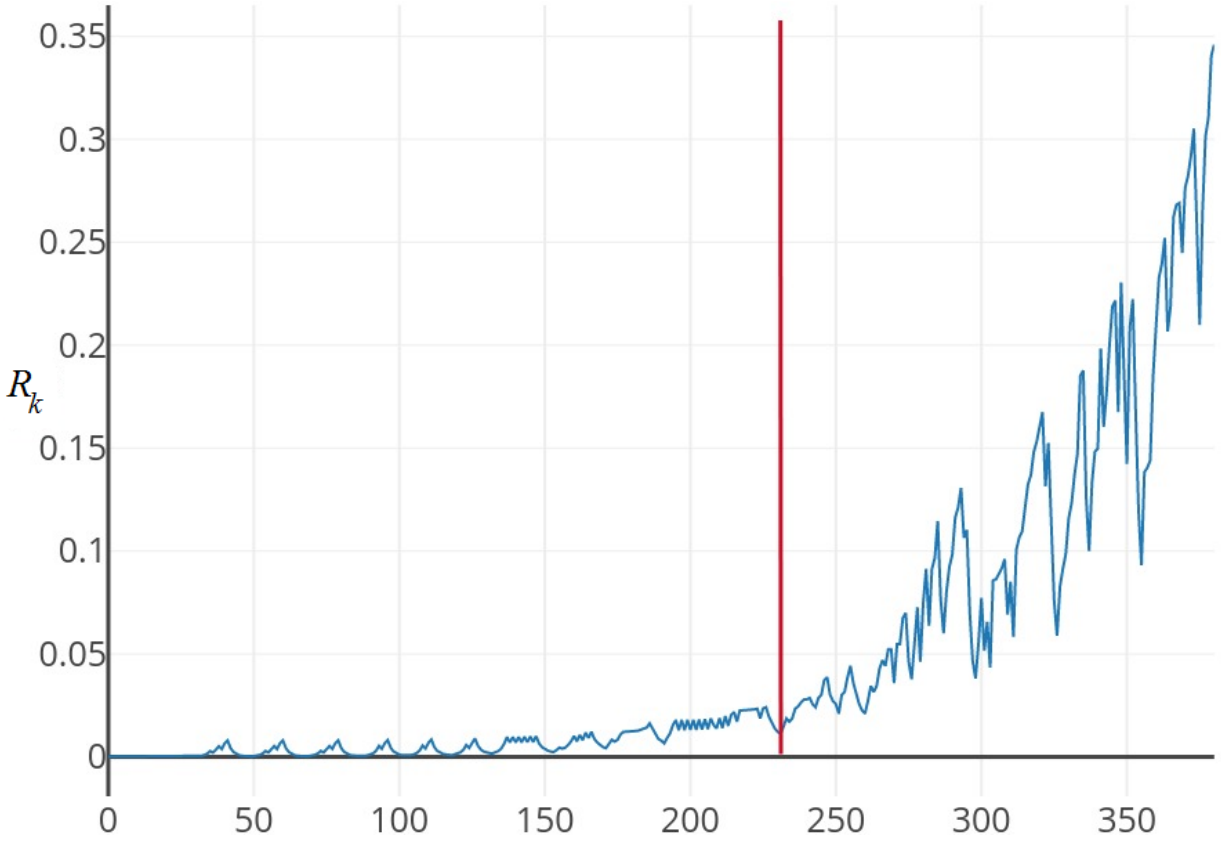


Рис. 2. График изменения R_k

В качестве сравнения приведем результаты работы алгоритма, используя те же самые начальные данные, положив α равным 1.

$$f(x^{\varepsilon}, y^{\varepsilon}) = -9{,}96,$$
$$(x^{\varepsilon}, y^{\varepsilon}) = (1{,}52 \cdot 10^{-5}, 1{,}52 \cdot 10^{-5}).$$

Минимум обнаружен на 29 из 425 параллелепипедов, покрывающих П.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Vanderbei R.* Extension of Piyavskii Algorithm to Continuos Global Optimization // Journal of Global Optimization. V. 14. P. 205–216. 1997.

2. *Арутюнова Н.К.* Модификация метода Евтушенко поиска глобального минимума для случая непрерывной на отрезке функции / Н.К. Арутюнова // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2013. – №2. – С. 154–157.

3. *Евтушенко Ю. Г.* Численный метод поиска глобального экстремума функций (перебор на неравномерной сетке) // Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 1971, т. 11, № 6. – С. 1390–1403.

4. *Сергеев Я. Д., Квасов Д. Е.* Диагональные методы глобальной оптимизации / М.: Физматлит, 2008.

5. *Floudas, Christodoulos A.* Deterministic global optimization: theory, methods, and applications / Springer. - 1999.

6. *Horst R. and Tuy H.* Global optimization: Deterministic approaches / Springer-Verlag, Berlin. - 1996.

AN ALGORITHM FOR GLOBAL MINIMIZATION OF FUNCTION SATISFYING THE VANDERBAY CONDITION

Siraziev I.
ilfat6@gmail.com
Supervisor: A. Dulliev, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

A method is proposed for searching on a hyperrectangle of the global minimum of a function that satisfies the generalized Lipschitz condition - the Vanderbey condition. It belongs to the classes of branch and bound methods and space covering methods. For the two-dimensional case, the results of the algorithm on two examples are given, obtained using computer programs that implement it.

УДК 007.3

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ

Сорокина А.В.
anastasiya.stasya96@mail.ru
Научный руководитель: С.Н. Медведева, канд. пед. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Предложено использование метода экспоненциального сглаживания для обнаружения тенденции во временных рядах эксплуатационных показателей авиационной техники.

В процессе эксплуатации авиационной техники в любой момент времени могут возникать отказы и неисправности оборудования. Из-за усложнения конструкции авиационной техники и ее систем, которые состоят из большого числа блоков, узлов и элементов, увеличения количества функций, выполняемых ими, в настоящее время актуальна проблема минимизации отказов в работе оборудования. Справится с этой проблемой можно путем прогнозирования отказов методом экспоненциального сглаживания.

И так, имеется выборка данных об отказах оборудования за определенный промежуток времени, а также соответствующее время наработки в часах для каждого объекта. Необходимо разбить данный промежуток на равные временные интервалы и поставить им в соответствие количество отказавшего оборудования. Таким образом, получаем временной ряд (x_1, x_2,..., x_n), где x_i – количество отказавшего оборудования в i-ый промежуток времени, n – количество интервалов, i = $\overline{1,n}$.

Для прогнозирования отказов используем метод экспоненциального сглаживания. Суть метода в том, что динамический ряд сглаживается при помощи взвешенной «скользящей средней». Веса в ней подчиняются экспоненциальному закону. Экспоненциальное сглаживание осуществляется по следующей формуле:

$$S_t = \propto x_t + (1-\propto) S_{t-1},$$

где x_t – фактическое наблюдаемое значение,

S_t – значение экспоненциального среднего в момент времени t,

$\propto$ - параметр сглаживания, $\propto = const$, $\propto \in (0,1)$ [1].

От значения $\propto$ зависит степень подавления колебания исходного ряда и шума. Чем меньше это значение, тем подавление сильнее.

Для наглядности воспользуемся программным пакетом для статистического анализа Statistica. Он позволяет анализировать данные, управлять данными и визуализировать их с привлечением статистических методов. Пакет Statistica наиболее приспособлен для полного статистического анализа временных рядов, что можно увидеть в опциях модуля Time series/Forecasting. Общее назначение модуля – построить простую модель, характеризующую особенность временного ряда, сгладить его, спрогнозировать будущие значения ряда на основе наблюдаемых до данного момента.

Ниже на рисунке 1 представлен ряд динамики отказов авиационного оборудования, его прогноз и ряд остатков.

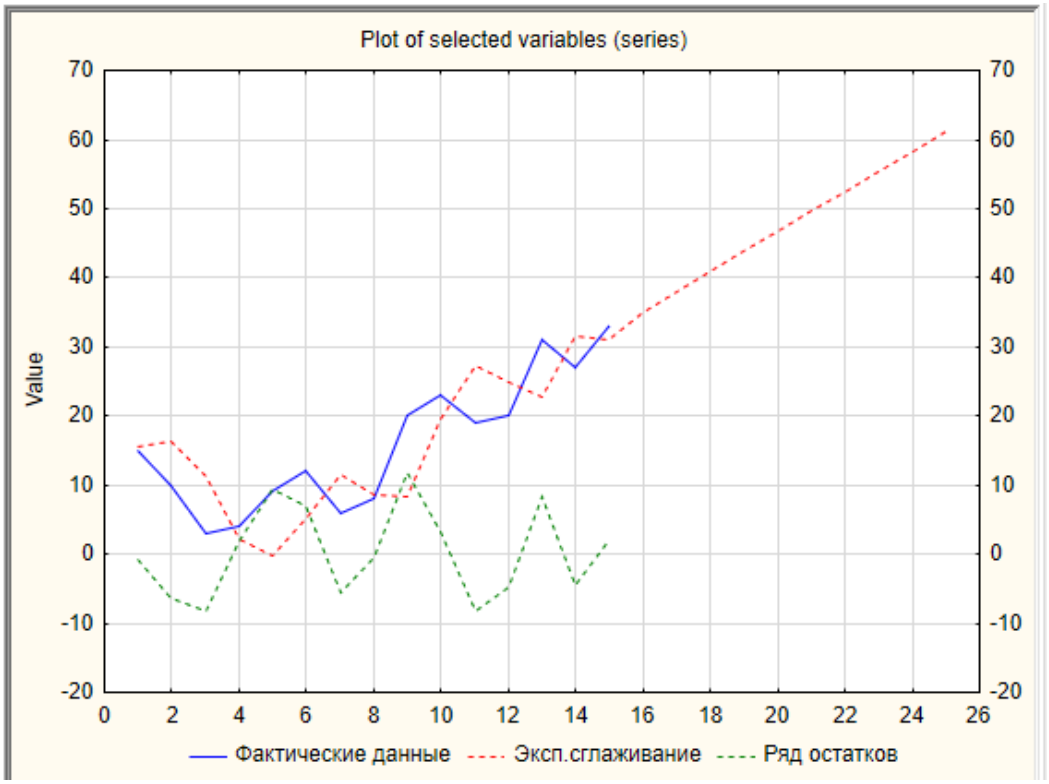


Рисунок 1. Прогноз отказов оборудования

Полученные данные об отказах оборудования авиационной техники можно использовать для определения значений показателей надежности, что, в свою очередь, позволяет решить множество задач, связанных с повышением эффективности использования авиационной техники.

Таким образом, прогнозирование отказов оборудования авиационной техники методом экспоненциального сглаживания позволяет повысить надежность оборудования. Графики ряда динамики позволяют назначать периодичность осмотров и ресурсы авиационной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А.* Анализ временных рядов и прогнозирование. Выпуск 3. Учебно-методический комплекс, М., 2009. Изд. центр ЕАОМ. – 264 с.

PREDICTION OF EQUIPMENT FAILURES OF THE AIRCRAFT EQUIPMENT BASED ON THE METHOD OF EXPONENTIAL SMOOTHING

Sorokina A.

anastasiya.stasya96@mail.ru

Supervisor: S. Medvedeva, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The use of the exponential smoothing method to detect trends in the time series of performance indicators of aircraft is proposed.

УДК 519.6

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ И МЕТОДОМ ЭРРОУ-ГУРВИЦА

Степанова И.Ю.
Stepanova91845@mail.ru
Научный руководитель: Ф.А. Пайзерова, канд. физ.-мат. наук, доцент
(Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола)

В статье рассматриваются методы решения задачи нелинейного программирования. Разобрана задача о нахождении максимального значения функции методами штрафных функций и Эрроу-Гурвица.

Основным инструментом для решения задачи, содержащей некоторые ограничения, являются градиентные методы. Благодаря блочным алгоритмам они получили большую популярность. Ведь именно блочные алгоритмы опираются на особенности класса задач, в которых содержится решаемая задача. Однако следует понимать, что на практике встречаются следующие два случая. Первый тип задач – задачи с вогнутой нелинейной целевой функцией и линейными ограничениями. Задачи квадратичного программирования служат примером данного типа задач. Второй тип задач – общие задачи выпуклого программирования.

Методы линеаризации целевой функции направлены на решение задач первого класса, а такие методы, как метод штрафных функций и метод Эрроу–Гурвица направлены на решение второго класса задач.

Далее рассмотрим идею метода штрафных функций и метода Эрроу–Гурвица.

1) Метод штрафных функций. Рассмотрим основные теоретические моменты метода на примере нахождения максимума функции, являющейся вогнутой:

$$f(x_1, x_2, ..., x_n). \tag{1}$$

Даны следующие ограничения:

$$g_i(x_1, x_2, ..., x_n) \le b_i (i = 1, m); x_j \ge 0, (i = 1, n). \tag{2}$$

Необходимо учитывать, что функция $g_i(x_1, x_2, ..., x_n)$ является выпуклой.

Идея решения поставленной задачи заключается в поиске максимума следующей функции – суммы функции:

$$F(x_1, x_2, ..., x_n) = f(x_1, x_2, ..., x_n) + H(x_1, x_2, ..., x_n), \tag{3}$$

где $H(x_1, x_2, ..., x_n)$ – некоторая функция, специфика которой заключается в наличии системы ограничений. В математике она получила название «штрафная функция».

Существует достаточное число различных способов построения данной функции, однако используем следующее, наиболее распространенное выражение:

$$H(x_1, x_2, ..., x_n) = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i (x_1, x_2, ..., x_n) g_i (x_1, x_2, ..., x_n), \tag{4}$$

$$\alpha_i (x_1, x_2, ..., x_n) = \begin{cases} 0, \text{если } b_i - g_i (x_1, x_2, ..., x_n) \ge 0, \\ \alpha_i, \text{если } b_i - g_i (x_1, x_2, ..., x_n) < 0, \end{cases} \tag{5}$$

где α_i считаются положительными коэффициентами. Они называются весовыми и представляют некоторые постоянные числа.

Следующий алгоритм требует использование штрафной функции, после чего необходимо осуществлять переход от одной точки к следующей до тех пор, пока не получится приемлемое решение. Следующая формула показывает координаты последующей точки

$$x_i^{(k+1)} = \max \left\{ 0; x_i^k + \lambda \left[\frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_j} + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i \frac{\partial g_i (x^{(k)})}{\partial x_j} \right] \right\}. \tag{6}$$

Стоит учитывать, что при условии вхождения в область допустимых решений

предыдущей точки исходной задачи второе слагаемое в квадратных скобках формулы приравнивается к нулю. А градиент целевой функции определяет переход к последующей точке. В противном случае, при не попадании указанной точки в область допустимых решений на последующих итерациях посредством данного слагаемого достигается возвращение в область допустимых решений.

2) Метод Эрроу–Гурвица. Необходимо учитывать, что решая задачи подобного типа первым методом, значение α_i имеет произвольное значение. В связи с этим возникает наименьшая кластеризация точек и наибольшая колеблемость от области допустимых решений. Данный недостаток можно устранить, используя метод Эрроу–Гурвица, так как этот метод предполагает нахождение значения α_i по формуле:

$$\alpha_i^{(k)} = \max\left\{0, \alpha_i^{(k+1)} - \lambda g_i(x^{(k)})\right\}(i = \overline{1,m}). \quad (7)$$

Начальными значениями служат произвольные неотрицательные числа.

Для примера разберем следующую задачу. Используя метод штрафных функций и метод Эрроу–Гурвица, требуется отыскать максимальное значение функции

$$F = -x_1^2 - x_2^2, \quad (8)$$

с учетом следующих условий:

$$12 - (x_1 - 6)^2 - (x_2 - 6)^2 \geq 0; x_1, x_2 \geq 0. \quad (9)$$

Решение: установим тип данной функции и ее ограничений. Имеем, что данная функция является отрицательно определенной квадратичной, поэтому можно сделать вывод, что функция вогнутая. В то же время выпуклой является область допустимых решений задачи, определяемая ограничениями (9). Таким образом, рассматриваемая задача – задача выпуклого программирования.

Для решения данной задачи воспользуемся методами штрафных функций и Эрроу–Гурвица. Следует построить область допустимых решений (рис.1), а также необходимо отразить линии уровня, определяемых целевой функцией (8). Окружности с центром в точке (0; 0) являются этими линиями. Предполагается, что искомой точкой максимального значения целевой функции является точка касания одной из этих окружностей с областью допустимых решений.

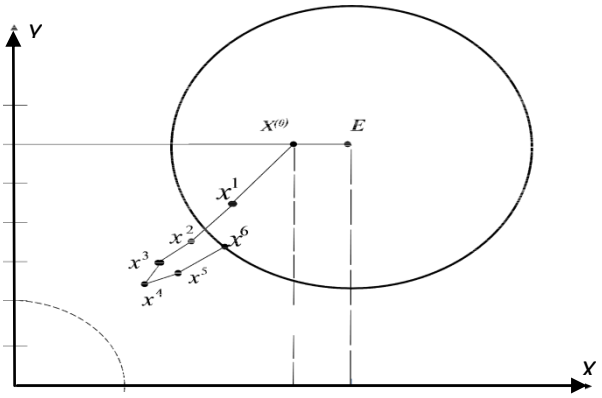


Рис. 1. График области допустимых решений

Допустим, что $X^{(0)} = (6;7)$ – начальная точка. Возьмем λ=0,1 и обозначим $g(x_1, x_2) = 12 - (x_1 - 6)^2 - (x_2 - 6)^2$, затем определим частные производные от функций $F(x_1, x_2)$ и $g(x_1, x_2)$ по переменным x_1 и x_2:

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = -2x_1; \qquad \frac{\partial g}{\partial x_1} = -2x_1 + 12;$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_2} = -2x_2; \qquad \frac{\partial g}{\partial x_2} = -2x_2 + 12.$$

Далее с помощью формулы (6) находим последовательность точек, одна из которых и будет являться приемлемым решением данной задачи.

При первой итерации возьмем точку $X^{(0)} = (6;7)$, принадлежащую области допустимых решений, тогда воспользовавшись формулой выше, второе слагаемое в квадратных скобках примет значение 0. Значит, координаты следующей точки $X^{(1)}$ вычисляем по формулам:

$$x_1^{(1)} = \max\left\{0; x_1^0 + \lambda \frac{\partial f(x^{(0)})}{\partial x_1}\right\} = \max\{0;5 + 0{,}1 \cdot (-2) \cdot 5\} = 4;$$

$$x_2^{(1)} = \max\left\{0; x_2^0 + \lambda \frac{\partial f(x^{(0)})}{\partial x_2}\right\} = \max\{0;6 + 0{,}1 \cdot (-2) \cdot 6\} = 4{,}8.$$

Далее следует проверка принадлежности данной точки области допустимых решений. Проверим условие неотрицательности функции-ограничения в полученной точке. Вычислим значение $g(X^{(1)}) = 12 - 4 - 1{,}44 = 6{,}56$. Имеем, $g(X^{(1)}) > 0$, значит, $X^{(1)}$ принадлежит области допустимых решений. В этой точке функция примет следующее значение $F(X^{(1)}) = -39{,}04$. Проведем вторую итерацию, которая показывает:

$x_1^{(2)} = \max\{0;4 + 0{,}1 \cdot (-2) \cdot 4\} = 3{,}2;$ $x_2^{(2)} = \max\{0;4{,}8 + 0{,}1 \cdot (-2) \cdot 4{,}8\} = 3{,}84;$

$g(X^{(2)}) = 12 - 7{,}84 - 4{,}666 = -0{,}51 < 0.$

Третья, четвертая, пятая итерации, точки не попадают в область допустимых решений. Однако при шестой итерации обращаем внимание на следующий результат:

$x_1^{(6)} = \max\{0;3{,}080 + 0{,}1 \cdot [(-2) \cdot 3{,}080 + 1{,}856 \cdot ((-2) \cdot 3{,}080 + 12)]\} = 3{,}548;$

$x_2^{(6)} = \max\{0;3{,}236 + 0{,}1 \cdot [(-2) \cdot 3{,}236 + 1{,}856 \cdot ((-2) \cdot 3{,}236 + 12)]\} = 3{,}615;$

$g(X^{(6)}) = 0{,}299 > 0; F(X^{(6)}) = -25.657.$

Точка принадлежит области допустимых решений и находится близко к ее границе, значит, решение $x_1^* = 3{,}548; x_2^* = 3{,}615$ можно считать приемлемым оптимальным решением задачи, $F(X^{(6)}) = -25.657$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Акулич И.Л.* Математическое программирование в примерах и задачах: Учебное пособие. 2-е изд., испр. / И.Л. Акулич. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 352 с.

2. *Бодров В.И.* Математические методы принятия решений: учеб. пособие / В.И. Бодров, Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2004. – 124 с.

NUMERICAL STUDY OF THE PROBLEM OF NONLINEAR PROGRAMMING BY THE METHOD OF FINE FUNCTIONS AND BY THE ERROU-HURVIC METHOD

Stepanova I.

Stepanova91845@mail.ru

Supervisor: F. Pajzerova, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor

(Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola)

The article discusses methods for solving the problem of nonlinear programming. The solution is described using a theoretical basis, and the problem of finding the maximum value of a function by the methods of penalty functions and Arrow-Hurwitz is analyzed.

УДК 519.63

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТОЧНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В СМАЗОЧНОМ СЛОЕ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА

Федотов П.Е.
paulfedotov@mail.ru
Научный руководитель: Р.З. Даутов, д-р физ.-мат. наук, профессор
(Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань)

Целью настоящей работы является построение и численное исследование сеточной схемы для трехмерного уравнения теплопроводности с доминирующей конвекцией, возникающего при моделировании задач гидродинамической теории смазки упорных подшипников. При построении схемы был использован вариант разрывного метода Галёркина. Проведены численные эксперименты, демонстрирующие сходимость сеточной схемы на последовательности сгущающихся сеток.

Методам построения сеточных схем для краевых задач для уравнений теплопроводности/диффузии с доминирующей конвекцией и их решению уделяется большое внимание. К задачам такого типа относится рассматриваемая здесь краевая задача о распространении тепла в смазочном слое упорного подшипника, которая является составляющей частью уравнения энергии, описывающего распространение тепла в диске и подушках упорного подшипника. Упорные подшипники, используемые в компрессорах, имеют неподвижные подушки и вращающийся диск, между которыми протекает смазка [1]. Поверхность подушки является профилированной. Поэтому толщина зазора h смазочного слоя является переменной. Между подушками расположены межподушечные каналы, через которые подается смазка. Упорный подшипник имеет периодическую структуру, поэтому можно рассматривать лишь элемент периодичности. Под областью Ω далее будем понимать область смазочного слоя элемента периодичности. При моделировании динамики подшипника воспользуемся цилиндрической системой координат. Через r, φ, y обозначим координатные оси, соответствующие радиусу, угловой координате и толщине смазочного слоя.

Стационарное уравнение теплопроводности в дивергентной форме, имеет следующий вид

$$div(Vt - K\nabla t) = f, \quad x \in \Omega, \tag{1}$$

где вектор скорости и коэффициент теплопроводности имеют вид

$$V = \begin{pmatrix} V_r \\ V_\varphi \\ V_y \end{pmatrix}, \quad K = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & K_{\varphi\varphi} & K_{\varphi y} \\ 0 & K_{y\varphi} & K_{yy} \end{pmatrix}.$$

Дополним уравнение (1) краевыми условиями. По координате φ предполагается выполненным условие периодичности. По направлению y в пределах межподушечного канала, на условной границе $y = h(r, \varphi)$ ставится условие непротекания смазки.

На границе Γ_y упорного диска и подушки ставится условие третьего рода

$$(Vt - K\nabla t)\cdot \nu + \omega_\alpha t = g, \quad x \in \Gamma_y. \tag{2}$$

Выбор такого условия обусловлен тем, что решение уравнения энергии для системы диск – подушка – смазочный слой требует использования методов декомпозиции расчётной области [2, с. 59].

Уравнение имеет следующую особенность. По переменной r присутствует только конвективное слагаемое. Предполагается, что скорость V_r определяет истекающие потоки на внешних и внутренних радиусах области [1]. Поэтому граничные условия там не ставятся.

Толщина смазочного слоя h является переменной величиной в связи с профилированием подушки, а также возможными температурными деформациями. Поэтому предварительно произведём замену переменных $r = \bar{r}, \varphi = \bar{\varphi}, y = h(r, \varphi)\bar{y}$, переводящую исходную расчётную область в прямоугольную. При этом важно, чтобы после замены переменных полученное уравнение сохранило дивергентный вид. Матрица Якоби такого преобразования приведена ниже

$$J = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\dfrac{h'_r \bar{y}}{h} & -\dfrac{h'_\varphi \bar{y}}{h} & \dfrac{1}{h} \end{pmatrix}.$$

Вариационное представление исходной задачи, позволяет получать выполнять замену переменных в уравнении, которое сохраняет дивергентную форму его записи:

$$div(\bar{V}t - \bar{K}\bar{\nabla}t) = \bar{f}, \quad x \in \bar{\Omega}, \tag{3}$$

здесь $\bar{V} = JV \mid J^{-1} \mid, \quad \bar{K} = JKJ^T \mid J^{-1} \mid, \quad \bar{f} = f \mid J^{-1} \mid.$

Граничное условие (2) приобретёт вид

$$(Vt - KJ^T \bar{\nabla} t) \cdot \nu + \omega_\alpha t = g, \quad x \in \Gamma_y$$

Для численного решения задачи (3), была построена схема разрывного метода Галёркина (DGM) с прямоугольными элементами. Выбор противопотоковых DGM для аппроксимации исходного уравнения обусловлен локальной консервативностью построенных на его основе сеточных схем, малой схемной вязкостью, а также их устойчивостью для широкого класса задач с доминирующей конвекцией в широком диапазоне сеточных параметров. При построении схемы были использованы кусочно-постоянные внутри расчётной области $\bar{\Omega}_h$ и кусочно-линейные вблизи границы Γ_y пространства аппроксимирующих функций. Способ построения схем такого вида приведён в [3]. Сеточная схема позволяет свести задачу (3) к сеточному уравнению, которое в операторной форме записи имеет вид

$$(A_v + A_q + A_\gamma) u_h = F + F_g. \tag{4}$$

Здесь u_h является сеточной аппроксимации функции температуры t.

Операторы в уравнении (3) определяются следующими формами

$$A_v u_h \cdot w_h = \sum_{K \in \Im_h} \int_K \left(-u_h \bar{V} \cdot \bar{\nabla} w_h\right) dx + \sum_{\gamma \setminus \Gamma_y} \int_\gamma \left[u_{h,+p} \left(\bar{V} \cdot p\right)^- - u_{h,-p} \left(\bar{V} \cdot p\right)^+ \right] \left(w_{h,+p} - w_{h,-p}\right) dx,$$

$$A_q u_h \cdot w_h = \sum_{K \in \Im_h} \int_K q_h \cdot \bar{\nabla} w_h dx + \sum_{\gamma \setminus \Gamma_y} \int_\gamma \left(w_{h,+p} - w_{h,-p}\right) q_{h,+p} \cdot p dx,$$

$$A_\gamma u_h \cdot w_h = \sum_{\gamma \in \Gamma_y} \int_\gamma \omega_\alpha u_h w_h dx,$$

$$F \cdot w_h = \sum_{K \in \Im_h} \int_K \bar{f} w_h dx,$$

$$F_g \cdot w_h = \sum_{\gamma \in \Gamma_y} \int_\gamma g w_h dx,$$

при любых w_h из пространства аппроксимирующих функций. Здесь $\Im_h$ — множество элементов разбиения области $\bar{\Omega}$; $K \in \Im_h$ — элемент разбиения; p — единичная нормаль к границам элементов разбиения области, ориентированная так, что $e \cdot p > 0$, $e = (1,1,1)/\sqrt{(3)}$; $(w)^\pm$ — положительная или отрицательная часть функции w. Пространства аппроксимирующих функций содержат, вообще говоря, разрывные функции. Символами $w_{\pm p}$ здесь обозначаются предельные значения функций прилежащих к границе элементов разбиения со стороны $\pm p$.

Для решения построенной сеточной схемы создан комплекс программ, с помощью которых проведены численное исследование устойчивости и точности построенной сеточной схемы на последовательности сгущающихся сеток. В качестве модельной задачи берётся уравнение энергии в смазочном слое постоянной толщины с известным точным решением $t = (\bar{r} - R_{cp})\cos(\bar{\varphi})\sin(\bar{y})/l_r$ при заданных параметрах дифференциальной задачи, где $R_{cp} = (R_1 + R_2)/2$, $l_r = R_2 - R_1$, R_1, R_2 — внутренний и внешний радиусы подшипника.

При проведении численных экспериментов приближенное решение u_h сравнивалось с точным решением t модельной задачи. Критерием точности выбиралась равномерная норма погрешности

$\max_{(r,\varphi,y)} |t - u_h|$.

Ниже представлены графики погрешности и приближенного решения. На рисунке 1 представлен график зависимости погрешности решения числа точек разбиения n по направлениям r, φ и y. Рисунок показывает, что имеет место сходимость построенного метода со скоростью выше линейной с ростом n. На рисунке 2 представлен график приближенного решения при фиксированных r и φ в центре расчётной области. На рисунках 3 и 4 приведены аналогичные графики приближенного решения при фиксированных r, y и φ, y, соответственно.

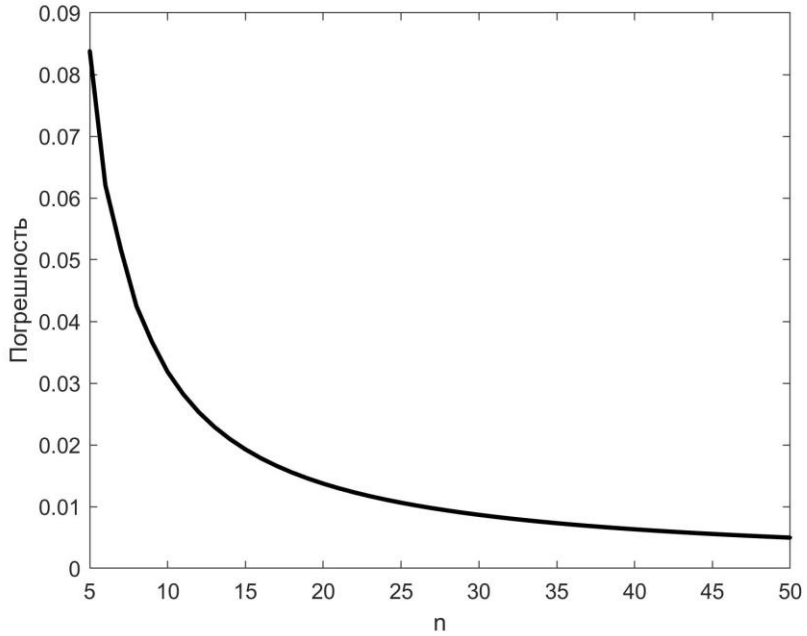


Рис. 1. График зависимости погрешности от шага сетки

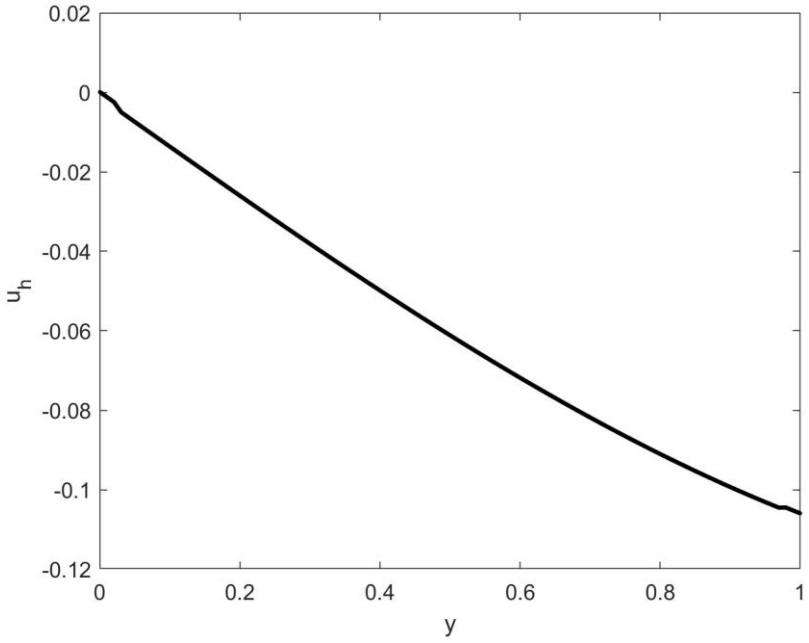


Рис. 2. Приближенное решение в направлении y

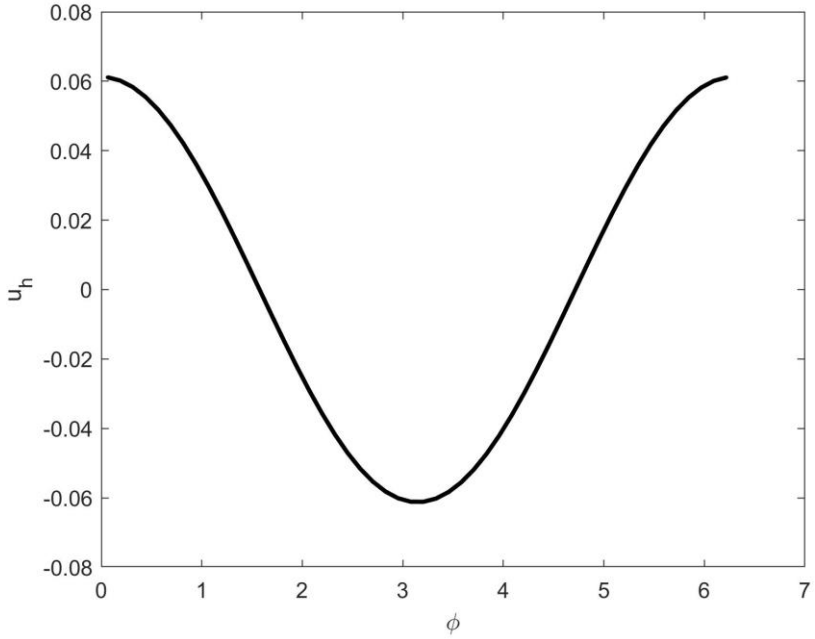


Рис. 3. Приближенное решение в направлении φ

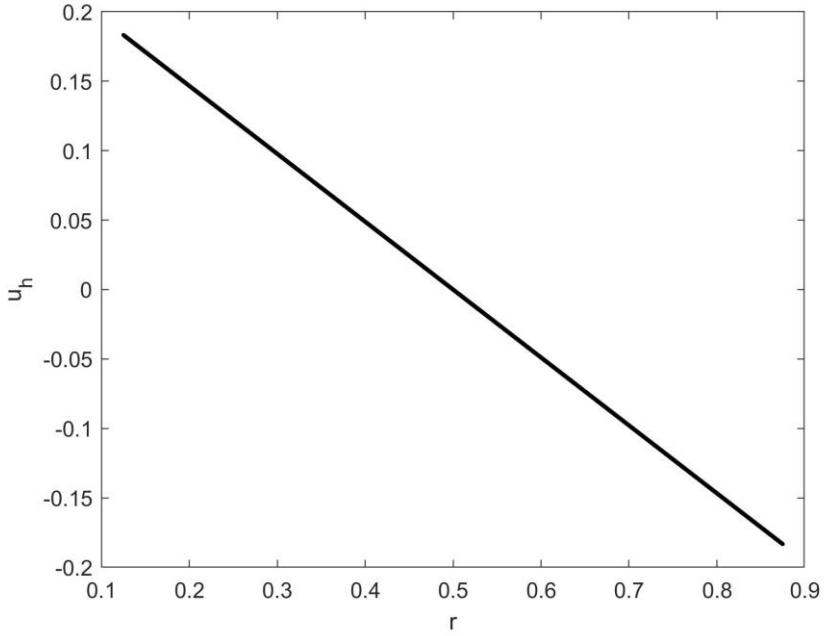


Рис. 4. Приближенное решение в направлении r

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sokolov N.V., Khadiev M.B., Maksimov T.V., Fedotov E.M., Fedotov P.E.* Mathematical modeling of dynamic processes of lubricating layers thrust bearing turbocharger / Journal of Physics: Conference Series, – 2019. – Vol. 1158 – № 4. – P.1 – 9.

2. *Dolean V., Jolivet P., Nataf F.* An Introduction to Domain Decomposition Methods: algorithms, theory and parallel implementation – France: Master, – 2015.

3. *Федотов Е. М.* Предельные схемы Галеркина-Петрова для нелинейного уравнения конвекции-диффузии // Дифференц. уравнения. – 2010 г. – Т. 46. – С. 1033-1043.

NUMERICAL RESEARCH OF GRID SCHEME FOR THE ENERGY EQUATION IN THE LUBRICANT LAYER OF THE THRUST BEARING

Fedotov P.
paulfedotov@mail.ru
Supervisor: R. Dautov, Dr. Sc. Phys.-Math., Professor
(Kazan (Volga region) Federal University, Kazan)

The purpose of this work is to construct and numerically study a grid scheme for a three-dimensional heat conduction equation with dominating convection, which arises when modeling problems of the hydrodynamic theory of lubrication of thrust bearings. In constructing the scheme, a variant of the discontinuous Galerkin method was used. Numerical experiments have been carried out, demonstrating the convergence of the grid scheme on a sequence of condensed grids.

УДК 004.93

ПРОБЛЕМЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДОМОВ

Хадиев М.Р., Перцев Н. Н.
maratsup@mail.ru, cresh12@gmail.com
Научный руководитель: Л.М. Шарнин, д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Умные дома становятся все популярнее для продуктов и услуг IoT с большим количеством обещаний для улучшения качества жизни людей. Тем не менее, гетерогенная, динамическая и связанная с Интернетом природа этой среды добавляет новых опасений, поскольку частные данные становятся доступными, часто без ведома владельцев. Эта доступность наряду с растущими рисками защиты данных и нарушений конфиденциальности делает безопасность интеллектуального дома важной темой, которая заслуживает внимания. Приведен обзор проблем конфиденциальности и безопасности, направленных на киберфизические системы умных домов. Также определены ограничения, оценен решения и задачи и проблемы, требующие дальнейшего исследования.

Введение

Среди первых разумных домашних устройств была техника за 100 фунтов, "Кухонный компьютер", который предложил в 1969 году Неман Маркус за 10000 долларов с условием пройти курс программирования, чтобы вводить и читать рецепты. С тех пор было разработано много версий умных домов, таких как MavHome [1], которые, как правило, также подключены к Интернету, чтобы обеспечить возможность удаленного наблюдения и контроля. Эти умные дома используют много различных сенсорных технологий. Последние интеллектуальные домашние устройства содержат микрофоны для голосовой взаимодействия и использования облаков для хранения и обработки. Кроме того, они могут создавать признаки программирования, позволяющие разработать разумные службы для дома, такие как Apple HomeKit, Google Weave / Brillo и Samsung SmartThings. Сегодня любой дом можно легко модернизировать с помощью персонализированных, доступных и потенциально "интеллектуальных" устройств.

Умный дом можно определить как место проживания, которое содержит много датчиков, систем и устройств, к которым можно удаленно подключиться, управлять и контролировать через сеть связи [2]. Согласно недавнему исследованию [3], глобальный рынок интеллектуальных домов в 2017 году оценивается в 9,8 миллиарда долларов и, по оценкам, достигнет 43 миллиардов долларов в 2020 году. Согласно другому исследованию [4], рынок интеллектуальных домов, как ожидается, удвоится в США, однако растущее развертывание устройств, подключенных к Интернету, в домашних условиях ставит под угрозу конфиденциальность и безопасность, поскольку личная информация становится отдаленно

доступной новыми способами. Злоумышленник, например, может подслушивать беспроводные передачи датчиков и выявлять такие действия, как принятие душа, туалет и сон [5]. Кроме того, злоумышленник может дистанционно перебирать контроль над домашними устройствами, используя их, чтобы сломать домохозяйство или как платформу для запуска атак на другие домены, например, перегрузить энергосистему. Были проведены успешные атаки на коммерческие продукты с незавершенного производства [6-8]. Эти нападения не только гипотетические: например, в 2014 году было обнаружено, что данные с более 73 000 видеокамер доступны в Интернете.

Технология интеллектуального дома

Как правило, интеллектуальный дом содержит множество подключенных устройств, принадлежащих к различным областям применения. Обычно сферы применения разбиты на четыре группы: развлечения, энергетика, безопасность и здравоохранение [9]. Развлечения направлены на максимальное улучшение комфорта и удобства, предоставляя индивидуальный содержание для развлечений и услуги социального общения. Энергетические программы направлены на обеспечение эффективного потребления энергии и управления. Домен безопасности предлагает услуги, предназначенные для выявления угроз безопасности и контроль за ними. Программы здравоохранения сосредоточены на предоставлении мобильных медицинских услуг и поддержке фитнеса. Возможно, медицинское оборудование имеет широкий спектр рисков, начиная от подслушивания до рокового хакерства. В качестве примера на рис.1 показана типичная архитектуру системы интеллектуального дома.

А. Устройства

Умные домашние устройства - это аппаратные устройства, обычно содержат датчики, исполнительные устройства, шлюзы и интеллектуальные объекты. Отдельные типы устройств:

1) датчики - измеряют физическое свойство среды или человека. Датчики могут варьировать от мобильных (например, браслетов) к датчикам, которые не носят (например, IP-камеры). Видеокамеры считаются датчиками, которые нарушают конфиденциальность [10] вместе с микрофонами;

2) исполнительные устройства выполняют такие действия, как включение / выключение или затемнения фонарей, закрытие окон, срабатывание сигналов тревоги и тому подобное;

3) шлюз служит точкой доступа к дому, что позволяет пользователю или иному объекту отслеживать, контролировать и управлять бытовой техникой или датчиками удаленно. Кроме того, он служит точкой агрегации для передачи измеряемых данных к внешней сети;

4) умные объекты - это устройства, состоящие из датчиков и / или приводов, подключенных к домашней сети. Примерами этого являются умные устройства, такие как умные замки, которые отвечают на звонки и обеспечивают контроль за временем.

5) Б. Связь

6) Типичный связь интеллектуального дома использует различные протоколы связи. Они варьируют от протоколов проводной связи в радиосвязи. Как правило, датчики общаются с использованием протоколов домашней автоматизации, таких как KNX, ZigBee, Z-Wave и DASH7, либо через протоколы сетевой связи, такие как Wi-Fi, Bluetooth, IEEE 802.15.4 или сотовая технология. RFID и технологии NFC также используются для мониторинга и отслеживания жителей, особенно в сфере здравоохранения, и обычно используются в разумных дверных замках.

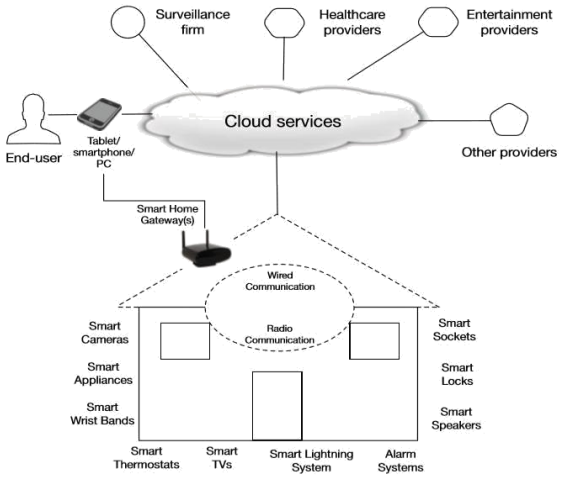


Рис. 1. Типичная архитектура системы интеллектуального дома

B. Сервисы

Сервисы - это программные приложения, размещенные в облаке или внутри домашней среды, которые отвечают за внедрение автоматизации, управления устройством, принятие решений и тому подобное. Специальная категория служб - это контроллеры, которые позволяют управлять подключенными устройствами. Как правило, домашние хозяйства запускают такое программное обеспечение через свои смартфоны или планшеты, чтобы локально или дистанционно взаимодействовать с устройством.

Проблемы безопасности и конфиденциальности

Интеллектуальный дом может содержать конфиденциальные данные (например, личные фотографии, видеоролики и цифровые дневники), а также такие устройства, как IP-камеры, которые могут быть удаленно активированы и доступны с любого места. Кроме того, в нем могут быть микрофоны, которые могут слушать частные разговоры: например, такие акустические системы, как Amazon Echo, Google Home и Apple Homepod, микрофоны, которые запрограммированы для прослушивания команды "активировать" и голосовой подсказки для выполнения таких задач, как затмение света воспроизведения музыки. Это требует жестких требований к безопасности через важность частной информации. Однако приспособления стандартного контроля безопасности в интеллектуальных домах является сложной задачей.

A. Вопрос устройства

Ресурсные ограничения: умные устройства для домашнего использования часто используются без отключения и используют маломощные процессоры с низкими тактовыми часто-тами и небольшой пропускной способностью. Это делает вычислительно дорогими крипто-графические методы, такие как RSA, которые трудно присоединить к таким низкопродуктивным устройствам [12]. Это также усложняет ограничение оперативной памяти и флеш-памяти.

«Безголовая природа»: типовые устройства IoT не содержат клавиатуры, мыши и экрана. Это может заставить конечных пользователей полагаться на смартфоны или веб-сайты для ввода параметров. Кроме того, это образует такие механизмы, как "сообщение и согласие", сложными для внедрения в интеллектуальные дома.

Пакеты, устойчиво защищены от несанкционированного доступа: интеллектуальные домашние устройства большую часть времени физически доступны, что делает их склонными к физическим вмешательств. Иногда домовладельцы могут проводить эту атаку, например, вмешиваясь в умные счетчики, чтобы уменьшить расходы на выставление счетов.

Б. Вопрос коммуникации

Гетерогенные протоколы: различные коммуникационные протоколы, которые, возможно, используются для соединения устройств в интеллектуальном доме, требуют использования

мостов, узлов или шлюзов. Кроме того, устройство может использовать собственный протокол (например, не на базе IP) локально и стандартный для подключения к облаку. Эти факторы, связанные с аппаратными ограничениями, могут привести к тому, что инженеры сети выбирают слабые схемы шифрования [13].

Динамические характеристики: такие устройства как носители могут присоединяться или покидать домашнюю сеть в любое время и, возможно, с любого места. Это повышает необходимость разработки алгоритмов устойчивости безопасности и делает отслеживание и управление достаточно сложной задачей. Параметры мультипротокольной связи вместе с различными возможностями устройства также делают традиционные схемы защиты не пригодными для домашних устройств [14].

B. Проблемы с сервисом

Ожидания долголетия: для смягчения уязвимостей системы безопасности требуется удаленное перепрограммирование. Однако это может оказаться невозможным для всех устройств, поскольку операционная система, стек протокола или прошивки не поддерживают динамических поправок. Более того, некоторые устройства, например, умные измерители, разработаны, поэтому ожидают, что они будут оставаться в сети в течение многих лет, не требуя замены или непосредственной поддержки компонентов.

Подходы к сохранению безопасности и конфиденциальности

Технологические подходы к смягчению угроз безопасности и конфиденциальности можно разделить на решение устройств и коммуникаций (сетей) [8].

A. Подходы к уровню устройства

Безопасность уровня устройства сосредоточено на гарантиях, которые поддерживаются на устройствах. Это предполагает такие методы, как аппаратное шифрование, дизайн устройств с защитой от несанкционированного доступа и механизмы контроля доступа на основе устройств. По подходам, которые предлагают встраивать архитектуру безопасности, включая усиление защищенности транспортного уровня Datagram и реализацию в пределах аппаратных шифров, было предложено процедуры безопасности , совместимые с IEEE 802.15.4. Также оптимизирован версии криптографических алгоритмов, такие как ECDSA, разработанные для ограниченных сред. Также построены различные платформы, которые ранее рассматривали безопасность и конфиденциальность на стадии разработки. Одной из таких платформ является RERUM. Это покрывает безопасность на всех уровнях стек-сетевого протокола с ударением на элементах управления устройством. Он реализует защиту устройств с помощью безопасной загрузки, когнитивной радиотехники и механизмов контроля доступа. Со стороны индустрии гарантии могут предусматривать использование аппаратного обеспечения и прошивки, сертифицированные по общим критериям и EMVCo IC Security Evaluation. Кроме того, это может включать использование крипто-графических алгоритмов, одобренных, например, Национальным институтом стандартов и технологий. Проблема заключается в том, что большинство устройств имеют серьезные ресурсные ограничения, и новые стандарты в основном эксперимента ограничивают их широкую применимость и приемлемость в промышленности. Кроме того, это может оказаться невозможным в значительных масштабах с потенциально высокими дополнительными затратами по сравнению со стоимостью традиционных устройств IoT.

Б. Подходы к уровню коммуникации

Решение уровня связи эффективны, когда данные передаются между устройствами, службами и конечными пользователями. Популярные схемы предусматривают использование виртуальных частных сетей (VPN), межсетевых экранов и систем обнаружения вторжений (IDS) или систем защиты от вторжения (IPS). Этот подход, как правило, реализуется в центральном шлюзе / прокси и в облаке. Пригодность межсетевых экранов, IDS и IPS в пределах интеллектуального домашнего контекста обсуждается Mantasetal. Вместо того, чтобы использовать брандмауэры и подход IDS / IPS, используют анонимную систему на основе TOR, которая помогает защитить конфиденциальность

пользователей и повышает безопасность интеллектуальной бытовой техники. Недавно на рынке появились специализированные интеллектуальные домашние устройства, которые подключаются к домашнему маршрутизатору, который выполняет роль сетевых приютов. Например, Cujo, Dojo и Keezel являются примерами этого. Cujo и Dojo работают как устройства брандмауэра, которые контролируют, анализируют и блокируют угрозы в режиме реального времени. Keezel создает туннель VPN для шифрования устройств и соединений. Организации безопасности, такие как Европейское агентство по информационной безопасности сети и Cloud Security Alliance составляют большие объемы документации, разрабатывая гарантии сети на уровне сети. Однако на практике остается проблемой то, что некоторые устройства могут перемещаться сетью и общаться с помощью зашифрованных каналов. Это усложняет анализ трафика, если не поддерживается технология глубокого пакетного обзора. Кроме того, устройства все еще могут быть подвержены локальным атакам, например, вирусы, установленные через скомпрометированную память.

B. Подходы служебного уровня

Подходы к уровню обслуживания сосредоточены на программных ресурсах высокого уровня. Типичные подходы содержат безопасные процессы разработки, такие как тестирование безопасности, принципы безопасного проектирования и маскировки данных. Последнее может содержать использование методов сохранения конфиденциальности, таких как k-анонимность и криптографические схемы, как атрибут шифрования. С точки зрения отрасли, организации, такие как проект открытой веб-приложение безопасности, участвуют в предоставлении безопасных пособий по разработке, таких, как системы оценки и пособия по тестированию для разработки устройств IoT. Другие организации, такие как Builditsecure.ly, консультируют по созданию процессов инженерной безопасности. Есть также такие сайты, как BugCrowd, которые позволяют разработчикам аналитики безопасности проверять код. На практике, однако, нет официального руководящего органа или организации, которая обеспечивает конечным потребителям гарантированную репутацию, которую предоставляет конкретный поставщик услуг. Кроме того, определенные методики, повышающие конфиденциальность или безопасность, могут иметь побочные эффекты. Например, они могут привести к потере информации и могут влиять на функции персонализации, необходимые для определенных домашних устройств.

Направления исследований в области киберфизических систем интеллектуальных домов

Некоторые критические вопросы безопасности и конфиденциальности могут оставаться незамеченными или недостаточно изученными исследователями, поскольку коммерческая сторона этой парадигмы развивается быстрыми темпами.

Управление идентификацией: Устройства, особенно при подключении к Интернету и обес-печения операций и управления третьими сторонами, требуют контроля подлинности и автори-зации. Разработка эффективного решения для управления идентификацией предусматривает разработку защищенных протоколов управления ключами. Однако это трудно реализовать для настройки беспроводных сенсорных сетей [11], и это усугубляется наличием различных, иногда несовместимых технологий и отсутствием глобальных идентификационных схем. Другой сложный аспект заключается в том, что процедуры аутентификации могут быть сложны для отдельных лиц и могут вызвать дополнительные проблемы конфиденциальности.

Методы оценки риска: Владельцу дома трудно оценить финансовую стоимость своих личных данных. Поскольку он может не знать, какие личные данные собраны, и эти данные огласке сторонам, о которых он не знает. Кроме того, не всегда понятно, насколько легко получить такую информацию и использовать ее для негативных действий. Необходимость эмпирических методов оценки риска для использования в интеллектуальных домах определены как важное условие безопасности и конфиденциальности.

Подходы к управлению потоком информации: Агрегация реальных данных может

предоставить частные данные о поведении и деятельности жителей. Понятнее пользовательские интерфейсы, которые помогают интуитивно отражать конфиденциальность и одновременно предлагают настраиваемые функции для управления последующим использованием и распространением таких данных. Это также является сложной требованием для удовольствия, поскольку устройства IoT можно разработать так, чтобы они действовали автономно, без каких-либо инструкций со стороны пользователей. Также существует необходимость в разработке эффективных мер, которые позволяют безопасно удалять сохраненные данные, особенно для удовлетворения нормативных требований.

Выводы

По сравнению с традиционными цифровыми системами большинство интеллектуальных домашних устройств имеют ограничения в вычислительной мощности, памяти и энергии. Это приводит к тому, что внедрять эффективные меры безопасности и конфиденциальности в разумном домашней среде становится все труднее. Кроме того, конфиденциальность является сложной и не всегда очевидной. Тем не менее, обеспечение конфиденциальности и безопасности в умных домах необходимо рассматривать как приоритетную задачу. Описаны наиболее актуальные проблемы безопасности и конфиденциальности, связанные с интеллектуальными домами. Кроме того, определены подходы к преодолению проблем на различных уровнях архитектуры и предложены области, где требуются дальнейшие исследования. Как общее наблюдение: сегодня формируются некоторые инициативы для обеспечения безопасности и укрепления конфиденциальности пользователей. Несмотря на это, обнаружены четыре существенные проблемы, которые необходимо решить: управление идентификацией, методы оценки рисков, подходы к управлению информационными потоками и методы управления безопасностью. Такие проблемы усиливаются в области интеллектуальных зданий, но также являются общими для других киберфизических систем, где применяются устройства IoT.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. DJ Cook et al., "MavHome: An agent-based smart home", IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, San Diego, CA, USA, pp. 521-524, 2003.
2. N. King, "Smart home - A Definition", Milton Keynes: Intertek Research and Testing Centre, 2003.
3. Statista, 2015 [Online]. Available: https://goo.gl/89rRIa.
4. August and Xfinity, "The Safe and Smart Home: Security in the Smart Home Era," 2016 [Online]. Available: http://goo.gl/UGWb5Z.
5. V. Srinivasan et al., "Protecting your daily in-home activity information from a wireless snooping attack," 10th international conference on Ubiquitous computing, pp. 202-211, 2008.
6. B. Ur et al., "The current state of access control for smart devices in homes," Workshop on Home Usable Privacy and Security, 2013.
7. S. Notra et al., "An experimental study of security and privacy risks with emerging household appliances", IEEE Conference on Communications and Network Security, pp. 79-84, 2014.
8. V. Sivaraman et al., "Network-level security and privacy control for smart-home IoT devices," Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, pp. 163-167, 2015.
9. TDP Mendes et al., "Smart home communication technologies and applications: Wireless protocol assessment for home area network resources", Energies, vol. 8, no. 7, pp. 7279-7311, 2015
10. C. Debes et al., "Monitoring Activities of Daily Living in Smart Homes: Understanding human behavior", IEEE Signal Processing Magazine, vol. 33, no. 2, pp. 81-94, 2016.
11. C. Lee et al., "Securing smart home: Technologies, security challenges, and security requirements", IEEE Conference on Communications and Network Security, pp. 67-72, 2014.
12. K. Islam et al., "Security and privacy considerations for wireless sensor networks in smart home environments", Computer Supported Cooperative Work in Design, IEEE 16th International

Conference on, pp. 626-633, 2012.

13. H. Chan and A. Perrig, "Security and privacy in sensor networks", Computer, vol. 36, no. 10 pp. 103-105, 2003

14. MM Hossain et al., "Towards an Analysis of Security Issues, Challenges, and Open Problems in the Internet of Things", Services, pp. 2128, 2015

15. M. Anwar et al., "Anytime, anywhere access to secure, privacy-aware healthcare services: Issues, approaches and challenges", Health Policy and Technology, vol. 4, pp. 299-311, 2015.

PROBLEMS OF PRIVACY AND SECURITY IN CYBER PHYSICAL SYSTEMS OF INTELLECTUAL HOUSES

Hadiev M., Pertsev N.

maratsup@mail.ru, cresh12@gmail.com

Supervisor: L. Sharnin M., Doctor of Technical Sciences, Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Smart homes have become increasingly popular for IoT products and services with a lot of promises for improving the quality of life of individuals. Nevertheless, the heterogeneous, dynamic, and Internet-connected nature of this environment adds new concerns as private data becomes accessible, often without the householders "awareness. This accessibility alongside with the rising risks of data security and privacy breaches, makes smart home security a critical topic that deserves scrutiny. In current paper, is presented an overview of challenges related to the privacy and security in the smart house cyber physical systems. Also, were realized constraints, evaluated solutions, and a several challenges and research issues where further investigation is strongly required. I have identified issues that need to be solved: risk assessment methods.

УДК 003.26

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАЙНИНГА ТЕХНОЛОГИИ «BLOCKCHAIN» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Хайрисламов Д.А.

danilhayrislamov@gmail.com

Научный руководитель: И.Н. Урахчинский, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В научной работе представлены результаты сравнительного анализа криптографических функций, применяемых в алгоритмах майнинга в технологии «BlockChain».

Алгоритмы майнинга в технологии BlockChain применяются для достижения консенсуса между узлами, то есть для добавления нового блока в журнал. Большинство алгоритмов можно разделить на две основных категории: алгоритмы майнинга, в основе которых лежит принцип доказательство работы (Proof-of-Work) и алгоритмы майнинга, в основе которых лежит принцип доказательство владения (Proof-of-Stake).

В работе рассмотрены только алгоритмы майнинга основанные на принципе Proof-of-Work, ввиду невозможности прямого сравнения алгоритмов основанных на разных принципах.

Proof-of-work (Доказательство выполнения работы) — принцип защиты сетевых систем от злоупотребления услугами, основанный на необходимости выполнения на стороне клиента некоторой достаточно длительной работы, результат которой легко и быстро проверяется на стороне сервера. Главная особенность применяемых вычислений заключается в асимметрии затрат времени — они значительны на нахождение решения и весьма малы для проверки [1].

Все алгоритмы майнинга основанные на принципе Proof-of-Work в своей основе имеют идею, изложенную в статье проекта Адама Бэка «Hashcash» [2]. Ввиду чего их можно представить в виде формального обобщенного алгоритма:

1. Изначально имеется некоторое сообщение, обозначается M, а также задан параметр сложности майнинга, имеющий целочисленный формат, обозначается N. Число N представляет собой количество нулей, требуемых для завершения алгоритма.
2. Задается некоторое целое число nonce.
3. Число nonce добавляется к сообщению M, получается сообщение X.
4. Находиться H = Hash(X), где Hash() – это некоторая криптографическая функция, которая преобразует сообщение в битовую последовательность, имеющую фиксированную длину, независимую от размера сообщения.
5. Если первые N бит в битовой последовательности H равны 0, то переход к шагу 7. В противном случае переход к шагу 6.
6. nonce = nonce + 1, переход к шагу 3.
7. Завершение алгоритм. Результат работы алгоритма H.

Из обобщенного алгоритма следует, что алгоритмы майнинга основанные на принципе Proof-of-Work отличаются только криптографической функцией, преобразующей начальный набор данных в фиксированную битовую последовательность. Ввиду чего в сравнительном анализе будут опущены остальные аспекты и сравниваться криптографические функции, использующиеся в алгоритмах майнинга, а также влияние параметра сложности N на время выполнения алгоритма.

В работе представлены сравнения криптографических функций таких, как SHA-256 [3], BLAKE2b [4], SHA3-256 [5], Scrypt [6]. Также проведен сравнительный анализ алгоритмов асинхронного шифрования, применяемых в BlockChain [7].

Все вычисления проводились на ПК со следующей конфигурацией:

- Процессор: Intel Core i5-6500 с частотой 3,4 GHz
- ОЗУ: 16 Гб DDR4 2133 MHz
- ПЗУ: SSD Samsung 850 PRO 256 GB
- ОС: Windows 10 x64

Для проведения сравнительного анализа алгоритмов разработан программный продукт на языке программирования Java с библиотекой JavaFX. Подобный продукт также был разработан на языке программирования Python [8]. Выполнение алгоритмов майнинга производилось в однопоточном режиме.

В ходе сравнения каждая криптографическая функция получала на вход случайные сообщения размером 1, 32, 64, 256 и 1024 байт, на выходе выдавала хеш размером 32 байт (256 бит). Проведено 10000 проходов для каждой функции и размера входного сообщения, и вычислено среднеарифметическое время. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость времени (в секундах) хеширования от размера входного сообщения

Функции	1байт	32 байт	64 байт	256 байт	1024 байт
Scrypt	0,00098030	0,00098300	0,00097980	0,00098110	0,00097670
SHA-256	0,00000028	0,00000030	0,00000056	0,00000115	0,00000350
SHA3-256	0,00000101	0,00000108	0,00000109	0,00000208	0,00000814
Blake2b	0,00000066	0,00000062	0,00000063	0,00000113	0,00000401

Исходя из данных таблицы 1, построен график, представленный на рисунке 1.

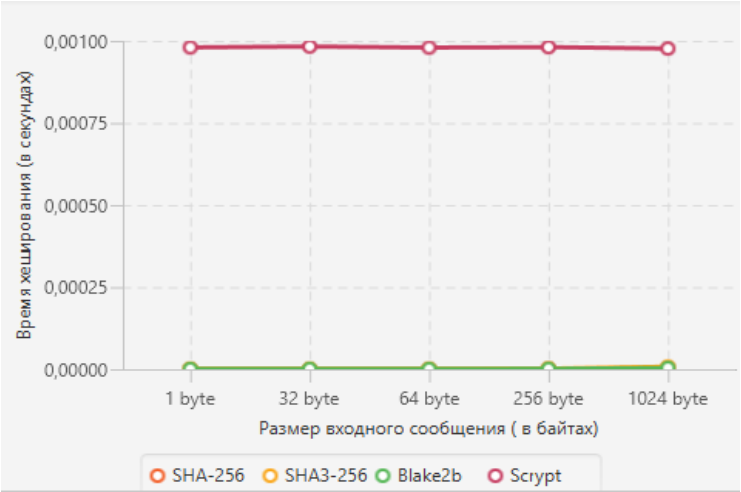


Рис. 1. График зависимости времени хеширования
от размера входного сообщения (все криптографические функции)

Из полученного графика, можно сделать вывод лишь о том, что, при данных размерах входного сообщения, время хеширования для функции Scrypt практически неизменно, а также не менее чем в 100 раз превышает время хеширования остальных функций. Ввиду чего построен второй график, представленный на рисунке 2, из данных таблицы 1 без учета функции Scrypt.

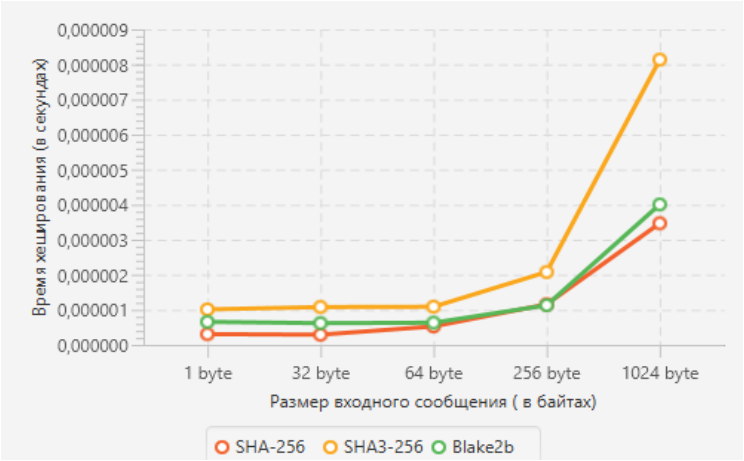


Рис. 2. График зависимости времени хеширования
от размера входного сообщения (без Scrypt)

Из второго графика видно, что функция SHA-256, при данных размерах входного сообщения, производит хеширования быстрее, чем SHA3-256 и Blake2b. Кроме размера входного сообщения 256 байт, при котором Blake2b имеет практически идентичное время хеширования с SHA-256. В свою очередь, SHA3-256 проводит хеширования медленнее Blake2b при всех размерах входного сообщения. Также можно сделать вывод, что время хеширования увеличивается при увеличении размера входных данных.

В ходе сравнения каждый алгоритм майнинга получал на вход случайную строку в шестнадцатеричном формате размерностью 32 байт (256 бит), случайное число Nonce в диапазоне от -9223372036854775806 до 9223372036854775805 и параметр сложности майнинга, заданный количеством первых нулей в выходной последовательности бит. Проведено 100 проходов для каждого алгоритма с параметрами сложности 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 нулевых бит и вычислено среднеарифметическое время. Результаты времени вычислений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Зависимость времени (в секундах) выполнения алгоритма майнинга от параметра сложности алгоритма

Сложность	SHA-256	SHA3-256	Blake2b	Scrypt
2	0,000065	0,000045	0,000031	0,005005
4	0,000080	0,000070	0,000040	0,014706
6	0,000195	0,000285	0,000108	0,053884
8	0,000327	0,000585	0,000369	0,236589
10	0,000864	0,001308	0,000789	0,863697
12	0,002217	0,005068	0,003483	3,789433
14	0,009114	0,021377	0,008212	18,392609
16	0,021380	0,054184	0,081606	61,879864

На основе данных таблицы 2 построен график, представленные на рисунке 3.

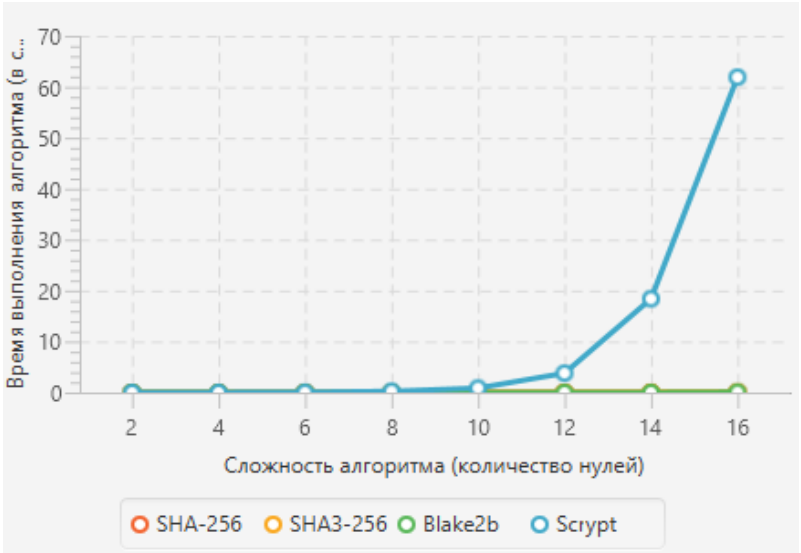


Рис. 3. График зависимости времени выполнения алгоритма майнинга от параметра сложности майнинга (все алгоритмы)

Из этого графика видно, что алгоритм майнинга на основе функции Scrypt работает медленнее остальных алгоритмов. Также алгоритм майнинга на основе Scrypt имеет резкое увеличение времени выполнения алгоритма, начиная со сложности 12 нулевых бит. Ввиду того, что алгоритм майнинга на основе Scrypt работает намного дольше остальных алгоритмов, график на рисунке 3 не дает представления о работе других алгоритмов, вследствие чего построен график без учета Scrypt, представленный на рисунке 4.

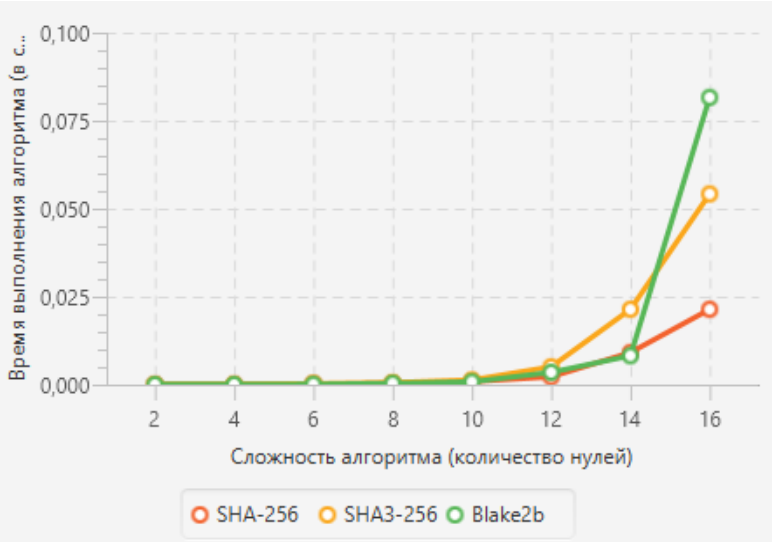


Рис. 4. График зависимости времени выполнения алгоритма майнинга от параметра сложности майнинга (без Scrypt)

Из этого графика можно сделать вывод, что алгоритм майнинга на основе SHA3-256 имеет ту же тенденцию резкого роста, что и алгоритм на основе Scrypt. В свою очередь, алгоритм майнинга на основе Blake2b имел схожие показатели времени с алгоритмом на основе SHA-256, но при увеличении сложности с 14 до 16 нулевых бит алгоритм показал резкий скачок времени, который превысил не только SHA-256, но и SHA3-256.

Проанализировав все вычисленный параметры, можно сделать вывод, что алгоритм майнинга на основе хеш-функции SHA-256 является более предпочтительным при использовании в реальных проектах. Так как он имеет стабильный, без резких скачков, прирост времени вычислений при увеличении параметра сложности майнинга, что является одним из важнейших свойств, когда общая вычислительная способность узлов сети на основе технологии BlockChain увеличивается. Также важным фактором является и малый рост затрат времени при увеличении объема входных данных, ввиду того, что эта же хеш-функция должна использоваться при хешировании всего блока данных, который может быть достаточно большего размера. Безусловно, сравнивались не все аспекты, а также были взяты лишь четыре криптографические функции, поэтому при более детально сравнении могут быть выделены более перспективные криптографические функции для применения в алгоритмах майнинга технологии BlockChain. Это, в свою очередь, говорит о перспективности исследований в этом направлении.

Результаты работы планируются к внедрению в учебный процесс в рамках обучающей системы кафедры Прикладной математики и информатики [9, 10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Cynthia Dwork, Moni Naor*. Pricing via Processing or Combatting Junk Mail. - 1993. – 11 с.
2. *Adam Back*. Hashcash — A Denial of Service Counter-Measure. – 2002. – 10 с.
3. FIPS PUB 180-4. Secure Hash Standard (SHS). - Federal Information Processing Standards Publication. – 2015. – 31 с.
4. *Jean-Philippe Aumasson, Samuel Neves, Zooko Wilcox-O'Hearn, Christian Winnerlein*. BLAKE2: simpler, smaller, fast as MD5. – 2013. – 20 с.
5. FIPS PUB 202. SHA-3 Standard: Permutation-Based Hash and Extendable-Output Functions. - Federal Information Processing Standards Publication. – 2015. – 29 с.
6. *Colin Percival*. Stronger key derivation via sequential memory-hard functions. - 2009. – 16 с.
7. *Урахчинский И.Н., Хайрисламов Д.А., Кондратьев С.В., Кошмин М.Д.* Сравнительный анализ алгоритмов шифрования в технологии «BlockChain» // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ

"Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Апрель 2019). Международная научная конференция "Наука. Исследования. Практика". – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2019. С. 130-134.

8. *Урахчинский И.Н., Хайрисламов Д.А., Кондратьев С.В., Кошмин М.Д.* Сравнительный анализ алгоритмов майнинга в технологии «BlockChain» // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Апрель 2019). Международная научная конференция "Наука. Исследования. Практика". – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2019. С. 134-138.

9. *Урахчинский И.Н., Александров А.Ю.* К вопросу реализации мобильности контента автоматизированных обучающих систем. // Аналитическая механика, устойчивость и управление. Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н.Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т.К. Сиразетдинова. 2017. С. 212-216.

10. *Александров А.Ю., Урахчинский И.Н.* Система автоматизации службы технической поддержки дистанционного обучения. // Аналитическая механика, устойчивость и управление. Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н.Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т.К. Сиразетдинова. 2017. С. 26-30.

ANALYSIS OF THE BLOCKCHAIN TECHNOLOGY MINING ALGORITHMS ON THE RESULTS OF COMPUTATIONAL EXPERIMENTS

Khayrislamov D.

danilhayrislamov@gmail.com

Supervisor: I. Urachchinskiy, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The research paper presents the results of a comparative analysis of cryptographic functions used in mining algorithms in BlockChain technologies.

УДК 519.6

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИЙ ГРАДИЕНТНОГО МЕТОДА

Черных И.Н.

ilya.chernykh.00@mail.ru

Научный руководитель: Ф.А. Пайзерова, канд. физ.-мат. наук, доцент

(Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола)

В данной статье рассматриваются поиск экстремума функции методом наискорейшего спуска и градиентные методы. Представлена теоретическая основа для решения задачи. Приведены эффективные методы одномерной оптимизации, результаты численных исследований методов одномерной оптимизации.

Градиентные методы применяются для приближенного решения задачи нелинейного программирования. Они дают возможность решать практически все задачи. Градиент скалярной функции $f(x)$, направлен в сторону наискорейшего возрастания функции и ортогонален линии уровня. В некоторой точке x_k находится градиент функции $f(x)$. Возьмем в качестве направления спуска p_k в формуле $x_{k+1} = x_k + \alpha p_k$ антиградиент функции $f(x)$ в точке x_k, получим итерационный процесс вида $x_{k+1} = x_k - \alpha_k f'(x_k),\ \alpha_k > 0,\ k = 1,\ 2,\ \ldots$

Итерационные процессы называются градиентными методами в том случае, если направление движения на каждом шаге совпадает с антиградиентом (градиентом) функции. Различаются они тем, что выбор шага α_k для каждого способа индивидуален.

Далее рассмотрим самые распространенные модификации градиентного метода.

Выделим отдельно градиентные методы с дроблением шага. Выбор шага α_k – первая проблема, с которой сталкиваемся при рассмотрении градиентных методов. Убывание функции обеспечивает достаточно малый шаг α_k, то есть выполнение неравенства

$$f(x_k - \alpha_k f'(x_k)) < f(x_k). \quad (1)$$

Это может привести к слишком большому количеству итераций, которые следует выполнить, чтобы получить точку минимума. Если взять очень большой шаг, то функция может неожиданно возрасти, что приведет к неблагоприятным колебаниям около точки. Приведем простой пример.

Рассмотрим задачу минимизации функции $f(x) = ax^2$, где a – некоторое положительное число. Тогда следующая точка приближения определяется по формуле $x_{k+1} = (1 - 2\alpha_k a)x_k$. При постоянном шаге α_k, соответствующий процесс будет сходиться при $0 < \alpha_k < \frac{1}{a}$ и расходиться при $\alpha_k > \frac{1}{a}$. Если взять $\alpha_k = \frac{1}{a}$, то $x_1 = -x_0$, $x_2 = x_0$, $x_3 = -x_0$ и т.д. Процесс будет называться расходящимся. Значения аргумента, а, значит, и функции повторяются. В этом случае происходит зацикливание процесса вычислений.

В методе с дроблением шага величина α_k выбирается таким образом, чтобы выполнялось неравенство

$$f(x_k - \alpha_k f'(x_k)) - f(x_k) \le -\varepsilon\alpha_k \| f'(x_k) \|, \quad (2)$$

где $0 < \varepsilon < 1$ – произвольная постоянная, которая имеет одно и то же значение для всех итераций. Суть процесса вычислений по формулам $x_{k+1} = x_k - \alpha_k f'(x_k)$, $\alpha_k > 0$, $k = 1, 2, \ldots$, соответствующий алгоритму с выбором шага, который удовлетворяет неравенству (2), заключается в следующем. Задается число $\alpha > 0$, которое используется на протяжении всего исследования, то есть на каждой итерации. На k – й итерации проверяется выполнение неравенства (2) при $\alpha_k = \alpha$. Если условие не выполняется, то шаг α_k уменьшается.

Проверка неравенства (2) на каждой итерации является затруднительным действием. Можно использовать процесс вычислений с постоянным шагом, если даны некоторые параметры, которые характеризуют функцию $f(x)$, причем функция монотонно убывает. При постоянном шаге необходимо определять только градиент $f'(x_k)$.

Рассмотрим метод наискорейшего спуска. Сначала следует выбрать постоянную величину шага, при которой функция $f(x)$ убывает при переходе от одной итерации к другой. Шаг обычно получается очень малым, поэтому приходится проводить множество итераций для получения точки минимума. Метод наискорейшего спуска – процесс, на каждой итерации которого шаг α_k выбирается из условия минимума функции $f(x)$ в направлении движения,

$$f(x_k - \alpha_k f'(x_k)) = \min_{\alpha \ge 0} f(x_k - \alpha f'(x_k)). \quad (3)$$

На каждой итерации данного метода необходимо решать задачу одномерной минимизации (3) и выбор шага при этом способе более сложный. Направление движения, которое начинается в точке x_k, касается линии уровня в точке x_{k+1}. Последовательность точек x_0, x_1, x_2, ..., x_k, ... зигзагообразно передвигается к точке минимума x^*, причем звенья данного зигзага ортогональны между собой. Шаг α выбирается из условия минимизации по α функции $\varphi(\alpha) = f(x_k - \alpha f'(x_k))$, следовательно, получаем формулу $\frac{d\varphi(\alpha_k)}{d\alpha} = -f'(x_{k+1}) f'(x_k) = 0$. На двух последовательных итерациях направления спуска ортогональны между собой. Метод наискорейшего спуска дает выигрыш в количестве машинных операций, так как дает самый выгодный шаг. Основное время машина тратит на

вычисление ее градиента $f'(x)$.

Различные алгоритмы градиентного метода основаны на использовании эффективных методов одномерной оптимизации. Задача одномерной оптимизации представляет собой простейшую математическую модель оптимизации, в которой функция зависит от одной переменной. К наиболее распространенным на практике методам одномерной оптимизации можно отнести метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод последовательного деления пополам, методы квадратичной и кубической интерполяции.

Одним из часто используемых и простых методов одномерной оптимизации является метод золотого сечения. Золотое сечение отрезка – это такое его деление на две неравные части, при котором отношение длины всего отрезка к длине его большей части равно отношению длины большей части к длине меньшей.

Последовательный поиск, в котором на $k-$м шаге каждая из симметрично выбранных на отрезке $[a_k, b_k]$ точек x_{k1}, x_{k2} осуществляет золотое сечение этого отрезка, называют методом золотого сечения. В этом методе каждое исключение отрезка уменьшает оставшийся отрезок в τ раз, где $\tau = l_k / l_{k+1} = l_{k+1} / l_{k+2}$. Так как точки x_{k1}, x_{k2}, $x_{k1} < x_{k2}$ выбраны симметрично относительно середины отрезка $[a_k, b_k]$, то

$$b_k - x_{k2} = x_{k1} - a_k = l_k - l_{k+1}, \quad l_k / l_{k+1} = l_{k+1} / (l_k - l_{k+1}).$$

Таким образом, получаем квадратное уравнение $\tau^2 - \tau - 1 = 0$. Оно имеет единственное положительное решение $\tau = (1+\sqrt{5})/2 \approx 1{,}618034$.

Согласно описанию алгоритма, на первом шаге значение функции вычисляют в двух точках, а на каждом из последующих шагов вычисляют лишь одно значение функции. Поэтому после k шагов значение функции будет вычислено в $N = k+1$ точках. Поскольку после каждого шага интервал неопределенности уменьшается в τ раз, то для длины l_{k+1} отрезка $[a_{k+1}, b_{k+1}]$ получаем $l_{k+1} = l_1 / \tau^k$. А зависимость l_N^z длины интервала неопределенности от количества N вычисленных значений функции выражается формулой $l_N^z = l_{k+1} = l_1 / \tau^k = l_1 / \tau^{N-1}$.

Метод Фибоначчи является процедурой линейного поиска для минимизации строго квазивыпуклой функции на замкнутом ограниченном интервале. Процедура поиска Фибоначчи требует два вычисления функции на первой итерации, а на каждой последующей – только по одному. Сокращение интервала неопределённости меняется от итерации к итерации.

Методы Фибоначчи и золотого сечения состоят в построении последовательности отрезков $[a_k; b_k]$, стягивающихся к точке x^* минимума функции $f(x)$ на исходном отрезке $[a_0; b_0]$. Оба метода строятся по единой схеме и различаются способом выбора параметра λ.

Метод квадратичной аппроксимации можно применить после локализации точки минимума методом золотого сечения или методом Фибоначчи. Эффективность этого приема возрастает в случае дифференцируемой функции. Производная такой функции в окрестности точки минимума мала и при представлении функции формулой Тейлора в этой окрестности наиболее существенное значение имеет квадратичное слагаемое, содержащее множитель $(x - x^*)^2$. Поэтому многочлен второго порядка в этом случае достаточно хорошо аппроксимирует функцию в окрестности точки минимума.

Ниже приведены результаты численного исследования методов золотого сечения (N = 1), метода Фибоначчи (N = 2) и метода квадратичной интерполяции (N = 3) на тестовых функциях, где *СРК* – количество вычислений значения функции, h – начальная длина шага или интервал неопределенности, $[a_k, b_k]$ – интервал неопределенности на $k-$м шаге, $f(x^*)$ – наилучшее найденное значение функции.

1. $f(x) = x^4 - 14x^3 + 60x^2 - 70x$

Таблица 1

N	*CPK*	*h*	$f(x^*)$	$[a_k, b_k]$
1	25	[0, 2]	- 24.3696015663	0.78083503988; 0.78091675258
2	20	–	- 24.3696014944	0.78067530959; 0.78126743034
3	11	0.5	- 24.3696015672	0.78088576075
3	15	1.0	- 24.3696015664	0.78088968107

2. $f(x) = 100(x - 0.24)^2$

Таблица 2

N	*CPK*	*h*	$f(x^*)$	$[a_k, b_k]$
1	23	[0, 1]	1.33456238909E-08	0.239972841937; 0.240038948902
2	20	–	4.32825488772E-07	0.239860811143; 0.247142857128
3	5	1.0	0	0.24

3. $f(x) = x^2 + 16/x$

Таблица 3

N	*CPK*	*h*	$f(x^*)$	$[a_k, b_k]$
1	25	[1, 4]	12.000000000279	1.99994353798; 2.00001928983
2	20	–	12.0000078922	1.99833978329; 2.00301083591
3	11	1.0	12	2

4. $f(x) = (x-1)^2 \cdot (x-3)^2$

Таблица 4

N	*CPK*	*h*	$f(x^*)$	$[a_k, b_k]$
1	27	[2, 8]	3.72081152904E-10	2.999954590107; 3.000012459357
2	20	–	1.73129123271E-10	2.999697368420; 3.000105263158
3	12	1.0	1.66561670027E-15	2.999999979594

Часто в вычислительных процедурах существенные трудности возникают в связи с вычислениями значений функции *f*(*x*), например, если значения *f*(*x*) получают в результате того или иного эксперимента либо если *f*(*x*) задается аналитически, но достаточно сложной для вычисления формулой. Численные результаты показывают эффективность метода квадратичной интерполяции по сравнению с методами золотого сечения и метода Фибоначчи.

Из результатов исследования видно, что метод наискорейшего спуска является одним из самых благоприятных для поиска оптимума. Недостаток данного метода – это необходимость решать одномерную задачу оптимизации. Также достаточно простыми и при этом не требующими большого числа итераций методами являются метод золотого сечения и метод чисел Фибоначчи. Методы градиентного спуска – это выгодный инструмент решения задач оптимизации. Ограниченная область применения является главным минусом всех этих методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *А. В. Аттетков.* Методы оптимизации: учеб. для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 440 с.

2. *Б. Банди.* Методы оптимизации. Вводный курс: пер. с англ. / Б. Банди. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.

3. *В. Г. Карманов.* Математическое программирование: учеб. пособие / В. Г. Карманов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.

NUMERICAL STUDY OF MODIFICATIONS OF THE GRADIENT METHOD

Chernykh I.

ilya.chernykh.00@mail.ru

Supervisor: F. Pajzerova, Ph.D. Phys.-Mat. Sciences, Associate Professor

(Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola)

This article deals with the problem of finding the extremum of the function by the method of the steepest descent. The theoretical basis for the solution of the problem is presented, and the problem of finding the extremum of the function is analyzed. Effective methods of one-dimensional optimization and results of numerical studies of one-dimensional optimization methods are presented.

ПОДСЕКЦИЯ 6.3

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 004.021

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО СБОРА ИНФОРМАЦИИ О ТОВАРАХ В СИСТЕМЕ STEAM И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ЦЕН С ПОМОЩЬЮ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ DEDUCTOR

Акельдов Д.В.
aliardanchik@gmail.com
Научный руководитель: М.П. Шлеймович, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлены графики продаж товаров в системе STEAM, основанные на собранной информации, которая в свою очередь была получена с помощью автоматического анализатора, написанного на C#. Сценарий прогнозирования помимо автоматического сбора информации включает в себя также подсистемы, обеспечивающие исключение выбросов и экстремальных значений, обработку упорядоченных данных с использованием Фурье-преобразований и вейвлет-преобразований, трансформацию данных с помощью скользящего окна и прогнозирование с помощью линейной регрессии и нейронной сети. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма прогнозирования являются отклонение прогнозируемой цены от фактической.

Введение

Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство [1].

Интерес к информационным системам на данном этапе развития человечества обусловлен технологическим развитием систем сбора и обработки информации, которые на сегодняшний день являются мощным аналитическим средством, обладающим новейшими информационными технологиями. [2-3]. Под этим подразумевается рост числа не только всевозможных информационных систем, но и систем массового обслуживания, систем предоставления услуг. Каждая из этих сложных систем, как правило, уникальна, а существующие аналоги заметно отличаются друг от друга. Следствием из этого является невозможность разработки универсальных алгоритмов расчета при их проектировании [4].

Целью деятельности любой коммерческой организации является получение максимальной прибыли при минимизации затрат. Именно на получение максимальной прибыли и нацелена система автоматического сбора и прогнозирования: определение зависимостей, изменения которых приводит к увеличению или к уменьшению прибыли, разработка нескольких вариантов подобных прогнозирований, а затем выбор оптимального варианта.

В представленной работе рассматривается информационная система автоматического сбор информации и дальнейшее прогнозирование на основе собранных данных с помощью аналитической платформы Deductor.

Описание работы системы

Информация собирается с помощью автоматического сборщика информации, который был написан на языке программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2019. Для получения информации необходимо получить ключ авторизации сессии и защитный код двухфакторной авторизации, которые в свою очередь генерируются каждые 24 часа. Необходимые данные генерируются после входа в систему STEAM. Автоматический сборщик включает в себя обработку запросов и дальнейшее заполнение таблиц данными. Код программы автоматического сбора информации представлен на рис.1.

```
public static void Main()
{
    var uri = new Uri("https://steamcommunity.com/market/pricehistory/?country=RU&currency=3&appid=730&market_hash_name=CS%3AGO%20Weapon%20Case");

    using (var handler = new HttpClientHandler() { CookieContainer = GetCookieContainer(uri) })
    using (var httpClient = new HttpClient(handler))
    {
        var responseString = httpClient.GetStringAsync(uri).Result;

        Response responseObject = JsonConvert.DeserializeObject<Response>(responseString);

        var file = File.OpenWrite("responseNow.csv");
        var streamWriter = new StreamWriter(file);
        foreach (var price in responseObject.Prices)
        {
            // add to sql db

            foreach (var priceElem in price)
            {
                streamWriter.Write(priceElem.Replace('.', ','));
                streamWriter.Write(";");
            }

            streamWriter.WriteLine();
        }
        streamWriter.Flush();
        file.Close();
    }
}

private static CookieContainer GetCookieContainer(Uri uri)
{
    var cookieContainer = new CookieContainer();
    cookieContainer.Add(uri, new Cookie("sessionid", "54fa88ff92d0747425c1b42a"));
    cookieContainer.Add(uri, new Cookie("steamLoginSecure", "76561198280658141%7C%7C1B7AE10F69A1D9A5931DFDDE469AC8B215349861"));
    return cookieContainer;
}
```

Рис. 1. Код программы автоматического сбора информации

Обработка и прогнозирование

В качестве аналитической платформы была выбрана система Deductor за счет большого количество возможностей для детальной обработки и прогнозирования информации.

Система Deductor — это платформа, позволяющая проводить всесторонний анализ данных предприятия, прогнозировать показатели его развития, проводить сегментацию и поиск закономерностей. Система обладает продвинутыми средствами для формирования отчетов, которые можно настроить по желанию заказчика. Архитектура Deductor позволяет реализовать все этапы построения аналитической системы: от создания хранилища данных предприятия до настройки корпоративной аналитической отчетности [3].

Сценарий прогнозирования в системе Deductor был разработан с нуля. Его схема представлена на рис.3.

Следующим шагом был анализ качества данных и редактирование данных с помощью исключения экстремальных значений и выбросов. Качество данных представлено на рис.2.

Одинарная провека							
№	Столбец	Тип данных	Вид данных	Пропуски	Выбросы	Экстремальные	Резюме
1	Дата	Дата	Непрерывный	0	0	0	Пригоден
2	Цена	Вещественный	Непрерывный	0	11	0	Переработать
Двойная проверка							
№	Столбец	Тип данных	Вид данных	Пропуски	Выбросы	Экстремальные	Резюме
1	Дата	Дата	Непрерывный	0	0	0	Пригоден
2	Цена	Вещественный	Непрерывный	0	0	0	Пригоден

Рис. 2. Качество данных в системе Deductor

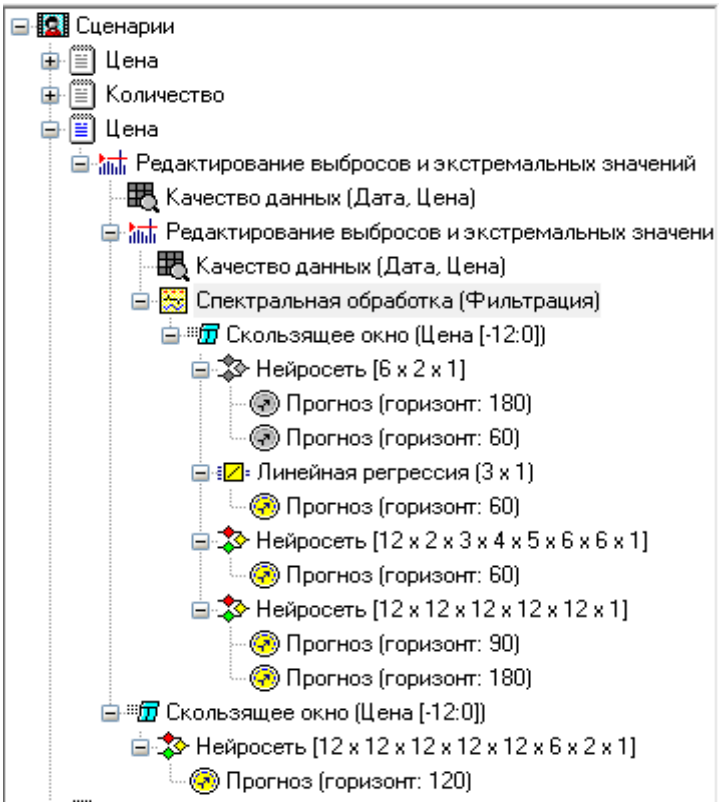


Рис. 3. Сценарий прогнозирования в системе Deductor

Следующим шагом была спектральная обработка упорядоченных данных с использованием Фурье-преобразований и вейвлет-преобразований. Диаграмма спектральной обработки данных представлена на рис.4.

На основе диаграммы спектральной обработки данных в системе Deductor осуществляется прогнозирование цен на период заданного времени. Осуществим прогнозирование двумя методами, методом линейной регрессии и методом нейронных сетей. Прогнозирование с помощью нейронных сетей начинаетя с 01.04.19 и представлено на рис.4.

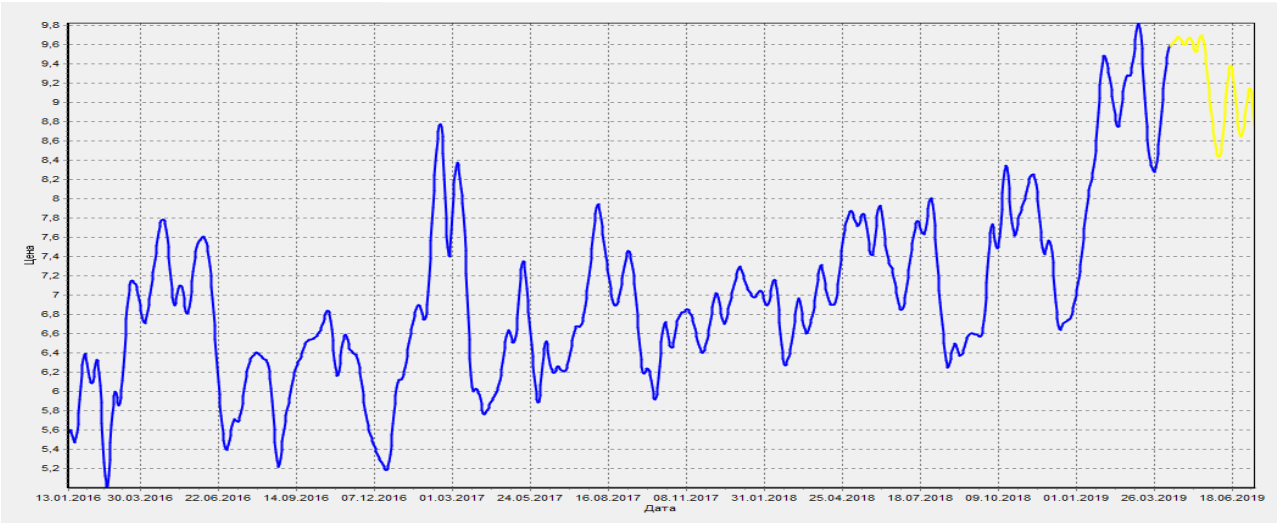


Рис. 4. Диаграмма спектральной обработки и прогнозирования
с помощью нейронных сетей в системе Deductor

Прогнозирование с помощью линейной регрессии на основе данных представлено на рис.5 и начинается с 27.04.19.

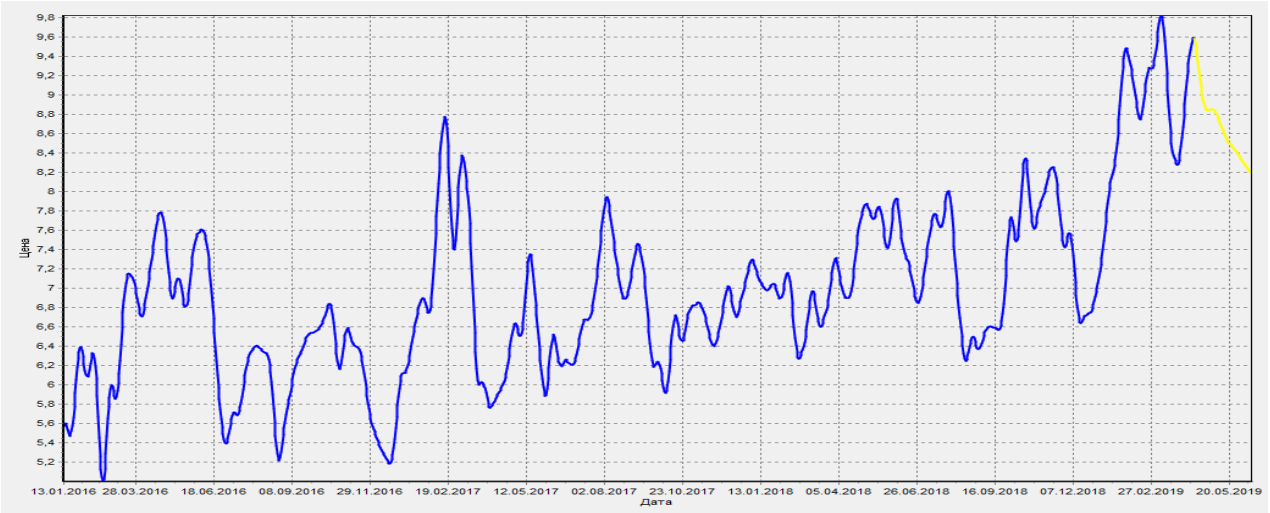


Рис. 5. Диаграмма прогнозирования линейной регрессии в системе Deductor

Выводы

Осуществлена разработка информационной системы автоматического сбора информации о товарах в системе STEAM.

Разработан сценарий обработки полученной информации, включающий в себя редактирование экстремальных значений и выбросов, спектральную обработку, а также прогнозирование с помощью линейной регрессии и нейронной сети. Предложенный алгоритм прогнозирования с помощью линейной регрессии оказался наиболее точным с погрешностью не превышающей 12,25%, в то время, как алгоритм на основе нейронных сетей показал погрешность не превышающий 22,35%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

2. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 4, 298-303 (2014).

3. URL: https://basegroup.ru/deductor/description.

4. *В.В. Мокшин*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).

INFORMATION SYSTEM OF AUTOMATIC COLLECTION OF INFORMATION OF PRODUCT IN THE STEAM AND PREDICTION THEIR PRICE WITH ANALYTICAL PLATFORM DEDUCTOR

Akeldov D.

aliardanchik@gmail.com

Academic adviser: M. Shleymovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article presents graphs of sales of goods in the STEAM system, based on the information collected, which in turn was obtained using an automatic analyzer written in c #. In addition to automatic data collection, the forecasting scenario also includes such subsystems as “Data quality” - elimination of outliers and extreme values, “Spectral processing” - processing of ordered data using Fourier transforms and wavelet transforms, transforming data using a sliding window and linear regression and neural network prediction. The rationale for using the proposed prediction algorithm is the deviation of the predicted price from the actual one.

УДК: 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЛИ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ АЗС В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Андреева А.А., Шестанова А.В.
music-mama@mail.ru,alenaneew@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье представлена имитационная модель работы АЗС, созданная в программе Anylogic, её структурная схема организации работы, а также текстовое описание схемы. Так же была проведена оптимизация модели АЗС, за счет количества кассиров, принимающих оплату за бензин, количества заправщиков и количества продавцов кофе. Данные, приведенные в таблице получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, в ходе которого было выявлено решение, способствующее оптимизации процедур обработки и повышению эффективности работы, а именно оптимизация времени нахождения машин на АЗС, при минимальном возможном количестве сотрудников.

Введение

Имитационное моделирование это один из методов изучения реальных систем, с помощью создания на их основе моделей, описывающих процессы. Над моделями реальных систем проводят эксперименты, чтобы получить информацию об этих системах. [1]

Применение имитационного моделирования широко используется в различных сферах, таких как военная промышленность, экономика, экология, бизнес-процессы и т.д. так как экспериментировать на реальных объектах может быть дорого, небезопасно или очень долго.[2] Имитационное моделирование может решать такие задачи как учебная деятельность, планирование экспериментов, воспроизведение динамических ситуаций, оптимизация работы какой-либо системы.[3]

В статье показана оптимизация работы модели АЗС с помощью программы Anylogic. Оптимизация — это повышение производительности модели, путем поиска значений параметров, при которых достигается наилучший результат работы модели.[4] Оптимизация работы модели АЗС достигалась за счет количества сотрудников, работающих на АЗС, а именно кассиров, принимающих оплату за бензин, заправщиков, и продавцов кофе.

Описание системы работы автозаправочной станции

Каждый новый поступающий на заправочную станцию автомобиль, сначала попадает в очередь к кассе (Очередь_наКассу), производит оплату выбранного типа топлива (Касса), и выбирает нужную колонку (Выбор_бенз). Выбрать можно колонку, где разливают бензин с октановым числом 92 (Заправка_92), с октановым числом 95 (Заправка_95), с октановым числом 98 (Заправка_98) или же выбрать дизельное топливо (Заправка_дт). На кждый вид топлива отведено по 2 колонки. Выбрав нужную колонку, автомобиль попадает в очередь (queue). Как только подходит очередь, автомобиль подъезжает к колонке (Заправка_92), где ему помогают осуществить заправку сотрудники АЗС (Заправщик). После оплаты, автовладелец может сделать выбор (Выбор): или сразу уехать с АЗС (Выезд), или сначала приобрести кофе у сотрудников заправочной станции (Покупка_кофе), а затем покинуть ее.

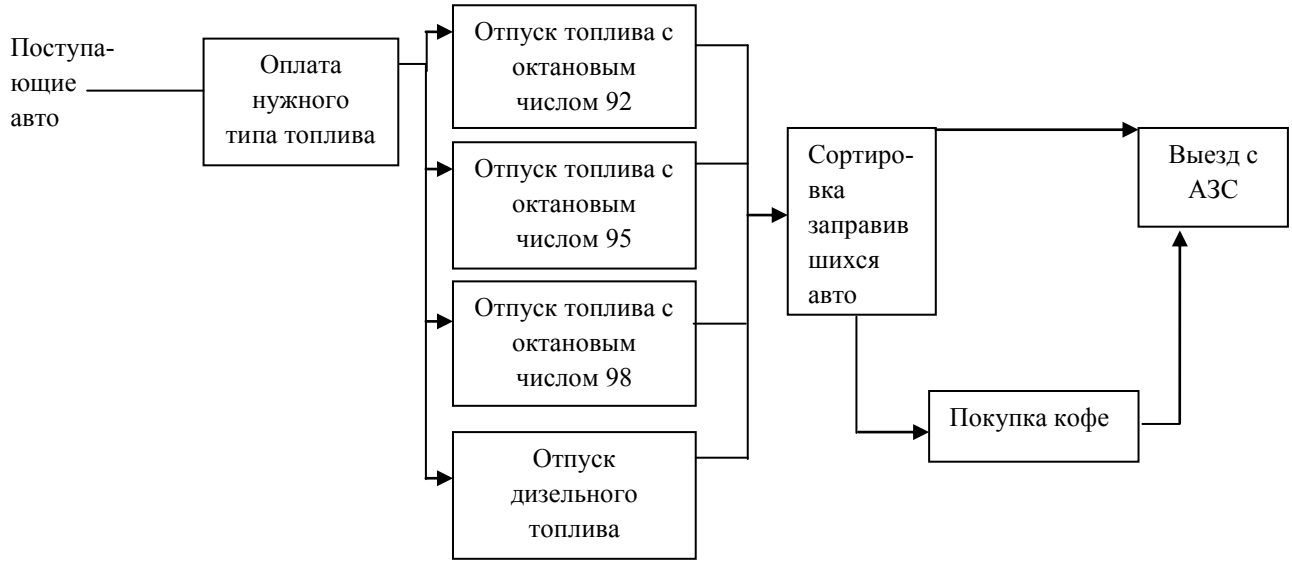


Рис. 1. Структурная схема организации работы автозаправочной станции

Моделирование и оптимизация

Данная система была разработана в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.4. Она мощным инструментов и позволяет моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем [5]. AnyLogic позволяет строить графически взаимосвязанные блоки, которые могут работать с различными параметрами. При необходимости, возможно использование библиотек, расширяющих возможности моделирования, а также расширения базового класса транзактов Agent, написанного на одном из самых популярных языков программирования – Java.

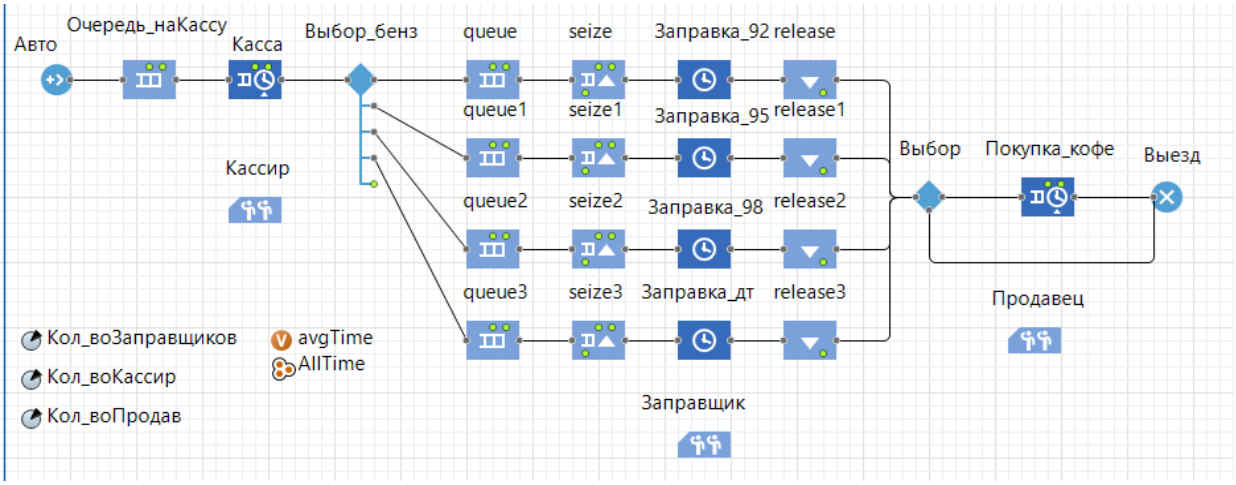


Рис. 2. Модель работы автозаправочной станции – функциональная схема

Для оптимизации модели было задано 500 единиц времени, для работы модели - 8 часов. Результаты работы оптимизации продемонстрированы в таблице 1. После оптимизации модели число кассиров увеличилось с 7 человек (исходная модель) до 19 человек.

Оптимальным количеством заправщиков, которые помогают клиентам заправится, будет 10 сотрудников вместо 4, а продавцов, которые продают кофе, следует назначить 8 человек вместо 1. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстродействие работы автозаправочной станции, в таком случае среднее время обслуживания клиентов будет 23.357 ед. времени. Перечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис.3.

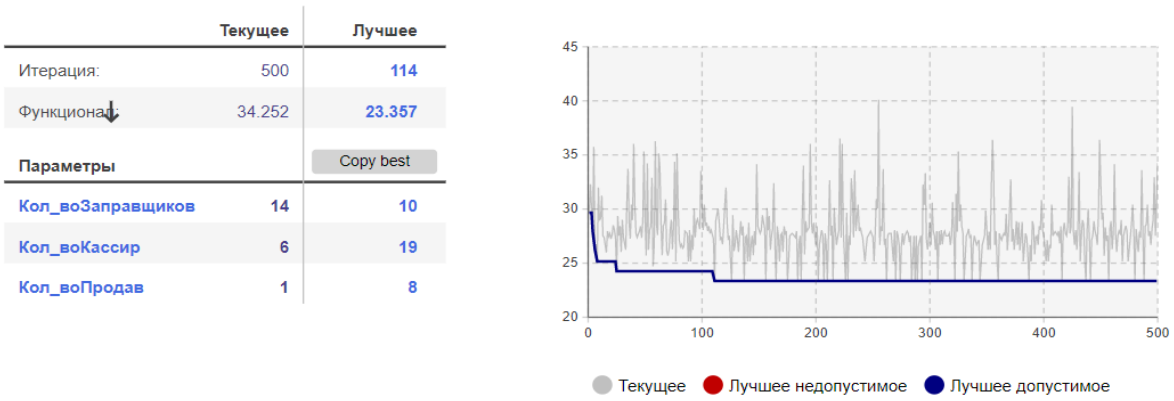


Рис. 3. Оптимизация исходной модели автозаправочной станции

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	1
Кол_воЗаправщиков, чел	Количество сотрудников	4	4	16	10
Кол_воКассир, чел	Количество сотрудников	7	4	20	19
Кол_воПродавц, чел	Количество сотрудников	1	1	10	8

Выводы

В процессе выполнения работы была создана модель, организующая работу автозаправочной станции. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества сотрудников, которые обслуживают поступающих клиентов.

Созданная модель и проведенный над ней эксперимент выявил решение, способствующее оптимизации процедур обработки и повышению эффективности работы. Данный алгоритм сокращает время обслуживания клиентов, в ходе которого обрабатывается максимальное число поступающих автомобилей с минимальным числом сотрудников, что значительно помогает сократить затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Anylogic URL: https://www.anylogic.ru/use-of-simulation//

2. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Т.А. Мухутдинов, Вестник Казанского технологического университета, 18, 5, 184-188 (2015).

3. С.П. Тимошенков, В.Н. Горошко, Б.М. Симонов, Основы теории надежности // Учебник и практикум для академического бакалавриата. С. 230-231 (2015).

4. В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).

5. *Р.В.Родина.* Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77.)

OPTIMIZATION OF WORK OF GAS STATION DUE TO INCREASE OR REDUCTION OF NUMBER OF STAFF OF GAS STATION IN THE ENVIRONMENT OF IMITATING MODELLING OF ANYLOGIC

Andreyeva A., Shestanova A.
music-mama@mail.ru, alenaneew@mail.ru
Research supervisor: V. Mokshin, PhD in Technological Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The simulation model of work of gas station created in the Anylogic program, its block diagram of the organization of work and also the text description of the scheme is presented in this article. Also optimization of model of gas station, due to the number of the cashiers accepting payment for gasoline, the number of refuelers and the number of sellers of coffee was performed. The data provided in the table are received by carrying out an optimizing experiment by means of AnyLogic during which the decision promoting optimization of procedures of processing and increase in overall performance namely optimization of the time spent of cars at gas station was revealed, at the minimum possible number of employees.

УДК 004.932

СТЕНД БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Андреянов Н.В.
nik57643@yandex.ru
Научный руководитель: М.П. Шлеймович, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается стенд для отработки процедур обнаружения и распознавания объектов на изображениях в бортовой системе беспилотного летательного аппарата. Приведена структура стенда и его программно-аппаратное обеспечение. Приведен метод, используемый для обнаружения и распознавания объектов на изображении. Описана методика его применения при решении задач проектирования бортовой системы беспилотного летательного аппарата. Приведены типы сверточных нейронных сетей рассмотренных для применения на данном стенде.

В настоящее время широко применяются автоматизированные средства в разных областях. Автоматизированные средства применяются в различных системах, таких как системы дистанционного контроля и наблюдения, которых существует великое множество, начиная от разнообразия датчиков окружающей среды и заканчивая луноходами и марсоходами. В последнее же время особую популярность получили беспилотные летательные аппараты.

Беспилотные летательные аппараты применяются как в гражданских целях, напрмер доставка почты, так и в оборонных. Важной чертой данных аппаратов является отсутствие человека на борту. Беспилотные летательные аппараты способны долгое время находиться в воздухе, следовательно, совершать полёты на большие расстояния, нести различную полезную нагрузку, обрабатывать и передавать данные полученные всевозможными системами, внедренными в данный аппарат. Эффективность выполнения поставленных, перед беспилотным летательным аппаратом задач зависит от точности и отлаженности алгоритмов, систем установленных на беспилотном летательном аппарате, таких как камеры и всевозможные датчики.

На борту беспилотного летательного аппарата находится множество систем, в том числе бортовая система управления. Данная система состоит из всевозможных датчиков, камер, а так же из систем управления этими устройствами. Так же в задачу бортовой системы, может входить система распознавания.

Системы распознавания так же получили актуальность в последнее время и включив их в

алгоритмы летательного аппарата можно решить многие проблемы автоматизации некоторых действий.

Создавая бортовые системы беспилотных летательных аппаратов, необходимо разработать подсистему автоматического обнаружения и распознавания объектов интереса на изображении. Поэтому актуальной является задача исследования путей создания соответствующего программно-аппаратного комплекса. Для снижения затрат на создание такого программно-аппаратного комплекса в данной статье предлагается использовать стенд, моделирующий процессы получения, обработки и передачи информации в бортовой системе беспилотного летательного аппарата и наземного пункта управления на базе персональных компьютеров и специализированных вычислителей. Так же к актуальности стоит отнести нейронные сети, которые могут помочь снизить время обработки и точность системы распознавания.

В данной статье предлагается использовать стенд, моделирующий процессы получения, обработки и передачи информации в бортовой системе беспилотного летательного аппарата и наземного пункта управления на базе персональных компьютеров и специализированных вычислителей.

В состав стенда программно-аппаратного комплекса обнаружения и распознавания объектов интереса входят (рисунок 1):

– телевизор;
– камера;
– мобильный компьютер;
– персональные компьютеры;
– сетевое оборудование.

Программное обеспечение стенда обеспечивает работу его устройств и решения задач обнаружения и распознавания объектов в видеопотоке. Видеопоток поступает от цифрового источника видеоинформации, в качестве которого выступает камера, телевизор и персональный компьютер. Персональный компьютер формирует изображение подстилающей поверхности с объектами интереса, которое выводится на телевизор. Далее камера регистрирует изображение подстилающей поверхности и передает его в мобильный компьютер, полностью соответствующий бортовому вычислительному устройству для обнаружения и распознавания заданных объектов. Результаты работы передаются на персональный компьютер, имитирующий работу наземного пункта управления для представления оператору.

На наземном пункте управления был разработан клиент для управления беспилотным летательным аппаратом. Обработкой команд с клиента и бортовой телеметрии на беспилотном летательном аппарате занимается мобильный компьютер Jetson TX1. Он имеет компактные размеры и имеет высокопроизводительные мобильные ядра, а за видеообработку отвечает высокопроизводительный графический процессор на базе архитектуры Maxwell от Nvidia. Jetson TX1 имеет ОС Ubuntu 16.04. Исходя из этого было решено писать кроссплатформенное программное обеспечение на языке C++ используя библиотеку Qt [1]. В созданном программном обеспечении для цифровой обработки изображения и распознавания заданных объектов используется открытая библиотека OpenCV 3 [2].

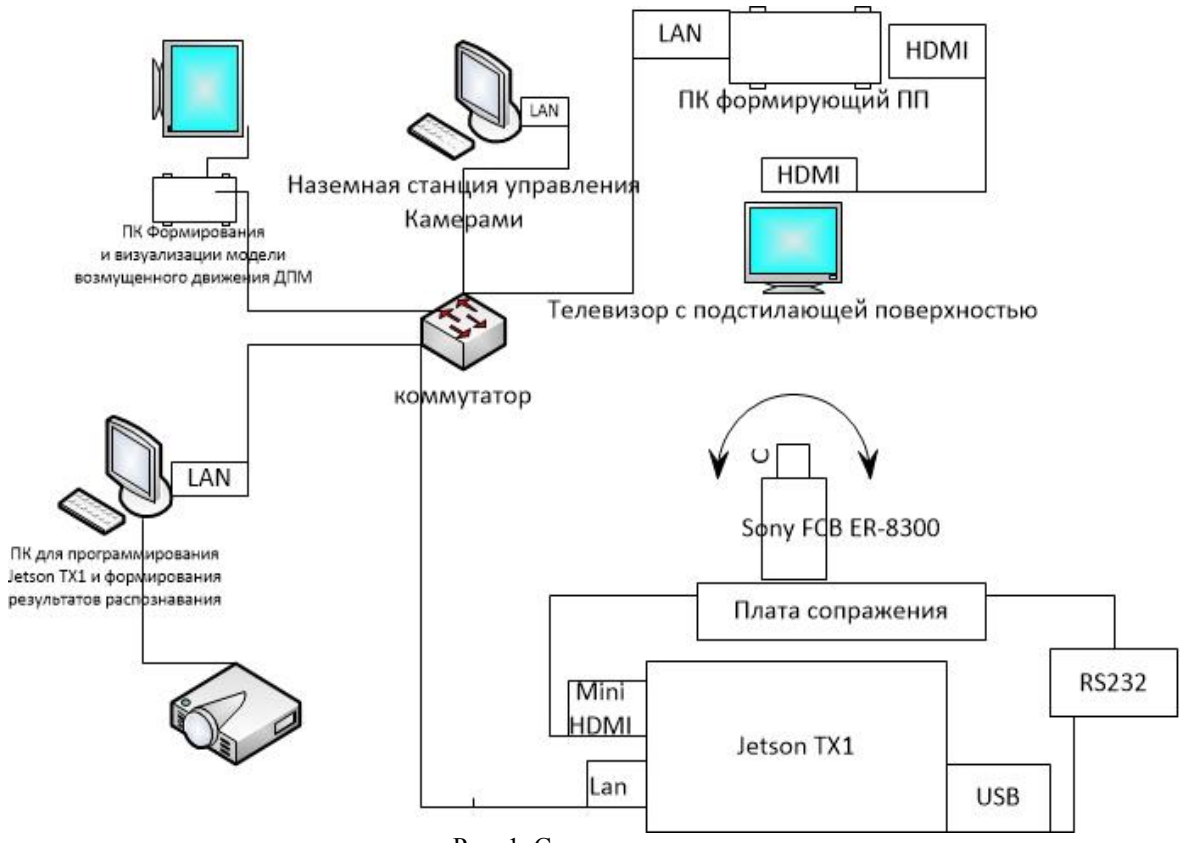


Рис. 1. Структура стенда

Разработанный программно-аппаратный комплекс имеет 4 модуля:

1. Модуль взаимодействия с камерой включающий в себя следующие подмодули:

1.1. Подмодуль управления программно-аппаратного комплекса беспилотного летательного аппарата необходим для осуществления включения и настройки оборудования, а также для запуска и контроля процесса обнаружения и распознавания. Входными данными подмодуля являются команды управления от бортового оборудования. Он выполняет следующие функции:

– включение/выключение камер;

– проверка работоспособности камер;

– настройка параметров камер;

– запуск процесса обнаружения и распознавания;

– получение видеопотока с камер и передача видеопотока в модуль обнаружения и распознавания.

1.2. Подмодуль обработки запроса о фотографии к программно-аппаратному комплексу беспилотного летательного аппарата от клиента необходим для захвата кадра и формировании информации о нем на беспилотном летательном аппарате в текущем его месте положения по запросу. Входными данными подмодуля являются команды управления от бортового оборудования. Он выполняет следующие функции:

– прием настроек от клиента

– захват кадра с указанной камеры

– формирование информации о кадре

1.3. Подмодуль обработки запроса о данных фотографии к программно-аппаратному комплексу беспилотного летательного аппарата от клиента необходим для формирования данных фотографии на беспилотном летательном аппарате сделанной в текущем его положении по запросу. Входными данными подмодуля являются команды управления от бортового оборудования. Он выполняет следующие функции:

– прием настроек от клиента

– формирование данных о фотографии

1.4. Подмодуль обработки запроса информации о распознанных объектах к программно-аппаратному комплексу беспилотного летательного аппарата от клиента необходим для формирования данных о видимых объектах в текущем диапазоне видимости с камер беспилотного летательного аппарата. Входными данными подмодуля являются команды управления от бортового оборудования. Он выполняет следующие функции:

– прием настроек от клиента

– формирование данных о объектах

2. Модуль детектирования и распознавания объектов на изображении необходим для распознавания объектов подученных с камеры на программно-аппаратном комплексе беспилотного летательного аппарата и дальнейшей передачи данных о распознанных объектах к клиенту. Входными данными модуля являются команды управления от бортового оборудования, видеопоток с камеры. Он выполняет следующие функции:

– инициализация потока для дальнейшего захвата кадра

– вывод кадра (рисунок 2) на стороне программно-аппаратного комплекса беспилотного летательного аппарата

– распознавание объектов на кадре

– формирование массива с данными о объектах

– передача сформированных данных клиенту

3. Модуль формирования выходного потока состоит из следующих подмодулей:

3.1. Подмодуль формирования ответа о состоянии программно-аппаратного комплекса беспилотного летательного аппарата к клиенту необходим для передачи информации о текущих настройках камеры. Выходными данными подмодуля являются информация о состоянии камеры.

3.2. Подмодуль формирования ответа на запрос информации о фотографии зафиксированной на программно-аппаратном комплексе беспилотного летательного аппарата необходим для передачи информации о кадре, зафиксированном на программно-аппаратном комплексе беспилотного летательного аппарата. Выходными данными подмодуля являются информация о кадре.

3.3. Подмодуль формирования ответа на запрос данных о фотографии от программно-аппаратного комплекса беспилотного летательного аппарата к клиенту, необходим для передачи данных кадра, зафиксированном на беспилотном летательном аппарате. Выходными данными подмодуля являются данные кадра.

3.4. Подмодуль формирования ответа на запрос данных о распознанных объектах от программно-аппаратного комплекса беспилотного летательного аппарата к клиенту необходим для передачи распознанных объектов, зафиксированных на беспилотном летательном аппарате с помощью камер. Выходными данными подмодуля являются информация о распознанных объектах и миниатюры распознанных объектов.

4. Модуль взаимодействия с бортовым компьютером необходим для передачи текущих координат и других данных в алгоритмы и дальнейшей передачи на клиент по запросу клиента.

Рис. 2. Пример распознавания объектов интереса

Для обнаружения и распознавания объектов интереса на изображении применяется каскадный классификатор Хаара. Данный классификатор обучен с помощью метода Виолы-Джонса с использование заранее заготовленных кадров. Данный классификатор базируется на применении хаароподобных признаков и локальных бинарных шаблонов [3].

Для получения видеопотока с камеры с настраиваемым разрешением применяется библиотеки Gstreamer и OpenCV [2].

В дальнейшем в бортовую систему для распознавания планируется внедрить сверточную нейронную сеть. На данный момент рассмотрено три сети:

1. DarkNet, результаты обучения представлены на рисунке 3, данная сеть была создана компанией Nvidia. Для работы с ней идет инструмент DIGITS (рисунок 4).
2. Yola 2, для обучения был использован инструмент TensorFlow, результаты приведены на рисунке 5.
3. Yola 3, для обучения был использован инструмент DarkFlow, результаты приведены на рисунке 6.

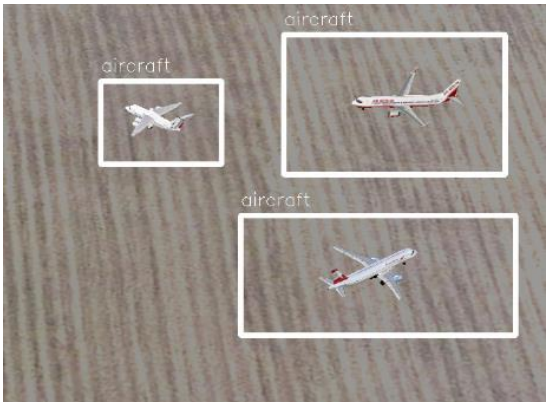


Рис. 3. Распознавание с помощью сети DarkNet

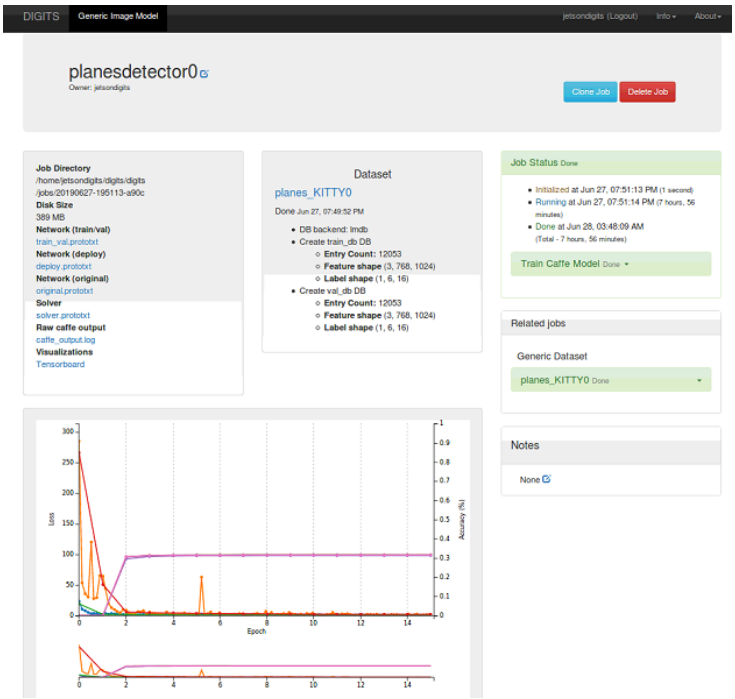


Рис. 4. Процесс обучения в DIGITS

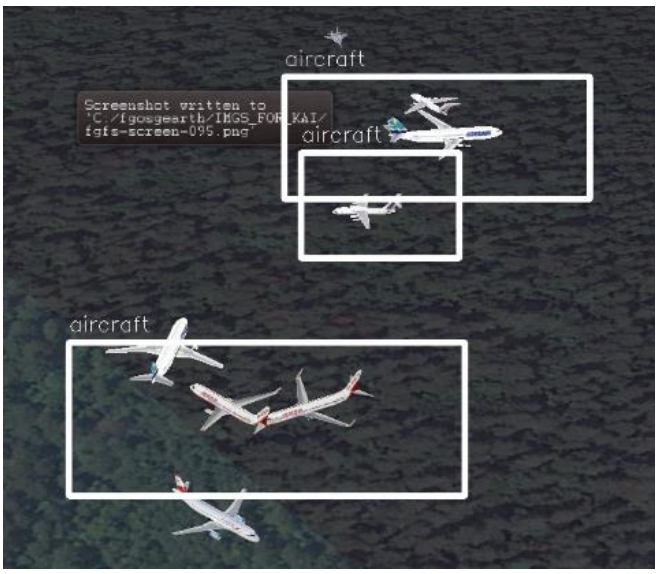


Рис. 5. Распознавание с помощью сети DarkFlow

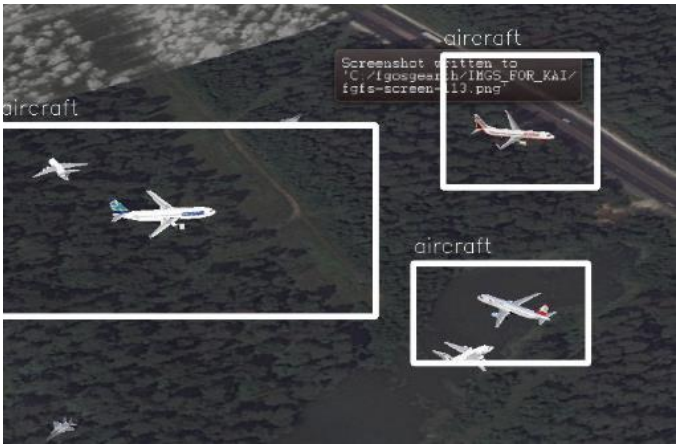


Рис. 6. Распознавание с помощью сети DarkNet

На данный момент проводится сравнения на обученных выборках. Сравнение проводится относительно качества и скорости распознавания, а так же относительно затрат компьютерных ресурсов. Последний параметр особенно важен, так как вычислителем в бортовой системе является мобильный компьютер.

По результатам в бортовую систему будет внедрена одна из вышеописанных нейронных сетей. Далее планируется модифицировать выбранную сеть, дабы получить более лучший результат для конкретных условий применения.

В результате разработки и создания программно-аппартаного комплекса были решены задачи исследования методов и средств обнаружения и распознавания объектов интереса. С его помощью были выявлены некоторые проблемы, связанные с использованием каскадов Хаара, такие как большое время обнаружения объектов. Для решения этих проблем в дальнейшем планируется использование мощностей параллельных вычислений на базе нейронных сетей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Макс Шлее*. Qt 5.3. Профессиональное программирование на C++. СПБ.: БХВ-Петербург, 2015. 928 с.

2. *Gary Bradski, Adrian Kaehler*. Learning OpenCV. O'Reilly Media, October 2008.

3. *Lienhart, R.* An extended set of haar-like features for rapid object detection/ R. Lienhart, M. Jochen // IEEE ICIP. – 2002. – Vol. 1. – P. 900-903.

THE STAND OF THE ONBOARD SYSTEM OF THE UNCLEANED AIRCRAFT FOR DETECTING AND RECOGNITION OF OBJECTS USING NEURAL NETWORKS

Andreyanov N.
nik57643@yandex.ru
Supervisor: M. Shleymovich, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The article discusses a stand for developing procedures for detecting and recognizing objects in images in the on-board system of an unmanned aerial vehicle. The structure of the stand and its software and hardware are shown. The method used to detect and recognize objects in the image. The method of its use in solving the problems of designing an onboard system of an unmanned aerial vehicle is described. The types of convolutional neural networks considered for use on this stand are given.

УДК 004.02

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ МЕТОДОМ k - СРЕДНИХ

Анишкина В.Н., Сафаров Н.И.
anishkinavn97@mail.ru
Научный руководитель: И.С. Ризаев, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье рассмотрен один из основных методов анализа данных – кластеризация данных. Подробно рассмотрен метод кластеризации – k-средних. В качестве эксперимента проведена кластеризация покупателей розничной торговли по цене товара в аналитической платформе Deductor Studio. Также отмечены достоинства и недостатки выбранного метода кластеризации.

В настоящее время наблюдается быстрый рост объема информации, который характерен для каждой сферы общественной деятельности. При таком быстрорастущем темпе, компании стараются проанализировать максимально полный объем информации, чтобы использовать это для принятия тех или иных решений, а не просто отправлять данные в архив. На сегодняшний день существует множество методов анализа данных. В данной статье рассмотрен один из основных методов – кластеризация данных. В качестве эксперимента проведена кластеризация покупателей в розничной торговле по цене товара.

Кластеризация представляет собой разбиение совокупности объектов на однородные группы. Главной особенностью кластеризации является схожесть объектов внутри кластера и отличие от других объектов, которые вошли в другие кластеры [1].

Выделяют две группы методов кластерного анализа: иерархические и неиерархические [2].

Иерархические методы включают в себя:

- Агломеративные алгоритмы, которые объединяют объекты во все более и более крупные кластеры;
- Дивизимные алгоритмы, которые разбивают выборку на все более и более мелкие кластеры.

Из вышеуказанных алгоритмов иерархического метода более распространенным является агломеративный.

Неиерархическими являются:

- Метод k – средних;
- Метод g – средних;
- Сети Кохонена;
- Адаптивные методы.

Метод k – средних

Целью метода k – средних является разделение объектов из начальной выборки на k кластеров[3]. При этом каждый объект относится к тому кластеру, к центру (центроиду) которого он находится ближе всего. В данном методе число кластеров задается заранее.

Алгоритм метода k – средних:

1. Из начальной выборки выбирается k объектов, которые будут служить начальными центрами кластеров;
2. Для каждого объекта начальной выборки определяется ближайший к ней центр кластера. В качестве меры расстояния используется Евклидово расстояние[4]:

$$\rho(X,Y) = \sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_k - y_k)^2}.$$

3. Вычисляются центры тяжести (центроиды) кластеров, которые затем выбираются новыми центрами кластеров;
4. Повторяются шаги 3 и 4 до тех пор, пока не выполнится условие сходимости.

В качестве условия сходимости, используется сумма квадратов ошибок между центрами тяжести кластера и всеми вошедшими в него объектами:

$$E = \sum_{i=1}^{k}\sum_{p \epsilon S_i}(p - m_i)^2,$$

где p – произвольная точка данных, принадлежащая кластеру Si, m_i – центроид данного кластера.

В качестве эксперимента была проведена кластеризация покупателей розничной торговли. Начальная выборка, включающая ФИО покупателя, возраст покупателя и цену товара, которую купил покупатель, представлена на рис.1.

ФИО	Возраст	Цена товара
Чучелин Иван Эдуардович	73	1200
Чернова Ксения Денисовна	40	4000
Цветкова Марина Александровна	59	1000
Хасанов Булат Айратович	41	3500
Товдорова Маргарита Алексеевна	35	12000
Терентьева Марина Олеговна	39	10000
Сучкова Валентина Константиновна	20	3200
Семенова Оксана Алексеевна	55	4500
Светикова Светлана Валерьевна	34	4500
Сафарова Азалия Ниязовна	43	15000
Панфилов Никита Сергеевич	29	1500
Оконечников Илья Владимирович	44	7800
Никитин Алексей Владимирович	33	10000
Наумова Елизавета Александровна	32	6000
Медведева Татьяна Викторовна	48	6900
Максимов Данил Денисович	25	2700
Маврин Владислав Александрович	21	1500
Лопатина Алена Олеговна	26	6500
Ларина Алеся Николаевна	17	1400
Лаврик Лариса Анатольевна	66	4400
Кузнецова Татьяна Алексеевна	28	12000
Корчагин Владимир Александрович	14	450
Каримова Регина Динаровна	66	3500
Илюшкина Анна Витальевна	47	4500
Ильина Марина Вадимовна	23	12000
Закиров Эмиль Ильясович	53	2900
Ефимова Виктория Анатольевна	33	3200
Волков Дмитрий Михайлович	45	13000
Винцова Александра Викторовна	13	100
Алефтинов Алексей Сергеевич	31	11500

Рис. 1. Начальная выборка

Кластеризация была проведена по цене покупки, так как это один из основных показателей в розничной торговле.

В качестве инструмента кластеризации выбрана аналитическая платформа Deductor

Studio, в которую встроены современные методы извлечения, визуализации и анализа данных.

Кластеризация по цене

В розничной торговле цены условно можно разделить на 3 категории:

1. Низкая цена;
2. Средняя цена;
3. Высокая цена.

Поэтому при кластеризации по цене товара было решено разделить покупателей на 3 кластера. Результат кластеризации показан на рис.2.

ФИО	Возраст	Цена товара	Номер кластера	Расстояние до центра кластера
Панфилов Никита Сергеевич	29	1500	1	511,53846153846
Корчагин Владимир Александрович	14	450	1	1561,53846153846
Цветкова Марина Александровна	59	1000	1	1011,53846153846
Лопатина Алена Олеговна	26	6500	2	1044,44444444444
Сафарова Азалия Ниязовна	43	15000	0	3062,5
Никитин Алексей Владимирович	33	10000	0	1937,5
Винцова Александра Викторовна	13	100	1	1911,53846153846
Товдорова Маргарита Алексеевна	35	12000	0	62,5
Чучелин Иван Эдуардович	73	1200	1	811,53846153846
Волков Дмитрий Михайлович	45	13000	0	1062,5
Медведева Татьяна Викторовна	48	6900	2	1444,44444444444
Светикова Светлана Валерьевна	34	4500	2	955,55555555556
Каримова Регина Динаровна	66	3500	1	1488,46153846154
Кузнецова Татьяна Алексеевна	28	12000	0	62,5
Ларина Алеся Николаевна	17	1400	1	611,53846153846
Лаврик Лариса Анатольевна	66	4400	2	1055,55555555556
Ефимова Виктория Анатольевна	33	3200	1	1188,46153846154
Илюшкина Анна Витальевна	47	4500	2	955,55555555556
Сучкова Валентина Константиновна	20	3200	1	1188,46153846154
Ильина Марина Вадимовна	23	12000	0	62,5
Наумова Елизавета Александровна	32	6000	2	544,44444444444
Хасанов Булат Айратович	41	3500	1	1488,46153846154
Максимов Данил Денисович	25	2700	1	688,46153846154
Оконечников Илья Владимирович	44	7800	2	2344,44444444444
Закиров Эмиль Ильясович	53	2900	1	888,46153846154
Алефтинов Алексей Сергеевич	31	11500	0	437,5
Семенова Оксана Алексеевна	55	4500	2	955,55555555556
Терентьева Марина Олеговна	39	10000	0	1937,5
Чернова Ксения Денисовна	40	4000	2	1455,55555555556
Маврин Владислав Александрович	21	1500	1	511,53846153846

Рис. 2. Выборка после кластеризации

Как видно на рис.2. наша начальная выборка поделилась на 3 кластера. Проанализировав данные, можно сделать вывод, что кластер 0 соответствует высокой ценовой категории, кластер 1 – низкой, а кластер 2 – средней, соответственно. Посмотрев расстояние до центра кластера, мы можем удостовериться в правильности кластеризации.

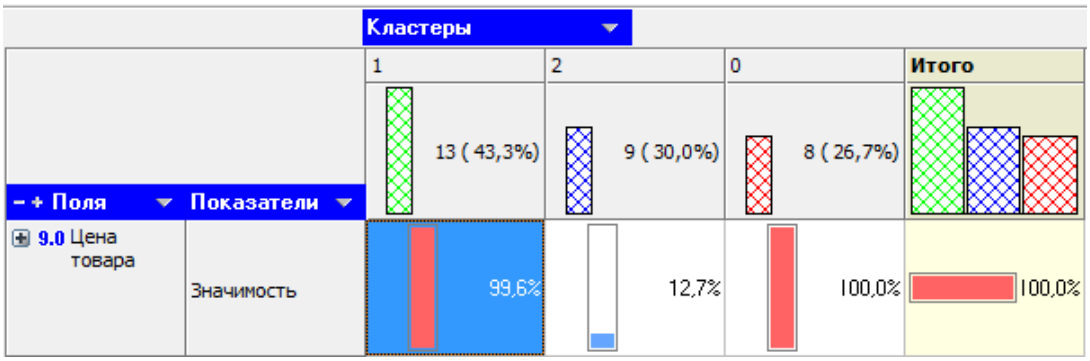


Рис. 3. Профили кластеров

Профили кластеров дают возможность увидеть, какая доля покупателей попала в той или иной кластер. Как видно из рис.3. большая часть покупателей (43,3%) относится к низкой ценовой категории, а меньшая (26,7%) - к высокой.

Результаты по сформированным кластерам наиболее удобно рассматривать с помощью кросс-диаграммы, которая иллюстрирует полученные кластеры в графическом виде, что существенно упрощает анализ.

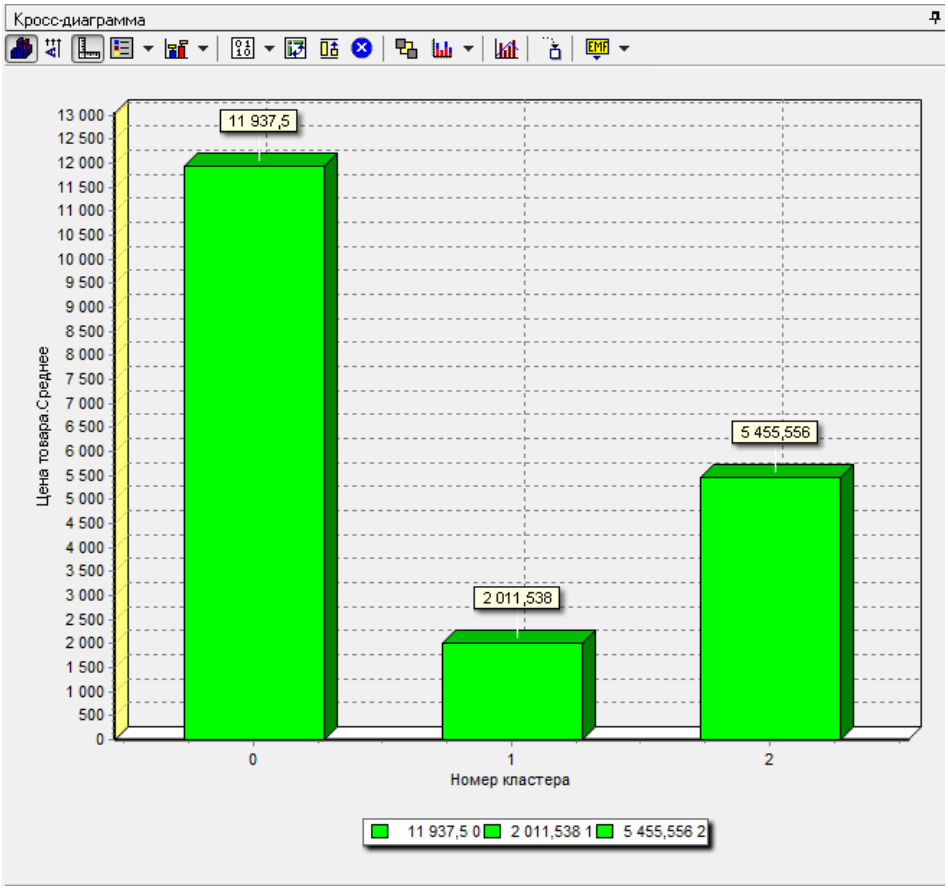


Рис. 4. Кросс-диаграмма

На кросс-диаграмме можно увидеть среднее значение цен в каждом кластере.

Внутри каждого полученного кластера потребители имеют максимально схожие требования к цене покупки. Эти данные позволят сконцентрировать маркетинговые усилия на полученных группах потребителей, чтобы более эффективно взаимодействовать с рынком и потребителями.

Кластеризация покупателей розничной торговли была проведена по методу k – средних. Основное достоинство данного метода - это простота реализации и, как следствие, высокая скорость выполнения, особенно при больших наборах данных.

Один из недостатков данного метода заключается в том, что заранее необходимо проанализировать исходную выборку и определить, на сколько кластеров ее надо будет разделить. Другой недостаток в том, что метод k – средних создан для работы с непрерывными значениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Суслов С.А.* Кластерный анализ: сущность, преимущества и недостатки // Вестник НГИЭИ. – 2010. – Т.1. - №1. – С.51-57.

2. *Ризаев И.С., Рахал Я.* Интеллектуальный анализ данных для поддержки принятия решений. - Казань: Изд-во МОиН РТ, 2011. - С.172.

3. Обзор алгоритмов кластеризации данных: [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/post/101338.

4. *Ризаев И.С., Потапов К.в., Январева Е.В.* Группировка объектов на основе кластерного анализа // Инновационные технологии XXI века материалы Международной научно-практической конференции. – Казанский государственный технический университет им.

А.Н. Туполева. 2015.С.160-162.

CUSTOMERS CLASTERING OF RETAILER USING k-MEANS ALGORITM

Anishkina V., Safarov N.
anishkinavn97@mail.ru
Supervisor: I. Rizaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this article describes one of the main methods of data analysis – data clustering. The method of clustering – k-means is considered in detail. As an experiment, the clustering of retail buyers at the price of goods in the analytical platform Deductor Studio is carried out. The advantages and disadvantages of the chosen clustering method are also noted.

УДК 004.8

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАГОЛОВКОВ HTTP-ЗАПРОСОВ

Аслямов Т.И.
aslyamovt@gmail.com
Научный руководитель: И.В. Аникин, д-р техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Существующие на сегодня средства обнаружения скрытых по памяти в заголовках HTTP-запросов каналов передачи информации не обладают достаточной эффективностью в обнаружении ранее неизвестных типов каналов, либо не устойчивы к обходу злоумышленниками. Решением является создания нейросетевой модели обработки текста заголовков HTTP-запросов. Однако, создание подобных моделей имеет свои особенности, осложняющие их разработку, поэтому необходим учет специальных рекомендаций, некоторые из которых приведены в данной статье.

Введение

Серьезной проблемой современной информационной безопасности является сложность обнаружения скрытых по памяти в заголовках HTTP-запросов каналов передачи информации. Существующие методы решения данной задачи, реализованные без применения нейронных сетей, сталкиваются с проблемами невозможности обнаружения ранее неизвестных типов скрытых каналов передачи информации и трудности задания универсальных характеристик наличия подобных каналов в заголовках запроса.

Решением обеих этих проблем является использование механизмов, основанных на нейронных сетях. Однако, существующие на данный момент подобные механизмы анализируют формализованные параметры заголовков HTTP-запросов, что сильно упрощает злоумышленнику процесс обхода данных механизмов[1].

Другим подходом при создании механизмов для поиска скрытых каналов в заголовках HTTP-запросов, основанных на нейронных сетях, является анализ данными сетями, непосредственно, текста запросов. При создании подобных механизмов необходимо учитывать некоторые особенности обработки текста HTTP-запросов.

Описание исследовательской работы

Описываемые в данной работе особенности были выявлены в ходе выполнения выпускной квалификационной работы на тему "Применение нейронных сетей для детекции скрытых каналов передачи информации"[2]. В рамках данной работы предполагалось создание программного средства на основе нейросетевой модели, для чего необходимо было провести исследование применимости нейронный сетей к задаче поиска скрытых по памяти в заголовках HTTP-запроса каналов передачи информации.

За основу была взята нейросетевая модель обработки текстов состоящая из

последовательно соединенных слоев Embedding, LSTM и ряда слоев Dense[3]. Была подготовлена обучающая выборка объемом в 23000 HTTP-запросов и ряд тестовых выборок, общим объемом 8580 запросов.

В ходе исследований, также стояла задача выявление наиболее эффективного для решения задачи поиска скрытых каналов передачи информации варианта нейросетевой модели. Под вариантом нейросетевой модели, в данном случае, понимается конкретное состояние таких признаков нейронной сети, как способ подачи входных значений, используемый алгоритм обучения нейронной сети, его глобальные параметры, топология нейронной сети и функции активации, используемые в ней.

Исследование проводилось путем обучения нейронной сети сериями из нескольких эпох, и последующей оценки каждой из них. Оценивали такие параметры, как точность классификации, определенная путем подсчета процента правильно классифицированных запросов, поведение модели на целевом участке спектра плотностей запросов с наличием срытых каналов передачи информации в них, а также влияние на эффективность варианта модели различных способов интерпретации его выходных значений.

Всего было исследовано более 150 вариантов моделей.

Выявленные особенности применения нейросетевых моделей обработки текстов для анализа заголовков HTTP-запросов

Отличительными особенностями моделей, подобных модели, описанной в статье[3], являются:

– подача на вход нейронной сети по одному слову, группе кодированных символов или целому предложению;

– подача слов в подобных моделях, как правило, более эффективна;

– на основе входных параметров слоем Embedding создаются векторные представления**;**

– слой Embedding может обучаться отдельно от остальной части нейронной сети, а может вместе;

– слой Embedding учитывает «семантическое расстояние» между словами;

– существуют готовые мощные средства Embedding для естественного языка (word2vec[4], и т.д.);

– предобученный слой Embedding обеспечивает возможность эффективного обучения подобных нейросетевых моделей на выборках малого объема.

При этом, в случае с анализом HTTP-запросов, были выявлены иные особенности, в совокупности с вышеперечисленными особенностями нейросетевых моделей обработки текстов на естественном языке, делающие применение таких моделей в чистом виде невозможным в данном случае. К данным особенностям можно отнести следующие:

– большой размер анализируемых корпусов текстов (до 8192 символов[5]);

– отсутствие готовых реализаций слоев Embedding;

– существенно больший, чем в естественных языках алфавит (2^{32}символа), не позволяющий использовать унитарное кодирование символов;

– отсутствие готовых критериев подразделения заголовка на слова;

– потенциальное большое различие в длинах слов, при необходимости подачи на вход нейронной сети блоков одинаковой длинны;

– существенно большее количество слов в языке описания HTTP-заголовков, чем в естественных языках, затрудняющее обучение CBOW[6] или Skip-gram[7] моделей;

– неопределенная информационная важность каждого конкретного слова, и невозможность сокращения числа слов за счет упрощения разнообразия их форм, не позволяющие использовать негативный сэмплинг, стеммирование и лемматизацию;

– Значительное расстояние между словом и значащим контекстом на основе которого можно было бы использовать относительно слова CBOW или Skip-gram.

Рекомендации по разработке нейросетевой модели обработки текстов HTTP-запросов

Для разработки нейросетевой модели обработки текстов HTTP-запросов, учитывая описанную выше специфику вопроса, необходимо внести существенные изменения модель, описанную в статье[3], либо же применять принципиально иную архитектуру нейронной сети. По результатам выполнения выпускной квалификационной работы были выработаны рекомендации по разработке нейросетевых моделей обработки текстов HTTP-запросов:

- использовать обучающие выборки объемом не менее 250000-300000 запросов;
- использовать "глубокие" сети, а не широкие;
- нормализовывать выходные параметры логарифмически;
- разбивать заголовки запроса на слова по набору символов ';', '&', '?', '\r\n';
- использовать алгоритм обучения семейства AdaGrad;
- в случае модификации модели описанной в статье[3], использовать на входе сети слой Dense размерностью, равной установленной размерности слова, вместо слоя Embedding;
- в случае модификации модели описанной в статье[3], добавить к ней механизмы внимания[8];
- в случае разработки модели с полностью новой архитектурой нейронной сети в её основе, разрабатывать сеть, подобную BERT, от компании Google[9]: на вход данная сеть должна получать очередное слово HTTP-запроса, имя заголовка и имя свойства к которым относится данное слово, и выдавать степень их соответствия друг другу.

Заключение

Особенности применения нейросетевых моделей обработки текстов для анализа заголовков HTTP-запросов, не позволяющие применять к данной задаче хорошо исследованные подходы к обработке естественного языка с помощью естественного языка, безусловно создают проблемы при разработке моделей обработки текстов HTTP-запросов, однако применив рекомендации, приведенные в данной статье теоретически можно добиться высокой эффективности работы подобных моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *G. Schwenk, K. Rieck,* "Adaptive Detection of Covert Communication in HTTP Requests", Computer Network Defense (EC2ND) 2011 Seventh European Conference on, pp. 25-32, 2011.

2. *Graves, A.; Schmidhuber, J.* (2005). “Framewise phoneme classification with bidirectional LSTM and other neural network architectures”. Neural Networks. 18 (5—6): 602—610. DOI:10.1016/j.neunet.2005.06.042

3. Word2Vec. [Электронный ресурс]//Википедия, свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Word2vec. Дата обращения: 5.05.2019.

Официальная документация серверов Apache [Электронный ресурс]// URL: http://httpd.apache.org/docs/2.2/mod/core.html#limitrequestfieldsize. Дата обращения: 12.05.2019.

4. Чудесный мир Word Embeddings: какие они бывают и зачем нужны? [Электронный ресурс]//Habr, ресурс компании «TechMedia». URL: https://habr.com/ru/company/ods/blog/329410/. Дата обращения: 5.05.2019.

5. Немного про word2vec: полезная теория. [Электронный ресурс]//Блог NLPx об обработке естественного языка. URL: http://nlpx.net/archives/179. Дата обращения: 5.05.2019.

6. Attention in Long Short-Term Memory Recurrent Neural Networks. [Электронный ресурс]//Machine learning mastery, англоязычный блок, посвященный машинному обучению. URL: https://machinelearningmastery.com/attention-long-short-term-memory-recurrent-neural-networks/. Дата обращения: 18.05.2019.

7. Официальная документация к нейронной сети BERT. [Электронный ресурс]//GitHub, платформа для разработка программного обеспечения. URL: https://github.com/google-research/bert. Дата обращения: 15.05.2019.

FEATURES OF APPLICATION OF NEURAL NETWORK MODELS OF TEXT PROCESSING FOR ANALYSIS OF HTTP-REQUEST HEADINGS

Aslyamov T.
aslyamovt@gmail.com
Supervisor: I. Anikin, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The existing means of detecting covert by memory into headers of HTTP requests channels of information transmition are not sufficiently effective in detecting previously unknown channel types, or they are not resistant to bypass by intruders. The solution is to create a neural network model for processing of text of headers of HTTP request. However, the creation of such models has its own features that complicate its development, so it is necessary to take into account special recommendations, some of which are given in this article.

УДК 004.416.6

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАПУСКА СКРИПТА ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК КЛИЕНТА MICROSOFT SYSTEM CENTER CONFIGURATION MANAGER

Ахметзянов А. А.
khmert35@gmail.com
Научный руководитель: Р. Ш. Минязев, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данном докладе рассматривается разработка системы автоматизации запуска скрипта исправления ошибок клиента продукта для управления ИТ-инфраструктурой — Microsoft System Center Configuration Manager, в инфраструктуре, состоящей из около 5000 клиентских компьютеров под управлением операционной системы Windows. Система разработана с использованием PowerShell, Transact-SQL, возможностей Microsoft SQL Server, ОС Windows и Microsoft System Center Configuration Manager. Также рассматриваются вопросы анализа требований, выбора технологий, реализации, и полученной экономической выгоды от внедрения системы.

В соответствии с контрактными обязательствами, на среде заказчика, состоящей из около 5000 клиентских компьютеров под управлением операционной системы Windows, ежемесячно производится установка обновлений безопасности с помощью клиента Microsoft System Center Configuration Manager (далее — SCCM) [2]. Конечная цель — достижение 100% соответствия компьютеров последним обновлениям безопасности Windows. Однако, достичь этого не всегда удаётся, так как по тем или иным причинам на части компьютеров клиент SCCM выходит из строя. Исправление ошибок SCCM-клиента, по которым он выходит из строя, требует вмешательства инженеров — зачастую ручного, необходимо выяснить, на каких именно компьютерах сломался SCCM-клиент, вручную либо с помощью скрипта исправить ошибки SCCM-клиента и провести дальнейшее наблюдение за ситуацией. В масштабах инфраструктуры, исчисляющейся тысячами компьютеров, данный процесс имеет множество недостатков: во-первых, это очень трудозатрано — и требует большого количества человеческих ресурсов, во-вторых, подобный длинный процесс в таких масштабах существенно увеличивает вероятность ошибок инженеров: упущение из вида каких-то компьютеров, создание отчётов с неправильными данными и т. п., в-третьих, это уменьшает количество свободного рабочего времени инженеров для выполнения других приоритетных задач. В связи с этом, было принято решение автоматизировать выполнение этой рутинной задачи.

В ходе многочисленных рабочих встреч между представителями команды, ответственной за установку обновлений безопасности и команды, ответственной за корректную работу SCCM, был составлен список требований для автоматизированной системы:

1. Автоматизация составления списка компьютеров, на которых не установлены

последние обновления безопасности ОС Windows и, следовательно, на которых надо проверить SCCM-клиент и, в случае если не работает корректно, исправить;

2. Автоматизация запуска скрипта исправления ошибок SCCM-клиента (*ConfigMgrClientHealth.ps1*) на компьютерах, выявленных на первом шаге;

3. Автоматизация составления отчётности по результатам работы системы запуска скрипта исправления ошибок SCCM-клиента.

Для реализации первого пункта списка требований, с помощью SQL Server Reporting Services был разработан отчёт, который делает выборку компьютеров из базы данных SCCM, в которой хранится информация о соответствии компьютеров определённой группе обновлений программного обеспечения. Если все обновления успешно установлены — компьютер соответствует этой группе, иначе — нет. Из этой выборки исключаются компьютеры, которые находятся в состоянии «Ожидает перезагрузки», так как это означает, что обновления установились, но он не будет соответствовать группе обновлений, пока не перезагрузится. Для этого отчёта была создана подписка на отчёт в SCCM, которая выполняется раз в час и записывает список машин в CSV-файл *patchingProblemDevices.csv*. Данные, которые выгружаются в этот файл, используется далее для запуска на этих машинах скрипта исправления ошибок SCCM-клиента.

Для реализации второго пункта списка требований, на языке PowerShell [1] был написан скрипт *Run-ClientHealthCheck.ps1*. Данный скрипт запускается каждый час с помощью планировщике задач Windows. Он получает список компьютеров из CSV-файла *patchingProblemDevices.csv*, проверяет, на каких компьютерах скрипт исправления ошибок клиента SCCM уже запускался в течение дня, так как, согласно требованиям, скрипт исправления ошибок должен запускаться не более одного раза в течение дня, и на этих компьютерах с помощью утилиты PsExec, входящей в состав пакета PsTools компании SysInternals, позволяющий на удалённых компьютерах запускать программы, запускает скрипт *ConfigMgrClientHealth.ps1*. Данный скрипт сохраняет результаты своей работы в виде отдельного текстового файла, названного по имени компьютера (hostname), на котором он запускался, в общую папку на сервере, с которого он удалённо запускался. Скрипт *Run-ClientHealthCheck.ps1* также записывает результаты своей работы в текстовый файл. При каждом запуске в текстовый файл записывается время запуска скрипта, группа обновлений безопасности, на соответствие которой проверяются компьютеры из файла *patchingProblemDevices.csv*; общее количество компьютеров в файле, список этих компьютеров; список компьютеров, на которых скрипт исправления ошибок клиента SCCM уже запускался за последний день; список компьютеров, на которых должен будет запуститься (общее количество за исключением тех компьютеров, на которых он запускался в течение дня); а так же результат запуска на каждом компьютере в отдельности — успешно, если скрипт исправления ошибок клиента SCCM запустился на компьютере, неуспешно, если по каким-либо причинам (компьютер был выключен, проблемы с сетью и т. п.) он не смог запуститься на компьютере. И выводится итоговая статистика с подсчётом общего количества успешных и неуспешных запусков.

Реализация третьего пункта требований подразумевает собой автоматический парсинг логов, которые скрипт исправления ошибок клиента SCCM сохраняет в расшаренной папке. Парсинг логов осуществляется с помощью PowerShell-скрипта *Get-ClientHealthCheckLogsInformation.ps1*. Этот скрипт также выполняется раз в день и анализирует логи, которые были изменены в течение последних суток. Скрипт создаёт для каждого лога PS-объект, представляющего собой PowerShell-представление текстового файла, свойствам этого объекта он присваивает определённые подстроки строк файла, полученных с помощью регулярных выражений, а также добавляет дополнительное свойство, в котором хранится информация о количестве выполнений скрипта исправления ошибок — при каждом запуске в файл лога добавляется 38 строк с информацией о клиенте SCCM, общее количество строк в файле делится на 38, добавляет объект в массив объектов и с помощью PowerShell-модуля *Write-ObjectToSQL.psm1* записывает содержимое данного

объекта в таблицу, хранящуюся в базе данных SQL Server [3]. Содержимое данной таблицы используется в опубликованном SQL Server Reporting Services отчёте, который делает данные более читабельными и удобными для анализа. Для этого отчёта создана подписка в SCCM, которая каждый день отправляет отчёт в виде Excel-файла на общий почтовый ящик команды инженеров, ответственных за соответствие компьютеров группе обновлений Windows. Excel-формат позволяет удобно работать с данными и помогает быстро анализировать результаты работы скрипта исправления ошибок клиента SCCM.

Результаты внедрения системы оцениваются как положительные. За анализируемый месяц система автоматизации запуска данного скрипта позволила повысить соответствие компьютеров группе обновлений Windows с 95% до 98%. По финансовой части автоматизация помогает сократить около 5000 EUR в расчёте за год. По человеческим ресурсам 3+ FTE в расчёте за год. Высвобожденное время используется инженерами для выполнения других задач и саморазвитие. В частности, раньше для ручного выявления компьютеров с неисправным клиентом SCCM, запуска на них скрипта исправления ошибок клиента, формирования отчётности тратили почти всё своё рабочее время 2 инженера, сейчас же только один инженер тратит небольшую часть своего рабочего времени для мониторинга ситуации.

Следует также отметить, что данная система с небольшими изменениями может быть адаптирована для выполнения других подобных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Don Jones, Jeffrey Hicks* Learn Windows PowerShell 3 in a Month of Lunches; 2012. - 300 с.

2. Microsft TechNet [Электронный ресурс] URL: https://technet.microsoft.com/en-us/ms376608.aspx (дата обращения: 08.04.2019)

3. *Itzik, Ben–gan* Microsoft SQL Server 2012 High–Performance T–SQL Using Windows Functions / *Itzik Ben–gan*. - Москва: Мир, 2012. - 244 с.

MICROSOFT SYSTEM CENTER CONFIGURATION MANAGER CLIENT ERRORS FIXING SCRIPT LAUNCH AUTOMATIZATION SYSTEM DEVELOPMENT

Akhmetzyanov A.

khmert35@gmail.com

Supervisor: R. Minyazev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This report considered the development of an automation system that runs error fixing script for the client of a product for managing the IT infrastructure — Microsoft System Center Configuration Manager, in an infrastructure consisting of about 5,000 client computers running the Windows operating system. The system developed using PowerShell, Transact-SQL, the built-in capabilities of Microsoft SQL Server, Windows OS and Microsoft System Center Configuration Manager. It also discusses the requirements analysis, the choice of technologies, implementing, and the economic benefits from the implementation of the system.

УДК 004.8

НЕЙРОРЕГУЛЯТОРЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Бадертдинов Р. Ш., Фатыков М.З.

rinazbadertdinov99@gmail.com, fatykov1999@yandex.ru

Научный руководитель: Н.А. Староверова, канд. техн. наук

(Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань)

Рассмотрены общие сведения искусственной нейронной сети, их применение при построении систем автоматизации технологических процессов, представлена нелинейная модель нейрона, предложен метод

применения многозначных нейронов для решения задачи моделирования технологических процессов на основе косвенного адаптивного управления.

В настоящее время по мере роста информационных потоков увеличиваются проблемы и задачи, которые требуют нестандартных решений. Однако все эти задачи отчасти не решаемы обычными методами алгоритмизации. Мы не можем подобрать для них четкого алгоритма решения. На помощь приходит искусственная нейронная сеть. Искусственные нейронные сети - это представление, которое пытается имитировать (хотя и очень упрощенно) функциональность мозга. В течение нескольких десятилетий ученые пытались подражать реальной нейронной структуре мозга, полагая, что человеческий процесс обучения может быть воспроизведен алгоритмическим эквивалентом. Основной мотивацией этого исследования является желание реализовать сложный уровень обработки информации, который может быть, достигнут мозгом. К сожалению, широкая привлекательность этой концепции привела к тому, что реклама сыграла значительную роль в истории исследований искусственных нейронных сетей [1].

Очевидно, что нынешние цели исследований не направлены на то, чтобы подражать полной сложности мозга. Действительно, биологические параллели могут показаться несколько сомнительными на уровнях сложности, которые обычно рассматриваются. Таким образом, что привлекает технологии? В поддержку искусственных нейронных сетей часто предлагаются две совершенно разные причины.

С точки зрения информатики, основной аргумент основан на параллельном характере вычислений, который, как утверждается, обеспечивает чрезвычайно быстрые средства обработки. К сожалению, это еще не оправдано. Действительно, хотя опыт работы с современными многопроцессорными машинами показал, что некоторые улучшения производительности могут быть получены во время обучения сети, следует отметить, что топология (структура) сети и принятые методы обучения могут существенно изменить эти результаты [2]. Например, в некоторых ситуациях было обнаружено, что оптимальным числом процессоров, на которых можно моделировать многослойную, многонейронную нейронную сеть, является один. В конечном итоге параллельная обработка может оказаться полезной. К сожалению, однако, это вряд ли окажет существенное влияние, пока не станет трудным дальнейшее увеличение скорости последовательных компьютеров.

Вторая причина [3] высокого уровня интереса к искусственным нейронным сетям, по-видимому, заключается в способности разрабатывать нелинейную модель системы. Действительно, конкретная ниша для искусственных нейронных сетей выглядит как замена традиционных моделей. Преимущества, в первую очередь, возникают благодаря способности сети предоставлять общий «экономически эффективный» инструмент моделирования, обеспечивающий быструю разработку; потенциально подходящая философия для часто заведомо сложных химических и биохимических процессов. Исторически сложилось так, что такие системы часто требуют значительного времени для разработки реалистичной механистической модели. Кроме того, во многих случаях необходимо делать упрощающие предположения, чтобы можно было легко решить проблему моделирования.

Следовательно, модель первого принципа зачастую очень дорогостоящая для построения и подвержена неточностям из-за допущений, сделанных в ходе разработки. Поэтому желательной целью является применение метода, который обладает общностью структуры модели (способствующей быстрой и дешевой разработке), но который также может быть способен изучать и выражать нелинейности и сложности процесса. Искусственные нейронные сети предлагают такую возможность [4-8].

В основном в управлении промышленными процессами со сложными математическими моделями применяются пропорционально – интегрально – дифференцирующие – контроллеры (ПИД – регуляторы). Эти контроллеры строятся на основе классической теории управления. Их основная сложность практического применения – незнание характеристик объекта управления. Помимо этого при возникновении возмущений требуется ручная перенастройка параметров. Если в системе будут присутствовать переменные параметры,

временные задержки, существенные нелинейности и помехи, ПИД – контроллеры не смогут обеспечить оптимальное управление.

Существуют несколько методов управления. Среди них идея управления самонастройкой, предложенная Калманом, алгоритм обобщенного управления по минимальной дисперсии и метод нечеткого управления. Адаптивные методы управления требуют наличия математической модели, которая основывается на физических явлениях. При некоторых изменениях в объекте управления необходима перенастройка модели и задание нового закона управления. Для применения методов управления на практике они должны обладать гибкостью, устойчивостью, нелинейностью и способностью к обучению. Именно этими свойствами и обладают нейросетевые методы управления. Кроме того, они обеспечивают параллельную обработку информации.

Целью проводимой работы является разработка и апробация регулятора на основе нейронной сети. Использование нейрорегулятора планируется как в регулировании, так и в моделировании технологических процессов.

Наиболее часто используемой сетью является искусственная нейронная сеть с прямой связью, которая состоит из нескольких «нейронов». Нейрон может быть представлен как единица обработки информации в нейронной сети. В модели нейрона, можно выделить 3 основных элемента [9].

1) Набор синапсов, каждый из которых определяется своим весом. К примеру, сигнал на входе синапса x_j, который связан с нейроном k,умножается на вес w_{kj}. Отличие синапса мозга от синаптического веса искусственного нейрона заключается в том, что последнее может принимать не только положительные, но и отрицательные значения.

2) Сумматор складывает все входные сигналы, взвешенные относительно соответствующих синапсов нейрона. Эту операцию можно описать как линейную комбинацию.

3) Функция активации ограничивает амплитуду выходного сигнала нейрона. Обычно нормализованный диапазон амплитуд выхода нейрона лежит в интервале [0,1] или [-1,1]

В модели нейрона существует пороговый элемент b_k .Он показывает увеличение или уменьшение входного сигнала, который подается на функцию активации.

В математическом виде функционирование нейрона k выглядит следующим образом:

$$u_k = \sum_{j=0}^{m} w_{kj}\, x_j$$

$y_k = \varphi(u_k + b_k)$, где $x_1, x_2, \ldots, x_m$ – входные сигналы; $w_{k1}, w_{k2}, \ldots, w_{km}$ – синоптические веса нейрона k; u_k – линейная комбинация входных воздействий; b_k – порог;$\varphi(\cdot)$ –функция активации; y_k – выходной сигнал нейрона.

Многозначные нейроны вытекают из многозначной пороговой логики и определены на множестве комплексных чисел [10]. Их весовые коэффициенты, входы и выходы – комплексные числа. Главное превосходство многозначного нейрона от других типов нейронов характеризуется в высоких функциональных возможностях быстро сходящихся алгоритмов обучения. Высокая функциональная возможность заключается в том, что любая заданная многозначная функция может быть реализован на одном нейроне.

Многозначные нейронные сети могут быть применены для прогнозирования параметров технологических параметров. Выбирается число слоев и скрытых нейронов, весовые коэффициенты. Далее на обучающей выборке производится обучение нейронной сети. После обучения получается математическая модель процесса в виде черного ящика: есть входные и выходные данные, зависимость которых скрыта внутри многозначной сети.

Прогнозирование значений технологических параметров приводит к решению обратной задачи моделирования – управлению. В реальном производстве часть переменных измеряется с большой погрешностью, а некоторые возмущающие переменные и факторы вообще не измеряются либо контролируются, именно поэтому для получения необходимого качества нужен контроль технологических параметров.

Основные методы нейроуправления: инверсное, подражающее, прогнозирующее, гибридное, вспомогательное. Существует также другой подход к нейронному управлению – косвенное адаптивное управление (управление с пассивной адаптацией или косвенным измерением возмущений). Данный метод отличается тем, что он компенсирует возмущения. Чтобы судить о возмущениях вычисляется разность регистрируемого выхода объекта *y(t)* и модели. Сигнал рассогласования *e(t)* , вычитаемый из сигнала уставки *r(t),* используется для оценки возмущения *d(t)*. Данная схема часто используется в сочетании с ПИД – регулятором.

В схеме показаны две нейронные сети для управления объектом – нейроконтроллер и нейроэмулятор. Нейроэмулятор работает как прямая модель объекта, а нейроконтроллер – инверсная модель, предназначенная для выработки управляющего сигнала. Здесь применяется алгоритм обратного распространения и обеспечивается более точное непосредственное обучение нейроконтроллера. В качестве нейроконтроллера и нейроэмулятора используются многозначные нейронные сети. Происходит обучение прямого нейроэмулятора. Для этого применяется алгоритм обратного распространения для многозначной нейронной сети. Обучение происходит до тех пор, пока отличие выходных сигналов объекта и модели не будет незначительны. Далее происходит обучение нейроконтроллера – инверсной модели. Разность выходов управления *y(k)* и модели (нейроэмулятора) $y_{nn}(k)$ является ошибкой управления $e_m(k)$,которая пропускается в обратном направлении. После прохождения нейроэмулятора ошибка далее распространяется через нейроконтроллер, где корректируются весовые коэффициенты. Данный метод позволяет оценивать возмущения по реакции модели объекта на управляющие воздействия.

Таким образом, нейронные сети дают возможность решать и упрощать задачи и проблемы в системе автоматизации, которые не могут быть решены обычными программными обеспечениями, основанные на линейности решения, а также в строгой структуризации алгоритма решения или же контроля процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Sundgren H., Winquist F., Lukkarl I., Lundstroem I.* // Meas. Sci. Technol. 1991. 2. P. 464.
2. *Hirst J.D., Sternberg, M.J.E.* // Biochemistry. 1992. 31. 1 32. P. 7211.
3. *Elrod D.W., Maggiora G.M., Trenary R.G.* // J. Chem. Inf. Comput. Sci. 1990. 30. P. 369.
4. *Tetko I.V., Villa A.E.P., Livingstone D.J.* // J. Chem. Inf. Comput. Sci. 1996. 36. 1 4. P. 794.
5. *Baskin I.I., Palyulin V.A., Zefirov N.S.* // J. Chem. Inf. Comput. Sci. 1997. 37. 1 4. P. 715. Sci. 1997. 37. 1 4. P. 715.
6. *J. Dean, G. S. Corrado, R. Monga, K. Chen, M. Devin, Q. V. Le, M. Z. Mao, M. Ranzato, A. Senior, P. Tucker, K. Yang, and A. Y. Ng.* Large scale distributed deep networks. In NIPS, 2012.
7. *J. Dean, G. S. Corrado, R. Monga, K. Chen, M. Devin, Q. V. Le, M. Z. Mao, M. Ranzato, A. Senior, P. Tucker, K. Yang, and A. Y. Ng.* Large scale distributed deep networks. In NIPS, 2012.
8. *Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton.* Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In Advances in Neural Information Processing Systems, pages 1097–1105, 2012
9. *Евдокимов Ю.К.* Распределенные измерительные среды и континуум-измерения: принципы, топология, алгоритмы // Нелинейный мир. 2007. Т. 5. № 10–11. С. 639–656.
10. *Tayfun Cimen*. State-dependent riccati equation (SDRE) control: A survey // Proc. of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control, July 6–11, 2008. Seoul, Korea, 2008.

PAPER TITLE NEUROREGULATORS IN AUTOMATION SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Badertdinov R., Fatykov M.
rinazbadertdinov99@gmail.com, fatykov1999@yandex.ru
Supervisor: N. Staroverova, Candidate of Technical Sciences
(*Kazan National Research Technological University, Kazan*)

Considered are the General information of artificial neural network and their application in the construction of automation systems of technological processes, presented a nonlinear model of a neuron, proposed a method of using multi-valued neurons to solve the problem of modeling technological processes based on indirect adaptive control.

УДК 651:930(07)

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ОЦИФРОВКЕ ДОКУМЕНТОВ

Башимов М., Баницына Д.О.
T.burganova@yandex.ru
Научный руководитель: Т.А. Бурганова, канд. соц. наук
(Казанский государственный энергетический университет, г. Казань)

В данной работе описывается процесс оцифровки документов. Подробно рассматриваются информационные технологии по оцифровке документов.

Последнее время особое значение придается внедрению современных информационных технологий во многие сферы жизни общества. Сегодня архивы России невозможно представить без использования современной компьютерной техники и новых информационных технологий. В настоящее время в России возрастает количество информационных ресурсов, создаваемых путем оцифровки документов на традиционных носителях. В широкую практику постепенно входит реализация проектов перевода в цифровой формат традиционных источников и постепенное изъятие оригиналов из непосредственного обращения. Одним из новых направлений деятельности архивных учреждений является оцифровка документов архивного фонда. Оцифровка необходима для создания электронных копий документов. Вместо термина «оцифровка» иногда употребляют схожее понятие «сканирование».

Основными критериями выбора моделей сканеров для созданий электронных копий архивных документов являются:

безопасность и сохранность подлинника в процессе сканирования;

качество электронной копии;

размер стола сканирующего устройства, который должен соответствовать максимальному размеру подлинников, предназначенных для оцифровки, а также исключающий необходимость сканирования документов фрагментами с последующей компьютерной «склейкой» (стикингом) изображений;

другие технические характеристики оборудования.

Книги, чертежи, карты, различные документы на планшетном сканере сканируются лицом вниз, что создает ряд проблем. При сканировании книг и журналов полученное изображение имеет широкую темную полосу на месте сгиба страниц в переплете. Если полоса перекрывает текст, то он становится нечитаемым на изображении. Если при позиционировании книги или другого объекта лицом вниз страницы оказались согнутыми или перекошенными, то и на полученном изображении это будет отображено. Толстые книги непригодны для такого сканирования, так как их невозможно развернуть в плоскость сканирования, не повредив переплет. Обычный планшетный сканер офисного класса позволяет сканировать книги толщиной до 2-3 сантиметров с реальной скоростью порядка один разворот (т.е. 2 страницы) в минуту. Для интенсивной оцифровки книг и больших массивов документов традиционный планшетный сканер - недорогое, но малоэффективное решение.

При этом сканер обычного формата А4 позволит сканировать книги формата не более, чем А5 (15 х 21 см). Для сканирования документов большего

формата, чем этот, придется использовать значительно более дорогой сканер формата А3.Значительно ускорит работу специальный документный сканер. Оцифровка книг с планшета документного сканера позволяет получить реальную скорость сканирования до 20-

25 страниц в минуту.

Программное обеспечение с функциями: автоматическое распознавание страниц;

автоматическая разбивка разворота на две страницы;

-ручной выбор и разбивка страницы;

-автоматическое исправление изгибов книги (желательно);

-поворот изображения;

-несколько фильтров;

-изменение разрешения;

-перевод из цветного формата в градации серого и в черно-белый;

-сохранение в нескольких форматах;

-отправка на печать.

Выбор цифровых фотокамер (фотоаппаратов) определяется размером матрицы и финансовыми возможностями архива. На сегодняшний день цифровые фотокамеры представляют собой самый безопасный для подлинников архивных документов способ создания электронных копий документов. Однако их использование также имеет свои ограничения и недостатки, главным из которых является проблемы соблюдения светового режима. Допустимо комбинирование различного оборудования для решения задач оцифровки документов разного формата.

Технические характеристики компьютерного оборудования:

-системный блок: Минимальные требования: CPU с количеством ядер не менее 2 и тактовой частотой не менее 2,8 ГГЦ;

-память тип DDR3, объем не менее 2 Гб, HDD не менее 500 Гб SATA;

-видеокарта не менее 512 МБ, частота GPU Мгц не менее 700, тип

Оптимальные требования (при поточном режиме оцифровки):

-чипсет -Intel, CPU с количеством ядер не менее 2,объем не менее 6Мб и частотой работы не менее 3,2 ГГц [1]

-память тип DDR3, объем не менее 8 Гб, с возможностью расширения до

32Гб, HDD не менее 1000 Гб SATA;

-дискретная видеокарта с объемом памяти не ниже 1Гб и пропускной способностью памяти не ниже 25,6 Гб/сек;- 39 - Возможность защиты информации с помощью встроенного аппаратного модуля;

-предустановленное производителем программное обеспечение для защиты и безопасного удаления информации.

Монитор: диагональ не менее 19 дюймов, тип подсветки – LED, яркость монитора не менее 250кд/см2 , контрастность не менее 1000:1, динамическая контрастность не менее 3,000,000:1, углы обзора не менее 170 градусов по горизонтали и 160 по вертикали.

Технические требования к серверному оборудованию, системам хранения электронного контента и печатающим устройствам определяются, исходя из реальных объемов имеющегося цифрового контента, перспектив его наращивания и нужд в осуществлении распечатки электронных копий.

последние годы идет процесс, направленный на упорядочение этой деятельности. В технологическом и техническом плане также существует ряд проблемных моментов. Во-первых, это недостаточное финансирование и слабая техническая оснащенность архивов приборами и машинами для проведения мероприятий по оцифровке архивного фонда России. Во-вторых, недостаток специалистов по оцифровке в архивной отрасли.

Тем не менее существует ряд программ и инициатив как на федеральном, так и на уровне отдельных архивных учреждений, которые позволяют осуществлять сканирование документов для формирования электронного фонда пользования. Таким образом, хотя изучение вопросов использования техники и технологий оцифровки архивных документов в России продвигалось и продвигается не особенно активно, выделены основные проблемы, возникающие в данной области. Отсутствие постоянных источников финансирования, нехватка кадров и потребность в их обучении слабая техническая оснащенность

современными техническими средствами.

Особое значение приобретают вопросы, связанные отсутствием необходимой методической и нормативно-правовой базы, которая должна учитывать особенности архивного дела в России. Опыт отдельных архивных учреждений чаще всего был недоступен для остальных архивов, что свидетельствует о недостаточном горизонтальном взаимодействии архивов между собой. [2]

Осмысление опыта оцифровки документов архивов в трудах отечественных авторов носит скорее спорадический характер. Все это определяет потребность более глубокого изучения технических и технологических аспектов оцифровки, анализа истории оцифровки архивных документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Айгистов Р. А.* Оцифровка архивных и библиотечных документов // Библиография. 2015. № 2. С. 3-11.

2. *Медведева О.В.* Правовая и нормативно-методическая база архивного дела в России// Социально-экономические явления и процессы. 2014. № 1. С.143-148

CHARACTERISTICS OF INFORMATION TECHNOLOGIES ON DOCUMENTS DIGITALIZATION

Bashimov M., Banitsyna D.

T.burganova@yandex.ru

Supervisor: T. Burganova, Candidate of Sociological Sciences

(Kazan State Energy University, Kazan)

This paper describes the process of digitizing documents. Details are considered information technology for digitizing documents.

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УМНОГО ГОРОДА

Большаков Т.Е.[1], Махмутова А.З.[2]

[1]bear_333@mail.ru, [2]phd.makhmutova@griat.kai.ru

Научный руководитель: И.В. Аникин, д-р техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Для эффективного управления городскими ресурсами и обеспечения удобства и безопасности жителей необходимо внедрение интеллектуальных информационных технологий в его инфраструктуру. В городской инфраструктуре видеонаблюдение давно занимает ключевую роль в обеспечении безопасности. Современные достижения в области вычислительной техники и интеллектуального анализа данных позволяют автоматизировать процесс видеоанализа и выявлять аномалии и происшествия без участия человека. Данная статья рассматривает задачи, методы и подходы к анализу городского видеопотока, а именно выявление ситуаций нарушения эталонных траекторий транспортными средствами и пешеходами.

Введение

За последние десятилетия в больших городах наблюдается увеличение количества дорожно-транспортных происшествий и аномалий, криминальных инцидентов и чрезвычайных ситуаций [1], что создает определенные трудности для создания безопасной дорожной среды. Для решения проблемы оптимизации транспортных потоков на сегодняшний день необходима модификация городской среды и внедрение концепции «умный» город. Данная концепция подразумевает сбор и анализ информации об активности населения и самой инфраструктуре интеллектуальными алгоритмами, приспособленными к

обработке больших объемов информации [2]. Это позволит городским властям напрямую взаимодействовать с городской инфраструктурой, отслеживать её развитие и оперативно реагировать на внештатные ситуации. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) являются ключевым компонентом умных городов, обеспечивающим их стабильное функционирование. Можно выделить следующие три основных задачи в области ИТС [3]:

- оптимальное использование дороги и управление элементами движения - подразумевает интеллектуальный анализ данных о движении транспортных средств, собранных различными техническими системами для повышения эффективности системы;
- непрерывность движения и управление грузоперевозками – создание условий для управления и постоянного контроля всеми внешними и внутренними факторами, услугами транспортировки и развитию гибкой инфраструктуры;
- безопасность дорожного движения - подразумевает обнаружение аномалий в транспортной среде и обеспечение безопасности всех участников движения.

Все выделенные задачи требуют актуальных данных - организованная работа транспортной системы зависит от автоматизированного сбора данных с точной информацией о местонахождении, а также анализа этих данных для получения информации и последующей передачи её необходимым службам. Здесь необходимо поднять вопрос о наборе инструментов для получения и дальнейшего анализа, который сможет охватить и решить наибольшее количество задач. Например, в [4] были описаны две группы методов мониторинга потока: активные и пассивные методы (*intrusive and non-intrusive*). Под первые попадают разнообразные датчики, размещенные на дорожном полотне - эти методы точные, но они решают лишь одну конкретную задачу (например, подсчет) и их установка и обслуживание требуют крупных экономических расходов для города. Данные, собранные с пассивных устройств (радары, видеокамеры и т.д.), обрабатывать сложнее. Сложность заключается в выявлении полезной информации из собранных данных, что приводит к независимому выбору функций и большому количеству механической, ручной работы.

Несмотря на свои недостатки, пассивные методы более практичны. Во-первых, установка поддерживаемых инструментов может быть выполнена без каких-либо дополнительных работ на проезжей части. Второе преимущество - это цена устройств и стоимость их обслуживания. Дополнительная информация, полученная с дорог, является третьим и значительным преимуществом. При правильных подходах интеллектуального анализа получить больше информации о текущей ситуации не только на дороге, но и прилегающим к ней пространстве.

В последние годы из множества пассивных методов видеонаблюдение стало наиболее полезным и эффективным инструментом для повышения безопасности дорожного движения. Это стало возможным благодаря росту вычислительных способностей, развитию технологий обработки больших данных (Big Data) и машинному обучению, что позволило автоматизировать процесс обнаружения аномалий [5][6].

Несмотря на зависимость от человека в процессе принятия решения, обнаружение аномалий в городской среде - это задача, которая может быть полностью автоматизирована с помощью комбинации методов искусственного интеллекта (ИИ), таких как нейронные сети и алгоритмы машинного обучения. Например, недавние исследования [7] доказали преимущество использования свёрточных нейронных сетей (CNN) по сравнению с методами компьютерного зрения и человеческого восприятия для обнаружения транспортных средств. Основная цель этой работы – дать обзор существующих подходов обнаружения и отслеживания объектов в области глубокого обучения с точки зрения их применимости для обнаружения аномалий на видео с камер наблюдения, а также выбрать наиболее оптимальные из них для разработки и применения общего алгоритма выявления аномалий.

Выявление аномалий в транспортной среде

Определение самого понятия «аномалия» неоднозначно, и всегда будет зависеть от нескольких факторов: метода сбора информации, применяемой сферы и решаемой задачи,

внешних условий. Обзорные камеры предоставляют визуальный контроль заданной области пространства, позволяющий постоянно оценивать состояние «зоны интереса» и выделять «контрольные события», заключающиеся в тех или иных изменениях наблюдаемой области. Решая задачу обеспечения безопасности дорожного движения в транспортных системах, под контрольным событием мы будем считать различные аномалии – пробка, авария, дорожно-транспортное происшествие, препятствия на дороге (как в виде транспортного средства, так и любые предметы или события, мешающие функционированию потока), потерянный груз, транспортные средства экстренных служб. Камеры на парковках могут контролировать доступ на въезд и выезд, отслеживать количество парковочных мест, не привлекая при этом дополнительные человеческие ресурсы. Говоря о видеонаблюдении вне дорожного полотна – это контроль за правопорядком, контроль за оставленными предметами, анализ поведения толпы.

Существует два дополняющих друг друга подхода к обнаружению аномалий. Первый подход – занесение оператором в систему определенных исходных правил и отслеживание все отклонения от них на основе некоторых прогнозов. Второй подход основан на неконтролируемом человеком обучении, когда система сама обучается на большом объеме данных (в нашем случае видеопотоки), автоматически определяет правила и затем обнаруживает отклонения. Второй подход менее надежен в критических зонах, где точность и достоверность должны быть на высоком уровне, но он может выявить нетривиальные закономерности. Основное преимущество второго похода в его масштабируемости и адаптации к постоянно меняющимся условиям (положение камеры, дорожных условий).

Также следует учитывать внешние и внутренние факторы при работе с изображениями с камер наблюдения. Под внешними условиями подразумеваются экстремальные погодные условия, такие как туман, дождь, снег, ночное время суток, дым и т.д. Непроизвольные повороты камеры, оптические ухудшение качества изображения (сбой сенсоров, потеря стабилизации изображения) связаны с внутренними условиями. В [8, 9, 10] авторы поднимали вопрос о проблемах некачественного видеоизображения, которые могут привести к неполному извлечению полезных данных. Эти факторы необходимо учитывать на этапе предварительной обработки видео, поскольку описанные проблемы актуальны для города Казани. Авторы предлагают извлекать и использовать статистически смоделированное фоновое изображение в качестве базовых данных для обнаружения аномалий.

В нашей работе мы будем использовать неконтролируемые алгоритмы обучения для обнаружения аномалий из-за их универсальности для различных систем. Схематическая модель процесса обнаружения аномалий на видео представлена на Рис. 1.

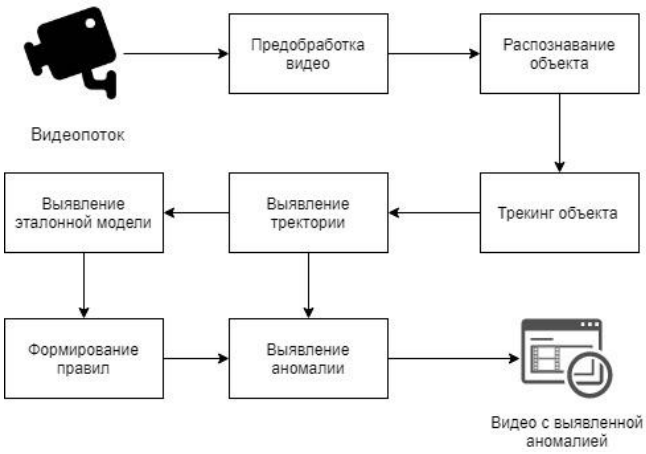


Рис. 1. Модель процесса обнаружения аномалий на видео без контролируемого обучения

Процесс обнаружения аномалий на видео без контролируемого обучения

Все этапы должны обрабатываться в режиме реального времени, поэтому следует учитывать некоторый компромисс между точностью и скоростью обработки.

Предварительная обработка видео подразумевает разбивку на кадры и обработку отдельных изображений. С одной стороны, изменения на дороге происходят быстро, и каждый кадр может содержать новую полезную информацию. С другой стороны, 10-минутное видео может содержать 18 000 кадров (при условии съемки 30 к/с) и, обрабатывая каждый из них, существует вероятность потери значительного количества времени. Также на этом этапе изображения должны быть отфильтрованы, чтобы удалить шум и другие факторы, которые усложняют анализ. Это существенно влияет на возможность обработки в режиме реального времени, поэтому при решении задачи следует учитывать некоторый компромисс между точностью и скоростью обработки.

Мы провели оценку влияния цвета изображения на последующие этапы обработки и представили результаты на рис. 2-3.

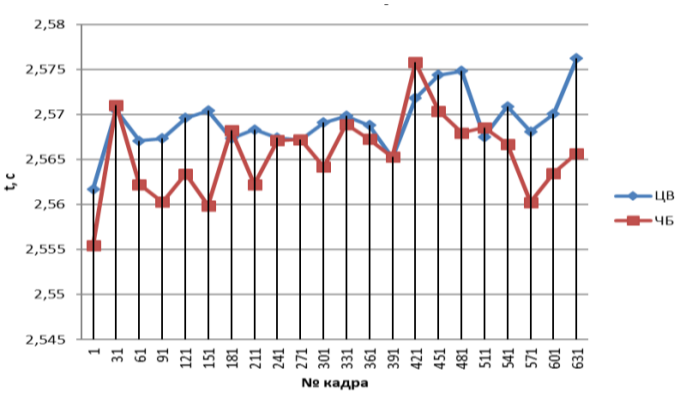


Рис. 2. Сравнение времени распознавания объекта для цветных и полутоновых снимков

Обнаружение объектов на изображениях в оттенках серого выполняется с большей точностью, но качество распознавания при этом меньше. Для обнаружения аномалии наша цель выделить траекторию транспортного средства, поэтому мы не фокусируемся на типе распознанных объектов. Именно поэтому после оценки результатов сравнения решаем использовать изображения в оттенках серого. Эксперименты показали, что в этом случае количество нераспознанных объектов на изображении меньше.

Следующий этап – обнаружение и отслеживание объектов. Обнаружение - это задача компьютерного зрения, целью которой является обнаружение экземпляров семантических объектов определенного класса (таких как люди, животные или транспортные средства). Отслеживание - выявление положения объекта на в пространстве и времени.

Стандартные подходы к обнаружению объектов обычно можно классифицировать на подходы, основанные на машинном и на глубоком обучении. Для первых сначала необходимо определить признаки, а затем определить класс, используя, например, метод опорных векторов (SVM). Вторые способны выполнять обнаружение без специального определения признаков, обычно они основаны на свёрточных нейронных сетях (CNN). Основная идея CNN заключается в работе с особенностями изображения. На этапе обучения CNN настраивается и сама вырабатывает необходимую иерархию абстрактных признаков, которые впоследствии пытается обнаружить в любой возможной позиции тестового изображения. Отдельные типы CNN для обнаружения объектов различаются по способу поиска этих признаков на изображении. Существует сети, осуществляющие поиск по областям изображения (R-CNN [11], Fast R-CNN, [12] Faster R-CNN [13], Single Shot MultiBox Detector (SSD) [14] и You Only Look Once (YOLO) [15]), которые предсказывают ограничивающие рамки и вероятности для каждой области. В нашей работе мы используем комбинацию RCNN с популярной сетью распознавания Inception-ResNet [16]. Выбранная модель дала оптимальный результат с минимальными недостатками.

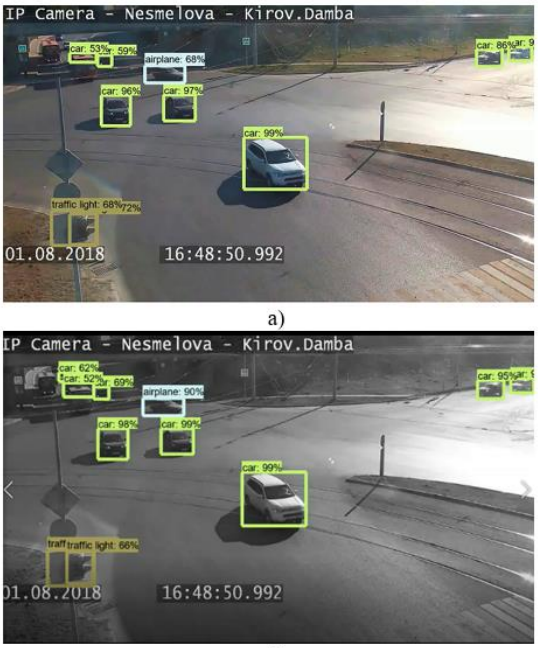
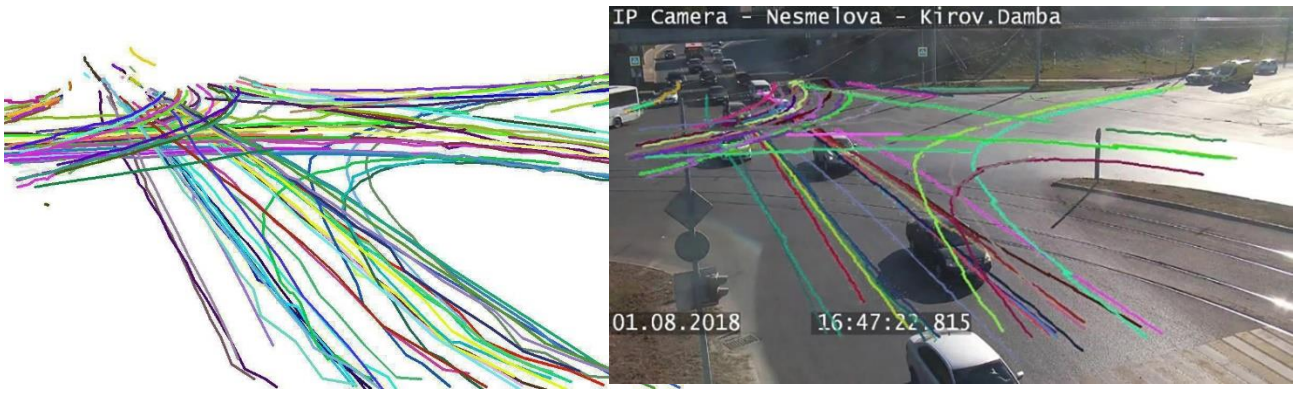


Рис. 3. Сравнение времени распознавания объекта для цветных и полутоновых снимков

При отслеживании в транспортных системах следует учитывать непрерывность потока быстро движущихся объектов. Для решения этой проблемы во многих современных трекерах модель внешнего вида представляет собой классификатор, который обучается в режиме онлайн. Задача классификатора - классифицировать прямоугольную область изображения как объект или фон. Классификатор принимает область изображения в качестве входных данных и возвращает оценку от 0 до 1, чтобы указать вероятность того, что область изображения содержит объект. В нашей работе после многочисленных испытаний и визуального сравнения было решено сделать выбор в пользу алгоритма отслеживания KCF [17]. Этот трекер не только правильно отслеживает объекты, но и не выдает так много ошибок, как другие алгоритмы. Его преимущество в том, что он может работать с видео низкого качества, разрешения и частоты кадров.

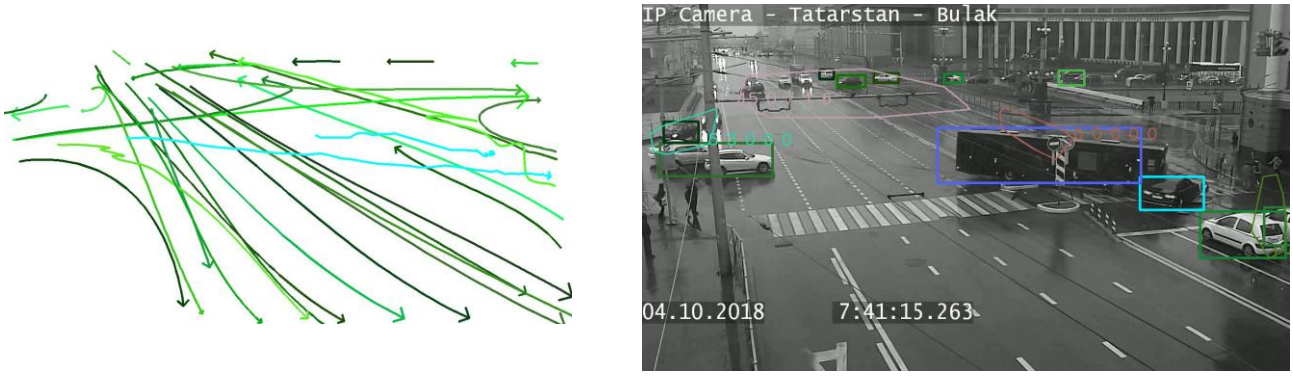
Для выявления траекторий мы не будем отображать объекты, не относящиеся к классам транспортных средств и людей, а также все объекты с вероятностью соответствия классу менее 75%. Далее у оставшихся объектов переводим нормализованные координаты в обычные и передаем их трекерам. В то же время назначаем цвет каждому объекту для идентификации. Затем, используя мультитрекерный объект (массив трекеров), отслеживаем движущиеся объекты, визуализируя траекторию. Траектория визуализируется следующим образом: координаты центров отслеживаемых объектов запоминаются и после их исчезновения соединяются между собой (данную траекторию также можно аппроксимировать для получения более реальной картины модели движения). После обработки каждого кадра и визуализации на них результатов, объединим изображения обратно в видео. Каждый объект получает свой цвет для рисования траектории. Окончательные результаты можно увидеть на рис. 4.



а) б)

Рис. 4. Независимые траектории объектов: а) отдельно б) нанесенные на кадр видео

Получив все траектории, необходимо разделить их на категории по типам объектов, построить кластеры моделей движения, а далее можно определять аномалии путём сравнения траекторий. На рис. 5 представлена автоматически выявленная аномалия отклонения от эталонной траектории в виде аварии.



а) б)

Рис. 5. Выявленная аномалия отклонения от эталонной траектории:
а) две траектории, выходящие за пределы нормы б) выявленное дорожно-транспортное происшествие

Заключение

В результате этой работы был создан подход для обнаружения аномалий траекторий движения транспортных средств и пешеходов. Разработанный подход способен распознавать независимые эталонные траектории для определенных классов объектов (обучение без учителя), и затем идентифицировать их как аномалии, если пространственная траектория объекта нарушает полученные эталонные траектории. В перспективе расширение типа выявленных аномалий, а также тестирование системы в режиме реального времени. Также следует подумать о создании правил для каждой полосы дороги, что является очень сложной задачей как для обучения без контроля, так и для обработки видео.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *T.Anagnostopoulos, A. Zaslavsky, K.Kolomvatsos, A.Medvedev, P.Amirian, J.Morley, S. Hadjieftymiades*. Challenges and opportunities of waste management in IoY-enabled smart cities: A survey // IEEE Trans. Sustain. Comput, 2017, Vol. 2(3), pp. 275-289.

2. *Z.Shao, J.Cai, Z.Wang.* Smart monitoring cameras driven intelligent processing to big surveillance video data // IEEE Trans. Big Data, 2017, PP (99), p.1.

3. *S. Mandžuka.* Intelligent Transport Systems. Selected Lectures // University of Zagreb, 2015.

4. *I.Pticinaa, E.Nathanailb, S.Kibisha.* Software solution for planning and conducting a transport survey // Procedia Computer Science, 2015, 77, pp 240 – 248.

5. *R. Allsop*. The Effectiveness of Speed Cameras A review of evidence. [Электронный ресурс] // URL: https://www.racfoundation.org/assets/rac_foundation/content/downloadables/effi

cacy_of_speed_cameras_allsop_181110.pdf. Дата обращения: 5.05.2019

6. *F. Baratian-Ghorghi, H. Zhou, I. Wasilefsky*. Effect of Red-Light Cameras on Capacity of Signalized Intersections // Journal of Transportation Engineering, 2015, 142 (1).

7. *J. Chung, K. Sohn*. Image-Based Learning to Measure Traffic Density Using a Deep Convolutional Neural Network // IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems, 2018, 19 (5), pp. 1670-16756.

8. *Y-K.Wang, J-F.C-T. Chen Fan.* Traffic Camera Anomaly Detection // 22nd International Conference on Pattern Recognition, Stockholm, Sweden, August 2014.

9. *C.C. Shih, S.C. Chen, C.F. Hung, K.W.Chen, S.Y. Lin, C.W. Lin, Y.P. Hung*. Real-Time Camera Tampering Detection Using Two-Stage Scene Matching // IEEE International Conference on Multimedia and Expo, San Jose, CA, USA, Jul. 2013, pp.1-6.

10. *T. Theodore, L. Christensen, P. Fihl, T.B.Moeslund*. Tamper Detection for Active Surveillance Systems // IEEE International Conference on 10th Advanced Video and Signal Based Surveillance, Poland, Aug. 2013, pp.57-62.

11. *Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., Malik, J.* Rich Feature Hierarchies for Accurate Object Detection and Semantic Segmentation // Proc. of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 2014, pp. 580-587

12. *Girshick, R.* Fast R-CNN // Proc. of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2015, pp. 1440-1448

13. *Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J*. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2017, 39 (6), pp. 1137-1149

14. *Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S*. SSD: Single shot multibox detector // European Conference on Computer Vision. Lecture Notes in Computer Science, September 2016, pp. 21–37

15. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, NV, USA, June 2016, pp. 779-788.

16. *He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J.* Deep Residual Learning for Image Recognition // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, NV, USA, June 2016, pp. 770-778.

17. *Henriques, J.F., Caseiro, R., Martins, P., Batista, J*. High-Speed Tracking with Kernelized Correlation Filters // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2014, 37, (3)

THE USAGE OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES FOR VIDEO PROCESSING IN A SAFE CITY SYSTEM

Bolshakov T.E.[1], Makhmutova A.Z.[2]

[1]bear_333@mail.ru, [2]phd.makhmutova@griat.kai.ru

Supervisor: I. Anikin, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Nowadays effective management of city's resources, convenience and safety of its residents requires application of intelligent information and communications technologies into its infrastructure. In modern cities video surveillance is playing a key role in assurance of city security. Modern achievements in hardware and machine learning can automate the process of video analysis and identify anomalies and incidents without human intervention. This article describes the tasks, methods and approaches for analysis of urban video streams, which revealed violations of the legitimate trajectories by vehicles and pedestrians.

УДК 004.891.2

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ ПРИ ДОСТАВКЕ ТОВАРОВ ПОТРЕБИТЕЛЯМ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМА ФЛОЙДА

Буйнова Е.Л.
new13line13@yandex.ru
Научный руководитель: И.С. Ризаев, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данном докладе рассматривается транспортная задача формирования маршрута движения при доставке товаров потребителям и предлагается новый алгоритм для её решения. Отличительной особенностью предлагаемого алгоритма является применение алгоритма Флойда для построения маршрута объезда нескольких точек.

Современные фирмы-дистрибьюторы осуществляют тысячи поставок, объёмы перевозимых товаров исчисляются десятками и сотнями тонн. Для осуществления всего этого ежегодно для тысяч транспортных средств строятся сотни тысяч маршрутов с миллионами промежуточных точек. Фирмы-дистрибьюторы, как и любые коммерческие организации, стремятся к увеличению прибыли, что в их случае достигается во многом путём оптимизации процесса перевозки товаров, т.е. построения более коротких, а значит, более выгодных с экономической точки зрения маршрутов.

Для формулирования типичной транспортной задачи, с которой ежедневно сталкивается среднестатистическая фирма-дистрибьютор, необходимо учитывать некоторые характеристики, как правило, присущие таким фирмам:

- доставляется определённое количество наименований товаров: невозможно запросить доставку товара, доставка которого не прописана в соответствующих документах фирмы;
- товары хранятся на одном или нескольких складах;
- доставка осуществляется в определённое количество торговых точек: невозможно запросить доставку в торговую точку, с которой фирма не сотрудничает;
- запрос на доставку фиксируется в форме заявки, которую фирма должна выполнить до указанной даты;
- имеющиеся заявки на доставку сортируются и группируются по граничной дате доставки и району, в результате чего формируется конечное и относительно небольшое количество торговых точек, которые назначенное транспортное средство должно объехать за один рейд.

С учётом специфики предметной области формулируется следующее вербальное описание типовой транспортной задачи, с которой ежедневно сталкивается фирма-дистрибьютор:

Задано некоторое количество торговых точек, через которые нужно проложить маршрут для определённого транспортного средства. Между торговыми точками имеется сеть дорог, причём не обязательно каждая торговая точка связана со всеми остальными напрямую и есть вероятность наличия однонаправленной связи. Необходимо, начав путь из конкретной торговой точки, объехать все остальные торговые точки и вернуться в исходную, пройдя при этом минимальный путь.

В таблице 1 приведён список обозначений, применяемых при построении математической модели задачи, где s_{min} – минимальное расстояние от одной торговой точки до другой, s_{max} – максимальное расстояние от одной торговой точки до другой, ∞ используется для обозначения отсутствия прямого пути от одной торговой точки до другой, а n, как и s_{min}, s_{max}, неодинаково для разных фирм-дистрибьюторов.

Таблица 1

Список обозначений, применяемых при построении математической модели задачи

Обозначение	Название	Диапазон значений переменной	Единица измерения
n	Количество торговых точек	от 1 до n , подмножество чисел натурального ряда	Шт.
i	Номер торговой точки отправления	от 1 до n , подмножество чисел натурального ряда	-
j	Номер торговой точки назначения	от 1 до n , подмножество чисел натурального ряда	-
s_{ij}	Длина пути от iй торговой точки до jй торговой точки	от s_{min} до ∞, подмножество чисел натурального ряда	Км.
S	Длина всего построенного маршрута	от $2s_{min}$ до $(s_{max}n(n-1)) / 2$, подмножество чисел натурального ряда	Км.
z_{ij}	Признак вхождения в маршрут пути от iй торговой точки до jй торговой точки	0 или 1	-
h	Номер начальной торговой точки маршрута	от 1 до n, подмножество чисел натурального ряда	-

С целью формирования логических ограничений задаётся область допустимых значений в форме неравенств:

1. Количество городов должно быть больше одного, поскольку в ином случае имеется лишь склад и ни одной торговой точки, до которой необходимо доехать:

$$n > 1;$$

2. Длина всего маршрута должна быть больше нуля, поскольку в ином случае маршрута не существует:

$$S > 0;$$

3. Каждая торговая точка должна входить в маршрут по крайней мере один раз, поскольку в ином случае она будет пропущена:

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} z_{ij} \geq n;$$

Также имеются некоторые другие обязательные ограничения:

1. Необходимо задать начальную точку маршрута w.

Целевая функция, значение которой равно длине маршрута, определяется выражением:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} s_{ij} \times z_{ij} \quad (1)$$

Таким образом формируется окончательная формулировка задачи – «Необходимо определить такие значения z_{ij}, при которых функция (1) обращается в минимум», а итоговая математическая модель задачи имеет следующий вид:

$$n > 1;$$

$$S > 0;$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} z_{ij} \geq n;$$

$$S = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} s_{ij} \times z_{ij} \rightarrow \min.$$

Для решения сформулированной задачи предлагается использовать следующий алгоритм, в котором торговые точки, в которые предстоит доставить товары, воспринимаются как узлы сети:

1. С помощью алгоритма Флойда вычисляется D-матрица минимальных путей между любыми двумя узлами и S-матрица вывода порядка прохождения узлов в минимальных путях между любыми двумя узлами; [1]
2. Создаётся нулевая матрица Z;
3. Узел начала пути, соответствующий складу, помечается как исходный, как пройденный и вносится в маршрут;
4. По матрицам из пункта 1 данного алгоритма определяются минимальные расстояния до всех ещё не пройденных узлов;
5. Выбирается узел, расстояние до которого минимально, осуществляется переход к

нему, в маршрут добавляются все узлы перехода в порядке прохождения, элементы матрицы Z с индексами, равными индексам узлов перехода, приравниваются к единицам; данный узел помечается как пройденный;

6. Если все узлы пройдены, по таблицам из п.1 рассчитывается минимальный путь до исходного узла, осуществляется переход к нему, узлы данного перехода вносятся в маршрут, элементы матрицы Z с индексами, равными индексам узлов перехода, приравниваются к единицам и осуществляется переход к пункту 7 данного алгоритма. Если остались ещё не пройденные узлы, осуществляется переход к пункту 4 данного алгоритма.

7. По формуле (1) рассчитывается длина маршрута.

Данный алгоритм вдохновлён алгоритмом динамического программирования [2], однако даёт лучшие результаты за счёт использования алгоритма Флойда. Построенный с его помощью маршрут будет являться оптимальным за счёт выбора на каждой итерации определения следующей точки маршрута точки, путь до которой минимален. Поскольку при этом уже пройденные точки не исключаются из построения минимального расстояния до оставшихся непройденными точек [3], каждое из полученных таким образом расстояний действительно будет минимальным. Также данный алгоритм прост в программной реализации, но при этом обладает довольно высоким быстродействием за счёт простоты лежащих в его основе операций. Благодаря последнему он не требует для своей работы больших вычислительных мощностей.

Также следует отметить, что при программной реализации данного алгоритма матрицы D и S можно не высчитывать при расчёте каждого нового маршрута, поскольку содержащаяся в них информация относительно статична и меняется лишь в случаях начала сотрудничества фирмой-дистрибьютором с новой торговой точкой или прекращения сотрудничества с одной из старых, а также в случаях изменения адреса одного из складов или изменений путей, лежащих между торговыми точками и складами, что происходит значительно реже, чем возникает необходимость в построении очередного маршрута. То есть матрицы D и S можно высчитать, сохранить и использовать их, не пересчитывая, до тех пор, пока не произойдёт изменение в данных, на основе которых были получены эти матрицы. Таким образом скорость построения каждого маршрута приблизится к скорости предшествующей этому сортировки заявок, отбирающей те, что будут доставляться одним транспортным средством, что в свою очередь существенно повысит быстродействие системы, использующей для расчёта маршрутов данный алгоритм, в целом.

Предложенный алгоритм превосходит многие существующие за счёт того, что сочетает в себе быстродействие, точность, сравнительно малое количество итераций и простоту программной реализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Корте Б., Фиген Й.* Комбинаторная оптимизация. Теория и алгоритмы. Москва: МЦНМО, 2015.

2. *Корбут А. А., Финкельштейн Ю. Ю.* Дискретное программирование. - М., Наука, 1969.

3. *В.И. Мудров.* Задача о коммивояжёре. — М.: «Знание», 1969.

ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF FORMING THE ROUTE OF MOVEMENT DURING DELIVERY OF GOODS TO CONSUMERS ON THE BASIS OF USING THE FLOYDA ALGORITHM

Buinova E.

new13line13@yandex.ru

Supervisor: I. Rizaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper introduces the transportation problem of the formation of the route for the delivery of goods to consumers and proposes a new algorithm for its solution. A distinctive feature of the proposed algorithm is the use of the Floyd algorithm for constructing a detour route of several points.

УДК 004.8

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Буякчин С.В.
buyakchinsv@mail.ru
Научный руководитель: С.А. Ляшева, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена разработке нейронной сети, которая будет использована в интеллектуальной системе. Интеллектуальная система должна диагностировать заболевания по результатам электрокардиограммы пациентов клиники. Данная интеллектуальная система позволяет осуществлять работу в режиме обучения и в режиме диагностирования заболевания.

В настоящее время интеллектуальные системы нашли широкое применение в различных областях. Каждая интеллектуальная система является помощником в той или иной сфере деятельности. Интеллектуальная система, предназначенная для медицинских учреждений, является помощником при диагностировании заболевания, при заполнении документации и формировании отчетов.

Благодаря использованию интеллектуальной системы, минимизируется врачебная ошибка, увеличивается точность установки диагноза, уменьшается время, затрачиваемое на подготовку документов. Однако зачастую такие системы не доступны или ограничены для российских клиник.

Разработка нашего алгоритма диагностирования заболевания по результатам электрокардиограммы (ЭКГ) производится на языке Python [1]. Python стремительно развивается в разделе нейронных сетей. Он имеет обученные библиотеки, специализированные для работы с нейронными сетями, когда как в других языках многие библиотеки отсутствуют.

Средой разработки была выбрана JetBrains PyCharm.

JetBrains PyCharm Community Edition является одной из лучших полнофункциональных IDE, предназначенных именно для Python. Стала неотъемлемым инструментом в области работы с серверной частью приложения, имеющая в своем арсенале большое количество библиотек и плагинов, которые охватывают большинство необходимых сценариев работы приложений. JetBrains PyCharm Community Edition представляет собой сборку предназначенную для разработчиков, которые используют Python.

Как было сказано ранее, интеллектуальная система использует нейронные сети, для эффективной работы с которыми, был выбран язык Python, в связке с такими библиотеками как Keras, Tensorflow и Pandas.

Разработка программной реализации состоит из следующих шагов:
- анализ исходных данных;
- препроцессинг;
- построение и анализ модели;
- выбор методов и функций оптимизаций.

Анализ исходных данных

После проведения процедуры ЭКГ, как правило, выдается бумажная лента, на которой отображены сердечные сокращения. Каждое сердечное сокращение имеет зубцы P, Q, R, S, T, U. После чего врач специалист, анализируя сокращения, в том числе амплитуду зубцов P, Q, R, S, T и U и интервалы зубцов PQ, QT и QRS, диагностирует заболевания. Однако в нашем случае, диагностирование врачом не производится, так как за него это делает наша интеллектуальная система, поэтому результаты ЭКГ, после проведения процедуры оцифровываются и сохраняются в файл в виде значения амплитуд и интервалов зубцов в последовательные моменты времени. Этот файл будет являться файлом с исходными

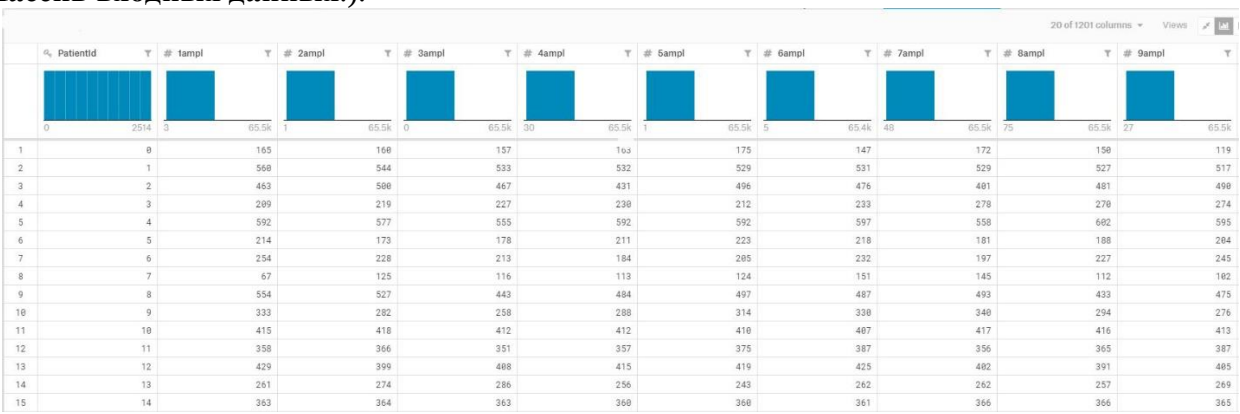
данными, которые мы будем использовать для диагностирования заболевания. Исходя из этих амплитуд и интервалов, и данных с правильными ответами, происходит обучение модели. После чего, подавая на вход новые данные, происходит сравнение значений амплитуд и интервалов новых данных с данными обученной модели, и диагностируется заболевание.

Работа сети состоит в преобразовании входных данных по времени, в результате чего меняется внутреннее состояние сети и формируются выходные воздействия.

Собрать данные можно вручную или воспользоваться уже готовыми данными для исследования. Мы решили обратиться к ресурсу «Kaggle.com», где разработчики соревнуются в лучших результатах и где крупные компании выкладывают собранные статистики или информацию.

Для обучения искусственной нейронной сети, которая позволяет диагностировать заболевания, была выбрана размеченная выборка для 2515 пациентов, контроль проводился по 599 пациентам.

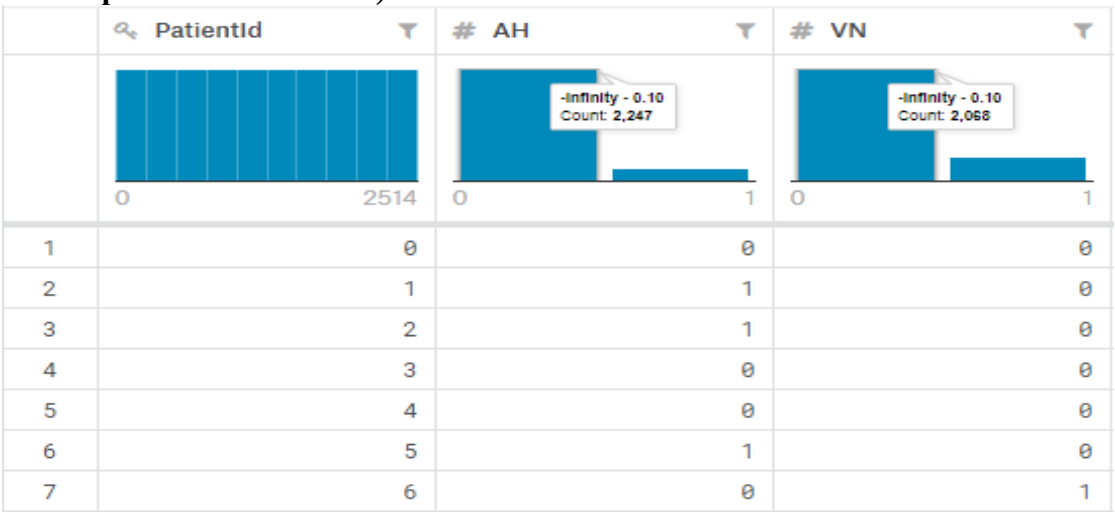
train_amplitude.csv – представляет собой набор данных, где представлено 2515 измерений ЭКГ в форме амплитудной характеристики. Первый столбец соответствует номеру пациента, следующие 600 столбцов - значению амплитуды в последовательные моменты времени, 600 столбцов, следующие за ними - значению интервалов (*Рисунок 1.* **Массив входных данных**.).



	PatientId	1ampl	2ampl	3ampl	4ampl	5ampl	6ampl	7ampl	8ampl	9ampl
	0 2514	3 65.5k	1 65.5k	0 65.5k	30 65.5k	1 65.5k	5 65.4k	48 65.5k	75 65.5k	27 65.5k
1	0	165	160	157	163	175	147	172	150	119
2	1	568	544	533	532	529	531	529	527	517
3	2	463	500	467	431	496	476	481	481	490
4	3	209	219	227	230	212	233	278	270	274
5	4	592	577	555	592	592	597	558	602	595
6	5	214	173	178	211	223	218	181	188	204
7	6	254	228	213	184	205	232	197	227	245
8	7	67	125	116	113	124	151	145	112	102
9	8	554	527	443	484	497	487	493	433	475
10	9	333	282	258	288	314	330	340	294	276
11	10	415	418	412	412	410	407	417	416	413
12	11	358	366	351	357	375	387	356	365	387
13	12	429	399	408	415	419	425	402	391	405
14	13	261	274	286	256	243	262	262	257	269
15	14	363	364	363	360	360	361	366	366	365

Рис. 1. Массив входных данных

train_answers.csv - правильные ответы на обучающей выборке. 1 - в столбце "АН" значит - здоров, в остальных означает - болен соответствующей болезнью, 0 - в столбце "АН" значит - не здоров, в остальных означает - не болен соответствующей болезнью (*Рисунок 2.* **Правильные ответы**).



	PatientId	AH	VN
	0 2514	-Infinity - 0.10 Count: 2,247 0 1	-Infinity - 0.10 Count: 2,068 0 1
1	0	0	0
2	1	1	0
3	2	1	0
4	3	0	0
5	4	0	0
6	5	1	0
7	6	0	1

Рис. 2. Правильные ответы

Расшифровка болезней, которая диагностирует система:

- VN - вегетососудистая дистония
- CHD - ишемическая болезнь сердца
- SD - сахарный диабет
- NG - узловой зоб
- PU - язвенная болезнь
- AH - абсолютно здоров

После того, как были выбраны исходные данные, происходит программная реализация загрузки данных, в виде чтения из файла в формате csv, где df_X – это входные данные, а df_Y – правильные ответы (*Рисунок 3.* **Загрузка данных**)

```
df_X = pd.read_csv(train_x)
df_Y = pd.read_csv(train_y)
```

Рис. 3. Загрузка данных

Препроцессинг

После того, как мы нашли необходимые данные, эти данные нужно подготовить. Основная задача данного этапа – отображение данных в формат пригодный для обучения модели. В нашем случае был выбран метод под названием «нормализация данных». Это процесс, при котором, мы добиваемся, чтобы среднее значение каждого признака по всем данным было нулевым, а дисперсия единичной. Происходит приведение исходных данных к виду, который позволяет нам подать данные на вход нейронной сети, проводится работа по приведению данных к многомерным массивам и их нормализации.

Нормализация данных, для подачи на вход нейронной сети. Выделяется тренировочные и тестовые данные, для которых производится масштабирование, чтобы преобразовать их в значения от 0 до 1 (*Рисунок 4*. **Нормализация данных**)

```
scaler = MinMaxScaler()
train_X = scaler.fit_transform(train_X)
test_n = int(len(train_X) * size)
train_X, test_X = train_X[:test_n], train_X[test_n:]

df_Y['ans'] = df_Y.apply(get_answer, axis=1)
y_train = df_Y['ans'].values
y_train = np_utils.to_categorical(y_train, 6)
y_train, y_test = y_train[:test_n], y_train[test_n:]
```

Рис. 4. Нормализация данных

Построение и анализ модели

Нормализовав входные данные, происходит построение модели. Для разработки интеллектуальной системы была выбрана задача классификации [2]. В качестве архитектуры был выбран многослойный персептрон, который состоит из 2 скрытых слоёв, входного и выходного слоя (*Рисунок 5*. **Построенная нейронная сеть**).

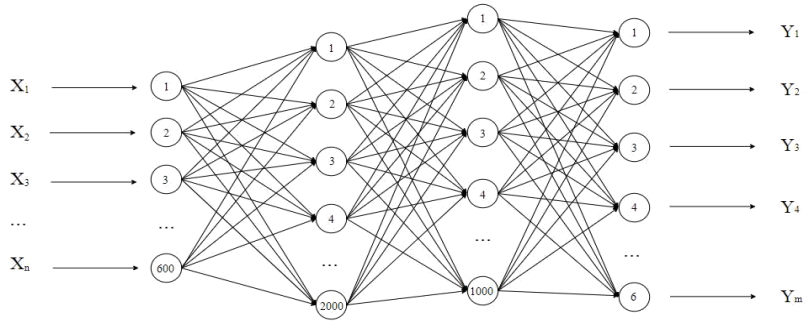


Рис. 5. Построенная нейронная сеть

Входной слой персептрона включает в себя 600 значений, что соответствует количеству амплитудных значений одного пациента.

Первый скрытый слой содержит 2000 нейронов. После первого скрытого слоя следует функция регуляризации сети batch normalization, идея которой состоит в том, что каждый слой на вход принимает результат предыдущего слоя, в котором может быть практически любой тензор, координаты которого предположительно как-то распределены.

Второй скрытый слой состоит из 1000 нейронов и также имеет функцию batch normalization.

Выходной слой имеет 6 нейронов, что соответствует заболеваниям.

В каждом слое применяется метод regularizers. Это метод, который вносит небольшие изменения в алгоритм обучения, так что модель лучше обобщается. Это, в свою очередь, улучшает производительность модели и на невидимых данных.

Подбор весов нейронной сети был выполнен с помощью алгоритма Adam[4].

В процессе разработки искусственной нейронной сети в качестве функций активации были выбраны функция LeakyRelU и функция SoftMax.

Построив модель, происходит процесс обучения. Для этого использовалась функция model.fit, которая включает в себя входные данные, правильные ответы и количество эпох, которые равны 50.

Точность обучения модели составила 61,57% (*Рисунок 6*. **Точность обучения**).

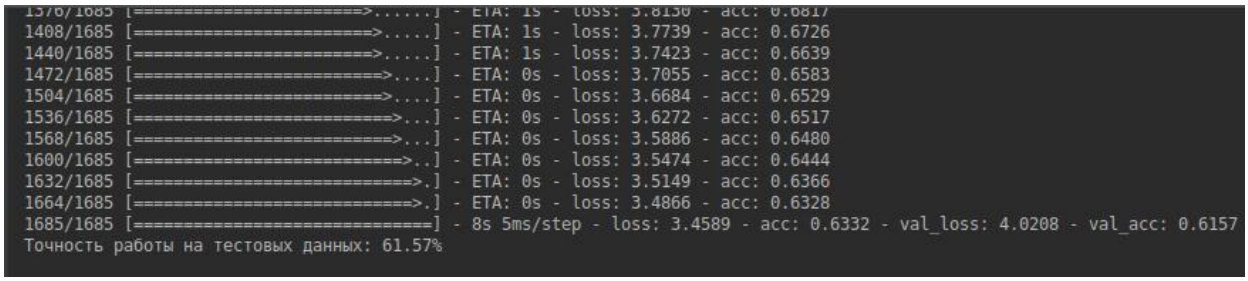


Рис. 6. Точность обучения

Обученную модель теперь можно использовать для диагностирования заболевания. За это отвечает функция load_model, которая загружает обученную модель, с полученными весами и всеми компонентами, которые были использованы в процессе обучения.

При постановке диагноза пользователю выводится информация о пациенте, какой болезнью он болен и с какой вероятностью (*Рисунок 7*. **Информация о пациенте**).

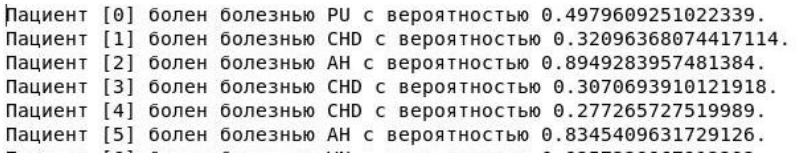


Рис. 7. Информация о пациенте

В результате выполнения данной работы была разработана интеллектуальная система, которая позволяет диагностировать заболевания по результатам ЭКГ.

Отличительной особенностью данной системы является то, что она имеет возможность интеграции в автоматизированное рабочее место сотрудника медицинской клиники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Raschka S.* Python Machine Learning. 2015.
2. Применение нейронных сетей для задач классификации [Электронный ресурс]: Сайт BaseGroup Labs, 2009 – Режим доступа: https://basegroup.ru/community/articles/classification
3. *Kibgma .D. P., Ba J. L.* Adam: A Method for Stochastic Optimization. 2014

DEVELOPMENT OF THE INTELLECTUAL SYSTEM DIAGNOSTIC DISEASES

Buyakchin S.
buyakchinsv@mail.ru
Supervisor: S. Lyasheva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This work is devoted to the development of a neural network that will be used in an intelligent system. The intellectual system should diagnose diseases according to the results of an electrocardiogram of the clinic patients. This intelligent system allows you to work in training mode and in the mode of diagnosis of the disease.

УДК 004.021

ОТБОР ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Валиев Н.Г.
111-222@bk.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается методы по отбору значимых признаков. Рассмотрен корреляционный анализ, а так же регрессионный анализ. Проведено сравнение полученных результатов при восстановлении функции.

В настоящее время в различных областях при обработки информации сталкиваются с проблемой отбора релевантных значений. Особенно актуальным является предварительный анализ данных с целью удаления шумов.

Целью данной работы было определить показатели восстановления функции, с использованием регрессионного анализа. В частности проверялись методы прямого отбора, обратного исключения и последовательного отбора, а так же используя корреляционный анализ уточнить какие типы переменных имеют наибольшую корреляцию и значимость.

Регрессионный анализ — это статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных X1 , X2 , ... , Xn на зависимую переменную Y [1]. Функцию можно записать следующим образом:

Y=b0+X1b1+X2b2+...+Xnbn+ε, где Y- независимая переменная. X1, X2, …, Xn – независимые переменные. b0, b1, …, bn – параметры модели, ε – случайная составляющая

Метод прямого отбора (forward selection). Суть данного метода заключается в том, что переменные добавляются, постепенно проходя проверку на значимость. Ниже на рисунке 1 представлен алгоритм метода прямого отбора.

Метод обратного исключения (backward elimination). Метод обратного исключения схожий с методом прямого отбора, но в данном методе изначально включаются в модель все переменные, и постепенно происходит «удаление» тех, которые не проходят проверку значимости [2]. Ниже на рисунке 2 представлена схема алгоритма метода обратного исключения.

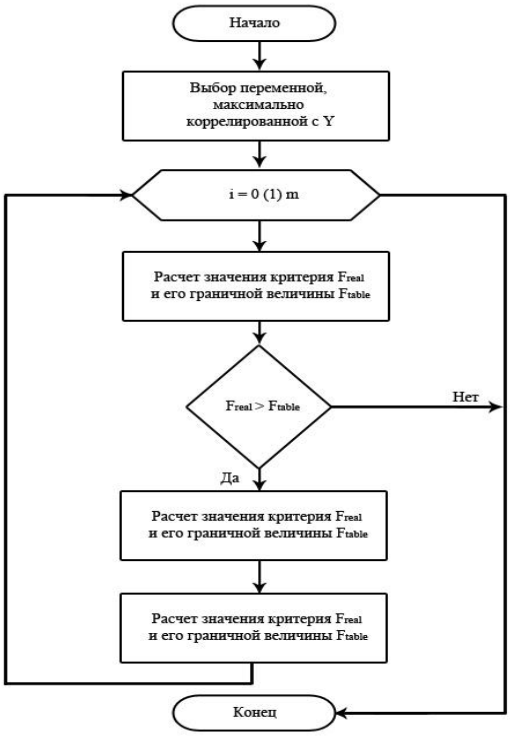


Рис. 1. Метод прямого отбора

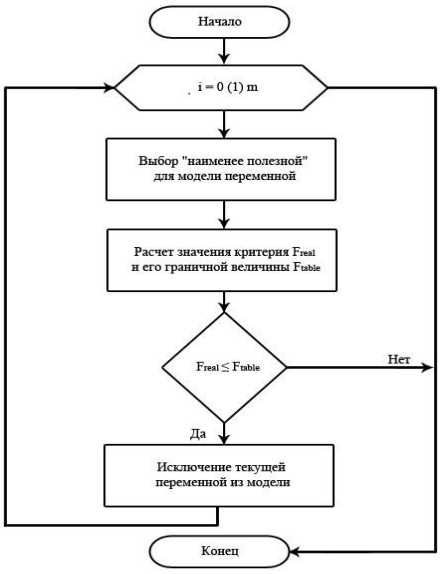


Рис. 2. Метод обратного исключения

Метод последовательного отбора (stepwise). Данный алгоритм представляет собой измененную версию метода прямого отбора. В методе последовательного отбора после включения новой переменной, проверяются на значимость переменные, которые уже имелись на данный момент. Если такие переменные обнаруживаются, их выводят из модели. Затем после изменения списка переменных включенных в модель, выполняется новая итерация forward selection (прямого отбора), с целью поиска новой переменной для включения ее в действующую модель [2].

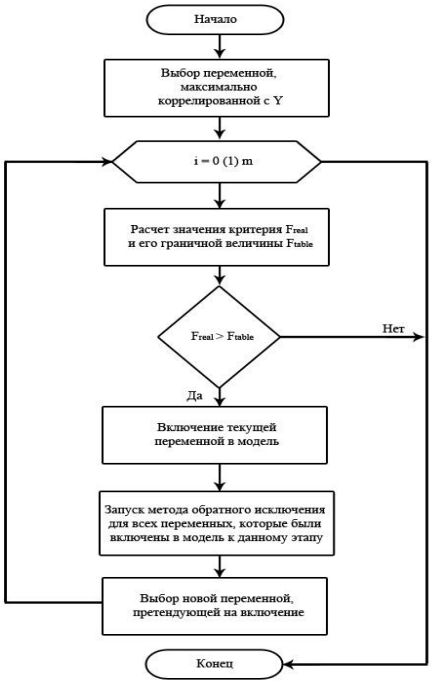


Рис. 3. Метод последовательного отбора

В качестве примера для обработки использовалась база данных футболистов из игры fifa2019. Задача определить от каких параметров зависит стоимость игрока и восстановить функцию стоимости. Для начала базу данных разделили на 2 части. В первую часть вошло 300 строк выборки и данная база используется для обучения регрессионных моделей. Во вторую часть вошло 700 строк выборки и используется в качестве проверки точности восстанавливаемой функции.

Перед тем как строить функции регрессии, была стандартизирована тестовая база, а так же убраны 27 строк выбросов. Результат обработки представлен в таблице 1.

Таблица 1

Результаты вычислений

	Метод прямого отбора	**Метод обратного исключения**	**Метод последовательного отбора**
R^2	0,986859	0,983515	0,987640
Std.Err. of Estimate / Ср. Знач	3,089729	3,363134	3,233527
F	F(17,255)= 1126,503160	F(2,270)= 8054,333140	F(53,219)= 330,169179

Результат графиков получившиеся на основе обучающейся выборки изображены ниже (рис. 4-6).

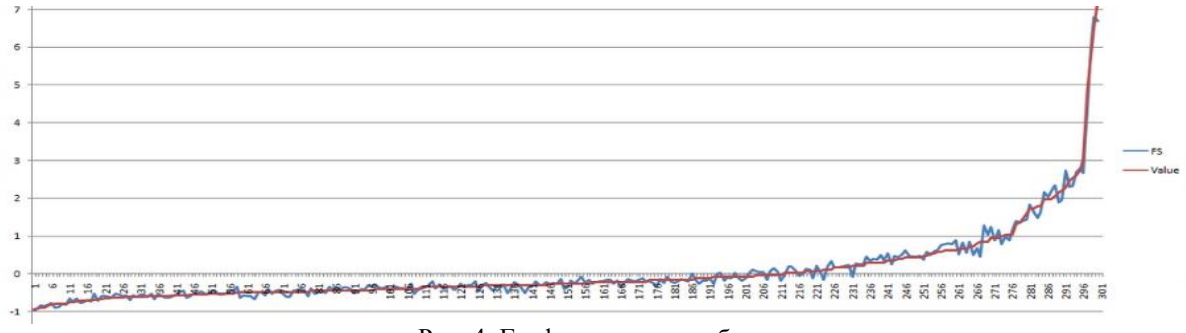


Рис. 4. График прямого отбора

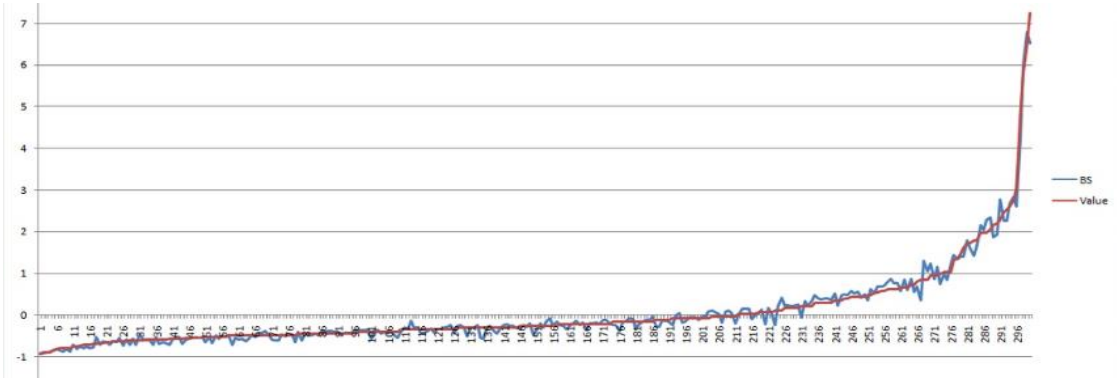


Рис. 5. График обратного исключения

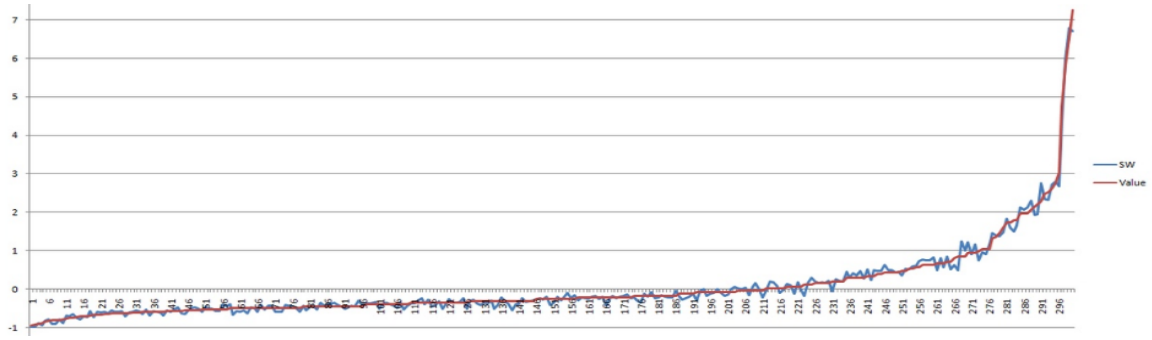


Рис. 6. График последовательного отбора

Делая выводы о полученных результатах можно заключить, что метод последовательного отбора имеет наибольшую точность объясняющая разброс функции восстановления. Однако F-критерий определяющий значимость регрессии показал наибольшее значение в методе обратного исключения. На основе полученных данных были построены 3 графика по тестовой выборке (рис. 7-9). Красный график соответствует значению value (стоимость игрока), синие графики соответствуют функциям построенным на основе метода прямого отбора, обратного исключения и последовательного отбора.

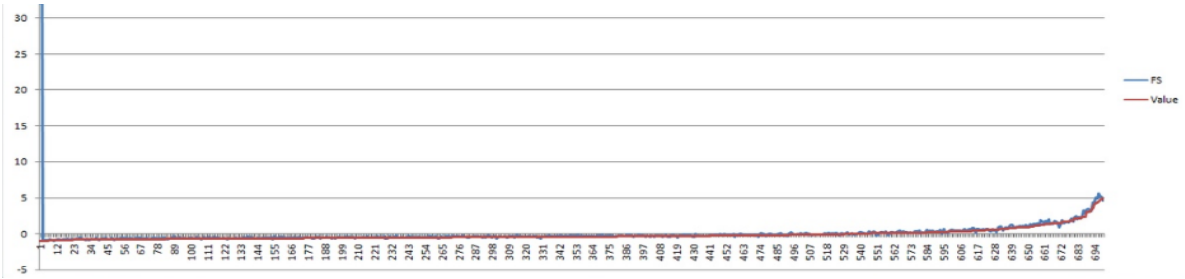


Рис. 7. График прямого отбора

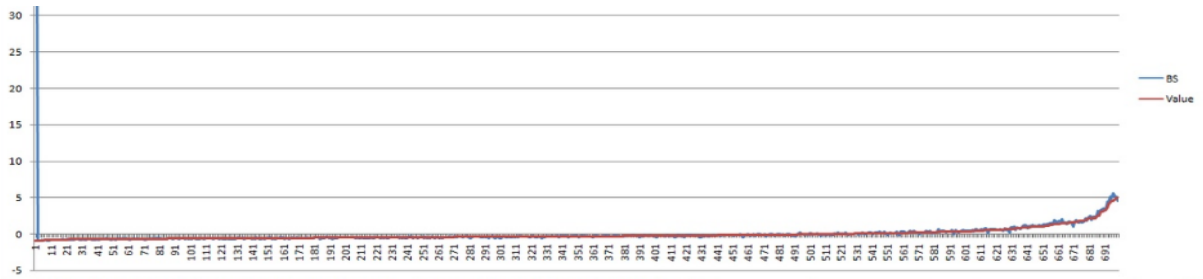


Рис. 8. График обратного исключения

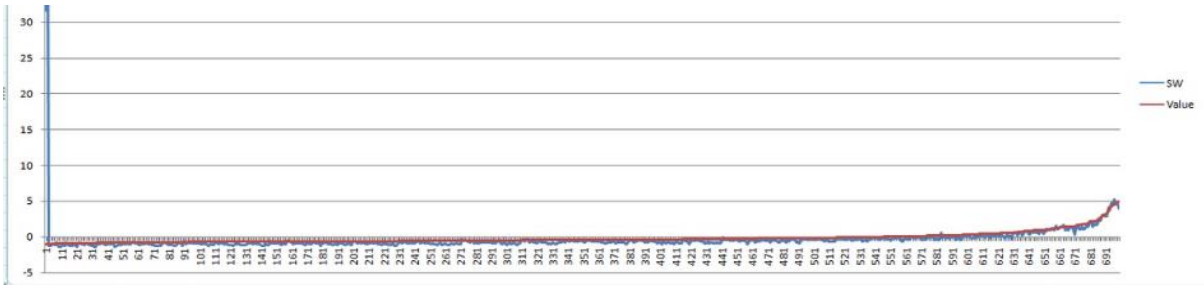


Рис. 9. График последовательного отбора

Анализируя полученные результаты и округляя до сотых значений, была получена таблица 2 показывающая точность восстановления функции.

Таблица 2

Анализ результатов

Тип данных	**Метод отбора**	**Значение**	**Размерность**
Обучаемая	Прямой	0,040	%
Обучаемая	Обратный	0,033	%
Обучаемая	Последовательный	0,033	%
Тестовая	Прямой	0,037	%
Тестовая	Обратный	0,051	%
Тестовая	Последовательный	0,003	%

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что наибольшую точность восстановления функции при обучении имеет метод прямого отбора, в случае с тестовой выборкой высокую точность восстановления была получена используя метод обратного исключения.

Корреляционный анализ - метод, позволяющий обнаружить зависимость между несколькими случайными величинами [3-4]. Связи между переменными характеризуют парными коэффициентами линейной корреляции. Они вычисляются по формуле:

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} v_{ki}v_{kj} - \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} v_{ki} \cdot \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} v_{kj}}{\sqrt{\left(\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} v_{ki}^2 - \left(\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} v_{ki}\right)^2\right) \cdot \left(\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} v_{kj}^2 - \left(\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} v_{kj}\right)^2\right)}} \qquad (1)$$

$i = \overline{1, M+K}$; $j = \overline{1, M+K}$ где:

n- количество учитываемых интервалов времени;

M- количество факторов $x_i \left(x_j\right)$;

K- количество откликов y_i (y_j);

$v_{ik} \left(v_{jk}\right)$- значение *i*-той (*j*-той) переменной

Парные коэффициенты корреляции принимают значении от -1 до +1. Если значения отрицательные то про такую корреляционную связь говорят, что она обратная [5]. Это значит, что между зависимыми переменными чем больше одна переменная тем меньше

другая. В случае положительной корреляционной связи такую связь называют прямой. Это значит, что между зависимыми переменными с ростом одной переменной мы будем наблюдать рост другой. Если коэффициент корреляции близок к 0, то мы имеем не зависимость переменных. Стандартная ошибка оценки коэффициента корреляции вычисляется по следующей формуле:

$$S_{cmij} = \frac{\sqrt{1 - r^2_{ij}}}{\sqrt{n-2}}, \qquad i = \overline{1, M+K}, \quad j = \overline{1, M+K}, \qquad (2)$$

где:

n – количество случайных чисел в ИСД;

r_{ij} – коэффициент линейной корреляции между I –ой и j- ой переменными.

Количество степеней свободы находиться по формуле 3 представленной ниже:

$$df = n - 2, \quad (3)$$

где:

n – количество переменных.

С помощью таблица критических значений t-критерия Стьюдента имея df=52 получаем tкрит= 2,007 при уровне значимости p=0,05. Далее критерий Стьюдента вычисляется по следующей формуле:

$$t_{ij} = \frac{r_{ij}}{S_{cmij}}, \qquad i = \overline{1, M+K}, \quad j = \overline{1, M+K}, \quad (4)$$

Если неравенство $t_{ij} > t_{крит}$ выполняется, то статистические данные не противоречат предположению о наличии связи, иначе зависимость стоит опровергнуть.

$$r_{ij_{крит}} = \pm\sqrt{\frac{t^2_{ij_{крит}}}{t^2_{ij_{крит}} + n - 2}}, \quad i = \overline{1, M+K}; \; j = \overline{1, M+K} \quad (5)$$

Из формулы 5 имеем $r_{ij_{крит}} = \pm 0{,}072$. Проводя корреляционный анализ относительно параметра value были получены следующие результаты. Из 54 переменной значимые оказались 35. Из них прямую корреляцию близкой к линейной имеют переменные: Overall, Potential, Wage, International Reputation, Weak Foot, Skill Moves, Contract Valid Until, Crossing, Finishing, Short Passing,Volleys, Dribblin, Curve, FKAccuracy, LongPassing, BallControl, Acceleration, SprintSpeed, Agility, Reactions, Balance, Shot Power, Stamina, LongShots, Positioning, Vision, Penalties, Composure, Release Clause. Обратную корреляцию близкой к линейной имеют следующие переменные: Age, Aggression, Interceptions, Marking, StandingTackle, SlidingTackle.

Анализируя полученные данные можно сделать следующие обобщенные выводы. Коэффициенты линейной корреляции между откликами и факторами примерно в половине случаев по абсолютной величине превышают критическое значение. Поэтому уравнения регрессии могут содержать в себе факторы в первой и второй степени, а также в виде функций от факторов.

Так же коэффициенты линейной корреляции между факторами в некоторых случаях превышают по абсолютной величине найденное критическое значение и достигают значения более 0,8. В таких случаях можно ожидать, что некоторые факторы могут не входить в уравнения регрессии и оказывать влияние на отклики через другие факторы с сильной корреляционной связью между ними.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Методы корреляционного и регрессионного анализа/ Фёрстер Э., Рёнц Б. //М.: Финансы и статистика, 1981. 302 с.

2. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия / Дрейпер Н., Смит Г. // 3-е изд. М.: «Диалектика», 2007. 912 с.

3. «Использование интеллектуальных информационных технологий для профилактики,

предупреждения и устранения аварийных ситуаций на летательных аппаратах», материалы конференции «Решетневские чтения» / Мокшин В.В. — Красноярск, 2005.

4. «Автоматизированная система анализа процессов обработки деталей», материалы конференции «Информация, инновации, инвестиции»/ Мокшин В.В. — Пермь, 2004.

5. Общая теория статистики: Учебник / Под ред. Р. А. Шмойловой. — 3-е издание, переработанное. — Москва: Финансы и Статистика, 2002. — 560 с.

SELECTION OF SIGNIFICANT SIGNS FOR IMPROVING DECISION-MAKING QUALITY

Valiev N.

111-222@bk.ru

Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, methods are available for the selection of significant features. Correlation analysis is considered, as well as regression analysis. A comparison of the results obtained in the restoration of functions.

УДК 004.942, 519.876.5

АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ «ОПТОВЫЙ СКЛАД» В СРЕДЕ ANYLOGIC

Валиуллин И.И.

ilnar584@mail.ru

Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Целью данной работы является оптимизация производственных процессов оптового склада, составление имитационной модели, а также её наглядная визуализация.

Моделирование во всевозможных исследованиях стало применяться ещё в глубокой древности и постепенно захватило все новые области научных знаний. Цель имитационного моделирования заключается в воспроизведении поведения исследуемых систем на основе результатов анализа ключевых взаимосвязей между её элементами в предметной области. К моделированию прибегают в тех ситуациях, когда эксперименты с реальными объектами невозможны или требуют слишком большого количества ресурсов. Оно позволяет имитировать поведение системы во времени, причём этим самым временем можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью. Главным отличием моделирования от других методов изучения сложных систем является возможность оптимизации вплоть до её реализации. Промоделировать можно все что угодно, начиная с продуктового магазина в соседнем дворе, заканчивая проработкой процессов на космических станциях. Кроме всего прочего средства моделирования могут использоваться в науке, образовании, бизнесе, в военных и даже правительственных структурах.

Оптовый склад состоит из следующих блоков: «Разгрузочная зона», «Регистрационная зона» и «Погрузочная зона». Процесс работы заключается в следующем: на склад в разгрузочную зону доставляются поддоны с помощью грузовиков. Затем обслуживающий персонал разгружает и транспортирует поддоны в зону приёма. Далее они обрабатываются и маркируются регистраторами в регистрационной зоне, а после - перемещаются в зону хранения с помощью вилочных погрузчиков.

Заказы поступают на склад. Для каждого заказа вилочный погрузчик выбирает один поддон из хранилища и транспортирует его в зону отправки. В этой области контролирующий персонал сопоставляет содержимое поддона с заказом. После проверки

поддона розничный (меньший) грузовик въезжает на склад и забирает поддоны со склада.

Объем ресурсов может быть изменен динамически с помощью ввода текста. Отдельный экран отображает использование ресурсов с течением времени.

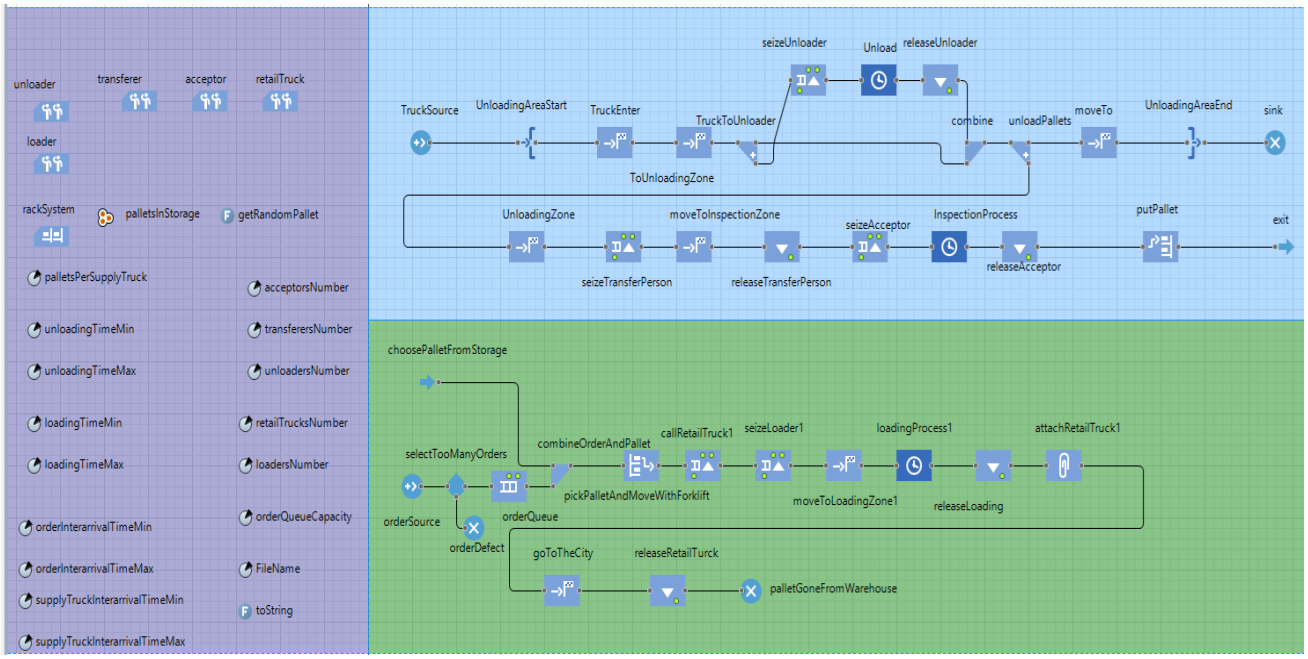


Рис. 1. Имитационная модель в программе AnyLogic

Оптимизация

Оптимизация будет проведена за счет изменения человеческих ресурсов. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма оптимизации являются временные характеристики: время разгрузки фуры, время погрузки паллетов в грузовики и время регистрации паллетов. Для проверки результатов оптимизации проведем пошаговый регрессионный анализ.

Пусть:

x_1-количество грузчиков,

x_2-количество грузчиков на пункте выдачи,

x_3-количество операторов.

Результат оптимизации в AnyLogic, приведен на рис. 2. Оптимальный значения параметров x_1=6, x_2=6, x_3=18.

Для проверки результатов оптимизации проведем пошаговый регрессионный анализ. Используя данные из модели в AnyLogic, проведем регрессионный анализ в программе Statistica. По полученным уравнениям регрессии проводится оптимизация с минимизацией основного показателя Y за счет выбора оптимальных значений факторов $x_1,x_2,x_3,\ldots,x_M$

Оптовая база : Optimization

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	110
Функционал	1,597.932	1,234.468
Параметры		Copy best
Unloaders number	6	6
Transferers number	7	7
Acceptors number	18	18
Unloading time [min]	20	20
Unloading time [max]	30	30
Pallets per supply truck	3	3
Retail trucks number	3	3
Loaders number	6	6
Loading time [max]	8	8
Loading time [min]	3	3
Order interarrival time [min]	30	30
Order interarrival time [max]	35	35
Order queue capacity	20	20
Supply truck interarrival time [min]	50	50
Supply truck interarrival time [max]	100	100
LoadingTimeStart	0	0

Рис. 2. Результат оптимизации

Regression Summary for Dependent Variable: Y1 (Spreadsheet1.sta)
R= ,89105975 R?= ,79398749 Adjusted R?= ,74820693
F(4,18)=17,343 p<,00001 Std.Error of estimate: 175,73

N=23	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(18)	p-value
Intercept			18330,7	2690,061	6,81425	0,000002
1/x3	-12,2465	2,101589	-42196,6	7241,253	-5,82725	0,000016
ln(x3)	-30,7085	6,228063	-24418,1	4952,285	-4,93066	0,000108
sqrt(3)	19,2426	4,244565	13738,8	3030,526	4,53348	0,000257
sqrt(x1)	0,1790	0,114994	82,9	53,211	1,55703	0,136871

Рис. 3. Результаты пошаговой регрессии для зависимой переменной y_1

y_1=1833.7-42196.6/x_3-24418.1*ln(x_3)+13738.8*$\sqrt{3}$+82.9$\sqrt{x_3}$ (1)

Regression Summary for Dependent Variable: Y2 (Spreadsheet1.sta)
R= ,86486008 R?= ,74798296 Adjusted R?= ,67386029
F(5,17)=10,091 p<,00013 Std.Error of estimate: 72,479

N=23	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(17)	p-value
Intercept			5159,47	877,314	5,88098	0,000018
1/x3	-6,91739	1,132755	-8637,42	1414,418	-6,10669	0,000012
ln(x3)	-8,62739	1,606548	-2486,04	462,938	-5,37014	0,000051
x2*x3	3,63070	0,754669	15,01	3,121	4,81099	0,000163
1/x2	1,33989	0,299645	1785,45	399,287	4,47159	0,000336
sqrt(x1)	0,31083	0,132072	52,12	22,147	2,35349	0,030893

Рис. 4. Результаты пошаговой регрессии для зависимой переменной y_2

y_2=5159.47-8637.42/x_3-2486.04*ln(x_3)+15*x_2*x_3+1785.45/x_2+52.1$\sqrt{x_1}$ (2)

Regression Summary for Dependent Variable: Y3 (Spreadsheet1.sta)
R= ,37507903 R?= ,14068428 Adjusted R?= ,09976449
F(1,21)=3,4380 p<,07781 Std.Error of estimate: 201,73

N=23	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			596,4881	90,69883	6,57658	0,000002
X1	-0,375079	0,202286	-18,3255	9,88327	-1,85420	0,077810

Рис. 5. Результаты пошаговой регрессии для зависимой переменной y_3

y_3=596.48-18.325*x_1 (3)

Используя уравнения регрессии (1), (2) и (3), вычислим оптимальный значения для x_1, x_2, x_3. x_1=7, x_2=6, x_3=18.

Результаты проведенной работы:

Таблица

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ

	Время разгрузки	Время регистрации	Время погрузки	Общее время
Результаты до оптимизации	1755.95	407.63	472.62	2636.2
Результаты после оптимизации в AnyLogic	1398.5	262	299	1959.5
Результаты после регрессионного анализа	1432.12	253	427	2112.1

Выводы

В результате данной работы мы смоделировали и оптимизировали имитационную модель оптового склада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 352-357.

2. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

3. *Мокшин В.В., Сайфудинов, И.Р., Кирпичников А.П.* Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 112-116.

4. *Мокшин В.В.* Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, М.Т. Махмутов, М.Л. Пейсахова, А.Х. Валиева, Б.А. Низамиев*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 10, 249-256 (2014).

6. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Г.В. Костюхина, Т.А. Шигаева*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 6, 287-292 (2014).

ANALYSIS AND PECULIARITIES OF THE “WHOLESALE WAREHOUSE” IMITATION MODEL IN ANYLOGIC ENVIRONMENT

Valiullin I.
ilnar584@mail.ru
Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The purpose of this work is to optimize the production processes of the wholesale warehouse, the compilation of a simulation model, as well as its visualization.

УДК 004.02

ВЫЯВЛЕНИЕ НАБОРОВ ТОВАРОВ, КОТОРЫЕ В СУПЕРМАРКЕТЕ ЧАСТО ПОКУПАЮТСЯ СОВМЕСТНО С ПОМОЩЬЮ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ

Валова К.Д.
kseniya.valova94@gmail.com
Научный руководитель: И.С. Ризаев, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В последнее время неуклонно увеличивается внимание к способам "обнаружения знаний в базах данных" (knowledge discovery in databases). Размеры передовых баз данных, которые очень внушительны, вызвали стойкий спрос на новые масштабируемые алгоритмы анализа данных. Одним из известных способов обнаружения знаний стали алгоритмы поиска ассоциативных правил. В качестве эксперимента проведен анализ рыночной корзины.

Ассоциативные правила

Аффинитивный анализ (affinity analysis) — один из популярных методов Data Mining. Этот термин происходит от английского слова affinity, которое в переводе означает «близость», «сходство». Задача этого способа – изучение обоюдной связи между событиями, которые происходят вместе. Разновидностью аффинитивного анализа является *анализ рыночной корзины* (market basket analysis), задача которого — выяснить ассоциации между разными событиями, то есть найти правила для количественного описания обоюдной связи между 2-мя или же больше событиями. Такие правила именуются ассоциативными правилами (associationrules). [1]

Примерами приложения ассоциативных правил имеют шансы быть надлежащие задачи:

- выявление наборов продуктов, которые в гипермаркетах нередко покупаются вместе или не покупаются вообще;
- определение доли покупателей, позитивно относящихся нововведениям в их обслуживании;
- определение профиля гостей веб-ресурса;
- определение доли случаев, в которых новые медикаменты показывает опасный побочный эффект;
- набор медикаментов и процедур, используемых больными при лечении заболеваний; [2]

Базовым мнением в теории ассоциативных правил считается *транзакция* — множество событий, происходящих вместе. Обычная транзакция — приобретение покупателем продуктов в гипермаркете. В большинстве своем покупатель берет не один продукт, а набор продуктов, который называется рыночной корзиной. При данном возникает вопрос: является ли покупка одного продукта в корзине следствием или предпосылкой приобретения другого продукта, то есть связаны ли данные события? Данную ассоциацию и показывают ассоциативные правила. Следующее важное понятие — *предметный набор*. Это непустое множество предметов, в одной транзакции. Анализ рыночной корзины — это анализ наборов данных для определения комбинаций товаров, связанных между собой.

Алгоритм Apriori

Алгоритм Apriori – традиционный метод, находящий нередко встречающиеся комбинации товаров.

Для того, чтобы было возможно применить алгоритм, необходимо провести предобработку данных: для начала, привести все данные к бинарному виду; во-вторых, поменять структуру данных.[4]

Обычный вид базы данных транзакций:

Номер транзакции	Наименование элемента	Количество
1001	A	2
1001	D	3
1001	E	1
1002	A	2
1002	F	1
1003	B	2
1003	A	2
1003	C	2
…	…	…

Рис. 1. База данных

Нормализованный вид:

TID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	…
1001	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	…
1002	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	…
1003	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	…

Рис. 2. Нормализованный вид

Численность столбцов в таблице равно числу элементов, которые есть в множестве транзакций D. Любая запись соответствует транзакции, где в соответственном столбце стоит 1, в случае если элемент есть в транзакции, и 0 в другом случае. Подметим, что начальный вид таблицы может быть другим от приведенного в таблице 3. Главное, чтобы данные были преобразованы к нормализованному виду, иначе алгоритм не применим. Кроме этого, все элементы должны быть упорядочены в алфавитном порядке. [3]

Алгоритм Apriori работает в два этапа: на первом шаге необходимо найти часто встречающиеся наборы элементов, а затем, на втором, извлечь из них правила. Количество элементов в наборе будем называть размером набора, а набор, состоящий из k элементов, – k-элементным набором.

В качестве эксперимента была проведен анализ рыночной корзины. Начальная выборка, номер чека, и продукты представлена в виде фрагмента входного документа на рис.3.

номер чека	продукты
100100	макаронные изделия
100100	кетчуп
100100	майонез
100100	хлеб
100100	колбаса
100101	печенье
100101	конфеты
100101	мандарины
100101	яблоки
100101	яйца
100102	помидоры
100102	перец
100102	бананы
100102	апельсины
100102	газировка
100103	майонез
100103	соль
100103	молоко
100103	сметана
100103	йогурт
100104	макаронные изделия
100104	кетчуп
100104	майонез
100104	хлеб
100104	колбаса
100105	сыр
100105	булка
100105	молоко
100105	йогурт
100105	сметана
100106	помидоры
100106	перец
100106	бананы
100106	апельсины
100106	газировка
100107	яйца
100107	яблоки
100107	печенье
100107	конфеты
100108	йогурт
100108	булка
100108	молоко
100108	яйца
100108	яблоки
100109	кетчуп
100109	макаронные изделия
100109	майонез
100109	хлеб

Рис. 3. Фрагмент входного документа

Таким образом, получено 33 правил (Рис. 4).

Для того, чтобы узнать как часто встречается множество в начальном наборе транзакций, используется поддержка. То есть, если покупатель купил булку, то он с возможностью 50% также купит и йогурт. Меру значительности предоставленного ассоциативного правила демонстрирует лифт, чем величина лифта повыше, тем значительно данное правило по сравнению с другими. Поэтому, можно сделать вывод о том, какие наборы товаров часто покупаются в гипермаркете и принять заключение о поставке продуктов.

Правил: 33 из 33 | Фильтр: Без фильтрации

№	Номер правила	Условие	Следствие	Поддержка		Достоверность	Лифт
				Кол-во	%		
1	1	булка	йогурт	1	10,00	50,00	2,500
2	2	йогурт	булка	1	10,00	50,00	2,500
3	3	булка	йогурт	1	10,00	50,00	5,000
4	4	булка	сметана	1	10,00	50,00	2,500
5	5	сметана	булка	1	10,00	50,00	2,500
6	6	булка	сыр	1	10,00	50,00	5,000
7	7	йогурт	соль	1	10,00	50,00	5,000
8	8	йогурт	сыр	1	10,00	50,00	5,000
9	9	конфеты	мандарины	1	10,00	50,00	5,000
10	10	печенье	мандарины	1	10,00	50,00	5,000
11	11	сметана	соль	1	10,00	50,00	5,000
12	12	сметана	сыр	1	10,00	50,00	5,000
13	13	йогурт	булка	1	10,00	50,00	2,500
		сметана		1	10,00	50,00	2,500
14	14	булка	йогурт	1	10,00	50,00	2,500
			сметана				
15	15	йогурт	булка	1	10,00	50,00	5,000
			сметана	1	10,00	50,00	5,000
16	16	сметана	булка	1	10,00	50,00	5,000
			йогурт				
17	17	булка	йогурт	1	10,00	50,00	5,000
			сыр	1	10,00	50,00	5,000
18	18	йогурт	булка	1	10,00	50,00	5,000
			сыр				
19	19	булка	сметана	1	10,00	50,00	5,000

Рис. 4. Ассоциативные правила

Еще можно показать ассоциативные правила в виде «Дерева решений». Оно может быть построено либо по условию (см. рис. 4), либо по следствию (см. рис. 5).

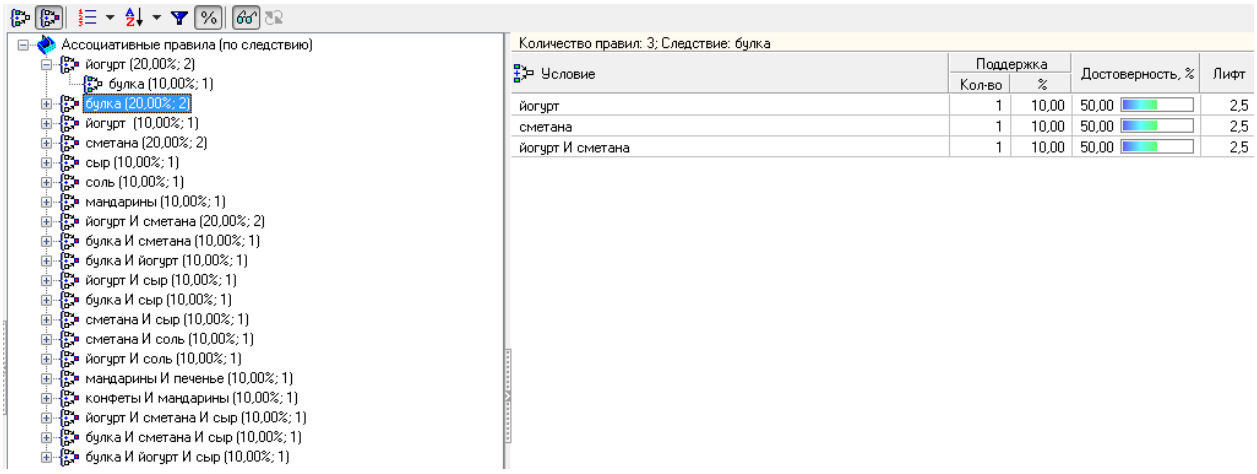
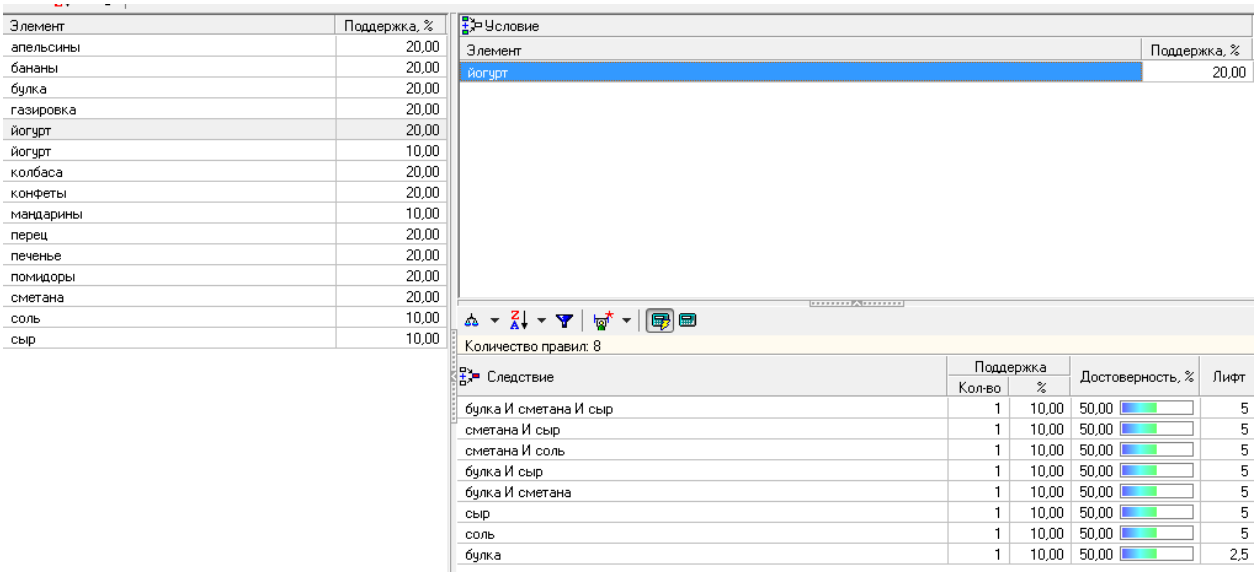


Рис. 5. Дерево правил (по условию)

Отображаемый в данный момент результат можно переосмыслить как 3 правила:

1. Если покупатель приобрел булку, то он с вероятностью 50% также приобретет йогурт.
2. Если покупатель приобрел булку, то он с вероятностью 50% также приобретет сметану.
3. Если покупатель приобрел булку, то он с вероятностью 50% также приобретет йогурт и сметану.

Аналогично переосмысляются и остальные правила.



Элемент	Поддержка, %
апельсины	20,00
бананы	20,00
булка	20,00
газировка	20,00
йогурт	20,00
йогурт	10,00
колбаса	20,00
конфеты	20,00
мандарины	10,00
перец	20,00
печенье	20,00
помидоры	20,00
сметана	20,00
соль	10,00
сыр	10,00

Условие

Элемент	Поддержка, %
йогурт	20,00

Количество правил: 8

Следствие	Поддержка Кол-во	Поддержка %	Достоверность, %	Лифт
булка И сметана И сыр	1	10,00	50,00	5
сметана И сыр	1	10,00	50,00	5
сметана И соль	1	10,00	50,00	5
булка И сыр	1	10,00	50,00	5
булка И сметана	1	10,00	50,00	5
сыр	1	10,00	50,00	5
соль	1	10,00	50,00	5
булка	1	10,00	50,00	2,5

Рис. 6. Дерево правил (по следствию)

Дерево правил по следствию дает возможность проанализировать то, что, может быть, забыл покупатель купить, в случае если он уже взял йогурт. Для этого следует добавить в перечень критерий эти продукты (например, с помощью двойного щелчка мыши) и затем нажать на кнопку "Вычислить правила". При этом в списке следствий покажут продукты, совместно приобретаемые с данными. В данном случае появятся "Булка", «Сметана», и «Сыр» с достоверностью 50%.

Можно сделать вывод о том, что эти правила можно использовать для сегментации клиентов на два сегмента. Например, покупатели, берут макаронные изделия и соусы к ним, и покупатели, покупающие все к чаю. В разрезе анализа предпочтений, возможно узнать, что большей известностью в этом магазине пользуются йогурт, апельсины, молоко, помидоры, булка. В разрезе размещения товаров в гипермаркете возможно применить результаты предыдущих двух анализов, т. е. располагать майонез вблизи с огурцами и помидорами.

Заключение

Процесс поиска ассоциативных правила просит большое количество времени в зависимости от числа транзакций в хранилище данных и от минимальной поддержки, впрочем, в обычных условиях 80% из этих правил не представляют интерес для пользователей. В следствии этого, при выборе важной величины поддержки можно намного уменьшить время поиска ассоциативных правил.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *И.С Ризаев, Л.М. Шарнин, З.Т. Яхина,* Поиск закономерностей между взаимосвязанными событиями на основе ассоциативных правил / Вестник КГТУ им.А.Н.Туполева №4, 2014, с.314 – 317.

2.*Base Group Labs*:Ассоциативные правила[М.101]

3.Поиск ассоциативных правил: https://ami.nstu.ru/~vms/lecture/data_mining/rules.htm

4. Алгоритмы выделения ассоциативных правил: https://ranalytics.github.io/data-mining/054-Association-Rules-Algos.html

IDENTIFYING SETS OF PRODUCTS THAT ARE OFTEN BOUGHT TOGETHER IN THE SUPERMARKET USING ASSOCIATION RULES

Valova K.

kseniya.valova94@gmail.com

Scientific adviser: I. Rizaev, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Recently, there has been a steady increase in attention to the methods of "knowledge discovery in databases". The size of advanced databases, which are very impressive, has caused strong demand for new scalable data analysis algorithms. One of the well-known methods for detecting knowledge is the association rule search algorithms. As an experiment, an analysis of the market basket.

УДК 004.07(075)

НАСТРОЙКА СЕРВИСА СТАТИЧЕСКОЙ ТРАНСЛЯЦИИ СЕТЕВЫХ АДРЕСОВ (NAT) НА СИМУЛЯТОРЕ PACKET TRACER

Валова К.Д.
kseniya.valova94@gmail.com
Научный руководитель: О.П. Валов, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Сетевой протокол сеансового уровня NAT (*Network Address Translation*) позволяет нескольким машинам совместно использовать один интернет-адрес, используя «нелегальные» адреса. WS с нелегальным адресом с помощью NAT устанавливает соединение с маршрутизатором, имеющим нормальный сетевой адрес. В начале сеанса он ставит в соответствие внутренней WS легальный IP-адрес, который используется для замены адреса отправителя во всех дейтаграммах. Маршрутизатор, получая пакет от внешнего сетевого объекта, адресованного оговоренной WS, меняет действительный адрес на внутренний нелегальный.

Технология преобразования сетевых адресов

Многие частные и корпоративные сети начинали формироваться изолировано, и IP-адреса сетевым объектам администраторами присваивались произвольно. Когда возникала проблема подключения сети к Интернет, число ЭВМ оказывалось значительным и надо было их все реконфигурировать, заменяя все IP-адреса. Для решения подобных проблем был разработан протокол NAT (Network Address Translation; см. RFC-2663, 2766. 3489, 3519 и 4008).

ЭВМ с нелегальным адресом устанавливает соединение с маршрутизаторомшлюзом, имеющим нормальный IP-адрес. В начале сеанса такой маршрутизатор ставит в соответствие внутренней ЭВМ легальный IP-адрес. Этот адрес используется для замены адреса отправителя во всех дейтограммах, отсылаемых ЭВМ. С точки зрения внешнего мира, этот адрес является IP-адресом данной внутренней ЭВМ. Маршрутизатор шлюз, получая пакет от внешнего сетевого объекта, адресованного оговоренной машине, меняет действительный IP-адрес на внутренний — нелегальный.

Кроме того, наряду с протоколом DHCP, протокол NAT позволяет более экономно использовать адресное пространство IP.

Существует разные алгоритмы реализации NAT: статический и динамический. В последнем случае реальный IP адрес выделяется для машины лишь на время ее работы в сети.

Сервер NAT поддерживает таблицу, где каждому соединению с Интернет ставится в соответствие IP-адрес и номер порта. Это делается часто в оборудовании для асинхронных каналов PPP, где адреса присваиваются случайным образом при каждом подключении.

При настройке NAT маршрутизатор конфигурируется по выходным и входным интерфейсам. Выходной интерфейс подключается к внешней сети Интернет через легальный IP-адрес. Внутренний интерфейс подключается к локальной сети, которая пользуется нелегальными адресами. Ниже в таблице приведен пример трансляции адресов для случая обращения к внешнему удаленному почтовому серверу с IP=193.125.31.3. Адреса 10.10.10.1 и 10.10.10.2 являются внутренними, адрес 194.85.31.1 – IP внешнего порта сервера NAT. Из этого примера видно, что одному легальному глобальному адресу 194.85.31.1 может соответствовать практически любое число внутренних адресов (таблица 1).

Таблица 1

Пример преобразования адресного пространства с помощью протокола NAT

протокол	внутренний локальный IP-адрес: порт	внутренний глобальный IP-адрес: порт	внешний глобальный IP-адрес:порт
TCP	10.10.10.1:2500	194.85.31.1:2500	193.125.31.3:25
TCP	10.10.10.2:3010	194.85.31.1:3010	193.125.31.3:25

Существует, кроме того, векторизация адресов, которая напоминает трансляцию сетевых адресов. Рассмотрим в качестве примера некоторый мощный WEB сервер с большим потоком клиентских запросов в единицу времени. Эти запросы могут обрабатываться большим числом процессоров. Но если поток запросов возрастет слишком сильно, задержка отклика неизбежно начнет быстро расти. Возможным решением проблемы может быть применение нескольких серверов с разными IP-адресами и именами. Но это крайне неудобно пользователям, так как нужно помнить несколько имен и для получения нужной информации обходить несколько серверов.

Векторизация адреса позволяет распределить нагрузку между серверами, причем так, что для пользователя такая система выглядит как один сервер. Векторизация адресов транслирует внешний IP-адрес в несколько адресов локальной сети. Для практической реализации алгоритма векторизации и выбора определенного (наименее загруженного) сервера используются прокси серверы.

Настройка сервиса статической трансляции сетевых адресов (NAT) на маршрутизаторе под управлением CISCO IOS.

1. Для ранее созданной схемы сети создадим статический NAT:
2. В режиме конфигурации интерфейса подключенного к сегменту локальной сети указать, что этот интерфейс является входящим (начальным) интерфейсом для NAT трансляции с помощью команды приведенной ниже:

Router(config)#**interface FastEthernet0/0**
Router(config-if)#**ip nat inside**
Router(config-if)#

3. В режиме конфигурации интерфейса подключенного к WEB-серверу указать, что этот интерфейс является исходящим (последним) интерфейсом для NAT трансляции с помощью команды приведенной ниже:

Router(config)#**interface FastEthernet0/0**
Router(config-if)#**ip nat outside**
Router(config-if)#

4. В режиме конфигурации терминала настроить статическое связывание сетевых адресов с помощью команды приведенной ниже:

Router(config)#**ip nat inside source static 192.168.0.1 192.168.1.1**
Router(config)#**ip nat inside source static 192.168.0.2 192.168.1.2**
Router(config)#**ip nat inside source static 192.168.0.3 192.168.1.3**
Router(config)#**ip nat inside source static 192.168.0.4 192.168.1.4**
Router(config)#**ip nat inside source static 192.168.0.5 192.168.1.5**

5. Перейти в режим симуляции и пронаблюдать, как происходит трансляция адресов, для этого просмотреть содержимое ICMP пакетов проходящих через маршрутизатор во вкладках показанных на Рис. 1 и 2:

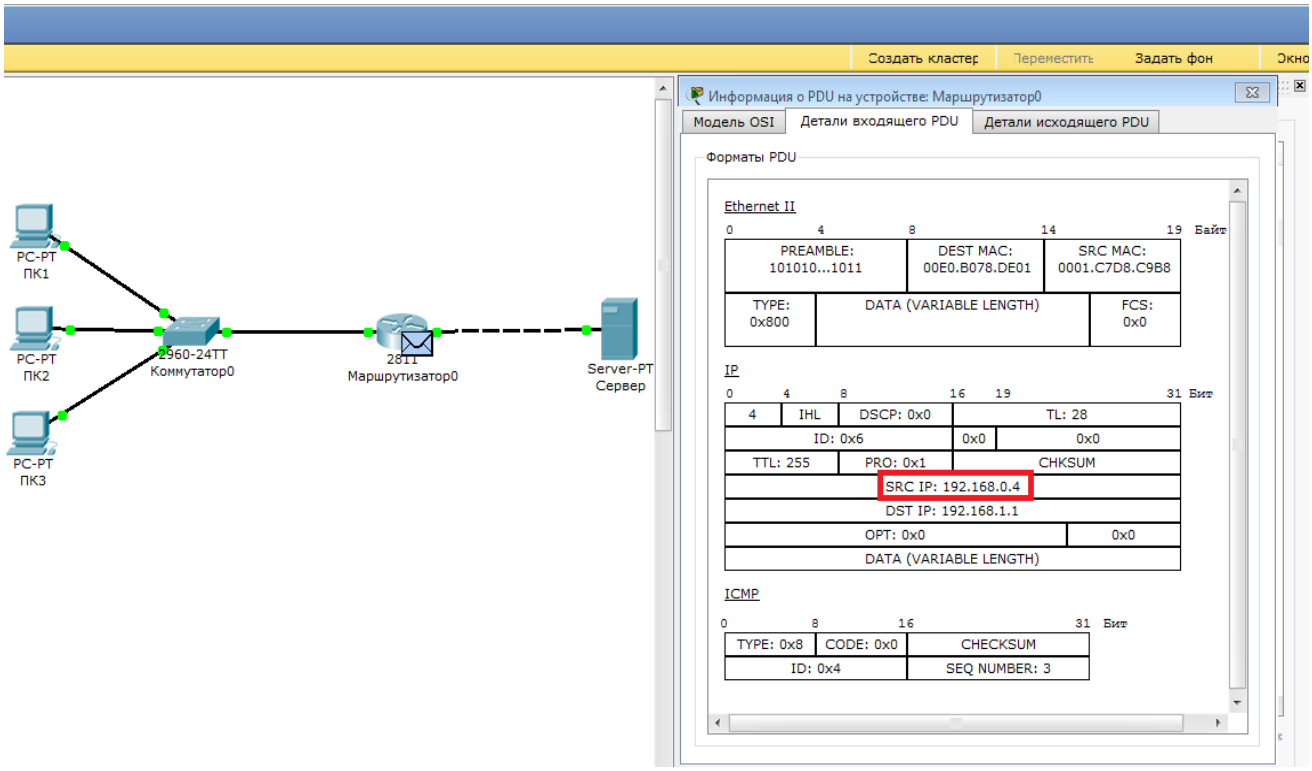


Рис. 1. Трансляция адресов

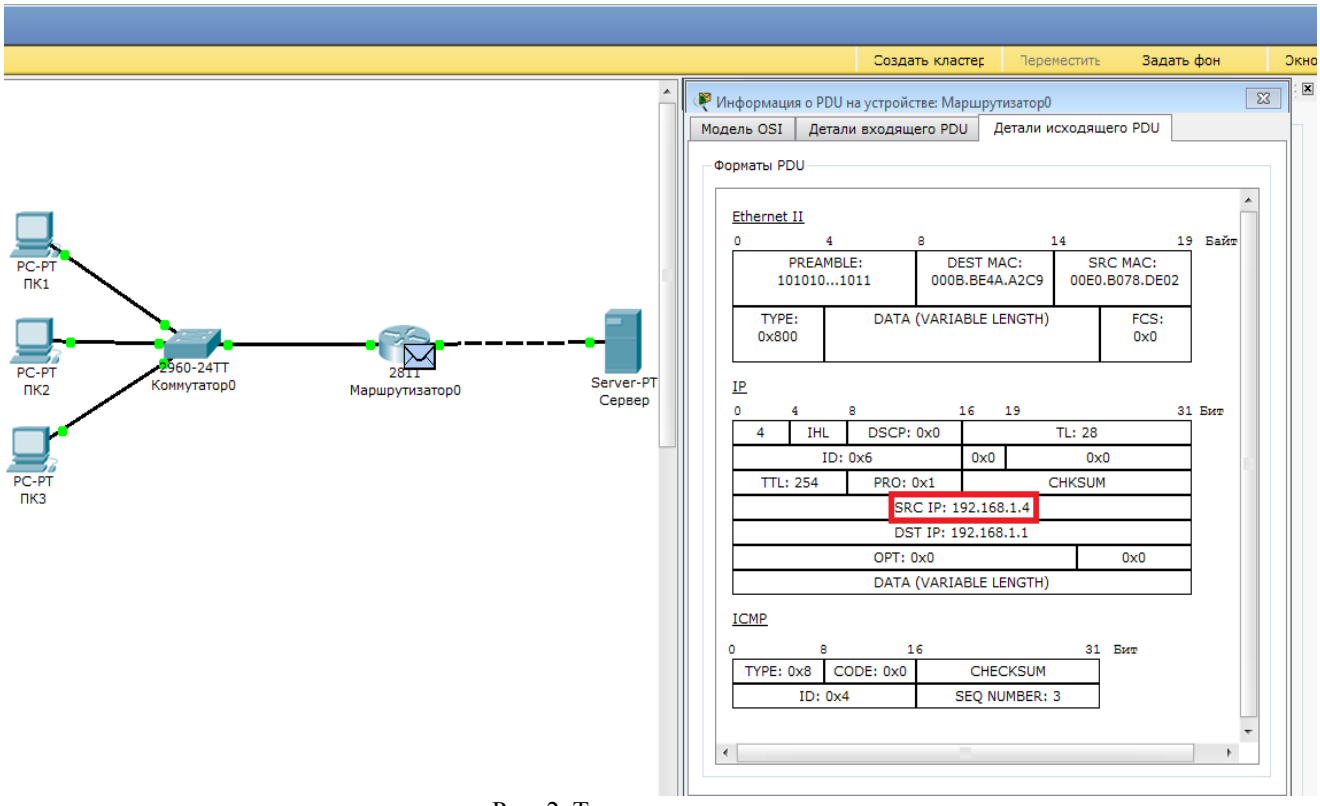


Рис. 2. Трансляция адресов

6. В привилегированном режиме выполнить на маршрутизаторе команду указанную ниже и объяснить ее вывод:

Router#**show ip nat statistics**
Total translations: 5 (5 static, 0 dynamic, 0 extended)
Outside Interfaces: FastEthernet0/1
Inside Interfaces: FastEthernet0/0

Hits: 19 Misses: 0
Expired translations: 0
Dynamic mappings:

Первая команда выводит три записи статической трансляции NAT, созданной в конфигурации. Вторая команда выводит статистическую информацию, такую, как количество активных в данный момент записей в таблице трансляции. Эта статистика также включает в себя количество повторных попаданий (hit), которое увеличивается на единицу с каждым пакетом, для которого NAT должна транслировать адреса.

7. В привилегированном режиме выполнить на маршрутизаторе команду указанную ниже и объяснить ее вывод:

Router#**sh ip nat translations**

Pro	Inside global	Inside local	Outside local	Outside global
---	192.168.1.1	192.168.0.1	---	---
---	192.168.1.2	192.168.0.2	---	---
---	192.168.1.3	192.168.0.3	---	---
---	192.168.1.4	192.168.0.4	---	---
---	192.168.1.5	192.168.0.5	---	---

Ключевое слово static означает, что эти параметры определяют статическую запись, которая никогда не удалится из таблицы NAT в связи с истечением периода времени. При создании записей статической трансляции NAT маршрутизатору необходимо знать, какие интерфейсы являются внутренними (inside), а какие внешними (outside). Для просмотра важной информации о NAT существует две команды show ip nat translations, show ip nat statistics.

Обратите внимание, что в таблице представлена только статическая трансляция. Эта запись преобразовывает внутренний глобальный адрес обратно во внутренний локальный адрес; это означает, что устройства внешнего облака могут передавать пакеты по глобальному адресу 192.168.1.1 и связываться с устройством во внутреннем облаке с локальным адресом 192.168.0.1.Статическое преобразование NAT не требует коммутации пакетов через маршрутизатор, а все преобразования вводятся в таблицу преобразования статически.

Настройка сервиса динамической трансляции сетевых адресов (NAT) на маршрутизаторе под управлением CISCO IOS.

1. Создать сеть, аналогичную предыдущему заданию для проверки динамической трансляции.

2. В режиме конфигурации интерфейса подключенного к сегменту локальной сети указать, что этот интерфейс является входящим (начальным) интерфейсом для NAT трансляции с помощью команды приведенной ниже:

Router(config)#**interface FastEthernet0/0**
Router(config-if)#**ip nat inside**

3. В режиме конфигурации интерфейса подключенного к WEB-серверу указать, что этот интерфейс является исходящим (последним) интерфейсом для NAT трансляции с помощью команды приведенной ниже:

Router(config-if)#**interface FastEthernet0/1**
Router(config-if)#**ip nat outside**

4. Настроить список доступа, который будет отбирать пакеты для выполнения трансляции сетевых адресов с помощью нижеприведенной последовательности команд:

Router#**configure term**
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#**ip access-list standard 1**
Router(config-std-nacl)#**permit 192.168.0.0 0.0.0.255**
Router(config-std-nacl)#

5. Настроить пул публичных сетевых адресов в которые будет производиться

трансляция с помощью нижеприведенной команды:

Router(config)#**ip nat pool net1 192.168.1.1 192.168.1.250 netmask 255.255.255.0**

6. Включить динамическую трансляцию адресов указав созданный прежде список доступа и пул публичных адресов с помощью нижеприведенной команды:

Router(config)#**ip nat inside source list 1 pool net1**

7. Выполнить шаг пятый задания

8. В привилегированном режиме выполнить на маршрутизаторе команду указанную ниже и объяснить ее вывод:

Router#**show ip nat statistics**
Total translations: 0 (0 static, 3 dynamic, 0 extended)
Outside Interfaces: FastEthernet0/1
Inside Interfaces: FastEthernet0/0
Hits: 22 Misses: 5
Expired translations: 0
Dynamic mappings:
-- Inside Source
access-list 1 pool net1 refCount 0
 pool net1: netmask 255.255.255.0
     start 192.168.1.1 end 192.168.1.250
     type generic, total addresses 250 , allocated 3 (1%), misses 0

Из иллюстрации видим, что локальным адресам соответствует *пул* внешних адресов от 192.168.1.1 до 192.168.1.250.

9. В привилегированном режиме выполнить на маршрутизаторе команду указанную ниже и объяснить ее вывод:

Router#**show ip nat translations**

Pro	Inside global	Inside local	Outside local	Outside global
---	192.168.1.2	192.168.0.1	---	---
---	192.168.1.3	192.168.0.2	---	---
---	192.168.1.1	192.168.0.3	---	---

10. Пояснить отличия статического режима трансляции адресов от динамического режима.

1) Статический режим:

Статические соответствия создаются с помощью команды ip nat inside source static. Ключевое слово inside означает, что NAT транслирует адреса для хостов, находящихся во внутренней части сети. Ключевое слово source означает, что NAT транслирует IP-адреса в пакетах, поступающих на ее внутренние интерфейсы. Ключевое слово static означает, что эти параметры определяют статическую запись, которая никогда не удалится из таблицы NAT в связи с истечением периода времени. При статическом NAT преобразования существуют в таблице NAT при условии, что настроены команды статического NAT, и они остаются в таблице преобразований, пока пользователь не удалит команды статического NAT.

2) Динамический режим:

Динамическая трансляция создает пул возможных глобальных внутренних адресов и определяет критерий соответствия для определения того, какие внутренние глобальные IP-адреса должны транслироваться с помощью NAT. При динамическом преобразовании NAT данные в таблице NAT отсутствуют, пока маршрутизатор не получит трафик, требующий преобразования. Динамическим преобразованиям свойственен период ожидания, после которого они удаляются из таблицы преобразований. При динамическом преобразовании сетевых адресов (NAT) необходима коммутация пакетов через маршрутизатор NAT, чтобы генерировать преобразования NAT в таблице преобразований. Если используется команда ip nat inside , эти пакеты должны создаваться внутри. Если используется команда ip nat outside, эти пакеты должны создаваться снаружи.

Заключение

Материалы статьи будут использованы при проведении лабораторных работ по дисциплине «Сети и телекоммуникации» для закрепления теоретических знаний в области настройки информационных сетей, приобретения практических навыков проектирования и моделирования сети, чему в значительной степени способствует симулятор Packet Tracer.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *О.П.Валов, доцент, В.В.Павлов, аспирант*. Разработка территориально-распределенной компьютерной сети организации: учебно-методическое пособие – Казань: Изд-во КНИТУ_КАИ, 2019 – 168 с.

2. *А.Н.Аксенов.* Проектирование и анализ вычислительных сетей в программном продукте Cisco Packet Tracer. Уч. Пособие по дисциплине «Сети и телекоммуникации» для студентов обучающихся по направлению «Информатика и вычислительная техника»., 2011. – 38 с.

CONFIGURING THE STATIC NETWORK ADDRESS TRANSLATION (NAT) SERVICE ON THE PACKET TRACER SIMULATOR

Valova K.

kseniya.valova94@gmail.com

Scientific adviser: O. Valov, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Network Address Translation (Network Address Translation) session-level network protocol allows several machines to share a single Internet address using "illegal" addresses. A WS with an illegal address using NAT establishes a connection with a router that has a normal network address. At the beginning of the session, he assigns a valid IP address to the internal WS, which is used to replace the sender's address in all datagrams. The router, receiving a packet from an external network object addressed to a specified WS, changes the actual address to an internal illegal one.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Васильев В. Д.

vityavasilev97@gmail.com

Научный руководитель: В. В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Представлены результаты исследования, а также части выпускной квалификационной работы, в виде применения роевого алгоритма в задачах оптимизации.

Решение оптимизационных задач имеет большое значение как при нахождении оптимального режима работы какого-либо предприятия, так и решения обычных уравнений, наподобие sin(x)=1/x. Все сводится к тому что необходимо найти наиболее близкое значение x удовлетворяющему данное равенство f(x)=sin(x)-1/x.

При решении уравнений иногда нет возможности точно определить значение корня уравнения, в таких случаях решение уравнение сводится к задаче оптимизации – нахождении наиболее близкого к истине решения.

Такие численные методы решения задач оптимизации как итерационный метод, метод Ньютона, метод секущих и метод половинного деления являются распространенными и часто используемыми. Генетический же алгоритм в данном контексте начал употребляться не так давно.

Генетический алгоритм работает с совокупностью особей – популяцией. Начальная

популяция формируется из случайных x, далее рассчитывается значения f(x) для каждой особи и сравнивается между собой. Из наиболее близких к истине решений составляются родители для следующего потомства. Данный процесс повторяется до тех пор, пока не достигается требуемый результат.

Генетический алгоритм моделирует эволюционный процесс: наша популяция размножается, подвергается мутации и производится естественный отбор (выживает сильнейший). Рассмотрим подробнее эти процессы.

Прежде всего популяция должна размножаться. Основной принцип данного процесса – потомок похож на родителей. То есть необходимо задать механизм наследования. Для того чтобы популяция не вырождалась и для того чтобы привести в нее что-то новое существует мутация – случайное изменение каких-то особей. Но главной особенностью генетического алгоритма является селекция или отбор особей. Этот процесс предоставляет возможность из популяции в популяцию улучшать генотип каждой особи и приближаться к цели.

Рассмотрим данные представленные в табл.1, полученные при нахождении минимального значения функции f(x)=sin(x)-1/x различными методами. Данными для анализа являются значения, при котором достигается минимум функции и количество итераций затраченное на его нахождение.

Таблица 1

Методы решения и их результаты

Метод	Значение x	Количество итераций
итерационный	7,58045	1998
Ньютона	7,58045	7
секущих	7,58047	44
половинного деления	7,58047	17
генетический алгоритм	7,58046	5

Генетический алгоритм по сравнению с остальными методами имеет изменяющееся количество итераций для нахождения оптимального решения. Это связано с тем, что в нем на начальном этапе генерируются случайные x.

Для решения многомерной оптимизации больше подойдут такие методы как метод роя частиц, параллельный генетический алгоритм.

Метод роя частиц оптимизирует функцию, перемещая частицы в пространстве решений согласно простой формуле. Перемещение подчиняется принципу наилучшего найденного в этом пространстве положения, постоянно изменяется при нахождении частицами выгодного положения. Рассмотрим конкретно на примере решения задачи двумерной оптимизации. Решение будет производится в пакете MatLab.

$$\boldsymbol{f(x,y) = \sin(\sqrt{(x+8)^2 + (y-8)^2})}$$

25 особей будут перемещаться в двумерном пространстве (рис.1) и относительно координат их нахождения будут рассчитываться значения целевой функции.

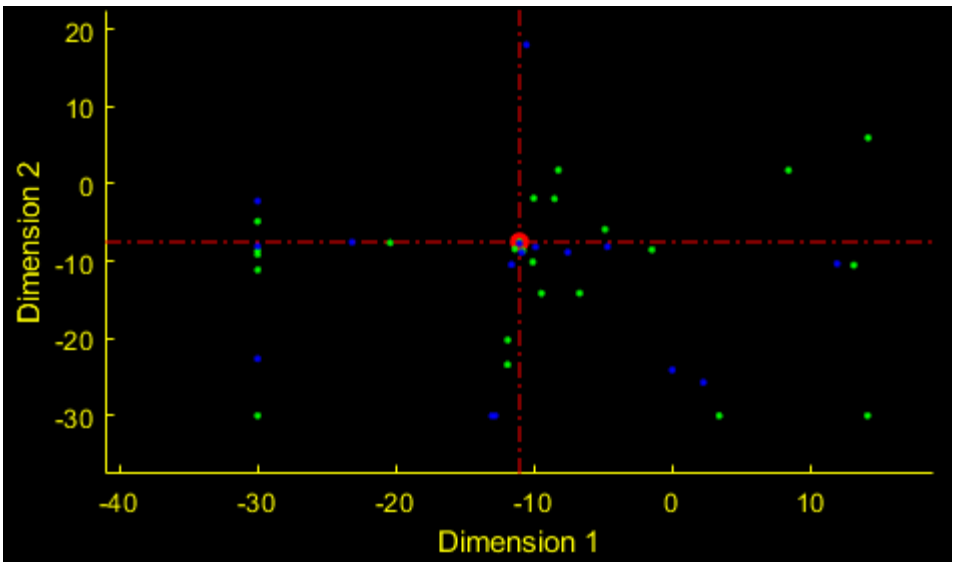


Рис. 1. Перемещение особей в двумерном пространстве

Если целевая функция на данной итерации принимает минимальное значение, то эта координата принимает зеленый цвет, синим цветом выделены координаты настоящего местонахождения особей. На рис.2 представлен график изменения значения целевой функции в зависимости от номера итерации (количество итераций 400).

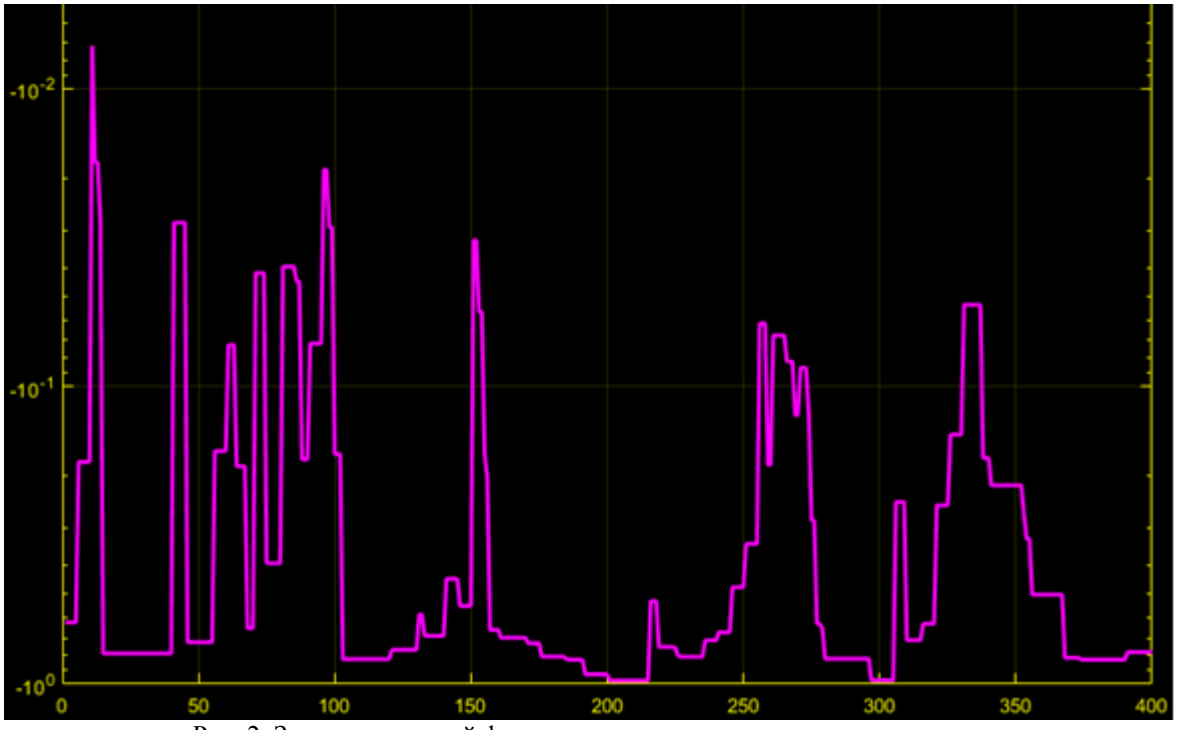


Рис. 2. Значение целевой функции в зависимости от номера итерации

Применение роевого алгоритма в задачах оптимизации становится все популярнее. Уже существуют алгоритмы основанные на поведении колонии муравьев, роя пчел, летучих мышей и др. Кроме задач оптимизации данные алгоритмы применяются в задачах прогнозирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Салихова Э.И., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Михайлова О.П.* Мониторинг буровых работ с использованием средств распознавания образов / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 163-168.

2. *Спиридонов Г.В., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Шамсутдинов Р.С.* Алгоритм формирования маршрута буровой бригады / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 169-175.

3. *Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.* Разработка комплекса программ для анализа технического состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 21. С. 80-85.

4. *Мокшин В.В.* Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А.* Обучение имитационному моделированию в пакете Simulink системы MatLAb / Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 5. С. 184-188.

RESEARCH OF SOLUTION OF OPTIMIZATION TASKS BY DIFFERENT METHODS

Vasiliev V.

vityavasilev97@gmail.com

Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Presents the results of the study, as well as part of the final qualifying work, in the form of the application of the swarm algorithm in optimization problems.

УДК 007.51

МЕТОДЫ, МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Габидуллина А.А.

akella729@gmail.com

Научный руководитель: Л.М. Шарнин, д-р техн. наук, профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Статья посвящена вопросам исследования существующих методов, моделей, алгоритмов построения информационных систем (ИС). Проводится сравнительный анализ существующих систем с выявлением достоинств и недостатков.

Роль газовой промышленности велика и очевидна. В настоящее время используются бумажные технологии учета и контроля, распределения, поиска, что требует временных людских ресурсов, поэтому разработка универсальной информационной системы учета и контроля объектов газовой отрасли является актуальной задачей. Целью разработки является повышение эффективности работы систем газоснабжения на основе совершенствования их организационной структуры и методов управления.

В рамках моей работы речь пойдет об интерактивной схеме объектов транспорта и распределения газа. Интерактивная схема объектов транспорта и распределения газа обеспечит возможность выполнения следующих функций:

1) автоматической аккумуляции сведений по распределительным сетям газового хозяйства высокого, среднего и низкого давления, паспортным данным сетей и потребителям газа;

2) создания прогнозной модели потребления газа в газораспределительной сети;

3) определения технической возможности газоснабжения потенциальных потребителей за счет автоматизации этапов рассмотрения и согласования заявок на подключение

(технологическое присоединение) объектов к газораспределительной сети:

- определения расстояния от границы земельных участков потребителей до газораспределительной сети;
- определения оптимальной точки подключения потребителя к газораспределительной сети с учетом существующих потребителей и пропускной способности магистральных газопроводов, газопроводов-отводов и ГРС;

4) визуализации сведений о мощностях сети газопроводов на территории районов республики Татарстан, в режиме реального времени.

При рассмотрении методологии построения информационных систем было принято решение о сборе необходимой информации по потребителям, использования метода «снизу-вверх», а также принципа “дуализма” и многокомпонентности. SADT методология. При проектировании ИС необходимо определиться со стратегией создания. Предлагаю использовать Спиральную стратегия (эволюционная или итерационная модель, автор Барри Боэм, 1988 г.) подразумевает разработку в виде последовательности версий, но в начале определены не все требования. Требования уточняются в результате разработки.

На рисунке 1 представлены компоненты информационной системы объектов транспорта и распределения газа (ИС ОТР). ИС ОТР состоит из следующих компонентов:

1) Веб-портал - обеспечивает взаимодействие с пользователями, подающих заявку на создание ТУ;

2) Подсистема управления заявками и документооборотом - центральная подсистема, отвечающая за регистрацию заявки и за обеспечение работы заданного бизнес-процесса выполнения заявки;

3) Хранилище - компонент, отвечающий за хранение различного рода информации: геоданные, метаданные, документы, заявки.

4) Подсистема проверки охранных зон - подсистема, отвечающая за проверка пересечения земельного участка, взятыми из Роскадастра, с охранными зонами, заданные в параметрах системы;

5) Подсистема расчета вариантов подключения и управления резервами газа - подсистема, отвечающая за проверку технической возможности подключения, предоставляющая возможность выбрать один из имеющихся вариантов подключения, а также обеспечивающая своевременное обновление резервов газа;

6) Подсистема создания ТУ - подсистема, отвечающая за формирование документа ТУ согласно выбранным инженером параметрам.

Внедрение значительно сократит временные и административные затраты на управление ИС, повысит безопасность и достоверность данных. Также значительно сократит непроизводительные затраты пользователей, связанные с необходимостью использования большого числа ИС. Обеспечит принятие рациональных решений о направлении развития газораспределительной сети.

Предоставит возможность автоматизированной подачи заявки на получение ТУ через веб-портал заявок, а также автоматизированную проверку возможности газоснабжения новых потребителей.

Разработка информационной интерактивной схемы объектов транспорта и распределения газа как метод уменьшение искажения информации является приоритетным направлением в газовой промышленности.

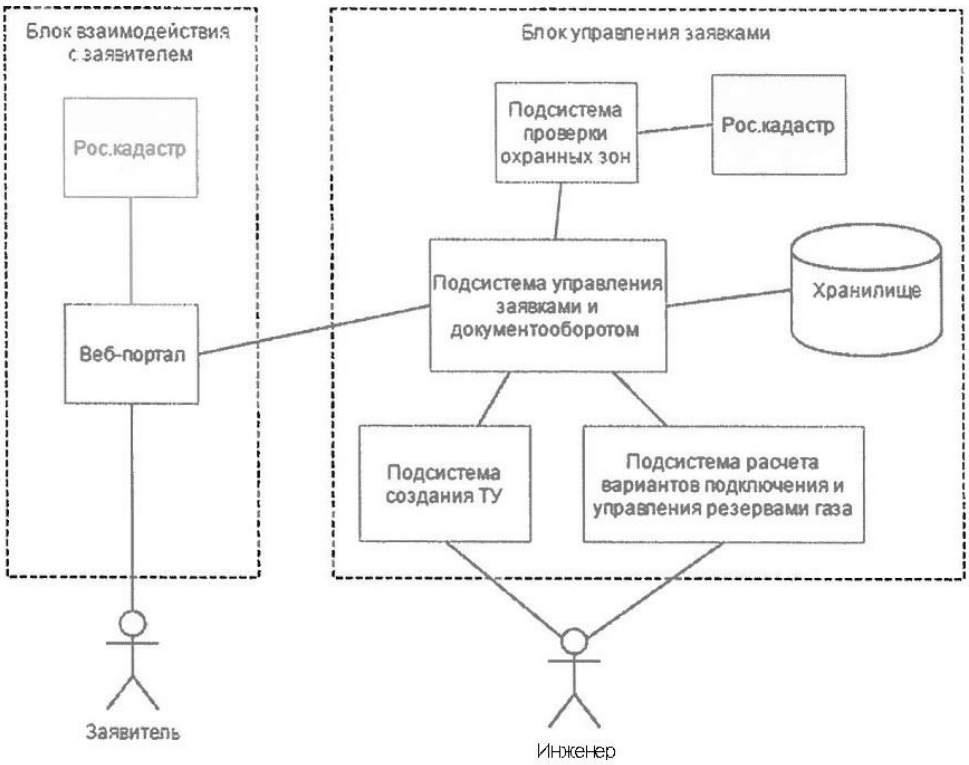


Рис. 1. Компоненты ИС ОТР

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Горбенко А.О.* Информационные системы в экономике. 2013, С. 81–82

2. *Гвоздева, В.А.* Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: Учебник. М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013, С. 544

3. *Емельянов, С.В.* Информационные технологии и вычислительные системы: Вычислительные системы. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики. М.: Ленанд, 2015, С. 96

4. *Мезенцев, К.Н.* Автоматизированные информационные системы: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. М.: ИЦ Академия, 2013, С. 176

5. *Тельнова Ю.Ф.* Информационные системы и технологии: Научное издание. М.: ЮНИТИ, 2019. С. 303

6. *Фуфаев Д.Э.* Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем. Учебное пособие. 2018, С. 304

7. *Флегонтов А.В., Матюшичев И.Ю.* Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language. Учебное пособие. Лань, 2019 г., С. 112.

METHODS, MODELS, ALGORITHMS FOR BUILDING INFORMATION SYSTEM OF ACCOUNTING AND CONTROL GAS INDUSTRY FACILITIES

Gabidullina A.

akella729@gmail.com

Supervisor: L. Sharnin, Candidate of Engineering Sciences, Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article is devoted to the study of existing methods, models, algorithms for information systems (IS) construction. A comparative analysis of existing systems is underway with the identification of strengths and weaknesses.

УДК 007.3

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ

Гавриков А.С.
fenixstar@mail.ru
Научный руководитель: С.Н. Медведева, канд. пед. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Представлены результаты разработки автоматизированной системы, а также части выпускной квалификационной работы, в виде применения метода экспоненциального сглаживания для возможности прогнозирования дефектов газоперекачивающих агрегатов.

Актуальность разработки автоматизированной системы учета дефектов при производстве газоперекачивающих агрегатов состоит в том, что в настоящее время отсутствует система в которой есть возможность вести отчетность о дефектах, так же потом преобразовывать эти данные в отчетность и также на основе этих же данных представлять прогнозируемое количество дефектов. Поэтому реализация данного программного комплекса была продиктована требованием повышения эффективности производственного технологического процесса по обслуживанию газоперекачивающих агрегатов.

Основная цель разработки – автоматизировать работу аналитика «Отдела сервиса и обслуживания», тем самым улучшить планирование челокочасов, условные ресурсные единицы, а также условные денежные единицы, на будущий временной промежуток.

Таким образом, разрабатываемая автоматизированная система относится к классу автоматизированных систем поддержки принятия решений, в которой реализована возможность прогнозирования, но только для одного временного периода вперед.

В нашем случае в начале имеется выборка данных из базы данных, за какой-либо временной промежуток. Желательно чтобы это были даты начала необходимого месяца и конца. Далее происходит суммирование дефектов и записывается за временной промежуток, который выбирает аналитик. Т.е. из выборки данных, мы делаем временной ряд $(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$, где x_1 – это сумма всех дефектов за 1 месяц или год, а x_n - это сумма всех дефектов за n-й месяц или год из выборки базы данных. Далее, когда мы имеем временной ряд мы можем применить метод экспоненциального сглаживания вида:

$$y_{t+1}^* = \alpha y_t + (1-\alpha) y_t^*,$$

где y_t - текущее наблюдаемое значение; y_t^* - прогнозное значение текущего значения, как экспоненциально взвешенная средняя за период, предшествующий времени t; y_{t+1}^* - прогнозное значение в момент времени $t+1$; α - параметр сглаживания ($0 \le \alpha \le 1$).

При прогнозировании данным методом необходимо выбрать значение параметра сглаживания α и начального значения y_0^*.

Выберем y_0^* как первое значение ряда.

Т.к. точного метода для выбора оптимальной величины параметра сглаживания α нет, то мы будем выбирать и ($0 \le \alpha \le 1$) с шагом равному 0,1.

После выбора начальных параметров рассчитываем среднюю относительную ошибку прогнозирования для каждой α.

Оценить среднюю относительную ошибку прогнозирования можно по формуле:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \frac{\left| y_t - y_t^* \right|}{y_t}.$$

После расчета всех относительных ошибок с каждой α, выбираем для расчета в методе такую α у которой ошибка самая наименьшая.

После выбора α строим график прогнозирования и отображаем его вместе с временным рядом, для визуального анализа и удобства восприятия [1].

Рис. 1. Пример отчета для дальнейшего анализа

Исходя из данных отчета, можно прогнозировать количество дефектов на следующий промежуток времени, а также строить прогноз с целью предотвращения появления новых дефектов своевременным сервисным обслуживанием. В настоящее время информационная система, может реализовать работу по любой выборке данных. Также возможно прогнозирование, как на год, так и на месяц вперед. В зависимости от количества предсказанных дефектов предоставляется возможность рассчитать необходимые для устранения дефектов ресурсы, что влияет в свою очередь на планирование ресурсов в бухгалтерии, что существенно облегчает и ускоряет сам процесс обслуживания газоперекачивающих агрегатов. В настоящие время происходи опытная эксплуатация информационной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Zarko Gajic*. Learning Object Oriented Programming with Delphi // About.com 1998. Praha, p. 240-281

2. *Дмитрий Осипов.* Базы данных и Delphi. Теория и практика // ISBN: 978-5-9775-0659-5. С. 639–656.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEM OF ACCOUNTING FOR DEFECTS IN THE MANUFACTURE OF GAS-PUMPING UNITS

Gavrikov A.

fenixstar@mail.ru

Scientific supervisor: S. Medvedeva, Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The results of the development of an automated system designed to improve the efficiency of the process of production of gas pumping units for aviation industry are presented.

УДК 004.735

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ МОЗГА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ ОПЕРАТОРА

Гайнетдинов А.Ф.
aynurshine@gmail.com
Научный руководитель: Ф.И. Эминов, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе выполнен анализ распространенной существующей структуры программно-аппаратного комплекса стационарной системы регистрации электроэнцефалограммы мозга, обеспечивающая действия оператора, и предложена новая структура портативного комплекса.

Введение

Для регистрации и анализа ритмов мозга применяются электроэнцефалографы двух видов: стационарного типаи портативного типа [1]. Основными плюсами стационарных устройств являются универсальность, высокая точность, большое количество регистрирующих датчиков и цена. Большим плюсом портативных устройств являются возможность регистрации электроэнцефалограммы мозга (ЭЭГ) при физических нагрузках, в подвижном состоянии обследуемого, который не привязан к определенному месту и находится в радиусе действия беспроводного канала. При регистрации ЭЭГ в подвижном состоянии количество внешних факторов, влияющих на обследуемого, становится больше, чем у устройств стационарного типа [2, 3]. Существующие сегодня электроэнцефалографы портативного типа регистрируют ритмы мозга и записывают их на накопитель данных для последующей обработки на компьютере.

Существующие системы

На рис. 1 изображена упрощенная структура программно-аппаратного комплекса регистрации ЭЭГ, предназначенная для медицинского обследования пациентов. Комплекс используется для выявления нарушений работы головного мозга. Врач обладает возможностями оперировать с привлечением сигналов ЭЭГ, поступающие сигналы фильтуются с помощью настраиваемых избирательных фильтров для выделения требуемых ритмов, для обработки данных персональный компьютер (ПК) использует специальное программное обеспечение.

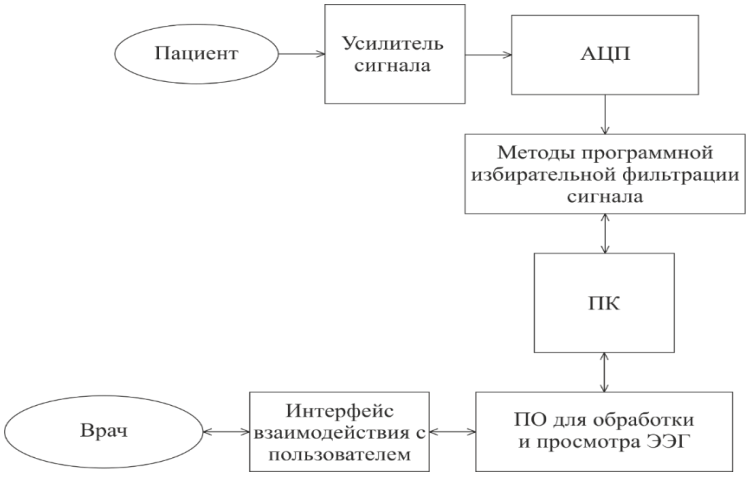


Рис. 1. Распространенная программно-аппаратная структура системы регистрации

Предложенная структура программно-аппаратного портативного комплекса

В комплекс может входить несколько носимых устройство (НУ) и одна стационарная часть. Структура программно-аппаратная комплекса описана на рис. 2. Состав НУ

представлен на рис. 3. НУ отвечает за синтез управляющего сигнала для внешнего управляемого устройства на основе сигналов ЭЭГ носителя устройства (оператора) и передачи зашифрованных данных об операции на стационарное устройство. Стационарная часть представляет собой совокупность устройств приема, дешифровки и хранения данных (модуль Ардуино, персональный компьютер) и программные элементы системы (разделитель данных, система управления базой данных (СУБД), база данных (БД), интерфейсы взаимодействия с пользователем). Администратор БД взаимодействует с СУБД через его интерфейсы, а носитель устройства (оператор) с НУ. Несколько НУ, обрабатывающих сигналы и имеющих собственные функции и задачи, могут входить в состав информационной системы и обеспечивать ее функционирование, поэтому она может представлять собой распределенную систему обработки данных [4].

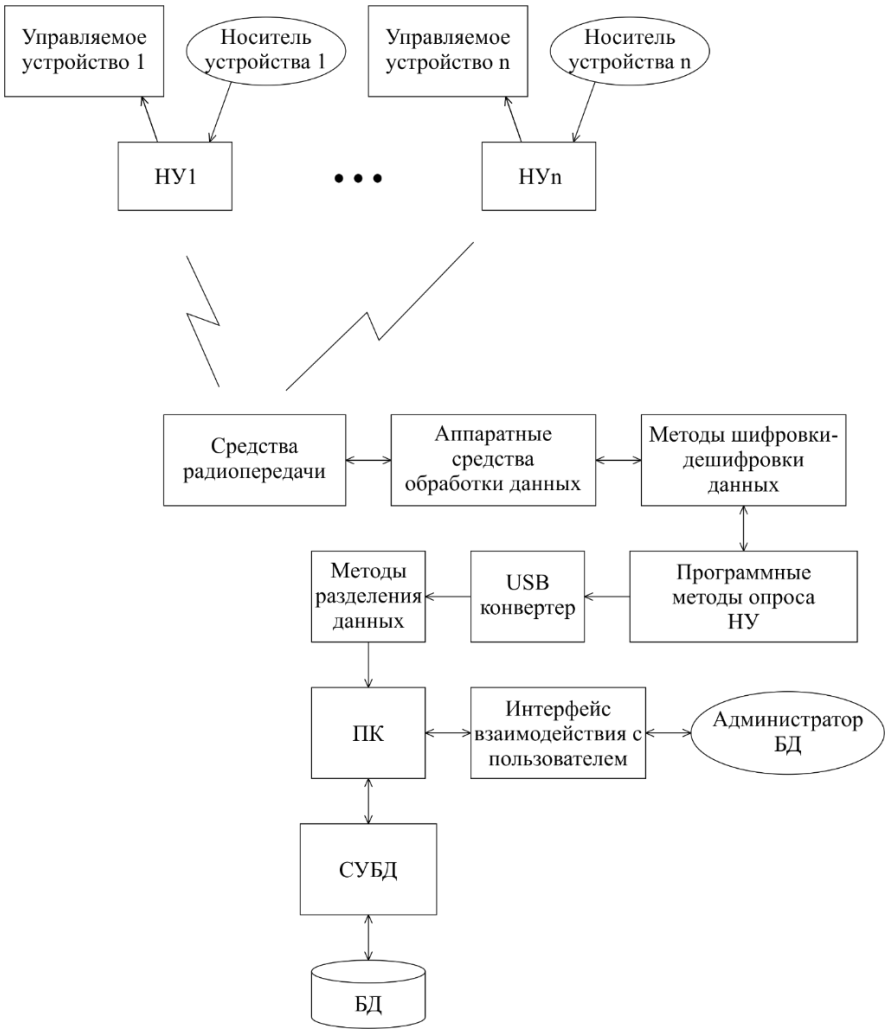


Рис. 2. Структура разрабатанного программно-аппаратного комплекса

Рис. 3. Программно-аппаратная структура НУ

Созданная система базируется на одном из основных свойствах информационных систем [5] – работа с системой должна быть доступна для операторов не являющимся специалистами в сфере информационных технологий. Комплекс функционирует, используя беспроводные соединения [6], при этом должны быть обеспечены безопасные условия функционирования [7].

Заключение

Проведя анализ вариантов, можно прийти к выводу, что лучше проектировать программно-аппаратную структуру опираясь на требуемые задачи. Если необходимо получить более детальные управляющие сигналы, то необходимо использовать стационарный вариант с дополнительным программным комплексом получения управляющих сигналов, а если их необходимо получать во время перемещений оператора или во время нагрузок – лучше использовать портативный вариант. Предложенная структура позволит работать нескольким операторам в одной системе и скрыть данные об их действиях от несанкционированного доступа при беспроводной передаче.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фомин И.С.* Информационная система анализа биологических потенциалов мозга при нагрузках. 2015. [Электронный ресурс]. URL: http://technology.snauka.ru/2015/07/7723.

2. *Мещеряков. Б. Г.* Большой психологический словарь. – СПб: 2003. – 92 с.

3. *Сапин М.Р., Сивоглазов В.И.* Анатомия и физиология человека. – Москва: 2002. – 448 с.

4. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Сетевые технологии: учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019. – 192 с.

5. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Корпоративные информационные системы: учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019. – 144 с.

6. *Эминов Ф.И.* Параметры для развертывания беспроводных сетей в составе системы управления предприятия // Сборник: Аналитическая механика, устойчивость и управление Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н.Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т.К. Сиразетдинова. – Казань: Казанский технический ун-т им. А. Н. Туполева, 2017. – С. 277-285.

7. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Разработка и эксплуатация программных систем защиты коммерческой тайны // Сборник: Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: Интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры. Материалы V Международной научно-практической конференции. – Казань: Центр инновационных технологий, 2018. Ч II. – С. 303-309.

DESIGNING THE STRUCTURE OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF THE REGISTRATION SYSTEM OF THE BRAIN ELECTROENCEPHEGROGRAM TO ENSURE THE OPERATOR'S ACTIONS

Gaynetdinov A.
aynurshine@gmail.com
Supervisor: F. Eminov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, an analysis of the prevailing existing structure of a hardware-software complex of a stationary brain electroencephalogram recording system is carried out and a new structure of a portable complex is proposed.

УДК 651:930(07)

ВЕДЕНИЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА «EMC DOCUMENTION»

Гайфуллина Г.Х., Зинатуллина Ч.Н.
T.burganova@yandex.ru
Научный руководитель: Т.А. Бурганова, канд. соц. наук
(Казанский государственный энергетический университет, г. Казань)

В данной работе описывается система электронного документооборота EMC DOCUMENTION. Подробно рассматриваются модули и функции данной системы .

Компания Documentum это мировой лидер рынка ECM (Enterprise Content management) систем Documentum - полноценная платформа для управления неструктурированной информацией на предприятии.

Documentum предоставляет возможность управлять документооборотом предприятия на протяжении жизненного цикла документа, проводить комплексную автоматизацию бизнес-процессов. Это обеспечивает процесс - ориентированную связь разных информационных систем предприятия между собой [1].

Благодаря широкому функционалу и надежности решение на базе платформы Documentum используют более 1400 ведущих мировых компаний: Delta Airlines, United Airlines, Yahoo, Bayer AG.

Documentum начала активную деятельность в России недавно, несколько лет назад были реализованы первые проекты на базе этой платформы. Сегодня более 70 организаций разного профиля от банков до холдинговых структур и государственных структур используют продукты Documentum.

Система основана на основе реляционной базы данных, эффективных транзакционной обработки данных, индексирования и хранения. В качестве сервера используется Oracle Database или Microsoft SQL Server.

На сервере приложения Documentum Content Server находится бизнес-логика приложений. Сервер обеспечивает реализацию модели обработки документов, оптимальное распределение нагрузки на вычислительные ресурсы, безопасность работы клиентов с хранилищем данных.

Предотвращение доступа посторонних к системе осуществляется программными методами, которые включают в себя обязательный ввод индивидуального имени (login) и

пароля при регистрации пользователей в системе. Кроме того, для повышения безопасности системы предусмотрено завершение сеанса работы при условии бездействия пользователя в течение определенного промежутка времени (60 минут).

Доступ к папкам, документам и другим элементам определяется набором разрешений, присвоенных данным элементам. Каждый элемент в хранилище имеет свой набор разрешений, определяющий пользователей, имеющих доступ элементу и регламентирующий их действия.

Documentum — это полнофункциональная ECM платформа, предназначенная для управления неструктурированной информацией предприятия (различные типы документов, цифровые медиаданные, содержание Интернет-сайтов). Платформа Documentum позволяет не только управлять документами предприятия на всех этапах жизненного цикла, но и решать задачи комплексной автоматизации различных бизнес- процессов, обеспечивая процесс-ориентированную связь различных информационных

систем между собой.

Назначение системы:

- Управление документами и бизнес-процессами их обработки;
- Управление содержанием веб-сайтов и корпоративных порталов;
- Управление цифровыми медиаданными;
- Взаимодействие со средствами сканирования/распознавания;
- Управление проектами и коллективной работой.

Модули функции и действия

1. ОРД - это модуль, обеспечивающий организационно-распределительными документами.

Возможности:

- Входящая корреспонденция;
- Исходящая корреспонденция;
- Внутренняя документация (записки служебные и докладные записки,

материалы совещаний и заседаний);

- Организационно-распорядительная

документация

распоряжения, протоколы);

- Поручения и другие документы;

2. Договоры - это комплексное автоматизированное документационное

обеспечение договорной работы и закупочной деятельности компании.

Возможности:

- Договоры поставки/оказания услуг;
- Договоры подряда/аренды;
- Другие доходные и расходные договоры, согласно ГК РФ;
- Гарантийные письма;
- Доверенности;
- Претензии и исковые заявления;

3.Финансовый архив - это модуль, позволяющий автоматизировать обработку и хранение первичных финансово-хозяйственных документов.

Система «EMC DOCUMENTUM» позволяет осуществлять полный контроль и использования документов. Использование данной системы позволяет решить задачи по автоматизации документооборота разного масштаба поддерживающий бумажный или смешанный документооборот, это позволяет плавно перейти к электронному документообороту.

Использование такой системы электронного документооборота позволяет улучшить инновационный потенциал. Инновационный потенциал любого социального объекта – это система элементов, непосредственно определяющих инновационную активность этого

объекта и детерминирующих возможности получения представителями этого объекта социально значимых результатов в основных сферах бытия – трудовой, социальнополитической и духовной [3].

Проведя анализ при использовании системы «EMC DOCUMENTUM», можно сделать вывод, что данная система позволяет значительно облегчить работу по регистрации документов, отслеживание хода исполнения резолюций, поиск регистрационной карточки по любым реквизитам, благодаря этому повышается эффективность в работе, так как автоматизируется все рутинные процедуры в документообороте организации. Внедрение информационных технологий позволяет полностью автоматизировать цикл работы с документами – от проекта до списания в дело. Данная система имеет ряд эффективных возможностей:

- поддержка всех основных функций в области документооборота: регистрация, контроль исполнения, маршрутизация, различные отчеты, полноценный поиск, списание в дело;
- Web доступность ко всем функциям и данным;
- одновременная возможность работы от одного пользователя до сотен тысяч пользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

3. Tops consalting: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: http://tops.ru/about/ (дата обращения).

4. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Захарова З.Х.* Имитационное моделирование бизнес-процессов в системе Buisnes studio//Вестник технологического университета. 2016. №11. С. 173-177.

5. *Бурганова Т.А.* Структура, содержание и функции инновационно-творческого потенциала научного сообщества// Казанский педагогический журнал. 2017. № 3. С.1-4.

MANAGEMENT OF PRODUCTION WITH THE USE OF ELECTRONIC DOCUMENT CIRCULATION SYSTEM «EMC DOCUMENTION»

Gaifullina G., Zinatullina Ch.

T.burganova@yandex.ru

Supervisor: T. Burganova, Candidate of Sociological Sciences

(Kazan State Energy University, Kazan)

This paper describes the EMC DOCUMENTION electronic document management system. Details are considered modules and functions of this system.

УДК 004.312

ПРОЦЕСС ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ

Гаптуллазянова Г.И.

kiki-love@mail.ru

Научный руководитель: И.А. Барков, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье рассматривается процесс преобразования тепловой энергии в электрическую с помощью термоэлектрического модуля на основе элемента Пельтье и проведены эксперименты в лабораторных условиях.

Эффект Пельтье и термоэлектрический модуль.

В основе работы термоэлектрического охлаждающего модуля лежит эффект, открытый французским часовщиком Жаном Пельтье, который в 1834 г. обнаружил, что при протекании постоянного электрического тока в цепи, состоящей из разнородных проводников, в местах контактов (спаях) проводников поглощается или выделяется, в зависимости от направления тока, тепло. При этом количество этой теплоты пропорционально току, проходящему через контакт проводников (рис.1). Наиболее сильно эффект Пельтье проявляется на контактах полупроводников с различным типом проводимости (p- или n-). Объяснение эффекта Пельтье заключается во взаимодействии электронов проводимости, замедлившихся или ускорившихся в контактном потенциале p-n перехода, с тепловыми колебаниями атомов в массиве полупроводника. В результате, в зависимости от направления движения электронов происходит нагрев (Th) или охлаждение (Tc) участка полупроводника, непосредственно примыкающего к спаю.

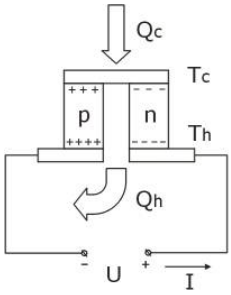


Рис. 1. Схема действия эффекта Пельтье

Эффект Пельтье лежит в основе работы термоэлектрического модуля (ТЭМ) [1]. Единичным элементом ТЭМ является термопара, состоящая из одного проводника (ветки) p-типа и одного проводника n-типа. При последовательном соединении нескольких таких термопар теплота (Qc), поглощаемая на контакте типа n-p, выделяется на контакте типа p-n (Qh). Термоэлектрический модуль представляет собой совокупность таких термопар, обычно соединенных между собой последовательно по току и параллельно по потоку тепла. Термопары помещаются между двух керамических пластин (рис.2). Ветки напаиваются на медные проводящие площадки (шинки), которые крепятся к специальной теплопроводящей керамике, например, из оксида алюминия [2]. Количество термопар может варьироваться в широких пределах - от нескольких единиц до нескольких сотен, что позволяет создавать ТЭМ с холодильной мощностью от десятых долей ватта до сотен ватт. Наибольшей термоэлектрической эффективностью среди промышленно используемых для изготовления ТЭМ материалов обладает теллурид висмута, в который для получения необходимого типа и параметров проводимости добавляют специальные присадки, например, селен и сурьму. Традиционно сторона, к которой крепятся провода, горячая и она изображается снизу.

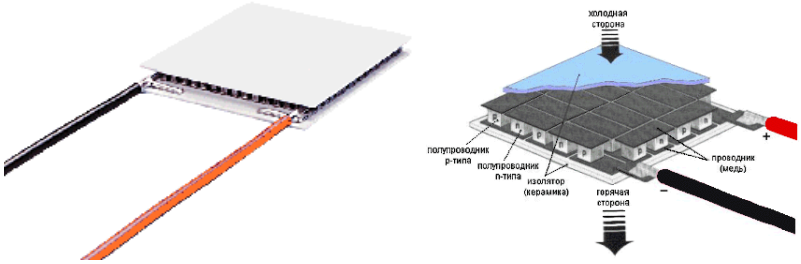


Рис. 2. Внешний вид и конструкция модули Пельтье

При прохождении через ТЭМ постоянного электрического тока возникает разность температур (dT=Th-Tc) между его сторонами: одна пластина (холодная) охлаждается, а другая (горячая) нагревается. По сути элемент Пельтье является своеобразным тепловым насосом. При использовании модуля Пельтье необходимо обеспечить эффективный отвод

тепла с его горячей стороны, например, с помощью воздушного радиатора или водяного теплообменника. Здесь надо учесть, что необходимо отводить не только "перекачиваемую" теплоту, но и добавляемую (примерно 50%) самим модулем. Если поддерживать температуру горячей стороны модуля на уровне температуры окружающей среды, то на холодной стороне можно получить температуру, которая будет на десятки градусов ниже. В высококачественных серийных ТЭМ известных производителей, например, ИПФ КРИОТЕРМ (г.Санкт-Петербург), разность температур может достигать 74ºС на одном каскаде. Модуль является обратимым, т.е. при смене полярности постоянного тока горячая и холодная пластины меняются местами. Можно использовать модуль в режиме термоциклирования: чередовать режим охлаждения с режимом нагрева с помощью переключателя. Как уже отмечалось, степень охлаждения пропорциональна величине тока, проходящего через ТЭМ, что позволяет при необходимости плавно регулировать температуру охлаждаемого объекта, причем с высокой точностью. Внешний вид различных типов однокаскадного ТЭМ представлен на рис.3.

Рис. 3. Виды модулей

Эксперимент с элементом Пельтье

Для проведения эксперимента использован элемент Пельте размером 40х40 мм, установленный между двумя алюминиевыми радиаторами. Предварительно их поверхности были притёрты и смазаны теплопроводящей пастой типа КПТ. В одном из радиаторов просверлены сквозные отверстия, через которые пропущена медная трубка, для водяного охлаждения (рис.4).

Рис. 4. Экспериментальная модель

Подключаем воду к охладителю и источник постоянного тока к элементу Пельтье, проверяем работу элемента. Через десять минут температура холодного радиатора опустилась до -10 градусов при температуре воздуха в лаборатории +22 градуса и продолжала снижаться дальше (рис.5).

Рис. 5. Проверка работы модуля в режиме охлаждения

Этот эксперимент показывает, что элемент Пельтье исправен и модуль работает в режиме охлаждения. Затем отключаем блок питания и вместо него подключаем 6-ти вольтовою лампочку накаливания мощностью 10 Вт, устанавливаем наш термопреобразователь на конфорку электрической плиты для нагрева (рис.6).

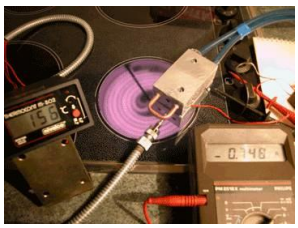


Рис. 6. Нагрев модуля

Производим нагрев до 120 град. Лампочка начинает светиться и горит достаточно ярко, напряжение на ней около 6 вольт. Опыт доказывает, что элемент Пельтье хорошо вырабатывает электричество. Дальнейший нагрев до 160 градусов дает прирост напряжения всего 10 %. Температура охлаждающей жидкости на выходе десять градусов, на входе на один градус меньше. Проверяем эффективность воздушного охлаждения для чего отключаем подачу воды и устанавливаем на охладитель большой радиатор (рис.7).

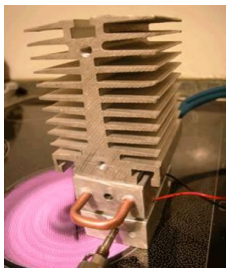


Рис. 7. Установка радиатора воздушного охлаждения

В результате напряжение на выходе термопреобразователя снизилось до 5.5 вольт, ток через лампу уменьшился до 1.6 А. За пятнадцать минут радиатор нагрелся до 45 градусов.

После рассмотрения процесса преобразования тепловой энергии в электрическую с помощью термоэлектрического модуля на основе элемента Пельтье, был разработан алгоритм управления питанием предпускового подогревателя автомобильного двигателя [3] путем переключения на автономный источник - термоэлектрического преобразователь на основе элемента Пельтье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Компенсация холодного спая в практике применения термоэлектрических преобразователей [Электронный ресурс]. Компэл ©2007. URL:https://www.compel.ru/lib/ne/2007/15/10-kompensatsiya-holodnogo-spaya-v-praktike-primeneniya-termoelektricheskih-preobrazovateley (дата обращения 15.03.2019).

2. *Дж. Фрайден*, Современные датчики. Справочник. Техносфера, Москва, 2005. 592 с.

3. *Г.И. Гаптуллазянова, И.А. Барков, В.М. Литвин, А.П. Кирпичников,* Разработка оптимальной конструкции индикатора пламени предпускового подогревателя. Т. 22. №3. Вестник Казан. технол. ун-та, 2019. С. 128-134.

THE PROCESS OF CONVERTING THERMAL ENERGY INTO ELECTRICAL ENERGY USING A THERMOELECTRIC MODULE BASED ON THE PELTIER ELEMENT

Gaptullazyanova G.

kiki-love@mail.ru

Supervisor: I. Barkov, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article discusses the process of converting thermal energy into electrical energy using a thermoelectric module based on the Peltier element and conducted experiments in laboratory conditions.

УДК 004.5

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГОЛОСОВОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ И ПРЕДИКТИВНОГО АНАЛИЗА

Гараев А. И.
saturn-s5@mail.ru
Научный руководитель: А.М. Сагдатуллин, канд. техн. наук
(Лениногорский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ», г. Лениногорск)

В работе предложена интеллектуальная голосовая система на основе распознавания речи и предиктивного анализа. Назначение научно-технической системы состоит в применении разрабатываемой системы в области здравоохранения и медицины и функционально позволит облегчить доступ пользователей к медицинским услугам.

Современные системы сбора и обработки информации, такие как голосовые системы интеллектуальные системы управления в промышленности, по большей части являются нелинейными и сложными для анализа объектами [1-4].Актуальность работы состоит в том, что современные технологии и интеллектуальные системы могут существенно облегчить работу и получение медицинских услуг.

В основу современных систем сбора и обработки информации положены такие принципы как:

- Универсальность;
- Системность;
- Интегрируемость;
- Удобство использования;
- Скорость обработки данных и запросов;
- Масштабируемость.

Поэтому, актуальным является проведение научно-исследовательской работы по данному направлению [1, 2, 3]. В данной работе предлагается разработать интеллектуальную голосовую систему на основе распознавания речи и предиктивного анализа [4, 5, 6, 7]. Система будет способна анализировать речевую информацию, выдавать рекомендации и помогать пользователю выбрать ту или иную медицинскую услугу. Функциональная модель работы системы, отображающая основные блоки системы, показана на рисунке 1.

Рис. 1. Функциональная модель работы системы

Система включает в себя несколько важных подсистем:

- Систему распознавания речи;
- Управляющую систему;
- Систему клинических данных.

Систему можно представить следующим образом (рис.2).

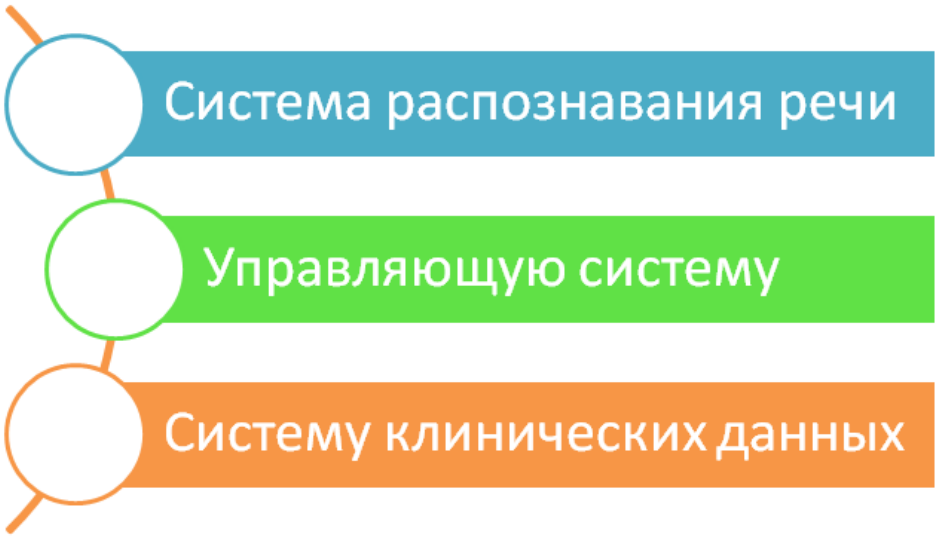


Рис. 2. Подсистемы и уровни их взаимодействия

Таким образом, разработана интеллектуальная голосовая система на основе распознавания речи и предиктивного анализа. Обоснована актуальность темы исследования, приведена функциональная модель работы системы, отображающая основные блоки системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Reynolds, Douglas; Rose, Richard*. "Robust text-independent speaker identification using Gaussian mixture speaker models". IEEE Transactions on Speech and Audio Processing. 1995. 3 (1): 72–83.

2. *Сагдатуллин А.М.* Идентификация процесса транспорта нефти первой ступени сепарации на основе дискретного преобразования Лапласа и разработки линейной авторегрессионной модели // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2018. № 4. С. 203–207.

3. *Robinson T.* (1992) A real-time recurrent error propagation network word recognition system Archived 3 September 2017 at the Wayback Machine, ICASSP.

4. *Сагдатуллин А.М.* Особенности функционирования и разработки информационной системы реального времени для управления технологическим процессом нефтеподготовки // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2018. № 4. С. 208–212.

5. *Markoff, John*. "Scientists See Promise in Deep-Learning Programs". New York Times. Archived from the original on 30 November 2012. Retrieved 20 January 2015.

6. *Sagdatullin A.M.* New principles and mechanisms development of scientific-educational systems in the conditions of integration of science, education, manufacturing and business / A.M. Sagdatullin – Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. - 116 p.

7. *Sagdatullin A.M.* Development of a practice-oriented and system-integrative approach to learning programming in high-level languages assisting to improve the quality of educational processes / A.M. Sagdatullin. - Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. - 256 p.

DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL VOICE SYSTEM BASED ON SPEECH RECOGNITION AND PREDICTIVE ANALYSIS

Garayev A.
saturn-s5@mail.ru
Supervisor: A. Sagdatullin, Candidate of Technical Sciences
(*Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Education Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - KAI, Leninogorsk branch, Leninogorsk*)

The paper proposes an intelligent voice system based on speech recognition and predictive analysis. The purpose of the scientific and technical system is to apply the system being developed in the field of health care and medicine and will functionally facilitate the access of users to medical services.

УДК 004.4’273

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА СКУЛЬПТУРИРОВАНИЯ В BLENDER ДЛЯ РАЗРАБОТКИ 3D ОБЪЕКТОВ ЭКСПОРТОМ ПО КОМПЬЮТЕРНЫМ ИГРАМ

Гараева Э.Р.
ange0112@yandex.ru
Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

В данной статье рассматриваются результаты исследования использования инструментальной среды Blender для моделирования 3D объектов методом скульптурирования. Основное внимание при этом уделялось изучению методов обработки и подготовки, полученной с помощью метода скульптурирования, модели к экспорту в 3D игру.

Зачастую перед начинающим моделлером встает вопрос, каким методом создать персонажа для компьютерной игры, ведь очень важно, чтобы модель не была перегружена полигонами и при этом хочется получить максимальную реалистичность. Благодаря текстурированию и освещению достаточной визуальной детализации можно добиться и на низкополигональных моделях [1]. Однако рассмотрим вариант, что моделлеру больше всего нравится скульптурирование даже для создания простых моделей. Тогда становится актуальным вопрос, а как потом обработать модель, чтобы ее безболезненно экспортировать в 3D игру. Таким образом целью исследования является изучение методов обработки и подготовки полученной модели к экспорту в 3D игру.

Задачами исследования являются:

1. изучение выходного продукта при скульптурировании;
2. изучение инструментов и возможностей среды моделирования Blender для подготовки модели к «безболезненному» экспорту в игровой движок Unity.

Описание метода скульптурирования

При данном виде моделирования нет необходимости определения примитивов из которых состоит объект, достаточно на сцене иметь куб или другой примитив из которого будем лепить наш объект. Приступая к работе, можно оставить маленький примитив, и в процессе скульптуирования постепенно наращивать его размер, или же увеличить размеры примитива до какого-то необходимого размера, например, под размер будущего объекта и постепенно его уменьшать в одних местах и наращивать в других.

В результате проведенного исследования пришли к выводу, что при данном методе моделирования работа ведется с полигональной сеткой, также, как и при моделировании примитивами, однако при скульптурировании используются треугольные полигоны [2], а воздействие на сетку происходит не стандартными функциями, а при помощи различных кистей. Для того, чтобы скульптурирование шло как надо, необходимо включать режим

динамической топологии, только при этом режиме, при использовании кистей будут создаваться новые полигоны, иначе кисти будут работать лишь с уже имеющимися полигонами. Отключение данного режима может быть целесообразным, когда модель будет иметь очень большое количество полигонов. Для того чтобы скульптурировать симметричные объекты, данный метод имеет функцию симметрии, где можно выбрать относительно какой оси необходимо учитывать симметрию. Симметрию можно выбрать как относительно одной оси, так и двух и всех трех. При выборе всех трех осей, программа будет сильно перегружаться и возможны возникновения задержек.

Для того чтобы изменить размеры объекта, стандартная функция scale не сработает, необходимо наращивать размер объекта с помощью кистей. Лучше всего для этих целей подойдет кисть Clay strips [3]. Она делает плоские выдавливания, поэтому, данная кисть удобна не только для наращивания размера, но и для создания относительно плоских частей.

Для того чтобы достаточно быстро удлинить объект отлично подойдет кисть Snake Hook. Она работает, перемещая часть полигонов, при этом создает при этом новые. С помощью данной кисти удобно создать болванку моделируемого объекта, и потом уже идеализировать каждую часть более детально.

Как говорилось ранее, все манипуляции производятся с помощью кистей, для перемещения полигонов также существует специальная кисть – Grab. Она захватывает область вершин и перемещает их в необходимом направлении.

При скульптурировании, кисти каждый раз воздействуют лишь на некоторую часть вершин. Поэтому получаемую модель необходимо постоянно вращать, для того чтобы не упустить какую-нибудь часть вершин. Радиус одновременно захватываемых точек конечно же можно менять, для этого меняется размер кисти. Кроме того, следует заметить, что при скульптурировании, если камера находиться близко к объекту, то число полигонов увеличивается, и они получаются более мелкими, если применять кисти на объект с дальнего расстояния, то полигоны будут укрупняться и сливаться.

Для вращения полигонов, также существует своя кисть. Также, как и другие, кисть имеет свою величину. Центром вращения является центр кисти. При этом повернуть весть объект целиком возможности нет.

Для того чтобы сгладить объект существует несколько способов. Первый из них это при использовании кистей предназначенных для создания новых полигонов, пользоваться ими удерживая кнопку Shift. Тогда будет происходить сглаживание полигонов. Кроме того, есть и специальные кисти, это Scrape/Peaks и Smooth. Первая делает более плоское выравнивание, а вторая направлена на сглаживание полигонов сохраняя исходную форму.

Когда модель создана, она является высокополигональной. Для экспорта в игровой движок она не подходит. И тут у нас появляется выбор различных модификаторов, которыми мы можем обработать полученную модель.

Экспорт в игровой движок Unity

В результате исследования были выделены следующие модификаторы, которыми мы можем подготовить модель к экспорту:

Первый вариант, использование модификатора Decimate. Данный модификатор предназначен для укрупнения мелких полигонов, степень укрупнения регулируется пунктом меню Ratio от нуля до единицы. Экспериментальным путем выявлено, что в промежутке значений 0,2 и 0,35 число полигонов сокращается до приемлемого числа, и при этом изначальная форма модели не искажается. Если при скульптурировании все полигоны были треугольные, то после укрупнения мы имеем как треугольные, так и четырех и более угольные полигоны.

Второй вариант – использование модификатора Remesh. Данный модификатор создает полигональную сетку вокруг объекта заменяя его. При использовании данного модификатора создаются преимущественно четырехугольные полигоны, но также присутствуют трех- и пятиугольные полигоны. Данный модификатор позволяет выбрать что

мы хотим получить: скругленную модель, модель в более угловатом виде или вообще кубическую конструкцию. Кроме того, можно задать степень детализации.

Важно, что эти два модификатора можно использовать вместе, регулируя число полигонов и степень схожести с моделью, созданной скульптурированием.

Заключение

В результате проведенного исследования был разработан алгоритм моделирования 3D объекта методом скульптурирования и его подготовки к экспорту в игровой движок Unity.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Леунов Д.В*. рефлексия опыта 3d-моделирования\\международный студенческий научный вестник 2018, № 1, URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32517666_30568826.pdf

2. Blender. Настольная книга [Электронный ресурс] – URL https://gecko0307.github.io/blender-handbook/ch1/editing

3. Blender 2.80. Руководство пользователя. Мануал. [Электронный ресурс] – URL https://docs.blender.org/manual/ru/dev/

METHODS AND ALGORITHMS FOR DEVELOPMENT OF 3D OBJECTS USING POLYGON MESHES

Garaeva E.

ange0112@yandex.ru

Supervisor: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This article discusses the results of a study of the use of the Blender tool environment for modeling 3D objects by sculpting. The main attention was paid to the study of methods of processing and preparation obtained by the method of sculpting, the model for export to a 3D game.

УДК 004.4’273

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ РАЗРАБОТКИ 3D ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИГОНАЛЬНОЙ СЕТКИ

Гараева Э.Р.

ange0112@yandex.ru

Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

В работе обобщены результаты сравнительного исследования создания 3D моделей с помощью примитивов, с помощью экструдирования вершин и экструдирования ребер.

Сегодня практически во всех сферах деятельности используется визуализация. Главная цель визуализации – это создание модели средствами 3D графики. Созданные 3D объекты используются в различных направлениях: реклама, игры, фильмы, имитационные эксперименты [1] и т.д., поэтому создание 3D объектов различной степени детализации является актуальным. Когда от моделей требуется только внешнее сходство, без уточнения внутреннего сходства, как правило, применяется полигональное моделирование [2]. Для создания таких моделей существует широкий выбор программного обеспечения как бесплатного, так и коммерческого. Для того чтобы сделать правильный выбор, необходимо четко определить цели и знать каким методом моделирования вы собираетесь пользоваться, ведь каждое программное обеспечение имеет свои особенности и свой особый функционал,

В данной работе обобщены результаты сравнительного исследования нюансов создания 3D модели тремя методами работы с полигональной сеткой.

При работе с полигональной сеткой можно выделить ряд базовых функций:
- экструзия,
- Inset,
- кольцевой разрез,
- нарезка,
- Bridge,
- закрытие дыры (соединение вершин/ребер полигоном),
- склеивание вершин,
- зачистка сетки (удаление вершин),
- создание фаски,
- Crease Weight (задание весов) [3].

В результате нашего исследования пришли к выводу, что данные базовые функции необходимы при всех методах моделирования с помощью полигональной сетки, однако в зависимости от метода некоторые из них имеют свои особенности.

Метод моделирования с помощью примитивов

Ниже представлены особенности рассмотренных в исследовании алгоритмов.

Метод моделирования примитивами подходит, когда моделлер имеет четкое представление о том, из каких составных частей состоит будущая модель. В программе Blender есть свои примитивы [4], и они предопределены как полигональные объекты и работы с ними ведутся соответственно стандартными функциями для работы с вершинами, ребрами и полигонами. Размеры примитив уже установлены по умолчанию. Для сравнения в 3Ds Max примитивы изначально не являются полигональными [5], это необходимо сделать, вручную конвертировав объект в Editable poly, а также примитивы не имеют установленного по умолчанию размера и его необходимо задавать при добавлении объекта на сцену. Так как примитивы — это замкнутые объекты, как правило, экструзия при данном методе моделирования не применяется.

При необходимости немного сплющить примитив по одной оси в Blender применяется функция scale. По умолчанию эта функция изменяет размеры объекта пропорционально по всем осям, а для выбора одной оси необходимо ввести наименование нужной оси. В 3Ds Max также используется функция scale, при этом у объекта появляются оси, по которым можно масштабировать объект, также есть возможность масштабирования сразу по двум осям, что не предусмотрено в Blender. Если применить функцию масштабирования по всем осям, то будет меняться размер всего объекта в обеих программах.

При необходимости изменения части примитива используется функция position, однако в Blender, используется она в режиме пропорционального редактирования с радиусом действия. Выбирается нижняя вершина сферы, и функцией перемещения изменяется местоположение точки на необходимую позицию, при этом точки расположенные в радиусе действия также меняю свое местоположение. В 3Ds Max также это проводится перемещением вершин, однако здесь для этого используется инструментарий Soft Selection. Он также как и в Blender позволяет выбрать радиус действия.

Так как работы ведутся непосредственно с вершинами, у нас есть возможность выделения части вершин. При этом при изменении их местоположения, расстояние между выделенными вершинами будет сохраняться, а все изменения будут происходить за счет невыделенных вершин, входящих в радиус действия. Это справедливо для обеих программ. Кроме этого для выделенных вершин можно применять функцию масштабирования, при этом будет еще работать режим пропорционального редактирования. Размер будет меняться не только для выделенных точек, но и для точек, входящих в радиус действия пропорционального редактирования.

Функция вращения предназначена для поворота объекта вокруг оси. Если воспользоваться им, выделив все точки объекта, то объект повернется вокруг выбранной оси. Также данную функцию можно применять только к некоторым вершинам. Точка вращения

при этом будет выбираться как середина выбранных точек. А менять свое местоположение будут не только выбранные вершины, но и вершины, входящие в радиус пропорционального редактирования, если тот включен.

Метод моделирования экструдированием вершин

Проведенное исследование показало, что функции, рассмотренные в предыдущем методе, применяются и в данном методе тоже, однако со своими особенностями.

При моделировании экструдированием вершин, как правило, не используется пропорциональное редактирование, и каждая вершина перемещается и вертится самостоятельно, изменяя форму отдельных полигонов и объекта в целом.

При выделении группы вершин, как и при моделировании примитивами, можно применять функции изменения размера и перемещения, причем как в режиме пропорционального редактирования, так и без него.

Стоит заметить, что при выделении двух вершин, соединенных ребром, и их экструдировании вытягиваться будет сразу целый полигон. Также при экструдировании 3 или более вершин, лежащих на одной прямой, в результате будут получаться полигоны, однако при экструдировании 3 и более точек, лежащих на разных прямых они будут вытягиваться как точки.

Для соединения двух отдельных вершин отрезком, 3 и более вершин полигоном, используется функция заполнения Make Edge/Face в Blender. В 3Ds Max существует несколько способов закрытия «дыр»: это в режиме border выделить нужную дыру и нажать cap, или воспользоваться модификатором cap holes, но тогда модель нужно будет снова переводить в полигональный режим. Но эти два варианта подойдут только для простых дыр. Для создания более сложных конструкций полигонов необходимо экструдировать ребра и закрывать дыры склеиванием вершин.

Метод моделирование экструдированием ребер

Проведенное исследование показало, что моделирование экструдированием ребер отличается от экструдирования вершин тем, что ребра вытягиваются сразу закрытыми полигонами. Если ребра имеют общую вершину, то и полигоны будут соединенными. Главным плюсом такого метода является то, что соединение ребер полигонами будет преимущественно четырехугольным. Остальные функции работают, как и в других методах.

Сравнительный анализ методов полигонального моделирования

В таблице представлены результаты сравнения трех методов моделирования 3D объектов.

Таблица

Результаты сравнительного анализа методов полигонального моделирования

	Моделирование примитивами		**Моделирование экструдированием вершин**		**Моделирование экструдированием ребер**	
	Blender	**3Ds Max**	**Blender**	**3Ds Max**	**Blender**	**3Ds Max**
Вид полигонов	Зависит от способа сбора верши в полигоны	Четырехугольные	Зависит от способа сбора вершин в полигоны	Зависит от способа сбора вершин в полигоны	Зависит от способа сбора ребер в полигоны	Зависит от способа сбора ребер в полигоны.
Необходимость определения из каких простых фигур состоит объект	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет

Изменение размера объекта/его частей	С помощью стандартной функции Scale, путем увеличения длины ребер	С помощью стандартной функции Scale, путем увеличения длины ребер	С помощью стандартной функции Scale, путем увеличения длины ребер	С помощью стандартной функции Scale, путем увеличения длины ребер	С помощью стандартной функции Scale, путем увеличения длины ребер	С помощью стандартной функции Scale, путем увеличения длины ребер
Изменение местоположения частей объекта	Перемещение выделенных вершин в пространстве	Перемещение выделенных вершин в пространстве	Перемещение выделенных вершин в пространстве	Перемещение выделенных вершин в пространстве	Перемещение выделенных вершин в пространстве	Перемещение выделенных вершин в пространстве
Создание симметричных объектов	С помощью модификатора	С помощью модификатора	С помощью модификатора	С помощью модификатора	С помощью модификатора	С помощью модификатора
Возможность работы с симметрично создаваемой частью	Только после завершения моделирования и применения модификатора	В процессе работы	Только после завершения моделирования и применения модификатора	В процессе работы	Только после завершения моделирования и применения модификатора	В процессе работы
Возможность повернуть части объекта	При помощи стандартных функций перемещения и вращения	При помощи стандартных функций перемещения и вращения	При помощи стандартных функций перемещения и вращения	При помощи стандартных функций перемещения и вращения	При помощи стандартных функций перемещения и вращения	При помощи стандартных функций перемещения и вращения
Получаемый объект	Состоит из отдельных частей, требует объединения	Состоит из отдельных частей, требует объединения	Цельный объект, без обособленных вершин и полигонов	Цельный объект, без обособленных вершин и полигонов	Цельный объект, без обособленных вершин и полигонов	Цельный объект, без обособленных вершин и полигонов
Сложность создания сферических поверхностей	С использованием примитива сферы	С использованием примитива сферы	Необходимо ручное выравнивание всех вершин	Необходимо ручное выравнивание всех вершин	Необходимо ручное выравнивание всех вершин	Необходимо ручное выравнивание всех вершин
Скорость работы	Быстрое изменение готовых полигонов	Быстрое изменение готовых полигонов	Требует тщательной проработки каждого полигона	Требует тщательной проработки каждого полигона	Требует тщательной проработки каждого полигона	Требует тщательной проработки каждого полигона
Способ сглаживания формы	Применение модификатора	Применение модификатора	Применение модификаторов/ изначальное более детальное моделирование	Применение модификаторов/ изначальное более детальное моделирование	Применение модификаторов/ изначальное более детальное моделирование	Применение модификаторов/ изначальное более детальное моделирование

Таким образом можно заключить, что все 3 метода имеют свои преимущества и недостатки, но лучше всего это комбинирование этих методов, применяя примитивы для более крупных и однородных частей моделируемого объекта и экструдируя вершины и ребра в зависимости от необходимой детализации объекта.

Заключение

В дальнейшем в исследовании планируется создать свой собственный метод разработки объектов для 3D игр, который будет благодаря комбинированию трех методов включать необходимые преимущества и исключать недостатки данных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Бикмуллина И.И., Барков И.А.* Математическое и информационное моделирование производственных процессов: Инновации, качество и сервис в технике и технологиях 2014, том 1, -93с.

2. *Леунов Д.В*. Рефлексия опыта 3d-моделирования\\международный студенческий научный вестник 2018, № 1, URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32517666_30568826.pdf

3. Blender 2.80. Руководство пользователя. Мануал. [Электронный ресурс] – URL https://docs.blender.org/manual/ru/dev/

4. Blender. Настольная книга [Электронный ресурс] – URL https://gecko0307.github.io/blender-handbook/ch1/editing

5. Autodesk knowledge network [Электронный ресурс] – URL https://knowledge.autodesk.com/ru/support/3ds-max?sort=score

METHODS AND ALGORITHMS FOR DEVELOPMENT OF 3D OBJECTS USING POLYGON MESHES

Garaeva E.

ange0112@yandex.ru

Supervisor: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The paper summarizes the results of a comparative study of creating 3D models using primitives, by extruding vertices and extruding edges.

УДК 004.588

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ РУССКО-АНГЛИЙСКОГО ПЕРЕВОДА

Гимадиев А.Р.

aiwar2517@mail.ru

Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается реализация системы русско-английского перевода для студентов КНИТУ-КАИ. Определенны основные цели и задачи, которые необходимо решить при разработке данной обучающей информационной системы, отмечены положительные моменты и преимущества, связанные с внедрением такой системы. Представлен интерфейс информационной системы.

Введение

«Информатизация образования является важнейшей составляющей глобального процесса, связанного с переходом к информационному обществу. Процесс информатизации образования идет давно, но с конца 90-х годов прошлого столетия он приобрел небывалый размах в связи с распространением Интернета [1].» В современном образовании все ещё преобладают традиционные методы обучения: групповые или лекционно-групповые. Они являются менее эффективными, чем методы индивидуально ориентированные. Так, например, при изучении новых слов преподаватель затрачивает много времени на представление материала студентам и контроль за качеством усвоения представленного материал.

Внедрение обучающей информационной системы русско-английского позволит улучшить качество усвоения новых слов студентами за счет применения автоматизированного контроля за обучающимися, формирования у них мотивации в обучении и повышения качества подачи материала.

Для достижения такого результата автоматизированная информационная система должна

решать следующие задачи:

1. анализ прогресса пользователя;
2. формирование рекомендаций по обучению;
3. использование игрового метода в обучении;
4. введение рейтинга пользователя;
5. создание дружественного интерфейса;
6. внедрение повторения пройденного.

Анализ существующих методов обучения

«Классические методы обучения подразделятся на: групповое и индивидуальное. При лекционно-групповом обучении информация от преподавателя передается группе учащихся в виде речевых сообщений и демонстрационного материала [2].» При таком обучении информация от обучающегося поступает к преподавателю реже, чем при индивидуальном обучении. В следствие этого преподаватель не может своевременно обнаружить недостатки в усвоении материала учащимся и оперативно устранить их.

«Наибольший эффект управления процессом обучения достигается при индивидуальном обучении, т.е. по схеме «один преподаватель-один учащийся». Изложив определенную дозу учебного материала, педагог имеет возможность оперативно проверить степень усвоения. Однако применение индивидуального обучения в широких масштабах ограничивается его дороговизной. [2]»

Достоинствами индивидуального и группового обучения обладает метод программированного обучения. Этот метод предполагает, что обучаемый берет на себя больше ответственности за процесс обучения. Программированное обучение проводится в соответствии со специальной обучающей программой (ОП), предусматривающей разделение материала на дозы (порции, кадры). В процессе обучения обеспечивается систематический обмен информацией между ОП и учащимся, состоящий, как правило, из трех этапов [2]:

1. Предъявление учащемуся учебного материала, содержащего некоторое задание;
7. **Ответ учащегося (выполнение задания);**
8. Информирование учащегося о правильности выполнения заданий и дальнейшие указания.

На идеях программируемого обучения основано компьютерное обучение. Основным преимуществом компьютера является возможность хранения и переработки больших объемов хранения и переработки больших объемов информации, поэтому ПК широко используется в процессе обучения языкам в качестве информационной системы. Наиболее перспективной формой компьютерного обучения является дистанционное обучение.

В современном обществе мобильные устройства получили широкое распространение и имеют достаточные мощности для организации обучения посредством них. «Мобильным обучением можно назвать форму обучения, где не существует никаких требований к нахождению ученика в заданном месте [3].»

На сегодняшний момент уже существует множество мобильных приложений по изучению английского языка и в частности обогащению словарного запаса. Такими приложениями являются, например, Duolingo, Lingualeo, Aword, British Council и другие. Благодаря удобству использования, большому набору различных заданий и форм преподнесения знаний они имеют успех у большого количества людей по всему миру.

Главным недостатком таких систем обучения является общий характер предлагаемого материала.

Сравнительный анализ вышеперечисленных методов обучения представлен в таблице 1.1.

Таблица 1

Сравнительный анализ методов обучения

Наименование показателя	Традиционный метод обучения	Компьютерное обучение	Дистанционное компьютерное обучение	Существующие мобильные приложения	Разрабатываемое мобильное приложение
Соответствие метода учебной программе	+	+	+	–	+
Индивидуальный метод	–	+	+	+	+
Отсутствие привязки к конкретному месту	–	–	+	+	+
Мобильность и возможность применения в любое время и место	–	–	–	+	+

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости разработки мобильного приложения для повышения качества усвоения учебного материала, которое в свою очередь будет обладать достоинствами вышеперечисленных систем и в то же время опираться на рабочую программу каждого направления обучения студентов.

Реализация автоматизированной информационной системы

Для реализации мобильного приложения будет использована интегрированная среда разработки Android Studio. В этой среде можно разрабатывать приложения для любых устройств на Android: смартфон, планшет, умные часы и т.д.

«Для хранения учебного материала и данных о пользователях в разработанной системе используются таблицы Google Sheets, которые являются составной частью Google Docs. Google Docs и другие подобные программы, основанные на технологии вики, облегчают совместное ведение проектов и могут служить общей рабочей платформой для группы людей. Они доступны через Интернет и таким образом могут использоваться независимо от местонахождения пользователя или устройства [4].»

Весь процесс обучения в мобильном приложении состоит из следующих этапов:

9. Авторизация либо регистрация пользователя в приложении
10. Выполнение заданий
11. Сохранение результатов выполнения заданий в виде прогресса пользователя в базе данных.

Снимок экрана авторизации приведен на рисунке 1.

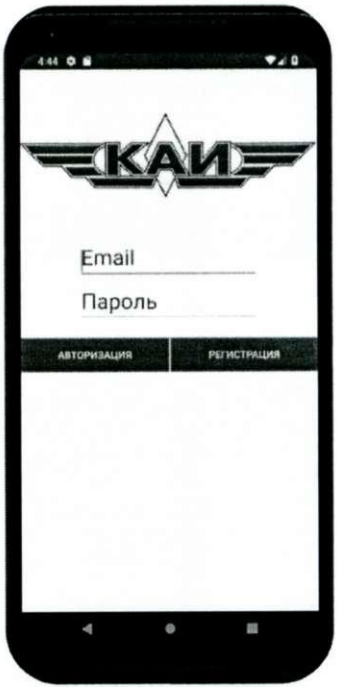


Рис. 1. Снимок экран авторизации

Прохождение модуля предполагает выполнение следующих действий:

1. Ознакомление с переводом представленных слов и выражений;
2. Ознакомление с примерами их использования;
3. Выполнение задания на нахождение соответствие слов (или выражений) с их переводами;
4. Выполнение задания на нахождение пропущенного в предложении слова или выражения;
5. Выполнение задания на исправление ошибки в написании слова.

Пример выполнения задания на нахождение пропущенного в предложении слова или выражения приведен на рисунке 2.

Рис. 2. Задание на нахождение пропущенного в предложении слова

После выполнения заданий пользователем результат выполнения отправляется в соответствующие таблицы базы данных. На рисунке 3 показана таблица отражающая общий результат обучения пользователей.

	A	B	C	D
1	ФИО	Общий прогресс	Количество ошибок	Показатель успеваемости
2	Testovyi Test	0	0	0
3	Novyi	19	8	18,57894737

Рис. 3. Задание на нахождение пропущенного в предложении слова

Заключение

В заключении необходимо отметить, что «Система русско-английского перевода» разрабатывается для выполнения поставленных целей и решения выдвинутых задач. С внедрением обучающей информационной системы возрастет эффективность учебного процесса, за счет оптимизации времени, выделяемого на обучение и автоматизации контроля за процессом обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Донецкая О. — Интернет-технологии в обучении иностранным языкам: учеб.-метод. Пособие / О. Донецкая, А. Зорге, Т. Иванова, Р. Квирин, В. Макаров, А. Хафенштайн.- Казань: Казан, гос. ун-т, 2009. -79 е..

2. Карлащук В.И. — Обучающие программы . - М. : СОЛОН-Р, 2001 . - 528 с. - ISBN 5-934550- 65-9.

3. Логинова А. В. — Использование технологии мобильного обучения в образовательном процессе- Молодой ученый. — 2015. — №8. — С. 974-976. — URL https://moluch.ru/archive/88/17087/

4. Логинова А.В. — Преимущества использования приложения Google Docs в обучении иностранному языку // Молодой ученый. — 2015. — №8. — С. 976-979. — URL https://moluch.ru/archive/88/17423/

REALIZATION OF THE RUSSIAN-ENGLISH TRANSLATION TRAINING SYSTEM

Gimadiev A.

aiwar2517@mail.ru

Scientific adviser: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper discusses the implementation of the Russian-English translation system for students of KNRTU-KAI. The main goals and tasks that need to be addressed when developing this training information system are defined, the positive moments and advantages associated with the implementation of such a system are noted. Presents an information system interface.

УДК: 681.518

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Губаев А.Р.

Almaz-ka4ek@mail.ru

Научный руководитель: Г.Л. Дегтярев, д-р техн. наук, профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В настоящее время АСУ ТП генерирующих объектов представляет собой масштабный программно-технический комплекс для решения задач сигнализации, мониторинга и управления оборудованием. Количество сигналов в таких системах зачастую превышает десятки тысяч. В то же время количество недостоверных сигналов, вышедших из строя датчиков так же растет, и составляет порядка несколько сотен.

Предлагается создать интеллектуальную систему, способную из перечня существующих неисправностей оборудования выявить наиболее критические, отсортировать сигналы в порядке важности и необходимости устранения. Таким образом, ставится задача сортировки перечня неисправностей для выявления критически значимых неисправностей, влияющих на работу оборудования.

Качество принимаемых сигналов

Рассмотрим массив данных, представляющих собой выборку недостоверных данных из общего количества контролируемых параметров. Определяющим свойством для попадания в перечень является наличие признака «BAD», который расшифровывается как «Плохое качество сигнала». Все сигналы, принимаемые в АСУ ТП верхнего уровня, в каждый момент времени помимо значения имеют параметр «качество», который определяет достоверность принимаемых данных. Условия формирования критерия для каждого типа данных различны, к примеру для аналоговых значений критерием отбора по качеству принимаемого сигнала является выход за диапазон измерений, либо отсутствие сигнала.

В массиве данных сигналы имеют уникальный идентифицирующий код – KKS. Кодировка KKS (KraftwerkKennzeichenSystem – в переводе с немецкого: система маркировки для электростанций) – стандарт, применяемый при проектировании оборудования и систем управления для энергетических предприятий, используемый на более чем 1300 энергоблоках по всему миру.[1]

Система классификации кодирования для электростанций имеет широкие возможности и учитывает особенности программируемых логических контроллеров (ПЛК). Помимо маркировки технологического оборудования, исполнительных механизмов (запорно-регулирующей, предохранительной, отсечной и т.п. арматуры), точек измерения, монтажных единиц, устройств автоматизации, зданий и сооружений система KKS позволяет маркировать алгоритмы и программы для ЭВМ различного вида и назначения (алгоритмы обработки технологических параметров, сигнализации, автоматического регулирования, технологических защит, логического управления: блокировок, АВР, пошаговых программ, — расчета технико-экономических показателей и диагностики состояния технологического оборудования), входные, выходные и промежуточные сигналы этих алгоритмов и программ, мнемосхемы всех уровней, отображаемые на АРМ, кабели и пр. Таким образом, в коде KKS содержится вся необходимая информация о сигнале для идентификации по участку технологической сети, видам рабочей среды, типу измерения, исполнительного механизма и т.п.

Задача определения критической неисправности в данном случае сводится к сортировке массива данных в таком порядке, чтобы сигналы, наиболее значимые для поддержания безопасности и работоспособности генерирующего оборудования находились в начале списка.

Создание базы правил для сортировки.

Для создания базы правил обратимся к описанию системы кодирования. Для учета различных задач, возникающих на разных стадиях проектирования, сооружения и эксплуатации, при кодировании основного и вспомогательного оборудования, установок, технологических систем, агрегатов и устройств в системе KKS предусмотрены три основных вида идентификаторов [2]:технологическая маркировка, маркировка монтажных единиц, маркировка зданий и сооружений (Таблица 1).

Технологическая маркировка - кодировка технологических систем и устройств с позиции их технологического назначения, охватывающая технологические системы, агрегаты, электротехнические устройства, алгоритмы, источники информации и исполнительные устройства, видеограммы.

Таблица 1

Общая структура видов идентификаторов

Номер уровня		0	1		2	3
Технологический код	=	Установка в целом	Код технологической системы		Код агрегата	Код функциональ-ного элемента
Код монтажной единицы	+	Установка в целом	Код конструктива	.	Код координаты конструктивного модуля	
Код здания, помещения	+	Установка в целом	Код здания, сооружения		Код помещения	

Тип идентификатора

Отличительный признак монтажной единицы

Согласно приведенной схеме, для формирования правил необходимо обозначить классификацию основных групп, и назначить каждой группе весовые коэффициенты (Таблица 2).

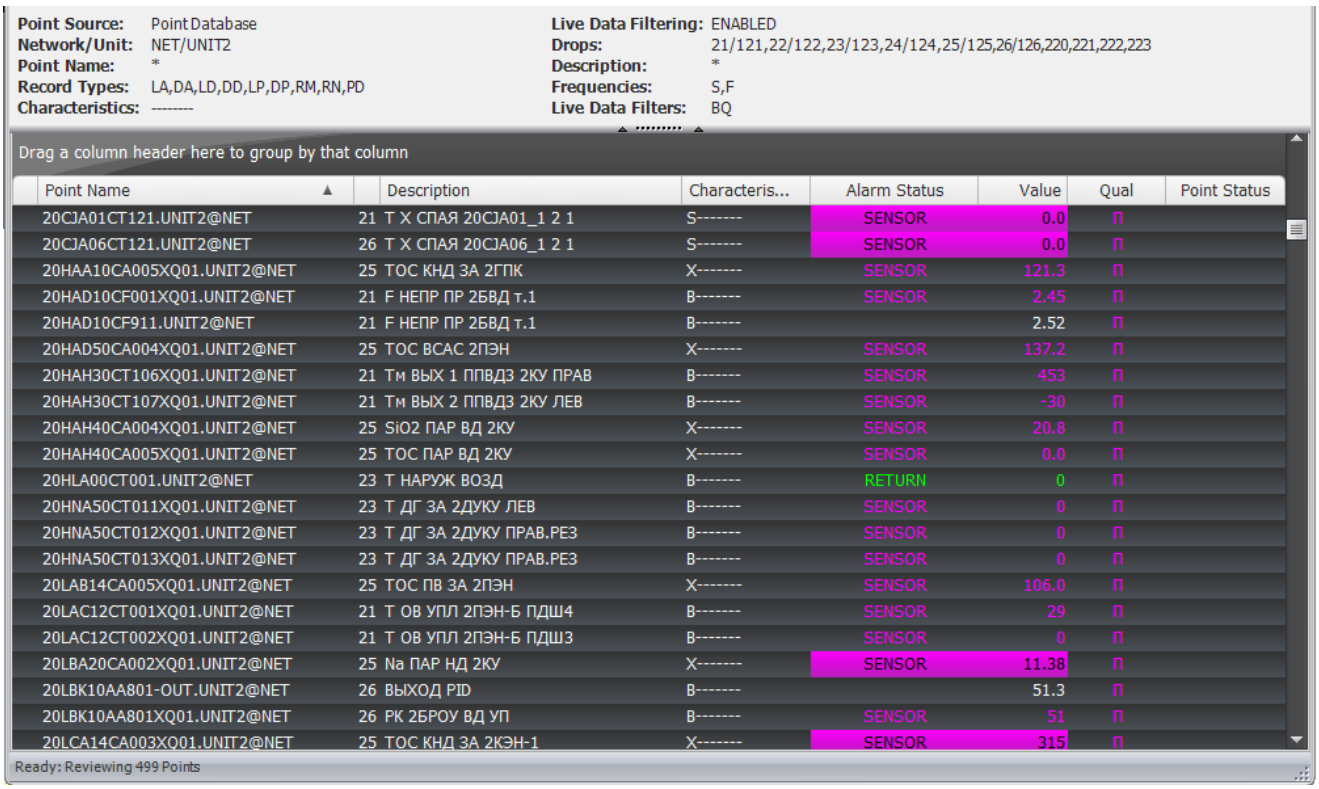
Таблица 2

Классификатор основных групп

Код	Наименование группы	Весовой коэффициент
A	Электрические сети и распределительные установки	60
B	Передача энергии и обеспечение собственных нужд	70
C	Технические средства АСУ	80
E	Топливное хозяйство	80
G	Водоснабжение и канализация	30
H	Традиционное производство тепла	95
L	Тракты пара, воды и газов	90
M	Главные машинные агрегаты	100
N	Производство технологической энергии	95
P	Системы охлаждающей воды	70
Q	Вспомогательные установки	50
S	Вспомогательные установки	40
U	Здания, сооружения, территории и помещения	30

Создание логики сортировки.

Сортировка массива будет производиться в два этапа. На первом шаге для сортировки массива необходимо записать критерии сортировки. Первым будет считаться тот элемент, который имеет наибольшую сумму весовых коэффициентов, *k*. Весовые коэффициенты присваиваются сигналам в ходе работы алгоритма автоматически. Требуется отсортировать данный массив за наименьшее количество итераций.Исходный массив представлен на рис.1.



Point Source: Point Database
Network/Unit: NET/UNIT2
Point Name: *
Record Types: LA,DA,LD,DD,LP,DP,RM,RN,PD
Characteristics: --------

Live Data Filtering: ENABLED
Drops: 21/121,22/122,23/123,24/124,25/125,26/126,220,221,222,223
Description: *
Frequencies: S,F
Live Data Filters: BQ

Drag a column header here to group by that column

Point Name	Description	Characteris...	Alarm Status	Value	Qual	Point Status
20CJA01CT121.UNIT2@NET	21 Т Х СПАЯ 20CJA01_1 2 1	S-------	SENSOR	0.0	П	
20CJA06CT121.UNIT2@NET	26 Т Х СПАЯ 20CJA06_1 2 1	S-------	SENSOR	0.0	П	
20HAA10CA005XQ01.UNIT2@NET	25 ТОС КНД ЗА 2ГПК	X-------	SENSOR	121.3	П	
20HAD10CF001XQ01.UNIT2@NET	21 F НЕПР ПР 2БВД т.1	B-------	SENSOR	2.45	П	
20HAD10CF911.UNIT2@NET	21 F НЕПР ПР 2БВД т.1	B-------		2.52	П	
20HAD50CA004XQ01.UNIT2@NET	25 ТОС ВСАС 2ПЭН	X-------	SENSOR	137.2	П	
20HAH30CT106XQ01.UNIT2@NET	21 Тм ВЫХ 1 ППВДЗ 2КУ ПРАВ	B-------	SENSOR	453	П	
20HAH30CT107XQ01.UNIT2@NET	21 Тм ВЫХ 2 ППВДЗ 2КУ ЛЕВ	B-------	SENSOR	-30	П	
20HAH40CA004XQ01.UNIT2@NET	25 SiO2 ПАР ВД 2КУ	X-------	SENSOR	20.8	П	
20HAH40CA005XQ01.UNIT2@NET	25 ТОС ПАР ВД 2КУ	X-------	SENSOR	0.0	П	
20HLA00CT001.UNIT2@NET	23 Т НАРУЖ ВОЗД	B-------	RETURN	0	П	
20HNA50CT011XQ01.UNIT2@NET	23 Т ДГ ЗА 2ДУКУ ЛЕВ	B-------	SENSOR	0	П	
20HNA50CT012XQ01.UNIT2@NET	23 Т ДГ ЗА 2ДУКУ ПРАВ.РЕЗ	B-------	SENSOR	0	П	
20HNA50CT013XQ01.UNIT2@NET	23 Т ДГ ЗА 2ДУКУ ПРАВ.РЕЗ	B-------	SENSOR	0	П	
20LAB14CA005XQ01.UNIT2@NET	25 ТОС ПВ ЗА 2ПЭН	X-------	SENSOR	106.0	П	
20LAC12CT001XQ01.UNIT2@NET	21 Т ОВ УПЛ 2ПЭН-Б ПДШ4	B-------	SENSOR	29	П	
20LAC12CT002XQ01.UNIT2@NET	21 Т ОВ УПЛ 2ПЭН-Б ПДШ3	B-------	SENSOR	0	П	
20LBA20CA002XQ01.UNIT2@NET	25 Na ПАР НД 2КУ	X-------	SENSOR	11.38	П	
20LBK10AA801-OUT.UNIT2@NET	26 ВЫХОД PID	B-------		51.3	П	
20LBK10AA801XQ01.UNIT2@NET	26 РК 2БРОУ ВД УП	B-------	SENSOR	51	П	
20LCA14CA003XQ01.UNIT2@NET	25 ТОС КНД ЗА 2КЭН-1	X-------	SENSOR	315	П	

Ready: Reviewing 499 Points

Рис. 1. Массив недостоверных параметров

Для решения данной задачи выберем для примера один из сигналов: 20HAH30CT107XQ01.UNIT2@NET, где

20 - номер энергоблока (k= 0)

HAH–система пароперегревателей котла-утилизатора (k= 0.9)

30 – тракт высокого давления (k = 0.9)

CT – измерение температуры (k = 0.9)

107 – порядковый номер датчика (k = 0)

XQ01 – аналоговый вход от датчика(k = 0)

UNIT2@NET – обозначение раздела в ПТК (k = 0)

Итоговый весовой коэффициент принимается равным сумме весовых коэффициентов всех уровней, таким образом,k = 2,7. Как видно из примера, не все элементы кода KKS имеют значение при определении важности параметра, основными критериями отбора являются: функции технологического узла и тип измеряемой величины. Таким же образом происходит присвоение весовых коэффициентов остальным сигналам в ходе сортировки.

На втором этапе происходит сортировка массива по критерию весовых коэффициентов. Для этого воспользуемся методом Шелла – модифицированным алгоритмом сортировки простыми вставками [3]. В этом случае сигналы отсортируются в порядке уменьшения значения весового коэффициента, а значит критически важные для работоспособности энергоустановки сигналы окажутся в начале списка.

Реализация логики в виде программы для ЭВМ

Алгоритм присвоения весовых коэффициентов и сортировки реализован в среде Borland Delphi. После запуска приложения на начальном экране пользователю предлагается загрузить в программу исходные данные: массив недостоверных сигналов. После загрузки массива становится возможным отсортировать его по заданному методу. На начальном этапе по команде пользователя «Пуск» на основе анализа KKS-кода сигналов происходит присвоение весовых коэффициентов. Далее по кнопке «Старт» программа сортирует загруженный массив данных. После окончания сортировки выводится сообщение об успешном выполнении команды. При нажатии на кнопку «Экспорт» в корневой папке

создается отсортированный массив в виде excel-файла. Ниже представлен кадр программы сортировки, написанный в среде разработки Delphi(Рис. 2)

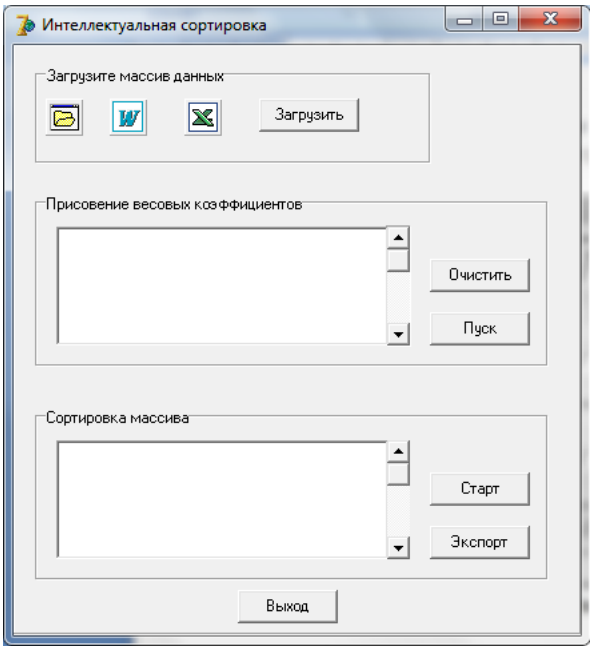
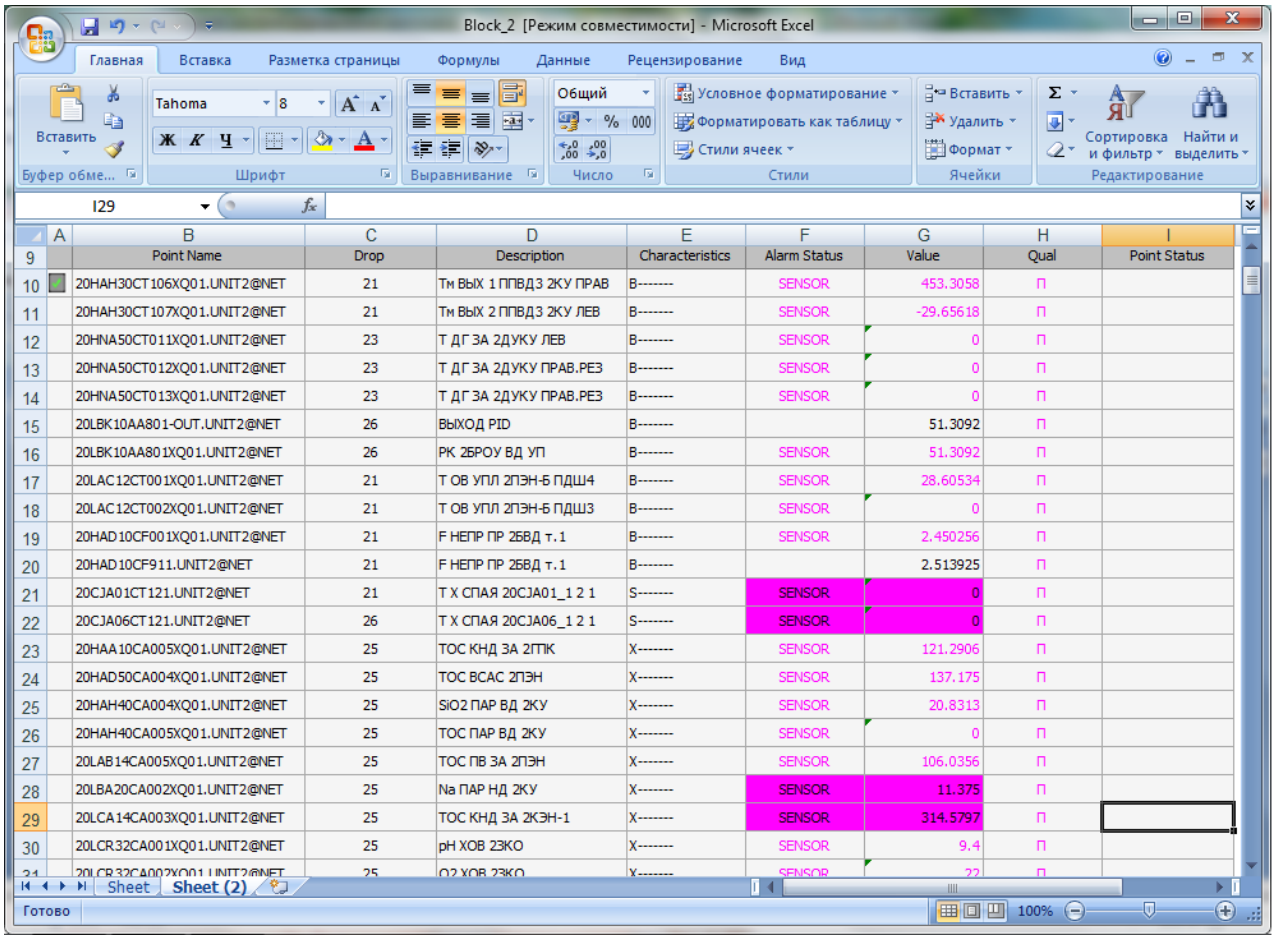


Рис. 2. Программа сортировки

Результат выполнения сортировки программой представлен на рис. 3



	Point Name	Drop	Description	Characteristics	Alarm Status	Value	Qual	Point Status
10	20HAH30CT106XQ01.UNIT2@NET	21	Тм ВЫХ 1 ППВДЗ 2КУ ПРАВ	B-------	SENSOR	453.3058	П	
11	20HAH30CT107XQ01.UNIT2@NET	21	Тм ВЫХ 2 ППВДЗ 2КУ ЛЕВ	B-------	SENSOR	-29.65618	П	
12	20HNA50CT011XQ01.UNIT2@NET	23	Т ДГ ЗА 2ДУКУ ЛЕВ	B-------	SENSOR	0	П	
13	20HNA50CT012XQ01.UNIT2@NET	23	Т ДГ ЗА 2ДУКУ ПРАВ.РЕЗ	B-------	SENSOR	0	П	
14	20HNA50CT013XQ01.UNIT2@NET	23	Т ДГ ЗА 2ДУКУ ПРАВ.РЕЗ	B-------	SENSOR	0	П	
15	20LBK10AA801-OUT.UNIT2@NET	26	ВЫХОД PID	B-------		51.3092	П	
16	20LBK10AA801XQ01.UNIT2@NET	26	РК 2БРОУ ВД УП	B-------	SENSOR	51.3092	П	
17	20LAC12CT001XQ01.UNIT2@NET	21	Т ОВ УПЛ 2ПЭН-Б ПДШ4	B-------	SENSOR	28.60534	П	
18	20LAC12CT002XQ01.UNIT2@NET	21	Т ОВ УПЛ 2ПЭН-Б ПДШ3	B-------	SENSOR	0	П	
19	20HAD10CF001XQ01.UNIT2@NET	21	F НЕПР ПР 2БВД т.1	B-------	SENSOR	2.450256	П	
20	20HAD10CF911.UNIT2@NET	21	F НЕПР ПР 2БВД т.1	B-------		2.513925	П	
21	20CJA01CT121.UNIT2@NET	21	Т Х СПАЯ 20CJA01_1 2 1	S-------	SENSOR	0	П	
22	20CJA06CT121.UNIT2@NET	26	Т Х СПАЯ 20CJA06_1 2 1	S-------	SENSOR	0	П	
23	20HAA10CA005XQ01.UNIT2@NET	25	ТОС КНД ЗА 2ПТК	X-------	SENSOR	121.2906	П	
24	20HAD50CA004XQ01.UNIT2@NET	25	ТОС ВСАС 2ПЭН	X-------	SENSOR	137.175	П	
25	20HAH40CA004XQ01.UNIT2@NET	25	SiO2 ПАР ВД 2КУ	X-------	SENSOR	20.8313	П	
26	20HAH40CA005XQ01.UNIT2@NET	25	ТОС ПАР ВД 2КУ	X-------	SENSOR	0	П	
27	20LAB14CA005XQ01.UNIT2@NET	25	ТОС ПВ ЗА 2ПЭН	X-------	SENSOR	106.0356	П	
28	20LBA20CA002XQ01.UNIT2@NET	25	Na ПАР НД 2КУ	X-------	SENSOR	11.375	П	
29	20LCA14CA003XQ01.UNIT2@NET	25	ТОС КНД ЗА 2КЭН-1	X-------	SENSOR	314.5797	П	
30	20LCR32CA001XQ01.UNIT2@NET	25	pH ХОВ 2ЗКО	X-------	SENSOR	9.4	П	

Рис. 3. Результат сортировки

Как видно из рисунка 3, в начале списка находятся сигналы, отсутствие которых

негативно сказывается на работе оборудования, и к устранению неисправностей которых необходимо приступить незамедлительно.

Выводы

В ходе решения задачи удалось создать интеллектуальную систему, способную из перечня существующих неисправностей оборудования выявить наиболее критические, отсортировать сигналы в порядке важности и необходимости устранения. Данный метод применим на электростанциях, использующих проходную классификацию на основании кодировки KKS. В случае применения отличных от KKS систем кодирования, необходимо будет изменить базу правил присвоения весовых коэффициентов.

Решение данной задачи позволило оперативно устранять недостоверные показания приборов, повысив при этом эффективность и качество производимой электрической и тепловой энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Технологические кодировки МЭК 61346 и KKS http://www.adastra.ru/products/overview/kks/

2. 1102.01.СУ.ИД.01.0.2 - Описание системы кодирования. Исходные данные проектирования строительства двух энергоблоков Казанской ТЭЦ-1 общей установленной электрической мощностью 230МВт

3. Сортировка Шелла. Программирование на C, C# и Java. https://vscode.ru/prog-lessons/sortirovka-shella.html

INTELLECTUAL SYSTEM FOR DETERMINING CRITICAL FAULTS OF GENERATING EQUIPMENT

Gubaev A.

Almaz-ka4ek@mail.ru

Scientific adviser: G. Degtyarev, Doctor of Technical Sciences, Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

At present, the automated process control system of generating facilities is a large-scale software and hardware complex for solving problems of signaling, monitoring and controlling equipment. The number of signals in such systems often exceeds tens of thousands. At the same time, the number of missing signals that make up several hundred. The most critical, sorted signals should be identified in order of importance and need to be eliminated. Thus, the task is to sort the list of faults to identify critical faults that affect the operation of the equipment.

УДК: 681.518

«СИСТЕМА УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК»

Губаев А.Р.

almaz-ka4ek@mail.ru

Научный руководитель: Г.Л. Дегтярев, д-р техн. наук, профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В докладе рассмотрены принципы построения систем удаленного мониторинга промышленного энергетического оборудования. Проведен анализ существующих систем мониторинга. Предложена архитектура системы удаленного мониторинга, включающая в себя EDS-сервер, систему защиты информации и ПК пользователей.

Введение

Современным этапом развития энергетической отрасли принято считать создание оптового рынка электроэнергии и мощности в рамках Единой энергетической системы

Российской Федерации. В настоящее время правила функционирования оптового рынка электроэнергии и мощности регулируются Постановлением Правительства РФ №1172 от 27 декабря 2010 года[1]. Исходя из основных принципов организации оптового рынка, а так же учитывая особенности электроэнергии как товара, всё острее встает необходимость оперативного балансирования энергосистемы в условиях переменной нагрузки, которая требует наличия определенного числа маневренных электростанций, способных быстро и в широких пределах менять величину выработки электроэнергии.

К таким электростанциям, способным оперативно изменять нагрузку в большом диапазоне, можно отнести парогазовые установки (ПГУ). Причем количество таких станций в нашей стране ежегодно растет. Среди основных целевых показателей технологической подпрограммы “Модернизация тепловых электростанций на период до 2020 года” предусмотрено доведение установленной мощности газовых ТЭС на основе передовых технологий (ПГУ и ГТУ) с 6600 до 50900 МВт в 2020 году[2].

Таким образом, имеется тенденция масштабного перехода от популярной в конце 20 века схемы «энергетический котел – паротурбинная установка» к схеме «газовая турбина – котел-утилизатор – паротурбинная установка».

Наряду с переходом на электростанции комбинированного цикла, наблюдается переход от работы на релейной автоматике и вторичных приборах контроля к полномасштабной автоматизированной системе управления технологическим производством (АСУ ТП), включающей в себя весь цикл управления – измерение технологических параметров, управление исполнительными механизмами, сигнализацию о нештатных ситуациях и визуализацию технологического процесса.

Верхний уровень АСУ ТП посредством SCADA-систем обеспечивает визуализацию, предоставляет оперативному персоналу подробную информацию о технологических параметрах работы оборудования. Однако в переходных режимах, при наборе мощности или разгрузке по заданию Системного оператора машинист энергоблока, в связи с большим количеством поступающих данных, не в состоянии оперативно и быстро оценивать оптимальность выбранного режима управления. Предлагается посредством внедрения системы удаленного мониторинга обеспечить выбор оптимальных режимов управления.

Анализ существующих методов и средств удаленного мониторинга энергетического оборудования

На сегодняшний день наиболее популярным средством, обеспечивающим удаленный мониторинг оборудования, можно назвать программу «Подключение к удаленному рабочему столу» (RDP Remote Desktop Protocol — протокол удаленного рабочего стола), которая является стандартной для семейства операционных систем (ОС) Windows.

К преимуществам данного метода можно отнести доступность программы, простоту настройки и относительную стабильность работы.

Однако данный метод имеет существенные недостатки, которые представляют большую угрозу как информационной безопасности, так и безопасности технологического процесса[3]. Основным недостатком программы «Подключение к удаленному рабочему столу» является тот факт, что подключение идет напрямую с ПК пользователя на АРМ оператора, либо на АРМ инженерной станции, находящийся в ТЛВС. При подключении к АРМ пользователь может случайно запустить исполнительный механизм, электропривод, задвижку, действие которой с большой долей вероятности приведет к нештатной ситуации, останову технологического процесса или даже выходу из строя оборудования. Данная проблема решается настройкой ролей и правил доступа на АРМ, в котором аутентификация пользователя происходит на уровне ОС Windows. Роли для удаленного мониторинга содержат правила, запрещающие пользователю воздействовать на исполнительные механизмы, выводить защиты, изменять уставки регуляторов. Ещё одним недостатком данного метода подключения является недостаточная информационная безопасность, так как существует прямое подключение с ПК пользователей на АРМы ТЛВС.

Архитектура системы удаленного мониторинга ПГУ, обеспечивающая эффективное использование прикладных ресурсов и информационную безопасность периметра мониторинга

В основе идеи удаленного мониторинга лежит принцип разделения локальной вычислительной сети технологического оборудования (ТЛВС) от корпоративной локальной вычислительной сети (КЛВС) пользователей персональных компьютеров. На Казанской ТЭЦ-1 ТЛВС блоков ПГУ ограничена системой защиты информации (СЗИ). СЗИ обеспечивает безопасную передачу данных из ТЛВС в КЛВС посредством межсетевых экранов (МСЭ). В связи с необходимостью обеспечения безопасности передачи данных схема сбора информации была реализована таким образом, чтобы исключить возможность влияния на работу оборудования верхнего уровня АСУ ТП. Enterprise Data Server (EDS-сервер) осуществляет сбор данных за пределами ТЛВС, тем самым обеспечивая безопасную работу контроллеров верхнего уровня АСУ ТП.

EDS-сервер через систему защиты информации передает данные в коммутаторы КЛВС, к которым в свою очередь подключены все ПК пользователей, осуществляющих удаленный мониторинг технологического оборудования.

Архитектура системы удаленного мониторинга ПГУ представлена на рис.1

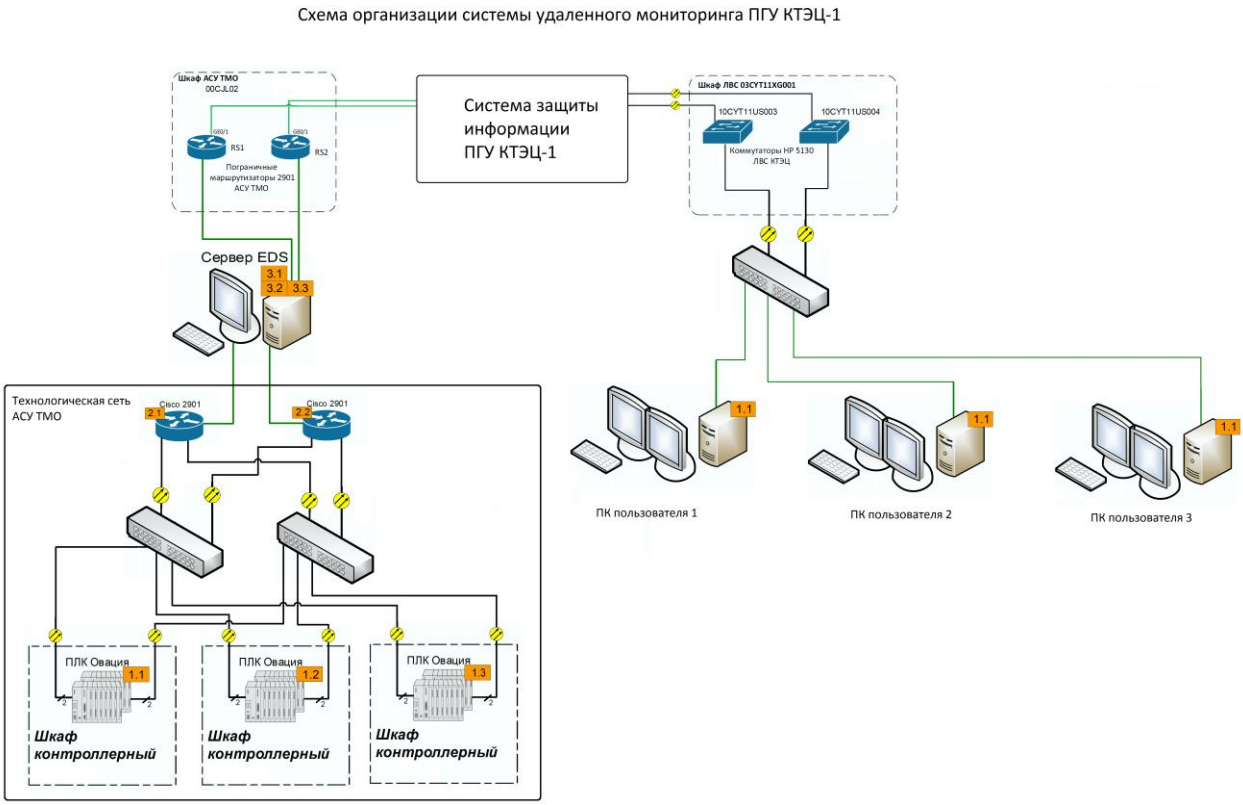


Рис. 1. Архитектура системы удаленного мониторинга ПГУ

Программная часть системы мониторинга в составе сервера уровня АСУ ТП и ЛВС энергообъекта

Начальным звеном системы удаленного мониторинга являются контролеры верхнего уровня АСУ ТП. Они обеспечивают сбор, обработку и передачу данных, содержащих информацию о состоянии технологического оборудования. Посредством резервированных сетевых коммутаторов данные с контроллеров передаются на EDS-сервер (Enterprise Data Server). На данном сервере сконфигурирована серверная часть системы удаленного мониторинга. Она отвечает за аутентификацию пользователей при входе в систему, обеспечивает отображение мнемосхем в браузере на ПК пользователей. Специальным

образом настроенная СЗИ обеспечивает передачу данных из EDS-сервера на ПК пользователей, которые осуществляют удаленный мониторинг технологического оборудования.

Рабочим окном клиентской части системы является web-браузер, на котором открываются мнемосхемы из EDS-сервера, отображающие состояние технологического процесса в реальном времени (Рис.2).

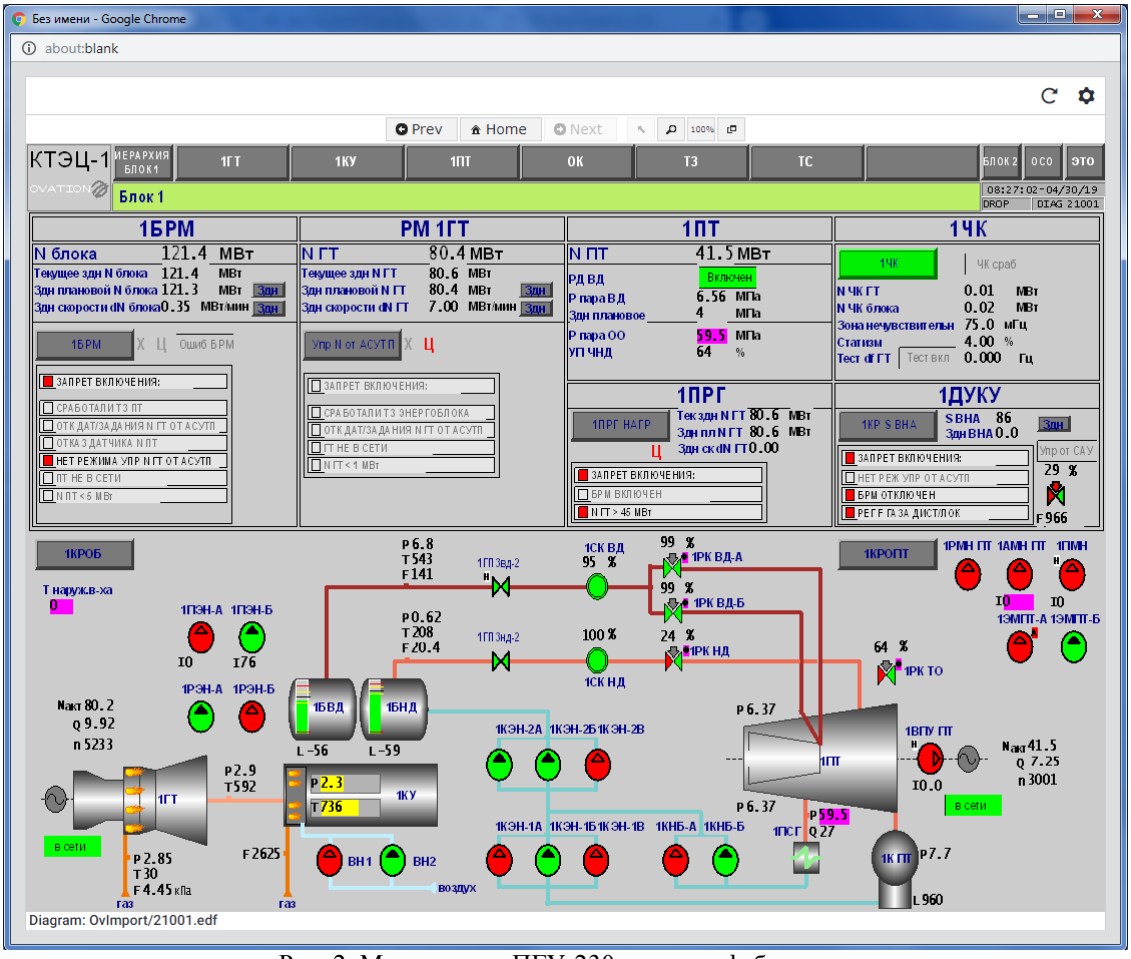


Рис. 2. Мнемосхема ПГУ-230 в окне web-браузера

Таким образом, пользователь, работающий на своем ПК, находящемся в структуре КЛВС, напрямую не соединен с ТЛВС ПГУ. У пользователя отсутствует возможность воздействия на исполнительные механизмы, так как сервер отвечает только за передачу данных состояния объекта, и исключает возможность пересылки команд управления на АРМы, находящиеся в ТЛВС ПГУ. Тем самым обеспечивается высокий уровень защиты технологического процесса, а наличие между КЛВС и ТЛВС объекта СЗИ обеспечивает информационную защищенность от различного вида кибератак на АСУ ТП верхнего уровня ПГУ.

В ходе использования удаленного мониторинга решается ряд важных задач, возникающих при производстве тепловой и электроэнергии:

1. Поддержание параметров теплосети на высоком уровне различным генерирующим оборудованием: котлоагрегатами, газовыми и паровыми турбинами посредством выбора оптимальных режимов работы.
2. Оперативная корректировка режимов хим-водо-очистки, опираясь на объективные данные web-мониторинга ПГУ
3. Диагностика неисправностей генерирующего оборудования и КИП в режиме реального времени.

Заключение

В рамках исследования для повышения эффективности производства тепловой и электрической энергии на парогазовых установках была проведена модернизации системы удаленного мониторинга и диагностики энергетического оборудования. В ходе исследования был выполнен анализ существующих методов и средств удаленного мониторинга энергетического оборудования. Была разработана архитектура системы удаленного мониторинга ПГУ, обеспечивающая эффективное использование прикладных ресурсов, а так же программная часть для системы мониторинга в составе сервера уровня АСУ ТП, а так же ЛВС энергообъекта.

В ходе проведения комплексных испытаний для оценки режимных параметров ПГУ, полученных экспериментально с системой мониторинга и без неё было выявлено, что использование системы удаленного мониторинга позволяет:

1. Поддерживать параметры теплосети на высоком уровне различным генерирующим оборудованием: котлоагрегатами, газовыми и паровыми турбинами посредством выбора оптимальных режимов работы;
2. Оперативно корректировать режимы хим-водо-очистки, опираясь на объективные данные web-мониторинга ПГУ;
3. Диагностировать неисправности генерирующего оборудования и КИП в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации http://docs.cntd.ru/document/902270614
2. *Волков Э. П., Баринов В. А., Маневич. А.С., Сапаров М. И*., Развитие электроэнергетики России // Электрические станции, 2013 №3с. 3-8
3. *Денис Ибатуллин*, аналитик компании "Фродекс". ДЕТЕКТИРОВАНИЕ СЕАНСА УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДАМИ КЛАВИАТУРНОГО МОНИТОРИНГА. http://www.frodex.ru/article/radkl2015

SYSTEM FOR REMOTE MONITORING OF COMBINED-CYCLE PLANTS

Gubaev A.
almaz-ka4ek@mail.ru
Supervisor: G. Degtyarev, Doctor of Technical Sciences, Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The report discusses the principles of building systems for remote monitoring of industrial energy equipment. An analysis of existing monitoring systems. The architecture of a remote monitoring system is proposed, which includes an EDS server, an information protection system, and a user's PC.

УДК 658.64

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АЭРОПОРТА В СРЕДЕ ANYLOGIC

Гусев О.В.
gysevov@yandex.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент кафедры АСОИУ
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлена схема организации работы аэропорта. Так же отображена структура этого аэропорта в виде модели в имитационной среде Anylogic. Был рассмотрен метод сохранения результатов итераций эксперимента в файлы. Был выполнен анализ полученных результатов. Проведена оптимизация вышеуказанной модели, за счёт ресурсов аэропорта, в среде Anylogic.

Введение

Система – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство [1].

Каждый день возникают новые информационные системы, которые необходимы для более удобного управления. Перед тем как реализовать систему её необходимо промоделировать, этим и обуславливается интерес к имитационному моделированию[3-8]. Невозможно создать универсальный алгоритм построения информационной системы, так как с каждым годом информационные системы усложняются из-за различных факторов и каждая система уникальна.

Использование имитационной модели позволяет получить представление о системе, проработать риски и посмотреть, как отреагирует система на возникновение непредвиденных событий. Так же использование модели позволяет значительно снизить затраты на проверку гипотез.

В представленной работе рассматривается оптимизация работы аэропорта, за счёт ресурсов аэропорта, средствами имитационного моделирования Anylogic.

Описание системы работы аэропорта

Рассматриваемый аэропорт состоит из нескольких зон: главные зоны и зоны сервисов. Главные зоны: зона контроля на входе в аэропорт, зона регистрации пассажиров на рейс, зона сдачи багажа и зона паспортного контроля. Зоны сервисов включают в себя уборную комнату, со всеми необходимыми для человека удобствами, различные места, в которых люди могут провести время, и зона ожидания.

Пассажиры прибывают тремя различными способами: на автобусе, на такси и на машине. Схема структуры аэропорта представлена ниже на рисунке 1.

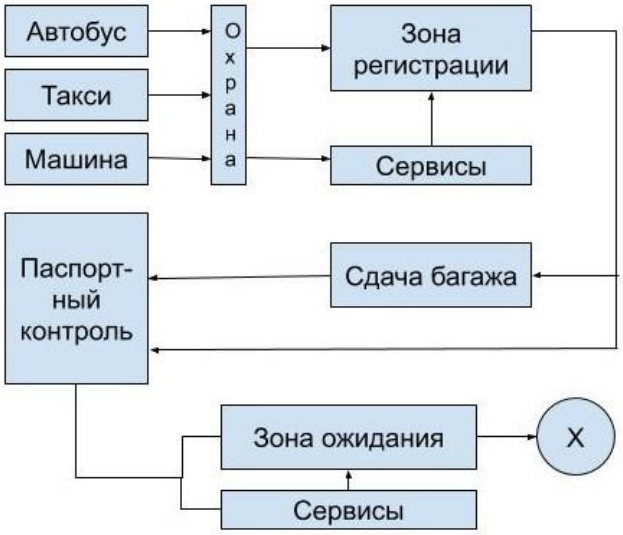


Рис. 1. Схема структуры аэропорта

Моделирование

Для имитационного моделирования была выбрана система Anylogic, так как она обладает большим списком возможностей по настройке параметров моделирования, что позволяет очень точно воссоздать работу аэропорта. Схема модели аэропорта в системе Anylogic представлена ниже, на рисунке 2.

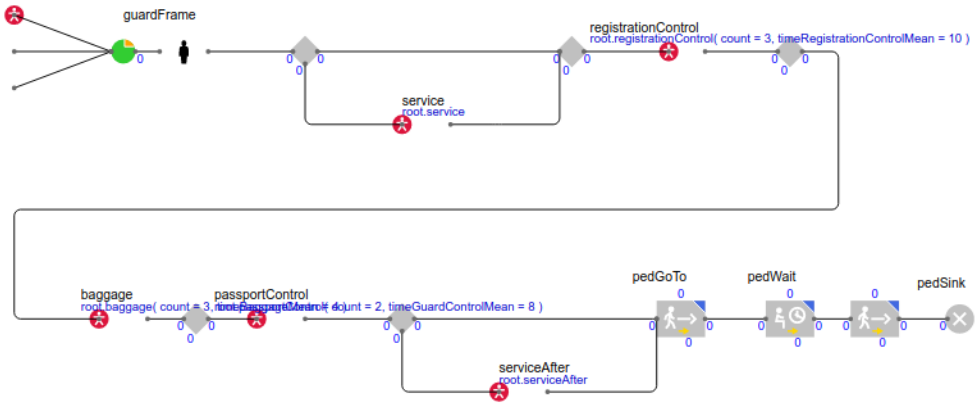


Рис. 2. Схема модели аэропорта в системе Anylogic

Планирование экспериментов

Цель планирования – получить результаты с заданной достоверностью при наименьших затратах. Различают стратегическое и тактическое планирование.

Для стратегического планирования будем использовать концепцию «черного ящика», суть которого – абстрагирование от физической сущности процессов, происходящих в моделируемой системе и выдаче заключений о ее функционировании только на основании входных и выходных переменных. Входные, независимые переменные называются факторами. Выходные – откликами, их величина зависит от значений факторов.

Факторы в нашем случае – это показатели (параметры), которые мы будем оптимизировать, а отклики – это результативные показатели эффективности функционирования моделируемой системы.

В представленной выше модели факторы:

- количество стоек охраны на входе в аэропорт
- количество стоек регистрации
- количество стоек сдачи багажа
- количество стоек в зоне паспортного контроля

а откликом является суммарное время прохождения пассажиром главных зон аэропорта.

Проведение экспериментов

Факторы, представленные выше, будут изменяться в соответствии с доступными ресурсами аэропорта, а именно:

- стойки охраны от 3 до 6
- стойки регистрации от 1 до 4
- стойки сдачи багажа от 1 до 4
- стойки зоны паспортного контроля от 2 до 6

Ниже, на рисунке 3, представлены результаты оптимизации в имитационной среде Anylogic.

	Текущее	Лучшее
Итерация:	320	271
Функционал:	27.91	21.177
Параметры		Copy best
countOfGuardFrames	6	6
countOfRegistrationControl	4	4
countOfBaggageControl	2	3
countOfPassportControl	3	5
timeBusMean	40	40
timeCarMean	12	12
timeTaxiMean	20	20
timeGuardFramesMean	3	3
timeServiceToiletOneMean	3	3
timeServiceToiletTwoMean	14	14
timeServiceCafeMean	25	25
timeRegistrationControlMean	10	10
timeBaggageControlMean	4	4
timePassportControlMean	8	8
probabilityOfGoToService	0.5	0.5
probabilityOfGoToServiceAfter	0	0

Рис. 3. Результаты оптимизации

Для полного анализа результатов было решено сохранять значение откликов каждого пассажира и значения факторов, влияющих на них, на каждом проведении нового эксперимента с измененными факторами. В листинге 1 представлен код на языке java, который при запуске модели создаёт файл для сохранения параметров запущенной модели и результатов работы модели. В листинге 2 отображён процесс сохранения всех необходимых значений. Методы toString для самой модели и для транзакта представлены в листингах 3 и 4 соответственно.

Листинг 1.

```
try{
        FileWriter writer = new FileWriter(FileName, false);
        writer.write(this.toString());
        writer.close();
} catch(IOException ex){
        System.out.println(ex.getMessage());
}
```

Листинг 2.

```
try{
        FileWriter writer = new FileWriter(FileName, true);
        writer.append(agent.toString());
        writer.append('\n');
        writer.flush();
} catch(IOException ex){
   System.out.println(ex.getMessage());
}
```

Листинг 3

```
return
        "countOfGuardFrames = " + countOfGuardFrames + "\n" +
        "countOfRegistrationControl = " + countOfRegistrationControl + "\n" +
        "countOfBaggageControl = " + countOfBaggageControl + "\n" +
        "countOfPassportControl = " + countOfPassportControl + "\n";.
```

Листинг 4.

```
return registTimeVar + "|"
        + guardFrameTimeVar + "|"
        + baggageTimeVar + "|"
        + passportControlTimeVar;
```

При запуске каждой итерации эксперимента, с изменёнными значениями факторов, изменялось название файла для сохранения. В результате было получено 320 файлов содержащих всю необходимую информацию о каждом проведенном эксперименте.

Анализ результатов экспериментов

Для расчёта параметров для анализа было принято решение написать реализацию алгоритмов на языке python версии 3.5, так как в этом языке программирования реализована удобная работа с файлами. В листинге 5 представлен фрагмент кода, позволяющего получить основные статистические характеристики.

Листинг 5.

```
def getParametr(line):
    return int(line.replace(" ", "").replace("\n", "").split("=")[1])
def getExperimentInformation(filepath):
    file = open(filepath, "r")
    result = {}
    line = file.readline()
    result["guardCount"] = getParametr(line)
    line = file.readline()
    result["registerCount"] = getParametr(line)
    line = file.readline()
    result["baggageCount"] = getParametr(line)
    line = file.readline()
    result["passportCount"] = getParametr(line)
    data = []
    for line in file:
        arr = line.replace("\n", "").split("|")
        s = float(arr[0]) + float(arr[1]) + float(arr[2]) + float(arr[3])
        data.append(s)
    n = len(data)
    result["n"] = n
    if n !=0:
        result["mean"] =   sum(data) / n
        result["standartOtkl"] = math.sqrt((n * sum([x**2 for x in data]) - sum(data)**2)/ n**2)
        result["dispersia"] = result["standartOtkl"]**2
        result["standartErrorOfMean"] = result["standartOtkl"] / math.sqrt(n)
        result["median"] = statistics.median(data)
        result["min"] = min(data)
        result["max"] = max(data)
    if n > 2:
        result["assimetria"] = n / ((n - 1) * (n - 2)) * sum([( (x - result["mean"]) /
result["standartOtkl"])**3 for x in data])
```

```
            result["standartErrorOfAssimetria"] = math.sqrt(6 * (n-1) * n / ( (n-2) * (n+1) * (n+3) ) )
        else:
            result["assimetria"] = "-"
            result["standartErrorOfAssimetria"] = "-"
        if n > 3:
            result["eksces"] = ( n * (n + 1) / ( (n - 1) * (n - 2) * ( n - 3) ) ) * sum((( x - result["mean"]) /
result["standartOtkl"])**4 for x in data) - (3 * (n - 1)**2) / ((n - 2) * (n - 3))
            result["meanErrorOfEksces"] = math.sqrt(24 * n * (n - 1)**2 / ((n - 3) * (n - 2) * (n + 3) *
(n + 5)))
        else:
            result["eksces"] = "-"
            result["meanErrorOfEksces"] = "-"
        return result
experiments = [ ]
for experiment in os.listdir(path):
    experiments.append(getExperimentInformation(path + experiment))
```

Были вычислены параметры:

- среднее значение
- медиана
- разница между медианой и средним значением
- стандартная ошибка среднего
- минимум – минимальное значение
- максимум – максимальное значение
- дисперсия выборки
- стандартное отклонение
- ассиметричность
- стандартная ошибка асимметричности
- эксцесс
- стандартная ошибка эксцесса

Решено было использовать регрессионный анализ, так как он дает более понятное представление о полученных результатах.

Пусть X - матрица факторов. К матрице X, с переменными X_j , следует добавить единичный столбец:

	x1	x2	x3	x4
1	3	1	1	2
.	.	.	.	.
1	6	4	4	6

Далее необходимо найти транспонированную матрицу X и умножить её на матрицу X и найти обратную матрицу. В результате необходимо получить вектор оценок коэффициентов регрессии.

$Y(X) = (X^TX)^{-1}X^TY =$

29.8749
0.2202
-1.003
-0.08814
-0.07172

Уравнение регрессии (оценка уравнения регрессии):

Y = 29.8749 + 0.2202X1-1.003X2-0.08814X3-0.07172X4, где

x1 - количество стоек охраны на входе

x2 - количество стоек регистрации
x3 - количество стоек для сдачи багажа
x4 - количество стоек паспортного контроля

По полученному регрессионному уравнению выполняем оптимизацию.

$Y = 29.8749 + 0.2202X_1 - 1.003X_2 - 0.08814X_3 - 0.07172X_4 \rightarrow \min;$

Выберем следующие ограничения:

$3 \leq x1 \leq 6$
$1 \leq x2 \leq 4$
$1 \leq x3 \leq 4$
$2 \leq x4 \leq 6$

При этом получаем y = 25.79.

Выводы

В данной работе была смоделирована и оптимизирована модель аэропорта за счёт ресурсов организации, были собраны основные статистические данные. Была произведена минимизация по исследованному регрессионному уравнению. Рассмотрен метод сохранения полученных экспериментальных данных через файлы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, М.В. Трусфус, В.В. Мокшин*, Вестник Технологического университета, 20, 15, 118-122 (2017).
2. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Яхина З.Т.*, Вестник Технологического университета, 20, 16, 113-119 (2017).
3. *Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 17, 213-221 (2014).
4. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А*. Вестник Технологического университета, 18, 5, 184-188 (2015).
5. *В.В. Мокшин*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).
6. *Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х.*, Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).
7. *В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20, 17, 99-103 (2017).
8. *В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).
9. *В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20. 21, 80-85 (2017).
10. *Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова*, Вестник Технологического университета, 21, 2, 163-168 (2018).

MODELING AND OPTIMIZATION OF AIRPORT WORK IN ANYLOGIC ENVIRONMENT

Gusev O.
gysevov@yandex.ru
Scientific adviser: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(*National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The article presents a diagram of the organization of the airport. The structure of this airport is also displayed as a model in Anylogic simulation environment. The method of saving the results of experiment iterations to files was considered. An analysis of the results was performed. The above model has been optimized at the expense of airport resources in the Anylogic environment.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ЗВОНКОВ ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Долгова А.В., Гилемханова Н.Ф.
any_d13@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Имитационное моделирование - это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, которая с достаточной точностью описывает реальную систему, и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией. Имитация - это постижение сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По этим данным можно получить достаточно устойчивую статистику. В настоящее время существует огромное количество систем структурного и имитационного моделирования (ССИМ). Данная модель была разработана в имитационной среде моделирования AnyLogic 8.4.

ССИМ AnyLogic — программное обеспечение для имитационного моделирования, разработанное российской компанией The AnyLogic Company. Она является мощным инструментов и позволяет моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем. AnyLogic позволяет создавать графически взаимосвязанные блоки, которые могут работать с различными параметрами. При необходимости, возможно использование библиотек, расширяющих возможности моделирования, а также расширения базового класса транзактов Agent, написанного на одном из самых популярных языков программирования - Java. Система имеет хороший графический интерфейс.

В статье представлена имитационная модель центра обработки звонков, её схема, текстовое описание схемы, а также оптимизация. Приведенная модель центра обработки звонков оптимизирована за счет количества сотрудников трёх сервисов, которые принимают и обрабатывают звонки. Обоснование возможности использования приведенного алгоритма оптимизации являются временные характеристики занятости сотрудников обработки звонка, среднее время прохождения звонка в системе и удержание абонента на линии в режиме ожидания. Данные, приведенные в таблице получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, а именно оптимизация количества сотрудников в каждой из трёх систем, при минимальном возможном времени ожидания сотрудника, обрабатывающего звонки за счет минимизации времени обработки звонка.

Введение

Суть имитационного моделирования заключается в том, что для изучаемой системы создаётся модель с достаточной точностью, описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации о возможном функционировании системы, для которой была создана модель [5, 8-10].

Целью данной работы является моделирование работы центра по приёму и обработке звонков сотрудниками колл-центра от внешних клиентов, а также необходимо создать модель, на основании которой можно принимать решение о оптимальном количестве сотрудников кол-центра для обслуживания звонков клиентов с минимальным установленным порогом удержания клиентов на телефонной линии.

Имитационные модели позволяют учитывать факторы, которые затрудняют изучение предметной области при аналитическом исследовании и проводить повторные эксперименты с обновлёнными данными, что приводит к экономии не только времени, но и финансовых средств владельца системы. А также плюсом является то, что мы можем управлять количеством сотрудников (увеличить или уменьшить) и объемом очереди, в которой мы удерживаем абонентов [1-4].

В работе рассматривается оптимизация работы центра поддержки за счет количества сотрудников, которые принимают и обрабатывают разные типы звонков. Для создания модели и процесса моделирования будем использовать систему имитационного моделирования AnyLogic, которая предоставляет возможность создать имитационные

эксперимент, а также эксперимент для оптимизации систем. Важно провести несколько экспериментов, чтобы проследить эффективность работы центра по приёму и обработке звонков при разном количестве сотрудников, для максимального сокращения работающих на линии без потери клиентов и получения отказов [6-8].

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является создание модели работы кол-центра и минимизирование времени обслуживания клиентов. При достижении цели необходимо оптимизировать полученную модель для улучшения качества обслуживания клиентов с минимальным количеством сотрудников.

В рамках данной работы необходимо выполнить следующие задачи:

- Минимизировать количество отказов, при минимальном времени нахождения в системе;
- Минимизировать количество отказов, при минимальном количестве сотрудников.

Описание модели, ее «прогон» и основные результаты

Построение и оптимизация модели производилась в системе имитационного моделирования Anylogic.

Входящие звонки абонентов двух разных типов поступающие в центр поддержки клиентов, обрабатываются двумя разными сервисами (service1, service2). Если один из этих сервисов занят, то звонки перенаправляются на другой, где они и обслуживаются. Каждый абонент не должен задерживаться на линии в режиме ожидания дольше 10 секунд (queue1, queue2), в противном случае он покидает очередь. Если же абонент провел в режиме ожидания меньше 10 секунд, его ждет еще одна обработка (queue3 и service), после которой входящий звонок считается завершенным.

Функциональная схема работы модели представлена на рисунке 1. А схема после запуска на рисунке 2.

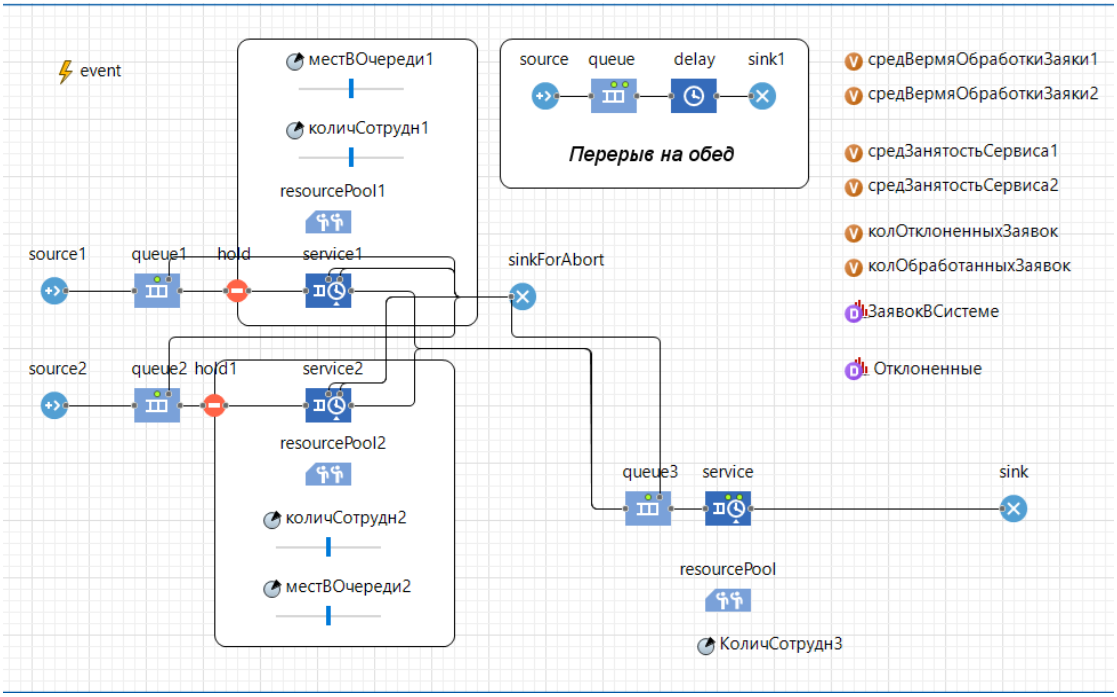


Рис. 1. Функциональная схема модели колл-центра, выполненная в среде моделирования AnyLogic

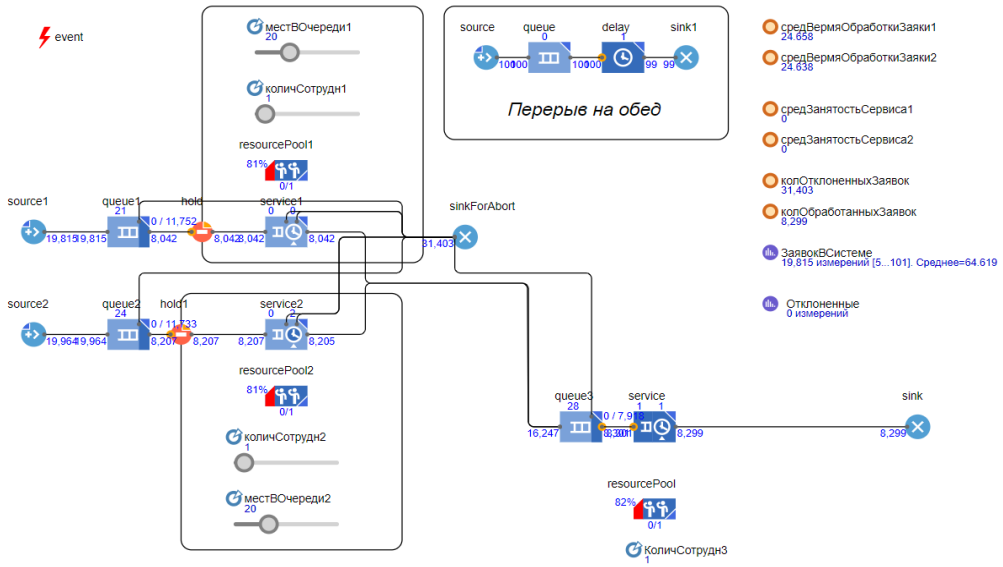


Рис. 2. Функциональная схема модели колл-центра, выполненная в среде моделирования AnyLogic, после запуска

Результатами моделирования являются:
1) Среднее время обработки;
2) Количество отклоненных заявок;
3) Количество заявок в системе;
4) Количество сотрудников.

Оптимизация

Проведем оптимизацию работы колл-центра за счет регулирования количества сотрудников на всех сервисах (в данной модели их три). Эта оптимизация является важной частью, так как она показывает, какое может быть минимальное количество сотрудников на сервисах, при максимальной эффективности работы. Среднее время обработки звонков должно остаться оптимальным для абонентов, в этом случае мы получим максимальное количество заявок в системе и минимум отклоненных заявок.

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Оптимальное значение
КоличСотрудн1, чел	Количество сотрудников, задействованных при первичной обработке звонков на сервисе 1	5	5
КоличСотрудн2, чел	Количество сотрудников, задействованных при первичной обработке звонков на сервисе 2	5	5
КоличСотрудн3, чел	Количество сотрудников, задействованных при вторичной обработке звонков на сервисе 3	4	5
МестВОчереди1	Количество мест, выделенных абонентам при обработке в очереди 1	20	20
МестВОчереди2	Количество мест, выделенных абонентам при обработке в очереди 2	20	20

После оптимизации модели число рабочих, которые должны были участвовать в первичной обработке звонков, уменьшилось до 3 человек.

По данным таблицы и диаграммы (Таблица 2, Рис.4) можем сделать вывод, что оптимальным количеством сотрудников в первом и третьем сервисе будет 5 человек, а во втором сервисе стоит увеличить с 4 до 5 человек. Количество мест в очереди останется тем же. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстродействие работы колл-центра, в таком случае среднее время обработки заявок будет 17.28 ед. времени.

CallCenter : Optimization

	Текущее	Лучшее
Итерация:	100	3
Функциона	0	0
Параметры		Copy best
количСотрудн1	5	5
количСотрудн2	5	5
местВОчереди1	20	20
местВОчереди2	20	20
КоличСотрудн3	4	5

Табл. 2. Оптимизация, Рис.4 Диаграмма по Таблице 1

Заключение

В процессе выполнения работы была создана модель, организующая работу центра поддержки клиентов. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества сотрудников, обслуживающих входящие звонки.

Данная модель и проведенный над ней эксперимент выявил решение, способствующее минимизировать количество отказов при минимальном количестве сотрудников. Данный алгоритм сокращает время обработки звонков, в ходе которого обрабатывается максимальное число поступающих звонков с минимальным числом сотрудников и при минимальном нахождении абонента в системе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Г.В. Костюхина, Т.А. Шигаева, Вестник Казанского технологического университета, **17**, 6, 287-292 (2014).

2. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета, **17**, 4, 298-303 (2014).

3. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова, Вестник Казанского технологического университета, **17**, 15, 338-343 (2014).

4. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, **20**, 21, 86-92 (2017).

5. университета, **17**, 17, 213-221 (2014).

6. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. Вестник Технологического университета, **18**, 5, 184-188 (2015).

7. В.В. Мокшин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).

8. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. Вестник Технологического университета, **20**, 18, 120-126 (2017).

9. В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, **20**, 19, 75-81 (2017).

10. Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова, Вестник Технологического университета, **21**, 2, 163-168 (2018).

11. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, А.Н. Козар, Г.Е. Борзов, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 112-116 (2008).

12. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного

технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 55-58 (2007).

13. В.С. Моисеев, А.Н. Козар, П.И. Тутубалин, К.В. Бормотов, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 1, 40-45 (2005).

14. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 36-39 (2005).

15. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, **20**, 16, 102-109 (2017).

16. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, **20**, 20, 101-108 (2017).

OPTIMIZE YOUR CALL CENTER BY REDUCING THE NUMBER OF EMPLOYEES OF THE SUPPORT CENTER TO HANDLE INCOMING CALLS OF CUSTOMERS IN THE SIMULATION ANYLOGIC

Dolgova A., Gilemhanova N.

any_d13@mail.ru

Scientific supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Simulation modeling is a method of research in which the studied system is replaced by a model that describes the real system with sufficient accuracy, and experiments are conducted with it to obtain information about this system. Experimenting with a model is called simulation. Imitation is the comprehension of the essence of the phenomenon, without resorting to experiments on the real object. The results will be determined by the random nature of the processes. According to these data, you can get a fairly stable statistics. Currently, there are a huge number of structural and simulation modeling (SIM) systems. This model was developed in AnyLogic 8.4 simulation environment.

SIM AnyLogic is a simulation software developed by the Russian company The AnyLogic Company. It is a powerful tool that allows you to model complex and highly organized systems, as well as to optimize these systems. AnyLogic allows you to create graphically interconnected blocks that can work with different parameters. If necessary, you can use libraries that extend the modeling capabilities, as well as the extension of the base class of transactions Agent, written in one of the most popular programming languages - Java. The system has a good graphical interface.

The article presents a simulation model of the call center, its scheme, text description of the scheme, as well as optimization. The model of the call center is optimized due to the number of employees of three services that receive and process calls. Justification of the possibility of using the given optimization algorithm are the time characteristics of the employment of call processing employees, the average time of the call in the system and keeping the subscriber on the line in standby mode. The data given in the table are obtained by means of an optimization experiment with AnyLogic, namely, optimization of the number of employees in each of the three systems, with the minimum possible waiting time of the employee processing calls by minimizing the time of processing the call.

УДК 004.415.25

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДАННЫХ ОТ ГРУППЫ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРОВ

Жарнов Д.А.

mailfrreg@yandex.ru

Научный руководитель: Р.Т. Сиразетдинов, д-р техн. наук, профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается процесс создания программного обеспечения для сбора данных от группы металлодетекторов. Описываются нормативно-правовые акты, на основе которых необходимо организовать сетевое взаимодействие металлодетекторов и сервера. В статье приводится алгоритм работы системы сбора результатов, интерфейс программы.

В наши дни безопасность играет важную роль в любых сферах деятельности, будь то политика или экономика, медицина или промышленность. В условиях существования криминальных и радикальных группировок на территории РФ, актуальность выявления

холодного, огнестрельного оружия, боеприпасов, гранат, взрывных устройств, замаскированных под одеждой, определяется необходимостью обеспечения безопасности населения.

Мерой обеспечения безопасности населения является досмотр сотрудниками органов безопасности граждан и их вещей с целью обнаружения предметов, являющихся источником повышенной опасности. При огромном потоке людей, например, на вокзалах и аэропортах, сотрудники безопасности применяют специальные технические средства для проведения досмотра. Одним из наиболее распространенных устройств, предназначенных для досмотра в местах массового скопления людей, является металлодетектор.

Металлодетектор сильно упрощает процесс досмотра – он позволяет не просто показать наличие потенциально опасного предмета, но и определить предполагаемую зону на теле человека, где он скрывает данный предмет. Металлодетектор так же собирает дополнительную информацию о проходящем через него потоке людей. Для реализации постановления Правительства РФ №969 [1] в части обеспечения взаимодействия металлодетектора и системы сбора результатов технического мониторинга необходимо рассмотреть процесс построения информационной сети. Необходимость организации взаимодействия по сети обусловлена необходимостью передачи информации в центр управления транспортной безопасностью.

Согласно постановлению Правительства РФ №969 данные от детектора к серверу должны передаваться в формате на основе XML. Сам по себе XML не содержит никаких тэгов, которые используются для разметки, он лишь определяет порядок их создания [2].

Металлодетекторы вместе с модулем управлением образуют группу металлодетекторов. Модуль управления отвечает за передачу собранных параметров по сети Ethernet с использованием протоколов TCP/IP. Каждый металлодетектор обрабатывает полученную в ходе работы информацию: IP-адрес металлодетектора, адрес местоположения (например, название станции метро), серийный номер металлодетектора, дата ввода в эксплуатацию металлодетектора, гарантийный период металлодетектора, время работы металлодетектора за сутки, предполагаемое время эксплуатации металлодетектора за сутки, время работы на аварийном питании за день, количество проходов через металлодетектор за день, количество обнаружений металлодетектора за день, рабочая частота металлодетектора, текущая дата, ошибки в процессе эксплуатации металлодетектора.

В состав центра управления транспортной безопасности входит сервер, задачей которого является получение и первичная обработка данных с детекторов. В качестве первичной обработки используются следующие показатели:

1. Относительное время работы металлодетектора. Данный параметр вычисляется по формуле 1:

$$f_1 = \frac{t_p}{t_n} \times 100\%, \quad (1)$$

где t_p является общим временем работы металлодетектора, а $t_п$ – предполагаемым временем работы металлодетектора. Параметр f_1 измеряется в процентах и отражает отношение полезной работы металлодетектора к предполагаемому времени с учетом времени простоя металлодетектора ввиду его настройки, исправления неисправностей и других ошибок. Данный параметр может рассчитываться за разные периоды: за сутки, за неделю, за месяц. В случаях недели и месяца параметры t_p и $t_п$ представляют из себя сумму соответствующих параметров за данный период.

2. Относительное время работы металлодетектора на аварийном питании. Данный параметр вычисляется по формуле 2:

$$f_2 = \frac{t_a}{t_n} \times 100\%, \quad (2)$$

где t_a является временем работы металлодетектора на аварийном питании, а $t_п$ – предполагаемым временем работы металлодетектора. Параметр f_3 показывает отношение

времени работы на аварийном питании к предполагаемому времени с учетом времени простоя металлодетектора ввиду его настройки, исправления неисправностей и других ошибок, измеряется в процентах. Параметр может быть рассчитан за разные периоды: за сутки, за неделю, за месяц. В случаях недели и месяца параметры t_a и $t_п$ представляют из себя сумму соответствующих параметров за данный период.

3. Относительное количество обнаружений металлодетектором. Данный параметр вычисляется по формуле 3:

$$f_3 = \frac{x_o}{x_n} \times 100\%, \quad (3)$$

где x_o это количество обнаружений металлодетектором, а $x_п$ – общее количество проходов через металлодетектор. Параметр отражает отношение числа срабатываний (реагирований металлодетектора на проносимый объект) к общему числу проходов через металлодетектор за период: день, неделю, месяц.

4. Количество ошибок в эксплуатации металлодетектора в единицу времени. Данный параметр вычисляется по формуле 4:

$$f_4 = \frac{e}{t_p}, \quad (4)$$

где e это количество ошибок в эксплуатации металлодетектора, а $t_р$ – время работы металлодетектора. Данный параметр отражает скорость возникновения ошибок в эксплуатации металлодетектора в заданный период: день, неделя, месяц. Измеряется в ошибках в час.

5. Количество проходов через металлодетектор в единицу времени. Данный параметр вычисляется по формуле 5:

$$f_5 = \frac{x_n}{t_p} \times 100\%, \quad (5)$$

где $x_п$ это количество проходов через металлодетектор, а $t_р$ – время работы металлодетектора. Данный параметр показывает какое количество людей проходит через рамки металлодетектора в заданный период: день, неделя, месяц. Измеряется в проходах в час.

6. Количество обнаружений металлодетектором в единицу времени. Данный параметр вычисляется по формуле 6:

$$f_6 = \frac{x_o}{t_p} \times 100\%, \quad (6)$$

где $x_о$ это количество обнаружений металлодетектором, а $t_р$ – время работы металлодетектора. Параметр показывает количество обнаружений металлодетектором потенциально опасных предметов в заданный период: день, неделя, месяц. Измеряется в обнаружениях в час.

Алгоритм работы сервера для сбора данных выглядит следующим образом (рис. 1):

1. Определяются источники для сбора данных. Сервер фиксирует список ip-адресов, которые он опрашивает в процессе своего функционирования. Это подготовительный этап, он необходим для обеспечения гибкости при сборе данных.

2. Получение данных от металлодетекторов сервером. На данном этапе формируются и отправляются запросы к металлодетекторам из списка источников данных, так же происходит прием и обработка ответов металлодетекторов. В случае если при первой отправке запроса к металлодетекторам происходи сбой, сервер отправляет повторный запрос. В случае если оба запроса были безуспешными, формируется информация об ошибке, тогда третий шаг алгоритма пропускается и выполняется сразу 4 шаг.

3. Запись принятых данных в базу данных сервера. Данный этап необходим для ведения полной статистики об изменениях в показаниях металлодетектора за некоторый период времени.

4. Первичная обработка и отображение данных. Данные обрабатываются и выводятся на

экран в виде текстовых данных и графиков.

Каждый экран системы состоит из нескольких ключевых элементов: в верхней части находится панель управления для удобного переключения между основными экранами и основная часть – для каждого экрана она своя. На панели управления имеются несколько кнопок: «АРМ ГМ», «Настройки URL» и «Параметры детекторов». На главной странице в основной части отображается информация, которая была получена от детекторов. Она включает в себя как данные детекторов, так и ошибки при получении данных в случае обрыва сетевого подключения, пример представлен на рисунке 1.

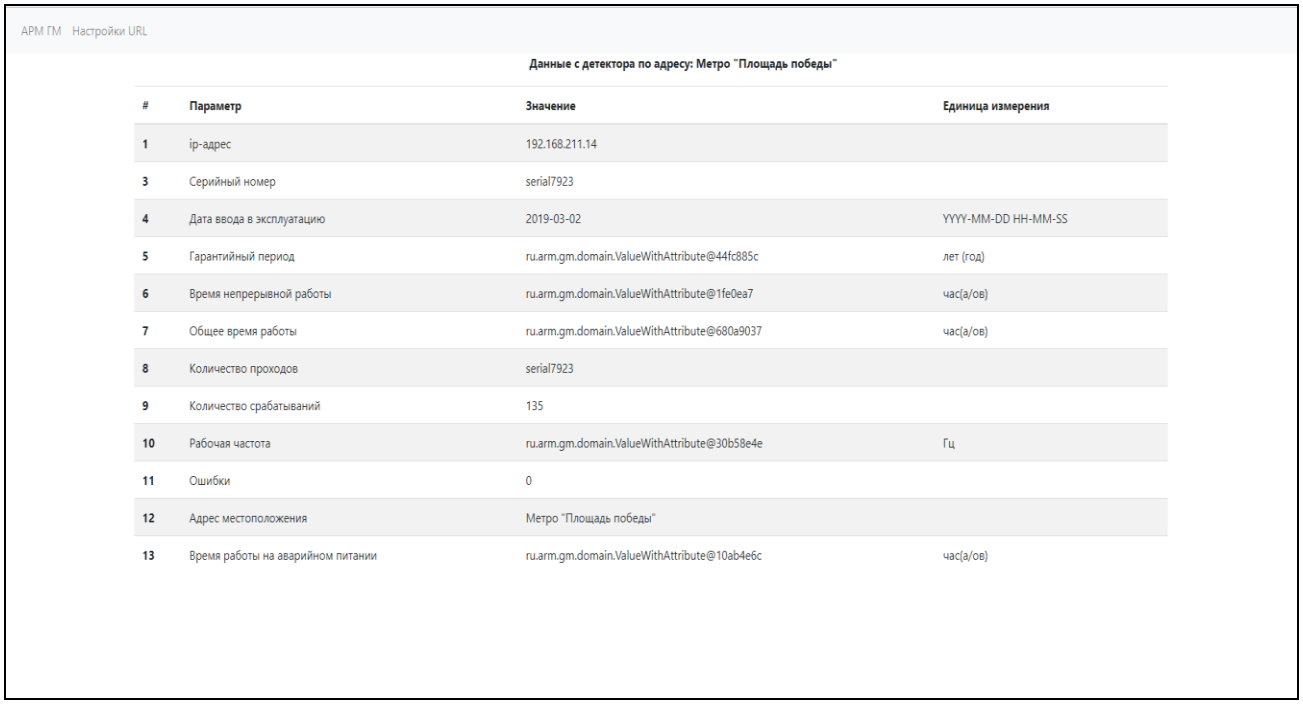


Рис. 1. Внешний вид главной страницы

Страница с настройками URL служит для отображения уже подключенных детекторов, так же содержит форму для создания нового источника информации и редактирования существующих источников (рис. 2).

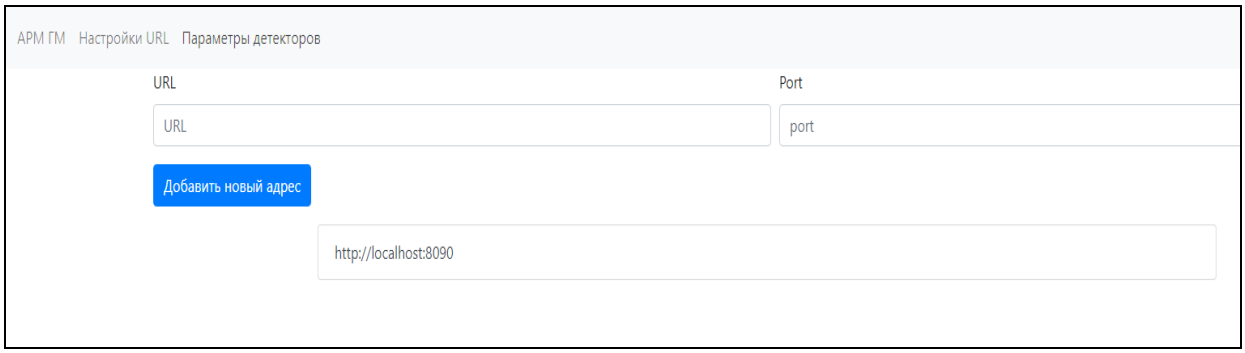


Рис. 2. Внешний вид страницы для настройки источников информации

На странице «Параметры детекторов» отображаются собранные данные в текстовом и графическом виде. На рисунке 3 представлен основной вид страницы. В верхней части находится панель быстрого доступа. В основной части расположены следующие основные элементы:

- Фильтр по временному периоду. Он устанавливает период подсчета статистики. Его значения могут быть: день, неделя, месяц.
- График обнаружений по местам расположения металлодетекторов. Он

отображает количество обнаружений по местам расположения детекторов относительно периода.

- Карточка с информацией по конкретному детектору. В нем отображается основная информация по детектору. В карточке присутствует клавиша для отображения более детальной информации по детектору в графическом виде – с помощью графиков (рис 4).

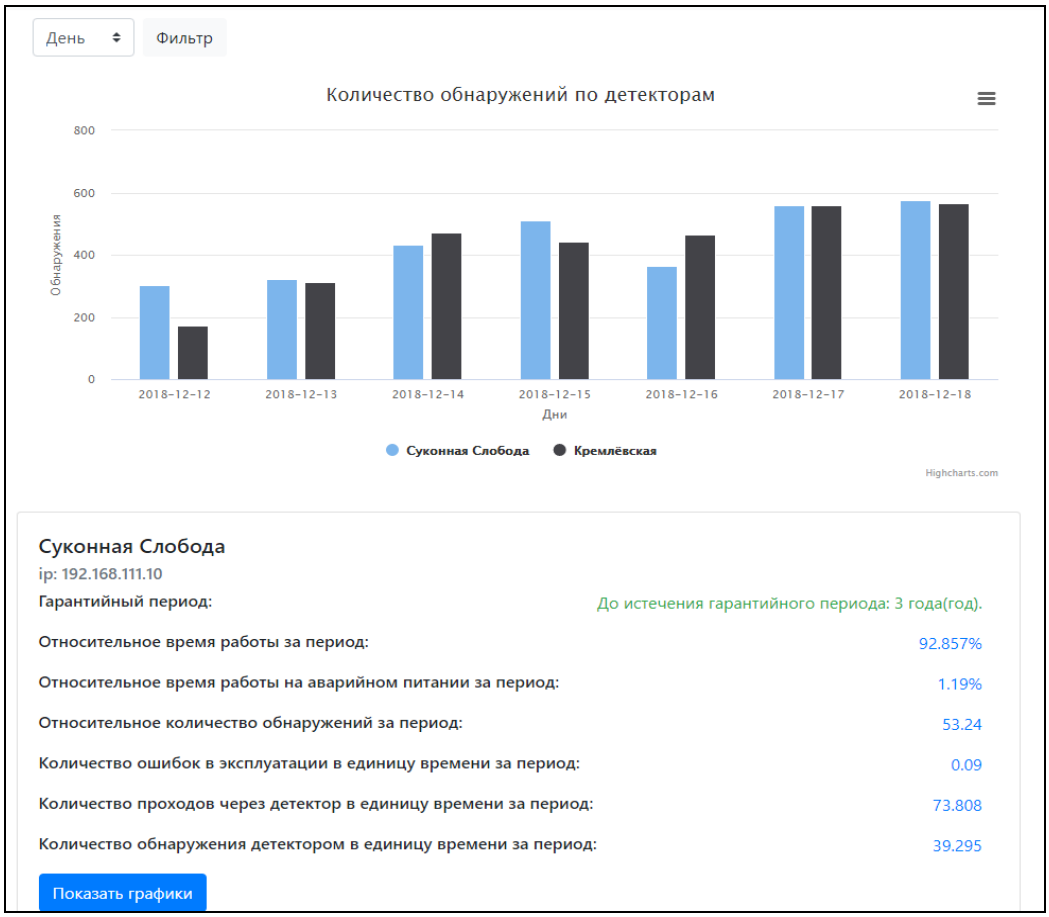


Рис. 3. Внешний вид страницы с параметрами детекторов

Таким образом, в статье описаны основные законодательные документы в сфере транспортной безопасности, описаны алгоритмы сбора и предварительного анализа собранных с детекторов данных, представлен интерфейс программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Постановление Правительства РФ от 26.09.2016 №969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности», глава 4.

2. *Маршал Б.* XML в действии - М.: Издательство «Триумф», 2002. – 368 с.

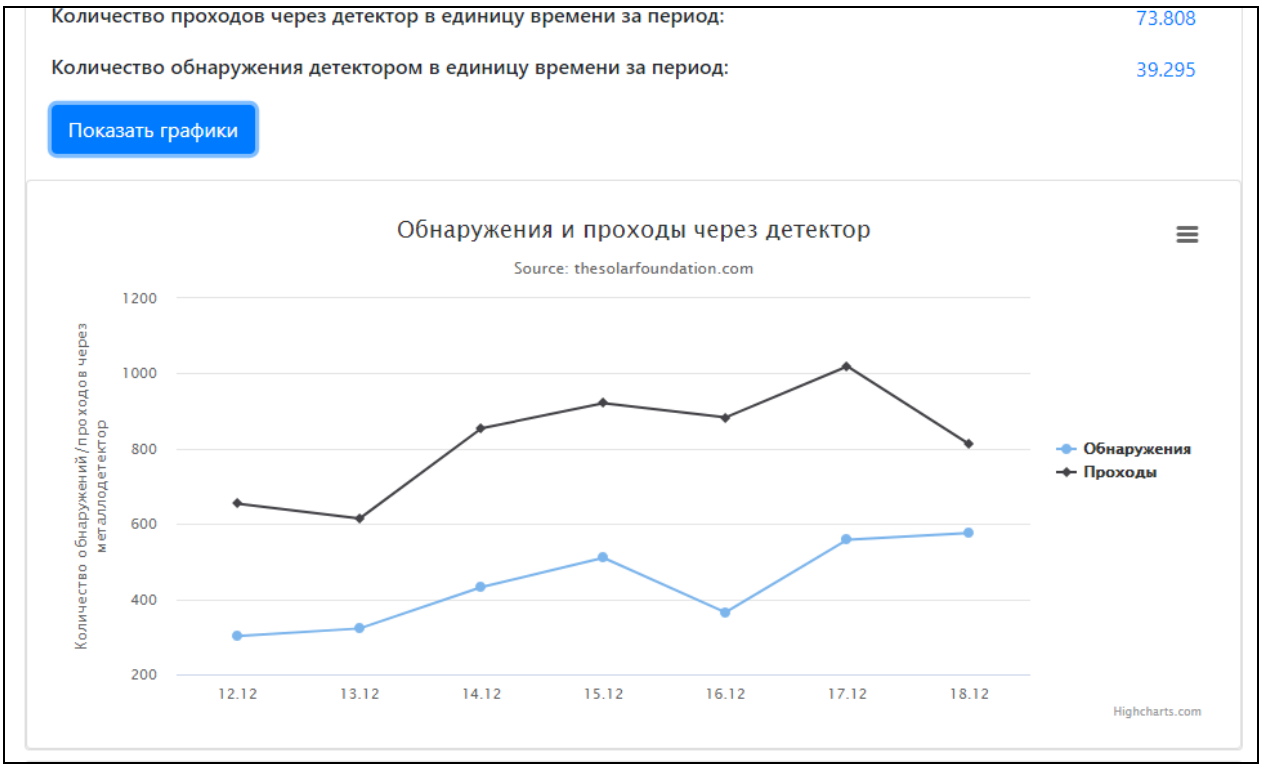


Рис. 4. Внешний вид графика «Обнаружения и проходы через детектор»

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF COLLECTION OF RESULTS OF TECHNICAL MONITORING DATA FROM METAL DETECTORS GROUP

Zharnov D.
mailfrreg@yandex.ru
Supervisor: R. Sirazetdinov, Doctor of Technical Sciences, Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article discusses the process of creating software for collecting data from a group of metal detectors. Regulatory acts are described, on the basis of which it is necessary to organize the network interaction of the metal detectors and the server. The article presents the algorithm of the results collection system, the program interface.

УДК 004.932

ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВАВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ

Залялов Д.В.
d.v.zal@yandex.ru
Научный руководитель: М.П. Шлеймович, канд. техн. наук, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань*)

В данной работе выполнен анализ существующих методов и алгоритмов, которые могут использоваться в системах автоматического распознавания автомобильных номеров.

Существует множество подходов к распознаванию автомобильных номеров, но все они сводятся к обязательному выполнению следующих действий [1]:

1. Локализация;
2. Нормализация;

3. Сегментация;
4. Распознавание;
5. Синтаксический анализ.

Первый шаг предназначен для поиска области изображения в которой находится номерной знак автомобиля. После успешного нахождения области с номером, она вырезается и рассматривается отдельно от исходного изображения. Для локализации применяются различные алгоритмы. Рассмотрим самые популярные из них:

Метод Виолы – Джонса. Он разработан и представлен в 2001 г. Полом Виолой и Майклом Джонсом. Данный метод стал одним из популярных методов для поиска объекта на изображении в силу своей высокой скорости и эффективности. Этот подход основан на применении каскадов Хаара.

Каскад Хаара – способ обнаружения объектов на изображении, основанный на машинном обучении [2]. Обученный каскад Хаара, принимая на вход изображение, выполняет задачу классификации, т.е. определяет, есть ли на изображении искомый объект или нет. Правильно обученный каскад Хаара имеет хорошую скорость выполнения классификации, а также неплохую устойчивость к разного рода отклонениям. Каскады Хаара базируются на признаках.

Признаки Хаара представляют собой отображение изображения во множество смежных прямоугольных областей (признаков). Пример прямоугольных примитивов Хаара представлен на рис. 1.

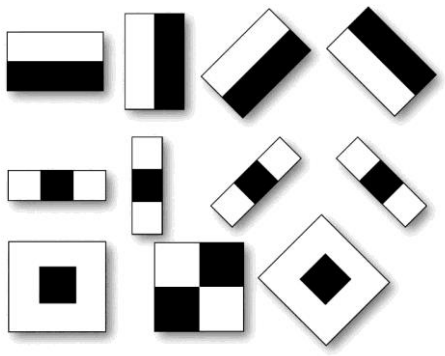


Рис. 1. Примитивы Хаара

Далее значение признака вычисляется по формуле:

$$F = Y - X, \quad (1)$$

где Y – сумма интенсивности пикселей, попавших в белую область, а X – сумма интенсивности пикселей из черной. На этапе обнаружения заданной области в методе Виолы – Джонса используется окно определенного размера, которое перемещается по изображению. Признак Хаара рассчитывается для каждой области изображения, над которой проходит окно. Наличие или отсутствие предмета в окне определяется разницей между значением признака и обучаемым порогом. Высокую точность обнаружения заданных объектов на изображении обеспечивает каскадный классификатор.

Второй, не менее популярный подход – контурный анализ. Данный подход посвящен обработке изображения на основе методов и алгоритмов по нахождению контуров объектов и работе с границами объектов на изображении. Рекомендуется использовать именно этот подход, в виду его высокой скорости и простоты реализации.

На следующем этапе происходит нормализация изображения. Она состоит из двух важных шагов:

1. Исправления искажений перспективы – углы рамки номера становятся прямыми в своей системе координат [3]. Данный шаг реализуется с помощью перспективных преобразований.
2. Выравнивание изображения таким образом, чтобы ориентация номера совпадала с осями глобальной системы координат.

Метод выравнивания, в свою очередь, состоит из нескольких этапов:

1. Определение границ;
2. Определение прямых линий;
3. Определение наиболее интенсивных линий;
4. Вычисление угла между найденной линией и центром;
5. Поворот изображения на найденный угол.

Рассмотрим их более подробно.

Для определения границ будем использовать оператор Канни. Обычно, выделенная область с номером имеет небольшой размер и содержит границы номера. Стандартный российский номер имеет черную рамку, поэтому для определения прямых линии номера имеет смысл использовать алгоритм на основе преобразования Хафа для линий.

Линия может быть представлена как

$$y = ax + b \tag{2}$$

или в параметрической форме, как

$$\rho = x\cos\theta + y\sin\theta, \tag{3}$$

где ρ – перпендикуляр от начала координат до прямой, а θ – угол образованный этим перпендикуляром и горизонталью, измеренный против часовой стрелки [4]. Графически это представлено на рис. 2.

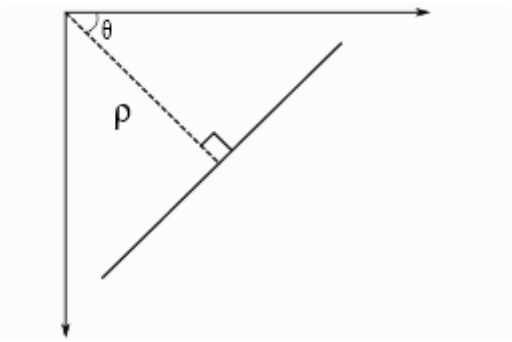


Рис. 2. Координаты линии в параметрической форме

Таким образом, если линия проходит ниже координат, она будет иметь положительное значение ρ и угол меньше 180 градусов. Если выше, то вместо того чтобы брать угол больше 180 градусов, он берется меньше 180, а значение ρ становится отрицательным.

Любая линия может быть представлена набором разных ρ и θ. Поэтому создается двумерный массив или аккумулятор для хранения значений двух параметров. Далее выполняется обход всех значений θ, на каждом шаге текущее значение θ и координат точки подставляются в уравнение прямой и вычисляется значение параметра ρ. Беря во внимание то, что при фиксированном значении параметра θ, через конкретную точку может проходить только одна прямая, можно найти все искомые прямые на изображении.

Для того чтобы быстро определять какой элемент массива соответствует найденной прямой, массив необходимо представить в виде изображения. Для этого надо расположить его элементы в несколько строк таким образом, чтобы все элементы одной строки соответствовали прямым с одинаковым значением ρ равным номеру строки и разными значениями параметра θ, равному номеру элемента в строке. Такое представление иногда называют пространством Хафа. Теперь, для того, чтобы определить, какой элемент массива соответствует прямой со значениями параметров ρ и θ, достаточно найти точку в пространстве Хафа с координатами соответствующими координатами.

Алгоритм преобразования Хафа не является явным для пользователя. Вместо этого он просто возвращает ρ и θ, ρ измеряется в пикселях, а θ в радианах. Однако, необходимо

понимать процесс преобразования, чтобы осознавать назначения входных аргументов функции, выполняющая преобразования Хафа для линий.

После получения данного массива остается только повернуть изображение на полученный угол.

Во время сегментации выделяются места в которых могут находится символы, предназначенные для распознавания. Самым простым подходом для сегментации символов является использование шаблона. Шаблон можно представить в виде темных прямоугольников, соответствующих символам [5]. Пример представлен на рис. 3.

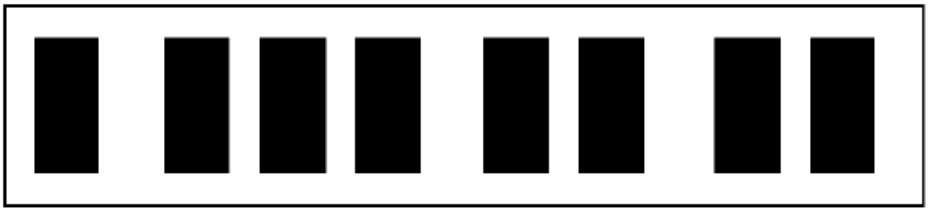


Рис. 3. Шаблон расположения символов

Главным требованием для эффективной сегментации является точное определение рамки номера на этапе нормализации, а любое отклонение будет способствовать ухудшению сегментации символов номера.

Другой вариант сегментации использует гистограммный подход. Суть данного метода сводится к построению гистограммы интенсивности в каждом столбце изображения и анализа тех мест, где данная интенсивность значительно отличается от порогового значения. Недостатком является высокая чувствительность к шумам и дефектам изображения особенно между символами. В связи с этим гистограмма может не показывать ярко выраженные максимумы между символами.

Третий способ сегментации сводится к контурному анализу. Находятся контуры, которые представляют собой последовательность точек изображения, определяются те из них, которые является границами областей символов. Это происходит путем фильтрации контуров по определенным критериям. Преимуществом сегментации, основанной на контурном анализе, является то, что она является менее требовательной к условиям реализации так как, используются обобщённые геометрические методы.

Для реализации пунктов 1 – 3 чаще всего используется библиотека компьютерного зрения OpenCV.

Процедура непосредственно распознавания предназначена для формирования строки символов и реализуется как классификатор. Существуют несколько методов реализации таких классификаторов:

- шаблонные (растровые);
- признаковые;
- структурные.

На основе данных методов создаются специальные OCR библиотеки для распознавания символов. Они представляют собой механическое или электронное преобразование изображений напечатанного текста в оцифрованный текст. Текст полученный таким образом может быть сохранен, скопирован или отредактирован в текстовом редакторе.

Вот три наиболее популярные из них:

1. Google Text Recognition API;
2. Tesseract OCR;
3. Anyline.

На этапе синтаксического анализа выполняется определение элементов строки, содержащей символы номера. Данные элементы могут различаться согласно стандартам стран регистрации автотранспортных средств.

В работе произведен анализ существующих методов и алгоритмов автоматического распознавания автомобильных номеров. Среди них были выявлены наиболее точные и быстродействующие. Стоит отметить, что для распознавания символов лучше использовать готовую библиотеку компьютерного зрения Tesseract. Она совмещает в себе высокую скорость работы, легкую настройку и хорошие результаты распознавания.

Проведенный анализ является основой для выбора оптимальных алгоритмов, которые в последствии будут использоваться при реализации системы распознавания автомобильных номеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кирпичников А.П. Автоматическое распознавание автомобильных номеров. / А.П. Кирпичников, С.А. Ляшева, А.В. Обухов, М.П. Шлеймович. // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №4. – С. 218-222.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
3. Adrian Kaehler and Gary Bradski. Learning OpenCV 3. ISBN 978-1-491-93799-0. United States of America: O'Reilly Media, December, 2016. – 1018 p.
4. Онлайн документация OpenCV. [Электронный ресурс] URL: https://docs.opencv.org
5. Обухов А.В., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы автоматического распознавания автомобильных номеров // Вестник Чувашского университета. 2016. №3. – С. 201-208.

OVERVIEW OF METHODS AND ALGORITHMS FOR AUTOMATIC RECOGNITION OF CAR NUMBERS

Zalyalov D.
d.v.zal@yandex.ru
Supervisor: M. Shleymovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

In this paper, the analysis of existing methods and algorithms that can be used in automatic recognition of car numbers.

УДК 004.94

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ С ДИОДНЫМ МОСТОМ

Зарипов М. Р., Рафиков Р. Н.
zar502z@mail.ru, railrafikov98@mail.ru
Научный руководитель: Л. Н. Багаутдинова, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье речь идет о моделировании электрической схемы с диодным мостом в графической среде Simulink. Рассматривается конкретный пример, в котором происходит сглаживание переменного напряжения с помощью однофазного моста. Приводятся скриншоты для построения этой электрической цепи и получения результатов.

Введение

Simulink – это графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов, строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы.

Интерактивная среда Simulink, позволяет использовать уже готовые библиотеки блоков для моделирования электросиловых, механических и гидравлических систем, а также применять развитый модельно-ориентированный подход при разработке систем управления, средств цифровой связи и устройств реального времени. Simulink интегрирован в среду MATLAB [1].

Цель работы - использование среды Simulink для создания схемы выпрямителя на основе однофазного моста Гретца.

Диодный мост – электрическое устройство, для преобразования переменного тока в пульсирующий. Такое выпрямление называется двухполупериодным. На рис. 1 а, б представлен мост из четырех диодов.

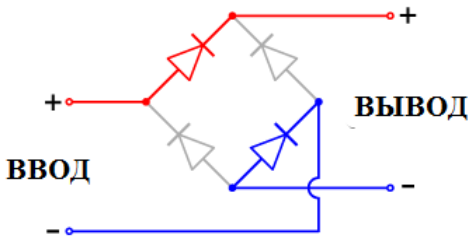


Рис. 1а. Выпрямление положительной полуволны

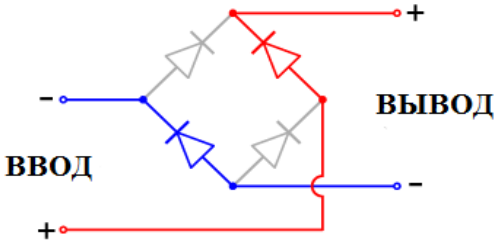


Рис. 1б. Выпрямление отрицательной полуволны

Для получения постоянного (не пульсирующего) напряжения к схеме подключают фильтр на конденсаторе, а также, возможно, дроссель и стабилизатор. Один из более простых примеров показан на рисунке 2.

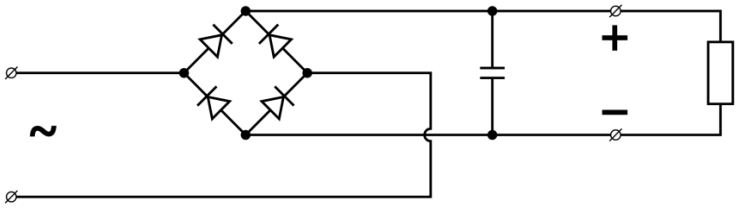


Рис. 2. Сглаживание выхода диодного моста с помощью конденсатора

Экспериментальная часть

Для создания электрической схемы мы использовали различные элементы из библиотеки Simulink Library (рис. 3).

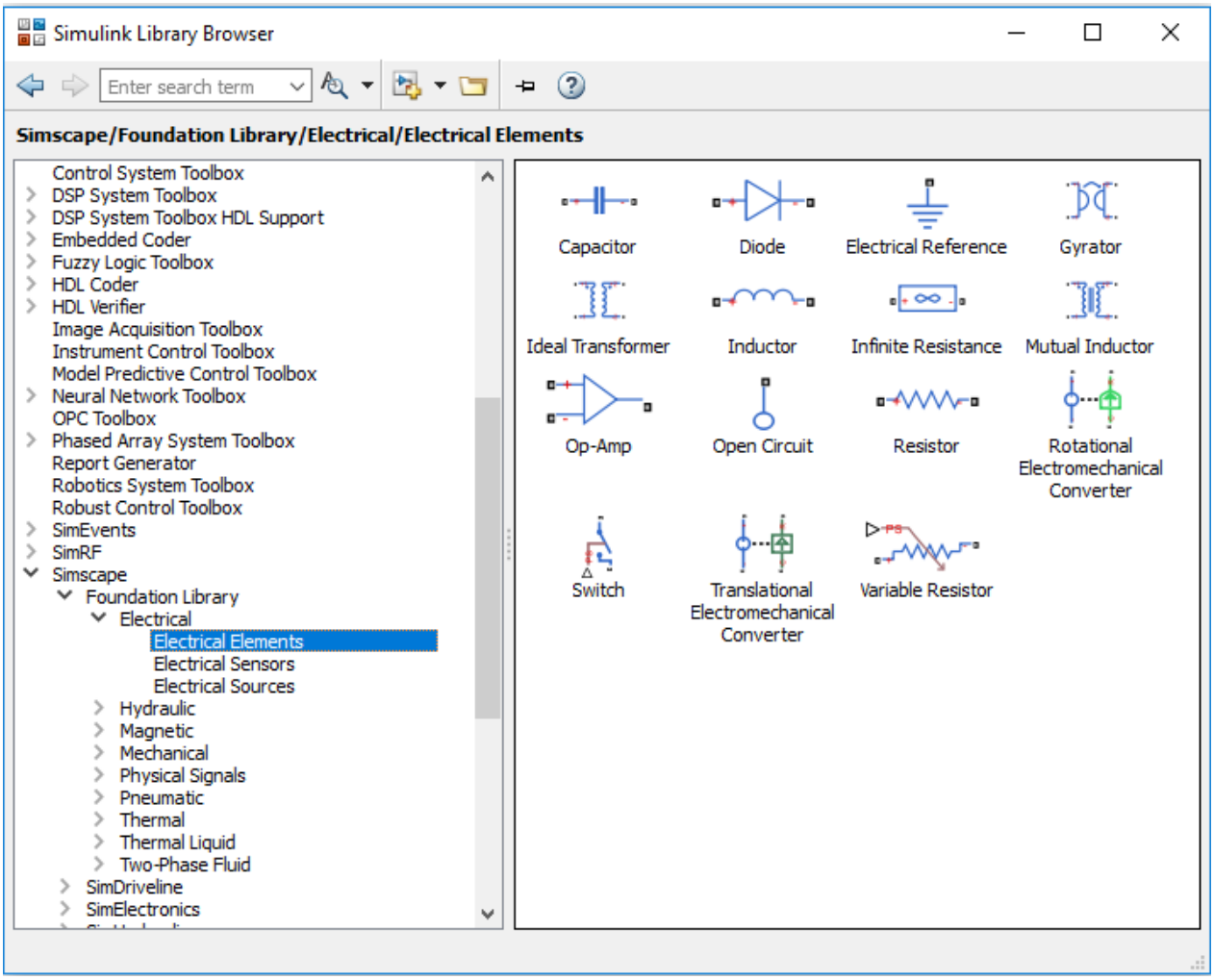


Рис. 3 Интерфейс библиотеки Simulink Library

Далее была смоделирована схема с диодным мостом. В ней мы использовали источник переменного напряжения, 4 диода, резистор, вольтметр, конвертер, осциллограф и заземлитель. Собранная схема представлена на рис. 4.

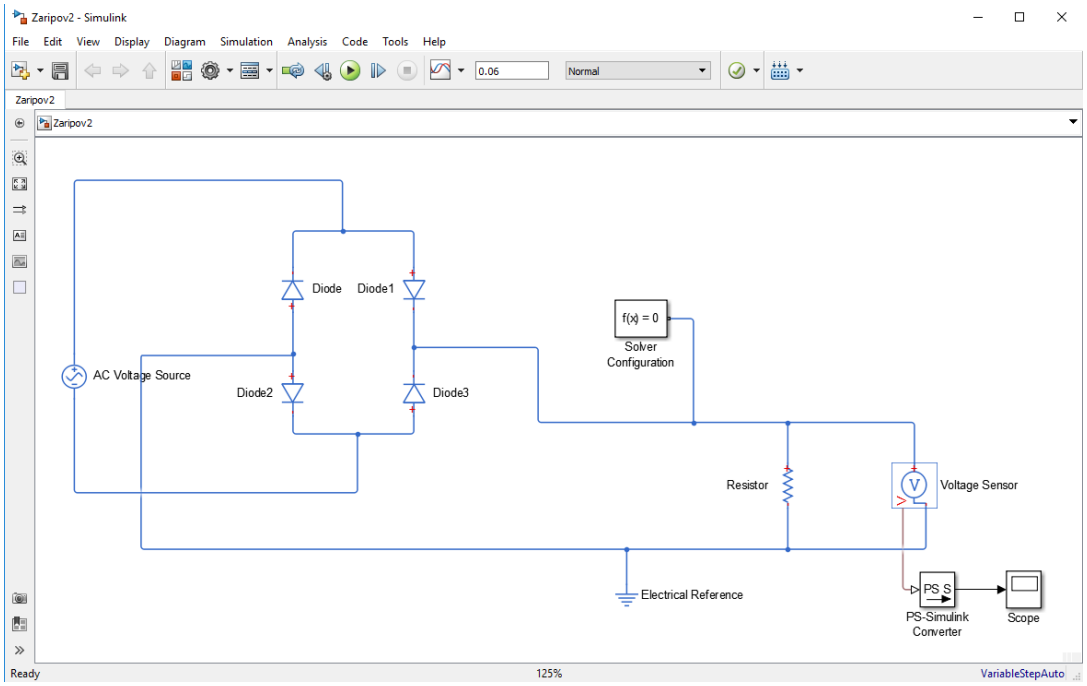


Рис. 4. Смоделированная схема с диодным мостом

Для работы модели необходимо задать электрические параметры элементов. Источник получил пиковое напряжение в 20В и частоту в 50Гц. Диоды получили напряжение 0.6В и сопротивление в 0.3 Ом. Резистор имел сопротивление в 1 Ом.

Длительность работы схемы была задана следующим образом. При известной частоте источника напряжения был произведен расчет периода полуволны T=0.01 сек. Был выбран промежуток в 0.06 сек для получения шести полуволн. После запуска работы модели получили изображение волны на осциллографе, которое представлено на рис. 5.

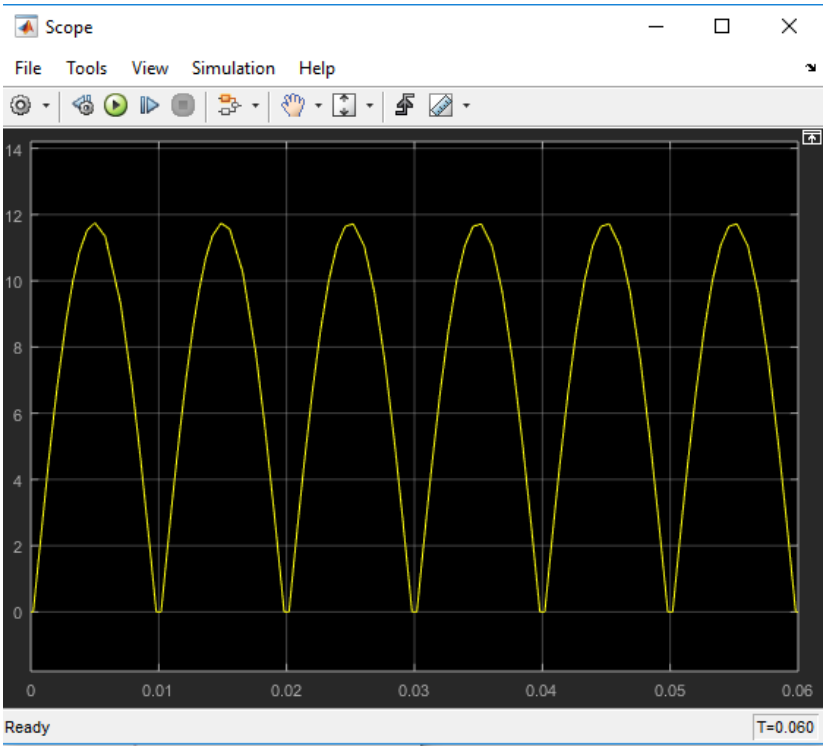


Рис. 5. Интерфейс осциллографа с преобразованной волной напряжения

На осциллографе заметно падение напряжения: из поданных 20В остается 11.75В на пике амплитуды.

В работе показана возможность моделирования электрических выпрямительных схем с использованием графической среды Simulink, интегрированной в среду MATLAB.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Справочный сайт по MATLAB: https://matlab.ru/products/simulink.

APPLICATION OF SIMULINK GRAPHIC ENVIRONMENT FOR MODELING THE ELECTRICAL SCHEME WITH A DIODE BRIDGE

Zaripov M., Rafikov R.
zar502z@mail.ru, railrafikov98@mail.ru
Supervisor: L. Bagautdinova, Assistant Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article deals with the simulation of an electrical circuit with a diode bridge in the Simulink graphical environment. A specific example is considered, in which the alternating voltage is smoothed using a single-phase bridge. There are screenshots for building this electrical circuit and getting results.

УДК 654.16

ПОВЫШЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ БС В IoT СЕТЯХ СОТОВОЙ СВЯЗИ 5-ОГО ПОКОЛЕНИЯ

Иванов В.В., Бондарева И.И.
ivanov@niuitmo.ru
Научный руководитель: В.А. Григорьев, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург)

Сети сотовой связи на основе стандартов 5G будут иметь множество назначений, включая обмен трафика для IoT, а также для интернет-трафика мобильных устройств. Городская среда характеризуется высокими требованиями к спектральной эффективности, ввиду необходимости обслуживания большого числа абонентских устройств, подключенных в небольшой географической зоне, либо повышенными требованиями к пропускной способности.

В статье рассмотрено влияние уменьшения расстояния между базовыми станциями на эффективность использования спектра в городской местности при использовании сети 5G.

Моделирование канала

В соответствии с рекомендациями 3GPP по моделированию канала, описанными в соответствующей спецификации 5G/NR [5], в данной работе мы базируемся на статистической модели, в которой различные препятствия для радиоволн, такие как здания, деревья, движущиеся автомобили, вызывают переотражения, рассеяние и дифракцию, из-за чего на входе приемника наблюдается суперпозиция множества копий сигнала, пришедших по разным путям, и, соответственно, с разными задержками.

Величина потерь мощности в данной работе рассчитывается по выражениям для городской местности (Urban Macro, UMa, [38.901 табл. 7.4.1-1]) [5]. с учетом вероятности линии прямой видимости (7.4.2-1).

В текущем моделировании как изображено на рисунке 1, в соответствии с рекомендациями из [38.901] [5], базовые станции располагаются гексагональной решеткой на крышах зданий, на высоте около 25 м. Абонентские устройства (АУ) случайным образом расставлены на различных этажах зданий, на высоте 1.5 м, на нижних этажах с большей вероятностью, чем на высоких.

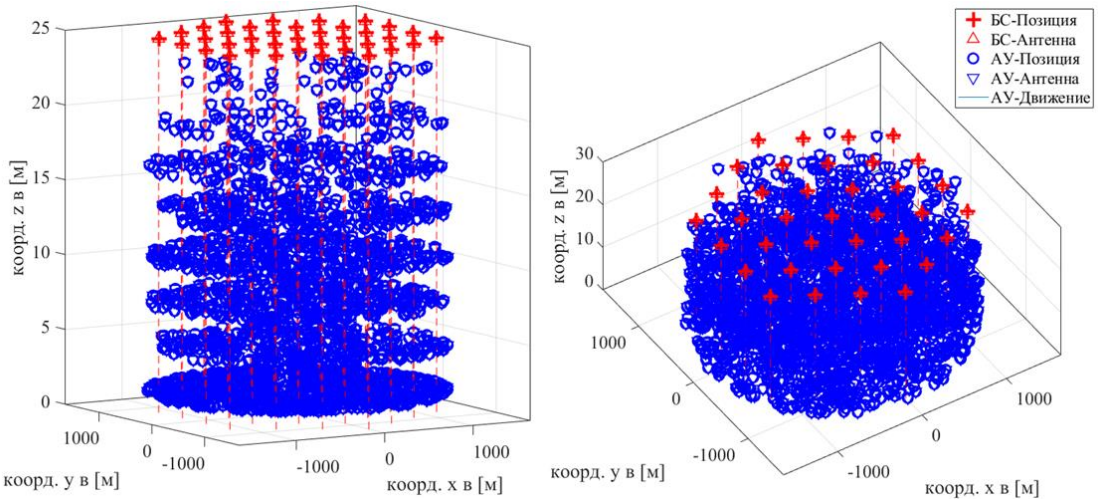


Рис. 18. Схема расположения БС и АУ

Антенны базовых станций (БС) предполагаются трехсекторными с одной панелью в каждом секторе по 10 вертикально-поляризованных элементов по вертикали и одному элементу по горизонтали. Элементы антенн БС и антенны АУ предполагаются всенаправленными.

При расположении БС ближе друг к другу, снижаются средние потери между АУ и ближайшей обслуживающей БС, но при этом увеличиваются помехи от соседних БС. Чтобы определить, насколько данные величины в городской среде повлияют на эффективность использования спектрального ресурса, мы выполнили моделирование на уровне канала и на физическом уровне.

На рисунке 2 представлены результаты моделирования средней величины потерь между АУ и ближайшими к ним обслуживающими БС. Моделирование проведено для трех вариантов расстояний между БС: 450 м, 500 м и 550 м; и для трех вариантов несущей частоты: 0.5 ГГц, 1.5 ГГц и 2.5 ГГц. Количество пользователей в моделировании – устанавливалось от 1000 до 2000. Количество пользователей не влияет на абсолютные величины геометрического отношения сигнал / (интерференция + шум) (ОСИШ) и средней величины потерь, но определяет гладкость кривых и качество их сходимости.

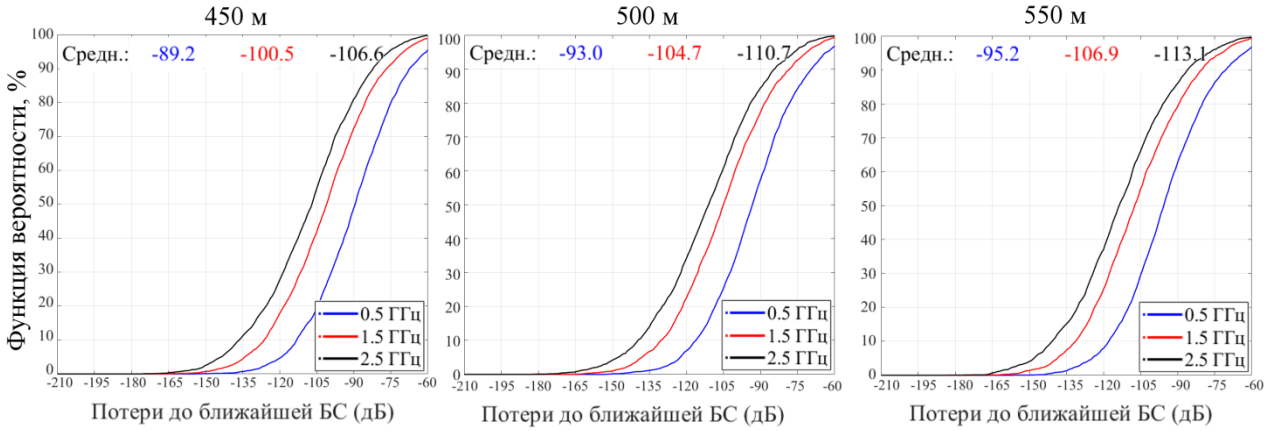


Рис. 19. Распределение вероятности средней величины потерь между АУ и ближайшей обслуживающей БС для 3-х величин расстояний между БС: 450 м, 500 м и 550 м и трех величин несущей частоты (0.5 ГГц, 1.5 ГГц и 2.5 ГГц)

Из рисунка 2 следует вывод, что при уменьшении расстояния между БС от принятых по спецификации 500 м до 450 м, в среднем величина потерь снизится примерно на 4 дБ для всех несущих частот. При увеличении расстояния от 500 м до 550 м, величина потерь увеличивается приблизительно на 2.2 дБ. При снижении расстояния от 550 м до 450 м, соответственно, снижение потерь составит 6 дБ.

На рисунке 3 представлены результаты моделирования среднего ОСИШ, учитывающего помехи от соседних базовых станций, оперирующих на тех же частотах. Смысл данной величины – во сколько раз мощность, пришедшая от ближайшей БС, меньше по сравнению с суммарными мощностями, пришедшими от соседних БС. Так же как и потери, абсолютные величины ОСИШ не зависят от числа АУ, но уточняются при увеличении числа АУ.

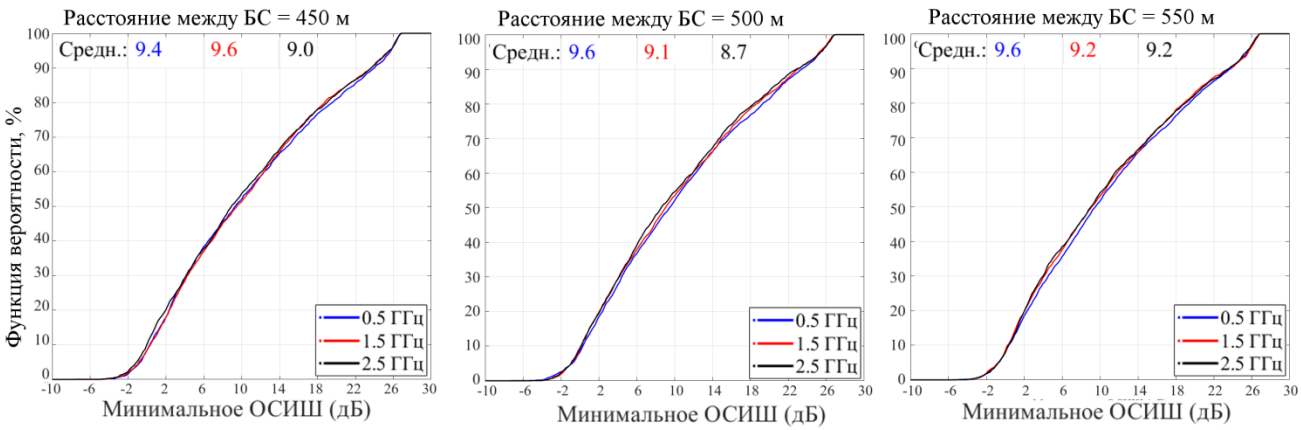


Рис. 20. Распределение вероятности геометрического ОСИШ, учитывающего помехи от соседних БС для 3-х величин расстояний между БС: 450 м, 500 м и 550 м и трех величин несущей частоты (0.5 ГГц, 1.5 ГГц и 2.5 ГГц)

Из рисунка 3 следует вывод, что при изменении расстояния между БС от принятых по спецификации 500 м на 50 м в любую сторону, в среднем минимальное ОСИШ меняется менее чем на 0.5 дБ и в среднем составляет около 9 дБ. Функция распределения растет практически линейно от -3 дБ до 27 дБ.

Моделирование физического уровня

Чтобы понять, как рассчитанные выше величины изменения ОСИШ повлияют на эффективность использования спектра, было необходимо произвести моделирование на физическом уровне, моделирование выполнено с помощью демо-версии MATLAB 5g toolbox.

В 5G используется кодирование кодами малой плотностью проверок на чётность (LDPC), а также мультиплексирование с ортогональным разделением поднесущих (OFDM) [3].

На рисунке 4 представлены результаты расчета пропускной способности сети. На данных графиках проценты обозначают долю успешно декодированных передаваемых кодовых слов для восьми из пятнадцати принятых в спецификации [6] модуляционно-кодовых схем (MCS), определяемых форматом модуляции и кодовой скоростью (R). Остальные семь схем приходятся на 256QAM, эффективность которого мала в городском сценарии или только для контрольных каналов. Для получения каждой кривой были переданы по 100 фреймов, каждый из которых состоит из десяти сабфреймов по 1 мс. Для выбранных параметров нумерологии – ширины канала 5 МГц и расстояния между поднесущими 15 кГц каждый сабфрейм состоит из 14 OFDM-символов. Число поднесущих, заполненных данными равно 300, а длина блока преобразования Фурье равна 512.

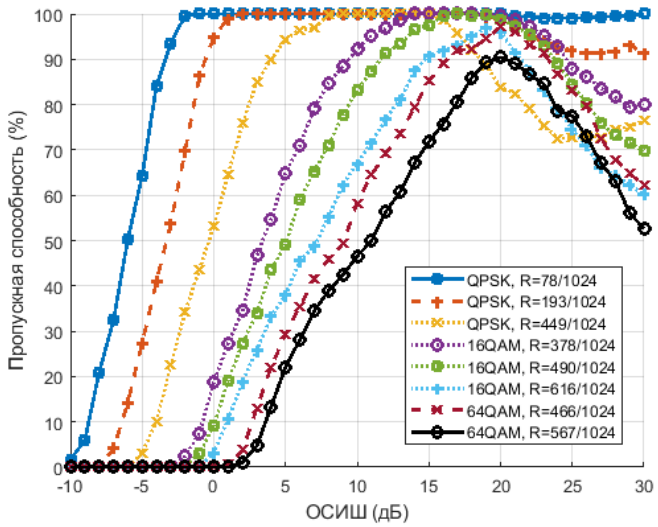


Рис. 21. Моделирование пропускной способности физического уровня 5G/NR для различных принятых в спецификации [38.214] форматов модуляции и скоростей кода

Из рисунка 4 видно, что гарантированная передача данных для QPSK и 16QAM начинается с некоторого минимального ОСИШ. Например, для низшей модуляционно-кодовой схемы (Modulation and Coding Scheme, MCS) QPSK с R = 78/1024 минимальное ОСИШ для 100% передачи составляет приблизительно -2 дБ, а для 16QAM с R= 378/1024 минимальный ОСИШ составляет примерно 13 дБ. Для 64QAM из-за особенностей работы MMSE-эквалайзера, на высоких ОСИШ, 100% успешно переданных кодовых слов достигнуть невозможно.

Также из данного моделирования можно заключить, что для перехода значительного процента пользователей на более высокую MCS, а соответственно на режим с большей спектральной эффективностью, скачек по ОСИШ должен составить от 4 до 6 дБ (Таблица 1), что соответствует изменению средних потерь при снижении расстояния между БС от 500 м до 450 м (4 дБ) м, и от 550 м до 450 м (6 дБ).

Таблица 1

Расчет среднего шага по ОСИШ и выигрыша спектральной эффективности при увеличении MCS

Критич. ОСИШ	Шаг ОСИШ	Множитель спектральной эффективности	Выигрыш в спектральной эффективности	Средний выигрыш спектральной эффективности
-2	-	78	-	-
2	4	193	2.47	-
8	4	449	2.33	-
14	6	756	1.68	-
16	4	980	1.30	1.95

Заключение

Из проведенного выше моделирования, можно заключить, что при снижении расстояния между базовыми станциями в городском сценарии на 50 – 100 м, произойдет повышение используемой модуляционно-кодовой схемы на один шаг. Это соответствует среднему увеличению в эффективности использования спектрального ресурса в 2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Тихвинский В.О., В.А.Коваль, Г.С.Бочечка.* Интернет вещей: международная стандартизация// Электросвязь. – 2017. - № 2

2. *Yuan H.*, Li E., Zeng F. Filter Design for Suppressing Sidelobe Interference in NC-OFDM System //2018 International Symposium on Communication Engineering & Computer Science (CECS 2018). – Atlantis Press, 2018.

3. *Mabrouk M. B.* et al. A precoding-based PAPR reduction technique for UF-OFDM and filtered-OFDM modulations in 5G systems //European Wireless 2017; 23th European Wireless Conference. – VDE, 2017. – С. 1-6.

4. *S.Jaeckel, L.Raschkowski, K.Borner, and L.Thiele*, “QuuaDRiGa: “Quasi Deterministic Radio Channel Generator, User Manual and Documentation”, Fraunnhofer Heinrich Hertz Institute, v2.0.0,2017.

5. 3GPP TR 38.901 “Study on channel model for frequencies from 0.5 to 100 GHz” v15.0.0 Jun. 2018

6. 3GPP TS 38.214, “NR; Physical layer procedures for data”; v15.5.0, Mar. 2019.

7. Рекомендация МСЭ-Т Y.2060. Обзор интернета вещей.

SPECTRAL EFFICIENCY INCREASE BY MEANS OF INTERSITE DISTANCE REDUCTION IN 5G IOT CELLULAR NETWORKS

Ivanov V., Bondareva I.

ivanov@niuitmo.ru

Supervisor: V. Grigorev, Doctor of Engineering Science, Professor

(Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg)

5G standards-based cellular networks will be exploited for several different applications, including data transmission in IoT networks and for mobile internet services. Urban scenario rigidly requires high spectral efficiency as there are many users in compressed areas requiring high throughputs.

In this paper we investigate the consequences of intersite distance reduction in terms of effect on spectral efficiency in urban cellular 5g networks.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЛИНИИ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Ильичев Р.Е., Инцын К.О.
romanilichev@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлена имитационная модель линии обработки зерна, её структурная схема организации работы, а так же текстовое описание схемы. Данная модель было разработана в имитационной среде моделирования AnyLogic. Приведенная модель линии обработки зерна оптимизирована за счет объемов танков (хранилищ) и скорости перемещения ресурса (зерна) между танками. Обоснование возможности использования приведенного алгоритма является временные и объемные характеристики модели, емкостей танков, скорости перемещения и среднем времени нахождения транзактов в системе. Данные, приведенные в таблице получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, а именно оптимизация времени нахождения транзактов в системе, при минимально возможной скорости перемещения ресурсов и объемам танков.

Введение

Каждый день в мире разрабатываются и внедряются сложные системы, взаимодействующие друг с другом. Такие системы могут образовывать целые группы систем и подсистем, находясь в сложном взаимодействии[1]. Под сложными системами подразумевается не только информационные, но и системы предоставления услуг, массовые системы обслуживания. Для определения оптимальных параметром и условий работы каждой системы разработаны специальные имитационные среды для моделирования работы таких систем при разных загрузках, условиях и состояниях [2]. Имитационная среда позволяет создать электронную копию системы со всеми её параметрами и провести имитационный эксперимент.

Целью такого эксперимента является поиск оптимальных параметров работы системы, при которых будет максимально задействовано оборудование и обсуживающий персонал данной системы, минимизированы расходы на обслуживания данной системы [3], время нахождения транзактов в системе и незадействованные производственные мощности. В нашем случае это будет оптимизация работы линии обработки зерна. Поиск этих параметров осуществляется средствами имитационной среды моделирования AnyLogic. Данная среда позволяет провести имитационный эксперимент, эксперимент по оптимизации системы путем перебора результатов декартового произведения всех возможных значений параметров[4].

Результатом такого эксперимента будут значения оптимальных параметров работы линии обработки зерна и её оптимизация.

Описание системы работы склада

Зерно поступает от условного поставщика в танкер (tank). При наполнении танкера открывается клапан (outputValve) и зерно загружается в следующий танкер для первичной обработки (processTank). Затем, после обработки, существует вероятность получения необработанного зерна, тогда срабатывает механизм разделения зерна (fluidSelectOutput) и зерно снова загружается в танкер (tank). Если зерно успешно прошло первичную обработку, поток зерна направляется на разделитель (fluidSplit), который разделяет поток на 2 равные части и направляет его на вторичную обработку в танкер 1 (processTank1) и танкер 2 (processTank2). После вторичной обработки 2 потока зерна сливаются в один с помощью механизма соединения потоков (fluidMerge1) и весь поток выгружается в общий танкер для хранения обработанного зерна (tank1). При наполнении общего танкера хранения открывается клапан (valve) и все зерно выгружается. После опустошения клапан (valve) закрывается, и зерно накапливается снова.

Моделирование и оптимизация.

Система была смоделирована в среде имитационного моделирования AnyLogic. Данное программное обеспечение позволяет разрабатывать довольно сложные и высоко организованные системы [5]. Программа AnyLogic была разработана в 2003 году российской компанией и является мощным средством моделирования и оптимизации сложных систем. AnyLogic позволяет графически создавать и соединять блоки, задавать их параметры[6].

Схема модели линии обработки зерна представлена на рисунке 1.

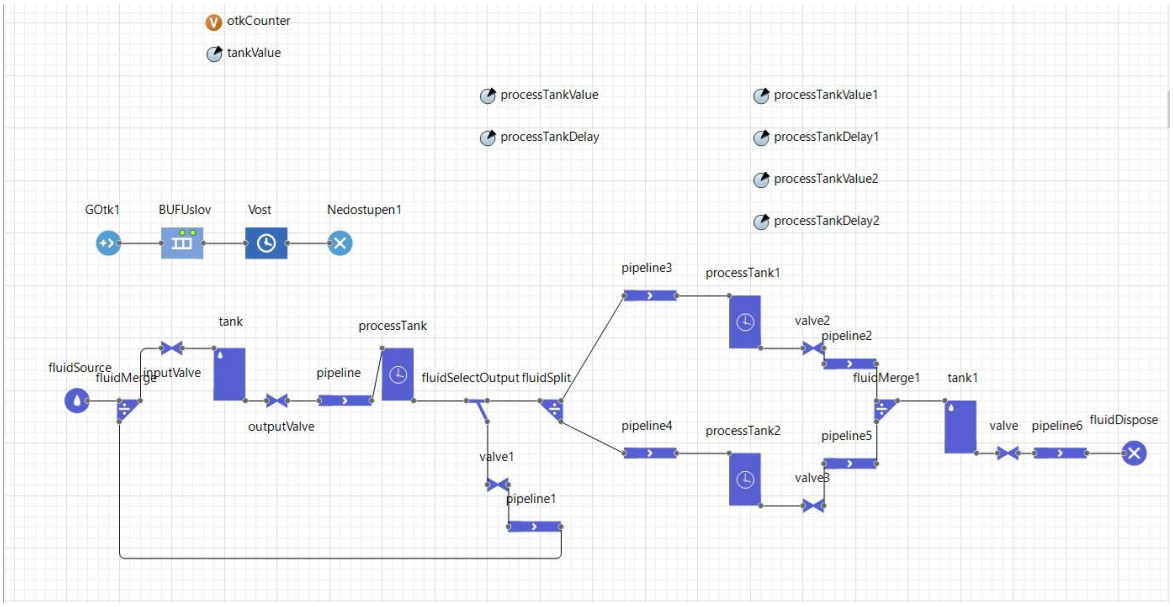


Рис. 1. Схема модели линии обработки зерна

Данная модель работает пока не заполнится полностью последний танк. Результаты оптимизации приведены в таблице 1. Результаты оптимизации Линии Обработки Зерна приведены на рисунке 2. Общее количество оптимизационных экспериментов – 500.

Model_obrabotka_zerna : Optimization

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	132
Функционал	100.73	71.35
Параметры		Copy best
tankValue	400	300
processTankValue	1,500	2,000
processTankDelay	1	1
processTankValue1	1,700	2,000
processTankDelay1	2	1
processTankValue2	1,900	2,000
processTankDelay2	3	1

Рис. 2. Оптимизация исходной модели Линии Обработки Зерна в системе AnyLogic

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	6
tankValue, ед объема	Объем начального танка	500	300	1500	300
processTankDelay, ед времени	Время первичной обработки	2	1	5	1
processTankValue, ед объема	Объем танка первичной обработки	800	300	2000	2000
processTankDelay1, ед времени	Время вторичной обработки танка №1	2	1	5	1
processTankValue1, ед объема	Объем танка вторичной обработки танка №1	1000	300	2000	2000
processTankDelay2, ед времени	Время вторичной обработки танка №2	3	1	5	1
processTankValue2, ед объема	Объем танка вторичной обработки танка №2	1000	300	2000	2000

Выводы

Осуществлена разработка структурной модели Линии Обработки Зерна. Была проведена оптимизация линии за счет увеличения объемов танков первичной и вторичной обработки, уменьшения объемов начального танка и времени обработки зерна в танках. Данный алгоритм позволит уменьшить время заполнения последнего танка линии до 71,35 единиц времени, что должно оказать положительный эффект на эффективности использования производственных мощностей и окупаемости линии в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* О разработке математических моделей, методов и программного обеспечения для проектирования перспективных изделий запрос-ответной аппаратуры / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 155-162.

2. *Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* О построении подсистемы удаленного мобильного доступа к информационным ресурсам некоторой организации / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 139-147.

3. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.* Разработка системы мониторинга состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 19. С. 75-81.

4. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

5. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В.* Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем / Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76.

6. *Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* Краткий обзор графических редакторов структурных моделей сложных систем / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 17. С. 213-221.

OPTIMISATION OF WORK OF LINE GRAIN PROCESSING BY TANKS VOLUME AND SPEED TRANSFER OF GRAIN IN THE SIMULATION MODELING ENVIRONMENT ANYLOGIC

Ilichev R., Intsyn K.
romanilichev@mail.ru
Scientific adviser: V. Mokshin, Cand. Tech. Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article present simulation model of the line grain processing, its structural circuit of work organization, also text description of this circuit. This model was developed in imitation environment of modeling AnyLogic. The simulation model of line grain processing optimized by tank (storage) volume, speed of transfer resource (grain) between tanks. Justification of possibility using this algorithm is a timing and volume characteristics of model, capacity of tanks, speeds of transfers and average time transacting in the system. Data, included in the table was received by conducting an experiment by means AnyLogic, and exactly by optimization time transacting in the system, with minimum speed of resource and volume of tanks.

УДК: 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ ЗА СЧЕТ ВАРЬИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ И РЕСУРСОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Ионова С.А., Камаретдинов И.А.
svetlanya05@mail.ru, kamar9999@icloud.com
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлена имитационная модель автозаправочной станции, её структурная схема организации работы, а также текстовое описание схемы. Данная модель была разработана в имитационной среде моделирования AnyLogic. Приведенная модель центра поддержки клиентов оптимизирована за счет количества сотрудников (кассиров), которые принимают оплату клиентов, а также за счет количества колонок каждого типа. Обоснованием возможности использования приведенного алгоритма оптимизации является время нахождения клиента в системе. Данные, приведенные в таблице получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, а именно минимизация времени нахождения в системе, при варьировании количества сотрудников и колонок в заданных пределах.

Введение

Сложная система — структура, состоящая из элементов и связей между ними и не просто объединенная на каких-либо принципах и отношениях, но необходимо имеющая ресурсы и самоудовлетворяющийся главный критерий функционирования, который, в основном, определяет целостность и качество всей системы [1], это объект, предназначенный для выполнения заданных функций, который может быть расчленен на элементы, каждый из которых также выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы [2].

Суть имитационного моделирования заключается в том, что для изучаемой системы создаётся модель с достаточной точностью, описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации о возможном функционировании системы для которой была создана модель [3].

Имитационные модели позволяют учитывать факторы, которые затрудняют изучение предметной области при аналитическом исследовании и проводить повторные эксперименты с обновлёнными данными, что приводит к экономии не только времени, но и финансовых средств владельца системы [4].

Важнейшим фактором в эффективности процесса обслуживания клиентов, несомненно, является скорость прохождения всех этапов получения услуг.

Высокая эффективность достигается главным образом за счёт достаточного количества колонок каждого типа, к которым подъезжают соответствующие клиенты, а также скорости обслуживания на кассе за счет достаточного количества кассиров. Тем не менее, чрезмерное увеличение количества колонок и обслуживающего персонала может привести к убыткам предпринимателя.

В связи с данными факторами разработка идеального алгоритма является трудоёмкой задачей. Так как проведение подобных экспериментов с целью поиска приемлемого решения в реальных условиях очень сильно уменьшило бы пропускную способность и прибыль предприятия, была создана данная имитационная модель.

Использование имитационного моделирования позволяет описать поведение клиентов, учесть вариативность решений, изучить детальную статистику и поведение системы во времени, а также предсказывать сценарии изменений на различных горизонтах планирования. Практическая полезность данной статьи заключается в том, что в ней приведен пример легко настраиваемой, подробной имитационной модели.

Описание системы работы автозаправочной станции

Клиент подъезжает к колонке (виды бензина: 92, 95, 98, 76; для каждого дублируется часть логической структурной схемы) и отправляется на оплату (блоки hold задерживают транзакт-машину, пока транзакт-водитель, созданный в блоке split совершит оплату и вернется). Далее производится заправка автомобиля. Пока автомобиль стоит у колонки, остальные клиенты не могут подъехать к ней (осуществлено с помощью блоков RestrictedArea). Затем клиент либо покидает систему, либо решает перекусить. Для этого необходимо занять место на парковке у магазина. Если на парковке нет свободных мест, клиент покидает систему. Если есть свободные места, водитель ставит автомобиль на парковку и уходит за покупками(блок hold задерживают транзакт-машину, пока транзакт-водитель, созданный в блоке split совершит покупки и вернется). Затем он возвращается (парковочное место выбирается случайно, точка возврата вычисляется динамически в блоке MoveTo с помощью ждуводителя.getPosition().getX(); для координаты X; аналогично вычисляются координаты Y и Z) и покидает систему. При передвижениях учитываются длины дорог, для этого в схему добавлены блоки MoveTo и Conveyor.

Модель предоставляет возможность динамически варьировать количество ресурсов и наблюдать результат на гистограмме нахождения транзакта в системе. Модель удобна для презентации обывателям за счет 3D-визуализации.

Структурная схема представлена на рис.1.

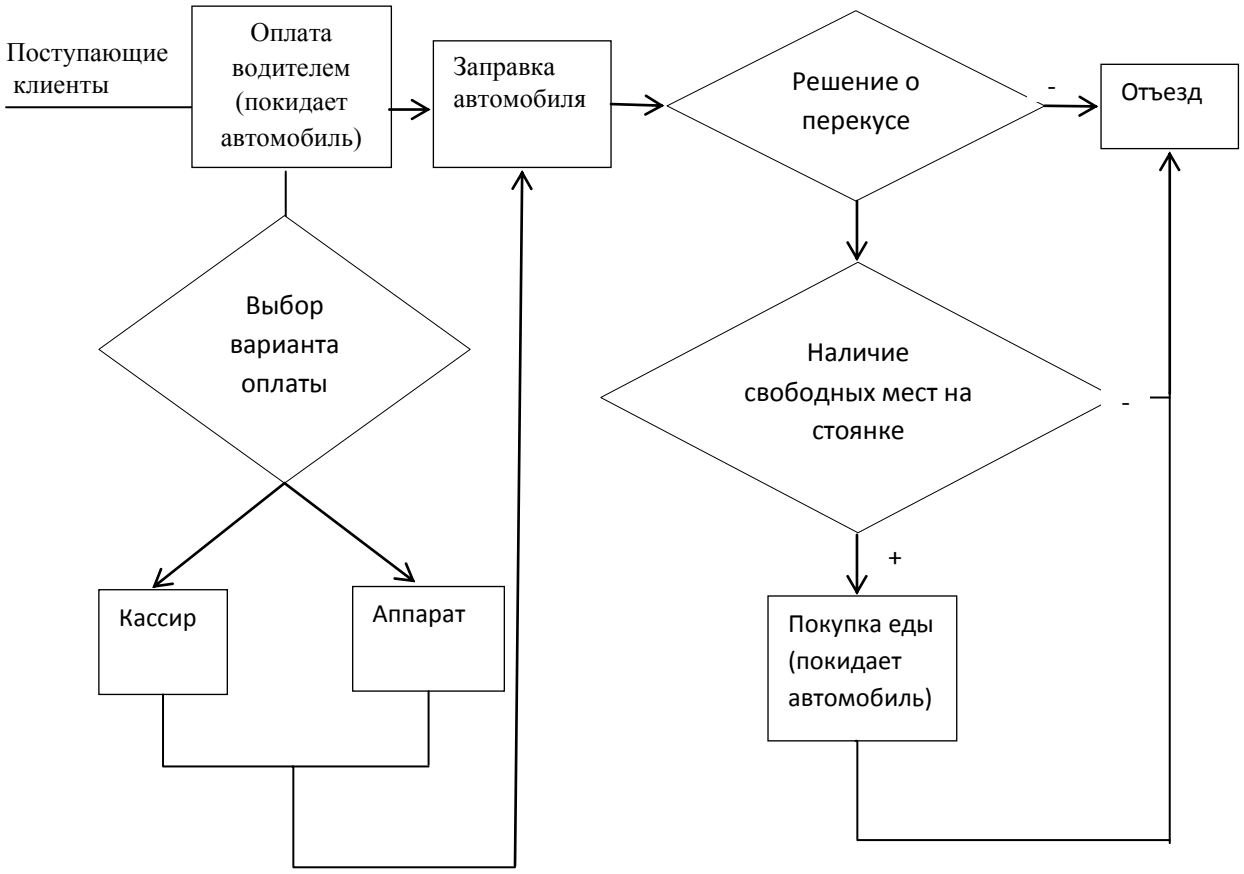


Рис. 1. Структурная схема организации работы автозаправочной станции

Моделирование и оптимизация

Если раньше доминировавшим средством моделирования систем был специализированный язык GPSS, и большинство специалистов по моделированию владели им, то теперь наиболее популярными становятся средства с графическим интерфейсом [5].

Данная система была разработана в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.4. Это мощный инструмент, позволяющий моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем [6]. AnyLogic позволяет создавать графически взаимосвязанные блоки, которые могут работать с различными параметрами. При необходимости возможно использование библиотек, расширяющих возможности моделирования; расширения базового класса транзактов Agent, написанного на одном из самых популярных языков программирования – Java [7].

Схема модели в AnyLogic преставлена на рис.2. +

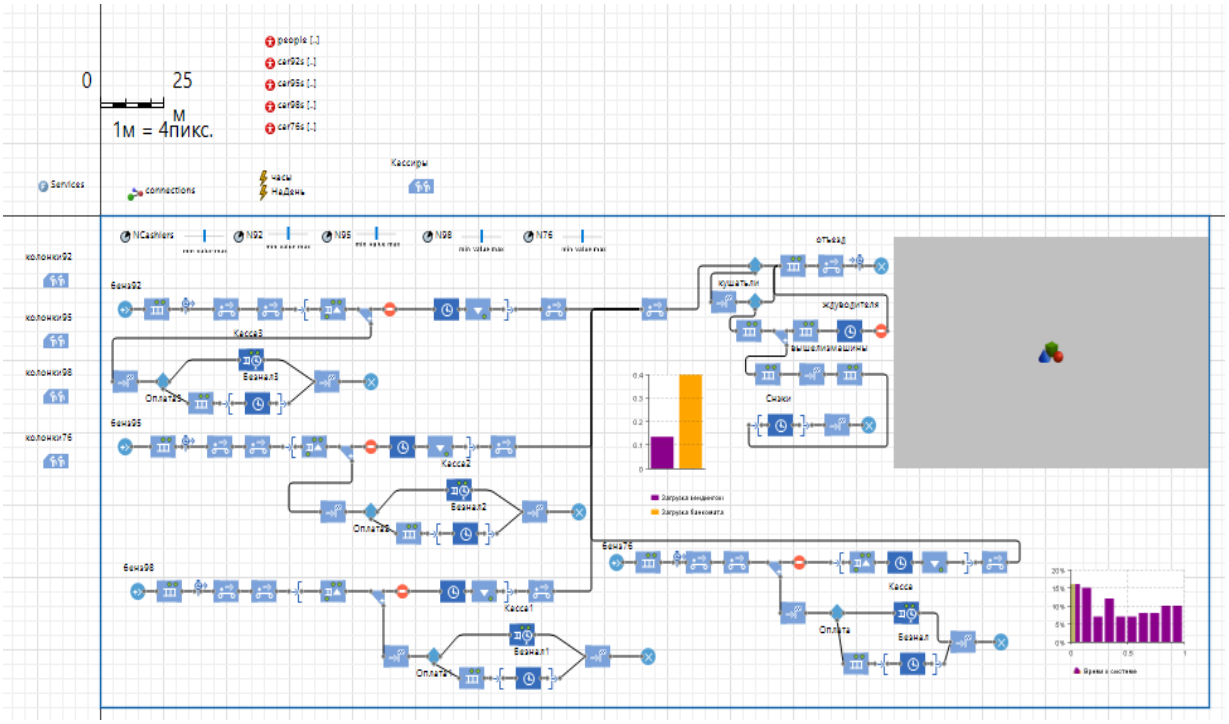


Рис. 2. Модель работы автозаправочной станции – функциональная схема

Для удобства работы с моделью создается 3D-окно, схема представлена на рис.3.

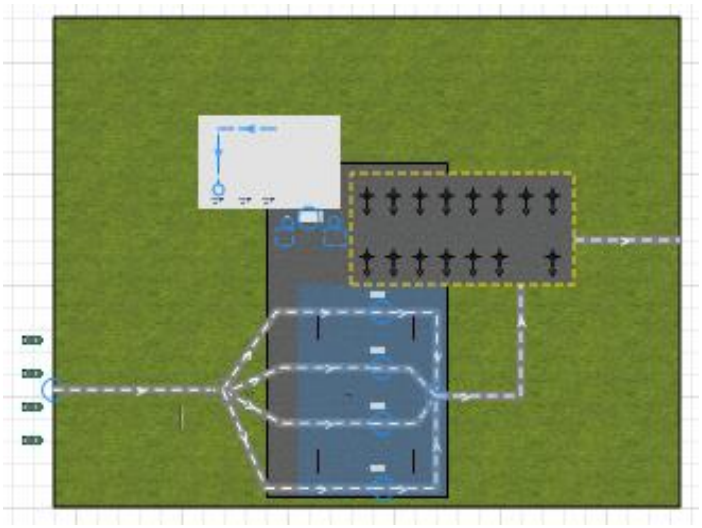


Рис. 3. 2D-основа 3D-визуализации

Пример визуализации представлен на рис.4.

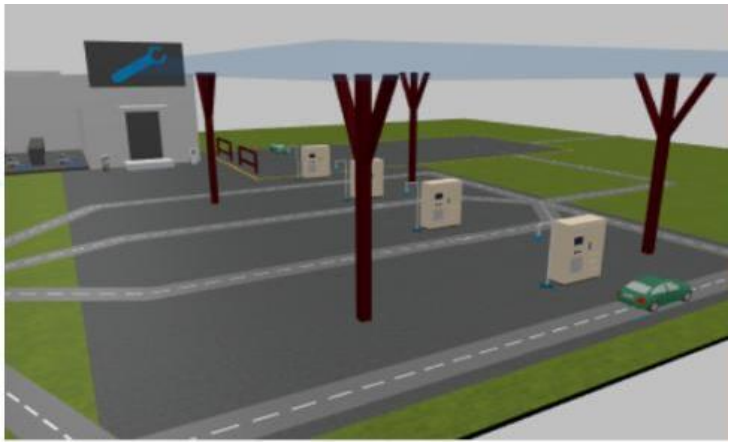


Рис. 4. 3D-визуализация

Схема заправки отдельного автомобиля представлена заправкой бензином №92 на рис.5.

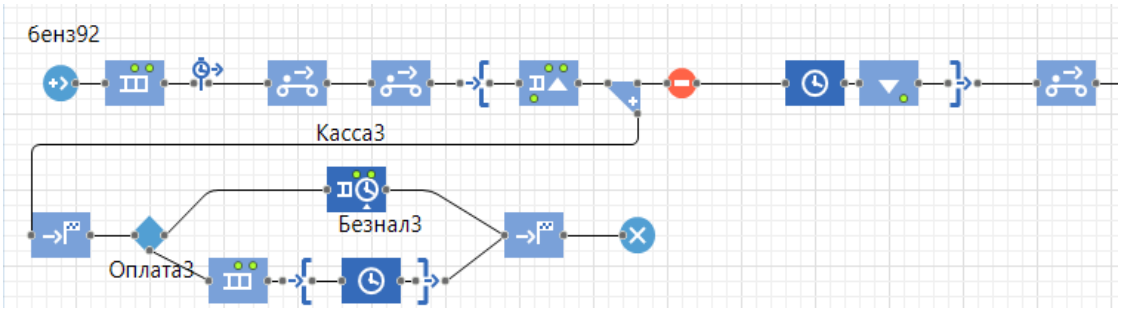


Рис. 5. Детальное представление схемы заправки отдельного автомобиля

Схема принятия решения о перекусе представлена на рис.6.

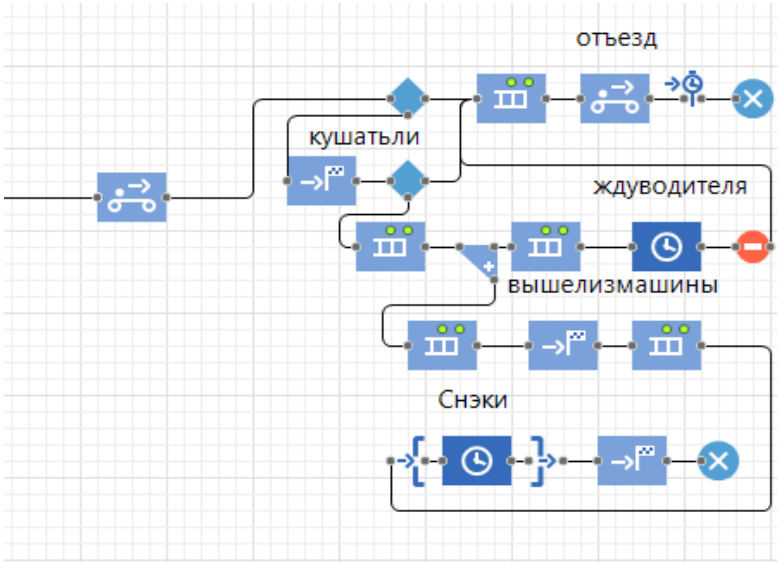


Рис. 6. Детальное представление схемы принятия решения о перекусе

Для оптимизации модели было задано 500 итераций (с прерыванием при отсутствии улучшений), время работы модели – 1 день. Результаты работы оптимизации продемонстрированы в таблице 1. После оптимизации модели время в системе понизилось до минимального 7.174 минут.

Оптимальн4ое количество колонок каждого вида представлено в таблице 1. При данных параметрах будет достигнута максимальное быстродействие работы автозаправочной станции. Перечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис.7.

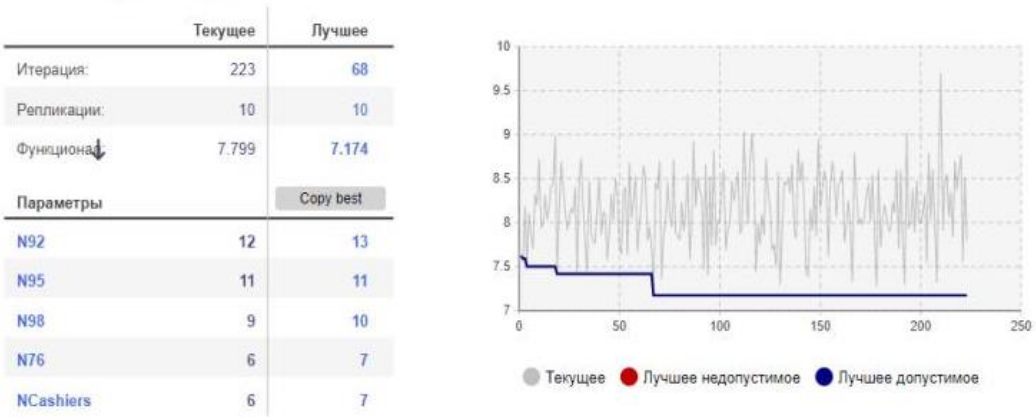


Рис. 7. Оптимизация исходной модели автозаправочной станции

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	1
N92, колонок	Количество колонок бензина 92	6	3	15	13
N95, колонок	Количество колонок бензина 95	5	3	15	11
N98, колонок	Количество колонок бензина 98	3	2	10	10
N76, колонок	Количество колонок бензина 76	2	1	8	7
NCashiers, чел	Количество кассиров	3	2	8	7

Выводы

В процессе выполнения работы была создана модель, организующая работу автозаправочной станции. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества колонок и кассиров, обслуживающие поступающих клиентов.

Созданная модель и проведенный над ней эксперимент выявил решение, способствующее оптимизации процедур обработки и повышению эффективности работы. Данный алгоритм сокращает время обслуживания клиентов, в ходе которого обрабатывается максимальное число поступающих клиентов за минимальное количество времени, затрачивая оптимальное количество ресурсов, что обеспечивает максимальную пропускную способность, а значит и прибыль, при вложении разумного объема средств (оговаривается с предпринимателем).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *https://terme.ru/termin/sistema.html*
2. *С.П. Тимошенков, В.Н. Горошко, Б.М. Симонов,* Основы теории надежности // Учебник и практикум для академического бакалавриата. С. 230-231 (2015).

3. *В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин,* Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 – 2017.

4. *Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова,* Вестник Технологического университета, 21, 2, 163-168 – 2018.

5. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин,* Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic // Вестник Технологического университета, 13, 17, 352-357 – 2014.

6. *Р.В.Родина*. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». С.75-77. – 2017.

7. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Трусфус М.В., Мокшин В.В.,* Сравнение систем структурного и имитационного моделирования AnyLogic, ExtendSim, Simulink // Вестник Технологического университета, 20, 15, 118-122 – 2017.

8. *В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин*, Нелинейный мир, 9, 8, 497-499 – 2011.

9. *В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, А.Н. Козар, Г.Е. Борзов,* Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 112-116 – 2008.

10. *В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин,* Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 55-58 – 2007.

OPTIMISATION OF WORK OF GASOLINE STATION BY VARIATING OF NUMBER OF EMPOYEES AND RESOURCES IN THE IMITATIONAL MODELING ANYLOGIC

Ionova S., Kamaretdinov I.

svetlanya05@mail.ru, kamar9999@icloud.com

Scientific adviser: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article presents simulation model of a gasoline station, its structural scheme and text description of the scheme. This model was developed in AnyLogic simulation environment. The simulation model of gasoline station was optimized by number of employees who receive payments of clients and by number of gasoline machines of each type. The rationale of possibility for the use of the optimization algorithm is the time characteristics of stay in the system. The data presented in the table was obtained by conducting an optimization experiment using AnyLogic means, namely, optimizing the time of stay in the system by variating the number of employees and gasoline machines within given limits.

УДК 004.93

МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Исмагилов А.Р.

eazy12kzn@gmail.com

Научный руководитель: М.П. Шлеймович, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

За последнюю пару десятков лет было произведено значительное повышение качества камер в носимой электронике. Однако качество модулей в смартфонах не может расти бесконечно из-за принципиальных ограничений в размере модуля камеры. В последнее время всё больше внимания уделяется алгоритмам обработки изображения. Так, например, компания Google использует алгоритмы на основе глубокого обучения для повышения качества фотографий камеры в Android смартфонах. Для разработки и тестирования подобных алгоритмов необходима возможность оценивания изображения с точки зрения эстетики, так как понятие качества в данном случае является субъективным понятием. В данной работе предлагается методика оценивания эстетического качества изображения на основе свёрточной нейронной сети, которая может использоваться как метрика качества работы алгоритмов по повышению качества изображений.

Бурное развитие технологий глубокого обучения и повышение производительности устройств подталкивает нас к более широкому использованию алгоритмов по повышению качества изображений и к разработке таких алгоритмов. Ещё одним фактором для разработки новых алгоритмов является ограничения в современных модулях камеры в смартфонах, возникающих в первую очередь из-за размеров модуля камеры. Поэтому производители смартфонов идут на различные ухищрения, такие как сдвоенные или строенные камеры, мощные вспышки и т.д. Но даже такие ухищрения не являются панацеей, поэтому сейчас стали уделять больше внимания программному обеспечению камер в смартфонах, нежели технической составляющей камер смартфонов.

Google использует в приложении камеры технологию SuperResolution - технологию повышения разрешения изображения [1]. Разумеется, некоторая информация при таком повышении теряется, так возникает необходимость дорисовать новые пиксели и изменить исходные. Результат работы такого алгоритма не очевиден, так как существует множество потенциальных вариантов результирующего изображения. Здесь метрикой качества выступает субъективное представление людей о качестве изображения, основанное на спектре различных параметров, таких как чёткость, яркость, контрастность и т.д.

Следовательно, имеет смысл предложить использование эстетической оценки для проверки качества работы алгоритмов по повышению качества. Такой подход был предложен компанией Google в блоге, посвященном исследованиям в сфере искусственного интеллекта [2].

На данном этапе развития технологий компьютер не способен оценивать эстетические свойства изображений. Понятие эстетики для машины чуждо. Однако благодаря развитию технологии машинного обучения можно обучить компьютер оценивать изображения на основе оценок, полученные в результате опроса людей.

Наиболее подходящей моделью для нахождения зависимостей в изображении являются свёрточные нейронные сети. В основе такой нейронной сети лежит операция свёртки, при которой фрагмент изображения размером n на m умножается поэлементно на фильтр свёртки, а сумма получившихся элементов записывается в центр фрагмента. Поэтому параметры n и m обычно выбирают нечётными. Пример такой операции представлен на рисунке 1. В нижней части рисунка располагается изображение, обрабатываемый фрагмент которой имеет размер 3x3. В верхней части рисунка изображен результат операции свёртки.

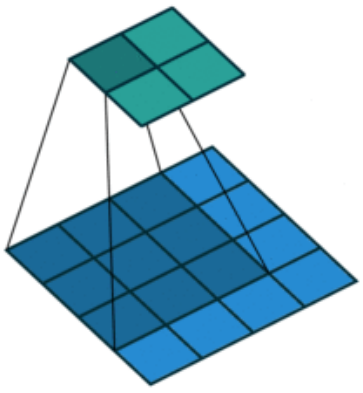


Рис. 22. Пример операции свёртки над изображениями

Различные фильтры свёртки позволяют выделять различные признаки. Каждый свёрточный слой содержит несколько фильтров, поэтому в результате повышается количество каналов у выходного изображения. Каждый канал выделяет некий абстрактный признак.

С увеличением количества каналов растёт потребляемая память и необходимые затраты

на вычисления. Не все выделяемые признаки одинаково полезны, поэтому разумно удалить наименее важные признаки. Для этого применяется слой макспулинга. Операция макспулинга напоминает операцию свёртки, только здесь вместо суммы множителей записывается максимальное значение в фильтре. Обычно используется фильтр размером 2x2.Пример операции макспулинга представлен на рисунке 2.

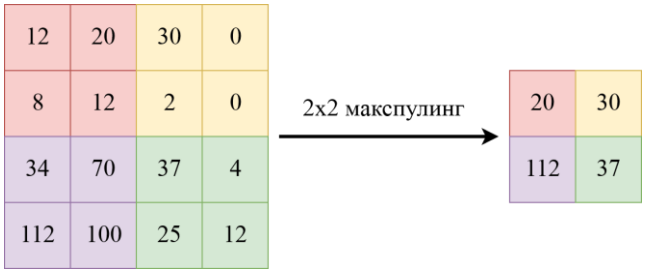


Рис. 23. Пример применения операции макспулинга с фильтром 2x2

В нейронных сетях при проходе данных через нейроны активируются только некоторые нейроны. Поэтому для каждого нейрона производится применение функции активации, которая определяет будет ли активирован нейрон. Для этого на результат суммирования входов и весов нейрона накладывается порог, который определяется функцией активации. На рисунке 3 представлена функция активации сигмоида, используемая в предложенной модели нейронной сети.

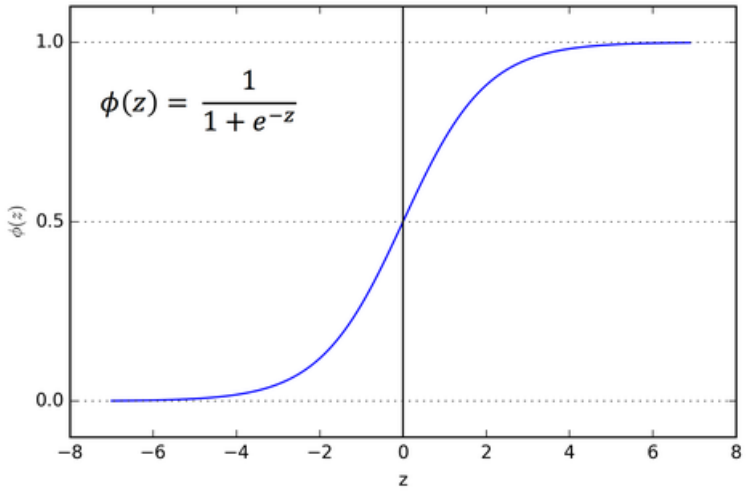


Рис. 24. Функция активации сигмоида

Для повышения скорости обучения применяется техника дропаута. Дропаут это техника отключения некоторых нейронов в одном шаге обучения. Помимо увеличения скорости обучения, дропаут позволяет бороться с переобучением нейронной сети. Обычно используется значение в 20-50% отключаемых нейронов в одном слое. На рисунке 4 представлен пример применения данной техники. На левом рисунке представлена полносвязанная нейронная сеть до применения дропаута, на правом рисунке - после применения.

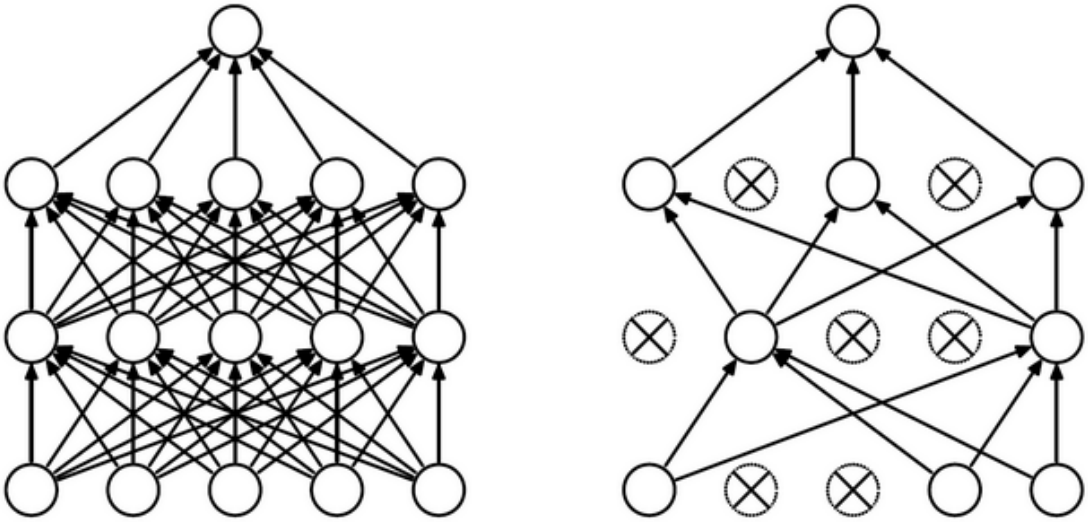


Рис. 25. Иллюстрация применения техники дропаут

Последними слоями в нейронной сети являются полносвязанные слои, так как из полученных признаков необходимо вычислить количественный признак - оценку. Для перехода из трехмерного представления к вектору данных используется слой выпрямления, который переводит промежуточное изображение (результат работы свёрточных слоев) в вектор, который можно передать на вход полносвязанным слоям.

Результат обучения свёрточной нейронной сети

Существует несколько готовых наборов данных для нашей задачи. Наиболее крупными из них являются AVA и AADB. В состав этих наборов данных входят изображения и файл, содержащий оценки для этих изображений. В работе используется AADB, так как существует версия набора данных с сжатыми изображения, что позволяет уменьшить время на обучение нейронной сети. Вопрос достоверности оценок был подробно изучен в работе [3]. На рисунке 5 представлен пример изображения из набора AADB.

Рис. 26. Пример изображения из набора данных AADB

Изображения хранятся на диске в формате JPEG, что предполагает использование сжатия. Для обработки изображение нужно загрузить в память в виде массива. В машинном обучении часто используется нормализация - перевод к новому, более удобному масштабу [4]. Для этого воспользуемся формулой минимаксной нормализации (1):

$$x' = \frac{x - min[X]}{max[X] - min[X]} \qquad (1).$$

В данном наборе данных минимумом яркости пикселей является 0, максимум - 255. Поэтому нормализации сводится к делению на 255.

Обучение производилось при помощи библиотек Keras и TensorFlow с применением видеокарты. Обучение длилось около 12 часов. В итоге получилась нейронная сеть со следующими показателями, указанными в таблице 1.

Таблица 6

Параметры нейронной сети

Параметр	Значение параметры
Функция потерь - среднеквадратическая ошибка	0.0022310843905616797
Метрика качества - среднелогарифмическая квадратическая ошибка	0.0009757839
Метрика качества - средняя абсолютная ошибка	0.036671657
Метрика качества - точность	0.010995507

На рисунке 6 представлен график, позволяющий более наглядно оценить качество работы модели. На верхнем левом графике изображена гистограмма абсолютных разниц реальных и предсказанных значений. На верхнем правом графике представлена история изменения значений функции потерь и метрики качества. Так как все метрики качества имеют околонулевые значения, то выводится только одна из них - средняя абсолютная ошибка. На нижнем графике представлены реальные и предсказанные оценки для каждого изображения из контролирующей выборки.

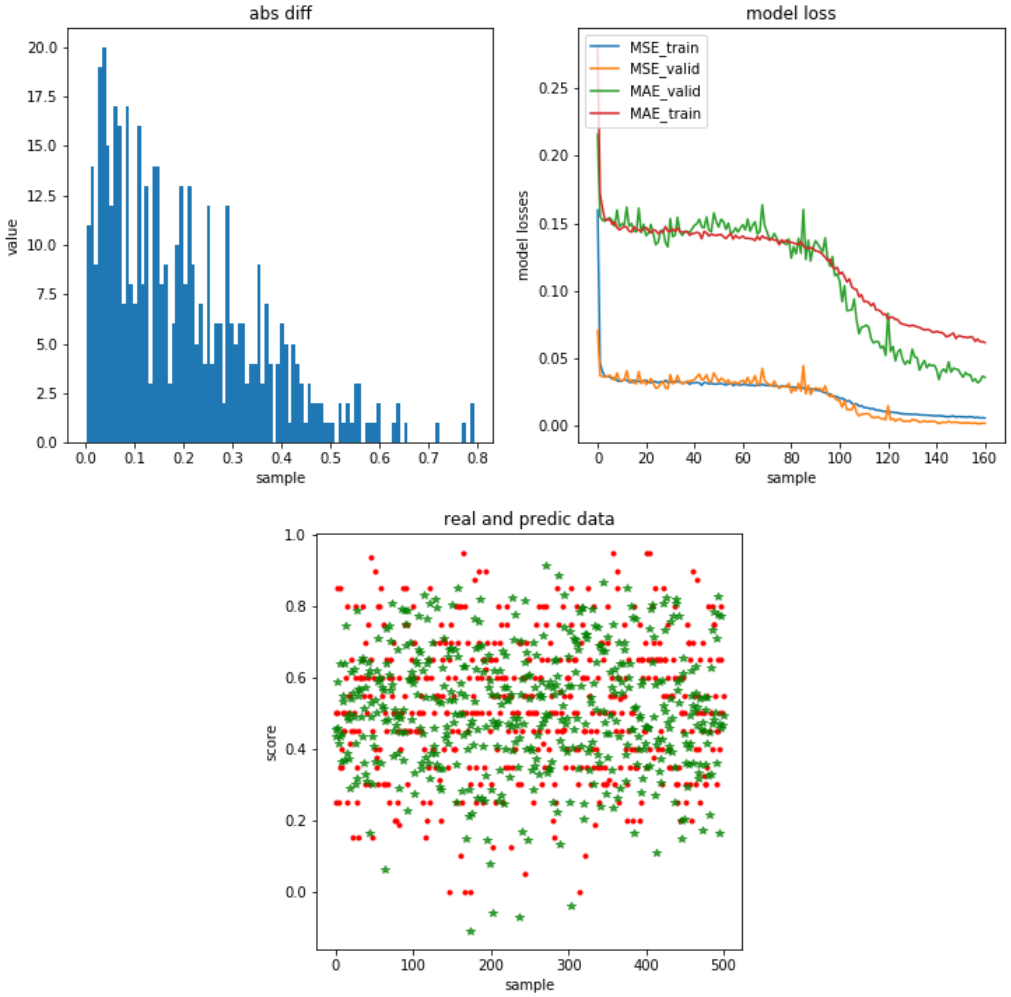


Рис. 27. Графики критериев оценки качества обучения нейронной сети

Так как данную нейронную сеть предполагается использовать для оценки качества работы алгоритмов улучшения изображений, то можно сравнить оценки для одного изображения, но с различным качеством. Предлагается следующий метод оценки качества: для выбранного изображения получить изображения с различными степенями сжатия и оценить каждое из полученных изображений. В таком случае оценка должна быть тем ниже, чем выше степень сжатия.

Для сжатия будет использоваться изменение степени сжатия JPEG изображений. Установим степени сжатия на уровне 90%, 50% и 20%. Протестируем на 5 случайных изображениях. Пример таких изображений представлен на рисунке 7:

(а) (б) (в)

Рис. 28. Пример изображения для тестирования качества,
(а) - качество 90, (б) - качество 50, (в) - качество 20

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 7

Полученные оценки для изображений с различными степенями сжатия

Изображение	Качество	Полученные оценки
1	90%	0.6252059
	50%	0.61442924
	20%	0.5871551
2	90%	0.3342236
	50%	0.32715246
	20%	0.32190397
3	90%	0.7657868
	50%	0.76618266
	20%	0.7567133
4	90%	0.49144474
	50%	0.49246013
	20%	0.53000575
5	90%	0.72901964
	50%	0.7252976
	20%	0.7176348

По результатам можно сделать вывод о том, что оценки снижаются с качеством изображения, но не для всех изображений. Изображения с качеством 20, обладающие значительными искажениями, получают значительно более низкие оценки, чем для качества 50 и 90.

Можно попробовать сделать предположение о том, почему для изображения 3 и 4 оценка слегка повысилась при переходе с качества 90 на 50. Визуально различные изображения теряют в качестве при сжатии не в одинаковой степени. В случае изображений 3 и 4 качество изображений снижается не так сильно, как для изображений 1, 2 и 5. Повышение оценки можно объяснить тем, что потеря в качестве слегка уменьшает контрастность, что может

положительно сказаться на оценке.

Выводы

В результате исследования была получена модель нейронной сети, способная оценивать изображения с эстетической точки зрения. Для оценки качества использовалось сравнение изображения с различными настройками сжатия. Как правило оценка повышается с повышением качества изображения. Поэтому данную модель можно использовать для оценки результатов алгоритмов повышения качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Улучшение качества изображения с помощью нейронной сети / Хабр // Habr URL: https://habr.com/ru/post/359016/ (дата обращения: 12.06.19).

2. Google AI Blog: Introducing NIMA: Neural Image Assessment // Google AI Blog URL: https://ai.googleblog.com/2017/12/introducing-nima-neural-image-assessment.html (датаобращения: 12.06.19).

3. *Kong, X. Shen, Z. Lin, R. Mech, C. Fowlkes*, "Photo Aesthetics Ranking Network with Attributes and Content Adaptation", ECCV, Amsterdam, the Netherlands, (Oct. 2016).

4. *Мюллер А*. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными / *А. Мюллер, С. Гвидо.* - Пер. с англ. - СПб.: ООО “Альфа-книга”, 2017. - 480с.

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE AESTHETIC PROPERTIES OF AN IMAGE BASED ON CONVOLUTION NEURAL NETS

Ismagilov A.

eazy12kzn@gmail.com

Scientific supervisor: M. Shleimovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Over the last couple of decades, there has been a significant improvement in the quality of cameras in wearable electronics. However, the quality of modules in smartphones cannot grow indefinitely due to fundamental limitations in the size of the camera module. Recently, more and more attention has been paid to image processing algorithms. For example, Google uses algorithms based on deep learning to improve the quality of camera photos in Android smartphones. To develop and test such algorithms, it is necessary to be able to evaluate the image from the point of view of aesthetics, as the concept of quality in this case is a subjective concept. In this paper we propose a method of evaluating the aesthetic quality of the image on the basis of convolution neural network, which can be used as a metric of the quality of algorithms to improve the quality of images.

УДК 004.85

АДАПТИВНАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ КУРСУ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

Казаков И.А., Чирков М.М.

igor_ru94@mail.ru, chirkovm96@yandex.ru

Научный руководитель: И.Х. Галеев, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассмотрена интеллектуальная обучающая система (ИОС), которая рассмотрена с использованием инструментов МОНАП. Предметом обучения ИОС является курс алгебры логики.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что алгебра логики является одним из основополагающих разделов математической логики, в котором изучаются логические операции над высказываниями. Предполагается, что высказывания могут быть только истинными или ложными, т.е. используется бинарная логика. В наше время существует множество информационных ресурсов, позволяющих получить всю необходимую информацию для обучения. Но, к сожалению, возникает проблема ее систематизации. Для

успешного и грамотного изучения курса требуется система, которая будет содержать материал, а также производить контроль знаний обучаемого. Такая система, безусловно, повысит качество освоения материала и поможет выявить разделы, в которых у обучаемого возникают трудности.

Одним из средств, которое позволяет улучшить качество подготовки обучаемых, повысить уровень их знаний и сформировать образовательную среду, являются новые информационные технологии обучения, основывающиеся на обучающихся системах с применением искусственного интеллекта. Интеллектуальные обучающие системы (ИОС) – это системы, которые позволяют строить последовательность изучения курса обучения и проводить анализ ответов обучаемого. В настоящее время ИОС постоянно развиваются, становятся более адаптивными.

Организация процесса обучения и формирование навыков и умений у обучаемых реализованы с использованием системы МОНАП – модель адаптивного обучения навыкам алгоритмической природы [1]. Обучающая система позволяет определить знания обучаемого, принять решение о продолжении обучения или об аварийном его завершении. Среди основных преимуществ системы МОНАП можно выделить: формирование навыков самостоятельной работы и возможность индивидуальной адаптации курса обучения у обучаемых. Составными компонентами системы являются: среда преподавателя и среда обучаемого. Проектирование ИОС можно разделить на следующие этапы:

1. Выбор предметной области – курс «Алгебра логики»
2. Создание среды обучения и настройка параметров среды обучения. Интерфейс программы представлен на рис. 1.

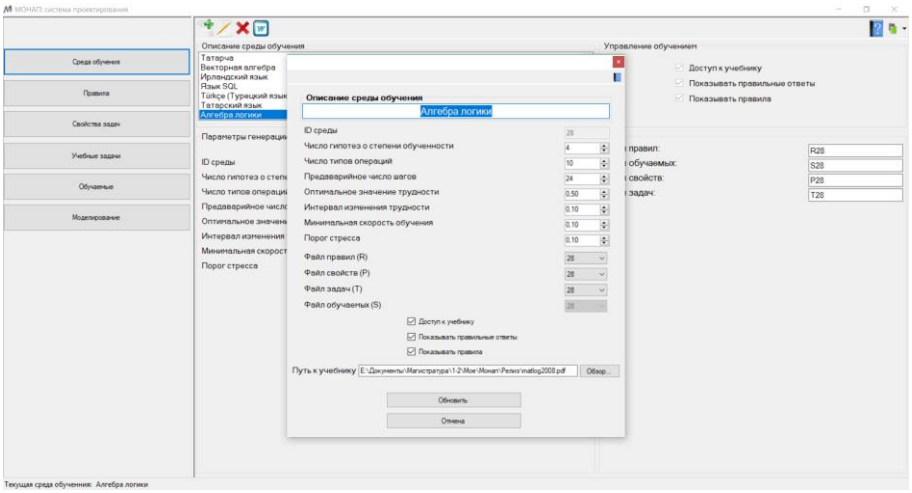


Рис. 1. Создание среды обучения

3. Проектирование справочников базы знаний

3.1.Справочник правил – рис. 2

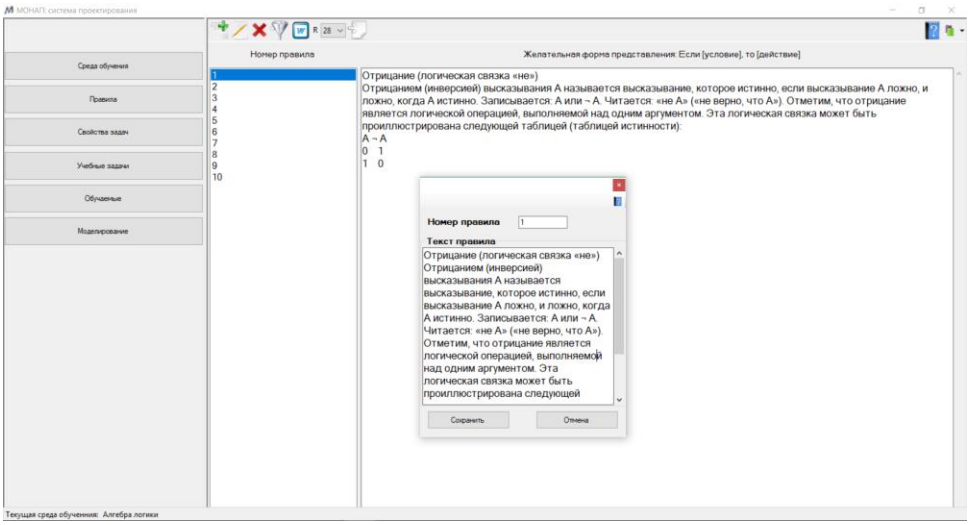


Рис. 2. Справочник правил

3.2.Справочник свойств задач – рис.3 [2].

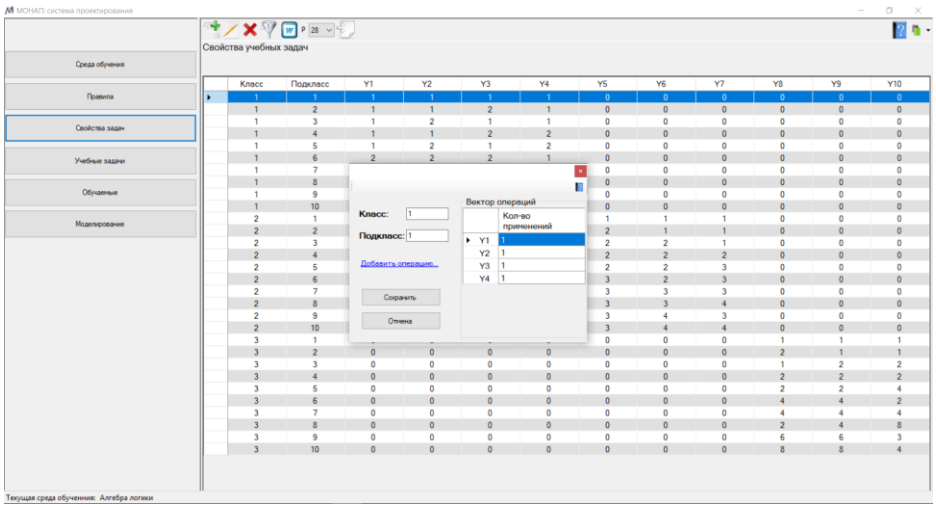


Рис. 3. Справочник свойств задач

3.3.Справочник учебных задач – рис. 4

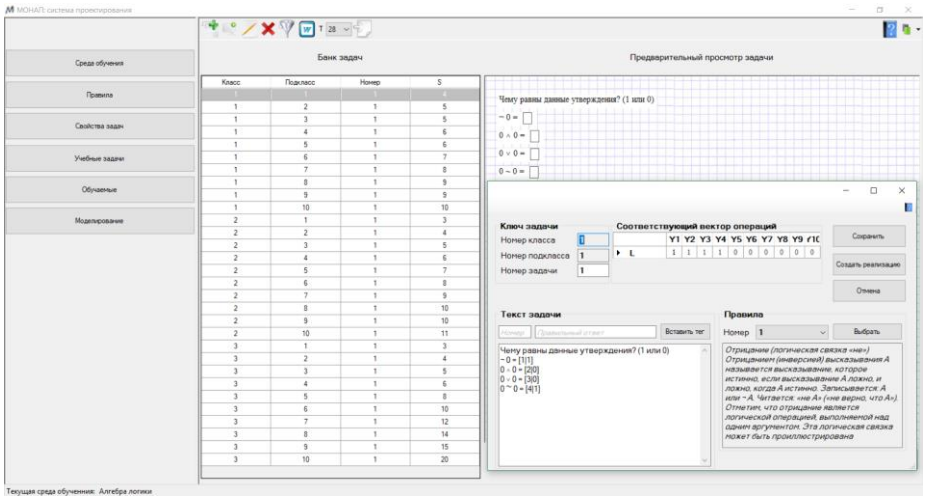


Рис. 4. Справочник учебных задач

Таким образом, была создана адаптивная среда обучения в области алгебры логики, которая включает в себя интеллектуальную обучающую систему, спроектированную

инструментальными средствами МОНАП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Интеллектуальные обучающие системы: Теоретические основы: учебное пособие / И.Х. Галеев. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2018. – 76 с.

2. *Галеев И.Х.* Свойства учебных задач при алгоритмизации в обучении // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2011. - V.14. - №2.

ADAPTIVE TRAINING ENVIRONMENT OF ALGEBRAIC LOGIC COURSE

Kazakov I., Chirkov M.

igor_ru94@mail.ru, chirkovm96@yandex.ru

Supervisor: I. Galeev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article describes an intelligent learning system (ILS), that developed using the tools of MONAP. The subject of learning ILS is a algebraic logic course.

УДК: 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНВЕРТЕРА СТАЛИ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМОВ ТАНКОВ И ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ В ТАНКЕ ОБРАБОТКИ СТАЛИ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Камалова Л.М., Ахононга Д.

lailak1999@mail.ru; daryaahng@gmail.com

Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлена имитационная модель процесса конвертера стали, её структурная схема организации работы, а также текстовое описание схемы. Данная модель была разработана в имитационной среде моделирования AnyLogic. Приведенная модель оптимизирована за счет объемов танков и времени задержки в танке обработки, в которой происходит конвертерное производство стали. Обоснование возможности использования приведенного алгоритма оптимизации являются характеристики времени задержки в танке обработки и объемы хранилищ. Данные, приведенные в таблице, получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, а именно оптимизация времени процесса обработки стали в системе при изменении объемов танков.

Введение

При проектировании определенных информационных систем очень часто применяется имитационное моделирование. Моделирование является одним из способов решения практических задач. Зачастую решение проблемы нельзя найти путем проведения натурных экспериментов: строить новые объекты, разрушать или вносить изменения в уже имеющуюся инфраструктуру может быть слишком дорого, опасно или просто невозможно. В таких случаях мы строим модель реальной системы, то есть описываем ее на языке моделирования. [1].

Суть имитационного моделирования заключается в том, что для изучаемой системы создаётся модель с достаточной точностью, описывающей реальную систему, и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации о возможном функционировании системы, для которой была создана модель [2].

Имитационное моделирование можно также применить при изучении технологических процессов, а именно производства стали. В настоящее время невозможно представить жизнь без стали. Она применяется в изготовлении металлических конструкций, машин, в любых

металлических изделиях. Одним из способов создания стали является конвертерное производство стали.

Целью данной работы является моделирование процесса конвертера стали, а также поиск оптимальных параметров работы системы, при которой уменьшиться время задержки обработки стали и соответственно увеличиться количество готового продукта. Создание модели и сам процесс моделирования происходит с использованием программы AnyLogic.

Описание системы работы процесса конвертера стали

Жидкий чугун поступает в танкер (tank). По трубе(pipeline) чугун поступает в танкер обработки(processTank), где продувается кислородом. Именно здесь происходит «превращение» чугуна в сталь. Результатом данного процесса являются чистая сталь, и оставшиеся после обработки шлаки. Поэтому происходит разделение жидкостей(fluidSplit). Между танкерами и трубами есть клапаны. При завершении обработки в танкере обработки(processTank) открывается клапан(valve2) и чистая сталь поступает в танкер для стали(tank1), а шлаки – в шлаковоз(tank2).

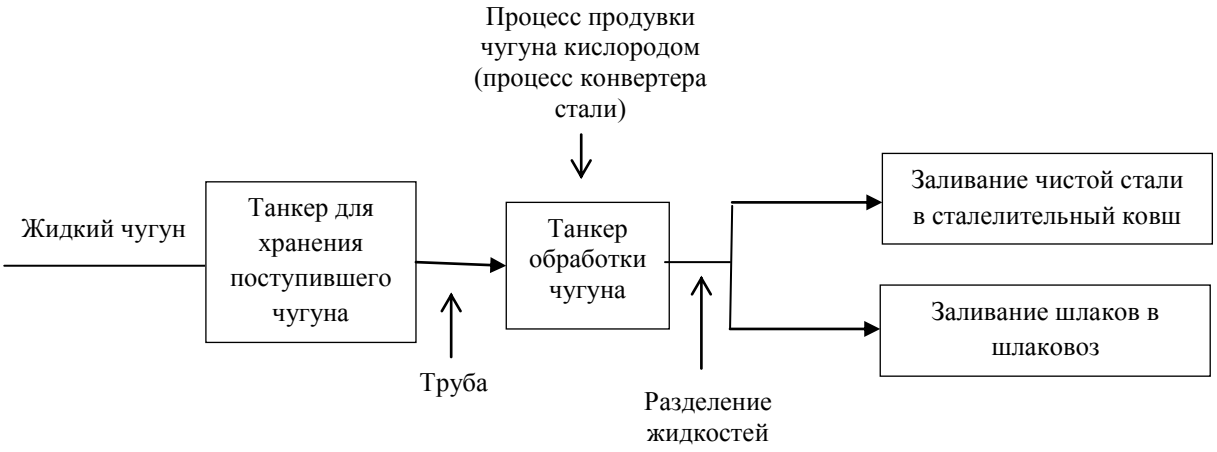


Рис. 1. Структурная схема организации работы линии конвертера стали

Моделирование и оптимизация

Данная система была разработана в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.4. Она является одним из мощных инструментов и позволяет моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем [3]. AnyLogic включает в себя графический язык моделирования, а также позволяет пользователю расширять созданные модели с помощью языка Java[4].

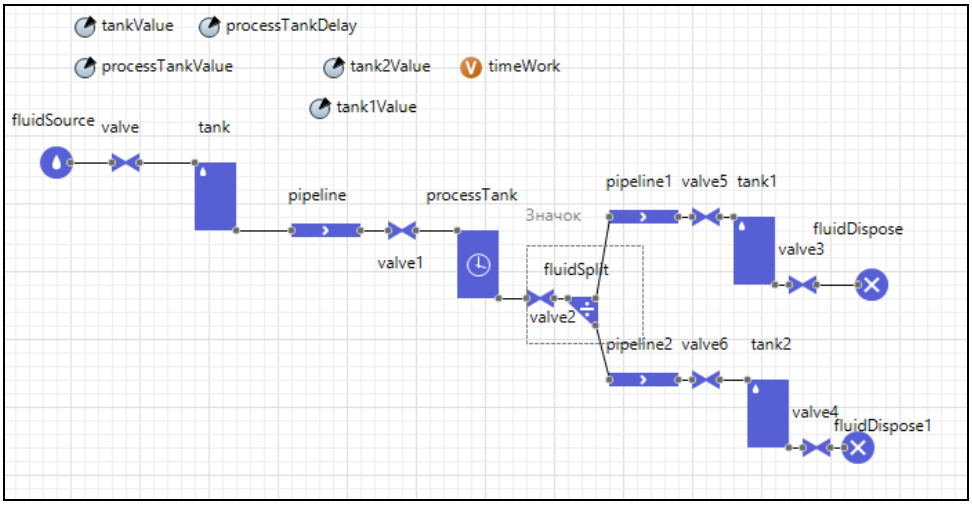


Рис. 2. Модель работы линии конвертера стали – функциональная схема

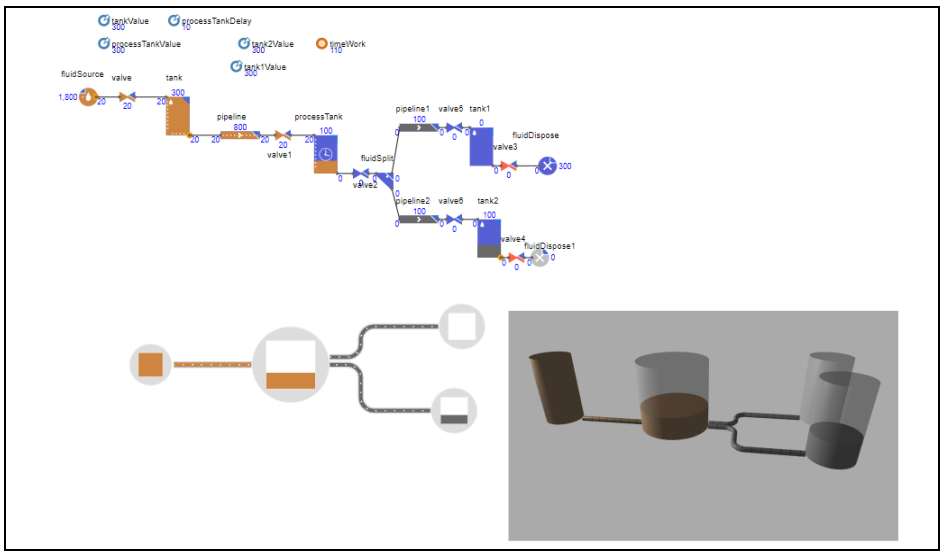


Рис. 3. Модель работы линии конвертера стали – результат моделирования

Данная модель работает, пока полностью не опустошится танк для стали. Оптимизация проводилась по времени задержки танка обработки. Результаты работы оптимизации продемонстрированы в таблице 1.

После оптимизации модели было установлено, что наиболее подходящий объем начального танка – нижняя граница диапазона в 300 ед. объема. Для танка стали наиболее подходящий объем равен 455 ед. объема, для танка шлаков – 450 ед. объема. Наиболее подходящий объем для танка обработки равен верхней границе диапазона в 1000 ед. объема, а время задержки остановилось на минимальной границе и стало равным 10 ед. времени.

Перечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис.4.

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	1
tankValue,	Объем начального танка	300	300	1000	300
processTankValue	Объем танка обработки	300	300	1000	1000
processTankDelay	Время обработки	10	10	100	10
tank1Value	Объем танка для стали	300	300	1000	455
tank2Value	Объем танка для шлаков	300	300	1000	450

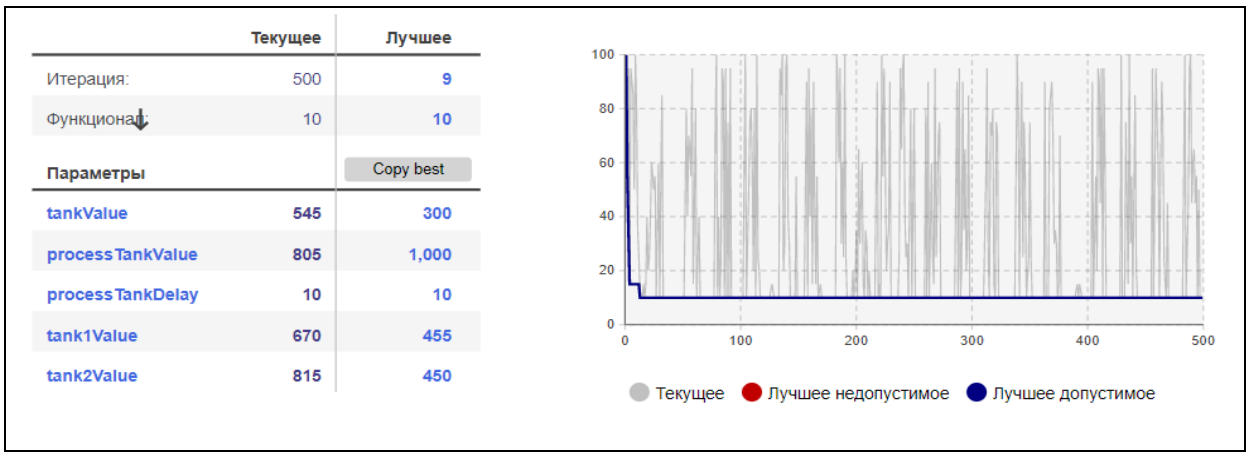


Рис. 4. Модель работы линии конвертера стали – оптимизация модели

Выводы

В процессе выполнения работы была создана модель по линии конвертерного производства стали и проведена оптимизация данной имитационной модели за счет изменения объемов танков и времени обработки стали.

Созданная модель и проведенный над ней эксперимент выявил решение, способствующее оптимизации процедур обработки и повышению эффективности работы. Данный алгоритм сокращает время обработки стали, и соответственно сам процесс производства стали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *И. Григорьев*. Практическое пособие по имитационному моделированию Anylogic за 3 дня -2014. С. 5-6
2. *С.П. Тимошенков, В.Н. Горошко, Б.М. Симонов,* Основы теории надежности // Учебник и практикум для академического бакалавриата. С. 230-231 (2015).
3. *В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин,* Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).
4. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова, *Вестник Казанского технологического университета*, 17, 15, 338-343 (2014).
5. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, *Вестник Казанского технологического университета*, 17, 13, 352-357 (2014).
6. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, М.В. Трусфус, В.В. Мокшин, *Вестник Технологического университета*, 20, 15, 118-122 (2017).
7. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, З.Т. Яхина, *Вестник Технологического университета*, 20, 16, 113-119 (2017).
8. Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., *Вестник Казанского технологического университета,* 17, 17, 213-221 (2014).
9. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. *Вестник Технологического университета*, 18, 5, 184-188 (2015).

OPTIMIZATION OF THE STEEL CONVERTER PROCESS BY CHANGING THE TANK VOLUMES AND DELAY TIMES IN THE STEEL TREATMENT TANK IN ANIMLOCIC SIMULATION MODELING

Kamalova L., Ahononga D.
lailak1999@mail.ru; daryaahng@gmail.com
Scientific adviser: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article presents a simulation model of the steel converter process, its structural diagram of the organization of work, as well as a textual description of the scheme. This model was developed in AnyLogic simulation environment. The presented model is optimized due to the volume of tanks and the delay time in the processing tank, in which the

converter steel production takes place. Justification of the possibility of using the above optimization algorithm are the characteristics of the delay time in the processing tank and storage volumes. The data in the table was obtained by conducting an optimization experiment using AnyLogic tools, namely, the optimization of the steel processing time in the system when the volumes of tanks change.

УДК 004.85

АДАПТИВНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СРЕДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАВЫКОВ НАПИСАНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАПРОСОВ НА ДЕКЛАРАТИВНОМ ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ SQL

Камалутдинов Р.Х., Гафиев И.И., Асадуллин Р.Р.
railkam96@gmail.com, cooltechni@gmail.com, cooltex1997@gmail.com
Научный руководитель: И.Х. Галеев, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе описана интеллектуальная обучающая система (ИОС) [1], разработанная с использованием инструментов MONAP. Предметом обучения ИОС является декларативный язык программирования SQL. Для проверки теоретических знаний разработан тест в TestMaker.

В наше время огромное количество фирм используют персональные компьютеры для сохранения и обработки любого вида информации. Эта информация содержится в базах данных. Базы данных играют важную роль в развивающемся мире технологий. Всё, с чем мы каждый день взаимодействуем в жизни, фиксируется в какой-нибудь базе. Работа с базами данных является одним из наиболее важных навыков в работе с компьютером, а специалисты данной области становятся всё более востребованными.

Неотъемлемая и важнейшая часть любой системы, применяющей базы данных, — языковые средства, обеспечивающие возможность доступа и действий над данными, определения их структур, способов использования и интерпретации.

Язык SQL появился в 1970-е годы как один из таких средств. Прототип разрабатывался фирмой IBM и стал известен под именем SEQUEL (Structured English Query Language). SQL включает в себя достоинства реляционной модели, в частности достоинства лежащего в ее основе математического аппарата реляционной алгебры и исчисления, используя при этом относительно небольшое число операторов и простой синтаксис.

Необходимость изменений в образовательном пространстве признается всеми участниками учебного процесса. За последние десять лет изменились технологии, произошло развитие мышления у студентов, и весь мир продолжает меняться с огромной скоростью день за днем. Данные преобразования означают, что преподаватели и методы обучения должны подвергнуться анализу и адаптироваться к существующей реальности. Наличие у студентов возможности находить и оценивать информацию, а затем на основе полученных данных сформировать новое знание усиливается за счет общения с внешним миром за пределами учебной аудитории и способствует открытию новых перспектив для обучения в зависимости от потребностей и стилей обучения студентов. Эти фундаментальные изменения имеют колоссальное влияние на то, чему учить, как учить и где учить.

Среда обучения программированию на декларативном языке SQL создана при помощи универсального инструмента МОНАП [2], который применяется для проектирования интеллектуальных обучающих систем [3] и эффективного управления процессом обучения. МОНАП состоит из 4 основных модулей (Рис. 1). Модуль «Правила» - позволяет проектировать набор файлов правил (операции). Модуль «Свойства задач» - позволяет описывать свойства учебных задач. «Учебные задачи» - набор файлов учебных задач. «Список обучаемых» - данные об обучаемых и их истории обучения.

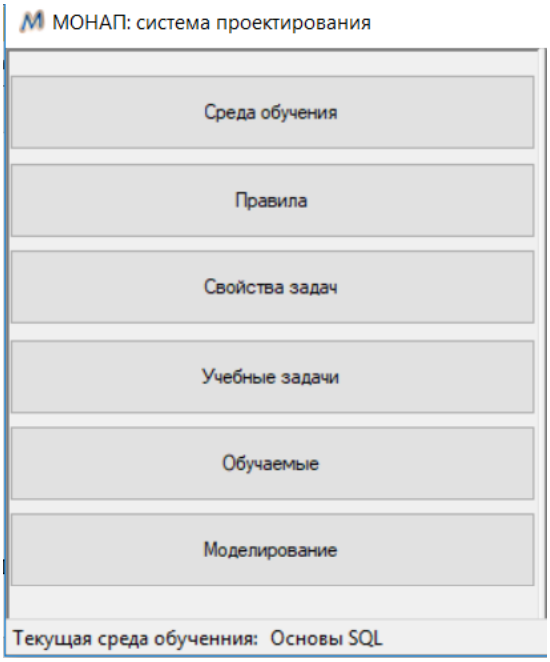


Рис. 1. Графический интерфейс представления модулей МОНАП

Для формирования хороших навыков у обучаемых в модуле «Учебные задачи» были сформированы задачи из 4 классов. Каждый класс задач состоит из 5 подклассов (Рис. 2), причем уровень сложности с возрастанием подкласса увеличивается.

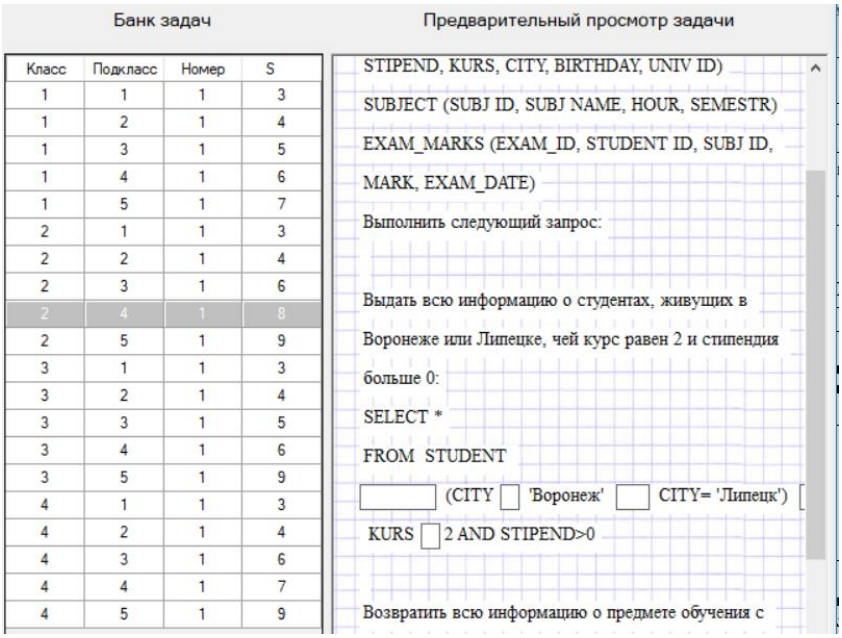


Рис. 2. Банк задач

Для проверки знаний, полученных студентом во время обучения, в TestMaker реализован тест. В тесте содержатся основные вопросы по всему пройденному материалу, которые предназначены для оценки остаточных знаний студента после прохождения теоретического курса предметной области.

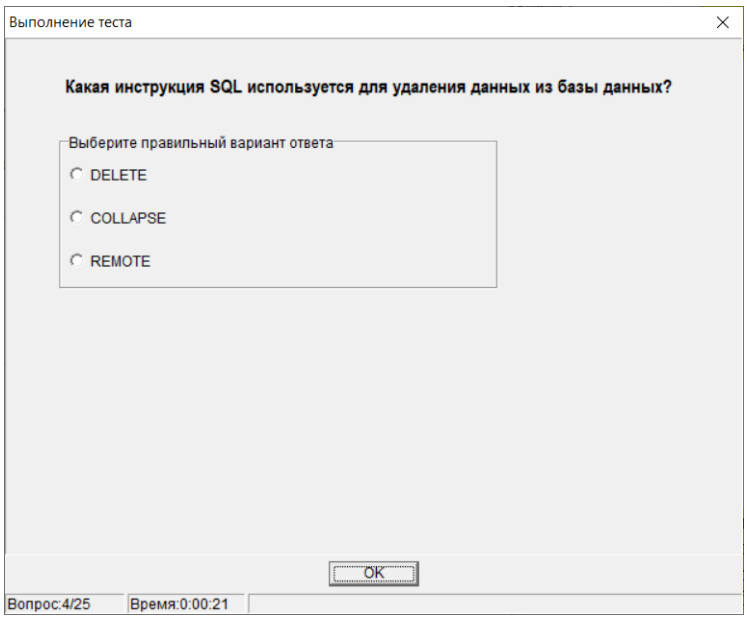


Рис. 3. Типовой вопрос в TestMaker

Во время решения задач у студента развеваются необходимые навыки. С целью лучшего усвоения учебного материала блок задач разделен на несколько подзадач [4]. Исходя из полученных результатов, система сама выбирает оптимальную сложность очередного задания для студента из имеющегося в базе набора задач.

Для достижения наилучших результатов во время учебного процесса рекомендуется применять оба программных комплекса. Такой подход позволяет эффективно формировать необходимые знания и навыки без однотипного заучивания информации, а также обеспечивает максимально возможный уровень адаптации управления обучением для каждого студента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Галеев И.Х.* Интеллектуальные обучающие системы: Теоретические основы: учебное пособие/ И.Х. Галеев; Мин-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. - Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2018. - 76 с. - ISBN 978-5-7579-2303-1.

2. *Галеев И.Х.* Модель обучения в МОНАП-ПЛЮС // Искусственный интеллект – 96. КИИ-96. Сборник научных трудов пятой национальной конференции с международным участием. Т.I. – Казань, 1996. – С.17-25.

3. *Галеев И.Х.* Модель управления процессом обучения в ИОС // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2010. - V.13. - №3. - С.285-292. - ISSN 1436-4522. URL: http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html

4. *Галеев И.Х.* Развитие адаптивных технологий обучения // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: проблемы высшего образования. Воронежский государственный университет. - 2004. - №2. - С. 76- 83.

ADAPTIVE TRAINING ENVIRONMENT TO GET WRITING SKILLS OF STRUCTURED INQUIRIES IN DECLARATIVE LANGUAGE OF PROGRAMMING SQL

Kaalutdinov R., Gafiev I., Asadullin R.

railkam96@gmail.com, cooltechni@gmail.com, cooltex1997@gmail.com

Supervisor: I. Galeev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The paper describes an intelligent learning system (ILE) [1], developed using the tools of MONAP. The subject of

learning IOS is a declarative programming language SQL. To test the theoretical knowledge developed a test in TestMaker.

УДК 681.3

ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ В КАЧЕСТВЕ КЛАССИФИКАТОРА СИГНАЛА ЭКГ

Константинов Э.С.
edik.konstantinov@yandex.ru
Научный руководитель: З.М. Гизатуллин, д-р техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье рассматривается классификация сигнала электрокардиограммы (ЭКГ) с помощью искусственной нейронной сети (ИНС). Весь процесс сосредотачивается на автоматизированной системе на основе компьютера при анализе сигналов ЭКГ, в которых изображения поступают в систему, а программное обеспечение извлекает импульс из изображения и передает его в классификатор ИНС. Анализ сигналов ЭКГ показан в графическом интерфейсе MATLAB.

В настоящее время сердечные заболевания являются одной из наиболее распространенных причин смерти во всем мире. Тем не менее, они могут быть эффективно предотвращены путем ранней диагностики. Сигнал ЭКГ есть наиболее важный и мощный эталон средства, используемый для диагностики и лечения заболеваний сердца. Электрокардиограмма представляет электрическую активность сердца и содержит жизненно важную информацию о его ритмической характеристике [1]. Сигналы ЭКГ состоят из суперпозиции различных потенциалов действия из разных частей сердца и полностью описываются с использованием PQRST-комплекса.

Медицинское состояние сердца определяется формой электрокардиограммы, которая содержит важные указатели на различные виды заболеваний, поражающих сердце. Однако сигналы ЭКГ имеют нерегулярный характер и встречаются случайным образом через разные промежутки времени [2].

Классификация сигнала ЭКГ осуществляется с помощью нейронной сети, она принимает в качестве входных данных извлеченные признаки и выводит требующий результат [3]. Искусственные нейронные сети – это сети биологического происхождения, которые полезны в таких прикладных областях, как распознавание образов, классификация и т. п. Представление ИНС представлено на рисунке 1.

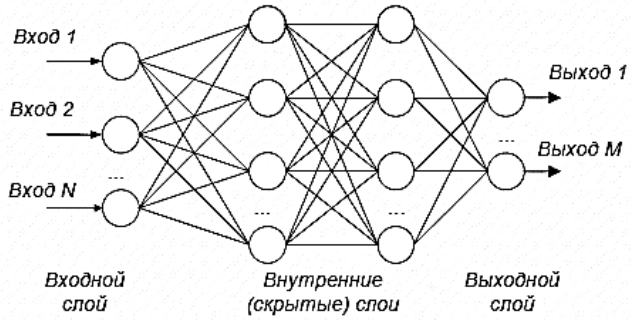


Рис. 1. Строение искусственной нейронной сети, показывающее входные нейроны, скрытые слои и выходные нейроны

Процесс принятия решений ИНС является целостным [4]. Этот процесс основан на особенностях ввода и подходит для классификации биомедицинских данных. Как правило, многослойные нейронные сети с прямой связью могут обучаться как нелинейные классификаторы с использованием обобщенного алгоритма обратного распространения (АОР). АОР – это контролируемый алгоритм обучения, в котором определяется функция

среднеквадратичной ошибки, а процесс обучения направлен на снижение общей системной ошибки до минимума. Вес соединения назначается случайным образом в начале и постепенно изменяется, чтобы уменьшить общую системную ошибку. Обновление веса начинается с выходного слоя и прогрессирует назад. Обновление веса происходит в направлении «отрицательного снижения», чтобы максимизировать скорость уменьшения ошибок. Размер шага выбирается эвристически, и для эффективного обучения желательно, чтобы набор обучающих данных был равномерно распределен по областям классов.

Статистическая или частотная область записи или импульса ЭКГ содержит информацию, необходимую для определения величины вклада каждой частоты в формирование этого конкретного сигнала или всего, что касается частотного состава сигнала. Функция частотной области включает в себя автокорреляцию сигнала, спектральную плотность мощности сигнала, быстрое преобразование Фурье (БПФ) сигнала. Все функции в частотной области можно получить с помощью специальной функции в наборе инструментов обработки сигналов MATLAB. Всего из каждого тактового импульса извлекается 8 признаков, которые впоследствии могут быть увеличены в зависимости от производительности классификатора.

Нейронная сеть для распознавания образов должна классифицировать удар ЭКГ по нормальному ритму, по левому и правому отведениям. Наиболее распространенные формы сигналов ЭКГ были выбраны из базы данных MIT-BIH. Чтобы добиться кластеризации похожих сигналов в четыре различных класса, выходной слой нейрона должен быть равен 3. Целевой вектор был упорядочен, как требуемый выход для каждого класса, используя набор логических значений для легкой настройки системы.

Используемая структура нейронной сети показана на рисунке 2, из диаграммы видно, что нейрон имеет два нейрона в скрытом слое с функцией передачи светло-коричневого сигма [5]. Выходные нейроны имеют линейную передаточную функцию, а конечный выход дает три значения, при этом каждое значение может быть нулем или единицей.

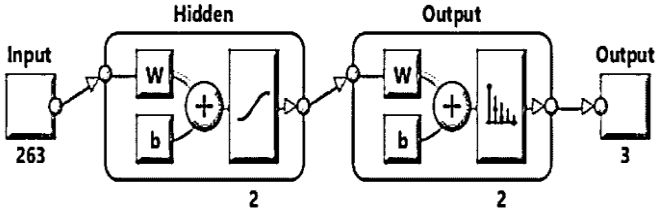


Рис. 2. Распознавание образов нейронной сети

После настройки сети сеть обучается с использованием доступного набора данных по каждому сердечному ритму, загруженному из базы данных. Используемый алгоритм обучения представляет собой метод, который является наилучшим алгоритмом обучения для распознавания образов. Окно обучения показано на рисунке 3.

Результат моделирования сигнала ЭКГ был рассмотрен в статье «Моделирование электрической схемы для анализа сигналов ЭКГ». Оцифрованный сигнал ЭКГ из базы данных аритмии MIT-BIH подается в алгоритм обработки сигналов и классификатор для моделирования [6].

Результат для каждого этапа обработки сигнала рассмотрим поподробнее. Оцифрованный сигнал ЭКГ, полученный из базы данных аритмии, является шумным, следовательно, он нуждается в фильтрации. На рисунке 4 показан шумовой и отфильтрованный сигнал. В качестве цифрового фильтра используется медианный фильтр. Такой метод используется для реализации фильтра скользящей средней из 4 выборок, и он также проходит через фильтр несколько раз, чтобы улучшить спектральный коэффициент фильтра. На рисунке 4 высокочастотная составляющая в зашумленном сигнале сглаживается, следовательно, производительность фильтра удовлетворительная.

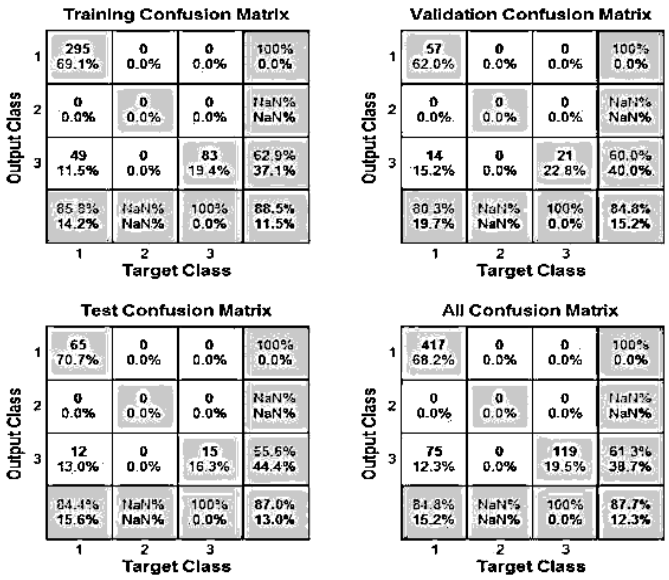


Рис. 3. Обучение нейронной сети

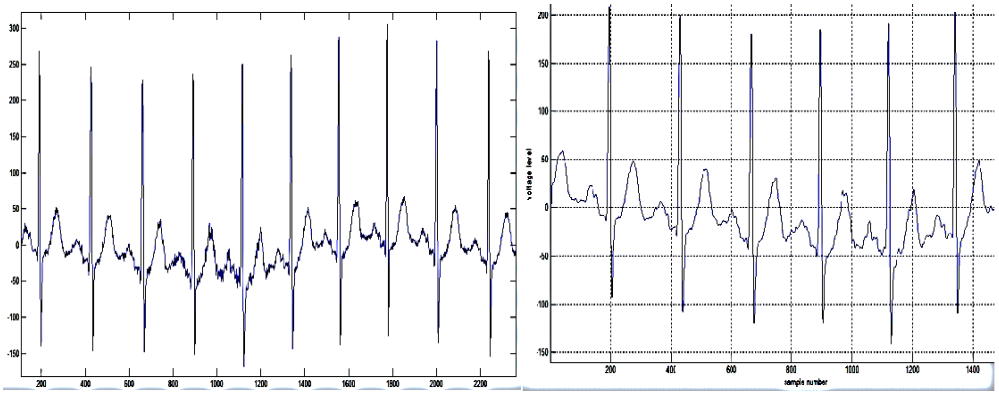


Рис. 4. Фильтрация сигналов

Фильтрация сигнала ЭКГ позволяет выполнить дальнейшую операцию обработки сигнала.

Подача отфильтрованного сигнала ЭКГ в алгоритм обнаружения QRS. Результат реализации этого алгоритма показан на рисунке 5. Верхние прямоугольники обозначают пики зубца Q, нижние прямоугольники обозначают пики зубца S, а между верхними и нижними прямоугольниками обозначают пики зубца R. Алгоритм считается эффективным, так как он обнаруживает все пики R в записи ЭКГ, хотя и с шумным или плохим сердечным ритмом, существует некоторое неправильное обнаружение, но оно не является значительным по сравнению с правильно обнаруженными пиками R.

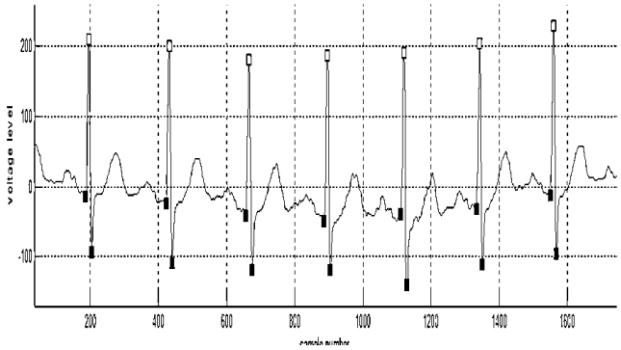


Рис. 5. Результат обнаружения комплекса QRS

Следующим этапом выделения признаков является выявление волн P и T. Алгоритм выполняет формирование окна во временной области для сигнала, чтобы эффективно обнаружить P и T волну. Обнаруженная P-волна находится в правильном положении относительно других волн, также, как и T-волна.

Затем идет этап извлечения статистического признака сигнала ЭКГ. Процесс извлечения сигнала помогает в описании временной информации сигнала ЭКГ. R-R, частота сердечных сокращений и продолжительность QRS рассчитываются путем усреднения их значений для 10-кратных ударов, чтобы получить единичный для каждого параметра. Кроме того, время получается с использованием соотношения частоты выборки [7].

График производительности обучения нейронной сети показывает, что производительность удовлетворительная, что нейронная сеть имеет точность около 79%.

Эту удовлетворительную производительность можно улучшить, увеличив объем обучающего набора данных, а также используя более подходящую модель нейронной сети. Кроме того, сигнал ЭКГ классифицируется на одну из проверяемых аритмий. Вектор, сгенерированный в результате выделения признаков, подается на вход нейронной сети. Сеть протестирована с нормальным синусовым ритмом.

В ходе выполненной работы проанализированы особенности сигнала ЭКГ, который был осуществлен с использованием возможностей обработки сигналов MATLAB и нейронных сетей. Цифровые фильтры предназначены для предварительной обработки сигналов, для выделения признаков были разработаны алгоритмы для определения времени PQRST-комплекса, а также была разработана и обучена нейронная сеть с использованием сигнала ЭКГ, полученного из базы данных аритмии MIT-BIH.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Вайсман М.В., Прилуцкий Д.А., Селищев С.В.* Алгоритм синтеза имитационных электрокардиосигналов для испытания цифровых электрокардиографов // Электроника. 2000. № 4. С. 21–24.

2. *Lagerholm, M., et al.,* “Clustering ECG Complexes Using Hermite Functions and Self-Organizing Maps,” IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. 47, 2000, pp. 839–847.

3. *Hu, G. M., S. Palreddy, W, Tompkins,* “Patient Adaptable ECG Beat Classifier Using a Mixture of Experts Approach,” IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. 44, 1997, pp. 891–900.

4. *Беклер Т.Ю., Файнзильберг Л.С.* Информационная технология тестирования цифровых электрокардиографов с встроенными алгоритмами обработки данных // Управляющие системы и машины. 2012. № 4. С. 31–41.

5. *Mark, R., G. Moody,* MIT-BIH Arrhythmia Database Directory, Cambridge, MA: MIT Press, 1988.

6. *Белоцерковский О.М., Виноградов А.В., Галатян Э.Э., Тарасов А.С., Шебко С.В.* Способ кодирования данных ЭКГ в модели контурного и динамического анализа ЭКГ // Компьютер и мозг. Новые технологии. М.: Наука, 2005. С. 241–255.

7. *Файнзильберг Л.С.* Компьютерный анализ и интерпретация электрокардиограмм в фазовом пространстве // Системні дослідження та інфор-маційні технології. 2004. № 1. С. 32–46.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AS A CLASSIFIER OF ECG SIGNAL

Konstantinov E.

edik.konstantinov@yandex.ru

Supervisor: Z. Gizatullin, Doctor of Technical Science, Assistant Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This article discusses the classification of the electrocardiogram (ECG) signal using an artificial neural network (ANN). The whole process focuses on an automated computer-based system when analyzing ECG signals, in which the images enter the system, and the software extracts the impulse from the image and transfers it to the ANN classifier. The analysis of ECG signals is shown in the MATLAB graphical interface.

УДК 612

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ЭКГ

Константинов Э.С.
edik.konstantinov@yandex.ru
Научный руководитель: З.М. Гизатуллин, д-р техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассмотрено особенности моделирования электрических сигналов с помощью усилителей для анализа параметров электрокардиографов, требования к их характеристикам с учетом специфики применения. Создано имитирующие сигналы, формируемые электродами, в программном обеспечении для моделирования и программирования National Instruments Multisim с использованием библиотеки LabView.

В настоящее время различают множество методов, аппаратных и программных обеспечений для обработки и анализа электрокардиограмм (ЭКГ). Моделирование электрической схемы способствует сравнению различных кардиограмм. Иметь реальные сигналы ЭКГ с пациента не всегда возможно, поэтому создание искусственных сигналов является решением данной задачи [1].

Электрокардиограмма – это графическая запись биоэлектрического сигнала, генерируемого организмом человека во время сердечного цикла. ЭКГ графически дает полезную информацию, касающуюся работы сердца, а также многое говорит о состоянии здоровья. Сигналы ЭКГ состоят из суперпозиции различных потенциалов действия из разных частей сердца и полностью описываются с использованием PQRST-комплекса. Каждая точка и каждый интервал дают информацию о величине и природе электрического сигнала, генерируемого различными частями сердца, со временем, в которой он возникает. На рисунке 1 показан стандартный сигнал ЭКГ.

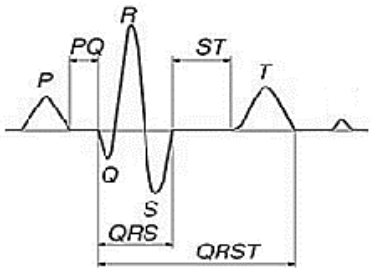


Рис. 1. Стандартный сигнал ЭКГ человека

В таблице 1 представлены временные показатели зубцов, интервалов и комплексов.

Таблица 1

Параметры сигнала нормальной ЭКГ

Зубцы/ Интервалы/ Комплексы	Амплитуда, мВ	Длительность, с
P	0,05 – 0,25	0 – 0,1
Q	0 – 0,2	0,03 (макс.)
R	0,3 – 1,6	0,03 (макс.)
S	0 – 0,03	0,03 (макс.)
T	0,25 – 0,6	0,25 (макс.)
PQ	–	0,12 – 0,2
ST	–	0 – 0,15
QRS	–	0,06 – 0,09
QRST	–	0,3 – 0,4

Аппарат для электрокардиограммы действует как гальванометр, при этом положительный и отрицательный зонды размещаются в двух смежных точках сердца, когда клетки сердца подвергаются деполяризации и реполяризации, гальванометр отклоняется в ответ на направление электрического вектора, производимого сердцем за раз. Концепция гальванометра эффективно реализована с использованием разностного усилителя, который также помогает усиливать слабый сигнал ЭКГ.

Автоматизация анализа сигнала электрокардиограммы состоит в использовании вычислительного метода, подхода при выделении важных признаков и классификации формы ЭКГ. Программатор получает информацию о каждом показателе сигнала ЭКГ и упорядочивает так, чтобы понимал классификатор [2].

Одной из наиболее универсальных схем операционного усилителя (ОУ) для точного измерения и управления процессом является измерительный усилитель (ИУ). Можно использовать интегральные схемы INA128, представляющий собой маломощный ИУ общего назначения, обеспечивающий отличную точность. Один внешний резистор устанавливает любое усиление от 1 до 10000, он имеет высокий синусоидальный коэффициент подавления около 120 дБ при коэффициенте усиления более 100.

На практике сигнал ЭКГ не выходит чистым, как показано на рисунке 1. Он всегда смешивается с шумом, который искажает сигнал и затрудняет получение полезной информации. Одним из основных шумов, связанных с необработанной электрокардиограммой, является дрейф изолинии, который обычно вызывается дыханием на частотах между $0{,}15-0{,}3$ Гц и электромиографическим шумом, который составляет от постоянного тока до 10000 Гц [3]. Другие шумы – это помехи в линии электропередачи, артефакт движения электрода пациента, электрохирургический шум и т. п. Пассивный фильтр нижних частот ($f_c = 100$ Гц) и фильтр верхних частот ($f_c = 0{,}1$ Гц) могут каскадно сформировать полосовой фильтр (рисунок 2).

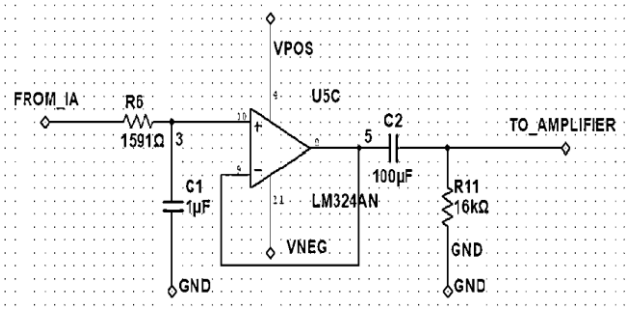


Рис. 2. Принципиальная схема цепи пассивного полосового фильтра ($0{,}1$ Гц $-$ 100 Гц)

В качестве защитной схемы от перегрузки по току является схема возбуждения правой ноги. Она помогает синфазному подавлению предусилителя, посылая сигнал электрокардиограммы, полученный от тела, обратно на корпус, но с отрицательным усилением. Буферный каскад служит во избежание нагрузки внутренней схемы измерительного усилителя, инвертирующий усилитель – для отрицательного усиления сигнала. На выходе схема дополнительно подключена к резистору с высоким сопротивлением, основной функцией которого является дополнительная защита человека от перегрузки по току от сети и во время переходного процесса. Принципиальная схема цепи электрода правой ноги показана на рисунке 3.

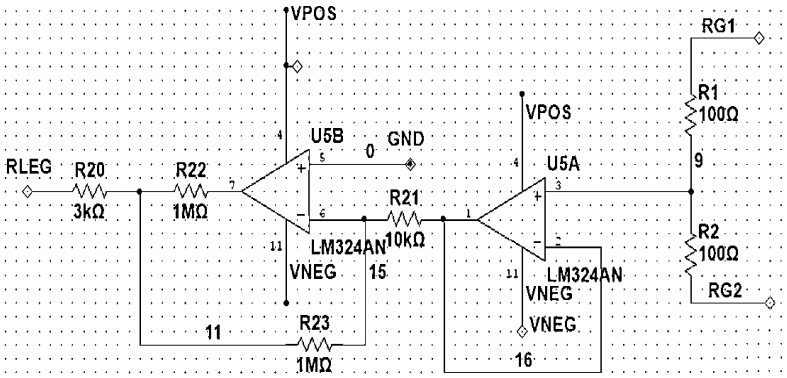


Рис. 3. Принципиальная схема цепи электрода правой ноги

Во время получения сигнала некоторые шумы добавляются к сигналу ЭКГ, а также аналоговые фильтры, предназначенные для получения сигнала, не являются эффективными на 100%, следовательно, целесообразно, чтобы полученный сигнал был предварительно обработан. Цифровые фильтры могут быть разработаны, чтобы отфильтровать нежелательную частотную составляющую из сигнала.

Принципиальная схема формирования электрокардиограммы показана на рисунке 4. Каждый компонент размещен в блоке вспомогательной цепи. Как видно из рисунка 4, блок POWER_SUPPLY (источник питания) обеспечивает необходимое напряжение смещения для операционных усилителей. Виртуальный инструмент LABVIEW (XLV1) генерирует необработанный сигнал ЭКГ, порт RLegis подключен к выходу схемы привода RightLeg, как описано ранее. RArm и LArm подключаются к инструментальному усилителю и затем дополнительно фильтруются фильтрующим блоком (HPF и LPF) [4]. Следует отметить, что соединения осуществляются через виртуальный номер детали, чтобы сделать схему аккуратной и с целью пояснения. Обработанный сигнал ЭКГ отображается с помощью встроенного осциллографа.

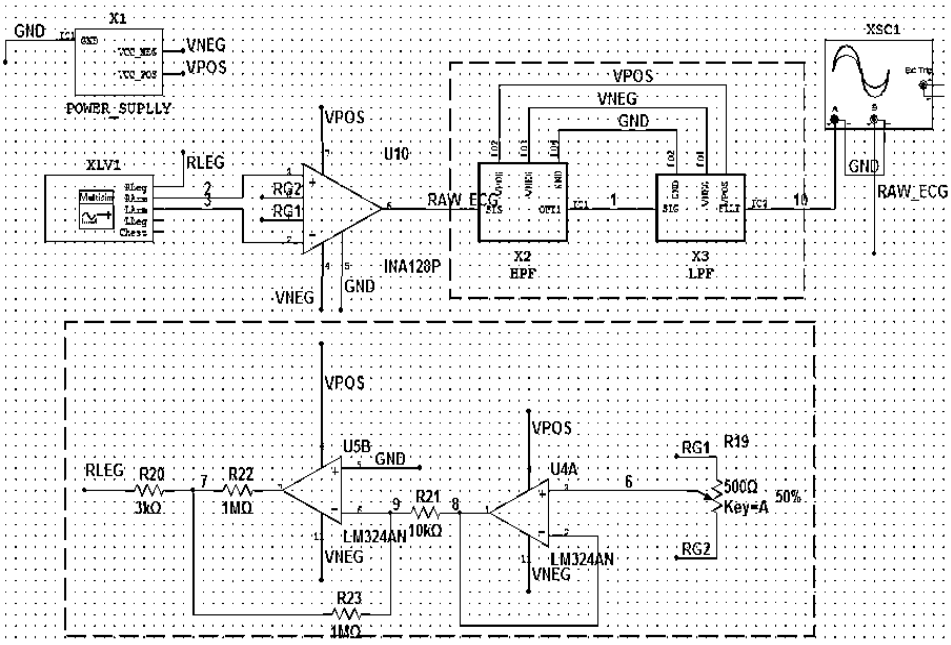


Рис. 4. Принципиальная схема формирования электрокардиограммы

На рисунке 5 показан смоделированный сигнал ЭКГ через осциллограф. Осциллограф настроен таким образом, что информация о времени сигнала ЭКГ может быть легко считана. Видно, что P-зубец занимает около половины деления, поэтому можно сказать, что она имеет длительность около 100 мс, аналогично PR-сегмент занимает вторую половину деления, что

показывает длительность PR-сегмента 100 мс и длительность PR-интервала 200 мс. Т-зубец занимает около двух третей деления, следовательно, продолжительность составляет около 125 мс. Видно, что QRS-комплекс занимает около половины деления, что составляет около 100 мс. Сравнивая синхронизацию смоделированной кривой ЭКГ, рассчитанную со стандартной синхронизацией, приведенной в таблице 1, хронометраж выглядит похожим, следовательно, они попадают в тот же диапазон, что делает симуляцию действительной [5].

Искусственные сигналы, формы ЭКГ достаточно близки к форме реальных. Преимущество же искусственных сигналов заключается в том, что пользователю точно известны их амплитудновременные характеристики. Кроме того, как можно видеть, представленная базовая математическая модель может быть легко модифицирована и дополнена для имитации большого количества разнообразных форм существующих сигналов, что расширяет сферы применения как моделей, так и результатов моделирования.

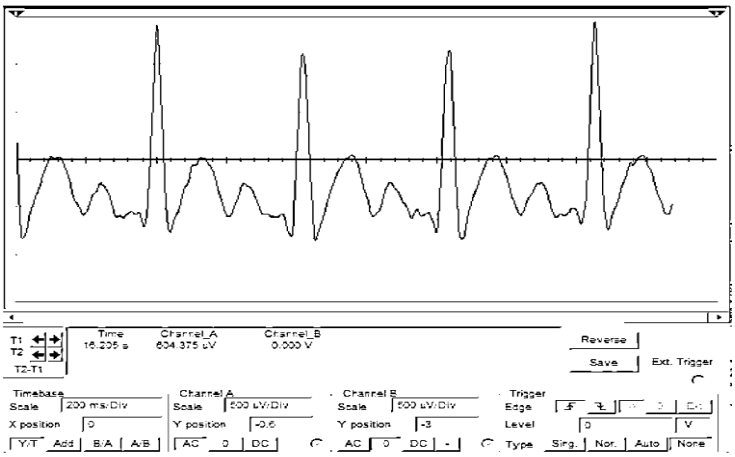


Рис. 5. Анализ смоделированного сигнала ЭКГ

В ходе выполненной работы были проанализированы особенности моделирования электрических сигналов с помощью усилителей для анализа параметров электрокардиографов. С помощью пакета программ National Instruments Multisim с использованием библиотеки LabView были созданы имитирующие сигналы, формируемые электродами. Комплекс предназначен для моделирования сердечного ритма в норме. Оператору предоставляется возможность регулировать важные диагностические параметры, включающие в себя среднее значение ЧСС, амплитудные и временные параметры морфологии PQRST-комплекса. Настройка этих параметров может осуществляться как непосредственно перед началом работы генератора, так и во время генерирования ЭКГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Вайсман М.В., Прилуцкий Д.А., Селищев С.В.* Алгоритм синтеза имитационных электрокардиосигналов для испытания цифровых электрокардиографов // Электроника. 2000. № 4. С. 21–24.

2. *Ладяев Д.А., Федосин С.А.* Моделирование ЭКГ- сигнала // Информационные технологии моделирования и управления. 2006. № 6 (31). С. 702–709.

3. *Беклер Т.Ю., Файнзильберг Л.С.* Информационная технология тестирования цифровых электрокардиографов с встроенными алгоритмами обработки данных // Управляющие системы и машины. 2012. № 4. С. 31–41.

4. *Белоцерковский О.М., Виноградов А.В., Галатян Э.Э., Тарасов А.С., Шебко С.В.* Способ кодирования данных ЭКГ в модели контурного и динамического анализа ЭКГ // Компьютер и мозг. Новые технологии. М.: Наука, 2005. С. 241–255.

5. *Файнзильберг Л.С.* Компьютерный анализ и интерпретация электрокардиограмм в фазовом пространстве // Системні дослідження та інфор-маційні технології. 2004. № 1. С. 32–46.

MODELING THE ELECTRICAL SCHEME FOR ANALYSIS OF ECG SIGNALS

Konstantinov E.
edik.konstantinov@yandex.ru
Supervisor: Z. Gizatullin, Doctor of Technical Science, Assistant Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This paper discusses the features of modeling electrical signals using amplifiers for analyzing the parameters of electrocardiographs, the requirements for their characteristics, taking into account the specifics of the application. Created simulating signals generated by electrodes in the software for modeling and programming National Instruments Multisim using the LabView library.

УДК 681.58:621.865.8

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ

Конюхов А.А.
konjuhov.a@gmail.com
Научный руководитель: С.А. Зарайский, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Рассматривается система управления мобильным роботом, основанная на применении нескольких видеокамер. В данной статье будет использоваться удаленный API – клиент, с подключением к V-REP программы, написанной в среде разработки Python x/y. Сопряжение виртуальной платформы будет осуществлено с помощью библиотеки vrep языка Python. В конце статьи приведены достоинства и недостатки системы управления мобильным устройством на виртуальной платформе для экспериментальной разработки V-REP с помощью языка программирования Python.

Целью написания данной статьи разработка системы управления мобильным устройством и оценка ее конкурентоспособности, что способствовало бы в дальнейшем облегчению выбора системы управления пользователями, с учетом их личных предпочтений.

Введение

Мобильные робототехнические системы применяются сегодня в самых разных отраслях – машиностроение, приборостроение и другие. Автоматизация позволяет минимизировать участие человека в процессах, которые проходят под его контролем. При построении системы навигации роботов возникает немало технических сложностей. Робот должен без участия человека уметь определять свое местоположение и осуществлять управление своим движением. Для этого и необходима разработка специализированных устройств и программных средств, осуществляющих навигацию мобильных роботов по камерам видеонаблюдения.

Основными задачами системы управления автономным мобильным роботом являются:

- обработка изображений с видеокамер (провести фильтрацию изображения, выделить на изображение из фона объекты для определения границ рабочей зоны);
- определение координат беспилотного робота относительно границ рабочей зоны;
- определение отклонения от заданного маршрута;
- выявление посторонних объектов в рабочей зоне робота (человека или других роботов) для предотвращения наезда;
- формирование управляющих команд беспилотному роботу [1].

Для управления роботизированным комплексом предлагается использовать следующий подход.

1. Оснастить роботизированный комплекс несколькими камерами для кругового обзора территории. Оси видеокамер относительно робота известны (можно вычислить все углы экспериментально).

2. Для определения местоположения объекта на территории для обработки оснастить объектами для идентификации (например, бетонные столбы белого цвета, расположенные в угловых точках на поле для беспилотного трактора).

3. Точки въезда роботизированного комплекса в рабочую зону выделить, например, двумя столбами. Таким образом, идентифицировав все столбы можно определить местоположение робота в рабочей зоне.

4. Идентифицировать полосу обработки (т.е. выделить обработанную и необработанную полосу по цвету). Если это помещение склада, то необходимо выделить белой полосой направления движения.

Данный подход позволяет определить местоположение робототехнического комплекса и обеспечить движение по заданной траектории с применением библиотеки OpenCV.

Данными для навигации являются:

- параметры рабочей зоны (координаты углов);
- координаты камер;
- траектория движения беспилотного робота [2];
- изображения рабочей зоны с объектами идентификации;
- идентификация объектов границы зоны;
- выявление посторонних объектов в рабочей зоне.

Разработчики систем управления сталкиваются с задачами представления сложных систем и процессов в сравнительно несложном виде. Важную роль при этом играет выбор языка программирования. Современные инструменты и языки моделирования можно разделить на несколько категорий.

К ним в частности относятся языки моделирования, основанные на универсальных языках программирования. Современные универсальные языки программирования являются мощными, гибкими, удобными и эффективными средствами решения широкого круга задач.. В этой статье рассматривается одна из реализаций этого подхода - библиотека для языка программирования Python – vrep.

Python - отличный язык программирования общего назначения сам по себе, но с помощью нескольких популярных библиотек он становится мощной средой для научных вычислений[3]. В данной статье рассматривается библиотека vrep, которая используется в среде разработки V-REP.

V-REP - бесплатная виртуальная платформа для экспериментальной разработки роботов, имеющая встроенную среду программирования, основанную на распределенной архитектуре управления.

Экспериментальная часть. Алгоритмы навигации робота, используемые в данной работе реализованы в среде Python x/y с использованием следующих библиотек, подключаемых к проекту:

```
import cv2
import numpy as np
from queue import PriorityQueue
import matplotlib.pyplot as plt
import vrep
import time
from IPython.display import clear_output
from IPython.display import display
import ctypes
```

Получение изображения с верхней камеры и замена местами каналов синего и красного:

```
img = cv2.imread("grid_with_orientation3.png")
img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
```

Далее используются функции def get_front_disk_position (img), def get_back_disk_position (img), def get_robot_orientation(img) для идентификации 2 дисков поверх робота, а затем центр контура вычисляется для каждого из них и потом вычисляется положение центра

робота, которое находится посередине между ними, и ориентация вычисляется путем получения угла между вектором, соединяющим 2 центра вместе и вертикальной осью.

Далее функцией def get_goal_position(img) получаем позицию цели вычислением центра контура.

В функции def search() описаны различные методы нахождения пути, но использоваться будет только один из них после сравнения значений данных функций.

Путь реализуемый в предыдущей функции может быть слишком резким для робота, поэтому сглаживаем его функцией def smooth().

С помощью def transform_points_from_image2real преобразуются точки пути из координат изображения в координаты vrep, для этого требуется некоторый изменения, поворот и масштабирование.

Данной функцией def transform2robot_frame преобразуем координаты в систему робота.

Так как у робота есть 2 двигателя, и нам нужно преобразовать линейные и вращательные скорости в скорости вращения для каждого двигателя, выполняем это с помощью функции def pioneer_robot_model.

Далее выполняется подключение к среде V-REP с помощью функции clientID=vrep.simxStart('127.0.0.1',19997,True,True,5000,5).

Код реализации алгоритма для навигации робота-уборщика приведен в приложении.

Алгоритмы оперативного управления, используемые в данной работе реализованы в среде Python x/y с использованием библиотек pynput и vrep. Для того, чтобы программа работала, необходимо подключить их:

```
import sys
from pynput.keyboard import Key, Listener
import vrep
from threading import Thread
from time import sleep
```

Далее с помощью функции simxReadProximitySensor будет считываться состояние датчика приближения установленных в передней левой, передней правой, левой и правой частях робота:

```
errorCode, detectionState1, detectedPoint1, detectedObjectHandle, detectedSurfaceNormalVector = vrep.simxReadProximitySensor(
 clientID, front_left, vrep.simx_opmode_streaming)
```

Если detectionState(указатель на значение, принимающее состояние обнаружения) не равен нулю, то выводится его значение в командную строку.

```
print "Front left Sensor Reading :{}\n".format(int(detectedPoint1[2]*100) if detectionState1 else "Nothing in Range")
```

Далее рассмотрим обработчик кнопок управления. Здесь vrep.simxSetJointTargetVelocity устанавливает воздействие на правое/левое колесо:

```
def on_press(event):
   if event == Key.up:
      if debug:
         print "UP"
      vrep.simxSetJointTargetVelocity(clientID, LeftMotor, Speed, vrep.simx_opmode_streaming)
      vrep.simxSetJointTargetVelocity(clientID, RightMotor, Speed, vrep.simx_opmode_streaming)
      print '---------------------------------- Direction Straight'
```

После описания алгоритмов управления, описывается строка подключения к ПО V-rep. Так как находится на локальном ПК устанавливаем IP 127.0.0.1:

```
clientID = vrep.simxStart('127.0.0.1', 19999, True, True, 5000, 5)
```

Результат исследования 1. Навигация мобильных объектов без оперативного вмешательства в управление.

На рисунке 1 показана предполагаемая траектория пути, используемая системой управления без вмешательства в управление извне.

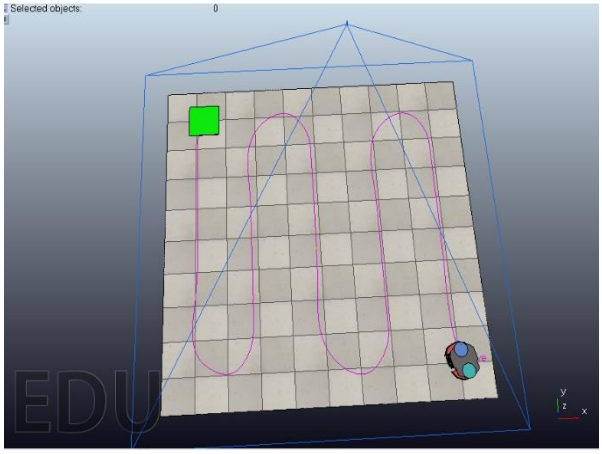


Рис. 8. Предполагаемая траектория пути навигации

На рисунке 2 показано определение координат мобильного объекта и конечной точки.

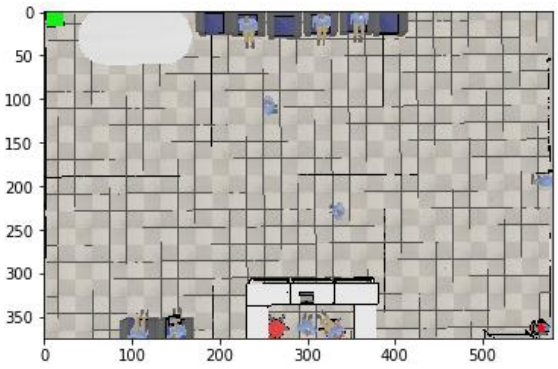


Рис. 2. Определение координат мобильного устройства и конечной точки

Процесс управления мобильным объектом с управляющими воздействиями самой системы показаны на рисунке 3.

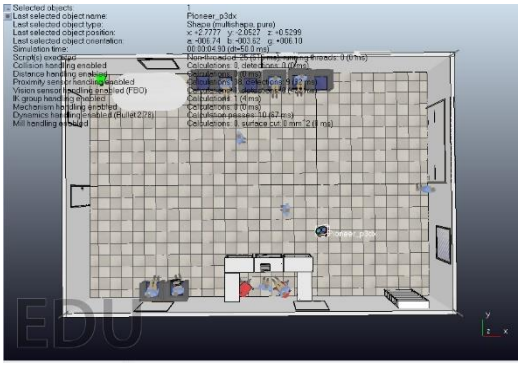


Рис. 3. Процесс управления мобильным роботом

Результат исследования 2. Оперативное управление мобильным объектом по уборке помещений извне.

Результаты оперативного управления с управляющими воздействия вручную с определением препятствий с помощью сенсоров робота показаны на рисунке 4.

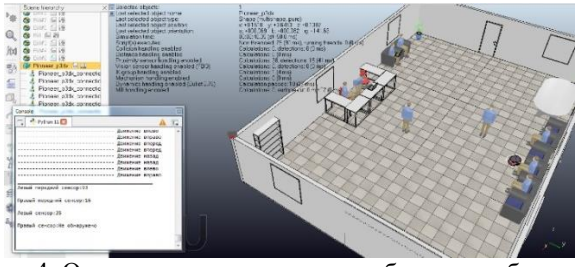


Рис. 4. Оперативное управление мобильным объектом

Виртуальная среда разработки V-REP и, библиотека для сопряжения этой среды и Python vrep - мощные средства для создания систем по управлению мобильными объектами. Перечислим наиболее существенные достоинства полученной системы, выявленные при её изучении и использовании:

К недостаткам системы управления на основе V-REP можно отнести то, что свобода она распространяется в рамках бесплатной лицензии только в образовательных целях, но является очень полезной для исследования различных моделей навигации [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Roland Siegwart, Illah Reza Nourbakhsh.* “Introduction to Autonomous Mobile Robots” Massachusetts Institute of Technology. 2004 - 321 c

2. *Stahl I.,* Simulation Prototyping. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference, 572–579.

3. *Mark Lutz.* «Learning Python. Fifth edition.» – O’Reilly Media, 2013.- 1594 p.

4. Coppelia Robotics V-REP: Create. Compose. Simulate.Any Robot.[Электронный ресурс] — URL: http://www.coppeliarobotics.com/(дата обращения 01.05.2019)

METHOD OF MOBILE ROBOT MANAGMENT

Konyukhov A.

konjuhov.a@gmail.com

Scientific adviser: S. Zaraysky, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

A mobile robot control system based on the use of several video cameras is considered. This article will use a remote API client connected to a V-REP program written in the Python x / y development environment. The virtual platform will be mated using the Python vrep library. At the end of the article are the advantages and disadvantages of a mobile device management system on a virtual platform for experimental development of V-REP using the Python programming language.

The purpose of writing this article is to develop a mobile device management system and assess its competitiveness, which would further facilitate the selection of a user management system, taking into account their personal preferences.

УДК 004.891.2

ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОГРАММЫ ЛОЯЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Кычкин И.М., Артемьева Е.С.

vip.kychkin@gmail.com, nena-199705@mail.ru

Научный руководитель: С.В. Новикова, д-р техн. наук, профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается целесообразность внедрения программы лояльности и наиболее показательные критерии для оценки эффективности. Приводятся описание и результат работы программы проверки эффективности программы лояльности.

Стремительно растущая конкуренция предприятий розничной торговли требует от компаний активного взаимодействия с покупателями, поэтому на сегодняшний день возрастает интерес к выстраиванию с ними долгосрочных взаимоотношений. Программы лояльности являются наиболее распространенными инструментами для решения данной проблемы.

Программы лояльности применяются в качестве неотъемлемой части общей стратегии фирмы в области продвижения и привлечения клиентов, а также для максимизации прибыли [1]. Таким образом, программа лояльности представляет собой сложную организационную структуру со многими участниками, включая компанию-организатора, администрацию, внешних и финансовых партнеров и непосредственно участников.

Разрабатываемая программа лояльности предприятия розничной торговли должна соответствовать критериям эффективности, которые обеспечат положительное сальдо при расчете выручки [2]. Таким образом для аналитиков возникает задача оценки эффективности программы лояльности.

Прежде, чем строить программу лояльности, надо проанализировать ситуацию и решить какую именно программу лояльности выбрать для построения.

Чаще всего построение программы лояльности будет бессмысленно, если:

1. Целевая аудитория предприятия – малообеспеченные слои населения;
2. Предприятие работает с брендами-однодневками. Вкладывать средства в повышение лояльности не логично, так как ведь товар будет вскоре заменен. Инвестиции в лояльность – это вложения, приносящие доход на долгосрочный период;
3. Конкуренция в отрасли отсутствует или ее уровень достаточно мал.

В нашем же случае, мы будем создавать программу лояльности для предприятия розничной торговли, у которого целевая аудитория не является малообеспеченными, компания не является брендом-однодневкой, и конкуренция в отрасли достаточно велика. Исходя из этого, можно предположить, что создание программы лояльности для предприятия розничной торговли имеет смысл.

Программу лояльности предпочтительнее внедрять, если:

1. продукт или услуга приобретаются регулярно – не меньше нескольких раз в год;
2. продажи поддаются простому учету;
3. конкуренты уже реализовали подобную программу.

Мы будем выбирать программу лояльности исходя из существующих, поэтому мы можем предположить, что конкуренты уже реализовали схожую программу. Продажи будут поддаваться простому учету, и продукты из нашего предприятия будут часто покупаться. Здесь мы еще раз убедились, что есть смысл ввести программу лояльности.

Исходя из всех вышеперечисленных принципов построения программ лояльности, а также их достоинств и недостатков, для построения мы выбрали вариант накопительной скидки. Это обусловлено тем, что этот вариант прост в реализации при построении программы лояльности и у этого варианта заметный прирост покупателей, а, следовательно, и прибыли, что поможет нам более явно отразить эффективность программы лояльности.

Опишем формальную постановку задачи построения эффективной программы лояльности для предприятия розничной торговли.

Для того, чтобы построить эффективную программу лояльности для предприятия розничной торговли, требуется рассчитать следующие критерии эффективности [3]:

1. Критерий LTV (Lifetime Value)

Данный критерий показывает, какой доход клиент приносит компании за все время взаимодействия с ней. Чем дольше он будет заинтересован вашим брендом, тем больше прибыли принесет.

Этот критерий может показать, сколько денег принесли клиенты за время действия программы лояльности.

Формула расчета метрики имеет следующий вид:

$$LTV = m * a * t \quad (1)$$

где m — средний чек за отчетный период, a — количество повторных операций за отчетный период, t — среднее время жизни в метрике отчетного периода.

2. Коэффициент вовлечения пользователей

Данный критерий показывает, насколько программа лояльности интересна клиентам. Если участников много, а программой почти не пользуются, значит, нужно что-то менять в ее условиях.

Формула расчета метрики имеет следующий вид:

$$\text{Вовлеченность пользователей} = n / t*100\% \quad (2)$$

где n — количество активных участников программы лояльности, t — общее количество клиентов.

3. Частота покупок

Данный критерий показывает на сколько часто средний покупатель делает покупку в нашем предприятии. Важность очевидна: чем чаще у нас покупают, тем выше наша прибыль.

Формула расчета метрики имеет следующий вид:

$$\text{Частота повторных покупок}=g / t*100\% \quad (3)$$

где g — количество уникальных участников программы лояльности, t — общее количество клиентов.

4. Коэффициент проникновения

Данный критерий показывает общее количество пользователей, потерянных за определенный период, в нашем случае — за время действия программы лояльности. То есть, чем ниже уровень оттока, тем эффективнее работает программа лояльности. Если коэффициент растет, значит, компания что-то не учла при внедрении и нужно срочно проводить аудит программы лояльности.

Формула расчета метрики имеет следующий вид:

$$\text{Коэффициент проникновения}=f / k*100\% \quad (4)$$

где f — количество чеков, в которых используется карта лояльности, k — общее количество чеков.

Необходимо построить программу лояльности для предприятия розничной торговли и проанализировать: эффективна ли наша программа лояльности. Для оценки эффективности будем использовать рассматривать вышеописанные метрики.

Для сбора необходимой информации, например, дата, время, номер транзакции, необходимо создать хранилище данных. На основе базы знаний, хранящейся там, выстраивается модель поведения покупателей, с помощью которой можно построить программу лояльности, а затем оценить ее эффективность.

Для создания базы данных предприятия розничной торговли будет использована система управления реляционными базами данных Microsoft SQL Server.

Приложение для построения эффективной программы лояльности было решено реализовать на языке C# с использованием среды разработки Visual Studio 2019. Исходные данные для отчетных периодов до и после внедрения программы лояльности были взяты из созданной нами базы данных.

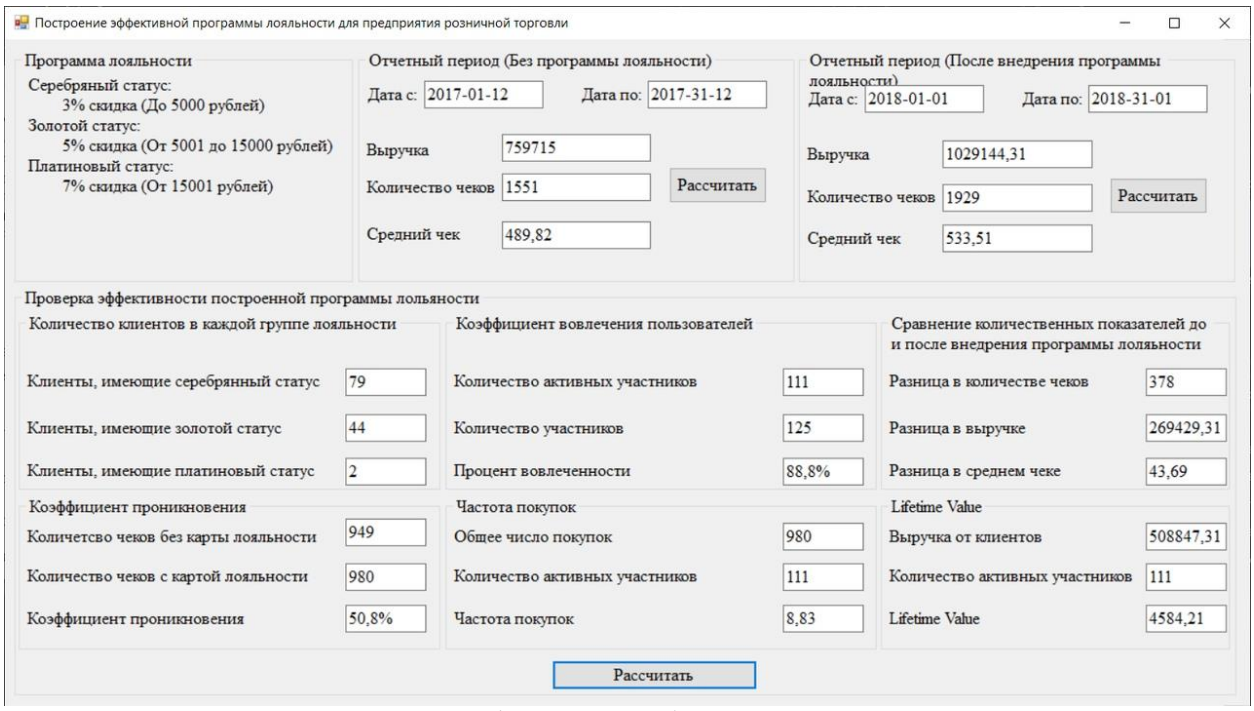


Рис. 1. Результат работы программы

Для начала, чтобы оценить эффективность программы лояльности для предприятия розничной торговли, сравним главные показатели, такие как, выручки, количество чеков и средние чеки за выбранные нами отчетные периоды. Получены следующие результаты:

1. Разница в выручке составляет 269429,31
2. Разница в количестве чеков составляет 378
3. Разница в среднем чеке составляет 43,69

Ни один из показателей не стал отрицательным, это означает, что программа лояльности в нашем случае положительно повлияла на показатели предприятия.

Критерий LTV показал, что доход от активного участника программы в среднем составляет 4584,21 за время действия программы лояльности.

Коэффициент вовлечения пользователей составляет 88,8%. Это значит, что программа лояльности интересна участникам.

Частота покупок показывает на сколько часто средний покупатель делает покупку в нашем предприятии. В нашем случае 8,83 раза участник программы лояльности посещает наше предприятие за время действия программы лояльности.

Коэффициент проникновения составляет 50,8%. Это говорит нам об успешности программы лояльности, как говорилось ранее, чтобы программа лояльности была успешна, этот коэффициент должен быть не менее 40%.

Проанализировав данные, мы можем сказать, что построенная нами программа эффективна по всем критериям, которые нам надо было рассчитать при постановке задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Бутчер С.* Программы лояльности и клубы постоянных клиентов. М.: Вильямс, 2004. 272 с.
2. *Цысарь А.В.* Лояльность покупателей: основные определения, методы измерения, способы управления // Маркетинг и маркетинговые исследования. 2002. № 5.
3. *Нагорная Е.С.* Оценка эффективности программы формирования потребительской лояльности // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2011. № 8.

CONSTRUCTION OF AN EFFECTIVE LOYALTY PROGRAM FOR RETAIL TRADE ENTERPRISE

Kychkin I., Artemyeva E.
vip.kychkin@gmail.com, nena-199705@mail.ru
Supervisor: S. Novikova, Doctor of Technical Sciences, Full Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The article deals with the expediency of integration a loyalty program and the most significant criteria for efficiency mark. The description and the result of the loyalty program effectiveness check program are given.

УДК 004.932.72'1

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСКУРСИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА КАЗАНИ С ПРИВЯЗКОЙ К МЕСТОПОЛОЖЕНИЮ И РАСПОЗНАВАНИЕМ ЗДАНИЙ

Лаптев О.С.
laptolegser@gmail.com
Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается реализация экскурсионной информационной системы города Казани с привязкой к местоположению и распознаванием зданий. Определены основные цели и задачи, которые необходимо решить при разработке данной справочной информационной системы, отмечены положительные моменты и преимущества, связанные с внедрением такой системы. Представлен интерфейс информационной системы.

Введение

Развитие рынка мобильных приложений зависит от возрастающих требований пользователей по применению приложений, как в профессиональной, так и в обыденной жизни. Причем в последнее время наблюдается активное проникновение мобильных приложений в сферу сопровождения досуга пользователей, где значительную часть занимают туристические интересы. Рынок мобильных приложений в области интерактивных туристических справочных систем активно развивается как за рубежом, так и в России. Различные элементы туристических справочных систем можно найти в таких поисковых системах, как Yandex и Google, в их картах.

Однако, в зависимости от ситуаций, пользователям может потребоваться информация по принципу «здесь и сейчас», когда пользователь видит объект и хочет узнать информацию о нем. Приложения такого типа также присутствуют на рынке мобильных приложений. Но такие приложения либо не выполняют эти заявленные функции, либо относятся к информации о местах общественного питания. Интерактивных приложений, дающих краткую характеристику о культурно-историческом объекте, находящемся в поле зрения пользователя на российском рынке нет. Поэтому актуальной является разработка информационной системы реализации подсказок пользователю, которая бы обеспечивала обнаружение его местонахождения в инфраструктуре достопримечательностей локального пространства и информировала об близлежащих объектах с уточнением информации относительно отдельного выбранного. Информационная систем должна быть разработана в виде мобильного приложения для устройств на платформе Android. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. исследовать существующие мобильные приложения, которые имеют схожую тематику;
2. выработать алгоритм, позволяющий акцентировать пользователю точки интереса в инфраструктуре достопримечательностей локального пространства, полученные с помощью

агрегированных данных виртуальной карты;

3. выбрать оптимальные инструментальные средства разработки информационной системы и создания нейронной сети распознавания выбранного объекта в инфраструктуре достопримечательностей локального пространства;

4. реализовать информационную систему в виде мобильного приложения, которое будет отвечать поставленной цели;

5. протестировать мобильное приложение на выбранном участке города Казани.

Анализ существующих методов обучения

Исследования мобильных приложений выбранного класса показало активное использование средств дополненной реальности и геолокации для обеспечения выполнения заявленных функций. Приложения, которые попадают в эту группу, имеют в своем функционале возможность отображать изображение, поступающее с камеры мобильного телефона, и дополнять его указателями, метками, которые описывают конкретное место и примерное направление на него. Было выявлено девять приложений, которые предоставляют заданный функционал с элементами дополненной реальности, используемой для решения задач геотаргетинга.

По результатам тестирования приложения можно разделить на несколько групп. В первую группу пришлось отнести те приложения, которые не выполняли заявленных функций геотаргетинга. Во вторую группу попали приложения, предоставляющие функционал дополненной реальности, на экране поверх слоя с изображением с камеры отображались слои определения географического местоположения. На этом объем предоставляемого функционала заканчивался. Третья группа заявленный функционал предоставила действующим, тематика освещения особенностей достопримечательностей присутствовала, но не относилась к территории России. При этом приложения этой группы не предоставляют открытого кода и не позволяют переучить их на достопримечательности других стран.

Сравнительный анализ вышеперечисленных приложений в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ

Критерии оценки / **Приложения**	**Реализация механизма дополненной реальности**	**Реализация механизма геотаргетинга**	**Русский язык интерфейса**	**Распознавание зданий культурного наследия**	**Поддержка целевого региона использования**
City Lens	-	-	-	-	-
Landmarker	-	-	-	-	-
Spotter	-	-	-	-	-
Arnav Lite	+	-	-	-	-
«Где Шаверма?»	+	+	+	-	+
LayAR	+	+	-	+	-
Wikitude	+	+	-	-	-
izi . Travel	-	-	+	-	+
RediGo	-	-	+	-	+
Walkstreets	-	+	+	-	+
Разрабатываемое мобильное приложение	+	+	+	+	+

В результате было принято решение разработать приложение с использованием подобных алгоритмов и подразумевающее расширение функционала путем добавления в приложение модуля распознавания объектов на основе переобученной свёрточной нейронной сети.

Анализ существующих архитектур нейронных сетей, используемых для распознавания

изображений показал, что возможно использование как неглубоких (shallow) сетей, так и глубоких (deep) сетей. Автор [1] указывает, что выбор архитектуры определяется в данном случае объемом обучающего множества и для малого по объему множества рекомендует использовать shallow-сети. При этом среди deep-сетей несомненным лидерами в области распознавания изображений являются сверточные сети, предложенные Y. LeCun [2]. Сети такой архитектуры содержат обучаемые фильтры, на основе которых происходит сворачивание изображений распознаваемого образа и обобщение его свойств. Сравнительная характеристика неглубоких и глубоких сетей дана на рис. 1. Однако, для обучения глубоких сетей необходимы объемы обучающего множества в районе миллиона изображений на один распознаваемый класс. При этом [1] рекомендует при небольшом объеме обучающего множества использовать предобученные нижние слои deep-сетей, когда обучению на имеющемся множестве подвергаются последние слои.

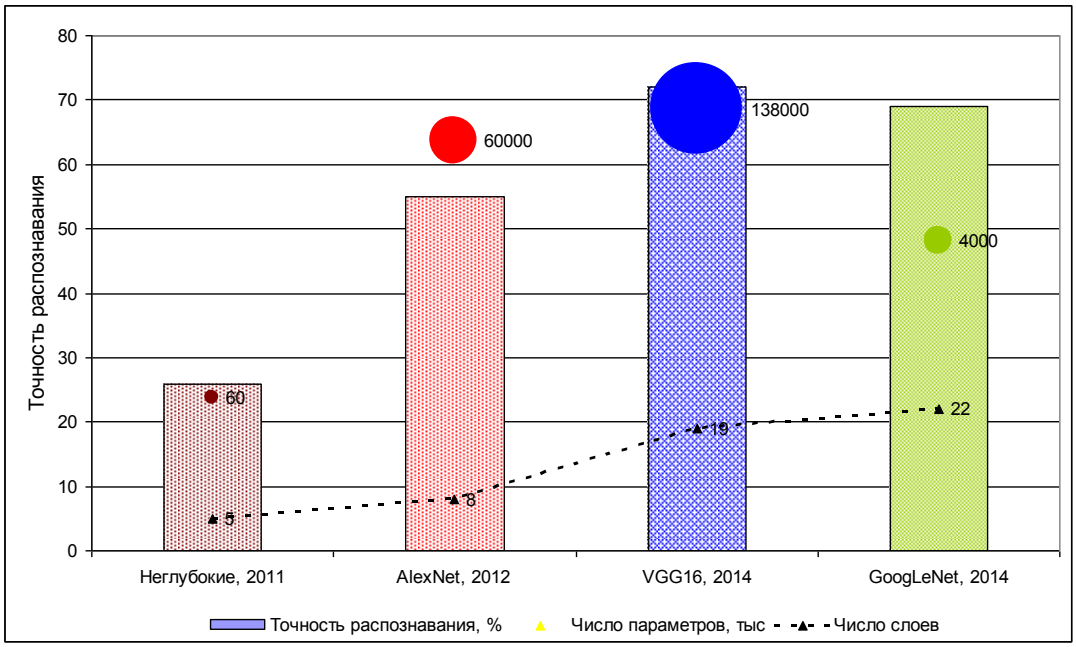


Рис. 1. Сравнительные характеристики по точности распознавания, числу слоев и размерности сети

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости разработки мобильного приложения для повышения удобства ориентирования туриста, которое в свою очередь будет обладать достоинствами вышеперечисленных систем и в то же время дополнять их необходимым функционалом, определенным в задачах системы.

Реализация автоматизированной информационной системы

Разрабатывается мобильное приложение для устройств на платформе Android в виде информационной системы реализации подсказок пользователю, обеспечивающей обнаружение местонахождения пользователя в инфраструктуре достопримечательностей локального пространства и информирующей о близлежащих объектах с уточнением информации относительно отдельного выбранного объекта [3, 4].

Для реализации технологий геотаргетинга и дополненной реальности используются свободно распространяемые Javascript API библиотеки проекта Wikitude, что позволяет использовать некоторый функционал проекта не будучи скованными рамками официального приложения компании [5].

В качестве инструмента реализации распознавания объектов используется переобученная глубокая нейронная сеть. Сбор изображений для формирования описания классов позволил собрать обучающее множество с объемом около 600 изображений на класс, что позволило обратиться к сетям глубокой архитектуры. В результате было принято решение использовать архитектуру deep-сети MobileNet v2 [6] и обучить ее на построенном обучающемся

множестве. Как альтернативный конкурент выбранной архитектуры использовалась архитектура GoogleNet [7], которая по данным [8] имеет лучшее в сравнении с архитектурой MobileNet качество распознавания. Однако авторы этой статьи указывают на больший размер сети GoogleNet в смысле числа параметров, что может оказаться критичным для мобильного приложения. При этом архитектура GoogleNet является одной из наиболее эффективных в смысле качество-размер, в сравнении с широко известными архитектурами [9].

Процесс обучения сетей обеих архитектур потребовал провести обработку обучающего множества с частичной его аугментацией, в результате чего число изображений на класс сократилось до 300-280. Обучение сети проводилось средствами пакета MatLab, обладающего высокой скоростью работы и простотой использования. При этом обе архитектуры показали высокую точность распознавания, более 85 %.

На рисунке 2 представлен процесс обучения глубокой нейронной сети архитектуры GoogleNet средствами пакета Matlab 2019a при скорости обучения 0.0006, размере минибатча 10, валидация на каждой третьей итерации, 97 итераций на эпоху. Проводилось обучение распознаванию 5 категорий. На рисунке 3 показано обучение глубокой нейронной сети архитектуры GoogleNet на том же множестве, при увеличении скорости обучения в 2 раза, остальные параметры прежние. Из рисунков видно, что такое увеличение скорости привело к снижению эффективности работы сети.

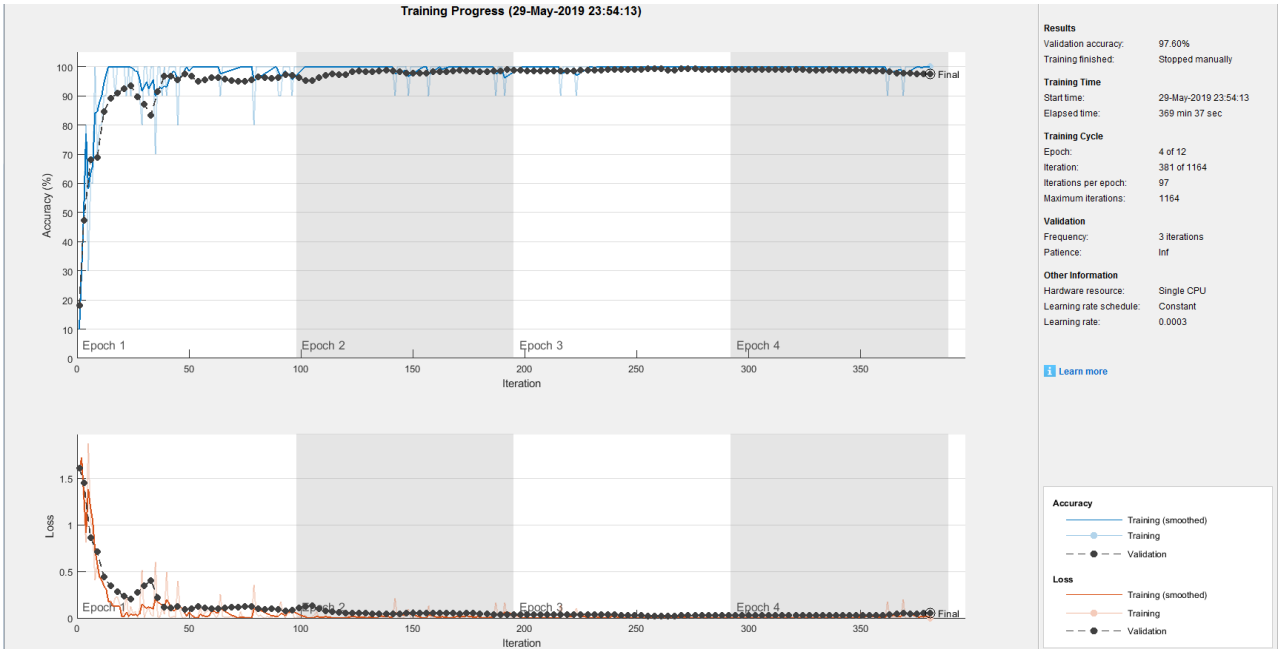


Рис. 2. Процесс обучения глубокой нейронной сети архитектуры GoogleNet на трех классах средствами пакета Matlab

Для тестирования работы сети были использованы фотографии анонимных пользователей, выложенные в Интернет. В качестве итогового классификатора была выбрана обученная архитектура deep-сети MobileNet. К сожалению, средства конвертации обученной сети из пакета MatLab в форматы, поддерживаемые мобильными приложениями некорректно передают параметры слоев. Поэтому выбранная архитектура была переобучена средствами Tensorflow на том же множестве, что позволило получить формат компонента, подключаемый в мобильное приложение. Параметры обучения были выбраны те же, что использовались в MatLab.

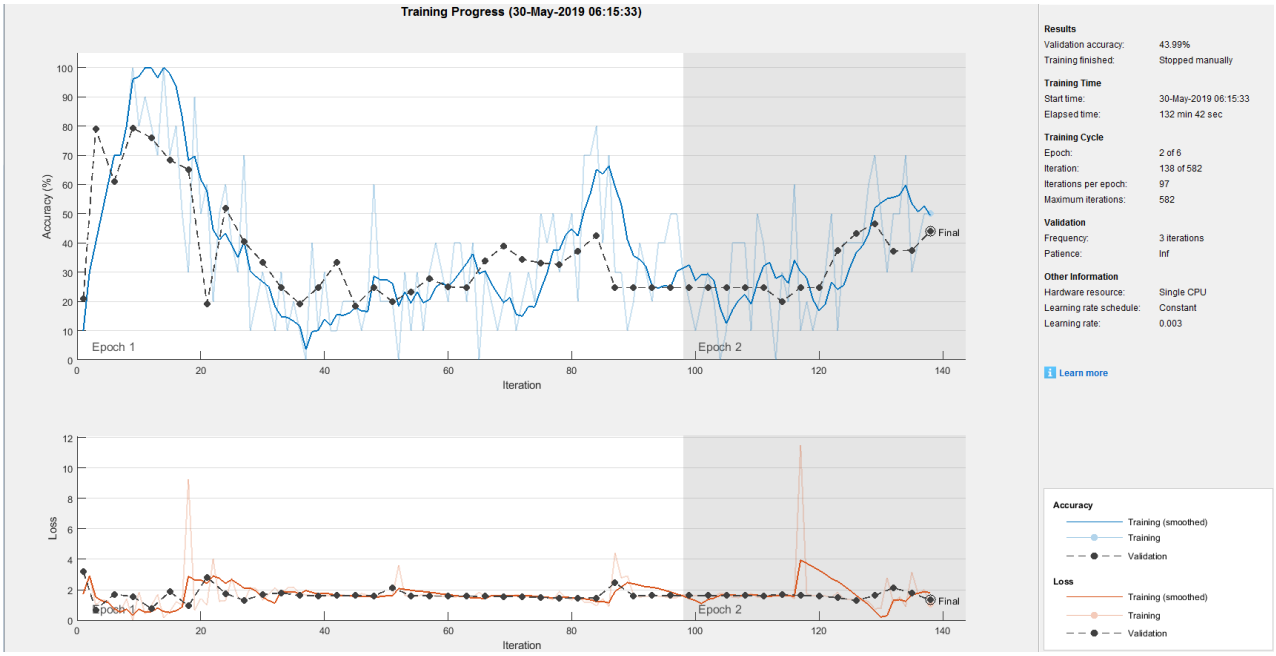


Рис. 3. Обучение глубокой нейронной сети архитектуры MobileNet v2 на пяти категориях

Внутри модуля распознавания было реализовано хранилище средствами СУБД SQLite [10].

Процесс использования мобильного приложения состоит из следующих этапов:

1. Вход на главный экран выбора услуги.
2. Выбор одной из услуг.
3. В случае выбора распознавания на экран выводятся данные из базы данных.

Снимок экрана выбора приведен на рисунке 4.

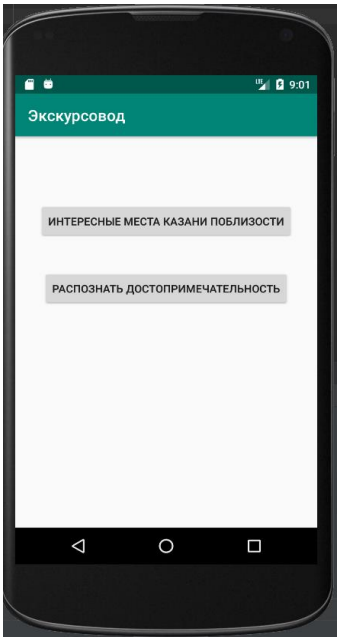


Рис. 4. Снимок экрана выбора услуги

Использование модуля геотаргетинга предполагает выполнение следующих действий:

1. Подключение к сети Интернет посредством WiFi или сотовой связи;
2. Активация геолокационного датчика GPS на устройстве;
3. Переход на вкладку «Интересные места Казани поблизости»;
4. Ожидание синхронизации данных и получение подсказок о направлении ближайших зданий-достопримечательностей.

Пример использования модуля геотаргетинга приведен на рисунке 5.

Рис. 5. Использование модуля геотаргетинга в приложении

Заключение

В заключении необходимо отметить, что «Экскурсионная информационная система города Казани с привязкой к местоположению и распознаванием зданий» разрабатывается для выполнения поставленных целей и решения выдвинутых задач. С использованием экскурсионной информационной системы информационной системы возрастет качество и эффективность поиска достопримечательностей, за счет увеличения удобства поиска объектов и их распознавания. В процессе разработки системы и методики проектирования для упрощения и стандартизации процессов были построены необходимые IDEF и UML диаграммы [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Aggarwal Charu C.* Neural Networks and Deep Learning. / Springer International Publishing AG, 2018. 497 p.

2. *LeCun Y., Boser B., Denker J.S., Henderson D., Howard R. E., Hubbard W., Jackel L.D.* Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition // Neural Computation. Vol. 1. Is. 4. 1989. P.541-551.

3. *Hagos Ted*. Learn Android Studio 3 with Kotlin: Efficient Android App Development. / Apress, 2018. - 496 p.

4. *Голощапов А.Л.* Google Android. Создание приложений для смартфонов и планшетных ПК / СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 804 с.

5. *Horton J*. Learning Java by Building Android Games. / Packt Publishing, 2015. 392 p.

6. *Sandler M., Howard A., Zhu M., Zhmoginov A., Chen L.*-C. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. // The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2018. p. 4510-4520.

7. *Szegedy C.* Going deeper with convolutions. / in Proc. CVPR, Boston, MA, USA. 2015. p. 1–9.

8. *Bianco S., Cadene R., Celona L., Napoletano P.* Benchmark Analysis of Representative Deep

Neural Network Architectures. // IEEE Access. 2018. Vol. 6. P. 64270 – 64277.

9. *Canziani A., Paszke A., Culurciello E.* An analysis of deep neural network models for practical applications. // arXiv preprint arXiv:1605.07678, 2017. Режим доступа https://arxiv.org/abs/1605.07678, дата доступа 03.04.2019.

10. *Owens M.* The Definitive Guide to SQLite. New York City: Springer-Verlag, 2006. 463 p.

11. *Бикмуллина И.И., Барков И.А.* Математическое и информационное моделирование производственных процессов. // ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО И СЕРВИС В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ. Сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции: в 3-х томах. отв. редактор Горохов А.А. - К.: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2014. с. 93 – 98.

REALIZATION OF THE SIGHTSEEING INFORMATION SYSTEM OF THE CITY OF KAZAN WITH BINDING TO LOCATION AND BUILDINGS RECOGNITION

Laptev O.

laptolegser@gmail.com

Scientific adviser: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper discusses the implementation of the Kazan city sightseeing information system with BINDING TO and recognition of buildings. The main goals and objectives that need to be addressed when developing this reference information system are identified, and the positive aspects and advantages associated with the implementation of such a system are noted. Presents an information system interface.

УДК 656.7.052:658.012.011.56

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Ломакин А.Ю.

artyom_l_yu@rambler.ru

Научный руководитель: Пешко Е.В.

(Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, г. Санкт-Петербург)

В статье рассмотрены концепции применения технологий дополненной реальности для повышения эффективности процесса обслуживания воздушного движения. Описаны идеи использования таких технологий для различных диспетчерских пунктов и рабочего места руководителя полётов, а также оценены технические сложности их осуществления и предложены возможные пути решения.

Дополненная реальность (AR – Augmented Reality) — это среда, в реальном времени дополняющая физический мир цифровыми данными с помощью каких-либо устройств и программной части [1]. Концепция дополненной реальности не предполагает абстрагирование от настоящей реальности и полное погружение в искусственно созданную действительность, в отличие от концепции виртуальной реальности. Суть дополненной реальности заключается в том, что пользователь получает улучшенную версию реального мира, взаимодействовать с которой удобнее.

В настоящее время многие компании, работающие в сфере информационных технологий, имеют свои разработки в этой области и своё видение перспектив её развития; но зачастую они сходятся во мнении, что основой применения дополненной реальности в будущем должно стать не личное бытовое, а профессиональное пользование. Так, активно создаются оборудование и программное обеспечение для проектирования зданий, проведения медицинских операций, распознавания людей, находящихся в розыске; прорабатываются другие сценарии использования дополненной реальности. Разумеется, такая передовая

отрасль, как авиация, не может оставаться в стороне и наряду с остальными ищет методы применения перспективных технологий. Более того, авиационная индустрия стояла у истоков формирования самой концепции. Интересно, что термин «дополненная реальность» был предложен исследователем корпорации Boeing Томом Коделом в 1990 году [2]. Сейчас одним из ярких примеров успешного внедрения подобных разработок является использование лётными экипажами по всему миру системы индикации на лобовом стекле — так называемой HUD (Head-Up Display), — представляющей собой устройство, выводящее основную пилотажную и навигационную информацию на прозрачную поверхность, находящуюся между глазами пилота и лобовым стеклом, обеспечивающее тем самым наложение показаний приборов на визуальную обстановку впереди воздушного судна; эта система значительно облегчает работу экипажа при полётах ночью, в облаках и в условиях ограниченной видимости.

Учитывая, что при обслуживании воздушного движения диспетчер непрерывно обрабатывает различные информационные потоки, вопрос применения технологий дополненной реальности здесь является актуальным. В классическом понимании дополненная реальность в первую очередь направлена на визуализацию неявных процессов и событий. С этой точки зрения может быть интересным её применение на диспетчерских пунктах руления и вышки. Есть несколько вариантов претворения этой идеи в жизнь. Можно предложить диспетчерам указанных пунктов использовать традиционные очки (шлем) дополненной реальности, что потребует каждый раз перед принятием дежурства надевать на голову специальное устройство и не снимать его до последующей передачи дежурства своему коллеге. Это может быть неудобно. Более интересным представляется отображение нужной информации на остеклении вышки, что позволило бы работать с дополненной реальностью в более удобном формате. Однако в таком случае возникает сложность, заключающаяся в том, что изображение, выводимое на остекление, будет иметь смысл только при определённым угле обзора, так как оно должно быть привязано к реальным объектам на аэродроме. Учитывая, что диспетчер во время работы находится на одном месте, этот факт, на первый взгляд, не является существенной проблемой. Но в действительности это верно лишь для небольших аэродромов, где функциональные обязанности диспетчеров руления и вышки совмещены в одном диспетчерском пункте. Поскольку на вышке, как правило, располагаются несколько диспетчеров, которые работают с одной и той же визуальной обстановкой, но имеют разные углы обзора, возникает необходимость разделить информацию, отображаемую для каждого из них. Поставленная задача может быть решена, например, с помощью поляризации света. Тогда диспетчерам всё же придётся пользоваться очками, однако обычные очки с поляризационными линзами с гораздо меньшей вероятностью станут источником неудобств для диспетчеров, чем очки дополненной реальности. Впрочем, этот аспект в настоящий момент является достаточно малоизученным и представляет особый интерес для дальнейших исследований.

Спектр информации, потенциально передаваемой диспетчеру посредством дополненной реальности, для диспетчерских пунктов руления и вышки довольно широк. В первую очередь, таким образом можно создавать виртуальные формуляры, привязываемые к соответствующим воздушным судам и сопровождающие их, подобно тому, как это происходит на индикаторе воздушной обстановки. Для диспетчеров руления может отображаться информация о доступности маршрутов руления и о режиме работы взлётно-посадочных полос. Также полезным был бы вывод информации о характеристиках аэродрома и соответствующих ограничениях на маршрутах руления для различных типов воздушных судов. Для диспетчеров вышки наиболее актуальным является предоставление информации о занятости взлётно-посадочных полос в очень явном виде (например, путём выделения цветом) с сигнализацией о случаях несанкционированного их занятия. В зависимости от оснащения аэродрома дополнительными датчиками, можно реализовать сигнализацию о наличии препятствий на полосе. Помимо этого, для диспетчеров вышки можно отображать информацию о характеристиках площади маневрирования и коэффициенте сцепления и

метеорологическую информацию, такую как направление и скорость ветра у земли, метеорологическая видимость и видимость на взлётно-посадочной полосе. Полезным было бы отображение номинальной траектории захода на посадку. Кроме того, такая система дополненной реальности способна облегчить работу диспетчеров в условиях, когда непосредственный визуальный контакт с воздушным судном установить невозможно: из-за наличия препятствий, ограничивающих обзор, или низкой видимости, — путём моделирования расположения основных элементов аэродрома и движения воздушных судов.

На диспетчерских пунктах круга, подхода, а также районного центра диспетчеры, как правило, во время осуществления своих функциональных обязанностей не взаимодействуют ни с воздушными судами, ни с их экипажами напрямую. Вся информация о воздушной обстановке является радиолокационной и передаётся диспетчерам посредством индикаторов воздушной обстановки. В ходе этого процесса она уже представляет собой не часть реального физического мира, а виртуальную модель. Следовательно, сложно представить сценарий, при котором визуализирующие технологии дополненной реальности могли бы быть действительно полезны диспетчерам указанных пунктов. Возможно, для них существуют методы применения дополненной реальности, связанные с другими видами информации и каналами восприятия, отличными от визуального. Например, если во время отсутствия воздушных судов в зоне ответственности диспетчера выводить в рабочую гарнитуру (рабочие динамики) расслабляющий звуковой фон, можно, задействуя аудиальный канал, более чётко разграничить интервалы времени, когда от диспетчера требуется концентрация на информации, поступающей с индикатора воздушной обстановки, и когда он может перевести взгляд на что-то другое. Теоретически, это может быть полезно, поскольку чрезвычайно трудно в течение длительного времени концентрировать внимание на одном мониторе и в любом случае диспетчер во время работы так или иначе отвлекается. Такая система позволила бы более эффективно распределять концентрацию диспетчера во времени. Однако выгода от внедрения подобных сценариев является намного более спорной, чем в случае с классической, визуальной, дополненной реальностью на диспетчерских пунктах руления и вышки. Кроме того, несмотря на то, что такая система формально соответствует определению, в действительности, говоря о дополненной реальности, всё же практически всегда имеют в виду вышеописанные системы визуализации.

Помимо описанных диспетчерских пунктов отдельного внимание заслуживает рабочее место руководителя полётов, где применение технологий дополненной реальности также может быть полезным. Однако, поскольку его функциональные обязанности предполагают не только нахождение на одном строго определённом месте, но и регулярные перемещения по всей вышке или диспетчерскому залу для контроля работы каждого диспетчера, единственным разумным решением остаётся применение очков дополненной реальности. Правда, в отличие от работающих диспетчеров, руководителю полётов не обязательно взаимодействовать с дополненной реальностью непрерывно. Возможно, здесь её можно рассматривать главным образом как раз как инструмент, позволяющий иметь всю актуальную информацию, отходя от своего непосредственного рабочего места. Таким образом, есть смысл посредством дополненной реальности передавать руководителю полётов информацию, дублирующую ту, которая представлена на мониторах его рабочего места: плановую, справочную, метеорологическую, а также касающуюся взаимодействия со службами аэропорта. В том числе было бы полезно обеспечить появление срочных уведомлений и сообщений в визуальной среде, создаваемой дополненной реальностью. Второй сценарий полезного применения описываемых перспективных технологий для руководителя полётов заключается в отображении краткой информационной сводки о воздушной обстановке в каждом из подконтрольных секторов обслуживания воздушного движения, в которую могут включаться, например, данные о количестве воздушных судов в секторе и наличии в нём потенциально-конфликтных ситуаций. Кроме информации о воздушной обстановке, в сводку можно добавить особенности аэронавигационной обстановки, метеорологической обстановки, а также, при наличии такого наблюдения,

данные о психофизиологическом состоянии работающих диспетчеров. Эта информация может как быть представлена в визуальном поле постоянно, так и появляться там при появлении в поле зрения руководителя полётов того диспетчера, к которому она относится.

Несмотря на то, что описанные идеи могут казаться слишком футуристичными и далёкими от воплощения в жизнь, беспрецедентные темпы развития высоких технологий в XXI веке позволяют говорить о том, что часть из них будет реализована на рабочих местах в ближайшем будущем. Уже сейчас к запуску в Международном аэропорту Дубай готовится система улучшенного отображения видения аэропорта (EAVD – Enhanced Airport Vision Display) — разработка канадской фирмы Searidge Technologies, ключевым элементом которой является дополненная реальность. Она позволит предотвращать случаи, когда диспетчеры руления по ошибке направляют воздушные суда во временно закрытые зоны аэродрома, используя схему, на которой такие зоны будут выделены красным цветом. EAVD предполагает предоставление дополнительной информации диспетчерам руления и вышки о наблюдаемых воздушных судах и их местоположении, включая аналогичные описанным выше виртуальные формуляры сопровождения. Всю указанную информацию планируется выводить на отдельный полупанорамный экран [3]. Другим интересным примером является разработанная в Германском центре авиации и космонавтики (DLR) система удалённого рабочего места диспетчера Remote Tower, последние версии которой тоже включают применение технологий дополненной реальности. Здесь на изображение с видеокамер, заменяющее вид с диспетчерской вышки, накладываются дополнительная информация о воздушном судне и номинальная траектория захода на посадку, а также возможен вывод записи треков предыдущих самолётов, выполнивших посадку, что может быть полезно, например, для выявления сдвига ветра [4]. Поэтому, возможно, то, что сейчас находится только на стадии зарождения, через несколько лет станет очередным стандартным инструментом, который, слаженно взаимодействуя со множеством других, будет помогать диспетчерам обеспечивать высочайший уровень безопасности и эффективности воздушного движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. AR — Дополненная Реальность // Хабр. URL: https://habr.com/ru/post/419437 (дата обращения: 10.04.2019).

2. *Brian X. Chen*. If You’re Not Seeing Data, You’re Not Seeing // Wired. URL: https://www.wired.com/2009/08/augmented-reality (дата обращения: 11.04.2019).

3. Дополненная реальность поможет авиадиспетчерам Дубая сажать самолёты // N + 1. URL: https://nplus1.ru/news/2017/08/21/vrairport (дата обращения: 16.04.2019).

4. *Плясовских А.П., Шатраков А.Ю., Рубцов Е.А.*. О применении первичной обработки видеоизображения для передачи данных по низкоскоростным линиям при реализации системы Remote Tower в России // Вестник СПбГУ ГА – 2016 - № 4 – с. 77, 80.

PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION OF THE AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN AIR TRAFFIC SERVICE

Lomakin A.

artyom_l_yu@rambler.ru

Scientific Adviser: E. Peshko

(The Saint Petersburg State University of Civil Aviation, Saint Petersburg)

The article considers conceptions of implementation of the augmented reality technologies to increase efficiency of the process of air traffic service. It describes ideas of such technologies’ usage for different air traffic control units and the workplace of a supervisor. It also assesses technical difficulties of their realization and suggests possible solutions.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ СОТОВОГО ОПЕРАТОРА ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА ОПЕРАТОРОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Мазитов А.И., Зинатуллин Н.Р.
artischock123@gmail.com, zinatullin777@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлена имитационная модель центра поддержки клиентов сотового оператора, её функциональная схема, а также текстовое описание схемы. Данная модель была разработана в имитационной среде моделирования AnyLogic. Приведенная модель оптимизирована за счет регулирования количества операторов, которые принимают и обрабатывают звонки разной тематики.

Введение

Целью данной работы является моделирование работы центра поддержки клиентов сотового оператора, а также создание модели, с помощью которой можно выяснить оптимальное количество необходимых операторов, задействованных для обслуживания звонков клиентов и обработки факсов. Создание модели и сам процесс моделирования происходит в среде моделирования AnyLogic.

Сущность имитационного моделирования заключается в том, что для изучаемой системы создаётся достаточно точная модель, для проведения экспериментов с различными вариантами функционирования данной системы и последующим их анализом.

Имитационные модели позволяют учитывать факторы, затрудняющие изучение предметной области при использовании аналитического метода исследования и проводить повторные эксперименты с обновлёнными данными, что приводит к экономии не только времени, но и финансовых средств владельца системы.

В работе рассматривается оптимизация работы центра поддержки клиентов сотового оператора за счет оптимизации количества операторов, которые принимают и обрабатывают звонки и факсы разной тематики. Для этой цели используется система имитационного моделирования AnyLogic, которая предоставляет возможность создать имитационный эксперимент, а также эксперимент для оптимизации систем.

Описание принципа работы центра поддержки клиентов

Поступающий входящий звонок в центр поддержки клиентов поступает в систему распределения по тематике вопроса (ВыяснениеТемы). В случае если клиент еще не определился с точной причиной обращения в центр, он ждет ответа оператора-распределителя(ОбработкаТемы), который перенаправляет звонок на оператора, занимающегося вопросами определенной тематики. Эти обращения будут направлены в один офис (ОператорыРаспределение), где свободный оператор может принять обращение. Если клиент точно знает тему своей проблемы, то он переходит к выбору конкретного оператора (СортировкаПоТемам): вопрос о тарифах (Тарифы), вопрос о списаниях со счета (Списания), вопрос об акциях компании (Акции), иные вопросы (ИныеВопросы). Эти обращения будут в другом офисе (ОператорыСпец), где оператор может принять любое обращение по своей теме. Поступающий факс обрабатывается оператором и направляется к операторам-специалистам, согласно его тематике: факс с жалобой (Жалобы), факс с запросами (Запросы), факс с платежными документами (Платежки). На все факсы всегда дается ответ. Функциональная схема работы модели представлена на рисунке 1.

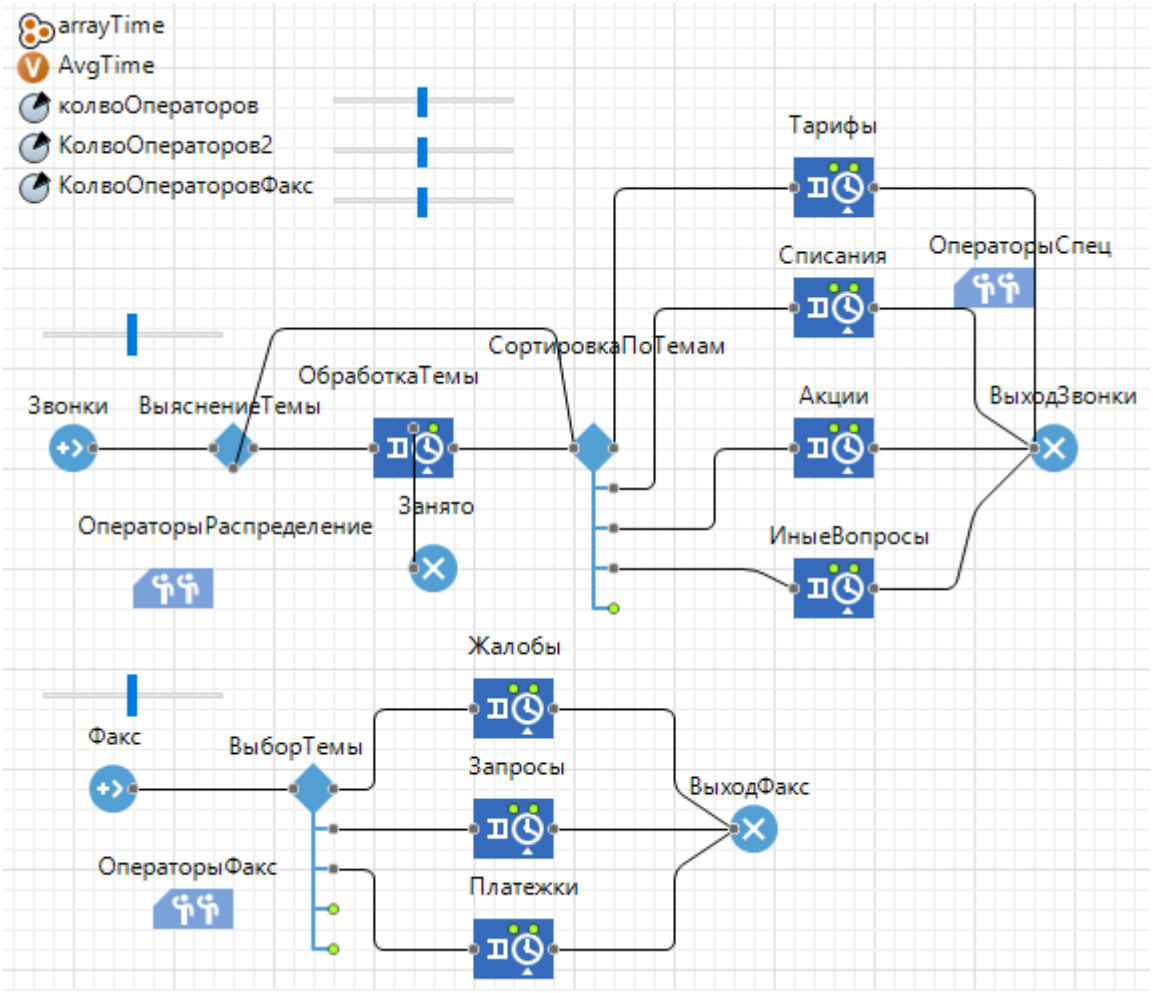


Рис. 1. Функциональная схема работы модели центра поддержки клиентов сотового оператора, выполненная в среде моделирования AnyLogic

Моделирование и оптимизация

Данная модель была разработана в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.4, являющаяся мощным инструментом и позволяющая моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем [24]. AnyLogic позволяет создавать графически взаимосвязанные блоки, которые могут работать с различными параметрами. При необходимости возможно использование библиотек, расширяющих возможности моделирования, а также расширение базового класса транзактов Agent, написанного на одном из самых популярных языков программирования - Java.

Для оптимизации модели было выделено 500 единиц времени, для работы модели - 8 часов. Был проведен эксперимент с низкой (10 звонков/мин, 5 факсов/мин) и высокой (50 звонков/мин, 25 факсов/мин) интенсивностью наплыва звонков и факсов. Результаты оптимизации модели продемонстрированы в таблице 1.

Таблица 1. Начало

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Исходное значение	Оптимальное значение
Низкая интенсивность наплыва звонков и факсов					
колвоОператоров, чел	Количество операторов, задействованных при первичной обработке звонков	10	40	15	20

Таблица 1. Конец

Результаты оптимизации модели

КолвоОператоров2, чел	Количество операторов, задействованных при вторичной обработке звонков	20	200	60	135
колвоОператоровПочта, чел	Количество операторов на обработке факсов	5	40	9	40
Высокая интенсивность наплыва звонков и факсов					
колвоОператоров, чел	Количество операторов, задействованных при первичной обработке звонков	10	40	15	15
КолвоОператоров2, чел	Количество операторов, задействованных при вторичной обработке звонков	20	200	60	185
колвоОператоровПочта, чел	Количество операторов на обработке факсов	5	40	9	40

После оптимизации модели число операторов, которые должны участвовать в выяснении тематики проблемы клиента при низкой интенсивности наплыва клиентов увеличилось с первоначальных 15 до 20 операторов. Оптимальным количеством операторов на вторичной обработке звонков оказалось 135 вместо первоначальных 60 операторов, а для обработки факсов следует назначить 40 операторов вместо 9. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстродействие работы центра. Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic, представлен на рисунке 2.

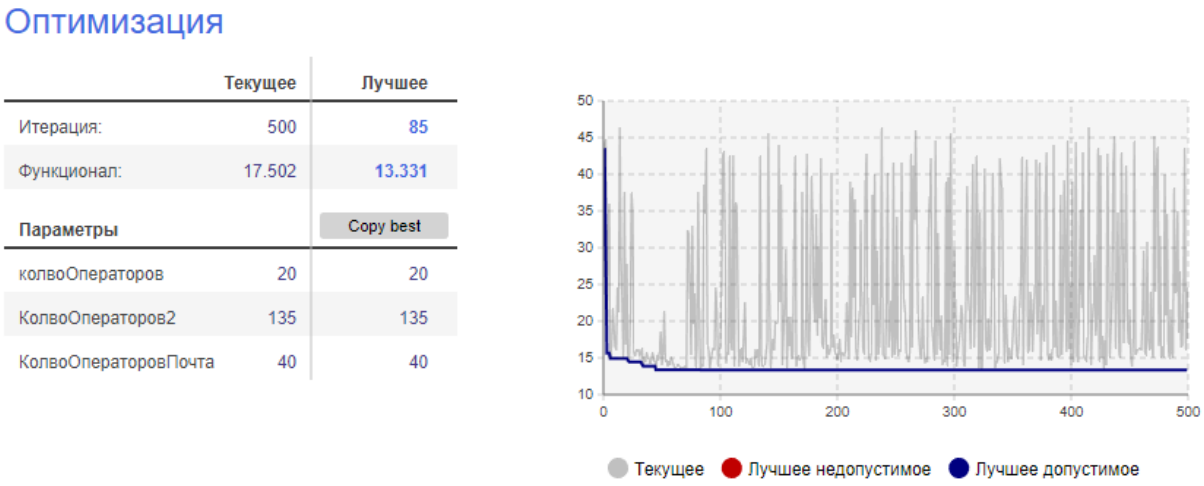


Рис. 2. Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic при низкой интенсивности наплыва звонков и факсов

После оптимизации модели при высокой интенсивности наплыва звонков и факсов число операторов, которые должны были участвовать в выяснении тематики проблемы клиента осталось прежним - 15. Оптимальным количеством операторов на вторичной обработке звонков стало 185 вместо 60 операторов, а для обработки факсов следует назначить 40 операторов вместо 9. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстродействие работы центра поддержки клиентов. Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic, представлен на рисунке 3.

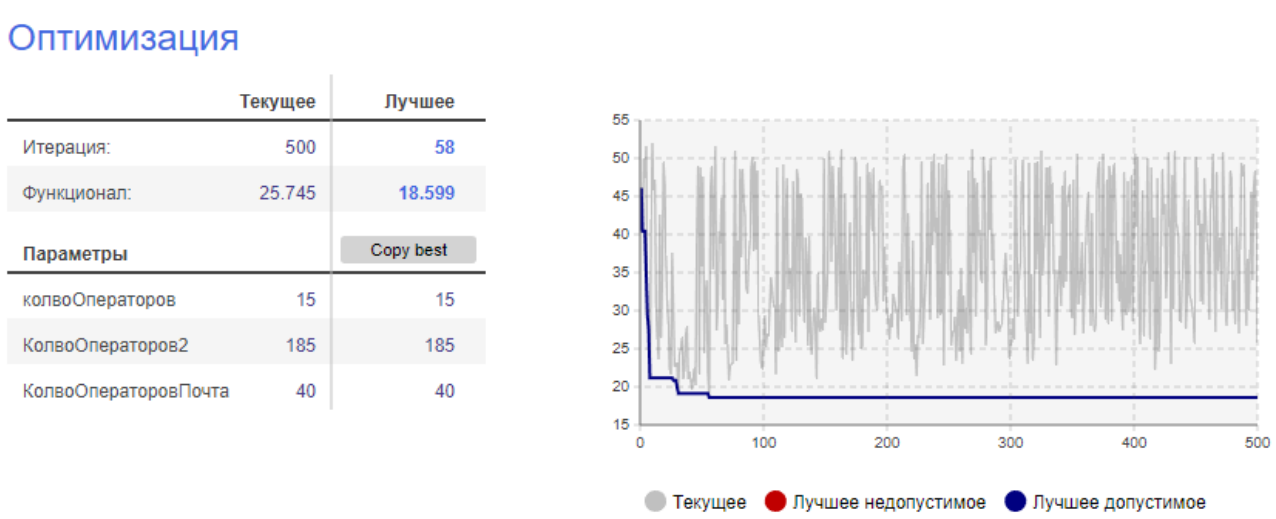


Рис. 3. Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic при высокой интенсивности наплыва звонков и факсов

Выводы

В процессе выполнения работы была создана модель, организующая работу центра поддержки клиентов сотового оператора. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества операторов, обслуживающих поступающие звонки клиентов и факсы.

Спроектированная модель и проведенные над ней эксперименты выявили решения, способствующее оптимизации работы и повышению эффективности центра поддержки. Данный алгоритм сокращает время обработки звонков и факсов клиентов, в ходе которого обрабатывается максимальное число поступающих звонков и факсов с самым оптимальным количеством операторов, что значительно помогает сократить затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. https://terme.ru/termin/sistema.html
2. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, М.Т. Махмутов, М.Л. Пейсахова, А.Х. Валиева, Б.А. Низамиев*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 10, 249-256 (2014).
3. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Г.В. Костюхина, Т.А. Шигаева*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 6, 287-292 (2014).
4. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 4, 298-303 (2014).
5. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 15, 338-343 (2014).
6. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 17, 213-221 (2014).
7. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А*. Вестник Технологического университета, 18, 5, 184-188 (2015).
8. *В.В. Мокшин*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).
9. *Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х.* Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).
10. *В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20, 17, 99-103 (2017).
11. *В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).
12. *В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20. 21, 80-85 (2017).

13. *Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова*, Вестник Технологического университета, 21, 2, 163-168 (2018).

14. *В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин*, Нелинейный мир, 9, 8, 497-499 (2011).

15. *В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, А.Н. Козар, Г.Е. Борзов*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 112-116 (2008).

16. *В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 55-58 (2007).

17. *В.С. Моисеев, А.Н. Козар, П.И. Тутубалин, К.В. Бормотов*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 1, 40-45 (2005).

18. *В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 36-39 (2005).

19. *П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников*, Вестник Казанского технологического университета, 20, 10, 94-99 (2017).

20. *П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников*, Вестник Казанского технологического университета, 20, 16, 102-109 (2017).

21. *П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников*, Вестник Казанского технологического университета, 20, 19, 96-102 (2017).

22. *П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников*, Вестник Казанского технологического университета, 20, 20, 101-108 (2017).

23. *П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников*, Вестник Казанского технологического университета, 20, 21, 86-92 (2017).

24. *Р.В.Родина*. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77.

OPTIMIZATION OF THE CENTER OF SUPPORT OF CUSTOMERS OF THE CELLULAR OPERATOR DUE TO OPTIMIZATION OF THE NUMBER OF OPERATORS FOR TREATING INCOMING CALLS OF CUSTOMERS IN THE ENVIRONMENT OF IMITATION ANYLOGIC MODELING

Mazitov A., Zinatullin N.

artischock123@gmail.com, zinatullin777@mail.ru

Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article presents a simulation model of the customer support center of a cellular operator, its functional diagram, as well as a text description of the scheme. This model was developed in AnyLogic simulation environment. The above model is optimized by controlling the number of operators who receive and process calls of different subjects.

УДК 004.93'12

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛА ЧЕЛОВЕКА ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ С ВЕБ-КАМЕРЫ

Марусина О.К.

marusinaok7@gmail.com

Научный руководитель: М.П. Шлеймович, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В связи с постоянно нарастающим темпом развития таких направлений, как искусственный интеллект, нейронные сети и машинное зрение, практический интерес к их исследованию существенно возрастает.

Действительно, в большинстве предметных областей возможна постановка задач, успешно решаемых с использованием нейронных сетей. Задача гендерной классификации не является исключением. Ее

автоматизация может иметь ряд применений, среди которых: бизнес-аналитика, контроль доступа, фильтрация изображений, маркетинг и другие.

Автоматизация определения пола человека по изображениям, полученным с веб-камеры, рассмотренная в данном исследовании, является частью системы, созданной для отслеживания направления взгляда на основе данных видеонаблюдения.

Предложено использование глубокого обучения, применение свёрточных нейронных сетей. Осуществлена разработка нейронной сети для определения пола человека, произведено её обучение и тестирование.

Гендерная классификация заключается в определении пола человека (мужчины или женщины), на основе его или ее биометрических данных. Результат гендерной классификации – значение, представляющее мужчину или женщину, то есть, определение пола является бинарной классификацией. Хотя другие биометрические характеристики также могут быть использованы для классификации (такие как походка), использование изображений, содержащих лица, по-прежнему является наиболее популярным.

Таким образом, было принято решение о создании программного модуля, автоматизирующего гендерную классификацию по изображениям лиц.

Одним из аналогов разрабатываемого программного модуля является реализация с применением алгоритма AdaBoost и данных из базы лиц FERET. Авторы данного модуля сообщают о точности в 94.3%.

Рассмотрен случай проверки работоспособности данного алгоритма на ещё одной базой лиц — Bosphorus Database. Она состоит из фотографий 105 человек и содержит до 35 различных выражений лица на каждого человека.

Зависимость точности классификации от количества использованных характеристик представленна на рисунке 1. В данном случае исключается возможность знакомства с тестовой выборкой.

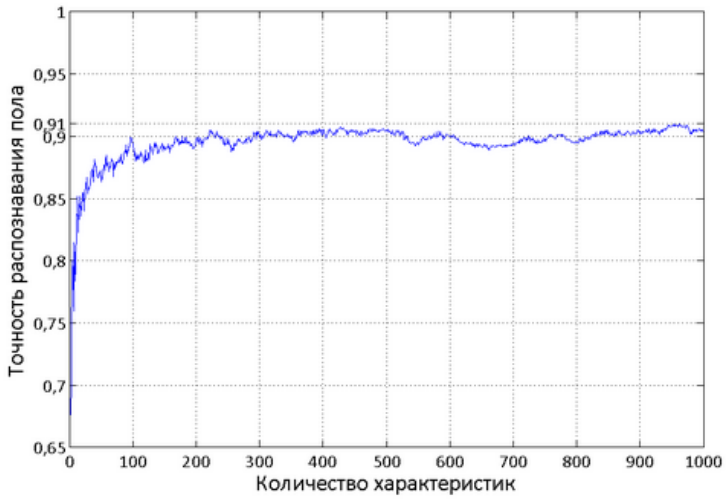


Рис. 1. График зависимости точности классификации от количества использованных характеристик

Тестовая выборка включает 1300 фотографий (727 М и 573 Ж). Максимальная точность в 91% достигается при 954 характеристиках. Отметим также, что отметка в 90% достигается уже при 100 характеристиках [1].

В рамках данного исследования была рассмотрена реализация гендерной классификации на основе сверточных нейронных сетей с использованием PyTorch. PyTorch – созданная на базе Torch библиотека машинного обучения для языка Python с открытым исходным кодом. Используется для решения следующих задач: компьютерное зрение, обработка естественного языка. Данный проект [2], расположенный в открытом доступе в веб-сервисе для хостинга IT-проектов GitHub, был скачан и запущен в командной оболочке для интерактивных вычислений Jupyter Notebook.

Результат обучения сети с использованием 100 изображений представлен на рисунке 2.

Точность на обучающей выборке составила 0,529%, на контрольной – 0,643%. Данный результат был признан недостаточным, поэтому была осуществлена попытка его улучшения.

Достигнутое изменение результата обучения представлено на рисунке 3.

```
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 95 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 96 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 97 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 98 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 99 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 100 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Train accuracy for epoch 100: 0.529411764706
Validation accuracy for epoch 100 : 0.642857142857
```

Рис. 2. Результат обучения сети с использованием 100 изображений

```
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 93 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 94 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 95 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 96 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 97 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 98 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 99 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Starting epoch 100 / 100
Learning Rate for this epoch: 0.0003486784401
Train accuracy for epoch 100: 0.9315068493150684
Validation accuracy for epoch 100 : 0.6764705882352942
```

Рис. 3. Измененный результат

Точность на обучающей выборке составила 0,932%, на контрольной – 0,676%. Данный результат также был признан недостаточным. Кроме того, в рассмотренном решении не предусмотрена работа с видеопотоком.

В машинном обучении, обучение любой модели начинается с данных. Множество наборов данных, приведенных в форму, удобную для работы, содержатся в Keras [4]. Однако, в данной курсовой работе была использована сторонняя выборка, содержащая в себе 2000 неповторяющихся изображений лиц мужчин и женщин (по 1000 фотографий для каждого из двух классов). Все изображения представлены в формате JPEG.

Примеры изображений, содержащихся в обучающей выборке представлены на рисунках 4 и 5.

Рис. 4. Пример женской фотографии

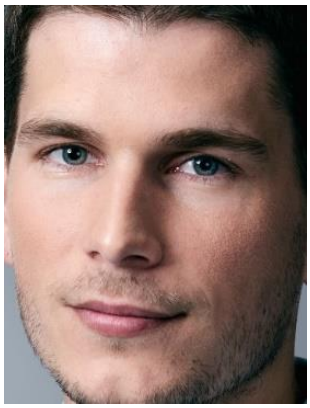


Рис. 5. Пример мужской фотографии

На рисунке 6 представлено окно терминала, содержащее данные об обучении модели.

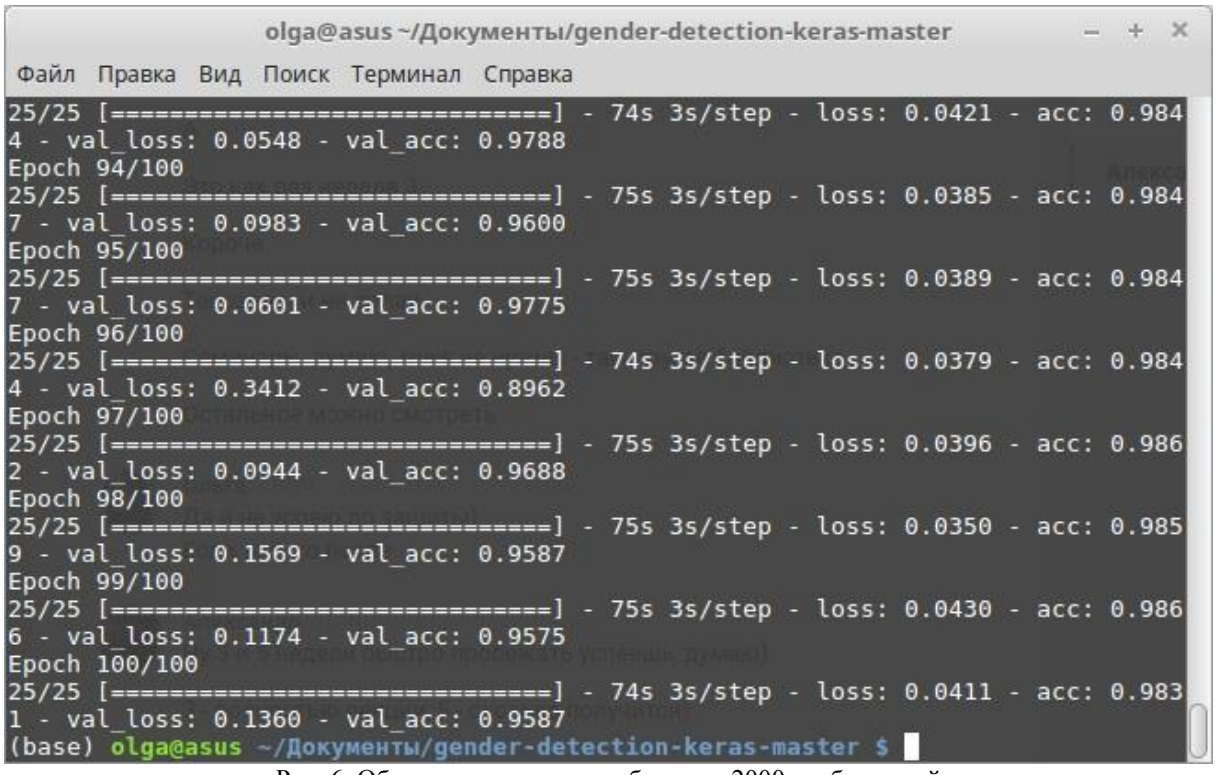


Рис. 6. Обучение модели на выборке из 2000 изображений

Переменная val_acc представляет собой точность обученной модели и содержит значение 0,9587%, что является высоким результатом.

Переменная val_loss – функция потерь, принимающая значение: 0,1360. Следует

отметить, что суть обучения состоит в минимизации этого значения. То есть, чем меньше значение функции потерь, тем лучше обучилась сеть.

Перед обучением модели на 2000 изображений, было осуществлено пробное её обучение на 100 фотографиях. Его результат можно видеть на рисунке 7.

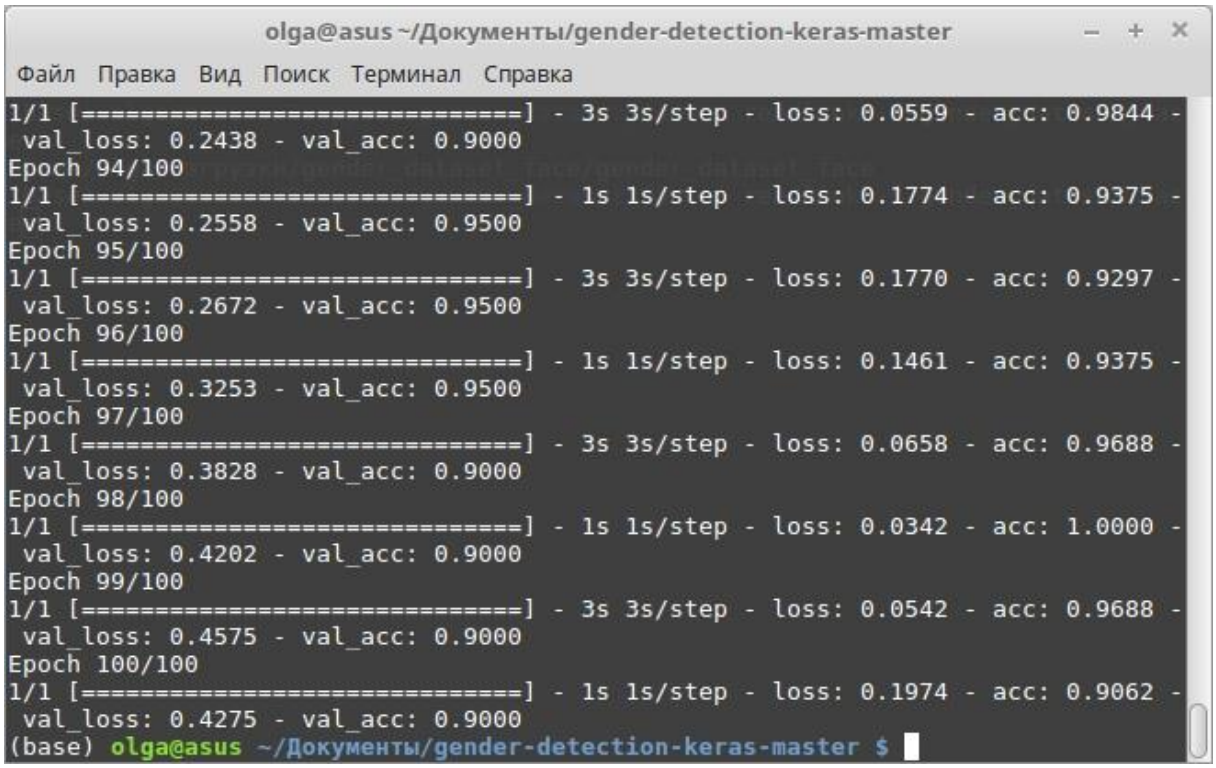


Рис. 7. Обучение модели выборке из 100 изображений

Можно заметить, что значения переменных val_acc и val_loss отличаются от значений, полученных после обучения модели с использованием 2000 изображений. Так, val_acc принимает значение 0,9000, а val_loss – 0,4275. Исходя из этого, можно сделать вывод, что сеть, обученная на большем количестве изображений, имеет лучшие характеристики.

На рисунке 6 отображено количество эпох (epoch), равное 100. Эпоха - одна итерация в процессе обучения, включающая предъявление всех примеров из обучающего множества и, возможно, проверку качества обучения на контрольном множестве [3].

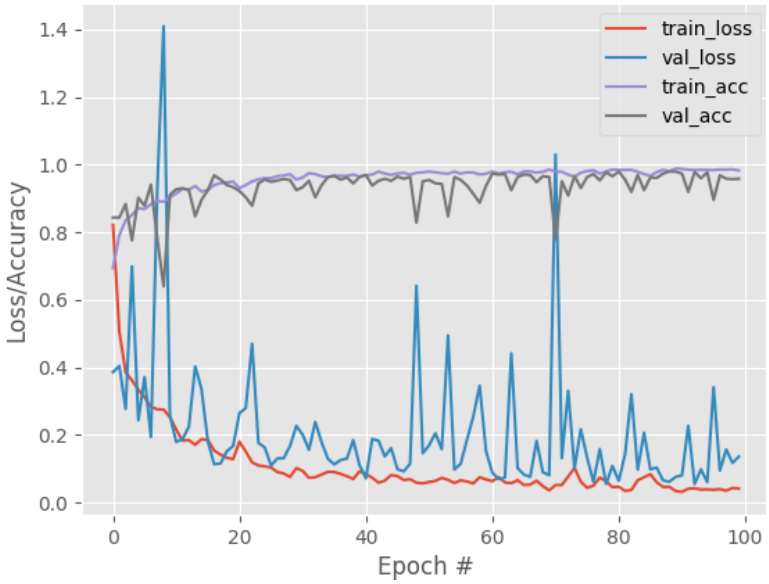


Рис. 9. График «Training Loss and Accuracy»

Визуализация модели, полученной после обучения с использованием 2000 изображений, представлена на рисунке 8.

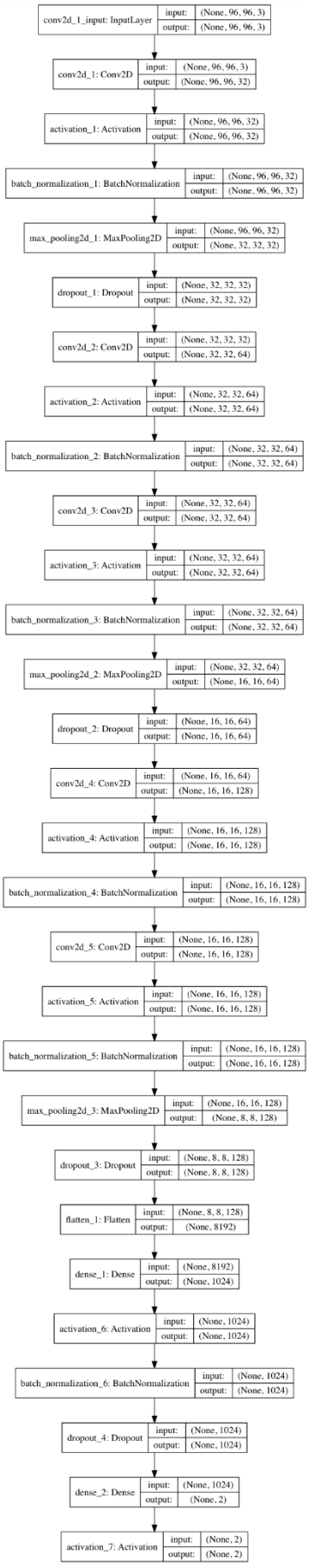


Рис. 8. Визуализация модели

Сформированная модель может быть использована двумя способами:

1. Для определения пола человека по загруженному для проверки изображению;
2. Для определения пола человека при обработке видеопотока, полученного с веб-камеры.

Пример выходного изображения представлен на рисунке 10.

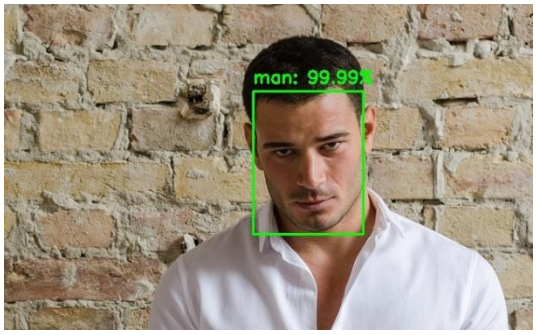


Рис. 10. Пример выходного изображения класса «man»

Обнаруженное на фото лицо выделяется прямоугольной рамкой, строка над ней содержит информацию об имени класса, к которому было отнесено лицо («man» или «woman»), и процент вероятности, с которым была осуществлена классификация. Аналогично работе с изображениями, при обработке видеопотока происходит выделение области лица, отображение названия класса и процент вероятности классификации.

Выводы

Результатом данного научного исследования можно считать сформированную модель, применяемую для определения пола человека по изображениям, полученным с веб-камеры. Точность обученной модели составила 0,9587%.

Модель может быть применена для решения задачи гендерной классификации и являться частью системы, созданной для отслеживания направления взгляда на основе данных видеонаблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Распознавание пола в изображениях и видео: сервис [Электронный ресурс] // Хабр: Алгоритмы, обработка изображений. – Электрон. дан. – Режим доступа : https://habr.com/ru/post/172463/
2. gender_classification: сервис [Электронный ресурс] // Хабр: gender_classification. – Электрон. дан. – Режим доступа : https://github.com/xiongzihua/gender_classification
3. Обучение нейронных сетей: сервис [Электронный ресурс] // ИНТУИТ:Методы классификации и прогнозирования. – Электрон. дан. – Режим доступа : https://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/178?page=4
4. Хабр: сервис [Электронный ресурс] // Хабр : Библиотеки для глубокого обучения: Keras. – Электрон. дан. – Режим доступа : https://m.habr.com/ru/company/ods/blog/325432/, свобод. – Загл. с экрана.
5. Y. Freund and R. Shapire, «A Short Introduction to Boosting», Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence, 14(5):771-780, September, 1999.
6. .A. Savran, B. Sankur, M. T. Bilge, «Comparative Evaluation of 3D versus 2D Modality for Automatic Detection of Facial Action Units», Pattern Recognition, Vol. 45, Issue 2, p767-782, 2012.

THE SYSTEM OF GENDER CLASSIFICATION OF THE PERSON ACCORDING TO IMAGES FROM THE WEBCAM

Marusina O.
marusinaok7@gmail.com
Scientific supervisor: M. Shleimovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Due to constantly increasing rate of development of such directions as the artificial intelligence, neural networks and machine sight, practical interest in their research significantly increases.

Really, in the majority of subject domains statement of the tasks which are successfully solved with use of neural networks is possible. The problem of gender classification is not an exception. Its automation can have a number of applications among which: business analytics, access control, filtration of images, marketing and others.

The automation of sex determination of the person according to the images received from the webcam considered in this research is a part of the system created for tracking of the direction of a look on the basis of data of video surveillance.

Use of deep training, application the convolutional neural networks is offered. Development of neural network for sex determination of the person is carried out, its training and testing is made.

УДК 004.896(06)

АНАЛИЗ ПОКУПАТЕЛЬСКОЙ КОРЗИНЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Мингалиев З.З., Давлетшин А.Р.
zmingaliev@gmail.com, davadel97@mail.ru
Научный руководитель: Н.Л. Валитова, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматриваются вопросы, связанные с маркетинговой оценкой покупательской корзины. Проведен краткий обзор методов интеллектуального анализа базы знаний, которая включает в себя информацию о транзакциях предприятия розничной торговли и разработан программный комплекс оценки частых наборов приобретаемых товаров.

Полномасштабная информатизация общества, стремительно набирающая обороты в последние годы, перенесла центр экономического развития на наукоемкие сферы высоких технологий. Движущей силой нынешнего этапа социальной эволюции человечества является интеллектуально-информационный ресурс – знания. Для организации поиска наиболее актуальных и потенциально значимых знаний в базе данных используется технология Data Mining или, так называемый, интеллектуальный анализ данных [1].

С целью получения конкурентных преимуществ при соперничестве с другими предприятиями большую пользу для предпринимателей и аналитиков будут представлять технологии интеллектуального (глубинного) анализа данных.

Внедрение автоматизированных информационных интеллектуальных систем, которые используют глубинный анализ, набирает популярность во всех индустриях. Данные системы позволяют без участия человека выявлять тенденции, качественно и оперативно принимать решение, учитывая специфику проблемной предметной области.

Подробнее рассмотрим задачу анализа потребительской корзины, или анализ сходства, для компаний, занимающихся розничной торговлей товарами народного потребления. Он используется для выявления категории товаров, которые потребители будут стараться приобретать вместе. Знание покупательской корзины позволяет предприятиям розничной торговли проводить маркетинговые мероприятия по улучшению рекламы и ее продвижению, формировать эффективную программу лояльности клиентов, вырабатывать грамотную стратегию создания резервных запасов товаров и способов их раскладки в торговых залах (часто приобретаемые на исследуемый промежуток времени категории товаров будут

находится в соседних отделах магазина).

Для проведения анализа потребительской корзины будем организовывать поиск ассоциативных правил, описывающих формальное описание взаимной связи между двумя или более событиями [3]. При анализе данных о транзакциях (купленных товарах в магазине) наиболее важной информацией является то, какие товары покупают вместе, в какой последовательности, предпочтения отдельных категорий покупателей и др.

Опишем формальную постановку задачи поиска ассоциативных правил. Опишем объекты, которые составляют исследуемые наборы данных, следующим множеством:

$$I = \{i_1, i_2, ..., i_j, ..., i_n\},$$

где i_j – объекты, входящие в исследуемые наборы, n – суммарное количество объектов.

В нашем случае исследуемым набором данных являются товары, представленные в прайс-листе предприятия розничной торговли.

Транзакции для нашей задачи соответствуют набору товаров, покупаемых потребителем и сохраняемых в базе данных в виде товарного чека, опишем как подмножество множества I:

$$T = \{i_j \mid i_j \in I\}.$$

Набор транзакций обозначим следующим множеством:

$$D = \{T_1, T_2, ..., T_r, ..., T_m\},$$

где m – количество доступных для анализа транзакций.

Множество транзакций, в которые входит объект i_j, обозначим следующим образом:

$$D_{ij} = \{T_r \mid i_j \in T_r;\ j = \overline{1,n}; r = \overline{1,m}\} \subseteq D.$$

Какой-нибудь произвольный набор объектов обозначим следующим образом:

$$F = \{i_j \mid i_j \in I;\ j = \overline{1,n}\}.$$

Множество транзакций, которые включают в себя набор F, обозначим следующим образом:

$$D_F = \{T_r \mid F \subseteq T_r; r = \overline{1,m}\} \subseteq D.$$

Отношение количества транзакций, в которые входит набор F, к общему числу транзакций называется поддержкой набора F и обозначается следующим образом:

$$Supp(F) = \frac{|D_F|}{|D|}.$$

Другими словами, поддержка ассоциативного правила – это частота встречаемости одновременно условия и следствия ассоциативного правила.

Также ассоциативное правило характеризуется параметром, называемым достоверностью Она представляет собой для ассоциации $A \rightarrow B$ частоту появления следствия B при условии, что имеет место «условие A» и определяется как отношение количества транзакций, содержащих и условие A, и следствие B, к количеству транзакций, содержащих только условие A.

Пользователь, который организует поиск ассоциативных правил, может указать минимальное значение поддержки заинтересовавших его наборов $Supp_{min}$. Набор будет частым, если значение его поддержки больше минимального значения поддержки, которое задается пользователем:

$$Supp(F) > Supp_{\min}.$$

Таких образом, чтобы организовать поиск ассоциативных правил, необходимо найти множество всевозможных частых наборов:

$$L = \{F \mid Supp(F) > Supp_{\min}\}.$$

Результаты, которые получаются при решении задачи поиска ассоциативных правило,

принято представлять в следующем виде:

$$если \quad (условие) \quad то \quad результат,$$

где (условие) – набор объектов из множества I, с которым ассоциированы объекты, включенные в (результат) данного правила.

Основное преимущество ассоциативных правил - это легкое восприятие человеком и простая реализация алгоритмов поиска языками программирования высокого уровня.

Для того, чтобы выявлять частые наборы объектов будем использовать алгоритм Apriori [4]. Данный поэтапный алгоритм использует свойство поддержки, которое гласит, что поддержка любого набора объектов не может превышать минимальной поддержки любого из его подмножеств:

$$Supp_F \leq Supp_E \quad при \quad E \subset F.$$

На i-том этапе определяются все часто встречающиеся i-элементные предметные наборы данных. Каждый этап состоит из двух шагов: формирование кандидатов и подсчет поддержки кандидатов.

Рассмотрим произвольный i-й этап. На шаге, когда идет формирование кандидата, алгоритм создает множество кандидатов из i-элементных наборов, чья поддержка не вычисляется. На шаге подсчета кандидатов алгоритм производит проверку множества транзакций и организуется вычисление поддержки наборов-кандидатов. После проведения сканирования отметаются те кандидаты, поддержка которых меньше заранее заданного пользователем минимума, и сохраняются только часто встречающиеся i-элементные наборы. Во время первого этапа выбранное множество наборов-кандидатов содержит все одноэлементные частые предметные наборы. Алгоритм вычисляет их поддержку во время шага подсчета кандидатов.

Достоинством описанного выше алгоритма является масштабируемость на любую размерность базы данных и его быстродействие. Недостатком алгоритма является высокая экспоненциальная сложность алгоритма $O(2^N)$, где степень числа N – общее количество элементов в базе данных.

Для автоматизации процесса анализа потребительской корзины отдельно взятого предприятия розничной торговли был создан программный комплекс на языке программирования C#. Выбор данного языка обусловлен возможностью написания программ для платформы Microsoft Windows NT и быстродействием выполнения программы [5], что немаловажно, так как в разрабатываемой программе будет присутствовать множество циклов, операций сравнения и арифметических операций. Так же данный язык полностью объектно-ориентирован и обладает мощной поддержкой интерфейса программирования Windows Forms, который позволяет быстро разрабатывать оконные приложения.

Для составления базы данных произведем предварительную подготовку, приведя все данные к двоичному виду и трансформировав структуру данных. Количество столбцов в таблице будет равно количеству элементов, которые имеются во множестве транзакций D. Каждая запись будет совпадать с транзакцией, где в соответствующем столбце стоит единица, если элемент присутствует в транзакции, и нулю, если элемент отсутствует в транзакции.

Так как анализ покупательской корзины подразумевает работу с хранилищем данных некоторого предприятия, то необходимо четкое понимание концепции хранилищ данных и перспективных технологий в этой области. Данная база данных будет включать всю статистику по транзакциям (товарных чеках, накладных) за весь отчетный период и прайс-лист с указанием средних цен за основные потребительские товары.

Для создания базы данных чеков будет использована система управления реляционными базами данных Microsoft SQL Server. В разработанной базе данных присутствуют три сущности: Products (товары), Receipts (транзакции), Receipts_Data (данные о транзакциях).

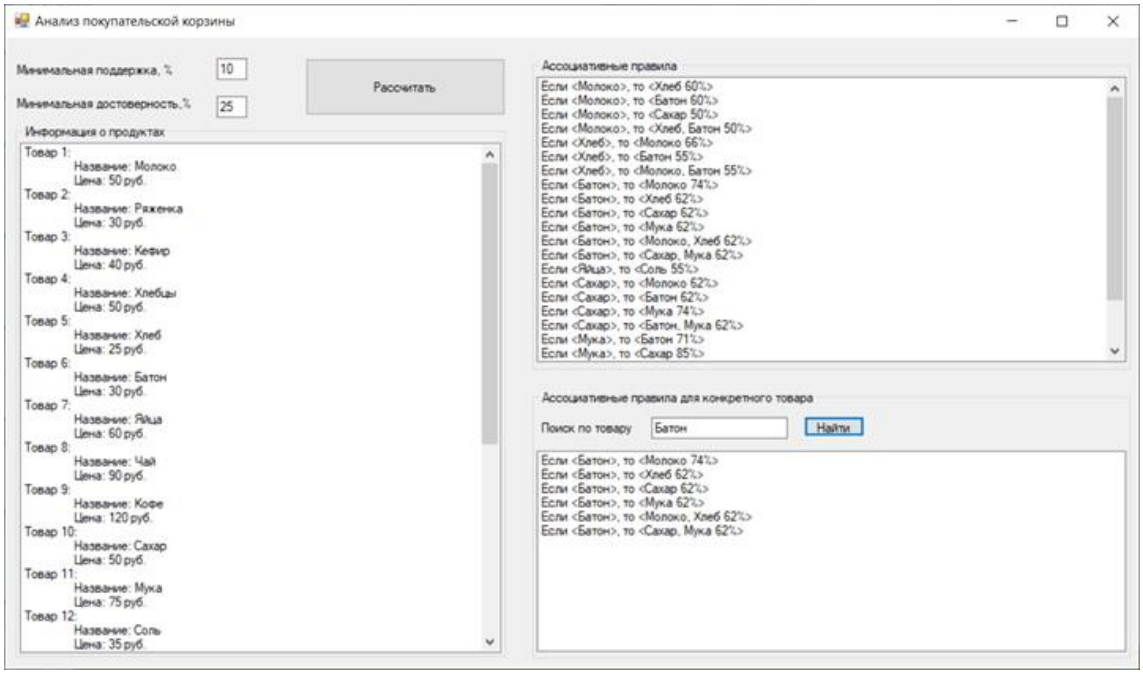


Рис. 29. Главное окно программного комплекса «Анализ покупательской корзины»

Главное окно разработанного программного комплекса представлено на рисунке 1.

Слева предоставляется информация из перечня доступных для продажи товаров и их стоимость. В поле для ввода заносятся необходимые для проведения анализа значения поддержки и достоверности. В правом верхнем окне выводятся все возможные ассоциативные правила, для всех возможных товаров, присутствующих в базе данных. При необходимости получения ассоциативных правил для конкретного товара существует возможность поиска ассоциативных правил.

При выполнении программы было получено ассоциативное правило вида

Если <Молоко>, то <Батон 60%>,

которое означает, что 60 процентов покупателей товара «молоко» совместно с ним покупают товар «батон».

Разработанный программный продукт позволяет эффективно автоматизировать процесс анализа покупательской корзины, что приведет к полной интеллектуализации маркетинговой деятельности. Применение методов исследования базы знаний для анализа торговой корзины покупателей позволяет максимально точно определить в исходных данных ранее неопределенные и практически полезные знания, которые находят прикладное применение.

В дальнейшем существует перспектива усовершенствования данного алгоритма путем внедрения гибридных систем, позволяющих оперировать лингвистическими правилами и непрерывно проводить анализ поступающих статистических данных о потребительских транзакциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1) *Дюк Вячеслав Анатольевич, Флегонтов Александр Владимирович, Фомина Инга Константиновна* Применение технологий интеллектуального анализа данных в естественнонаучных, технических и гуманитарных областях // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2011. №138. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologiy-intellektualnogo-analiza-dannyh-v-estestvennonauchnyh-tehnicheskih-i-gumanitarnyh-oblastyah (дата обращения: 12.05.2019).

2) *Нечипорук Дмитрий Викторович* Особенности технологии Data Mining // Молодой исследователь Дона. 2017. №1 (4). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tehnologii-data-mining (дата обращения: 12.05.2019).

3) *Зайко Т. А., Олейник А. А., Субботин С. А.* Ассоциативные правила в

интеллектуальном анализе данных // Вестник НТУ ХПИ. 2013. №39 (1012). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/assotsiativnye-pravila-v-intellektualnom-analize-dannyh (дата обращения: 12.05.2019).

4) *Барсегян А.А.* Анализ данных и процессов: учеб. пособие – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.

5) Сравнение запуска и системной производительности платформ .Net, Mono, Java, C++ [Электронный ресурс]: Информационный сайт «codeproject.com», 2016, – Режим доступа: http://www.codeproject.com/Articles/92812/Benchmark-start-up-and-system-performance-for-Net.

ANALYSIS OF THE BUYER BASKET FOR RETAIL TRADE ENTERPRISE

Mingaliev Z., Davletshin A.

zmingaliev@gmail.com, davadel97@mail.ru

Supervisor: N. Valitova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article deals with issues related to the marketing assessment of the shopping basket. A brief review of the methods of intellectual analysis of the knowledge base, which includes information about the transactions of a retailer, has been carried out and a software package has been developed for evaluating frequent sets of purchased goods.

УДК 62-531.6

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕПРИСУТСВИЯ

Музенитов Я.Г., Музенитов Д.Г.

dskkmk@ya.ru

Научный руководитель: Р.Ф. Марданов, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье кратко дано описание системы телеприсутсвия. Разобраны основные проблемы данных систем. Описана модель обмена данными между сервером и устройствами системы.

С началом развития авиационной и космической промышленности в 20-м веке многие ученые начали задумываться о внедрении систем телеприсутствия. Одним из первых упоминаний о системах телеприсутствия является научно-фантастический рассказ «Woldo» (1942). [1] Но полная концепция телеприсутствия была введена Фредом Саберхагеном в 1969 году. [2] В марте 1989 года появилась первая коммерческая система телеприсутствия Cyberface. Это стало возможным благодаря исследованиям НАСА и широкоугольным объективам формата LEEP. Cyberface была полной системой телеприсутствия (рисунок 1).

Система состояла из шлема виртуальной реальности с противовесом, головки робота со стереокамерами и бинауральными микрофонами и блока управления / блока питания. Головной дисплей служит для отображения изображения оператору. Изображение на этом дисплее было монохромным и низкого качества. Камера требовалась для захвата изображения, а контроллер / источник питания обеспечивали питание и взаимодействие частей устройства. [3] За 30 лет системы телеприсутствия добились больших успехов. Они стали более компактными, функциональными и дешевыми. Теперь эти системы могут покупать не только университеты, крупные корпорации и государственные компании, но и обычные люди. Эти системы стали широко использоваться во многих областях и повышают эффективность работы операторов.

Рис. 1: The CYBERFACE telepresence system [3]

Хорошим примером современных систем дистанционного присутствия является проект IRE (Intuitive Rift Explorer), который выполняется студентами из ETH Zürich (Рисунок 2).

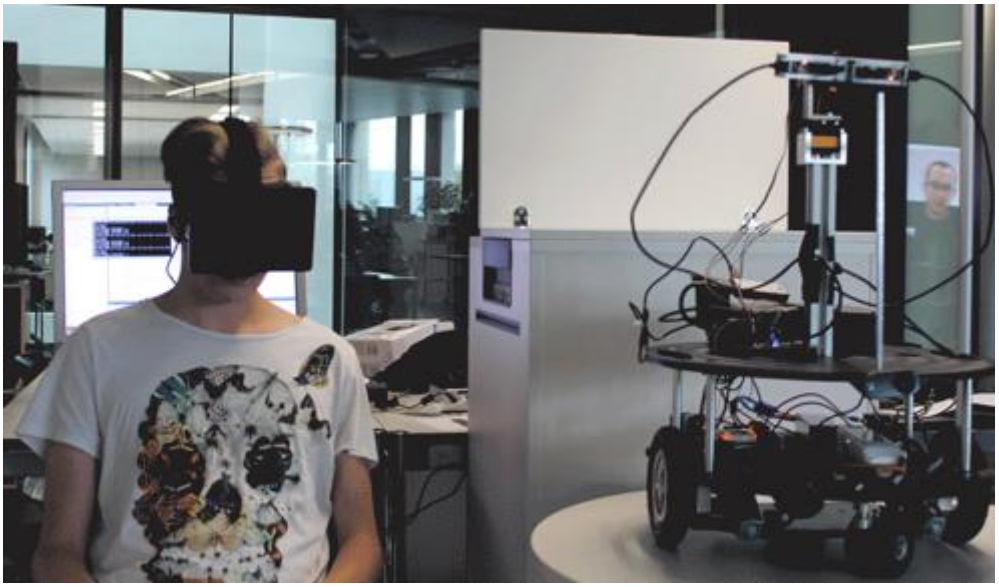


Рис. 2: The Intuitive Rift Explorer [4]

Они разработали и внедрили роботизированную систему, состоящую из дисплея (Oculus Rift) и стереокамеры, установленной на независимой карданной подвеске. Видеосигнал со стереокамеры передается непосредственно в Oculus Rift, и в то же время Oculus Rift передает на карданный вал новые координаты положения головки. Все компоненты этой системы массивны и относительно недороги [4]. Но, как отмечают авторы проекта, до сих пор одной из наиболее заметных проблем является укачивание из-за задержки изображения при движении головы.

Основные компоненты системы телеприсутствия (рисунок 3):

1) Дисплей с головным креплением
2) Поворотная, стерео-видеокамера.
3) Сервер обработки данных

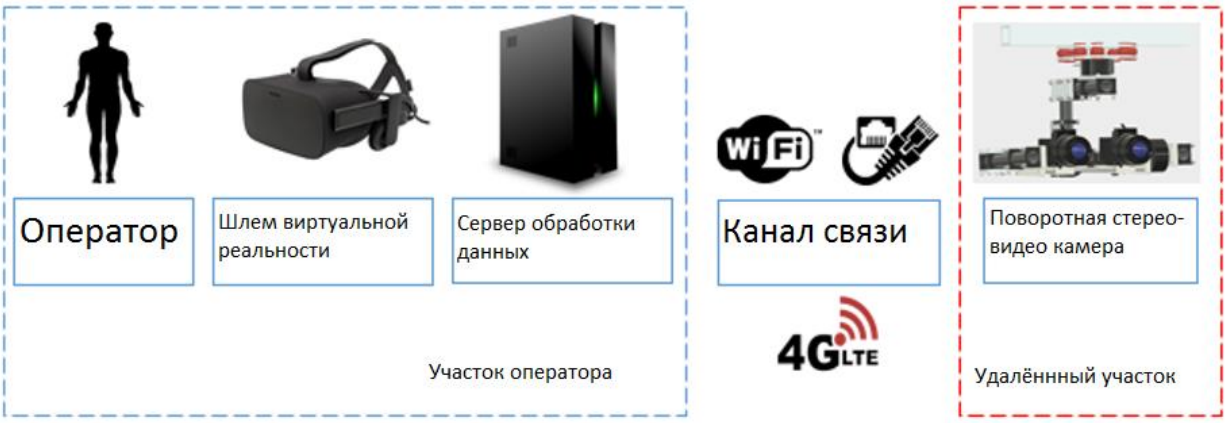


Рис. 3: Практическая схема реализации

Шлем виртуальной реальности получает изображение с сервера и передает его на дисплеи внутри шлема, а также транслирует информацию о положении головы оператора на сервер. Поворотная видеокамера получает от сервера информацию о новой позиции и передает на сервер видеопоток и текущие координаты. Сервер обрабатывает всю информацию и управляет обоими устройствами.

Поворотная стереокамера управляется двумя сервоприводами и может вращаться вокруг осей тангажа и рыскания. Одна из основных проблем для этого типа систем - это временные задержки, вызванные временем, необходимым для передачи данных через сеть связи. Кроме того, я хотел бы отметить, что системы телеприсутствия часто используются в автономных системах. Для таких систем срок службы от встроенного аккумулятора очень важен.

Для систем дистанционного присутствия существует три типа проблем:

1) Морская болезнь, вызванная задержками и несоответствием ориентации,

2) Ограниченная доступная энергия из-за удаленной работы,

3) Отсутствие устоявшейся программно-аппаратной цепочки для исследовательских целей.

Это важная задача, разработать стратегию управления и способ связи между устройствами системы дистанционного присутствия. Как правило, системы дистанционного присутствия управляются дистанционно и имеют задержки, вызванные временем распространения сигнала. Также необходимо учитывать тот факт, что многие такие системы являются автономными и используют энергию бортовой батареи, использование этой энергии должно быть сведено к минимуму. Такое управление должно: а) хорошо справляться с задержками; б) минимизировать управляющие сигналы для экономии заряда батареи. Таким образом, все устройства, которые используются для этой работы, должны быть недорогими и широко распространенными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ekac.org. (2019). *TELEPRESENCE ART*. [online] Available at: http://www.ekac.org/telepresence.art._94.html [Accessed 1 May 2019].

2. Oyama, Eimei & Maeda, Taro & Agah, Arvin & Tachi, Susumu. (2019). Robots for Telexistence and Telepresence: from Science Fiction to Reality.

3. Leepvr.com. (2019). *LeepVR*. [online] Available at: http://www.leepvr.com/cyberface1.php [Accessed 1 May 2019].

4. Lauener, J. (2019). *JoLau*. [online] JoLau. Available at: https://www.jolau.ch/ [Accessed 2 May 2019].

FEATURES OF TELEPRESENCE SYSTEM MODELING

Muzenitov I., Muzenitov D.
dskkmk@ya.ru
Supervisor: R. Mordanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This article briefly overviews the telepresence systems. Dismantled the main problems of these systems. The implemented model of the exchange between the server and system devices is described.

УДК 004

ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0 В СИСТЕМАХ УМНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Музенитов Я.Г., Музенитов Д.Г.
dskkmk@ya.ru
Научный руководитель: Р.Ф. Марданов, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье кратко дано описание способу применения технологий Индустрии 4.0 в системах умного водоснабжения. Разобраны основные проблемы данных систем. Описан реализованный протокол обмена между сервером и устройствами системы.

Система водоснабжения является одной из важнейшей системой современного города. От качества воды зависит состояние здоровье горожан. Традиционные методы анализа качества воды обычно трудоемки и занимают большое кол-во времени Стремительный рост недвижимости в городах и в провинциальных городской территориях повышает нагрузку на системы водоснабжения и делает их сложными и масштабными. Развитие технологий индустрии 4.0 помогает разработать эффективные методы мониторинга загрязнения и утечки воды в режиме реального времени.

В системах водоснабжения можно выделить 2 главные проблемы: потеря воды из-за утечек и склонность к загрязнению в ходе транспортировки. [1] Эти проблемы могут угрожать здоровью и безопасности населения.

Есть множество традиционных способов анализа качества воды, но контролировать и анализировать воду в режиме реального времени это достаточно долго, ресурсозатратно, так же проблематично соединить все устройства в единую сеть. Технологии Индустрии 4.0, такие как: индустриальный интернет вещей(IIOT), Беспроводные сенсорные сети(WSN), искусственный интеллект и сбор энергии(EH), дают возможность контролировать качество воды в реальном времени и немедленно оповещать потребителей в случае критических отклонений[2].

В рамках данного тезиса мы сосредоточимся на технологии IIOT. В 2018 году мною была реализована автоматизация установки водоподготовки для мясоперерабатывающего комбината производительностью 1009 м3/сутки.

Технологическая схема водоподготовки включала в себя следующие этапы:

1 - Узел учета исходной воды
2- Узел грубой очистки
3 - Комплекс аэрации
4 - Установка фильтрации ФОВ 4272
5 - Установка умягчения ФИП 3672
6 - Картриджный фильтр тонкой очистки RF-SC-30-10, 5 мкм
7 - Бак запаса очищенной воды
8 - Повысительная насосная станция HT/PS-FC-2125SV3G220T-0-PVC
9 - Узел учета очищенной воды
10 - Солевое хозяйство

Весь процесс контролируется контроллером WAGO 750-880. Все данные собираются на контроллере и передаются на сервер базы данный системы SCADA. Сервер находился в другом городе и для обмена информацией с сервером использовался протокол, основанный на текстовом формате обмене данных JSON.

Контроллер подключается к серверу по TCP(IP,port). Благодаря этому возможен двухсторонний обмен информацией. Т.е. сообщения может быть отправлено как сервером, так и клиентом.

Сообщения передавались в бинарном виде. Протокол реализован следующим образом:

1. Обмен сообщениями

В ответ на каждой сообщение, клиент и сервер присылают 1 байт ответа:

200 (C8 hex) – OK

201 (C9 hex) – Ошибка в сообщении, сообщение не принято

Ошибка возникает, если:

Для JSON сообщений – неверная структура JSON

Для бинарных – нарушена структура бинарных данных

1.1 Идентификация

Клиенты(контроллеры) подключаются к серверу и первым делом передают идентификатор в формате JSON:

PLC => {“name”:”0C:DA:6B”}

PLC <= 200

Идентификатором может быть любая уникальная строка, обычно используются последние 6 символов MAC- адреса контроллера.

1.2 Передача данных

Клиент передает данные пакетами в двоичном виде без запроса со стороны сервера. Структура пакета представленна на рисунке 1.

Рис. 1. Структура передаваемых данных

Первый байт пакета определяет тип данных:

100 (64 hex) – текущие данные

101 (65 hex) – исторические данные

Далее данные передаются по 16 байт для каждой переменной:

4 байта - адрес UInt32

4 байта - значение Float

4 байта – время UInt32 – timestamp секунды

2 байта – время Uint16 – timestamp миллисекунды

1 байт = 255 – завершающий первый

1 байт = 255 – завершающий второй

Завершающий байт всего пакета также содержит значение 255 (FF hex)

2. Сообщения от сервера

Тип сообщения от сервера определяется первым байтом:

250 - Команды управления

240 – Запрос конфигурации

230 – Время сервера

220 – Запрос текущих данных

Длина и структура зависят от типа сообщения

2.1 Команды управления

Формат сообщения:

PLC <= 250 <10 байт сообщение> 255

4 байта – Uint32 адрес

4 байта – Float значение

2 байта – Uint16 тип:

Значения типа: 1 – DO, 3 – AO, 5 – EO

2.2 Запрос текущих данных

Плагин может сделать запрос текущих данных по интерактивному запросу пользователя

PLC <= 220

В ответ контроллер присылает данные как в п.1.3

PLC => 100 <16 байт><16 байт><16 байт> 255

PLC <= 200

Ответ от контроллера не ожидается.

2.3 Время сервера

В зависимости от настройки, можно периодически отправлять текущее время

Формат сообщения:

PLC <= 230 <12 байт сообщение>

2 байта – Uint16 год

2 байта – Uint16 месяц

2 байта – Uint16 день

2 байта – Uint16 час

2 байта – Uint16 мин

2 байта – Uint16 сек

После переключения измененные данные поступят обычным путем

Таким образом в данной работе рассмотрена возможность применения технологий Индустрии 4.0 в системе умного водоснабжения. Рассмотренный в статье протокол обмена информацией реализован и успешно эксплуатируется на реальном объекте водоснабжения. Использование данного протокола позволяет получать данные о состояние объекта в режиме реального времени даже при потере пакетов, за счет использования метки времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *G. M. Tamilselvan, V. Ashishkumar, S. Jothi Prasath, S. Mohammed Yusuff.* IoT Based Automated Water Distribution System with Water Theft Control and Water Purchasing System // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) , Volume-7 Issue-4S, November 2018.

2. *Varsha Radhakrishnan and Wenyan Wu,* IoT technology for Smart water system // 20th International Conference on High Performance Computing and Communications, June 28–30, Exeter, UK, 2018.

INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN SMART WATER SYSTEMS

Muzenitov I., Muzenitov D.

dskkmk@ya.ru

Supervisor: R. Mordanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This article briefly describes the method of applying Industry 4.0 technologies in smart water supply systems. Dismantled the main problems of these systems. The implemented protocol for the exchange between the server and system devices is described.

УДК 05.13.17

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Мухамадиев Р. Р.
Rusel6991@yandex.ru
Научный руководитель: Н.А. Староверова, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань)

Рассмотрен процесс разработки эффективной системы управления, с учетом требований, предъявляемых к подобным системам. Целью работы является анализ одной из крупных функционирующих информационных систем и поиск оптимизационных решений для нее. Главные критерии для разрабатываемой системы быстродействие и отсутствие излишнего функционала. В ходе обзора систем управления проектами было заключено, что ни одна из существующих систем не оснащена функционалом по прогнозированию завершения задач. Было предложено добавление возможности прогнозирования сроков выполнения работ в новую систему на основе искусственной нейронной сети. Сравнение созданной эффективной системы и системы-прототипа позволило выявить, что созданная система существенно превосходит заменяемую. Скорость загрузки страниц с введением новой системы увеличилась в 67 раз, а удобство и эффективность программного обеспечения возросли за счёт отказа от избыточного функционала.

Работа современных компаний связана с выполнением огромного количества разнообразных работ, ведения проектов, подготовкой и согласованием документов. Контроль и планирование всех этих работ в значительной степени затрудняется весомым количеством проектов и исполнителей. Для решения данных проблем разрабатываются современные информационные системы в области управления проектами.

Система управления проектами представляет собой набор методологий, инструментов, процедур и ресурсов, предназначенных для ведения деятельности по управлению проектами.

Говоря о типах систем управления проектами, можно выделить:

1)Десктопные системы

2)Веб-Приложения

3)Мобильные

Одним из наиболее сложных задач в рамках управления проектом принято считать прогнозирование сроков его выполнения. Нарушение сроков выполнения влечет значительные убытки для компаний и смещение планов и стратегий. В ходе обзора рынка информационных систем выявлено, что в данный момент на рынке систем управления проектами не представлены решения автоматизирующие эту задачу, либо как-то помогающие сотруднику принять решение по этой задаче.

В данной работе рассматривается подобная информационная система организации ЦИТ РТ. Система существует восемь лет и за этот промежуток времени претерпела множество изменений и добавлений нового функционала. Однако при добавлении новых функций не исправлялись проблемы старых, документирование не производилось. Вследствие этого начались частые сбои в работе системы, жалобы пользователей на долгую загрузку страниц.

Целью данной работы является повышение эффективности работы системы управления проектами и облегчение работы пользователей в системе. Для достижения данной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Провести технический и функциональный анализ системы управления проектами, выявить основные проблемы, понижающие эффективность деятельности.
2. Рассмотреть возможные решения выявленных проблем на основе потребностей организации и её экономических возможностей.
3. Реализовать новую систему управления проектами, удовлетворяющую требованиям специфики задач организации.
4. Сравнить реализованную системы с существующей для подтверждения эффективности проделанной работы.

Система управления проектами ЦИТ РТ представляет собой веб-приложение, основанное на платформе FengOffice, созданного на языке программирования PHP. Доступ

производиться с браузера установленного на компьютере пользователя. На главной странице можно найти список проектов, находящийся в левой части окна браузера, в верхней правой части расположено меню профиля пользователя, центральная часть предназначена для вывода основной информации.

Помимо основных функций, в системе существует множество не используемого функционала. Например, Теги в нижней части окна, Заметки, календарь и т.д. которые лишь нагромождают пользовательский интерфейс в то время как для работы организации в них потребности нет.

Пользователи системы неоднократно информировали о неудобстве работы в системе, связанные с долгой загрузкой и обработкой информации.

Для оценки качества работы данной системы был проведен технический и функциональный анализ [1]. Проведено тестирование и анализ скорости загрузки страниц веб-приложения. Тестирование показало, что время загрузки страниц составляет в среднем порядка 19 секунд, что по меркам скорости работы веб-приложений является неудовлетворительным показателем. Анализ выявил, что основное время загрузки затрачивается на получении браузером первого байта от сервера (TTFB). Иными словами, сервер долгое время не отвечает на запрос браузера либо от долгого формирования ответа либо от сильной загруженности самого сервера.

Анализ нагрузки и производительности сервера показал, что сервер не находиться в состоянии перегрузки: средняя загрузка сервера составляет 0.37 исполняемых потоках за 5 минут.

Также проведен анализ медленных запросов базы данных путем конфигурации mysql и включения журнала медленных запросов. По результатам просмотра журнала было выявлено, что поисковые запросы приложения обрабатываются базой данных от 7 до 15 секунд. Анализ системы выявил, что медленная работа приложения связана с долгой загрузкой скриптов и большим временем обработки запросов базы данных системы.

Для устранения описанных проблем были рассмотрены варианты решения. Оптимизация данной системы позволило бы ускорить работу системы, однако она значительно затруднена ввиду отсутствия документации, разнообразия парадигм и ограничении модернизации ядра платформы на которой базируется данная система. При этом оптимизация поисковых запросов и исполняемых скриптов не позволяет устранить проблему избыточности функционала.

Развертывание других уже существующих систем могло бы полностью устранить описанные проблемы. Для сравнения были выбраны самые популярные системы для избежание дефицита информации в случае проблем с установкой или модернизацией. Были выбраны Мегаплан,Wrike, Битрикс24 и Redmine и др.

Таблица 1

Сравнение функционала анализируемых платформ

Критерии	Мегаплан	Wrike	Worksection	ProjectLibre	Битрикс24	Redmine
Управление проектами	+	+	+	+	+	+
Управление задачами	+	+	+	+	+	+
Отчеты	+	+	+	-	+	+
Добавляемые плагины	+	-	-	-	-	+
SaaS чел./мес, руб.	350	1490	-	-	-	-
SaaS, 100 чел./мес, тыс.руб.	35	149	11,94	-	11,9	-
Постоянная лицензия, чел., тыс.руб.	5,3	-	-	-	-	-
Постоянная лицензия, 100 чел., тыс.руб.	530	-	-	-	20	-
Избыточный функционал относительно потребностей системы-прототипа	да	нет	нет	нет	да	да

Сравнение функционала и стоимости данных систем представлено в таблице 1. Как видно, самыми подходящими по функционалу являются решения Мегаплан и Redmine, однако стоимость приобретения Мегаплана состовляет порядка 530000 тысяч рублей за 100 пользователей на постоянный сервер либо 420000 в год при приобретении облачного приложения, что является ключевым фактором отказа от данной системы ввиду экономической ситуации организации. Система Redmine помимо описанных функций обладает обширным функционалом, из-за которой требования к ресурсам сервера возрастают многократно, а также знаменита большим количеством проблем с совместимостью и требованиями при развертывании на собственном сервере. При этом ни одна из рассмотренных систем не включает в себя возможность прогнозирования временных рядов для анализа сроков работ.

Ввиду данных обстоятельств было заключено, что оптимальным выбором будет создание собственной системы управления проектами на основе искусственной нейронной сети в виде веб-приложения ориентированных на специфику работы организации, что позволит избавиться от всех проблем существующей системы и позволит легче добавлять новые модули, увеличивая функционал в будущем при необходимости.

Для создания новой системы управления проектами были рассмотрены одни из популярных инструментов разработки веб-приложений Ruby on Rails и NodeJS. Основной особенностью Ruby on Rails является быстрота разработки, надежность и легкая поддерживаемость кода. NodeJS позволяет разрабатывать серверную и клиентские части на языке программирования JavaScript, что в какой то степени позволяет уменьшить сложность разработки для программистов. В результате рассмотрения были выбран фреймворк Ruby on Rails т.к. быстрота разработки и легкость поддерживания кода являются более значимыми преимуществами в данной ситуации.

Архитектура системы построена вокруг сущности проектов, которые являются объектом деятельности управления. У каждого проекта могут быть множество задач, решаемых в рамках конкретного проекта, поэтому сущность Задача связана с проектами в ассоциации 1 ко многим. Каждый пользователь должен быть авторизован в системе для ведения отёчности работы и идентификации исполнителей и руководителей каждого из задач в рамках проекта. Отслеживание жизни проекта осуществляется путем сохранения изменений по задачам и временным рамкам их выполнения, а также по ожидаемым срокам работы в контексте каждой из задач.

Нейронная сеть в рамках информационной системы должна корректировать предсказание о завершении работы проекта основываясь на специфике работы, что обеспечит модель обучение нейронной сети без учителя.

Было проведено сравнение созданной и существующей систем, по результатам которой было выявлено, что реализованная система превосходит в быстродействии старую, а также не имеет ряд недостатков, присущих сравниваемой.

Заключение. В ходе работы был проведен анализ, создана новая система и проведен сравнительный результат. Что повысило эффективность работы сотрудников в системе управления проектами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *В.В. Баранов* Исследование систем управления/ В.В. Баранов, А. В. Зайцев, С. Н. Соколов – Издательство: Альпина Паблишер, 2013 – 216с.

2. *Алексей Ляшук* Корпоративная система управления проектами. От методологии к практике/ Алексей Ляшук, Дмитрий Максин, Ренат Нугайбеков- изд-во Альпина Паблишер, 2015 -240 с

3. *Челяпин А.* Проектное управление в сфере информационных технологий изд-во publisher sell book llc, 2016 – 210 с

4. *С.В. Варламов* Система управления проектами организации: анализ подходов и существующих программных решений / С.В. Варламов, П.В. Скородумов. Вологда: ИСЭРТ

РАН, 2015 – 10с
5. *Сазерленд Д.* Scrum. Революционный метод управления проектами: МИФ 2014 – 320с
6. *Т. ДеМарко* Deadline Ein Roman über Projektmanagement: МИФ, 1997 – 310с

ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF A PREDICTING PROJECT MANAGEMENT SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Mukhamadiev R.
rusel6991@yandex.ru
Scientific Director: N. Staroverova, Candidate of Technical Sciences
(*Kazan National Research Technological University, Kazan*)

Development process of effective management system, taking into account all requirements imposed to similar systems is considered. The purpose of this work is the analysis of one of the large functioning information systems and search of optimization solutions for it. The analysis of the system prototype working at the FengOffice platform was carried out when using the tools of the Google company applied to the analysis of operability of web applications. High-speed performance and lack of excessive functionality were the main criteria defined for the developed system. During the review of project management systems, it was concluded that none of the existing systems is equipped with a function to predict the completion of tasks. It was proposed to add the ability to predict the timing of work in the new system based on an artificial neural network. Comparison of the created effective system and a system prototype allowed to reveal that the created system significantly exceeds replaced. Speed of loading of pages with introduction of a new system increased by 67 times, and the convenience and efficiency of the software increased due to failure from excess functionality.

УДК 519.876.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ЭВАКУАЦИОННОГО ПЛАНА С ПОМОЩЬЮ ANYLOGIC

Насырова Ф.А.
nasirova.farida.98@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Имитационное моделирование – это метод, который позволяет построить модели, описывающие различные процессы так, чтобы они были максимально приближены к реальности. По-другому, система, которую необходимо изучить заменяется созданной моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой в последующем проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией действий (имитация - это постижение и изучение сути явления, не требующее проведения экспериментов на реальном объекте). В настоящее время на рынке существует большой выбор систем структурного и имитационного моделирования (ССИМ). В статье приводится описание реализации имитационной модели процееса эвакуации людей из торгового центра в программе AnyLogic, разработанной компанией The AnyLogic Company.

ССИМ AnyLogic —это современная среда имитационного моделирования вероятностных объектов, которая позволяет пользователю разрабатывать модели с помощью языка Java. Система имеет хороший графический интерфейс. AnyLogic включает в себя набор таких стандартных библиотек, как Process Modeling Library, Pedestrian Library, Rail Yard Library. Большим преимуществом данной графической среды является возможность ее эффективного использования во различных сферах. Например, в производстве, фармацевтике, социальных системах; для бизнес-процессов, сферы обслуживания, управления проектами и т.д. Также система удобна тем, что здесь есть возможность использования метода агентного моделирования, объединенного с традиционными подходами, для получения более конкретных представлений о сложных процессах различной природы. Для того, чтобы просмотреть и оценить процесс и соответствующие результаты работы системы AnyLogic, в статье показаны результаты имитационного моделирования, полученные в ССИМ AnyLogic. В качестве примера взят план эвакуации казанского торгового центра, создана и изучена ситуация, при которой необходима эвакуация людей из здания. Результаты исследования показывают, что система хорошо подходит для применения и работает эффективно, увеличивая достоверность результатов. Статья призвана показать результат работы в ССИМ AnyLogic для имитационного моделирования, учитывая достоверность результатов

моделирования, удобство использования, наличие необходимых функциональных возможностей. Статья создана с помощью предпоследней улучшенной версии ССИМ AnyLogic 2018.

Введение

Как было сказано выше, имитационное моделирование (ИМ) в настоящее время применяется в самых различных сферах и является эффективным инструментом для исследования систем и процессов, позволяя как можно точнее и нагляднее отобразить моделируемый объект и изучить динамику его функционирования [4, 8-10].

ИМ позволяет имитировать поведение системы. При этом плюсом является то, что есть возможность управлять временем в модели: замедлять для удобства более подробного просмотра работы системы и ускорять для моделирования систем с медленной процессией изменчивости [1-3].

На данный момент ССИМ славятся удобным графическим интерфейсом, поддержкой объ ектно-ориентированных языков программирования (Java), универсальностью и гибкостью эксплуатации для любого пользователя [1, 14-15], легкостью изучения и возможностью использования нескольких методов моделирования.

В данной работе будет рассмотрено моделирование процесса эвакуации людей из здания торгового центра при ЧП.

Торговый центр (ТЦ) – это, как известно, объединение торговых и развлекательных, предприятий, предоставляющих различные услуги. Однако, прежде всего, ежедневно это место достаточно большого скопления людей. И этот факт делает торговые центры местом наиболее вероятного появления опасных для жизни людей ситуаций, которые требуют правильного использования эвакуационного плана для оперативного покидания здания.

Использование средств имитационного моделирования для оптимизации данной системы позволит снизить затраты на расчет вариантов оптимизации системы и тем самым значительно увеличить скорость процессии выбора оптимального варианта для успешного решения задачи [5-7]. Здесь важно провести несколько экспериментов, создавая имитацию ЧП, чтобы прослеживать за эффективностью работы схемы выходов и входов в здании. Ведь в реальности от этого могут зависеть уже жизни настоящих людей, а не имитационных агентов.

Цель и задачи исследования.

Целью данной задачи является построить эффективную модель плана эвакуации здания ТЦ и минимизировать эвакуационное время.

При достижении цели необходимо оптимизировать полученную модель для определения рекомендаций по усовершенствованию процесса вывода людей и минимизации времени пребывания на лестницах здания и в холле этажа.

В рамках данной работы необходимо выполнить следующие задачи:

- Оптимизировать выбор выходов в зависимости от количества эвакуированных людей;
- Минимизировать образование заторов на лестницах при эвакуации или же при необходимости оперативно избавиться от них.

Описание модели, ее «прогон» и основные результаты.

Построение и оптимизация модели плана эвакуации производилась в системе имитацион ного моделирования Anylogic. Модель плана изображена на рисунке 1. А модель после запуска на рисунке 2.

На втором этаже находятся магазины: Hm, Bershka, Sportmaster, Zara. Для того, чтобы спуститься со 2 этажа на 1 есть 2 лестницы – Lestnica1 и Lestnica2. На первом этаже имеется один магазин Befree, из которого до выхода ведет коридор (Koridor). Floor11 и Floor 12 – это два холла первого этажа. Из них есть всего 4 выхода, а перед ними условие, которое рассчитывает по общему количеству вышедших, куда лучше пустить людей.

Всего из магазина выводится 1500 человек.

Мы заведомо сами при запуске создаем имитацию возгорания в здании и вывод людей из него.

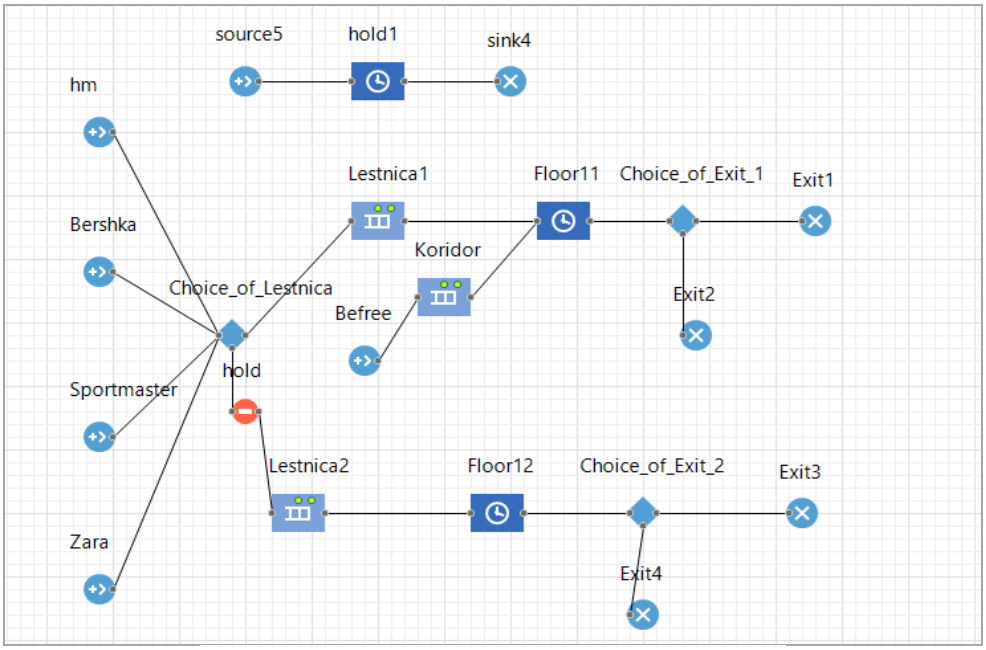


Рис. 1. Имитационная модель плана ТЦ в AnyLogic

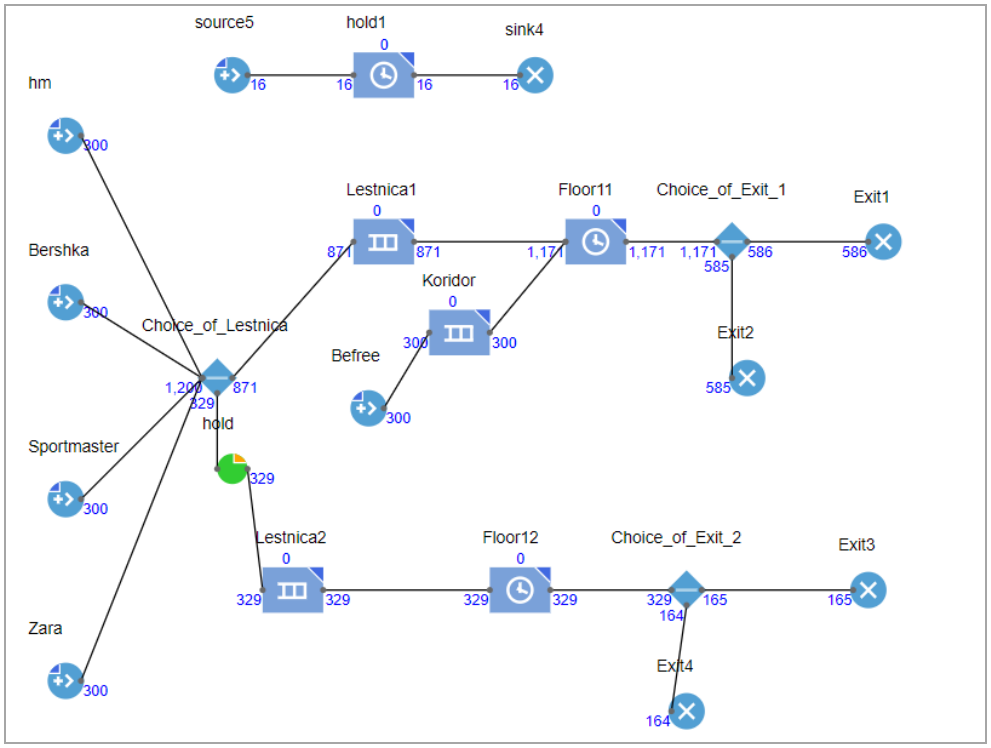


Рис. 2. Имитационная модель плана ТЦ в AnyLogic после запуска

Результатами моделирования являются:

1) Время пребывания транзакта в системе (человека в здании);
2) Время ожидания людей в очереди;
3) Длина очереди;
4) Работа операторов задержки;

Подробнее разберем пункт времени пребывания в системе, и для этого рассмотрим рисунок 3.

Рис. 3. Гистограмма времени пребывания в системе

По данным этого рисунка построим небольшую таблицу (Таб. 1) с интервалами распределения времени и количеством измерений, находящихся в этом интервале. Можно заметить, что наибольшее количество находится в интервалах от 450 до 600 и от 900 до 1050.

Таблица 1

Плотность распределения времени пребывания в системе

Интервал		Количество измерений
от	до	
0	150	93
150	300	96
300	450	101
450	600	110
600	750	109
750	900	96
900	1050	110
1050	1200	105
1200	1350	100
1350	1500	80

Усовершенствование модели

Для наглядности процесса мы можем воспользоваться небольшой 2D (Рис.4), а также 3D моделями (Рис.5), построенными по данным первоначальной простой модели.

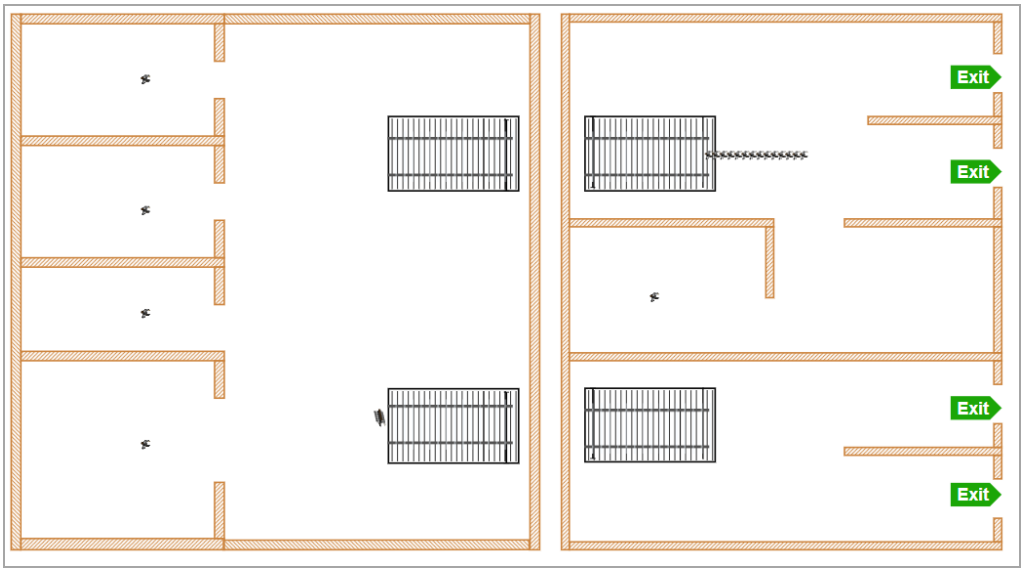


Рис. 4. Имитационная 2D модель плана ТЦ в AnyLogic после запуска (вид сверху)

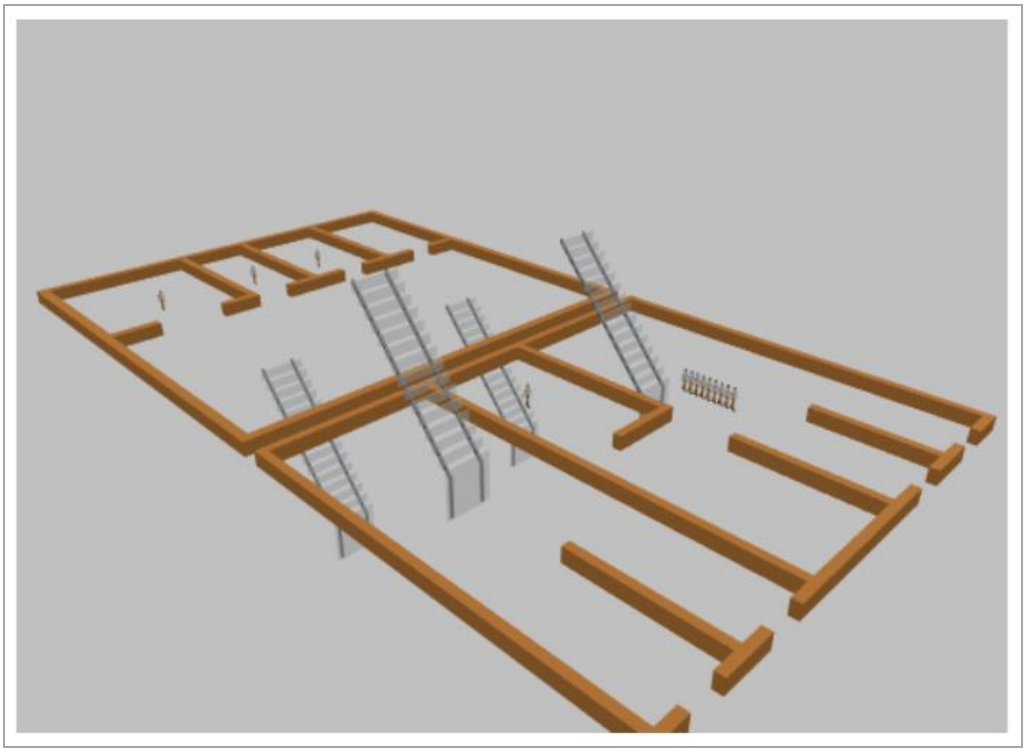


Рис. 5. Имитационная 3D модель плана ТЦ в AnyLogic после запуска (вид сбоку спереди первого этажа)

Оптимизация

Невозможно обойтись без оптимизации для любой системы. В этой модели проведем оптимизацию эвакуационного процесса из торгового центра путем регулировки двух коридоров первого этажа и времени решения чрезвычайных ситуаций и происшествий на лестницах, которые ведут со второго этажа на первый.

Эта оптимизация необходима, так как она показывает, какое может быть полное время эвакуации даже при различных чрезвычайных ситуациях, которые при данных условиях неизбежны, ведь контролировать людей при экстренных ситуациях невозможно. Человеческий фактор и паника имеют место быть.

До оптимизации из-за непредвиденных заторов и скоплений на лестницах, либо в коридорах, люди продолжали оставаться в здании и после завершения работы системы.

Однако, спустя время, корректируя такие параметры, как время прохождения через коридоры и холл, условие выбора правильной лестницы и верного выхода из четырех, работа

устройства задержки, удалось достичь максимально хорошего результата и обходиться без потерь.

По выведенным таблице и диаграмме (Таб. 2, Рис. 6) мы можем увидеть, что самое оптимальное количество людей, находящихся в первом и втором холлах первого этажа (F11 и F12) в среднем: 24 и 32 человека соответственно. А лучшее время для устранения ЧП на второй лестнице – 48 с.

Таблица 2

Оптимизация

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	2
Функционал:	32.5	28
Параметры		Copy best
T_in	0	0
F11	24	24
F12	41	32
h_hold	62	48

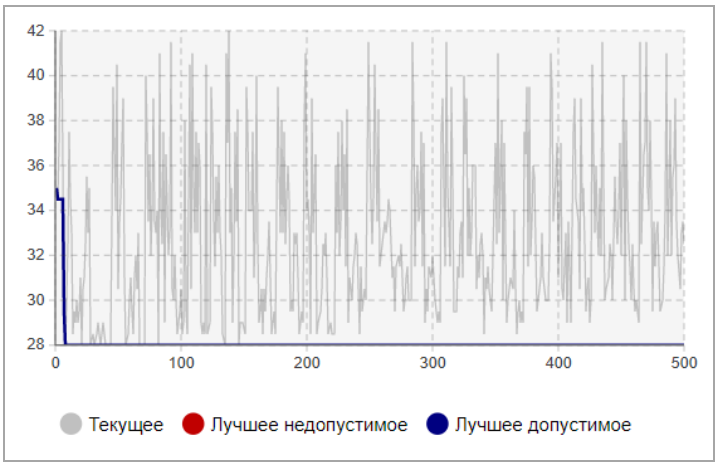


Рис. 6. Диаграмма по Таблице 2

Заключение

В процессе выполнения работы в системе имитационного моделирования Anylogic была создана модель, организующая процесс оперативного эвакуирования людей из здания ТЦ. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества людей проходящих по первому этажу и корректировки времени прохождения лестниц и коридоров здания. В результате оптимизации выяснилось, какое минимальное количество из заданного нами диапазона количества людей должно проходить по холлам первого этажа за определенный период времени, насколько оперативно стоит устранять заторы на лестницах и какое количество выходов должно содержать здание для успешного вывода всех людей.

Эта имитационная модель, созданная в AnyLogic, способствует оптимизации и ускорению работы спасательных служб и проектировщиков зданий, благодаря возможности

проведения множества экспериментов с системой в самой программе с внесением необходимых поправок и удобной наглядности процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Костюхина Г.В., Шигаева Т.А.* Комплексный подход к моделированию сложных систем в системе BPwin-Arena // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 6. С. 287-292.

2. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин,* Вестник Казанского технологического университета, 17, 4, 298-303 (2014).

3. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 15, 338-343 (2014).

4. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, М.Т. Махмутов, М.Л. Пейсахова, А.Х. Валиева, Б.А. Низамиев*, Вестник Казанского технологического университета, 17, 10, 249-256 (2014).

5. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А.* Вестник Технологического университета, 18, 5, 184-188 (2015).

6. *В.В. Мокшин*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).

7. *Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х.* Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).

8. *В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20, 17, 99-103 (2017).

9. *В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).

10. *В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин*, Вестник Технологического университета, 20. 21, 80-85 (2017).

11. *Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова*, Вестник Технологического университета, 21, 2, 163-168 (2018).

12. *В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин*, Нелинейный мир, 9, 8, 497-499 (2011).

13. *В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, А.Н. Козар, Г.Е. Борзов*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 112-116 (2008).

14. *В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 55-58 (2007).

15. *В.С. Моисеев, А.Н. Козар, П.И. Тутубалин, К.В. Бормотов*, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 1, 40-45 (2005).

MODELING THE TASK OF THE EVACUATION PLAN WITH THE HELP OF ANYLOGIC

Nasirova F.

nasirova.farida.98@mail.ru

Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Simulation is a method that allows you to build models that describe various processes so that they are as close as possible to reality. In another way, the system that needs to be studied is replaced by the created model, with sufficient accuracy describing the real system, with which later experiments are carried out in order to obtain information about this system. Experimenting with a model is called imitation of action (imitation is the comprehension and study of the essence of a phenomenon that does not require experiments on a real object). Currently on the market there is a large selection of systems of structural and simulation modeling (SCIM). The article describes the implementation of a simulation model of the process of evacuating people from a shopping center in the AnyLogic program developed by The AnyLogic Company.

AnyLogic PSYM is a modern simulation environment for probabilistic objects that allows the user to develop models using the Java language. The system has a good graphical interface. AnyLogic includes a set of standard libraries such as Process Modeling Library, Pedestrian Library, Rail Yard Library. The big advantage of this graphic

environment is the possibility of its effective use in various fields. For example, in manufacturing, pharmaceuticals, social systems; for business processes, services, project management, etc. The system is also convenient in that it is possible to use the method of agent-based modeling, combined with traditional approaches, to obtain more specific ideas about complex processes of various nature. In order to review and evaluate the process and the corresponding results of the AnyLogic system, the article shows the simulation results obtained in AnyLogic SIRP. As an example, we took the evacuation plan of the Kazan shopping center, created and studied the situation in which the evacuation of people from the building is necessary. The research results show that the system is well suited for use and works efficiently, increasing the reliability of the results. The article is intended to show the result of work in AnyLogic PSYM for simulation modeling, taking into account the reliability of the simulation results, ease of use, availability of the necessary functionality. The article was created using the penultimate improved version of the AnyLogic 2018 SIRS.

УДК 004.4'22

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CASE-СРЕДСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Осипова М.С.
msosipova97@mail.ru
Научный руководитель: А.Л. Осипова
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)*

В статье рассматривается использование трех методологий IDEF0, IDEF3 и DFD при разработке модели бизнес-процессов, а так же диаграммы UML, каждая из которых отражает какую-то часть или сторону системы либо ее замысел. Представлен сравнительный анализ нотаций BPwin и UML их достоинства и недостатки.

При разработке информационной системы перед инженером (разработчиком) часто встает проблема выбора инструментария для моделирования системы, кроме того, в высшем учебном заведении при выполнении курсового проекта или выпускной квалификационной работы студент должен решить, в какой инструментальной среде оформлять результаты моделирования и проектирования информационной системы. Наиболее полно в университете изучаются инструментальные средства BPwin и диаграммы UML.

BPwin

Инструментальные средства BPwin являются интегрированной средой разработки модели бизнес-процессов.

Информационная модель в *BPwin* представляет собой совокупность диаграмм, каждая из которых описывает отдельный процесс в виде разбиения его на шаги и подпроцессы. С помощью соединяющих дуг описываются объекты предметной области, данные и ресурсы, необходимые для выполнения функций.

BPwin [1] представляет три вида диаграмм – *IDEF0, IDEF3* и *DFD*, каждая из которых отражает свою точку зрения на информационную систему. В *BPwin* моделируемую систему представляют в комплексе диаграмм *IDEF0, IDEF3* и *DFD*.

IDEF3 диаграмма описывает сценарий бизнес-процесса, моделируемой системы. Нотация построения *IDEF3* не ограничивает разработчика чрезмерно жесткими рамками синтаксиса, что может привести к созданию неполных или противоречивых моделей.

Диаграммы потоков данных (*DFD*)[1] используются для описания функциональной структуры проектируемой информационной системы. Их можно использовать как продолжение модели *IDEF0* для более наглядного отображения текущих операций документооборота в интеллектуальных системах обработки информации.

Логическая модель представляет набор задач и описывает, что будет делать система.

Модель окружения описывает как система взаимодействует с внешними сущностями по информационным или управляющим потокам.

Модель поведения показывает, порядок выполнения событий. Информационные потоки отделяются от управляющих потоков. Хранилища добавлены для моделирования данных,

которые необходимо передавать между событиями.

В настоящее время на кафедре в учебном процессе используется лабораторный практикум [2].

Диаграммы UML

Унифицированный язык моделирования (Unified Modeling Language, UML)[3] является инструментом для представления проектируемой информационной системы.

UML представляет возможность построить комплекс диаграмм, каждая из которых отражает какую-то часть или сторону системы либо алгоритм ее функционирования.

Диаграммы прецедентов – это обобщенная модель функционирования системы в окружающей среде.

Диаграммы видов деятельности – модель бизнес-процесса или поведения системы.

Диаграммы взаимодействия – модель процесса обмена сообщениями между объектами, представляется в виде диаграмм последовательностей.

Диаграммы состояний – модель динамического поведения системы и ее компонентов при переходе из одного состояния в другое.

Диаграммы классов – отражает статическую структуру системы и связи между ее элементами.

Диаграммы компонентов – модель иерархии подсистем, отражает физическое размещение баз данных, приложений и интерфейсов ИС.

Диаграммы развертывания – модель физической архитектуры системы, отображает аппаратную конфигурацию ИС.

На рис 1 приведены взаимосвязи между разными видами диаграмм UML. В таблице 1 представлен сравнительный анализ работ с BPwin и UML.

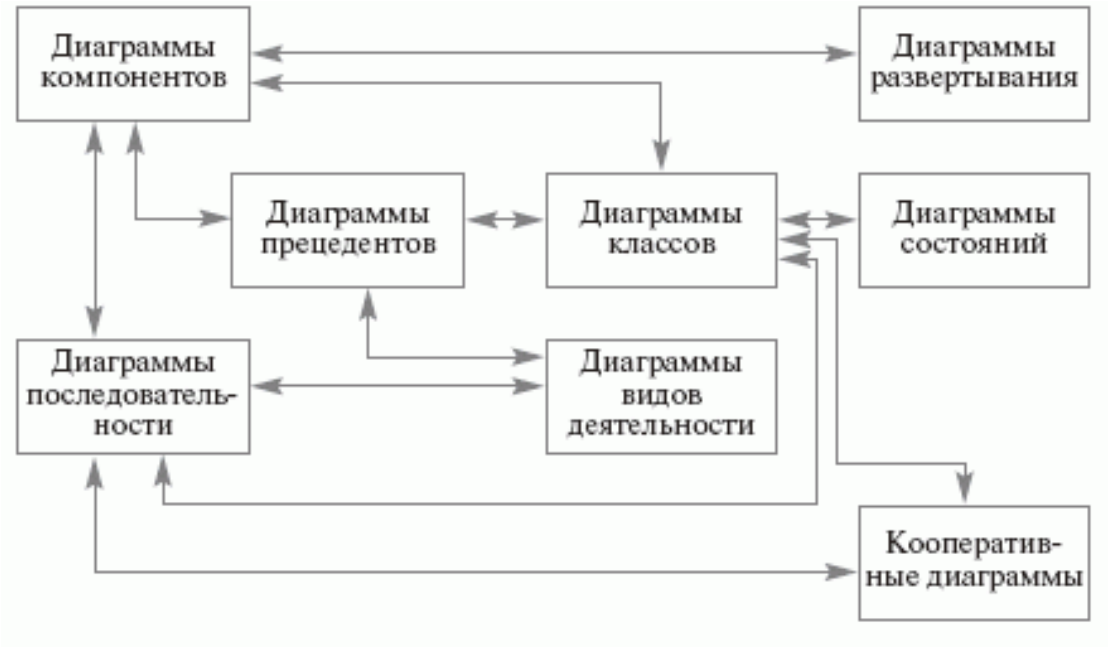


Рис. 1. Взаимосвязи между разными видами диаграмм UML

Таблица 1

Сравнительный анализ

№	Критерии сравнения	IDEF0	IDEF3	Диаграммы последователь-ности	Диаграммы деятельностей
1	Принцип построения диаграммы	Принцип иерархической упорядоченности	Последовательность выполнения	Последовательность выполнения	Последовательность выполнения
2	Описание процедуры процесса	Объект на диаграмме	Объект на диаграмме	Объект на диаграмме	Объект на диаграмме
3	Входящий документ	Стрелка слева, стрелка сверху	Нет (может быть отражен привязкой объекта)	В зависимости от принятого соглашения может быть объектом или стрелкой	Может быть объектом или стрелкой
4	Входящая информаци	Стрелка слева, стрелка сверху	Нет (может быть отражен привязкой объекта)	Может быть объектом или стрелкой	Может быть объектом или стрелкой
5	Исходящий документ, информация	Стрелка справа	Нет (может быть отражен привязкой объекта)	Может быть объектом или стрелкой	Может быть объектом или стрелкой
6	Исполнитель процедуры	Стрелка снизу	Нет (может быть отражен в модели только привязкой объекта - комментария)	Используется отдельный объект «Actor»	Разграничение зон на диаграмме
7	Используемое оборудование	Стрелка снизу	Нет (может быть отражен привязкой объекта)	Нет	Нет
8	Управление процедурой	Стрелка сверху	Только логика процесса	Только логика процесса	Только логика процесса
9	Контроль выполнения процедуры	Стрелка сверху	Нет	Нет. Может быть отражен указанием входящих документов	Нет. Может быть отражен указанием документов
10	Обратная связь по управлению/ контролю	Стрелка сверху	Нет	Нет. Может быть отражен указанием входящих документов	Нет. Может быть отражен указанием документов
11	Наглядность модели	Модель нечитабельна неспециалистами	Модель нечитабельна неспециалистами	Модель наглядна, но несколько громоздка	Модель очень наглядна

Соответствие UML и BPWIN

Моделирование средствами IDEF0 является первым этапом изучения любой системы. Диаграмме IDEF0 соответствует диаграмма последовательностей UML.

Диаграмме IDEF3, которая описывает информационные технологии, представленные в информационной системе, соответствуют диаграммы деятельности, состояний и последовательности UML.

Диаграммы DFD отражают окончательный выбор задач информационной системы и отражают информационные и управляющие связи между задачами и службами управления. Диаграмме DFD соответствуют диаграммы прецедентов, коммуникации и последовательности из UML.

BPwin отличается относительной простотой освоения нотаций и большими возможностями анализа. Обеспечивает логическую четкость в определении и описании элементов диаграмм, а также проверку целостности связей между диаграммами.

Это облегчает задачу при описании простых процедур, но усложняет описание больших процессов за счет неограниченного уровня иерархий дочерних диаграмм.

Диаграмма потоков данных — один из основных инструментов структурного анализа и проектирования информационных систем, существовавших до широкого распространения UML.

С помощью комплекса диаграмм UML можно описать систему, с разной степенью детализации, а также описать особенности реализации системы. Используя UML, мы также можем разрабатывать сложные системы быстро и качественно.

К недостаткам стоит отнести очень большое количество разных диаграмм и сложно понять, какие необходимо использовать, а от каких можно отказаться. При этом много времени потребуется на изучение комплекса диаграмм.

Несмотря, на имеющее место в современных условиях, смещение акцентов от структурного к объектно-ориентированному подходу к анализу и проектированию систем, структурные нотации по-прежнему широко и эффективно используются как в бизнес-анализе, так и в анализе информационных систем.

На российском рынке *CASE*-средств существует большой выбор пакетов разнообразных фирм-производителей, каждый из них имеет специфические особенности. Поэтому выбор конкретного *CASE*-пакета осуществляется исходя из задач, для которых он предназначен, с учетом его сильных и слабых мест. Универсальных пакетов не существует.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *А.Ф. Похилько*, CASE-технология моделирования процессов с использованием средств BPWin и ERWin учебное пособие/А. Ф. Похилько, И.В. Горбачев. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 120 с.

2. *С.А. Зарайский, А.Л. Осипова, В.А. Суздальцев* Лабораторный практикум «Проектирование информационных систем». Альметьевск: Типография АФ КНИТУ-КАИ, 2014. - 93 стр.

3. *М. Фаулер* UML. Основы, 3-е издание. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2004. – 192 с.,ил.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF CASE-TOOLS IN THE DESIGN OF INFORMATION SYSTEMS

Osipova M.

msosipova97@mail.ru

Supervisor: A. Osipova

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article discusses the use of three methodologies IDEF0, IDEF3 and DFD in the development of a business process model, as well as UML diagrams, each of which reflects some part or side of the system or its design. Comparative analysis of BPwin and UML notations of their advantages and disadvantages is presented.

УДК 004.658

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ХОККЕЙНОЙ ЛИГИ

Пашин Н.П.
qstnokia@gmail.com
Научный руководитель: Р.Ш. Минязев, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена разработке аналитической информационной системы для студенческой хоккейной лиги. Сама система будет предназначаться для игроков, болельщиков, агентов и просто не равнодушных людей. Целью работы является создание удобного и информативного портала, на котором можно будет получать различную актуальную информацию: узнавать результаты матчей, следить за календарём игр, просматривать составы команд.

Информационно-аналитическая система (ИАС) представляет собой совокупность информационных источников, программных решений и так далее. Главным задачей системы является аналитические экспертные действия. Работа информационно-аналитических систем основывается на применении знаний о конкретно взятой области. В моём случае эта область – хоккей.

Моя задача разработать систему, используя средства веб разработки, реализующую возможность собирать всю хоккейную информацию в одном месте. Это новости, результаты, статистика, фотографии, календари матчей и записи трансляций. Портал будет основываться на Студенческой Хоккейной Лиге.

Студенческая Хоккейная Лига – это очень молодая лига, которая способствует поддержанию спортивного духа, и даёт возможность продолжать карьеру в высших учебных заведениях после её завершения на профессиональном уровне. В ней принимают участие университеты со всей стороны. В рамках Всероссийских соревнований по хоккею среди студентов проводятся чемпионат и первенство студенческой лиги. В чемпионате принимают участие 14 сильнейших студенческих команд страны, которые разделены на две конференции. Соревнования в конференциях проводятся в 4 круга, по 24 матча у каждой команды. А соревнования первенства проходят в 6 отборочных зонах, разделенных по территориальному принципу: Москва, Санкт-Петербург, Центр, Поволжье, Урал и Сибирь.

Основная проблема лиги в том, что она ещё находится на пути становления, и не обрела большую популярность. В связи с этим, получать свежие новости, статистику и результаты проблематично, так как официальному сайту не уделяют должного внимания.

Цель моей работы – аккумулировать все известные и доступные данные на одном портале, и добавить к этому аналитическую составляющую. Благодаря этому, я смогу упростить поступление информации для болельщиков и игроков. Данные станут доступнее, а значит – Лига будет более популярна. Мой веб комплекс предоставит более понятный и удобный функционал, а также даст ряд преимуществ, по сравнению с официальным сайтом СХЛ. Аналитическая система, с интегрированным в неё алгоритмом, позволит строить общую базу игроков и команд, и распределять их по столбцам своего рейтинга.

Имеется несколько информационных порталов, которые я выбрал для анализа. У всех них общая хоккейная тематика. Самые известные – это проект Российская студенческая хоккейная лига, сайт Континентальной Хоккейной Лиги и информационно-новостной портал AllHockey. Проанализировав их функционал, вывел их сильные стороны, которые будут реализованы на моём портале.

В ходе разработки, я использовал Framework**.** Это программный продукт, который упрощает создание технически сложных проектов. Он содержит только базовые программные модули, а все специфичные компоненты реализуются разработчиком. Таким образом, достигается высокая скорость разработки и надёжность различных решений. Каждый framework

привязан к какому-либо языку программирования и конкретной технологии. Ниже пример популярных фреймворков для веб-разработки.

1) HTML/CSS-фреймворки;
2) PHP-фреймворки;
3) Java-фреймворки;
4) Python-фреймворки.

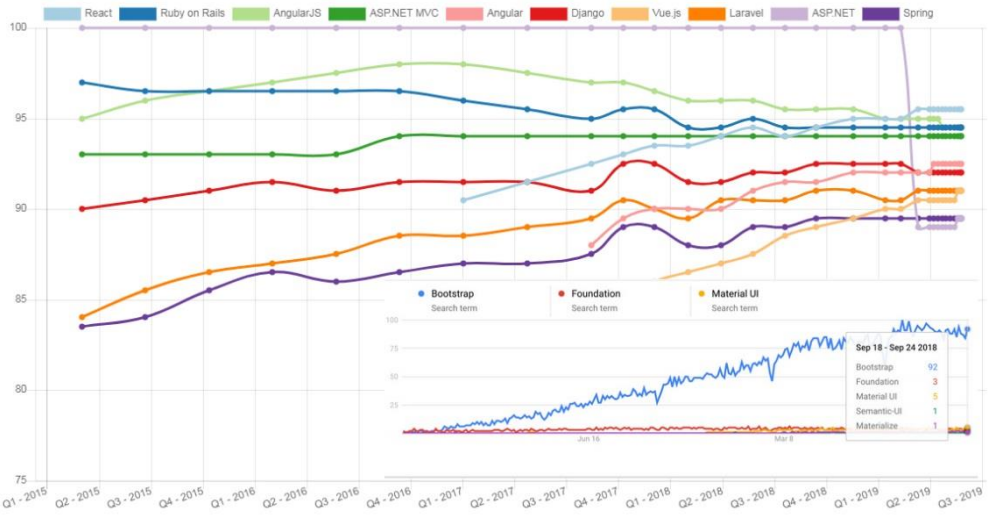


Рис. 1. Рейтинг фреймворков

Framework переводится как «основа или каркас» и это хорошо описывает его главную суть. Во фреймворке есть небольшое число готовых модулей, но они не могут обеспечить полноценное существование сайта. Большинство функций сайта придется реализовывать с нуля, но зато гибкость фреймворка позволяет разработать уникальную логику работы индивидуально под наши задачи. В конечном итоге, было решено использовать HTML/CSS фреймворк Bootstrap. Bootstrap – набор инструментов для создания сайтов и веб-приложений. Включает в себя HTML и CSS-шаблоны оформления для типографики, веб-форм, кнопок, меток, блоков навигации и прочих компонентов веб-интерфейса, включая JavaScript-расширения. В сущности - это просто набор файлов (CSS и JavaScript). После подключения этих файлов к странице, нам станут доступны для верстки дизайна большое количество классов и готовых компонентов.

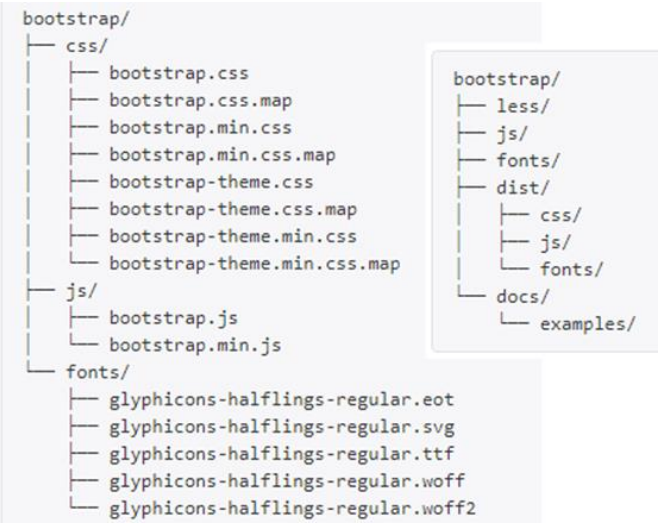


Рис. 2. Структура корневой папки bootstrap

Далее нам понадобится хостинг. Это некое место в интернете, где будет хранится наш портал. То есть существует некий веб-сервер, и его в аренду, следят за его состоянием. Хостинг необходим любому сайту. Существует два вида хостингов: платные и бесплатные. Стоит отметить, когда я ознакомился с этим вопросом ближе, я понял, что бесплатный хостинг точно не подойдёт, так как у него есть ряд существенных недостатков. Обычно, это урезанный функционал, малый предел нагрузки, сторонняя реклама и ужасная техническая поддержка. Теперь при выборе хостинга, нужно обратить внимание к техническим и функциональным характеристикам, таким как: безотказность, объём памяти. SSL сертификация, администрирование и бэкапам. Для своей реализации проекта, я буду отталкиваться от российских хостингов. Просмотрев данный рынок, я остановился на выборе хостинга Beget. У Beget максимально просто реализована процедура регистрации и получение домена. Не последнюю роль сыграл так же пробный период, который даётся на 30 дней, чтобы пользователь смог ознакомиться с функционалом ресурса. Стоит отметить, что панель администрирования реализована очень удобно. Сложностей в настройке и наладке выявлено не было, хостинг работает чётко и без промедлений. Имеется удобная статистика по нагрузке на сайт и базу данных.

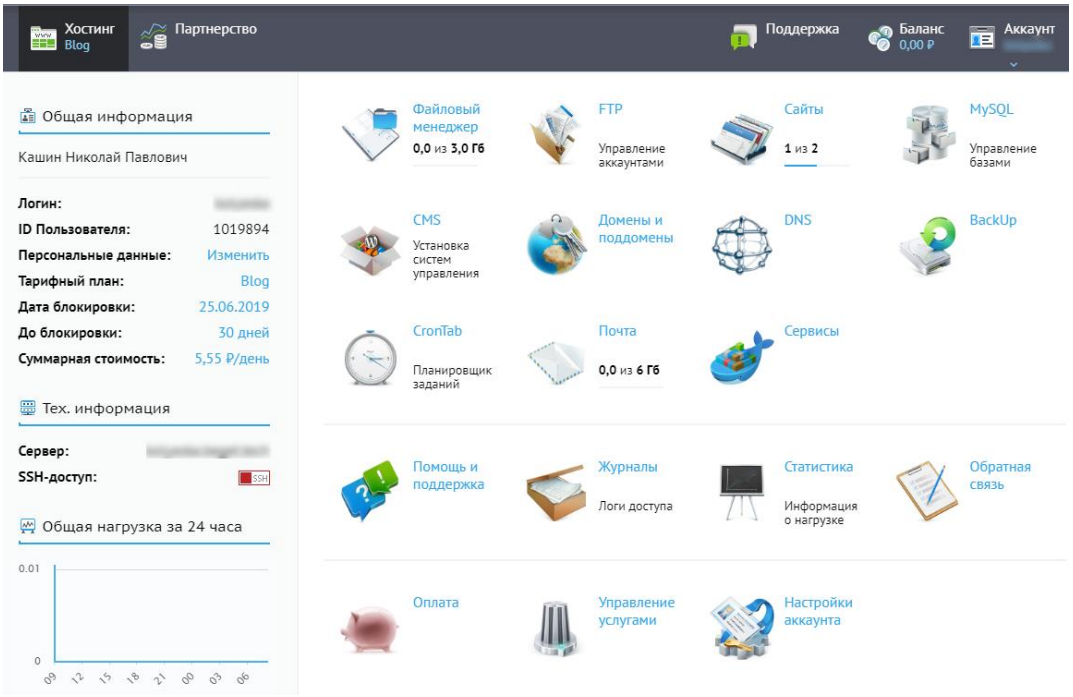


Рис. 3. Рабочая панель хостинг-сервиса Beget

В ходе реализации, были использованы:

1. PHP – скриптовый язык программирования общего назначения, обычно применяемый для разработки web-приложений. В настоящее время является одним из лидеров среди языков программирования, применяющихся для создания динамических web-сайтов. Является интерпретируемым языком, работающий на серверной стороне.
2. JavaScript – ориентированный сценарный язык программирования. JavaScript это встраиваемый язык для программного доступа к объектам приложений. Широко применяется в браузерах, как язык сценариев для придания интерактивности web-страницам
3. PHPMyAdmin поддерживает широкий набор операций над MySQL. Операции поддерживаются с помощью пользовательского интерфейса (управление базами данных, таблицами, полями, связями, индексами, пользователями и правами). Одновременно можно напрямую выполнить любой SQL запрос.
4. AdobePhotoshop – многофункциональный графический редактор. В основном работает с растровыми изображениями, однако имеет инструменты для работы с векторной графикой. Программа позволяет всестороннюю обработку графики и цифровых фотографий.

Были спроектированы диаграммы вариантов использования. Они описывают взаимоотношения и зависимости между группами вариантов и действующих лиц, участвующими в процессе. Предназначены для упрощения взаимодействия с будущими пользователями системы.

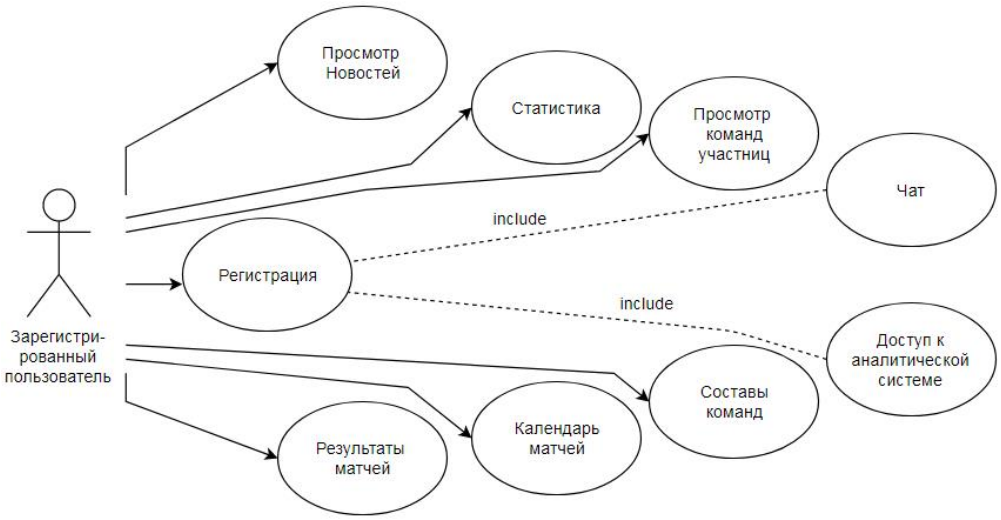


Рис. 4. Диаграмма для «Зарегистрированного пользователя»

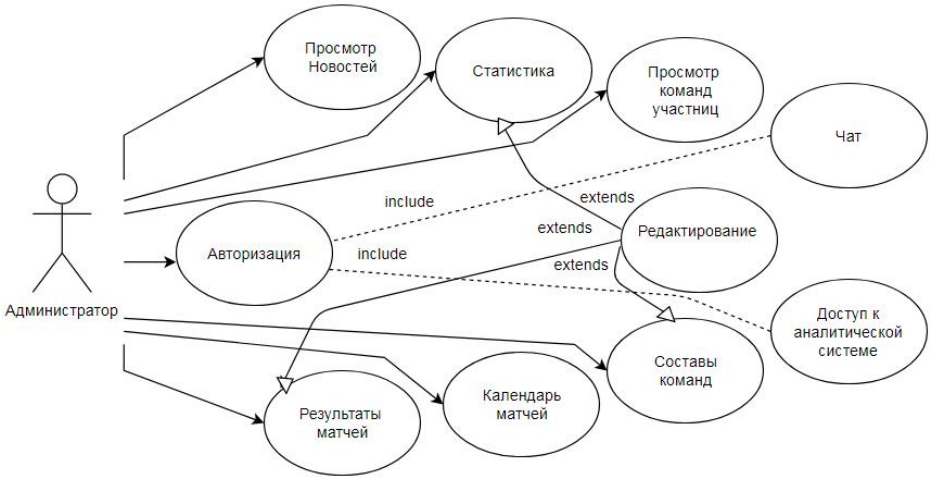


Рис. 5. Диаграмма вариантов использования для «Администратора»

В диаграммах данного типа, каждая группа работает со своим модулем системы. Взаимодействие между модулями происходит через общую БД при помощи СУБД MySQL. Алгоритмы работы модулей представлены в виде UML диаграмм активности. Представленный алгоритм работы модуля показывает основной функционал, доступный администратору при работе с порталом.

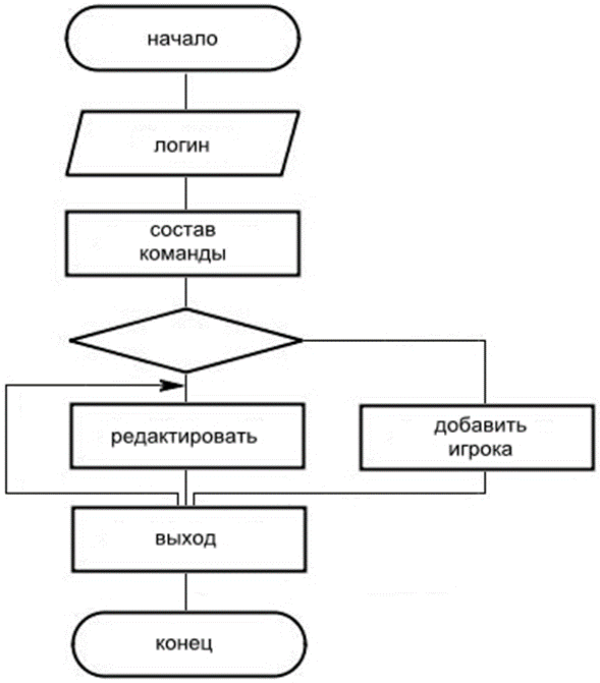


Рис. 6. Диаграмма активности для «Администратора»

В ходе проделанной работы, удалось реализовать хоккейный портал. На главной странице кратко представлена сводка последних новостей:

- Последние результаты матчей;
- Календарь ближайших игр;
- Краткая сводка данных о СХЛ;
- Игрок месяца;
- Быстрое информирование о последних результатах.

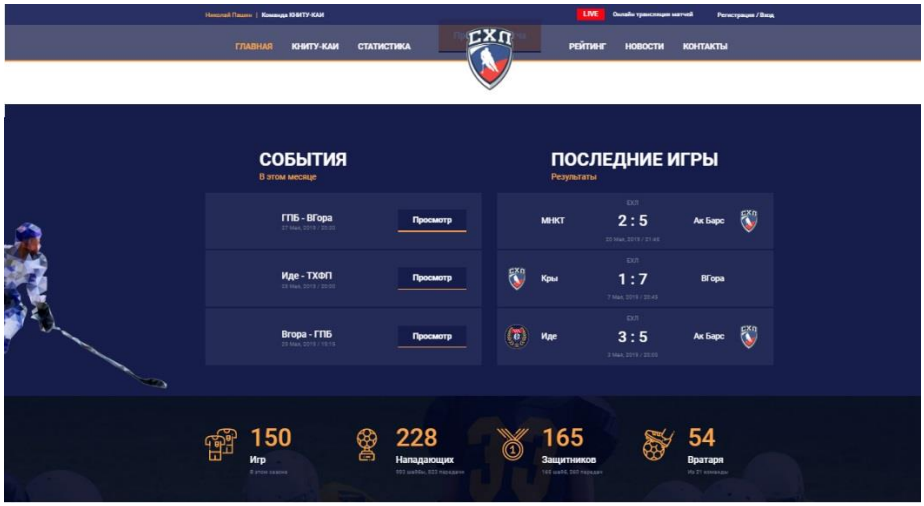


Рис. 7. Главная страница реализованной системы

А здесь показаны одни из основных элементов портала. Это индивидуальная и командная статистика.

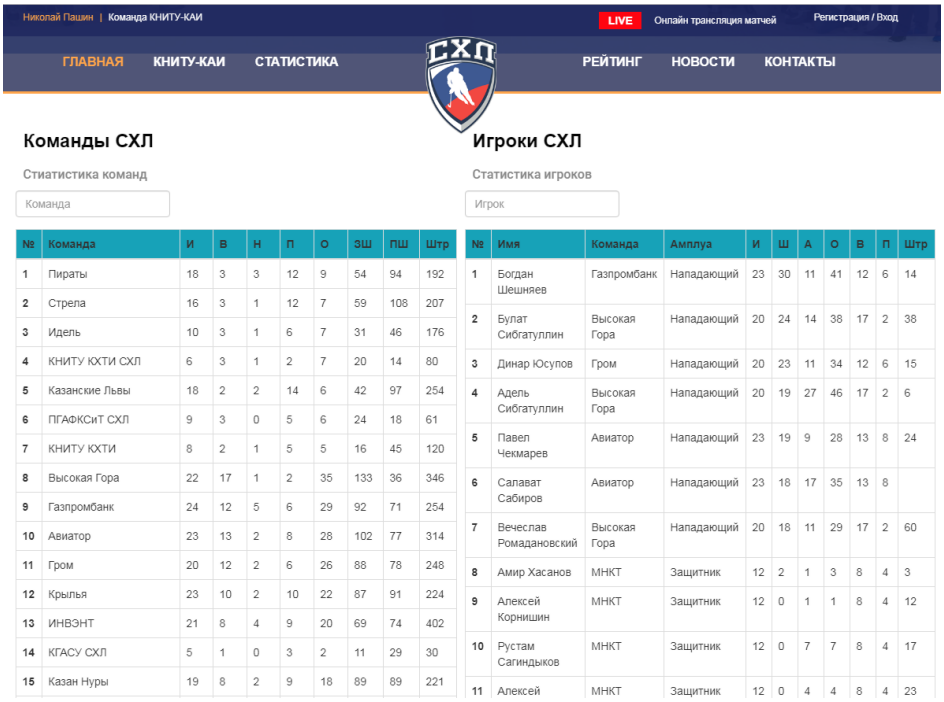


Рис. 8. Статистика

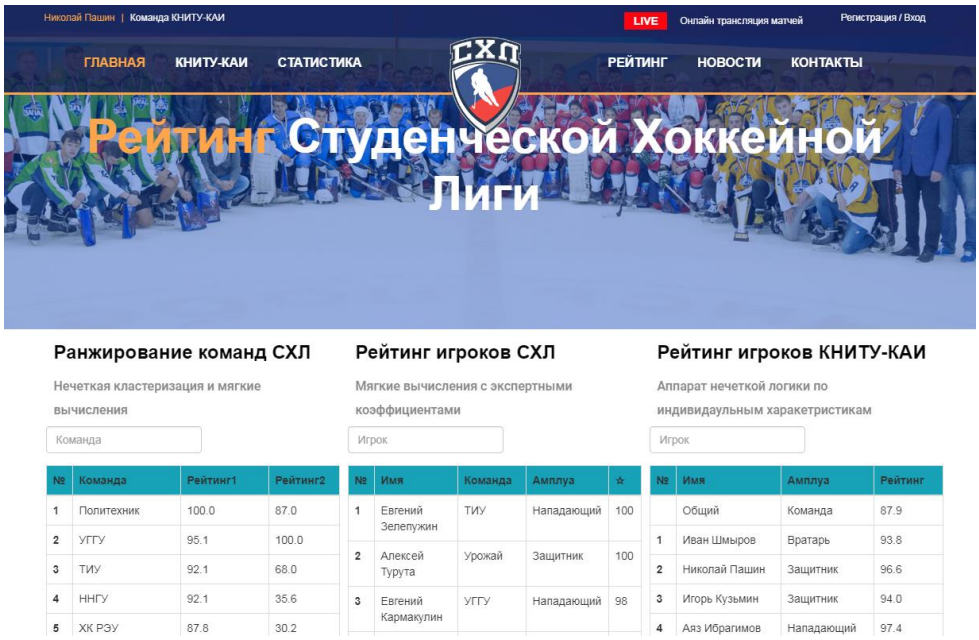


Рис. 9. Рейтинг

Итогом проделанной работы является информационно-аналитическая система. Реализованный проект предназначен для студенческой хоккейной лиги. Разработанный комплекс позволяет получать информацию о лиге, просматривать расписание и календарь матчей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Минязев Р.Ш., Леухин С.В*. Разработка веб-сервиса поддержки планирования времени. - Международная научно-практическая конференция. 2014. С. 496-499.

2. *Дакетт Джон*. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов; Эксмо - Москва, 2013. - 480 с.

3. *Дронов, В*. PHP, MySQL и Dreamweaver. Разработка интерактивных Web-сайтов / В. Дронов. - М.: БХВ-Петербург, 2014. - 480 с.

DEVELOPMENT OF AN ANALYTICAL INFORMATION SYSTEM FOR STUDENT HOCKEY LEAGUE

Pashin N.
qstnokia@gmail.com
Supervisor: R. Minyazev, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This paper is devoted to the development of an analytical information system for the student hockey league. The system itself will be designed for players, fans, agents, and just not indifferent people. The aim of the work is to create a convenient and informative portal on which it will be possible to receive various relevant information: find out the results of matches, follow the calendar of games, look at the teams.

УДК 004.942

СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Петросянц Д.Г.
dim-asu@mail.ru
Научный руководитель: А.М. Ахметвалеев, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье рассматривается вопрос повышения эффективности мониторинга состояния телекоммуникационного оборудования на основе использования экспертного подхода. Для решения задачи предлагается анализировать системные журналы оборудования в среде специально разработанного программного обеспечения.

Телекоммуникации - один из наиболее динамично развивающихся секторов бизнеса современных информационных технологий. Пару десятилетий назад, чтобы иметь базовое представление о телекоммуникациях, было достаточно знать, как работает телефонная сеть. Сегодня сфера телекоммуникаций охватывает широкий спектр современных технологий и услуг.

Телекоммуникационная среда, с которой каждый из нас так или иначе пользуется на ежедневной основе, усложняется с каждым днем. Телекоммуникации являются стратегически важным ресурсом для большинства современных корпораций, и их значение продолжает расти. Особое внимание в современных телекоммуникационных системах уделяется аспектам безопасности и стоимости услуг. Постоянно меняющаяся телекоммуникационная среда предоставляет пользователям все новые возможности, и современному специалисту необходимо постоянно изучать и быть осведомленным о телекоммуникациях в целом.

Из всех технологий управления сетью, используемых сетевыми инженерами, мониторинг состояния сети является одним из самых фундаментальных. В современном мире термин "мониторинг состояния сети" широко распространен в ИТ-индустрии и является критически важным ИТ-процессом, в котором все сетевые компоненты, такие как маршрутизаторы, коммутаторы, брандмауэры, серверы и виртуальные машины, постоянно анализируются на предмет неисправностей и производительности для поддержания и оптимизации их доступности. Одним из важных аспектов мониторинга сети является то, что он должен носить превентивный характер. Поиск проблем производительности и узких мест превентивно помогает в выявлении проблем на начальном этапе. Эффективный превентивный мониторинг может предотвратить простои или сбои в работе сети.

Доступные в виде программного или интегрированного аппаратного обеспечения, инструменты мониторинга сети позволяют обнаруживать, контролировать, оценивать и устранять неисправности сетевых устройств, обеспечивая не только доступность сети, но и

ее работоспособность в целом.

Обычно, в качестве инструмента мониторинга сети, используется различное прикладное программное обеспечение для сбора данных мониторинга с сетевых устройств. Такое прикладное программное обеспечение называется системой мониторинга сети или просто системой мониторинга, пример интерфейса которого представлен на следующем рисунке.

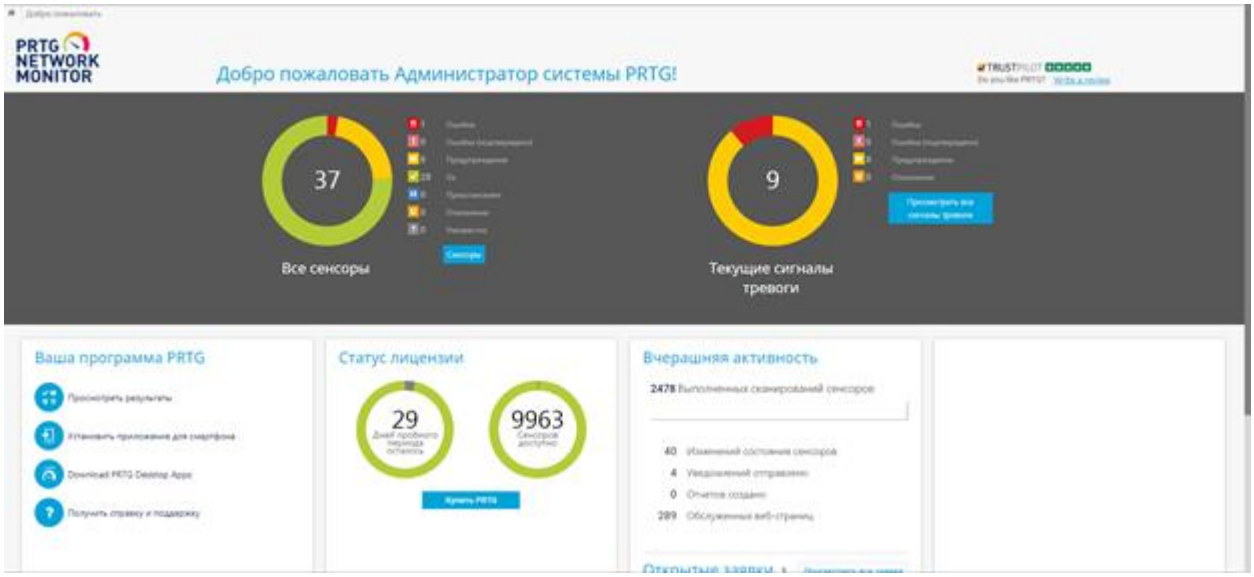


Рис. 1. система мониторинга “PRTG Network Monitor”

Системы мониторинга используются для первоначального обнаружения устройств в сети и, в большинстве случаев, позволяют организовать эти обнаруженные устройства в топологическую карту, которая показывает зависимости устройств. Информация об общей ситуации в сети позволяет системе мониторинга понять, как проблема с одним устройством может повлиять на другие подключенные устройства. Также, системы мониторинга позволяют определять поведение и состояние сетевых устройств и предоставлять оповещения и отчеты об аномалиях, указывающих на проблему.

Системы мониторинга сети отслеживают использование пропускной способности, время безотказной работы, доступность и время отклика сетевых устройств и предоставляют подробную информацию о состоянии отдельных компонентов устройства, таких как порты, память, процессоры и источники питания. Многие из этих инструментов даже представляют отчеты о состоянии сетевых устройств с использованием графиков, диаграмм и других видов визуализации и репрезентации информации для информирования сетевого инженера об общем состоянии устройств и их компонентов.

Некоторые из систем мониторинга сети также имеют возможность вносить изменения в сетевые устройства через протоколы управления сетью. Эта функция особенно полезна в контексте поиска неисправностей сети, когда системы мониторинга могут обнаружить и исправить проблему сетевого оборудования с помощью единого интерфейса управления.

Протоколы, используемые в системах мониторинга сети

Основными протоколами, на которых основываются протоколы, используемые в системах мониторинга сети, являются Syslog и SNMP.

Название протокола Syslog является сокращением с английского языка от словосочетания system log, что означает системный журнал. Протокол используется для отправки и регистрации сообщений о произошедших в системе событиях. Он используются в компьютерных сетях, работающих по протоколу IP, встроен в большинство сетевых ОС и сетевых устройств.

Протокол работает по определенным правилам. В упрощённом виде, источник формирует простые текстовые сообщения, содержащие информацию о произошедших событиях, которые затем передаются на обработку серверу Syslog (имеющем название «syslogd»,

«syslog daemon» или «syslog server») с помощью одного из протоколов UPD/IP или TCP/IP.

При работе по сети syslog использует клиент-серверную архитектуру, в которой сервер прослушивает на известном или зарегистрированном порту запросы от клиентов по протоколу. Исторически наиболее распространенным протоколом транспортного уровня для сетевых журналов был протокол UDP, с портом прослушки 514.

Syslog может генерировать неограниченное количество данных, передача этих данных по UDP обычно проблематична, так как UDP не имеет механизмов контроля перегрузки, а также обеспечения конфиденциальности. Механизмы контроля перегруженности, которые реагируют на перегруженность, снижая скорость передачи и устанавливая определенную степень равномерности потоков, разделяющих один и тот же маршрут, имеют жизненно важное значение для стабильной работы. По этой причине рекомендуется использовать TLS (Transport Layer Security (протокол защиты транспортного уровня)), так как он обеспечивает и контроль перегруженности, и конфиденциальность сообщений. Единственными сетями, где допускается использование UDP в качестве транспорта, являются управляемые сети, где предусмотрены механизмы управления трафиком, такие как ограничение скорости и резервирование пропускной способности.

Поскольку Syslog сервер располагается отдельно от источников сообщений (агентов), это позволяет осуществлять сбор и хранение сообщений от множества раздельно находящихся разнородных источников в едином месте (репозитории), что очень важно для администраторов сети, которые могут не иметь физического доступа ко всем устройствам и компьютерам сети одновременно.

Несмотря на удобство и простоту протокола Syslog, у него есть некоторые недостатки:

Во-первых, проблема стандартизации сообщений. Протокол Syslog не определяет стандартный способ форматирования содержимого сообщения - и существует столько же способов форматирования сообщения, сколько и разработчиков. Некоторые сообщения могут быть понятны человеку, некоторые - нет. Syslog не определяет конкретного форматирования, он просто предоставляет способ транспортировки сообщения.

Во-вторых, существуют некоторые проблемы с безопасностью сообщений Syslog. Аутентификация в Syslog сообщениях отсутствует, поэтому одна машина может выдавать себя за другую и отправлять фальшивые сообщения о событиях. Syslog также подвержен атакам с повтором.

Несмотря на это, многие администраторы считают Syslog полезным инструментом, и его недостатки относительно невелики. Таким образом, Syslog является мощным инструментом, облегчающим администраторам управление сложными сетями и отслеживание их состояния.

Еще одним распространенным протоколом прикладного уровня, используемым в системах мониторинга сети, является SNMP или Simple Network Management Protocol, что с английского переводится как «простой протокол сетевого управления». В отличии от протокола Syslog, SNMP позволяет администраторам не только получать сообщения о состоянии телекоммуникационного оборудования, но и управлять сетевыми устройствами удаленно. SNMP может получать различную информацию от множества сетевых устройств таких как коммутаторы, маршрутизаторы, периферийные устройства, сервера или просто компьютеры. Получаемая информация может быть очень разнообразной, например, время работы устройства, различные счетчики производительности ЦП, памяти, а также сетевые параметры устройств.

SNMP был создан в 1988 году для управления большим количеством сетевых устройств. С того момента протокол набрал большую популярность и стал стандартом. На сегодняшний день существует три основные версии протокола: SNMPv1, SNMPv2 и SNMPv3. В рамках этих 3 версий существуют и различные модификации, например, у версии 2 есть 2 разные модификации, называющиеся SNMPv2c (без модели безопасности) и SNMPv2u (с пользовательской моделью безопасности). В прошлом, по аналогии с протоколом SNMP, были и другие попытки создать коммерческие и не коммерческие протоколы управления

(CORBA, TMN и т.п.) не увенчавшиеся успехом.

При организации работы SNMP в сети используется один или несколько серверов (где функционируют программное обеспечение, называемое менеджером) отслеживающих и управляющих группой устройств в компьютерной сети. На каждом управляемом устройстве присутствует постоянно работающая программа, называемая агентом, которая, используя протокол SNMP, отправляет информацию менеджеру. Также, на устройстве присутствуют так называемые «объекты» (OID) - параметры устройства, принимающие различные значения.

Архитектура SNMP сети состоит из трёх ключевых компонентов:

- Управляемого устройства;
- Агента – программного обеспечения, работающего на управляемом устройстве, либо на устройстве, подключенном к его интерфейсу управления.
- Системы сетевого мониторинга – программного обеспечения, взаимодействующего с менеджерами для отслеживания состояния сети.
- Объекты – параметра устройства, на котором находится агент. Объекты обрабатываются агентом, которые устанавливает значения или отсылает информацию о них менеджеру.

Управляемое устройство представляет собой любое сетевое устройство: маршрутизатор, сервер доступа, коммутатор, мост, концентратор, IP-телефон, IP-видеокамера, компьютер, принтер и т.п. Схема архитектуры SNMP сети показана на рисунке 2.

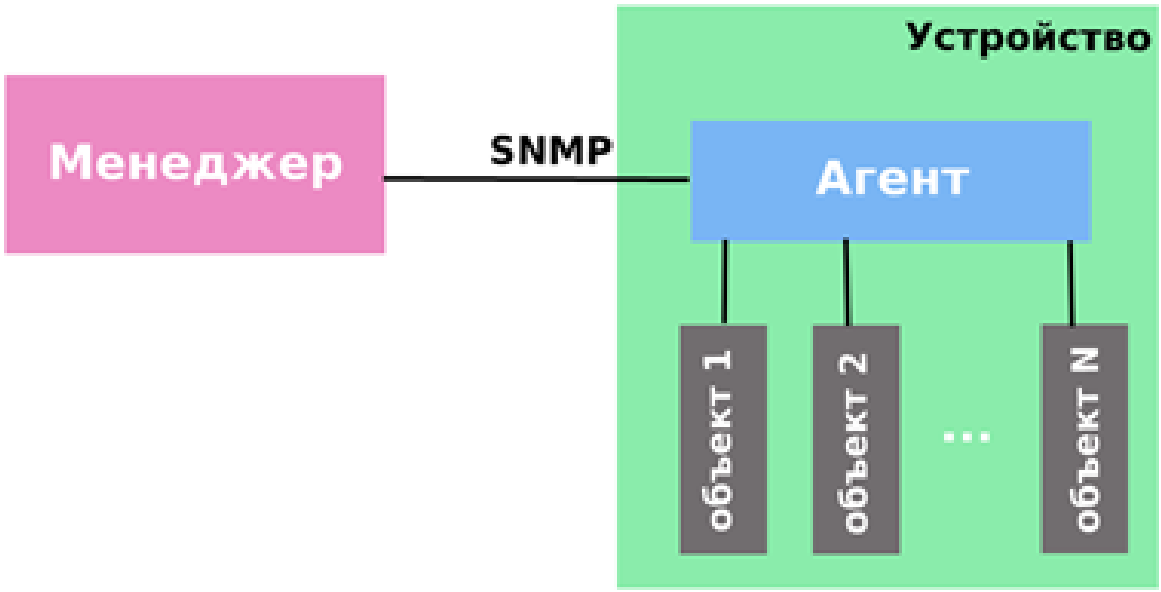


Рис. 2. Схема архитектуры SNMP сети

Таким образом, протокол SNMP является распространенным и функциональным инструментом управления и мониторинга сети. Разработанный для UNIX-ориентированных систем, он стал общепринятым стандартом для систем сетевого управления и поддерживается подавляющим большинством производителей сетевого оборудования.

Протоколы прикладного уровня Syslog и SNMP, которые обеспечивают стандартизацию формата сообщения, передачу служебной информации, информации об ошибках и предоставляют приложению доступ к сетевым службам. Однако, несмотря на возможность передачи информации с помощью данных протоколов, существует ряд сложностей

интерпретации сообщений при анализе логов и определении текущего состояния телекоммуникационной сети. Например, необходимо «декодировать» сообщения в понятный для пользователя вид, или отфильтровывать важные сообщения от простых, так как количество поступающих сообщений может быть очень большим. По этой причине существует необходимость создания программного обеспечения не только по принятию сообщения, но и их обработке и дальнейшей выработке рекомендации, то есть экспертной системы.

Таким образом, можно сделать вывод, что рассмотренные протоколы являются основой работы систем мониторинга сети и должны использованы при дальнейшем проектирований и созданий экспертной системы.

В настоящее время ведется работа над созданием экспертной системы оценки текущего состояния телекоммуникационного оборудования на основе использования экспертного подхода анализа системных журналов. Экспертная система позволит повысить эффективность мониторинга состояния телекоммуникационного оборудования и упростить работу сетевого администратора.

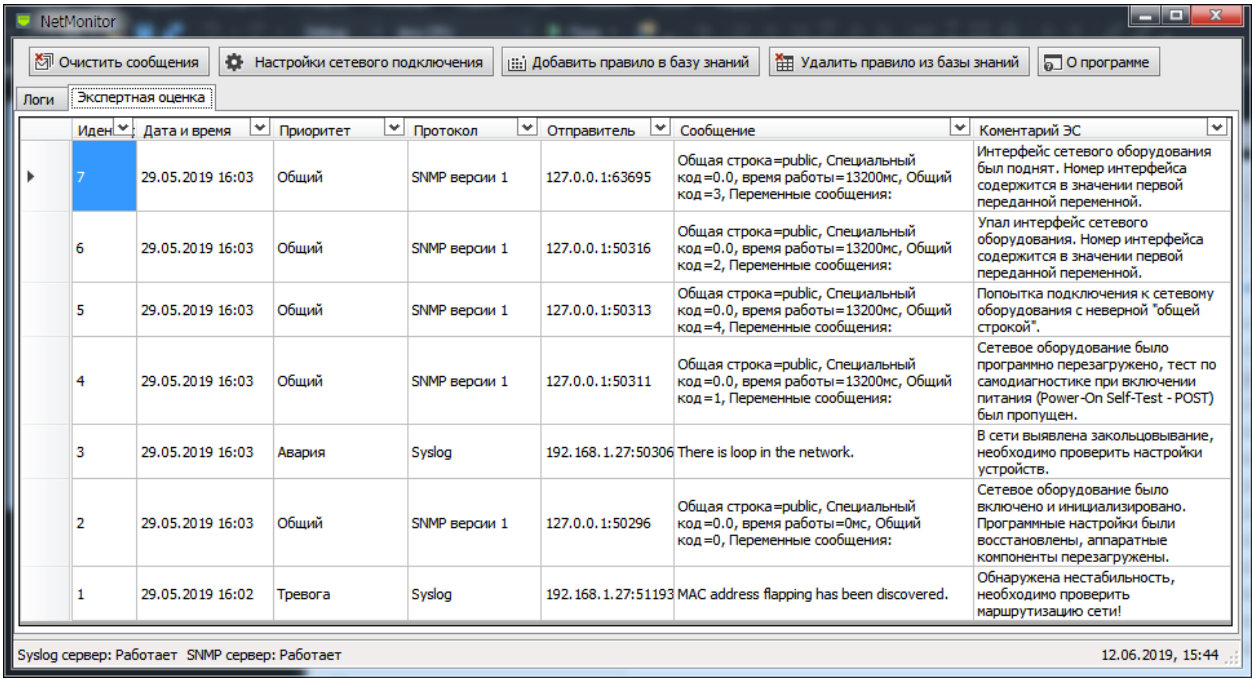


Рис. 3. тестовая версия экспертной системы

На рисунке представлен пример графического интерфейса разрабатываемой экспертной системы, где помимо технологичной информации журналов событий приводится их интерпретация на естественном языке (поле «Комментарий ЭС»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы и сети передачи информации: Учеб. пособие для вузов / М.В.Гаранин, В.И.Журавлев, С.В.Кунегин.-М.: Радио и связь, 2001.-336 с.

2. *Иванов К. К., Ефремов А. А.* Роль протокола TCP в современных компьютерных сетях. Модели реализации протокола TCP для различных прогнозов поведения канала // Молодой ученый. — 2016. — №13. — С. 324-327.

3. SNMP (Simple Network Management Protocol) [Электронный ресурс] Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана Bauman National Li-brary URL: https://ru.bmstu.wiki/SNMP_(Simple_Network_Management_Protocol)

SYSTEM FOR ASSESSING THE STATE OF TELECOMMUNICATIONS EQUIPMENT

Petrosyants D.
dim-asu@mail.ru
Supervisor: A. Akhmetvaleev, Candidate of Technical Sciences
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article discusses the issue of increasing the efficiency of monitoring the status of tele-munication equipment based on the use of expert approach. To solve the problem, it is proposed to analyze the system logs of the equipment in the environment of specially developed software.

УДК 004.7

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Погасий К.В., Гайнуллов А.Н.
pogasy98@mail.ru, sandybon322@gmail.com
Научный руководитель: Ф.И. Эминов, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена созданию приложения, позволяющего автоматизировать процесс разработки корпоративных сетей и их составляющих. Приложение разработано на языке программирования C#. Приложение готовит и выводит на экран необходимые фрагменты текстов проектной документации и значения параметров, исходя из введённых пользователем исходных значений переменных.

Современное предприятие для своего функционирования использует корпоративную информационную сеть [1], которая базируется на совокупности вычислительных машин. Для работы предприятия нужна вычислительная техника, а значит и всё прочее техническое оборудование: кабели, коммутаторы, роутеры, серверы, мобильные станции и т.д. В большинстве случаев проектируемая корпоративная информационная сеть размещается в нескольких зданиях предприятия, в которых рассредоточены сотни и тысячи вычислительных машин, соответственно тысячи метров кабеля разных типов, точки доступа к сети и множество другого оборудования.

Процесс расчёта необходимого количества ресурсов для создания корпоративной сети такого масштаба требует огромного количества времени и трудовых затрат. Помимо этого нужно учитывать нагрузку на сеть предприятия, исходя из примерного количества трафика, который передаётся в единицу времени внутри сети. Процесс расчёта нагрузки на сеть представляет собой последовательность сложных поэтапных подсчётов, пошагово выполняемых сначала отдельно для каждого этажа здания, после чего для каждого здания путём суммирования результатов для каждого этажа. После нахождения нагрузки на каждое здание высчитывается нагрузка на сеть в целом. После нахождения необходимых значений переменных, исходя из полученных данных принимаются решения по разработке корпоративной сети и необходимости использования того или иного оборудования. Выбор стандартов и технологий кабельного и беспроводного соединения, подбор типов кабелей, различного оборудования, требуемых для работы корпоративной сети представляет сложную задачу.

Цель данной работы является создание информационной системы, которая должна максимально упростить процесс проектирования корпоративных сетей. Данная информационная система создана с использованием языка программирования C#. Система соответствует [2] всем принципам создания корпаративных информационных систем, что позволяет использовать её произвольному пользователю, который не является специалистом в области программирования. При этом предполагается, что пользователь располагает определенной информацией, которую он вводит в систему в процессе работы с

проектирования. В случае, если пользователь не разбирается в кабельных системах и в вопросах, касающихся проектирования сети, при помощи данного приложения он всё равно может принимать решения, касающиеся проекта.

Чтобы упростить процесс рассчётов необходимых переменных и принятия решений по вопросам, касающихся разработки сети, разработана программа, высчитывающая все необходимые данные, независимо от количества зданий или других модулей проектируемой системы. Используя известные данные, которые вводит пользователь (например, время реакции системы на запрос или расстояние между зданиями проектируемой сети), система по соответствующим алгоритмам и формулам просчитывает и выводит на экран итоговые значения. Рассчитанные значения соответствуют оптимальным решениям по конкретным этапам процесса проектирования корпоративной сети. В основу методики разработки информационной системы была выбрана методика проектирования сети, изложенная в работе [3].

Проанализировав все возможные варианты разработки информационной системы в качестве инструментального средства был выбран языке программирования C#, поскольку этот язык довольно прост в реализации и процесс работы пользователя с данным приложением не будет вызывать каких-либо затруднений. В дополнение к этому, в язык C# встроены библиотеки, в которых описаны методы и алгоритмы для работы с файлами, а именно: открытие файла, запись данных в документ, сохранение и закрытие файла. Для методов и расчётов в проекте предусмотрен отдельный файл Class1.cs, который так же написан на языке программирования C#. В файле расположены такие данные: расчёт количества и типов необходимых кабелей к сети, описание всех типов объектов с их составляющими (Здания, этажи, отделы, используемые технологии и информационные системы, вся сеть в совокупности), расчеты нагрузок на сетевую инфраструктуру, рекомендуемые параметры различных модулей.

В приложении описаны алгоритмы, позволяющие по введённым значениям рассчитать необходимое количество кабеля, соответственно и кабель-каналов, принять оптимальное решение по необходимости использования определённого типа кабеля, технологии, рассчитать нагрузку на каждый модуль системы (этаж здания, каждое здание и, наконец, сеть в целом), принять оптимальное решение по необходимости использования того или иного оборудования, типа серверов, процессоров в вычислительных машинах и так далее. Так же формируется отчет об оптимальных способах реализации сетевой структуры (Рис.1).

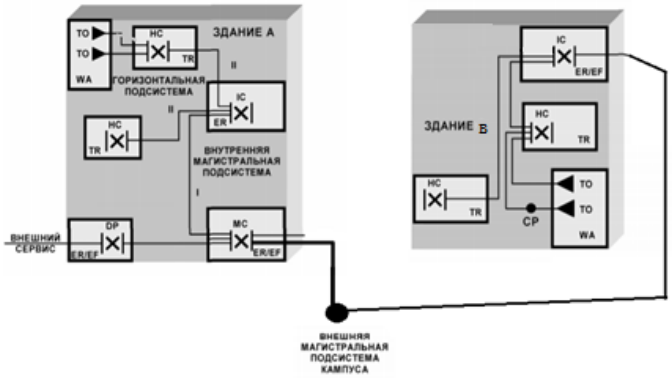


Рис. 1. Общий вид коммуникационной системы

Приложение на основе вычисленных значений позволяет принять оптимальное решение об использовании оборудования для бесперебойного питания всей системы, чтобы исключить возможность внезапного отключения, что повлекло бы за собой огромные затраты для предприятия.

Все методы, формулы и алгоритмы прописаны внутри программы, в отдельном файле и пользователь их не видит. Пользователь работает только с интерфейсом программы в виде консольного окна, при помощи которого приложение «общается» с пользователем, выводя

на экран различные команды для ввода информации, после чего на экране появляются конечные данные. Все вычисленные значения сохраняются в системе до момента окончания работы пользователя с приложением, после чего при необходимости конвертируются в строчный формат (если переменная является числом, а не строкой или таблицей).

После окончания работы пользователя с консольным окном, приложение автоматически заполняет шаблон документа MicrosoftOfficeWord, в котором заранее прописаны кодовые слова, каждое вхождение которых заменяется определёнными значениями переменных, вычисленных в процессе работы приложения. Переменные могут быть как числовыми значениями, так и строчками или даже целыми таблицами. Автоматическое заполнение документа соответствующими значениями так же существенно сокращает количество времени, необходимое пользователю для составления отчёта о проделанной работе. То есть по окончании работы с приложением пользователь получает готовый отчёт о проделанной работе, автоматически заполненный приложением.

В ходе разработки данного приложения мы неоднократно тестировали его работу. Периодически появлялись ошибки в работе на разных этапах создания программы, например ошибки при применении формул (выводились не верные значения или не охватывались все модули системы), в шаблоне требуемые ключевые словосочетания не заменялись, поскольку библиотека не поддерживалась. Все вышеописанные ошибки были проанализированы и успешно устранены; в конечном итоге на выходе, как и предполагалось, получился документ-отчёт, который по шаблону был автоматически заполнен программными алгоритмами, включая и алгоритмы для заполнения таблиц.

Таким образом, разработанное нами приложение не только полностью автоматизирует процесс создания проекта корпоративной информационной сети, но и позволяет сильно сократить необходимое для этого время. Помимо этого при помощи данной программы возможно практически полностью исключить человеческий фактор, в результате которого вычисленные значения переменных или принятые решения являются ошибочными и неточными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Сетевые технологии: учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019. – 192 с.

2. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Корпоративные информационные системы: учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019. – 144 с.

3. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Проектирование корпоративных информационных сетей: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. – 60 с.

4. *Ingo Rammer* – Advanced C# Edition / Apress / 2002 year / ISBN: 978-1-4302-0833-4

DEVELOPMENT OF CORPORATE INFORMATION NETWORK PROJECTS

Pogasy K., Gainullov A.

pogasy98@mail.ru, sandybon322@gmail.com

Supervisor: F. Eminov, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This report is devoted to creating an application that allows you to significantly automate the process of developing corporate networks and their components.

The application is developed in the C# programming language. With the help of the described algorithms, it calculates and displays the necessary data on the basis of the various values of various variables entered by the user.

УДК 004.93'12

ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЧЕЧНЫХ ПАТОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Раимов М.Н.
batusayxxx@gmail.com
Научный руководитель: В.А. Суздальцев
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматриваются методы обработки изображений ультразвукового исследования почек. Изучены методы определения границ почек и восстановления разрывов в границе.

На сегодняшний день для исследования полостных органов и выявления патологий применяется множество различных методов, основными из которых является рентгеновские и ультразвуковые исследования полостных органов. Методы исследования основаны на анализе растровых изображений органов неопределенной формы. Для выделения органов на таких изображениях возникает необходимость в их обработке и анализе.

К полостным органам относятся такие, которые расположены внутри тела и отграничены от внешней среды особыми защитными барьерами. Различают органы полости грудной клетки (легкие и сердце), брюшной полости (селезенка, желчный пузырь, почки и др.), полости малого таза (мочевой пузырь и прямая кишка).

Для обнаружения патологий на снимках этих органов могут использоваться такие характеристики, как площадь, объем органа, наличие зон повышенной или пониженной яркости внутри органа, геометрической формы органа.

Для определения параметров первоначало ставится задача выделения полостного органа на снимке, т.е. задача выделения контура органа. Для решения этой задачи были определены параметры пикселей изображения границы органа [2, с. 133-138], а именно: математическое ожидание, мода, дисперсия и средняя яркость. Для определения параметров использовались как исходные снимки полостных органов, так и изображения, преобразованные одним из следующих методов фильтрации изображений: метод порогового градиента, метод выделения контура с использованием оператора Превитта или фильтра Гаусса, метод с применением оператор Собеля. Кроме этого использовались и более простые способы обработки изображений: повышение контрастности и резкости.

Далее на основе обработки эталонных изображений границ органа определялась выборка признаков [1, с. 246-248], наиболее информационные признаки границы органа, строился полином, линейная разделяющая функция вида $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots + a_9x_9$, значение которой указывает на принадлежность пикселя к границе полостного органа (если значение полинома не меньше 0,5, то принимается решение о том, что пиксель принадлежит границе органа). Данный полином также использовался в следящем алгоритме при обходе контура органа и вычисления его характеристик органа (площади, средней яркости и т.д.). Коэффициенты полинома представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты полинома

a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
1,62	7,91	214,58	-15,3	8,55	149,44	-31,96	-1619,26	-352,69	31,11

При определении границы, возможны ее разрывы. Для восстановления границу выполнялись следующие действия:

1. Определение точек ***p, q*** границы с максимальной и минимальной ординатой.
2. Нахождение центра эллипса (x_0,y_0), как точка середины отрезка (p, q).
3. Построение отрезка наименьшей длины, которому принадлежит точка центра (x_0,y_0) и границы эллипса, где граничные точки являются концами отрезка.

4. Нахождение малой полуоси эллипса $\boldsymbol{\beta}$ равной половине длины найденного отрезка.

5. Построим линию, проходящую через центр эллипса перпендикулярной малой оси, нахождение точки пересечения с эллипсом и определение расстояния от центра до границы эллипса равное размеру главной полуоси эллипса. Если пересечений построенной линии с границей нет (разрыв границы), то необходимо воспользоваться методом наименьших квадратов для аппроксимации границы эллипса. При использовании метода наименьших квадратов будем использовать каноническое уравнение эллипса. Для этого необходимо:

1. Центр эллипса перенести в цент координат, при этом корректируются координаты точек эллипса, т.е. координаты уменьшаются соответственно на величины x_0 и y_0.

2. Произвести поворот эллипса на угол между главной осью эллипса и осью абсцисс.

Используем каноническое уравнение эллипса и введем обозначения:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1,$$

где точки x и y получены после переноса координат и вращения.

$$u=x^2, v=y^2, A=a^2, B=b^2;$$

$$\frac{u}{A}+\frac{v}{B}=1;$$

$$Bu+Av=AB;$$

$$u=\frac{(AB-Av)}{B}=A-\frac{A}{B}v;$$

$$u=A\left(1-\frac{1}{B}\right)v;$$

$$C=1-\frac{1}{B};\quad u=CAv.$$

Применим метод наименьших квадратов, получим следующую целевую функцию:

$$z=\sum_{i=1}^{m}(u_i-CAv_i)^2\rightarrow min;$$

$$u_i=x_i^2, v_i=y_i^2,$$

где x_i и y_i после переноса центра координат и вращения точки границы эллипса.

Находим $\frac{dz}{dA}=0$, **линейное уравнение с однм неизвестным** m,

m – количество найденных точек эллипса.

$$\frac{dz}{dA}=-2\sum_{i=1}^{m}(u_i-CAv_i)A=0;$$

$$\sum_{i=1}^{m}(u_iA-CA^2v_i)=0.$$

Отсюда следует, уравнение:

$$A\sum_{i=1}^{m}u_i-CmA\sum_{i=1}^{m}v_i=0.$$

Решая линейное уравнение, найдем недостающие граничные точки, и строим эллипс.

Эксперименты, проведенные с множеством изображений почек, показали, что рассмотренные методы могут применяться в медицине для выявления их патологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Аляутдинова Ф.Р., Суздальцев В.А.* Формирование обучающих выборок для машинного обучения в задачах распознавания образов//Юность и Знания -Гарантия Успеха - 2015. Сборник научных трудов. Курск, 2015. С. 246-248.

2. *Суздальцев В.А, Касимов А.Э.* Поиск особых точек на изображениях выпуклых

многогранников. // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2-х томах, КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. Казань, 2016. С. 133-138.

DETECTION OF KIDNEY DEPOSITS BASED ON ULTRASOUND RESEARCH DATA

Raimov M.
batusayxxx@gmail.com
Scientific adviser: V. Suzdaltsev
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper discusses methods for imaging ultrasound of the kidneys. Methods for determining the boundaries of the kidneys and the restoration of gaps in the border were studied.

УДК 004

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ САУ ГРАНУЛЯЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (ПЭВД)

Рахимов Р.А.
mardanoff.rustam@yandex.ru
Научный руководитель: Р.Ф. Марданов, канд. физ.-мат. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Рассмотрена возможность создания АСУ и ПАЗ с способом интеграции сред программирования и исполнения : CoDeSys (управление), Matlab Simulink (физико-математическое моделирование), Simple-Scada (человеко – машинный интерфейс).

1. Постановка задачи

Рассмотрена автоматизация наиболее распространенной технологии производства ПЭВД в реакторе- автоклаве с высокооборотными (1000-1500 об/мин) перемешивателями, обеспечивающими однородность реакционной массы по температуре и концентрации инициатора при высоком давлении 196- 245МПа и температуре 250-270ºС. Весь техпроцесс выполняется параллельными потоками, включающими подготовленную реакционную смесь и смесь, непрореагировавшую при предыдущем циклическом прохождении ее через оборудование. Каждый поток обеспечивается следующим оборудованием:

1) отделитель низкого давления (ОНД),
2) экструдер,
3) гранулятор
4) маслонагреватель .

Обеспечение функциональной безопасности (противоаварийная защита - ПАЗ) интегрирована в состав системы автоматического управления (САУ).

САУ каждого потока включает:

1) контроллер WAGO (Германия, среда программирования Codesys 3.5), обеспечивающий все функции управления технологическим оборудованием и ПАЗ,
2) компьютер, обеспечивающий моделирование техпроцесса, информационную связь с контроллером и человеко-машинный интерфейс (ЧМИ).
3) датчики и сети информационной связи.

Разработанное программное обеспечение (ПО) состоит из следующих компонент - инструментальных сред программирования / исполнения:

1) CoDeSys - ПО контроллера, обеспечивающее все функции управления техпроцессом,
2) пакет Simulink программы MatLab с пакетом расширения LTI Viewer и библиотекой OPC Toolbox Matlab Simulink - обеспечивающий моделирование любых техпроцессов и предоставляющий набор интерфейсов для работы с OPC-серверами,

3) Simple-Scada – обеспечивающая связь с контроллером и визуализацию ЧМИ.

Хотя программа управления создана в аппаратно-независимой инструментальной среде CoDeSys v3.5 и имеет возможности визуализации для создании ЧМИ, однако более эффективным и наглядным для этой цели представляется использование отечественной среды Simple-Scada.

2. Программирование человеко – машинного интерфейса в среде Simple Scada

Simple-Scada –простая, современная отечественная SCADA-система, обеспечивающая управление, обработку, архивирование и визуализацию техпроцессов. Выбор этой системы обусловлен простотой и удобством использования для конечного пользователя. Связь с объектами автоматизации обеспечивается по технологии OPC. Поддерживаются все версии OPC DA и OPC UA серверов. Имеется Web-доступ, система отчетов, отправка sms / e-mail / telegram сообщений и т.д.

Simple-Scada – предназначена для разработки и обеспечения работы в реальном времени (РВ) систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. Обеспечивает решение следующих задач:

1) обмен данными с промышленными контроллерами и средствами ввода-вывода в РВ по технологии OPC,
2) обработка информации и управление процессом в РВ,
3) отображение информации на экране монитора в удобной, наглядной форме,
4) ведение базы данных РВ с технологической информацией,
5) аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями.

Simple-Scada содержит компоненты:

1) OPC-клиент -обеспечивает связь этой системы с контроллерами и другими устройствами ввода-вывода информации,
2) система РВ - обеспечивает обработку данных в пределах заданного временного цикла с учетом приоритетов,
3) программа-редактор – инструмент разработки ЧМИ,
4) база данных (БД) РВ - обеспечивает хранение истории процесса в режиме РВ,
5) система управления тревогами - обеспечивает автоматический контроль и классификацию технологических событий по категориям: нормальное, предупреждающее или аварийное, а также обработку этих событий оператором или компьютером.

Редактор сценариев функционирования (скриптов).

Обеспечивает возможности:

1) создания высокопроизводительных скриптов любой сложности для манипуляции объектами проекта (включая переменные, окна, тренды, сообщения) и свойствами этих объектов,
2) создания универсальных скриптов, подходящих для множества объектов,
3) программирования на различных языках, что позволяет создавать отдельные программы внутри Simple-Scada 2 (например, написание собственных записей, классов и пр.).
4) использования широкого набора готовых процедур и функций, позволяющих быстро решать задачи различной сложности,
5) подсветки синтаксиса программной конструкции.

Для удобного восприятия созданных скриптов их рекомендуется распределять по группам и подгруппам. Для переноса скрипта используется метод «Drag-and-drop».

После сохранения проекта отредактировать скрипт можно через пункт меню «Проект -> Скрипты», а создать его - через редактор скриптов или дважды кликнув по необходимому событию объекта. (После чего появится главный экран редактора скриптов (рис.1))

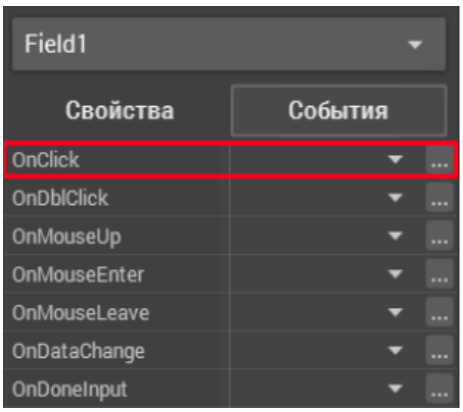


Рис. 1. Поле настройки событий

В рассматриваемом проекте разработаны 2 страницы мнемосхем:

1) управление гранулятором, экструдером и клапаном ОНД (рис.2)
2) управление маслонагревателем (рис.3).

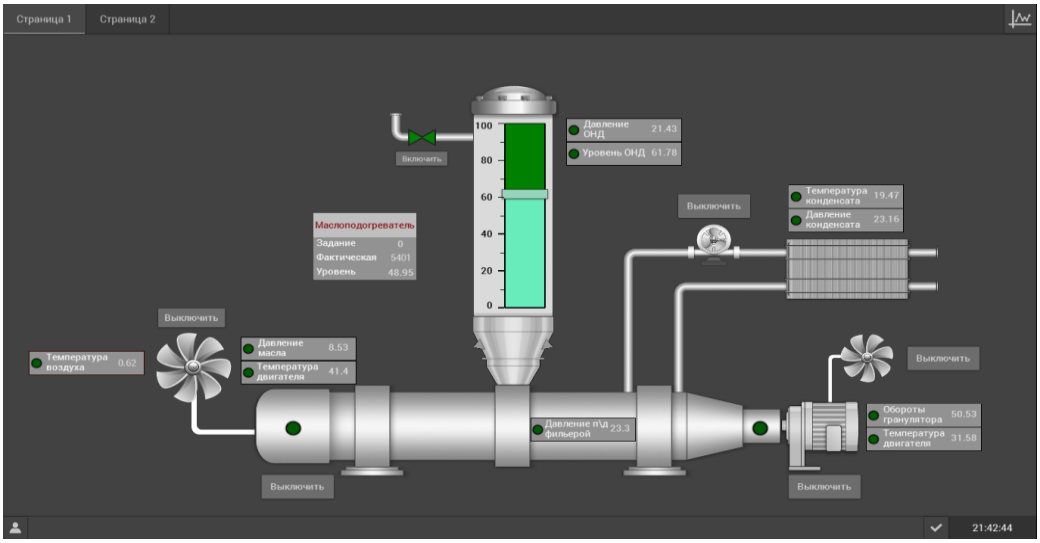


Рис. 2. Мнемосхема правления экструдером, гранулятором и клапаном ОНД

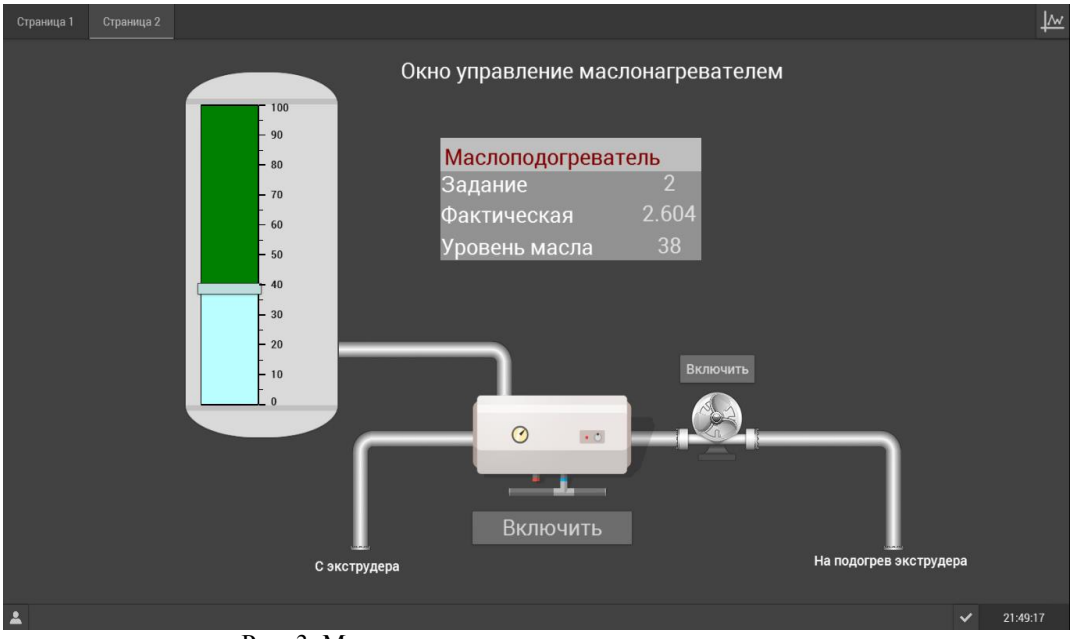


Рис. 3. Мнемосхема управления маслонагревателем

В проекте также реализована БД для архивирования показаний и отображения трендов.

3. Имитационная модель АСУ и ПАЗ

Имитационная модель - обеспечивает наглядную симуляцию разработанной АСУ с ПАЗ способом имитации показании и состояний датчиков, для проверки управляющих действий АСУ и аварийных действий ПАЗ, включая генерацию баннеров (сообщений) оператору. Для каждого канала сигнализации и измерения создано 2 значения: нормальное для техпроцесса и аварийное.

Состав общей модели:

1. Пакет (и библиотека) Matlab Simulink, - набор стандартных функциональных блоков для программного моделирования различных объектов управления, включая логические схемы, различные преобразования, источники сигналов и отображения выходной информации.

2.Библиотека OPC Toolbox Matlab Simulink - набор интерфейсов для работы с OPC-серверами. Позволяет считывать и записывать данные в OPC-сервер, а также предоставляет возможность анализа качества входных данных.

В проекте Matlab Simulink используется также для создания модели теплового объекта (рис.4).

Для реализации связи CoDeSys <-> Simple-Scada используем чтение и запись для CoDeSys.OPC.02. Для получения переходных характеристик в РВ использован режим симуляции.

Создание нового файла модели: произведен выбор в меню File -> New -> Model.

Для реализации обмена данными MatLab <-> CoDeSys, использован OPC Toolbox (рис.5) пакета Simulink. После перетаскивания (рис.6) на область модели блоков OPC Configuration, OPC Read (с отключенными выходами Q и T) и OPC Write , производится настройка блока OPC Config Real-Time (рис.7). Процесс завершается нажатием кнопки Configure OPC Clients…

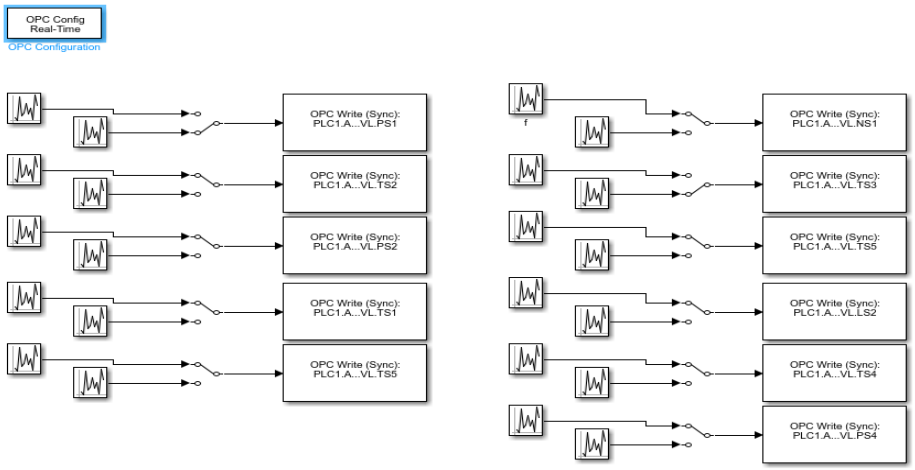


Рис. 4. Имитационная модель показаний/состояний датчиков

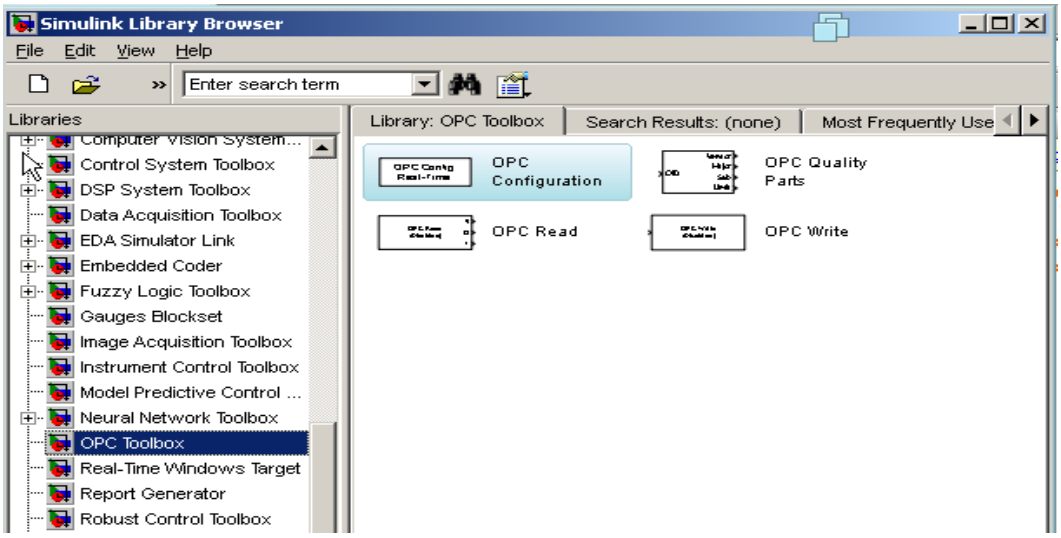


Рис. 5.Пакет OPC Toolbox. Главное окно

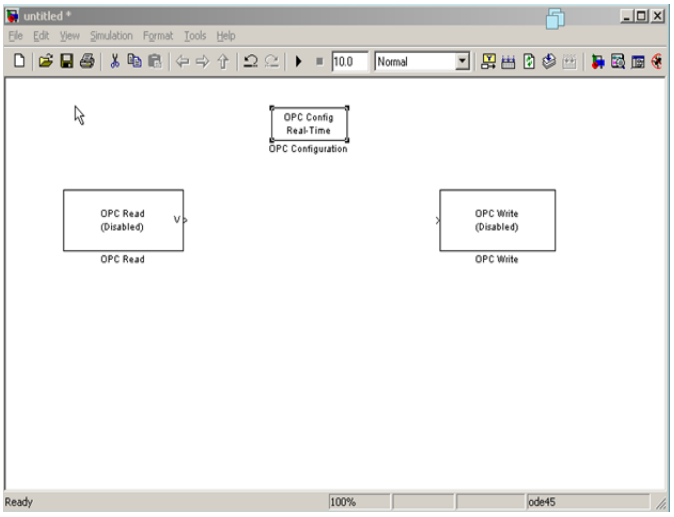


Рис. 6. Область модели

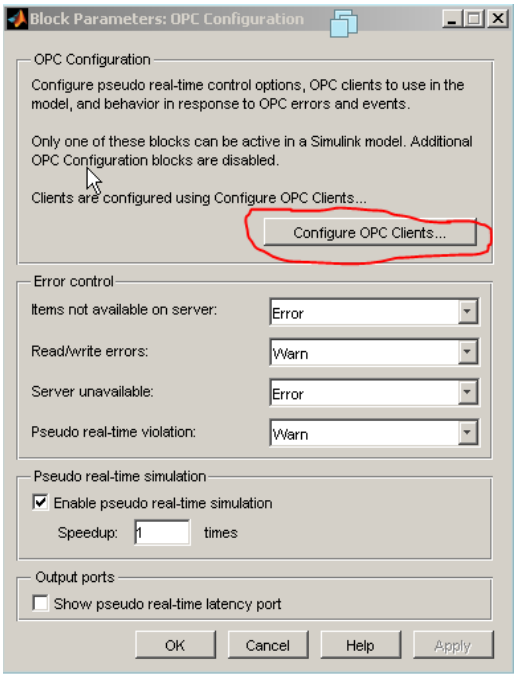


Рис. 7. Настройка блока
OPC Config Real-Time

В появившемся окне нажимаем Add (рис.8). Далее кнопкой Select просматриваем список зарегистрированных OPC серверов (рис.9). Выбираем CoDeSys и 2 раза нажимаем Ok, Close, Ok.

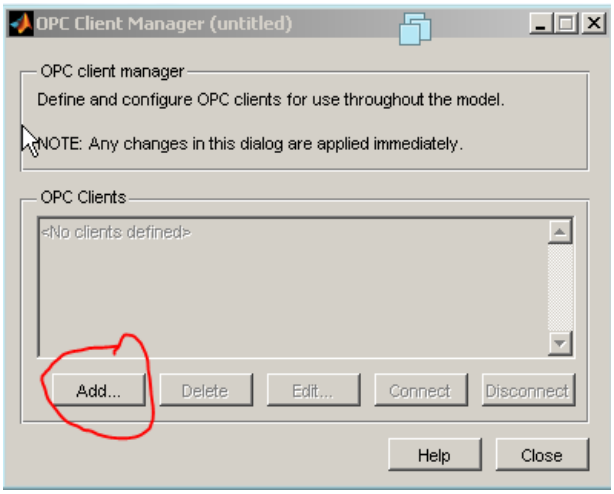


Рис. 8. Настройка блока OPC Client MANAGER

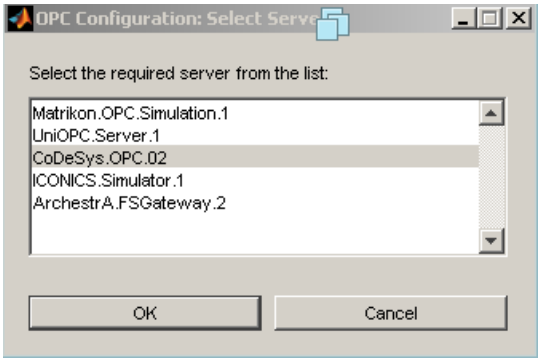


Рис. 9. Настройка блока OPC

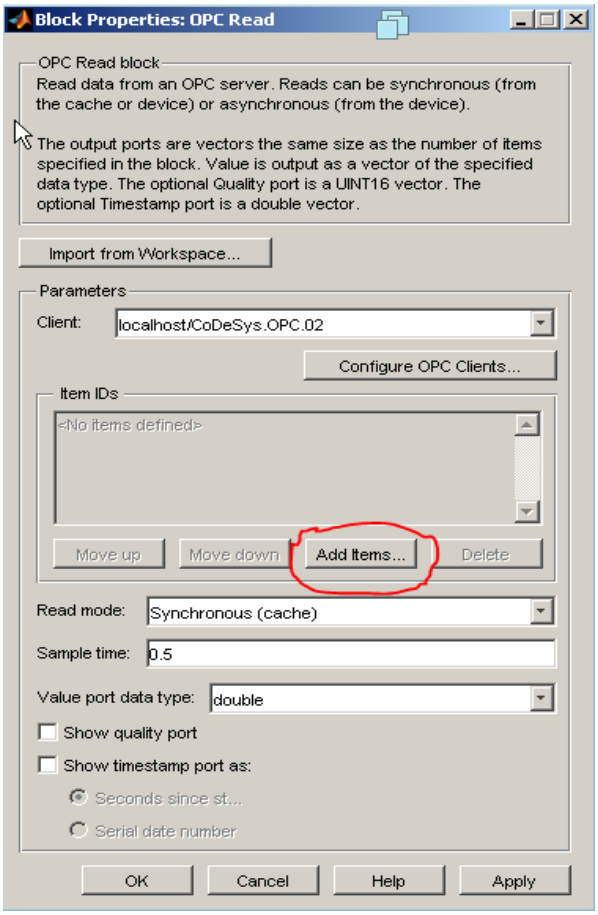


Рис. 10. Настройка блока OPC Read

Далее заходим в настройки блока OPC Read и добавляем теги (кнопка Add).

В поле Enter Item ID(s) (рис.10) прописываем полный путь к переменной CoDeSys : имя контроллера, название программы и название внутренней переменной CoDeSys.

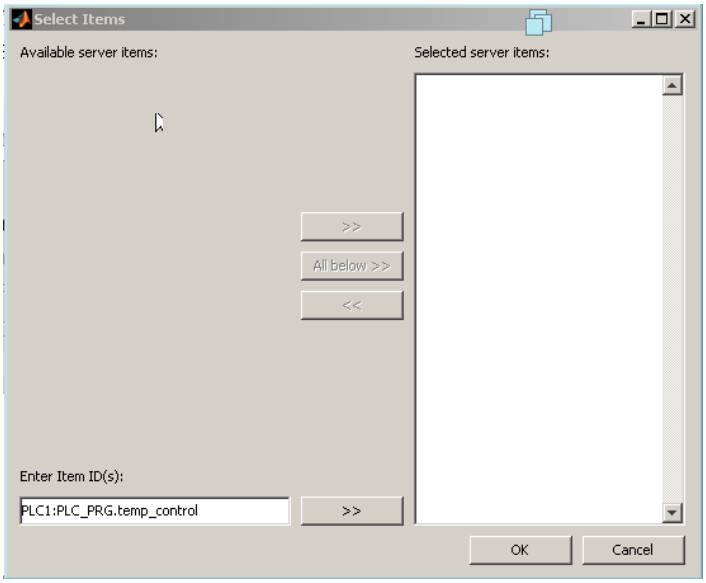


Рис. 11. Настройка блока OPC

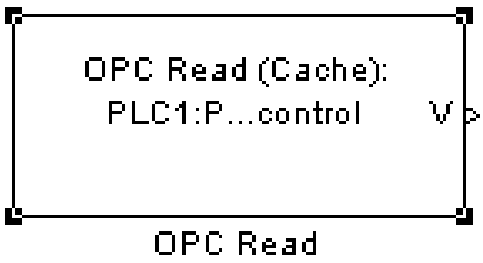


Рис. 12. Сообщение системы о завершении настройки блока OPC

Используя стрелки для переноса переменной (рис.11) и фиксируем ее нажатием Ok. Следует обязательно фиксировать действия нажатием Apply и Ok в окне настройки Read . После настройки появится сообщение (рис.12)

Настройка блока записи аналогична.

В режиме симуляции полученная система показала полное соответствие всем требованиям к АСУ указанного техпроцесса как по управлению так и по функции ПАЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Алексеев, К.А.* Монтаж средств измерений и автоматизации / К.А. Алексеев [и др.]. - М.: Энергоатомиздат, 2016. - 158 с.

2. *Афонин, А.М.* Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. - М.: Форум, 2015. - 52с.

3. *Дастин, Э.* Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. - М.: Лори, 2016. - 647с.

4. *Егоров, Г.А.* Управляющие вычислительные комплексы для промышленной автоматизации: Учебное пособие / Н.Л. Прохоров, Г.А. Егоров, В.Е. Красовский; Под ред. Н.Л. Прохоров, В.В. Сюзев. - М.: МГТУ им. Баумана, 2016. - 352с.

5. *Емельянов, А.И.* Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А.И. Емельянов, С.З. Капник. - М.: Энергоатомиздат, 2018. - 260с.

FEATURES OF SOFTWARE FOR MULTI-COMPONENT ACS GRANULATION OF POLYETHYLENE OF HIGH PRESSURE (HPPE)

Rahimov R.

mardanoff.rustam@yandex.ru

Supervisor: R. Mordanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The possibility of creating ACS and EPS with the possibility of integrating the programming and execution environments is considered: CoDeSys (control), Matlab Simulink (physical and mathematical modeling), Simple-Scada (human-machine interface).

УДК 004.85

АДАПТИВНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СРЕДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАВЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА СКРИПТОВОМ ЯЗЫКЕ PHP

Салахутдинов Ф.Ф., Курбанов И.Г.

salakhutdinov97@yandex.ru, ikurbanov015@gmail.com

Научный руководитель: И.Х. Галеев, к.т.н., доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе описана адаптивная среда обучения программированию на скриптовом языке PHP. Обучающая среда включает в себя: реализованный в TestMaker тест для проверки теоретических знаний, интеллектуальная обучающая система (ИОС), разработанная с использованием инструментальных средств МОНАП для адаптивного формирования навыков программирования на PHP.

Модернизация системы образования и процесса обучения в целом привела к тому, что сегодня во многих высших учебных заведениях особое внимание отводится самостоятельной работе студента. В соответствии с современными стандартами более половины учебного времени должно отводиться самостоятельному изучению дисциплин студентами. Главной особенностью и преимуществом электронного обучения становится реализация принципа индивидуального подхода (студент сам определяет, как и когда ему удобнее учиться), что традиционному образованию практически не свойственно.

Системы электронного обучения становятся эффективным инструментом, призванным улучшить качество обучения за счет составления оптимальных планов учебной нагрузки, направленных на получение высоких результатов, грамотного управления учебными

материалами и регулярного контроля качества знаний и навыков, полученных студентами в процессе обучения [1].

Среда обучения программированию на скриптовом языке PHP создана при помощи универсального инструмента МОНАП [2], применяемого для проектирования интеллектуальных обучающих систем [3] и эффективного управления процессом обучения. Спроектированная среда разрабатывалась для обучения студентов высших учебных заведений основным алгоритмам и для постепенного получения ими практических навыков, проверенных посредством типовых задач на основе тех правил, которые были изучены на более ранних этапах и изложены в учебнике системы. На рисунке (Рис.1.) представлен блок из типовых задач обучающей системы.

Во время решения задач у студента формируются необходимые навыки. С целью лучшего усвоения учебного материала блок задач разделен на несколько подзадач [4]. Исходя из полученных результатов, система сама выбирает оптимальную сложность очередного задания для студента из имеющегося в базе набора задач.

С помощью специализированного программного комплекса TestMaker реализован тест для контроля теоретических знаний, полученных студентом. Пример типового вопроса в программе TestMaker изображен на рисунке (Рис.2). Тест содержит основные вопросы по всему пройденному материалу и направлен на оценку остаточных знаний студента после прохождения теоретического курса предметной области.

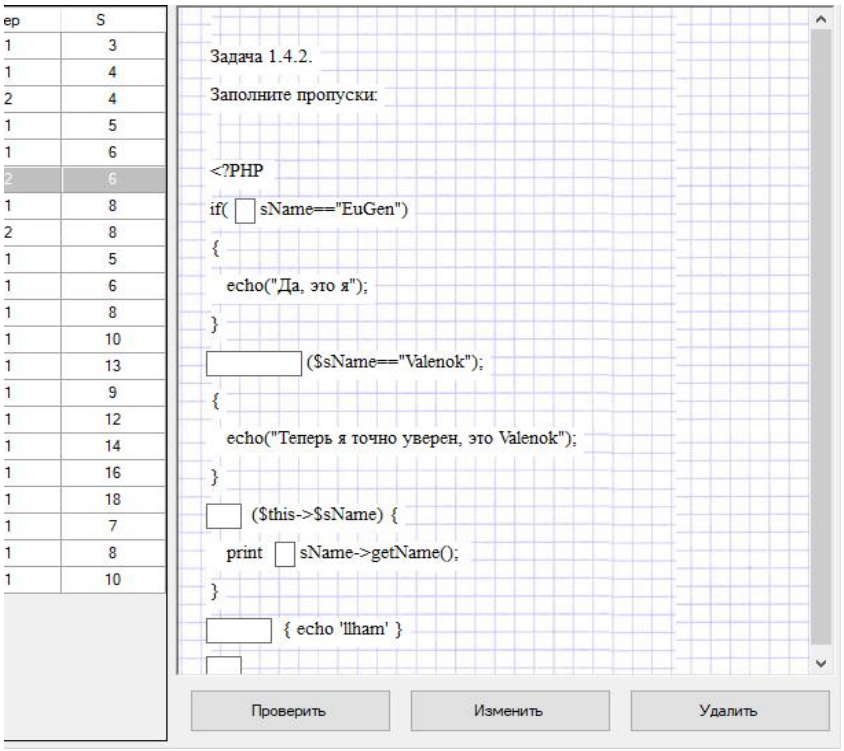


Рис. 1. Пример блока задач в обучающей среде МОНАП

Для достижения наилучших результатов в процессе обучения рекомендуется применять оба программных комплекса. Данный подход позволяет эффективно формировать необходимые знания и навыки без однотипного заучивания информации, а также обеспечивает максимально возможный уровень адаптации управления обучением для каждого студента.

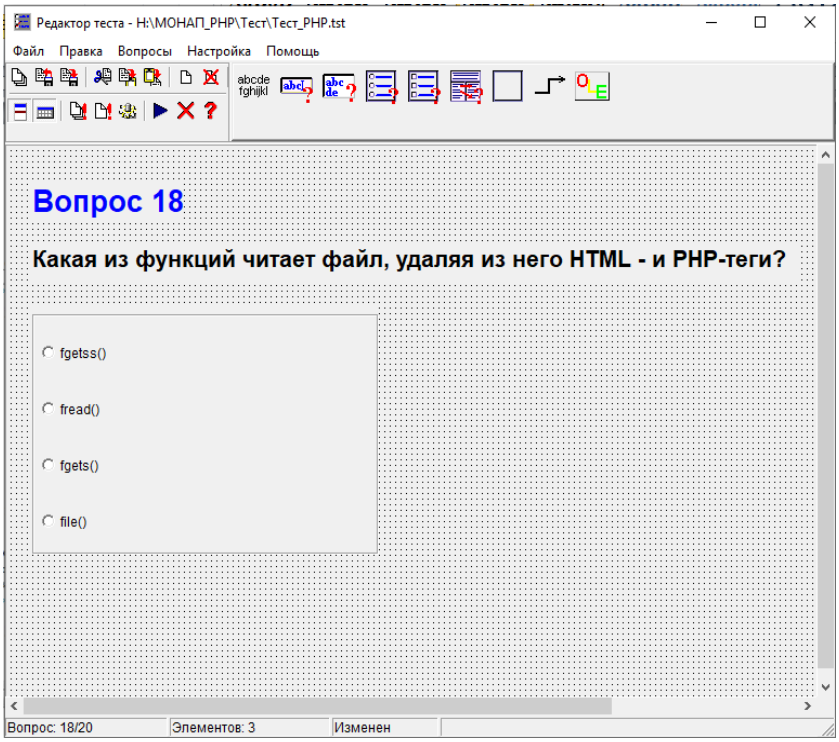


Рис. 2. Пример типового вопроса в программном комплексе TestMaker

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Галеев И.Х.* Интеллектуальные обучающие системы: Теоретические основы: учебное пособие/ И.Х. Галеев; Мин-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. - Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2018. - 76 с. - ISBN 978-5-7579-2303-1.

2. *Галеев И.Х.* Модель обучения в МОНАП-ПЛЮС // Искусственный интеллект – 96. КИИ-96. Сборник научных трудов пятой национальной конференции с международным участием. Т.I. – Казань, 1996. – С.17-25.

3. *Галеев И.Х.* Модель управления процессом обучения в ИОС // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2010. - V.13. - №3. - С.285-292. - ISSN 1436-4522. URL: http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html

4. *Галеев И.Х.* Развитие адаптивных технологий обучения // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: проблемы высшего образования. Воронежский государственный университет. - 2004. - №2. - С. 76- 83.

ADAPTIVE TRAINING ENVIRONMENT FOR GETTING PROGRAMMING SKILLS IN PHP SCRIPT LANGUAGE

Salahutdinov F., Kurbanov I.

salakhutdinov97@yandex.ru, ikurbanov015@gmail.com

Supervisor: I. Galeev, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This paper describes an adaptive learning environment for programming in the PHP scripting language. The training environment includes: a test for testing theoretical knowledge implemented in TestMaker; an intelligent learning system (ILE), developed using MONAP tools for adaptive PHP programming skills.

УДК: 004.932.2; 004.93'1

СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ И ПЕРЕВОДА ПОЛУЧЕННОЙ ТЕКСТОВОЙ СТРОКИ НА ЦЕЛЕВОЙ ЯЗЫК

Сафин Н.Ю.
safin.nikita@gmail.com
Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается реализация системы оптического распознавания текстовых символов и перевода полученной текстовой строки с исходного на целевой язык. Определенны основные цели и задачи, которые необходимо решить при разработке данной автоматизированной системы, отмечены положительные моменты и преимущества, связанные с внедрением такой системы.

Введение

В связи с нарастающей тенденцией англификации современного общества у современного студента постоянно присутствует необходимость в средстве перевода текстовой информации на тот или иной язык. Ко всему прочему сегодня люди находятся в постоянном движении, поэтому и программные средства должны быть мобильными. Пользователь должен иметь возможность воспользоваться приложением в любое время и в любом месте.

В данной работе рассматривается система распознавания текста по изображению и его перевода, которая предназначается в большей степени для иностранных студентов.

Данная система позволит существенно облегчить коммуникацию между носителями разных языков. Это достигается благодаря решению системой следующих задач:

1. Распознавание текстовых символов с помощью оптического датчика.
2. Преобразование набора символов в текстовую строку согласно их координатам.
3. Перевод текстовой строки на целевой язык.

Данные задачи решаются использованием рекуррентных многослойных нейронных сетей с долгой краткосрочной памятью.

Целью данной работы является облегчение процесса обучения иностранным языкам русскоговорящих студентов.

Анализ существующих информационных систем оптического распознавания текстовых символов и перевода текстовой строки на целевой язык

На сегодняшний день на рынке мобильных приложений представлено достаточно мало подобных решений. Обусловлено это в основном одним фактором – существуют три основных приложения, отвечающих почти всем предъявляемым требованиям [1]:

- Google Translate;
- Яндекс.Переводчик;
- Переводчик Microsoft (Bing).

Данные системы представлены крупнейшими IT-компаниями в мире – Google, Yandex и Microsoft соответственно. Ко всему прочему этот фактор также сильно усложняет конкуренцию, т.к. вычислительные мощности, которые имеют в своем распоряжении данные компании, не может себе позволить практически ни одна другая компания в мире.

В общем и целом, эти приложения очень похожи между собой. Все они имеют одинаковый набор инструментов, имеют схожий интерфейс и распространяются бесплатно.

Однако, не смотря на одинаковый функционал, каждая из компаний использует свой подход к разработке и реализации того или иного модуля [1, 2].

Так, например, компания Google в своем Google Translate в качестве основы средства перевода использует Google Neural Machine Translation (GNMT) – это система нейронного машинного перевода на основе примеров, что повышает «беглость и точность перевода» [2, 3].

Microsoft так же полагается на свою собственною систему нейронного машинного перевода. Однако попутно с этим компания продолжает развивать свою систему статистического перевода. На сайте переводчика можно сравнить результаты выбрав тот или иной вариант работы [2, 3].

Компания Yandex в свою очередь применяет гибридную систему: свой вариант перевода предлагают одновременно и нейронный машинный перевод (Neural Machine Translation, NMT) и статистический машинный перевод (Statistical Machine Translation, SMT), а затем алгоритм на основе машинного обучения «CatBoost» сравнивает результаты и предлагает лучший вариант [2, 3, 4].

При переводе нейросеть не разбивает тексты на отдельные слова и фразы — она обрабатывает целые предложения. За счёт этого текст хорошо читается: порой даже можно подумать, что его написал человек. Статистический переводчик так не умеет, зато хорошо запоминает и переводит редкие и сложные выражения. Работая вместе, две системы компенсируют недостатки друг друга [3].

Для распознавания текста каждая из компаний так же использует свое собственное решение, однако все они имеют общую основу – систему оптического распознавания символов (Optical Character Recognition, OCR), которая основана на применении рекуррентной многослойной нейронной сети с долгой краткосрочной памятью [5].

Для сравнения качества распознавания и перевода был проведен анализ 10 текстов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа

	Google Translate	Яндекс.Переводчик	Переводчик Microsoft
Количество слов в тексте	113	113	113
Количество ошибок при распознавании	3	2	6
Качество перевода с русского языка на английский	Сравнительно одинаковое		Незначительно хуже
Качество перевода с английского языка на русский	Сравнительно одинаковое		Незначительно хуже

Как видно из таблицы все три системы имеют практически равные результаты при распознавании текста с изображения, а вот с переводом дела обстоят немного иначе. «Яндекс.Переводчик» и «Google Translate» показали сравнительно одинаковое качество. И тот и другой сервис допускают ошибки в различных местах с примерно равной частотой, однако пониманию текста это никак не мешает, перевод довольно близок к варианту на естественном языке. Немного хуже результаты у «Переводчика Microsoft», качество синтаксического перевода незначительно, но все же ниже конкурентов. В небольшой части предложений смысл искажается так, что понять изначальную задумку довольно трудно. Часть слов просто транслитерируются, а не переводятся, что тоже негативно сказывается на качестве перевода.

Реализация автоматизированной информационной системы

В результате проведенного анализа было принято решение использовать при разработке приложения следующие технологии:

1. Yandex.Translate API – компания Yandex дает разработчикам возможность использовать их собственный сервис для обработки текстов в небольших объемах на бесплатной основе, и имеет, как показал предшествующий анализ, хорошее качество предоставляемых услуг, поэтому выбор средства перевода склонился в сторону решения этой компании.

2. Mobile Vision OCR – библиотека с открытым исходным кодом от компании Google, предоставляющая разработчикам возможность применять в своих приложениях OCR модуль без обучения собственной нейронной сети.

Принцип работы проектируемой системы можно описать следующим образом:

1. Пользователь наводит камеру смартфона на отрывок текста, который нуждается в переводе;
2. Система анализирует входящую графическую информацию и преобразует ее в текст при помощи технологии оптического распознавания текста – Mobile Vision OCR;
3. Полученный на предыдущем этапе текст передается системе перевода текста – Яндекс.Переводчик в формате JSON с указанием API ключа, языка исходного текста и желаемого языка;
4. Яндекс.Переводчик обрабатывает полученную строку и возвращает ее назад в формате JSON;
5. Декодируем полученную строку и отображаем пользователю переведенный текст.

Блок-схемы алгоритмов работы приложения представлен на рисунках 1 и 2.

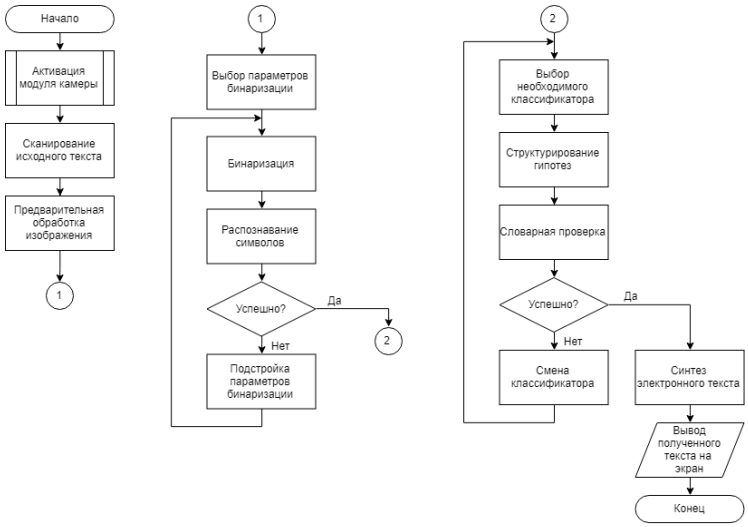


Рис. 1. Алгоритм работы модуля оптического распознавания текста разрабатываемого мобильного приложения

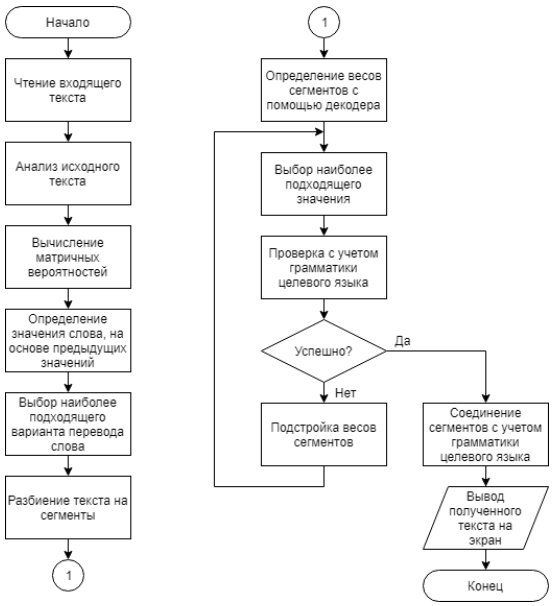


Рис. 2. Алгоритм работы модуля нейронно-машинного перевода разрабатываемого мобильного приложения

Заключение

В заключении необходимо отметить, что «Система оптического распознавания текстовых символов и перевода полученной текстовой строки на целевой язык» разрабатывается для выполнения поставленных целей и решения выдвинутых задач. С внедрением АС возрастет эффективность процесса обучения иностранным языкам русскоговорящих студентов, за счет увеличения удобства работы с данными и повышения точности данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Андреева А. Д., Меньшиков И. Л., Мокрушин А. А.* Обзор систем машинного перевода // Молодой ученый. — 2013. — №12. — С. 64-66. —
https://moluch.ru/archive/59/8581/

2. Словари и системы машинного перевода. [Электронный ресурс]: IT LAND -
http://www.itland.com.ua/products/sect.php?SECTION_ID=306

3. Машинный перевод: исторический обзор и преимущества [Электронный ресурс]: Компания ПРОМТ. —
http://www.promt.ru/company/press/pdf/mt_istorich_obzor_preimushestva.pdf

4. Гибридный машинный перевод [Электронный ресурс]: Искусственный интеллект. Системы и модели. —
http://www.rriai.org.ru/statisticheskiy-mashinnyiy-perevod.html

5. *Арлазаров В.Л., Куратов П.А., Славин О.*А. Распознавание строк печатных текстов // Сб. трудов ИСА РАН «Методы и средства работы с документами». — М.: Эдиториал УРСС, 2000.

OPTICAL CHARACTER RECOGNITION AND TRANSLATION TO TARGET LANGUAGE

Safin N.
safin.nikita@gmail.com
Scientific adviser: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper discusses the implementation of the system of optical recognition of text characters and the translation of the resulting text string from the source to the target language. The main goals and tasks that need to be solved when developing this automated system are defined, the positive aspects and advantages associated with the implementation of such a system are noted.

УДК 004.93

МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ СНА ВОДИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Седов И.А.
i_sedov2012@mail.ru
Научный руководитель: М.П. Шлеймович, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В последние два десятилетия в автомобильной индустрии стали внедряться системы помощи на дороге, а так же другие системы упрощающие вождение автомобиля. На данный момент системы автопилота в автомобилях не могут управлять автотранспортом без контроля над его работой самого водителя, а так же в условиях, когда камеры контроля полосы не могут определить дорожную разметку. В условиях Российских реалий, дорожная разметка отсутствует на трассах, а так же в мелко населенных пунктах, либо стерта и не может быть распознана системой автопилота. В автомобилях внедряли системы определения усталости автомобилиста, но они лишь определяли и анализировали косвенные методы, такие как нажатие на педаль газа, скорость движения транспортного средства и активность при маневрировании. В данной работе предлагается система контролирующая зрачки водителя и сигнализирующая о засыпании водителя, на основе свёрточной

нейронной сети, которая может быть внедрена в систему автомобиля или быть отдельным устройством для повышения безопасности управления транспортным средством.

Активное изучение систем нейронных сетей с глубоким обучением позволяет внедрять их в различные виды систем. Бурное развитие вычислительной техники позволяет использовать системы с большой вычислительной нагрузкой. Однако автомобильные компании стараются снизить вес автомобиля, увеличить салон и объемы багажника, что накладывает ограничения на внедрение мощных и крупногабаритных систем. Поэтому производители автомобилей стараются внедрять системы, требующие меньших вычислительных мощностей. Для внедрения в автомобиль системы можно взять уже имеющуюся обученную сеть, требующую маленьких вычислительных мощностей, а так же камеру для регистрации лица водителя.

Глубокие свёрточные нейронные сети стали очень популярными за счет продуманностью их архитектур. Одной из первых свёрточных нейронных сетей, была сеть Яна Лекуна положившая начало глубокому изучению. Данная сеть получила название LeNet5. Данная сеть стала основной для глубокого обучения, в особенности для распределения свойств изображения по всей картинке. В то время еще не было видеокарт, а центральные процессоры были слишком медленные. Поэтому основным преимуществом оказалась возможность сохранять результаты вычислений, в отличие от использования каждого пиксела для входных данных многослойной сети. Именно эта нейросеть стала основной в качестве разработки последующих сетей. С 1998 по 2010 года нейронные сети активно не развивались, большое количество разработчиков не замечали развитие новых алгоритмов. Появление мобильных телефонов с возможностью снимать фото и видео появилось большое количество данных для обучения систем. Параллельно с развитием мобильных устройств развивались и вычислительные возможности ЭВМ. Выросли мощности процессоров, а видеокарты стали основным вычислительным процессом. Развитие этих технологий позволило нейронным сетям развиваться, увеличивались скорости их обучения. Появлялись новые объекты для исследований, стали расти области применения нейронных сетей.

Кристиан Жгеди, разработчик компании Google старался снизить объемы вычислений в нейронных сетях. В результате была создана первая модификация сети Inception. Большое число разработчиков стали интересоваться глубоким обучением нейронных сетей. Компания Google начала разворачивать на своих серверах крупные и эффективные сети. Основным преимуществом данного метода стало использование сверточных блоков 1x1 для уменьшения объема свойств перед подачей на параллельные блоки [1].

В 2015 году команда из Google представила вторую версию Inception в основе, которой лежала архитектура Batch-normalized Inception. Пакетная нормализация вычисляла среднее и среднеквадратичное отклонение всех карт распределения свойств в выходном слое и нормализировала их отклики с этими значениями. Такой подход облегчал обучение, так как последующие слои не должны были хранить в памяти смещения входных данных, и требовалось найти только лучшие комбинации [3].

Основными преимуществами данной сети являются:

- Поток информации в сети максимизирует за счет баланса между глубиной и шириной сети;
- При увеличении глубины увеличивается и количество свойств и ширина;
- В основном используются свертки только 3x3, так как фильтры 5x5 и 7x7 можно разбить с помощью нескольких сверток 3x3.

Пример свертки представлен на рисунке 1.

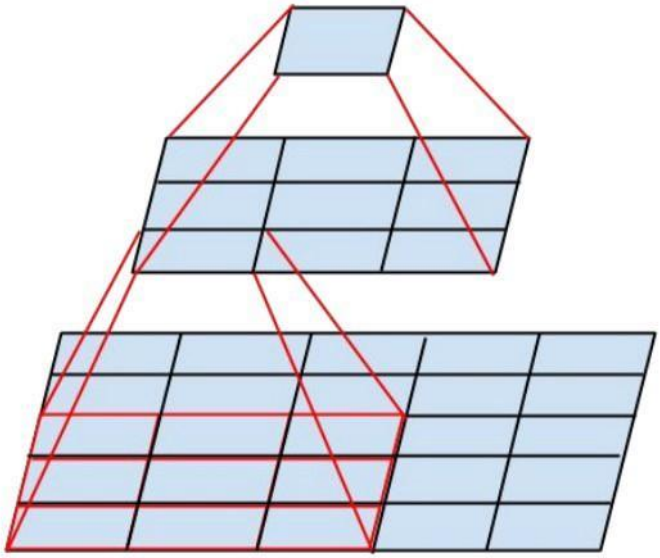


Рис. 30. Осуществление свертки изображения

В данной работе использовалась остаточная нейронная сеть. При обучении большого количества слоев нейронной сети качество работы системы растет до определенного момента и затем начинает падать. При построении модели использовался метод ResNet, который проверяет качество работы модели при добавлении новых слоев. В ResNet основным блоком является residual блок с shortcut соединением. Данный блок представляет собой несколько сверточных слоев с активациями. В результате такой конструкции Res-блок учит, как входной сигнал x отличается от F(x). Поэтому если на некотором слое сеть уже достаточно хорошо аппроксимировала исходную функцию, порождающую данные, то на дальнейших слоях оптимизатор может в Res-блоках делать веса близкими к нулю, и сигнал будет почти без изменений проходить по shortcut-соединению [4]. В некотором смысле можно сказать, что CNN сама определяет свою глубину. Блок быстрого доступа представлен на рисунке 2.

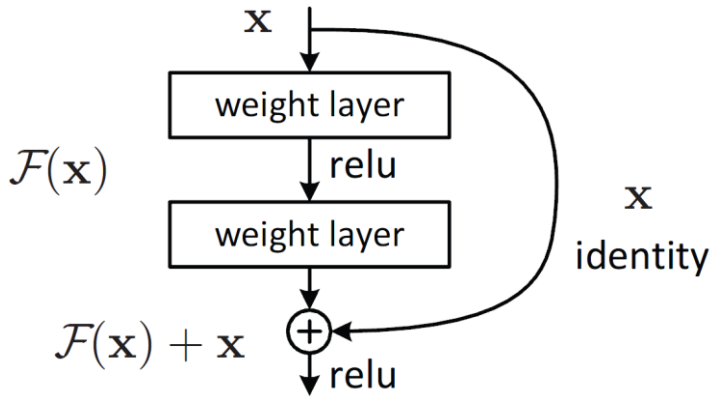


Рис. 2. Блок быстрого доступа остаточной сети

Вследствие необходимости высоких производительных мощностей была использована модель обученная заранее. После чего данная модель была доучена на последних слоях при помощи библиотеки dlib. Изображения брались из директории с готовым набором данных. При обучении использовалось 7782 изображения для обучения модели [2].

Большая часть манипуляций с изображением (работа с точками изображений, аффинные преобразования и работа с цветом) использует алгоритмы, реализованные во Фреймворке OpenCV. Для выделения ключевых точек лиц, как и самих лиц, на изображении используются Фреймворк dlib и предварительно обученная модель оценки положения лица,

например, shape_predictor_68_face_landmarks.dat, обученный на коллекции изображений iBUG 300W. То есть мы просто подаем на вход модели изображение 150 x 150 пикселей и получаем 68 точек на выходе — вектор фиксированной длины. Расположение точек на лице человека в библиотеке dlib можно видеть на рисунке 2.

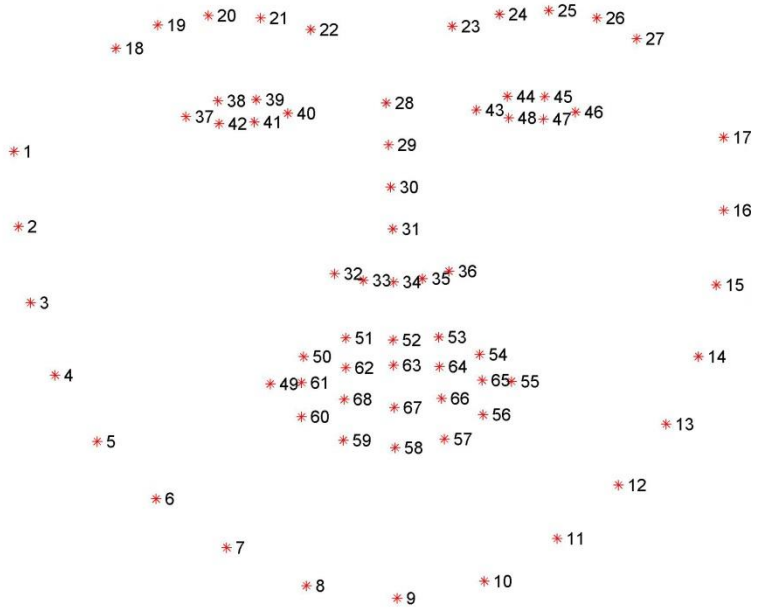


Рис. 3. Расположение точек на лице человека

Данная модель используется для представления лица человека в формализованном виде. 68 точек точно определяют лицо человека на изображении. Обучение сети представляет собой изображение и нахождение 68 точек лица человека на нем.

Эти точки максимально точно идентифицируют лицо человека с вероятностью 99%. Точность обучения модели представлена в таблице 1.

Таблица 1

Точность обучения модели

Номер эпохи	Ошибки на обучающей выборке	Ошибки на тестовой выборке	Точность
0	0.051173	0.027369	0.989
1	0.043045	0.028862	0.99
2	0.041786	0.027403	0.99

Программное обеспечение написано на языке программирования Python версии 3.6 в среде разработки Spyder. Для реализации использовались нестандартные библиотеки dlib, scipy, imutils, cv2, а также стандартная библиотека numpy, time. Dlib накладывает ограничение на используемую операционную систему – 64 bit. Программа запускается через среду разработки Spyder.

Алгоритм состоит из трех основных частей:

1. Происходит загрузка видеоряда, происходит изменение формата изображения и преобразование его в градации серого

2. На втором этапе распознается лицо водителя

3. На третьем этапе происходит постоянный контроль над точками на глазах водителя, до момента пока не прервется видеоряд либо до выхода пользователя из системы.

Для изменения формата видеоизображений используется библиотека imutils.

Функция изменения размера кадра:

```
imutils.resize(frame,width=320)
```

Входными параметрами являются: кадр видеоизображения, который поступит на вход, и размер кадра к которому нужно привести видеоряд.

Для преобразования кадра к градациям используется:

cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

На данном этапе на вход функции поступает кадр видеопотока и преобразуется с помощью библиотеки cv2 в градации серого.

Определение лица:

detector=dlib.get_frontal_face_detector()

С помощью библиотеки dlib определяется лицо человека.

Далее необходимо определить основные точки:

rects=detector(gray)

На данном этапе происходит детектирование точек лица человека

Определение расположения лица в пространстве:

shape = sp(gray, rect)

На вход подается кадр видеоизображения в градациях серого, а так же основные точки лица человека. На выходе будет список расположения 68 точек лица в пространстве.

Определение расположения необходимых точек на глазах

shape = face_utils.shape_to_np(shape)

На вход функции поступает список 68 точек лица, в пространстве полученных на предыдущем шаге.

На выходе мы получим расположение глаз:

(lStart,lEnd)=face_utils.FACIAL_LANDMARKS_IDXS["left_eye"]

(rStart,rEnd)=face_utils.FACIAL_LANDMARKS_IDXS["right_eye"]

Для подсчета времени, сколько закрыт каждый глаз, выполняем данные шаги:

leftEye = shape[lStart:lEnd]

rightEye = shape[rStart:rEnd]

Для подсчета расстояния между двумя точки на глазу, необходимо рассчитать, для каждого глаза:

leftEAR = eye_aspect_ratio(leftEye)

rightEAR = eye_aspect_ratio(rightEye)

На выходе мы получаем точное расположение точек на глазе водителя и можно рассчитать среднее расстояние открытых глаз для каждого кадра:

ear = (leftEAR + rightEAR) / 2.0

Сравнение с пороговым значением (критерий), полученным в ходе тестирования программы. Данное пороговое значение является ear = 0.25. Если текущее ear меньше критерия, то счетчик кадров закрытых глаз, у которых ear увеличивается на единицу. Если счетчик закрытых глаз превышает 50 кадров, что приблизительно равно 2 секундам, то производится сигнализация о засыпании человека за рулем. Если текущее ear больше критерия, это означает что глаза человека, в текущий момент открыты, поэтому происходит обнуление счетчика и отключается сигнализация, если она была включена.

Результатом работы программы является оповещение водителя звуковым сигналом, а так же индикация на дисплее о том, что водитель уснул надписью “SLEEP HERE”. Пример работы программы представлен на рисунке 4.

Выводы

В результате исследования была обучена и разработана модель нейронной сети, оценивающая состояние водителя и определять спит он или нет. В работе использовалась модель с 68 точками лица для контроля над точками на глазах человека. Как правило, модель работает при хорошей освещенности, а так же при небольших поворотах лица человека относительно камеры. При правильной установке такой системы в автомобиль она повысит безопасность вождения и предотвратит ДТП из-за сна человека.

Рис. 4. Пример работы программы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

5. Сверточная нейронная сеть / Хабр // Habr [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/post/309508/ (дата обращения: 16.06.19).

6. Ibug Doc | [Электронный ресурс] URL: https://ibug.doc.ic.ac.uk/resources/facial-point-annotations/ (дата обращения 16.06.2019)

7. Tariq Rashid, Make Your Own Neural Network. -2016, 222.

8. *Мюллер А*. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными / *А. Мюллер, С. Гвидо.* - Пер. с англ. - СПб.: ООО “Альфа-книга”, 2017. - 250с.

METHODOLOGY OF DRIVER'S SLEEP BASED ON SLEEP SCREW NEURAL NETWORKS

Sedov I.

i_sedov2012@mail.ru

Scientific supervisor: M. Shleimovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In the past two decades, roadside assistance systems, as well as other systems that simplify car driving, have been introduced in the automotive industry. At the moment, autopilot systems in cars cannot drive vehicles without controlling the work of the driver himself, as well as in conditions where the strip control cameras cannot determine the road markings. In the conditions of Russian realities, the road marking is absent on the tracks, as well as in small settlements, or erased and cannot be recognized by the autopilot system. Automobiles introduced a system for determining fatigue of a motorist, but they only determined and analyzed indirect methods, such as pressing the gas pedal, the speed of the vehicle, and activity during maneuvering. In this paper, we propose a system that controls the pupils of the driver and signals that the driver is falling asleep, based on a convolutional neural network that can be embedded in the vehicle system or be a separate device to increase vehicle safety control.

УДК 004.422.8 (004.031.42, 004.05)

СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВИДЕОПОТОКОВ

Соловяненко А. Ю.
alex_slvnk@icloud.com
Научный руководитель: Е.П. Шустова, канд. физ.-мат. наук, доцент
(Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань)

В настоящей статье осуществлено проектирование архитектуры и интерфейса подсистемы, предназначенной для тестирования методов обработки и анализа изображений и видеопотоков встроенными в систему методами тестирования. Средства создания системы: Python; PostgreSQL; PyQt5; NumPy; Psycopg2; OpenCV; Matplolib. Программа может быть одинаково развернута на трех ОС – Windows, Linux и MacOS.

В статье Шустовой Е.П. [1] изложены принципы проектирования и предложена архитектура автоматизированной системы «Обработка и анализ изображений и видеопотоков», которая является, как интерактивным учебником по классическим и современным методам обработки и анализа изображений и видеопотоков, так и инструментом улучшения этих методов. Такая система вносит весомый вклад в обеспечение интеграции образования, науки и производства, что является залогом успешного выполнения управления качеством [2, 3] и, как следствие, обеспечения конкурентоспособности отечественных систем интеллектуального видеоанализа.

В указанной выше статье так же с помощью UML-диаграмм описана логика действий некоторых модулей этой системы. В ней так же, в частности, описаны требования к подсистеме, предназначенной для тестирования качества работы каждого метода из базы знаний этой системы. В настоящей статье с учетом этих требований и предложенной Шустовой Е.П. [1] архитектуры системы, осуществлено проектирование архитектуры и интерфейса подсистемы, предназначенной для тестирования качества работы методов обработки и анализа изображений и видеопотоков встроенными в систему методами тестирования.

Спроектированная в настоящей работе подсистема (назовем ее кратко «СТКРМ», как сокращение полного названия «система тестирования качества работы методов») предполагает персонализированный вход в нее и является в настоящее время полностью самостоятельным приложением. Персонализированный вход предусматривает возможности регистрации, получения на электронную почту ссылки на изменение пароля и вход по известному логину и паролю. При проектировании интерфейса системы «СТКРМ» изначально учитывалось, что она в будущем станет частью системы под названием «Обработка и анализ изображений и видеопотоков».

Средства создания системы «СТКРМ»: Python; PostgreSQL; PyQt5; NumPy; Psycopg2; OpenCV; Matplolib. Программа может быть одинаково развернута на трех ОС – Windows, Linux и MacOS.

Система «СТКРМ» состоит из следующих модулей: аутентификация и авторизация; Личный кабинет (профиль) пользователя. Выход из системы доступен на любом экране приложения.

Главная область взаимодействия с системой располагается справа от основного меню. В этой области пользователь может редактировать введенные данные, взаимодействовать с загруженными в приложение файлами, добавлять и редактировать новые методы, взаимодействовать с базой знаний и справкой.

После успешного входа в систему открывается форма личного кабинета (профиля) пользователя (см. рис. 1). Профиль пользователя позволяет ему использовать системные методы тестирования, добавлять/удалять собственные методы обработки и анализа изображений и видеопотоков, добавлять в базу знаний результаты тестирования своих методов, предоставлять другим пользователям доступ к собственным методам и результатам

их тестирования и, наоборот, получать доступ к методам и результатам тестирования других пользователей.

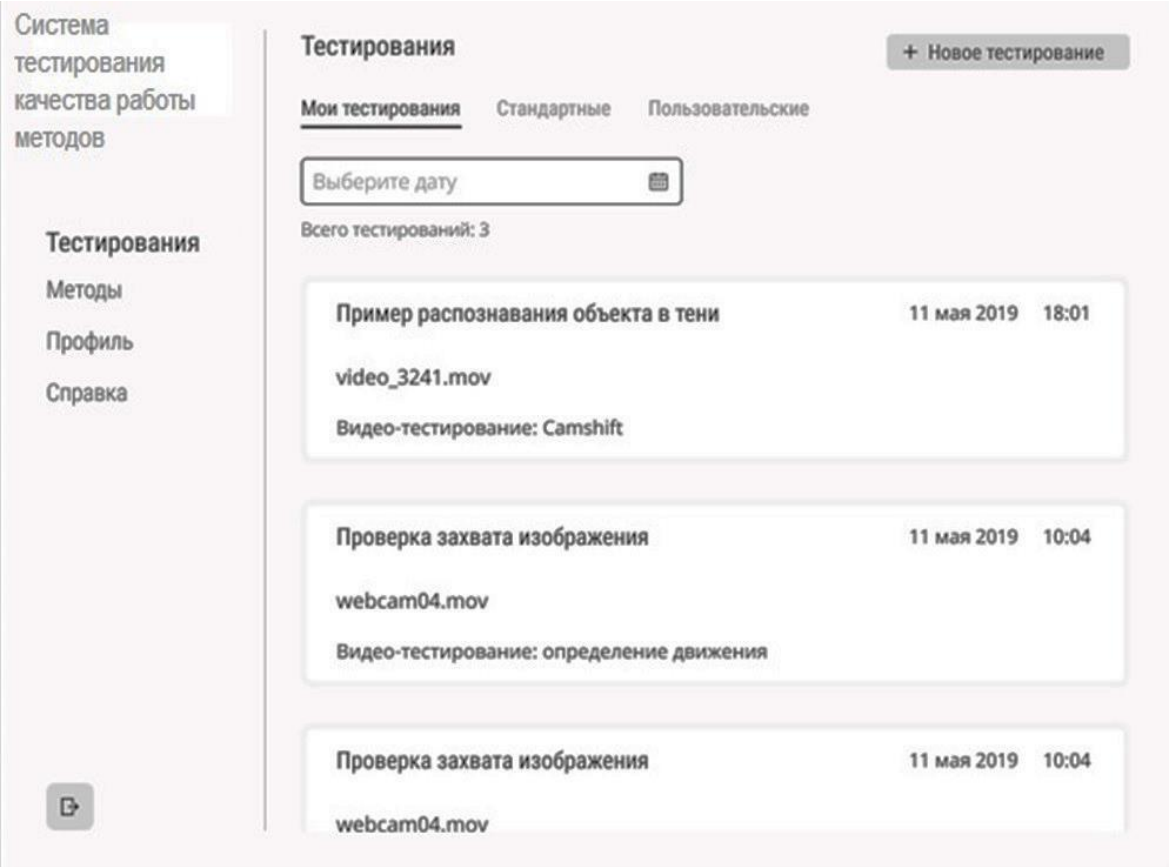


Рис. 1. Главное окно подсистемы «Тестирование качества работы алгоритмов, реализующих методы»

Раздел «Тестирования» представляет историю всех тестирований для данного пользователя. На экране формы этого модуля сверху размещаются три вкладки – с персональными, стандартными и пользовательскими тестированиями. При первом входе в систему каждому пользователю доступны поставляемые с системой результаты тестирований, которые используют встроенные в систему (стандартные) методы тестирования встроенных в систему методов обработки и анализа изображений и видеопотоков. Эти тестирования представлены во вкладке «стандартные».

Персональными называются те тестирования, которые пользователь проводит самостоятельно. Персональные тестирования размещаются во вкладке «Мои тестирования».

Пользовательские – те тестирования, которые пользователь получает от других пользователей системы.

Раздел «Методы» содержит методы обработки и анализа изображений и видеопотоков: классические (поставляемые с системой), мои методы (т.е., собственные методы пользователя) и пользовательские (те, которые получены от других пользователей системы). Для каждого из методов с этого раздела пользователь может увидеть математическое описание, код метода, результат тестирования метода и файлы, на которых проводилось тестирование. В этом разделе пользователь может так же поделиться своим методом с другими пользователями. Для этого ему нужно щелкнуть на вкладке «Поделиться», откуда скопировать ссылку на метод и переслать ее на электронный адрес другому пользователю системы. Во вкладке «Поделиться» для данного метода ниже ссылки на метод появятся пользователи этой системы, которым отправлен доступ к своему методу.

Раздел «Профиль» содержит данные, которые система требовала при регистрации. Эту информацию любой пользователь может изменить, она необходима для входа в систему и идентификации пользователей при передаче пользовательских методов.

Раздел «Справка» поможет пользователям ориентироваться в работе системы. Для удобства взаимодействия с разделами справки и базы данных пользователю предлагается использовать поиск, который будет искать соответствие запроса с текстом из базы данных. Архитектура базы данных раздела «Справка» соответствует архитектуре справки, описанной Шустовой Е.П. [1].

В настоящий момент как встроенные в систему реализованы методы тестирования трекинга объектов, распознавания типа движения и построения границ изображений, а как системные методы обработки и анализа изображений и видеопотоков - методы:

- трекинга: Meanshift и Camshift.;
- распознавания типа движения на видео: метод, предложенный Шустовой К.П. [4], где критерием количества движения является коэффициент вариации, и метод главных компонент, предложенный в [5], где критерием количества движения является коэффициент относительной невязки;
- построения границ изображений: Canny, Sobel и Prewitt.

Ниже продемонстрируем работу модуля «Мои тестирования» на конкретном примере. Для того, чтобы добавить тестирование, пользователю необходимо выбрать кнопку «Новое тестирование» в правом верхнем углу экрана пользователя (см. рис. 1). Появится форма для создания нового тестирования (см. рис. 2).

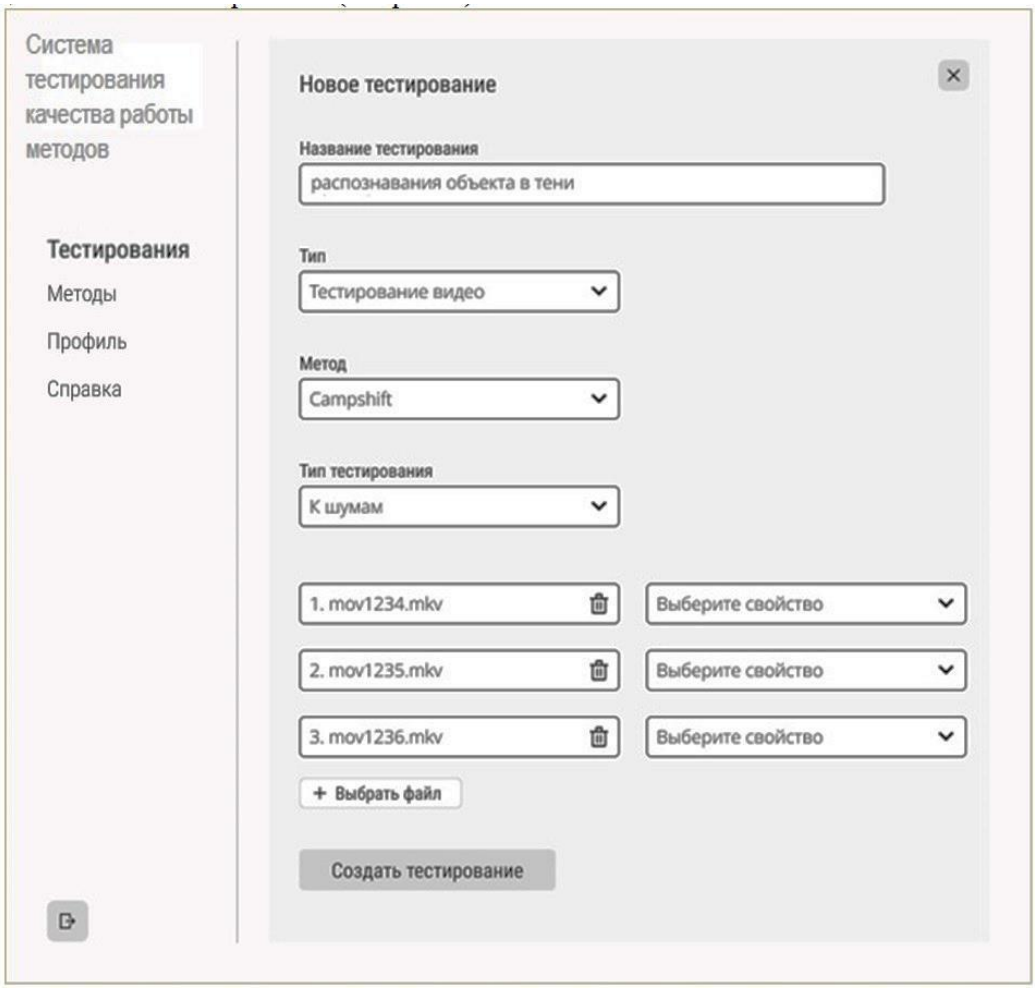


Рис. 2. Создание нового тестирования

Для создания тестирования пользователю необходимо заполнить все поля этой формы последовательно. Все поля обязательные для заполнения. По умолчанию все поля кроме первого пустые. В поле «Название тестирования» записывается тематика создаваемого тестирования. Изначально разворачивающийся список этого поля – темы из истории тестирований, которая поставляется с системой. Если тематики создаваемого тестирования

еще нет в этом списке, то пользователь может ввести эту новую тему в это поле. В процессе создания новых тем тестирований этот список пополняется. «Тип» - тип поступающих для тестирования данных(фото, видео). «Метод» - метод обработки или анализа изображения и видеопотока, который будет тестироваться.

Наполнение разворачивающегося меню каждого следующего поля зависят от заполнения предыдущего поля и формируется автоматически после заполнения всех предыдущих.

Затем после нажатия на кнопку «+ Выбрать файл» выбрать в окне обзора файл, на котором будет тестироваться метод обработки или анализа изображения (видеопотока), или камера, если видеопоток поступает с камеры. Выбрать можно несколько файлов, как, например, это сделано на форме рис. 2. Как только файл выбран, справа от него появится кнопка с разворачивающимся меню, где пользователь должен выбрать свойство/свойства изображения/видео этого файла (например, «Низкая контрастность», «Ночная Съемка» и т.д.).

Затем нажать на кнопку «Создать тестирование». После чего появится соответствующая указанным параметрам форма для проведения тестирования (см., например, рис. 3). На ней пользователь увидит три вкладки: «Настройки», «Оценки», «Результаты». Если пользователь передумал и уже не хочет тестировать, то он может удалить только-что созданное им тестирование, нажав на кнопку с изображением корзины в правом верхнем углу этой формы. После этого система потребует подтверждение удаления или отмены удаления.

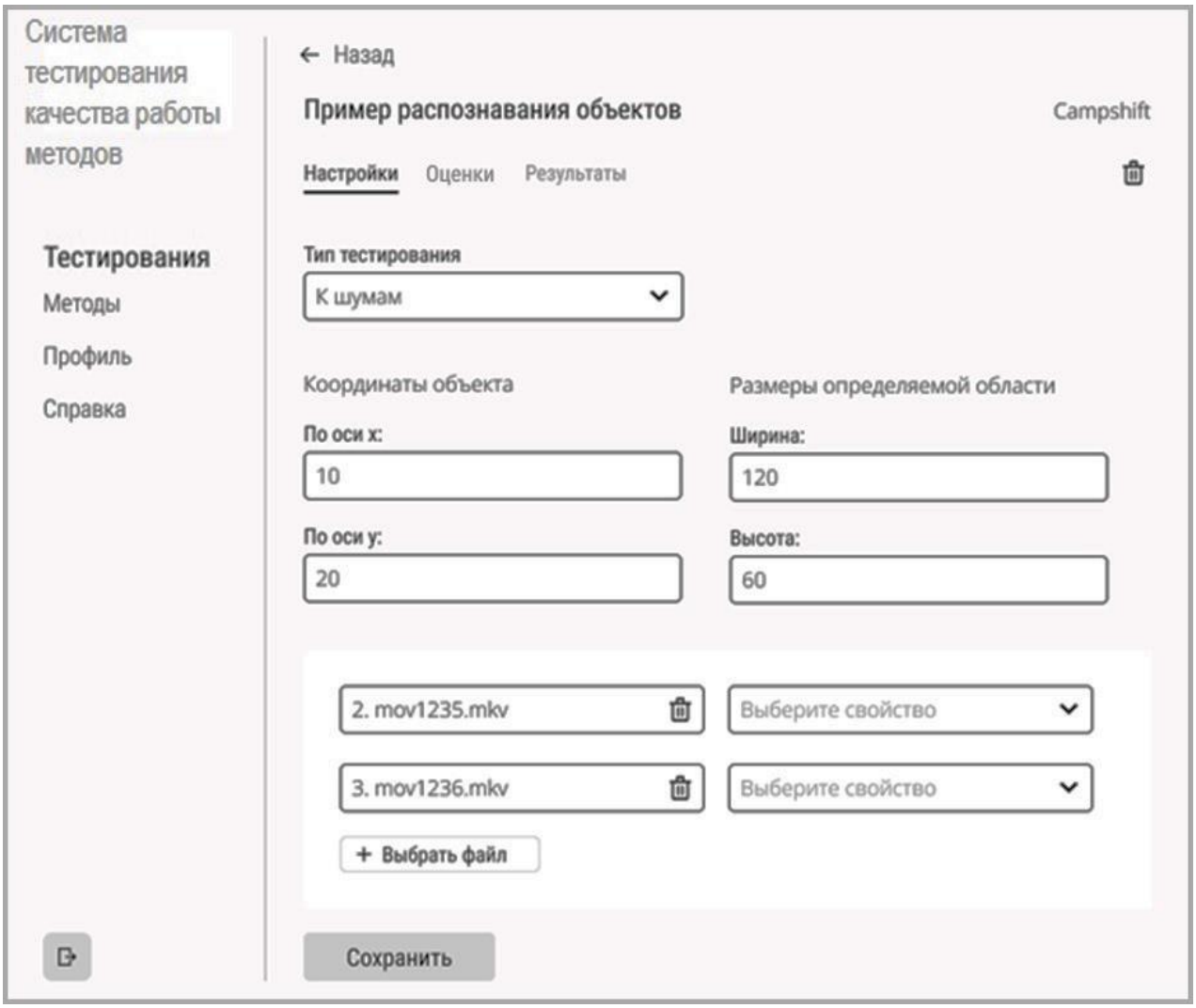


Рис. 3. Форма для проведения тестирования

Вкладка «Настройки» формируется автоматически в интерактивном динамическом режиме, в зависимости от указанных пользователем на предыдущей форме параметрам.

Например, на рис. 3 представлена форма для проведения тестирования качества работы метода “Campshift” при распознавании объекта. Причем указываем, что будем наблюдать за работой этого метода для видео, поступающего из файла (оно с шумами) и проверяем устойчивость этого метода к шумам.

После того, как все поля вкладки «Настройки» заполнены, переходим на вкладку «Оценки». Там в кнопке разворачивающегося меню пользователя ждут выбранные им ранее файлы, для которых указаны их свойства и на которых надо тестировать работу алгоритма. Выбираем отсюда по очереди каждый из файлов этого меню и наблюдаем за правильностью работы алгоритма, сразу делая соответствующие оценки.

Например, для рассматриваемого нами тестирования оцениваем правильность работы алгоритма, запустив выбранное видео и нажав на кнопку «Запуск» рядом с ползунком (см. рис. 4).

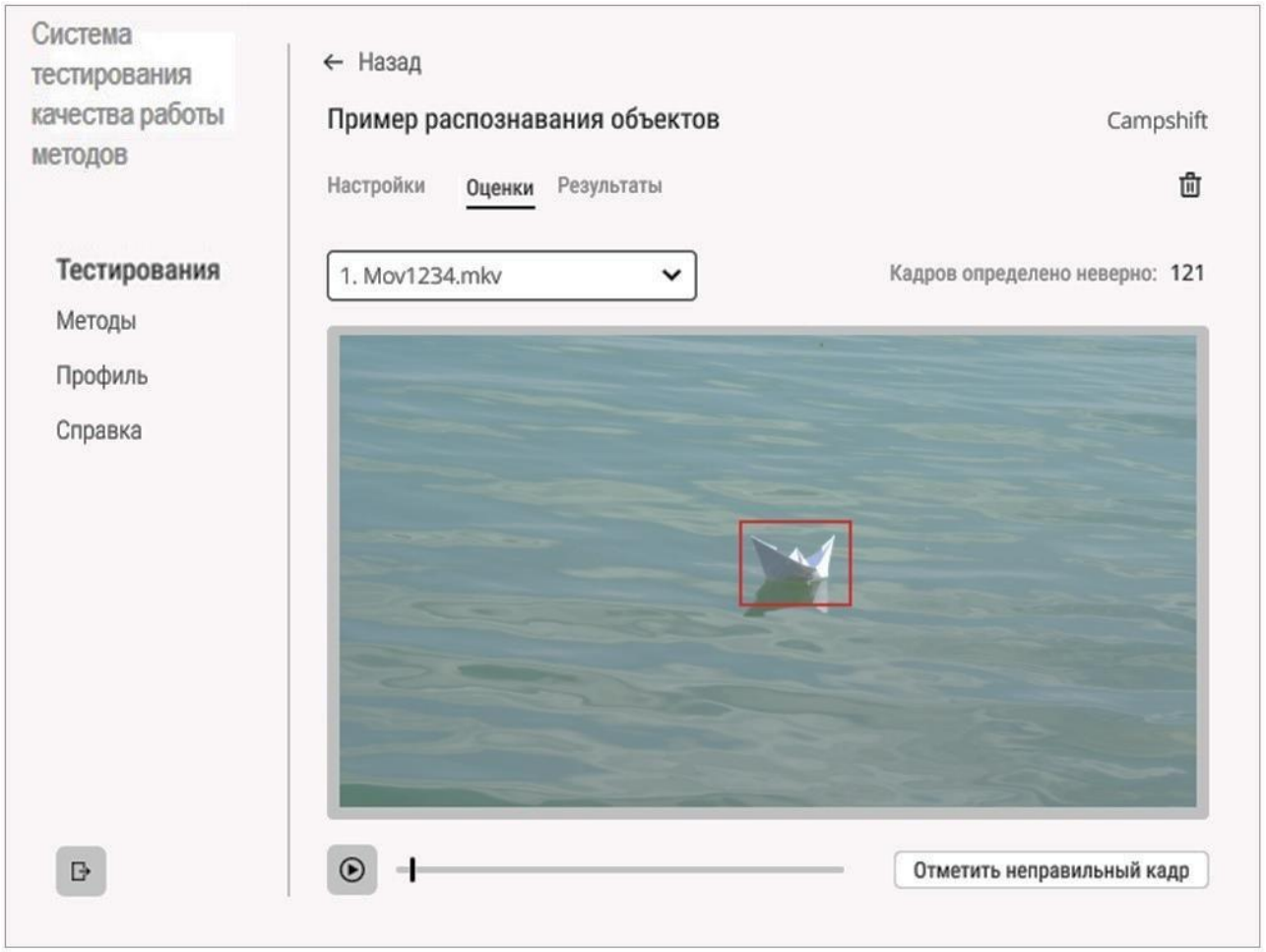


Рис. 4. Оценка правильности работы метода

Внизу под встроенным на этой форме окном кликаем на кнопке «Отметить неправильный кадр», если алгоритм срабатывает на кадре неправильно. После этого над окном просмотра видео появляется количество кадров, на которых алгоритм сработал неверно. Во вкладке «Результаты» система автоматически, после открытия пользователем этой вкладки, сформирует отчет в виде соответствующей гистограммы (см. рис. 5). Нажав на кнопку «Экспортировать», пользователь может добавить результат этого тестирования в базу знаний системы в раздел «Мои тестирования».

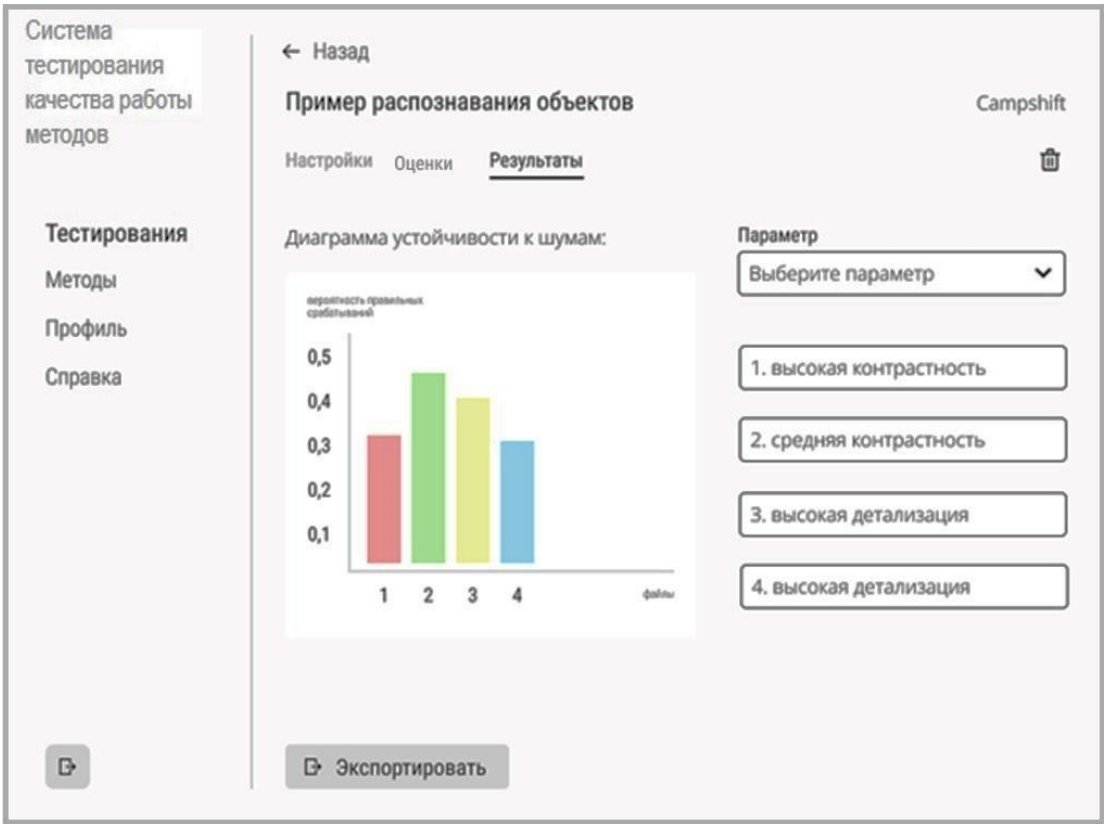


Рис. 5. Результат тестирования качества работы метода

В заключении отметим, что профиль пользователя позволяет пользователю использовать системные методы тестирования, добавлять/удалять собственные методы обработки и анализа изображений и вижеопотоков, сохранять результаты тестирований в базу результатов тестирований и предоставлять другим пользователям доступ к собственным методам и результатам. Результатом работы является спроектированная система «СТКРМ», которая может быть использована как в научной работе или учебном процессе, так и для решения коммерческих задач.

Как показало изучение рынка существующих программ – на данный момент еще нет системы, которая могла бы позволить пользователям тестировать классические, современные и персональные методы обработки и анализа изображений и видеопотоков, а так же сравнивать качество работы разных методов для решения одной задачи [например, 4, 5]. Поэтому создание такой системы имеет инновационный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Shustova E.P.* Design principles and architecture of the system "Processing and analysis of images and video streams", Journal of Physics: Conference Series, Volume 1158, N 4, 042017, 2019, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1158/4/042017/pdf.

2. *Шустова Е.П., Шустова К.П.* Разработка информационного ресурса для подготовки специалистов по информационным технологиям в управлении качеством//Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2012. - V.15. - №4. - С.550-568. - ISSN 1436-4522. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_20315623_98072945.pdf.

3. *Шустова Е.П., Шустова К.П.* Обеспечение интеграции образования и производства при преподавании дисциплины «информационные технологии в управлении качеством» // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2013. – № 1, http://www.science-education.ru/107-8496.

4. *Шустова К.П.* Создание приложения для обнаружения движения в помещении со стационарной камеры в Mathematica 8. Сообщение и сигнализация о его существенности

(критерий количества движения – коэффициент вариации) //Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4, http://www.science-education.ru/110-9977.

5. *Шаталин Р.А.* Обнаружение нехарактерного поведения в задачах видеонаблюдения/ Р.А. Шаталин, В.Р. Фидельман, П.Е. Овчинников // Компьютерная оптика. – 2017. –Т. 41, № 1. – С. 37-45, http://www.mathnet.ru/links/5aa68a4e9c47dc70c74b299b0d82077b/co356.pdf .

WORK QUALITY TESTING SYSTEM FOR PROCESSING METHODS AND ANALYSIS OF IMAGES AND VIDEO FLOWS

Solovyanenko A.

alex_slvnk@icloud.com

Supervisor: E. Shustova, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor

(*Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan*)

In this article, we designed the architecture and interface of a subsystem designed for testing methods for processing and analyzing images and video streams using built-in testing methods in the system. System creation tools: Python; PostgreSQL; PyQt5; Numpy; Psycopg2; OpenCV; Matplolib. The program can be equally deployed on three operating systems - Windows, Linux and MacOS.

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИКЛИНИКОЙ СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИИ ASP.NET

Стадник Н.А., Золотухин А.В.

erter.live@gmail.com

Научный руководитель: Р. Р. Вафин

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается разработка интернет-портала полнофункциональной системы управления поликлиникой средствами технологии ASP.NET. Приведено сравнение технологии веб-сервисов ASP.NET с другими технологиями .NET, такими как .NET Remoting и WCF. Построена архитектура информационной системы веб-портала системы управления поликлиникой и разработано приложение ASP.NET в интегрированной среде разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio.

Введение

В современной медицине задачи медицинского обслуживания клиентов: записи на консультацию к врачу, назначения обследований, управления оплатой оказываемых медицинским учреждением услуг с помощью интернет-портала представляют собой важный прикладной раздел, так как позволяют упростить как для пациентов, так и для администрации медицинского учреждения многие рабочие процессы.

Основными плюсами онлайн-обслуживания клиентов является систематизация потока заявок и высокая пропускная способность. Благодаря интернет-порталу медицинское учреждение способно эффективно управлять потоком заявок пациентов на оказание услуг разного рода, производить его сортировку, анализ, осуществлять моментальную обратную связь с пациентами через интернет, а также на постоянной основе снабжать посетителей интернет-портала актуальной на последний момент информацией. Поэтому поиск и разработка новых программных решений в создании медицинских интернет-порталов не теряют своей важности и актуальности. Например, создание полнофункциональной системы управления поликлиникой является одним из современных подходов в организации медицинского обслуживания через интернет.

Покажем практическую значимость создания системы управления медицинским учреждением на примере решения задачи медицинского обслуживания клиентов в платной

частной клинике, оказывающей услуги по таким медицинским направлениям, как: кардиология, ортопедия, отоларингология, физиотерапия и неврология.

Программная реализация

Для программной реализации интернет-портала была выбрана интегрированная среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio, с помощью которой было реализовано приложение веб-сервиса ASP.NET с подключенной базой данных, выполненной в Microsoft SQL Server Management Studio [1].

Архитектура информационной системы интернет-портала предполагает его использование тремя ролями пользователей с различным уровнем доступа к базе данных (от высшего к низшему): администратору клиники, медицинскому/обслуживающему персоналу и пациентам клиники.

Администратор имеет доступ к такой информации как количество зарегистрированного персонала и пациентов, их списки, с указанием рабочей/контактной информации, количество денежных средств, поступивших на счет клиники, а также может просматривать списки врачей, пациентов и обслуживающего персонала, зарегистрированных в клинике, и осуществлять поиск последних по запрашиваемой информации.

Медицинский персонал клиники имеет доступ к информации своего профиля, указанной при регистрации, может отследить историю приемов пациентов, вынесенные им диагнозы и иные показатели течения их болезни, может принять или отклонить запрос пациента на проведение приема/консультации в выбранное пациентом время. Также интернет-портал позволяет врачу обновлять информацию о текущем принятом запросе на прием пациента, выносить диагноз, принятый на обследовании, прогресс заболевания, давать рекомендации, устанавливать стоимость приема и выписывать сам чек.

Пациент клиники имеет доступ к информации своего профиля, указанной при регистрации, может записаться к врачу по пяти различным медицинским направлениям: кардиология, ортопедия, отоларингология, физиотерапия и неврология, может выбрать врача из представленных в списке врачей, выбрать время приема и подтвердить запрос о записи на прием/консультацию к выбранному врачу, может отследить историю платежей пациента за прием и консультации у врачей, историю приемов и консультаций у врачей, а также их результаты.

Каждый из пользователей способен управлять отображением доступной информацией, путем открытия новых HTML-страниц, а также вносить новую информацию посредством специальных полей ввода при заполнении регистрационных и входных форм. Визуальное представление регистрационных форм приведено на рисунке 1.

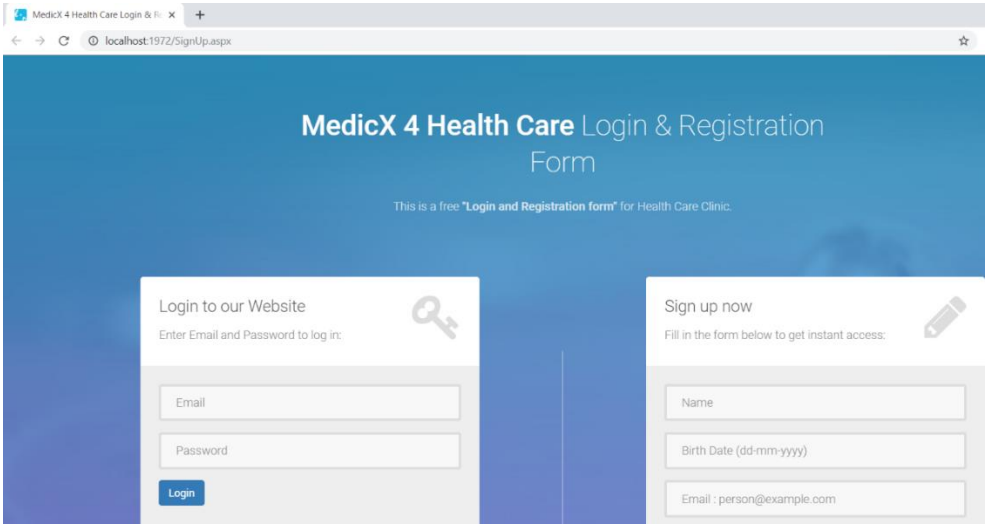


Рис. 1. Визуальное представление форм «Регистрация» и «Вход» на главной странице портала

Для корректного функционирования интернет-портала требуется реализовать клиент-серверное взаимодействие между веб-страницей портала, находящейся в сети Интернет, и данными на физическом сервере, находящемся в здании поликлиники. Для создания программной модели клиент-серверного взаимодействия используются .NET технологии, входящие в состав программной платформы .NET Framework. Основными программными средствами разработки веб-приложений .NET являются компонент .NET Remoting, веб-сервисы ASP.NET и программный фреймворк WCF [2].

В данной статье в качестве инструмента разработки рассматриваются лишь веб-сервисы ASP.NET. ASP.NET является современной технологией разработки Web-приложений. Web-приложения представляют собой особый тип программ, построенных по архитектуре «клиент-сервер». Их особенность заключается в том, что само Web-приложение находится и выполняется на сервере, клиент при этом получает только результаты работы. В связи с этим работа приложения основывается на получении запросов от пользователя (клиента), их обработке и выдачи пользователю (клиенту) результата [3]. Передача запросов и результатов их обработки происходит через Интернет. Схема реализации технологии ASP.NET для поставленной задачи представлена на рисунке 2.

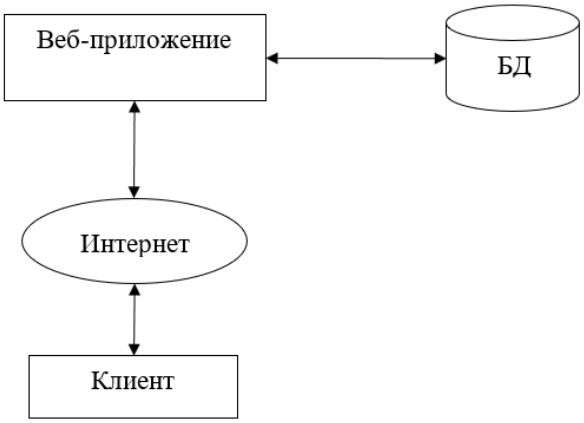


Рис. 2. Схема реализации технологии ASP.NET для поставленной задачи

Среди своих альтернатив-конкурентов .NET технологий веб-сервисы ASP.NET имеют лучшую функциональную совместимость, жесткий контроль HTTP протокола с поддержкой HTML, более удобные модели управления сеансами и модели обработки исключений, выигрывают в производительности у WCF и большинства конфигураций .NET Remoting, а также имеют расширенные возможности хостинга с помощью IIS – веб-сервера, который позволяет размещать сайты в Интернете, посредством размещения файлов ASMX в виртуальном каталоге [4].

Программную реализацию ASP.NET-приложения интернет-портала можно представить в виде последовательности вызываемых методов во время выполнения тех или иных действий пользователя.

Так как программа на технологии ASP.NET физически состоит только из HTTP-сервера IIS, а клиентом является окно браузера, следовательно именно сервер хранит и описывает все необходимые методы для обращения к базе данных [5]. Данные методы полноценно описывают весь имеющийся функционал разработанной системы управления поликлиникой.

Ниже приведен список функций, которые осуществляет приложение посредством вызова тех или иных методов.

1. Осуществляет подключение к серверной БД
2. Осуществляет проверку верности введенных данных для входа и возвращает уровень доступа пользователя
3. Осуществляет добавление информации о пользователе в БД при его регистрации

4. Осуществляет вызов исключения при регистрации сотрудника, если новые регистрационные данные уже есть в БД
5. Осуществляет добавлении информации о враче при его регистрации
6. Осуществляет добавление информации о обслуживающем персонале при его регистрации
7. Осуществляет вывод статистической информации о клинике в личном кабинете администратора
8. Осуществляют удаление врачей и персонала из БД
9. Осуществляют загрузку таблиц врачей, пациентов и персонала в личном кабинете администратора
10. Осуществляет вывод информации о пациенте в его личном кабинете
11. Осуществляет вывод информации об оплате визитов в личном кабинете пациента
12. Осуществляет вывод информации об истории визитов в личном кабинете пациента
13. Последовательно осуществляют вывод списков категорий медицины, врачей и времени визита для записи на прием в личном кабинете пациента
14. Осуществляет вывод информации о враче в личном кабинете врача
15. Осуществляет вывод истории приема пациентов в личном кабинете врача
16. Осуществляет вывод информации о всех, ожидающих ответа, запросах пациентов на прием в личном кабинете врача
17. Осуществляет обновление запроса в активное состояние при его принятии врачом
18. Осуществляет удаление запроса при его отклонении врачом
19. Осуществляет вывод информации о пациентах, визит которых намечен на сегодня
20. Осуществляет обновление информации о болезни пациента, ее течении и прописанных препаратах после приема
21. Осуществляет генерацию счета пациенту за визит к врачу

Однако, отдельные методы имеют некоторые ограничения. Например, запись к врачу двух пациентов на один и тот же временной промежуток невозможна, так как архитектура данной информационной системы подразумевает возможность врача принимать лишь одного пациента одновременно.

Заключение и предложения для будущей работы

Таким образом, разработанное приложение ASP.NET, функционал которого был описан методами выше, позволяет решить поставленную задачу медицинского обслуживания клиентов посредством интернет-портала. Практически подтверждено, что данная форма записи на прием существенно сокращает время записи пациентов и время работы по обработке заявок на прием персоналом клиники.

Помимо увеличения пропускной способности медицинского учреждения интернет-портал обладает еще одним важным и актуальным положительным свойством. Это возможность дополнения и модификации портала. Приложение ASP.NET может быть расширено путем написания новых программных модулей или же модифицировано путем редактирования существующих. Таким образом с ростом потребностей пользователей затраты на их своевременное удовлетворение с использование интернет-портала существенно сократятся в сравнении со стандартной офлайн-моделью медицинского обслуживания клиентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Зиборов В.* MS Visual C++ 2010 в среде .NET // Издательский дом «Питер». – 2012. – С. 254-261.

2. *Симан М.* Внедрение зависимостей в .NET // Издательский дом «Питер». – 2012. – С. 647-653.

3. *Ишкова Э.А.* Самоучитель C#. Начала программирования // Наука и техника – 2013. – С. 349-352.

4. *Касаткин А. И.* Профессиональное программирование на языке СИ. Управление ресурсами // Высшая школа – 2012. – С. 409-414.

5. *Гробов И.* Разработка Web-портала в ASP.NET 2.0 // БХВ-Петербург. – 2016. – С. 543-547.

DEVELOPMENT OF THE INTERNET PORTAL OF FULL-FUNCTIONAL POLYCLINIC MANAGEMENT SYSTEM BY ASP.NET TECHNOLOGY MEANS

Stadnik N., Zolotukhin A.

erter.live@gmail.com

Supervisor: R. Vafin

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article presents the development of an Internet portal for a fully-functional polyclinic management system using ASP.NET technologies. A comparison of ASP.NET web services technologies with other .NET technologies, such as .NET Remoting and WCF, is provided. An application has been developed for a web portal of a polyclinic management system and an ASP.NET application has been developed in the Microsoft Visual Studio integrated software development environment.

УДК 004.4

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРЕХМЕРНОЙ УПАКОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДАПТИВНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Стадник Н.А., Маряшина Д.Н., Золотухин А.В.

erter.live@gmail.com, dar12345678985@yandex.ru, avol116@yandex.ru

Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается применение генетических алгоритмов при решении задач трехмерной упаковки. Показана практическая значимость генетического алгоритма с применением селекционного метода, основанного на турнирной таблице. Метод селекции позволяет создать новую и объективно улучшенную популяцию для следующего цикла основного процесса модифицированного генетического алгоритма.

В современных грузовых перевозках задачи упаковки грузов в контейнеры, кузов грузовых автомобилей, а также багажные отделения легковых автомобилей представляют собой важный прикладной раздел, так как позволяют решить множество практических задач по управлению, автоматизации и оптимизации эффективности транспортировки грузов.

Основной проблемой задач упаковки является их сложность и невозможность решения с помощью детерминированных полиномиальных алгоритмов из-за больших временных и вычислительных затрат, поэтому поиск и разработка новых методов и алгоритмов решения задач упаковки не теряют своей важности и актуальности. Одним из современных алгоритмов решения задач упаковки является генетический алгоритм.

Покажем практическую значимость генетического алгоритма на примере решения задачи упаковки прямоугольных коробок в контейнер с максимальной компактностью, учитывая их приоритет выгрузки на точки доставки.

В качестве контейнера рассмотрим часть трехмерного пространства, ограниченного шириной W, глубиной D и высотой H, имеющей объем M. В качестве коробок рассмотрим N блоков, ограниченных собственными параметрами ширины, глубины и высоты, которые необходимо разместить в объеме M. Расположение контейнера в пространстве опишем с помощью восьми точек $\{X_0, Y_0, Z_0, \dots, X_7, Y_7, Z_7\}$, где X_0, Y_0, Z_0 равны нулю, а X_7, Y_7, Z_7 соответственно равны W, D, H. Расположение блоков внутри контейнера также опишем восьмью точками $\{x_0, y_0, z_0, \dots, x_7, y_7, z_7\}$ по трем условиям:

1. Блоки не могут выходить за границы:

$$\left\{\begin{array}{l} x_{ij} \le W \\ y_{ij} \le D \\ z_{ij} \le H \end{array}\right\}, \forall j = \overline{0,7}, \forall i = \overline{1,N}. \quad (1)$$

2. Суммарный объем блоков не может превышать объем контейнера:

$$\sum_{i=1}^{N} V_i \le W \cdot D \cdot N, \quad (2)$$

где V_i – объем i-ого блока.

3. Блоки не могут накладываться друг на друга:

$$\left\{\begin{array}{l} x_{ij} + x_{i(j+k)} \le x_{(i+1)j} \\ y_{ij} + y_{i(j+k)} \le y_{(i+1)j} \\ z_{ij} + z_{i(j+k)} \le z_{(i+1)j} \end{array}\right\}, \forall j,k = \overline{0,7}, \forall i = \overline{1,N}, \forall k \ne j. \quad (3)$$

В качестве оптимизационного целевого показателя будем использовать отношение полезного объема к объему контейнера, который обозначим как:

$$F = \frac{V_{пол}}{V_{кон}}. \quad (4)$$

Значение (4) будет стремиться к единице при исчезновении пустот.

Для решения данной задачи упаковки был использован модифицированный генетический алгоритм (МГА), представляющий собой совокупность хромосом H (особей), состоящих из генов p. Где каждая хромосома H_i – несовершенный алгоритм расположения блоков, а ген p_j – параметры (кортеж координат всех восьми точек) j-ого блока [1]. Генетический алгоритм – это последовательность операций (мутаций) над набором хромосом, ориентированный на достижение максимального показателя оптимизационной функции хотя бы в одной из хромосом.

В качестве несовершенного алгоритма расположения блоков была использована LBFL-модель (Late-Botton-Front-Left, Поздний-Нижний-Передний-Левый), т.е. блоки сортируются по 4-м уровням приоритетности: время выгрузки (поздний-ранний), высота (нижний-верхний), глубина (передний-задний), ширина (левый-правый) [2].

Этот алгоритм формирует очередность упаковки блоков в контейнер по приоритетному списку. В начало координат всегда помещается самый поздний по времени выгрузки блок. Все последующие блоки, сортированные по времени выгрузки, последовательно перемещаются в верхний задний правый угол, а затем с помощью перемещения и вращения в 6-ти вариантах заполняют весь нижний уровень, потом – передний, после – левый [3]. Максимально равномерно заполнив эти уровни, блоки таким же образом заполняют оставшийся объем контейнера, как отдельный пустой контейнер, ограничивающийся максимальной доступной для него шириной, глубиной и высотой, продолжая алгоритм LBFL-модели. Это будет продолжаться до того момента, пока все блоки не будут уложены в контейнер и целевая функция не будет максимизирована.

Определение столкновений блоков будет осуществляться в соответствии с ограничениями модели с помощью проверки условия о наложении блоков друг на друга путем сравнения координат самого дальнего угла уже размещенного блока и самого ближнего угла размещаемого (нового блока).

Для более подробного рассмотрения алгоритма его можно структурно разбить на шесть этапов:

– генерация особей популяции,
– формирование хромосом,
– вычисление целевой функции,

– селекция хромосом,
– скрещивание,
– выявление мутаций.

На начальном этапе происходит генерация особей популяции (создание множества блоков, размеры которых выбираются случайным образом из диапазонов, удовлетворяющих заданным условиям).

Следующим этапом формируются хромосомы – различные последовательности расположения блоков.

Количество хромосом выбирается в диапазоне от 2 до $2 \cdot N$, где N – число блоков.

Далее начинается выполнение основного процесса модифицированного генетического алгоритма – вычисление целевой функции (4) для каждой хромосомы, где $V_{\text{пол}}$ – полезный объем, занимаемый блоками, т.е. объем фигуры, состоящей из самых ближних точек блоков к координатному нулю и самых дальних точек блоков от координатного нуля, а $V_{\text{кон}}$ – объем контейнера. Дополнительно к целевой функции производится вычисление функции плотности:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{N} V_{бл}^{i}}{V_{пол}}. \quad (5)$$

где $V_{\text{бл}}^{i}$ – объем i-го блока, $V_{\text{пол}}$ – занимаемый объем после декодирования (полезный объем).

Функция плотности описывает отношение суммарного объема всех блоков к полезному объему и стремится к 1 с уменьшением зазоров между блоками.

Следующим этапом после выполнения первого цикла основного процесса МГА является селекция хромосом – отбор хромосом с лучшими значениями целевой функции из общего количества хромосом в популяции [1]. В данной работе использован метод селекции, основанный на турнирной таблице: общее число хромосом разбивается на подгруппы с количеством особей от 2-х до 4-х, а затем из каждой подгруппы выбирается хромосома с лучшей целевой функцией. Этот метод позволяет создать новую и объективно лучшую популяцию для следующего цикла основного процесса МГА.

После проведения селекции хромосом следует их скрещивание – процесс создания двух новых хромосом-потомков путем комбинирования частей генов хромосом-родителей. Для этого в цепочке генов каждой из хромосом-родителей выбирается случайный ген p_r, первая хромосома-потомок H_{i1} составляется из генов $p_k \, \forall k = \overline{1,r}$ первого родителя и генов $p_m \, \forall m = \overline{r,j}$ второго родителя, вторая хромосома-потомок H_{i2} составляется из генов $p_k \, \forall k = \overline{r,j}$ первого родителя и генов $p_m \, \forall m = \overline{1,r}$ второго родителя, где j – общее количество генов в хромосомах-родителях (количество блоков).

Следующим шагом после скрещивания является выявление мутаций – редких изменений значений гена случайным образом [3]. В рассматриваемой задаче упаковки случайной мутацией гена p_j является его перемещение j-ого блока в начало приоритетного списка независимо от его размеров и изначального приоритета выгрузки.

Для программной реализации разработанного МГА было написано программное приложение на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2017 для пользователя 32-х и 64-х разрядных версий ОС Windows XP и выше, которое решает задачу трехмерной упаковки и графически иллюстрирует окончательный результат в виде трехмерной модели контейнера с расположенными в нем оптимальным образом прямоугольными коробками.

Для проверки эффективности разработанного МГА был проведен ряд экспериментов с различными количественными показателями числа коробок. Получившиеся значения целевой функции внесены в таблицу, иллюстрации предварительного и окончательного результата приведены на рисунках 1 и 2 соответственно.

Таблица

Сравнительный анализ зависимости значений целевой функции от числа коробок

Число коробок	1	2	3	4	5	6
Целевая функция	0,07042857	0,4699447	0,5565375	0,7569536	0,8833929	0,9843429

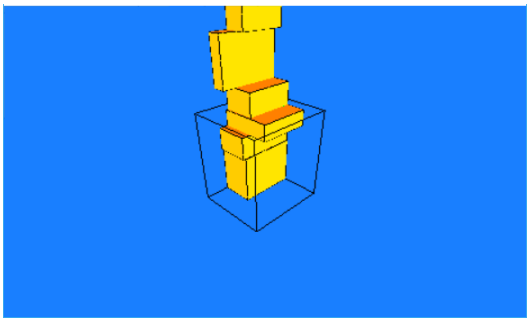


Рис. 1. Предварительный результат алгоритма упаковки 6-ти коробок

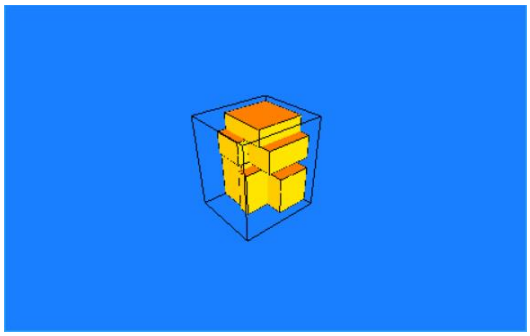


Рис. 2. Окончательный результат алгоритма упаковки 6-ти коробок

Лучшие значения целевой функции МГА в условиях постоянного размера контейнера были получены при количестве коробок равном 6. Однако, оптимальность упаковки коробок независимо от их количества была доказана, так как целевые функции первой особи МГА (предварительного результата) отличались от второй особи МГА (окончательного результата) в меньшую сторону во всех 6-ти вариантах тестирования генетического алгоритма.

Проведенный ряд экспериментов доказывает, эффективность использования разработанного модифицированного генетического алгоритма решения задачи трехмерной упаковки грузов в контейнеры на основе математической модели, с помощью программного приложения на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2017.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Mokshin A. V.* Adaptive genetic algorithms used to analyze behavior of complex system / A. V. Mokshin, V. V. Mokshin, L. M. Sharnin //Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. -2019 - Vol. 71 - P. 174-186. DOI: 10.1016/j.cnsns.2018.11.014

2. *Мокшин В.В.* Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

3. *V. V. Mokshin, I. R. Saifudinov, L. M. Sharnin, M. V. Trusfus and P. I. Tutubalin* Parallel genetic algorithm of feature selection for complex system analysis / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1096 (2018) 012089 doi:10.1088/1742-6596/**1096**/1/012089

THE SOLUTION TO THE PROBLEM OF THREE-DIMENSIONAL PACKAGING USING ADAPTIVE GENETIC ALGORITHM

Stadnik N., Maryashina D., Zolotukhin A.

erter.live@gmail.com, dar12345678985@yandex.ru, avol116@yandex.ru

Supervizor: V. Mokshin, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article discusses the use of genetic algorithms in solving problems of three-dimensional packaging. The practical significance of the genetic algorithm using the selection method based on the standings is shown. The breeding method allows to create a new and objectively improved population for the next cycle of the main process of the modified genetic algorithm.

УДК 004.4

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА

Стадник Н.А., Хайбуллин Ш.Д.
erter.live@gmail.com
Научный руководитель: И.С. Ризаев, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Аннотация: В данной статье рассматривается решение задачи коммивояжера, продающего свою продукцию в 24-х городах республики Татарстан, по нахождению его кратчайшего пути из Казани в остальные города максимально оптимально с точки зрения временных затрат и затрат производительности. В данной статье приведен алгоритм, позволяющий решить эту задачу, используя алгоритм имитации отжига. Алгоритм имитации отжига для решения задачи коммивояжера технически реализован в приложении для ПК с использованием языка программирования Python 2.7.10. Данные, использованные для решения этой проблемы, включают широты и долготы 24-х городов Татарстана.

Введение

Проблемы оптимизации могут быть найдены в различных дисциплинах, например, они могут быть найдены в науках, инженерном проектировании, производственных системах и экономике среди других дисциплин. Чтобы исследовать работоспособную полезность задач оптимизации, существует потребность в эффективных и надежных вычислительных алгоритмах, которые можно использовать для решения проблем оптимизации, возникающих в различных областях применения. Таких как логистика и транспортные перевозки.

Задача коммивояжера (travelling salesman problem (TSP)) относится к одному из известных классов комбинаторной оптимизации – классу NP-трудной задачи. Для решения задачи коммивояжера было использовано множество методов оптимизации, таких как: алгоритмы оптимизации муравьиной колонии (ant colony optimization (ACO)), эволюционные вычисления, генетические алгоритмы (ГА), итеративный локальный поиск, алгоритм табу-поиска или поиска с запретами, а также представленный в данной статье, алгоритм имитации отжига (simulated annealing (SA)) [1]. Для того, чтобы подробнее рассмотреть данный метод давайте предположим, что нам дан список городов и их географических координат или список городов и расстояний между каждой парой городов. Требуется определить кратчайший тур по городам, который посещает каждый город один и только один раз. Например, предположим, что в республике Татарстан есть продавец, которому поручено один раз и только один раз поехать из Казани в другие города Татарстана, чтобы продать свою продукцию и вернуться в город происхождения. Основная цель продавца – найти кратчайший путь, по которому будет сведено к минимуму общее расстояние и общее время. Основной задаче этой проблемы является поиск того, как продавец сможет эффективно выполнить свою миссию. Мы использовали алгоритм имитации отжига (SA) для решения этой проблемы.

Имитация отжига

Метод имитированного отжига (SA) – это один из общих вероятностных метаэвристических подходов, который является чрезвычайно важным методом для решения задач с NP-трудным классом, и он также используется для определения приближенного решения большинства глобальных задач оптимизации, таких как квадратичная задача о назначениях (quadratic assignment problem (QAP)) и задача коммивояжера [2]. Метод имитации отжига (SA) является одним из лучших алгоритмов, позволяющих решать задачи коммивояжера (TSP) и квадратичного назначения (QAP), а также иные задачи класса NP.

Основа данного метода лежит в имитации процесса отжига метала в металлургии, который заключается в медленном охлаждения материала для увеличения его прочности и уменьшения дефектов. Процесс отжига в металлообработке может быть описан следующим образом:

Температура металла увеличивается до того времени, как он начинает плавиться в

тепловой ванне, т.е. до окончания процесса полного перехода металла в жидкое агрегатное состояние. После этого металл в жидком состоянии медленно охлаждается, т.е. его температуру постепенно и осторожно снижают до тех пор, пока частицы не вернутся к исходному агрегатному состоянию [3]. На основе данного принципа и простроен этот метод.

В случае метода имитации отжига в решении задач коммивояжера процесс «отжига» начинается со случайного решения задачи, а каждая новая итерация образует и сохраняет случайное близкое решение. Если близкое решение является более оптимальным ответом, оно заменяет настоящее решение, но, если оно не является таковым, оно может быть выбрано для замены настоящего решения с вероятностью, которая будет зависеть от переменной температуры (параметра). По мере увеличения шага алгоритма переменная температурная (параметр) уменьшается, что дает худшему ответу меньшую вероятность замены существующего ответа. Такой метод отсеивания худших ответов помогает избежать сближения решения с локальным минимумом вместо того, чтобы опускаться в глобальный минимум. Так минимизация функции сведется к единственному решению.

Поскольку основной целью решения задачи коммивояжера является минимизация расстояния, целевую функции метода можно описать следующим образом: $distance \rightarrow min$. Параметры, которые влияют на результат алгоритма, включают начальную температуру t_{max}, конечную температуру t_{min}, значение Δt, при котором температура снижается, и условие остановки подхода. Начальная температура составляет 10^9, конечная температура равна 10^{-1}, коэффициент охлаждения равен 0,9500, а число итераций равно 500 [4]. Таким образом алгоритм имитации отжига при решении задачи коммивояжера можно разделить на обособленные шаги:

1. Создание входных данных – начального списка городов.

2. Расчет целевой функции (общего расстояния тура по списку городов) для n-ой итерации.

3. Обмен двух случайных городов списка местами.

4. Расчет новой целевой функции для n+1-ой итерации.

5.1. Если целевая функция n+1-ой итерации меньше, чем целевая функция n-ой итерации, сохранение данной целевой функции в качестве текущей.

5.2. Если целевая функция n+1-ой итерации больше, чем целевая функция n-ой итерации, сохранение данной целевой функции в качестве текущей с положительной вероятностью, зависящей от параметра температуры.

6. Обновление значения температуры на более низкое (процесс постепенного охлаждения).

В дополнение к этому применим два оптимизационных условия, которые можно использовать для повышения производительности алгоритма:

1. Вместо того, чтобы пересчитывать расстояние между двумя городами каждый раз, когда это необходимо, расстояния между парой городов можно занести в таблицу и использовать позже.

2. Так как изменение входных данных на каждой итерации заключается в обмене мест в списке двух городов, необязательно пересчитывать на каждой итерации общее расстояние для текущего тура, достаточно пересчитывать лишь только расстояния, измененные обменом [5].

Для технической реализации метода имитации отжига для решения задачи коммивояжера было разработано приложение для ПК на высокоуровневом языке программирования Python с помощью программного обеспечения Visual Studio Code. Для алгоритмизации данного метода были использованы базовые библиотеки и операторы Python.

Логика алгоритма заключается в запуске программы с очень высоким значением переменной температуры и постепенного уменьшения этого значения до очень низкого. Процесс минимизации значения определяется с помощью цикла для переменной температуры, производящим математические операции с этой переменной на каждой итерации.

Таким образом, можно выделить следующие шаги алгоритма:

1. Температура = Температура начальная
2. Пока Температура > Температура в конце:

2.1. Температура = Температура × Коэффициент охлаждения.

Расчет вероятности изменения целевой функции основан на различиях между текущими и более ранними значениями стоимости и температуры:

1. Текущая стоимость = Функция стоимости
2. Разница = Текущая стоимость - Ранняя стоимость
3. Если Разница < 0 или exp(-Разница / Температура) > Случайная величина от 0 до 1:

3.1. Ранняя стоимость = Текущая стоимость

3.2. Температура = Температура × Коэффициент охлаждения

Для решения данной задачи коммивояжера, путешествующего по городам республики Татарстан, были использованы входные данные, представленные на таблице 1, представляющие собой долготу и широту 24-х городов Татарстана.

Таблица 1

Широта и долгота 24 городов Татарстана

Широта	Долгота	Название города
56.3100	52.5900	Агрыз
54.5100	53.0400	Азнакаево
54.5400	52.1800	Альметьевск
56.0526	49.5235	Арск
54.2400	53.1500	Бавлы
54.5800	49.0200	Болгар
54.3200	52.4700	Бугульма
54.5800	48.1700	Буинск
55.4600	52.0200	Елабуга
55.1800	52.0100	Заинск
55.5100	48.3100	Зеленодольск
55.4549	48.4412	Иннополис
55.4727	49.0652	Казань
56.1027	50.5423	Кукмор
55.2400	49.3300	Лаишево
54.3555	52.2632	Лениногорск
55.4200	51.2400	Мамадыш
55.5400	52.1900	Менделеевск
55.4300	53.0500	Мензелинск
55.4200	52.2000	Набережные Челны
55.3800	51.4900	Нижнекамск
54.2600	50.4800	Нурлат
54.5600	48.5000	Тетюши
55.2200	50.3800	Чистополь

Графы оптимального и начального туров, составленные по результатам работы приложения Python, представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

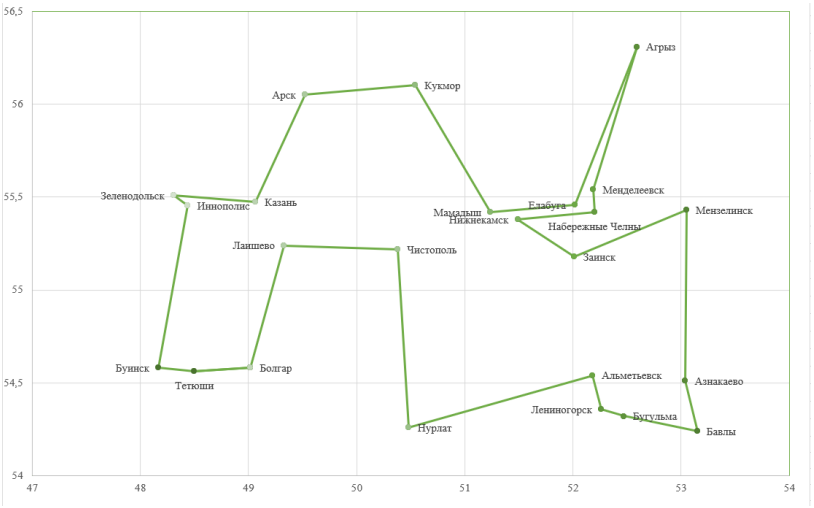


Рис. 1. Оптимальный тур по 24 городам по результатам работы приложения Python с использованием алгоритма имитации отжига

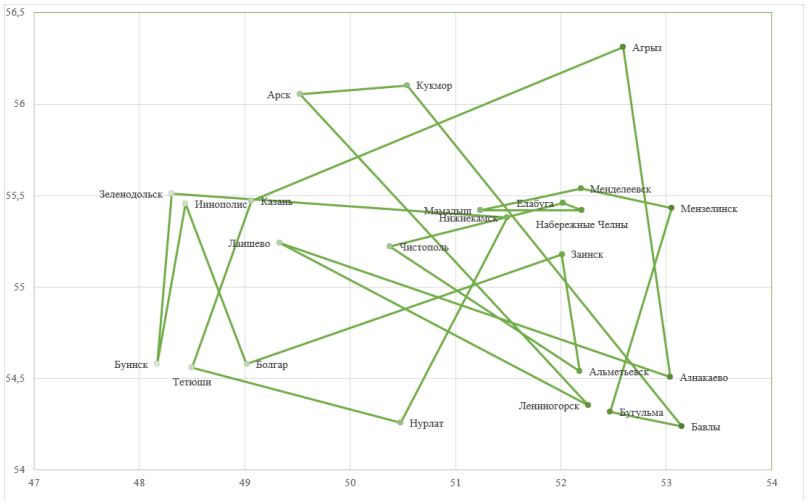


Рис. 2. Начальный тур по 24 городам по результатам работы приложения Python с использованием алгоритма имитации отжига

График изменения общего расстояния тура по алгоритму имитации отжига по результатам работы приложения Python представлен на рисунке 3.

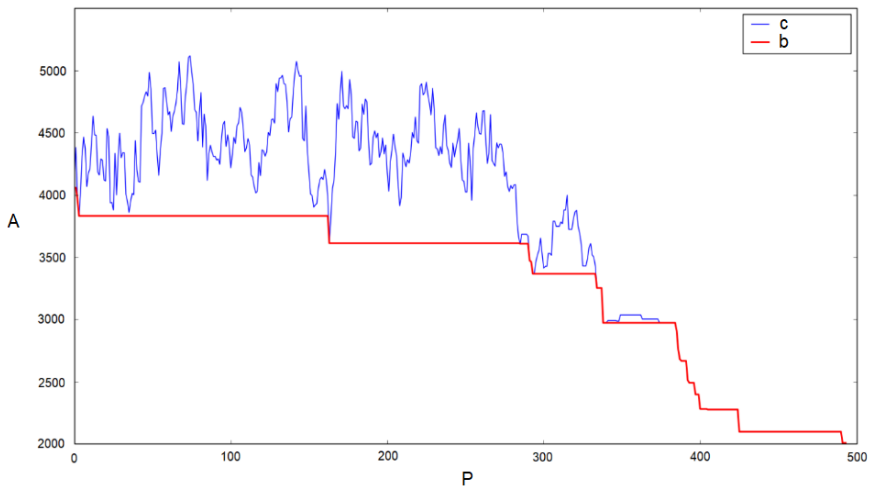


Рис. 3. График изменения общего расстояния тура A с течением шага P для 24-х городов Татарстана, где c – шаговое значение, b – лучшее значение

Лучшие туры, полученные с помощью решения Python, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Лучшие маршруты по всем городам Татарстана

Междугородний маршрут		Расстояние (км)
Город отправления	Город прибытия	
Казань	Зеленодольск	36,4
Зеленодольск	Иннополис	43,2
Иннополис	Буинск	114
Буинск	Тетюши	41,7
Тетюши	Болгар	213
Болгар	Лаишево	141
Лаишево	Чистополь	88,9
Чистополь	Нурлат	121
Нурлат	Альметьевск	149
Альметьевск	Лениногорск	45,5
Лениногорск	Бугульма	29
Бугульма	Бавлы	35,8
Бавлы	Азнакаево	69,2

Таблица 2

Азнакаево	Мензелинск	140
Мензелинск	Заинск	112
Заинск	Нижнекамск	58,7
Нижнекамск	Набережные Челны	44,4
Набережные Челны	Менделеевск	36,8
Менделеевск	Агрыз	118
Агрыз	Елабуга	141
Елабуга	Мамадыш	56
Мамадыш	Кукмор	70,1
Кукмор	Арск	89,7
Арск	Казань	67,2

По результатам работы приложения Python были получены общие расстояние начального и оптимального туров, которые составляют 4207 км и 2061 км соответственно.

Результат оптимального тура на 51% лучше относительно первоначального решения тура, так как решение, полученное для общего расстояния, уменьшается с 4207 км до 2061 км. График изменения общего расстояния тура по алгоритму имитации отжига графически объясняет, как приближенное оптимальное решение получает наилучший ответ в течение имитированного отжига.

Заключение и предложения для будущей работы

Целью данной статьи является предоставление метаэвристических решений проблемы коммивояжера (travelling salesman problem (TSP)). Для достижения этой цели было разработано программное представление метода имитации отжига (SA) для решения проблемы коммивояжера в республике Татарстан, которому необходимо ехать из города Казань во все другие города Татарстана ровно один раз, чтобы продать свою продукцию и вернуться в начальный город (Казань). Были получены оптимальные и начальные туры по 24 городам, которые представлены на рисунках 2 и 3. В таблице 2 описан лучший маршрут по всем городам Татарстана. С помощью проведенного практического эксперимента можно прийти к выводу, что алгоритм имитации отжига (SA) дает метаэвристические решения для задачи коммивояжера и позволяет найти оптимальный замкнутый маршрут по N пунктам, используя в качестве входных данных географическое расположение данных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ризаев И.С.* Теория принятия решений. Учебное пособие. // Казань, Изд-во «Мастер Лайн» – 2014. – С. 89-94.

2. *Курейчик В.М., Мартынов А.В.* Об алгоритмах решения задачи коммивояжера с

временными ограничениями. // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2014. – Т. 16. – № 1. – С. 25-29.

3. *Костюк Ю.Л.* Эффективная реализация алгоритма решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ. // Прикладная дискретная математика. – 2013. – Т. 20. – № 2. – С. 65-70.

4. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы. // Информационные технологии. – 2011. – № 5. – С. 37-42.

5. *Броништейн Е.М., Заико Т.А.* Детерминированные оптимизационные задачи транспортной логистики // Автоматика и телемеханика. – 2010. – № 10. – С. 82-87.

SOLVING THE TRAVELLING SALESMAN PROBLEM USING THE SIMULATED ANNEALING ALGORITHM

Stadnik N., Haibullin Sh.

erter.live@gmail.com

Supervisor: I. Rizaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article identifies specific tasks supplied by manufacturers in 24 cities of the Republic of Tatarstan, which allows for optimal performance in terms of costs and costs. This article provides an algorithm to solve this problem using an annealing simulation algorithm. The simulation algorithm for solving the traveling salesman problems is technically implemented in a PC application using the Python 2.7.10 programming language.

УДК 004.928

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГЕРБА КАИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ БИБЛИОТЕКИ OPENGL В VISUAL STUDIO

Тарасова А.Е.

anna.tarasova17@mail.ru

Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Исследование связано с визуализацией герба КАИ с помощью функций библиотеки OpenGL в Visual Studio. В исследовании применяются навыки компьютерного моделирования, полученные в течение прохождения курса компьютерной графики.

Целью работы является практическое применение теоретических знаний, полученных в течение прохождения курса компьютерной графики. Это позволит оценить приобретенные навыки компьютерного моделирования.

Введение

В настоящее время графика используется в той или иной степени практически во всех компьютерных технологиях (киноиндустрия, производство компьютерных игр, книгоиздательство, управление технологическими процессами, моделирование систем, автоматизированное проектирование и т.д.). При этом под термином «компьютерная графика» понимают как изображения (картинки), созданные компьютером, так и инструментальные средства, используемые для создания таких изображений.

Программные инструментальные средства состоят из стандартного программного обеспечения (операционная система, система программирования и т.д.) и специфических программных инструментов для создания самих изображений, к которым можно отнести, например DirectX и OpenGL. В данном исследовании используется OpenGL. Библиотека OpenGL была выбрана в качестве базового программного средства компьютерной графике по той причине, что в ней реализованы практически все вопросы, которые возникают в

теории компьютерной графики, а ее функции в максимальной степени приближены к теоретическим представлениям задач компьютерной графики.

Для проведения исследования выполним следующее задание: разработать герб КАИ помощью функций библиотеки OpenGL в Visual Studio, используя все полученные в течение семестра навыки компьютерного моделирования.

Назначаем все нужные параметры:

```
void init(void) [1]
{
    glClearColor(1.0, 1.0, 1.0, 1.0); //назначение цвета фона.
    glMatrixMode(GL_PROJECTION); //в качестве текущей устанавливается матрица проецирования.
    glLoadIdentity();//текущая матрица устанавливается в единице
    gluPerspective(60, 1, 1, 10);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
}
```

Прорисовка и изменение заданных параметров:

```
void myDisplay()
{
    glPushMatrix(); //Сохраняем VM = 1
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    gluLookAt(0, 0, 7, 0, 0, 0, 0, 2, 0); //позиция наблюдателя
    GLfloat myLightPosition[] = { 0.0, 0.0, 8.0, 0.0 };// положение источника света
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, myLightPosition);
    glEnable(GL_LIGHTING); // Включение расчета освещенности
    glEnable(GL_LIGHT0); // включаем этот конкретный источник

    GLfloat myDiffuse[] = { 0, 0.5, 0.8, 1.0 };//дифузное освещение
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, myDiffuse); // Источник света в CKw
    GLfloat myEmission[] = { 0.2, 0.5, 0.8, 1.0 };//собственное излучение
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, myEmission);

    glPushMatrix(); //Сохраняем VM=Fwe
    glRotatef(angle, angle, 0, angle); // VM=Fwe*R
    glScalef(i, i, 1.0);
```

Далее создание объектов (для упрощения объяснения, приведем пример создания только одного объекта):

```
    //СОЗДАНИЕ БУКВЫ K [2]
    //face side
    glBegin(GL_POLYGON);
    glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
    glVertex3f(-0.8 + 0.1, 1.0, 0.3);
    glVertex3f(-1.1 + 0.1, 1.0, 0.3);
    glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.3);
    glEnd();
    glBegin(GL_POLYGON);
    glNormal3f(-0.5, 0.5, 0.0);
    glVertex3f(-1.1 + 0.1, 1.0, 0.3);
    glVertex3f(-1.1 + 0.1, 1.0, 0.1);
    glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.5, 0.1);
    glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.5, 0.3);
```

```
glEnd();
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.5, -0.5, 0.0);
glVertex3f(-0.8 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-0.8 + 0.1, 1.0, 0.3);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.3);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.1);
//back side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, -1.0);
glVertex3f(-0.8 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.1);
glEnd();
//face side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
glVertex3f(-0.8 + 0.1, 0.0, 0.3);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.3);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.0, 0.3);
glEnd();
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.5, 0.5, 0.0);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.1);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.3);
glVertex3f(-0.8 + 0.1, 0.0, 0.3);
glVertex3f(-0.8 + 0.1, 0.0, 0.1);
glEnd();
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(-0.5, -0.5, 0.0);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.5, 0.1);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.5, 0.3);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.0, 0.3);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.0, 0.1);
glEnd();
//back side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, -1.0);
glVertex3f(-0.8 + 0.1, 0.0, 0.1);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.5, 0.1);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.0, 0.1);
glEnd();
//face side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 1.0, 0.3);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.5, 0.3);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.0, 0.3);
glEnd();
//back side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, -1.0);
```

```
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.5, 0.1);
glVertex3f(-1.1 + 0.1, 0.0, 0.1);
glEnd();
//face side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
glVertex3f(-1.2 + 0.1, 0.62, 0.3);
glVertex3f(-1.5 + 0.1, 0.62, 0.3);
glVertex3f(-1.5 + 0.1, 0.36, 0.3);
glVertex3f(-1.2 + 0.1, 0.36, 0.3);
glEnd();
//back side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, -1.0);
glVertex3f(-1.2 + 0.1, 0.62, 0.1);
glVertex3f(-1.5 + 0.1, 0.62, 0.1);
glVertex3f(-1.5 + 0.1, 0.36, 0.1);
glVertex3f(-1.2 + 0.1, 0.36, 0.1);
glEnd();
//face side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 1.0, 0.3);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 1.0, 0.3);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 0.0, 0.3);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.0, 0.3);
glEnd();
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(-1.0, 0.0, 0.0);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 1.0, 0.3);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 0.0, 0.1);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 0.0, 0.3);
glEnd();
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(1.0, 0.0, 0.0);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 1.0, 0.3);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.0, 0.1);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.0, 0.3);
glEnd();
//back side
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, -1.0);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 1.0, 0.1);
glVertex3f(-1.68 + 0.1, 0.0, 0.1);
glVertex3f(-1.4 + 0.1, 0.0, 0.1);
glEnd();
GLfloat myDiffuse1[] = { 0.0f,0.0f,1.0f };
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, myDiffuse1);
```

```
	GLfloat myEmission1[] = { 0.0f,0.0f,1.0f };
	glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, myEmission1);
```

Применение растровой графики:

```
GLfloat a = 1, dX, dY,
			Y1 = -50, Y2 = 50, X1, X2;
		X1 = (-1) * a * Y1;
		X2 = (-1) * a * Y2;
		glColor3f(0.4, 1.0, 1.9);
		glBegin(GL_LINE_STRIP);
		dX = X2 - X1;
		dY = Y2 - Y1;
		glVertex2f(X1, Y1);
		while (Y1 < Y2) {
			Y1 = Y1 + 1;
			X1 = X1 + dY / dX;
			glVertex2f(X1, Y1);
		}
		glEnd();
```

Функция размеров окна[2]:

```
void myReshape(int width, int height)
{
	if (width / height < 1) glViewport(0, 0, width, width);
	else glViewport(0, 0, height, height);
}
```

Функция для анимации[3]:

```
//Вращение
void myIdle()
{
	if (angle > 360.0) angle = 0;
	angle += rot * 0.5;
	glutPostRedisplay();
}
//Увеличение
void myIdle1()
{
	i += scl * 0.00025;
	if (i < 0.8) scl = 1;
	glutPostRedisplay();

}
//Уменьшение
void myIdle2()
{
	i += scl * 0.00025;
	if (i >= 1.2) scl = -1;
	glutPostRedisplay();
}
```

Управление анимацией:

```
void KeyboardEvent(unsigned char key, int a, int b)
{
	switch (key)
	{
```

```
// Вызов myIdle (вращение)
        case 'r':
                if (Flag) {
                        rot = 1;
                        glutIdleFunc(myIdle);
                }
                else rot = 0;
                Flag = !Flag;
                break;
//Вызов myIdle1 (увеличение)
        case 's':
                if (Flag1) {
                        scl = 1;
                        glutIdleFunc(myIdle1);
                }
                else {
                        scl = 0;
                }
                Flag1 = !Flag1;
                break;
//Вызов myIdle2 (уменьшение)
        case 'a':
                if (Flag1) {
                        scl = 1;
                        glutIdleFunc(myIdle2);
                }
                else {
                        scl = 0;
                }
                Flag1 = !Flag1;
                break;
        }
}
```

Полученный результат изображен на рис.1.

Рис. 31. Сцена

Таким образом, на примере герба КАИ получилось продемонстрировать большинство навыков компьютерного моделирования, полученных в течение прохождения курса

компьютерной графики. Эту сцену можно считать готовой анимацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Э.Эйнджелом*. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL // Вильямс, 2001. С. 210 – 215.

2. *Ю.М.Баяковский, А.В.Игнатенко.* Начальный курс OpenGL // Планета знаний, 2007. С.91-95.

3. *М.Ву, Т.Девис, Дж.Нейдер, Д.Шрайнер.* OpenGL. Руководство по программированию. Библиотека программиста // 4-е издание. – СПб.: Питер, 2006. С. 362-370

DEVELOPMENT OF THE KAI EMBLEM USING OPENGL LIBRARY FUNCTIONS IN A VISUAL STUDIO

Tarasova A.

anna.tarasova17@mail.ru

Supervisor: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The study is connected with the development of the KAI coat of arms using the OpenGL library functions in Visual Studio. The study applies computer simulation skills obtained during the course of computer graphics.

УДК 004.928

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МОДЕЛИ, ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ, ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Тарасова А.Е.

anna.tarasova17@mail.ru

Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Исследование связано с преобразованием модели, преобразованием координат и локальными системами координат, которые служат для того, чтобы при получении экранных координат точки не нужно было различать ортогональную и перспективную проекции. Это облегчает создание конструктивной модели.

Целью работы является практическое применение теоретических знаний по теме “преобразования модели, преобразования координат, локальные системы координат” для дальнейшего развития навыков компьютерного моделирования.

Введение

Под моделированием с точки зрения компьютерной графики понимают имитацию различного рода ситуаций, возникающих, например, при полете самолета или космического аппарата, движении автомобиля и т.п. Преобразования координат и модели в данной области компьютерной графики являются основополагающими навыками, без которых невозможно дальнейшее создание объектов и анимации.

Для наглядного представления возможностей преобразований модели выполним следующее задание: для рисунка (рис.1), приведенного ниже, создадим программу, которая рисует сцену, состоящую из фигуры 0 (фиг.0) и нескольких фигур 1 (фиг.1). Для фигуры 1 создадим отдельную функцию, описывающую ее в СК0, и затем переместим фигуру 1 из позиции в позицию. В отчете для каждой позиции фигуры 1 выпишим последовательность движений фигуры 1, в результате которых она попадает в заданную позицию. Кроме того, будем считать, что функция для фигуры 1 описывает ее в локальной системе координат СКL, а полученные преобразования будем понимать, как преобразования координат из СКL в СК0. Для каждой позиции фигуры 1 изобразим цепочку преобразований систем координат и все координатные фреймы.

Примечание. Fig.0 и Fig.1 во всех позициях должны быть нарисованы с положительными координатными полуосями (стрелки не рисовать).

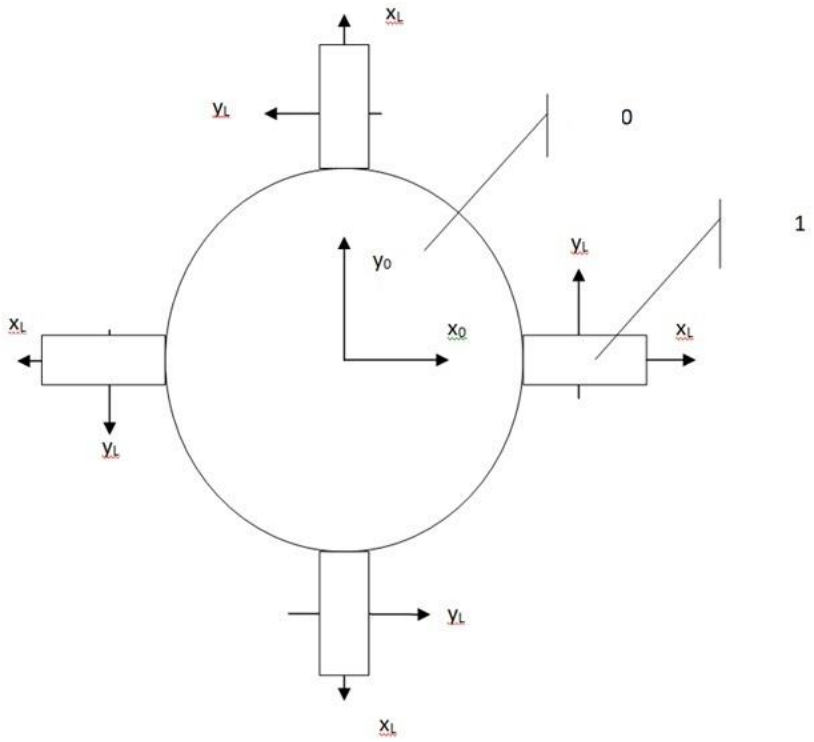


Рис. 32. Схема анимации. 0 - фигура 0, 1 - фигура 1

Отдельная функция для фигуры 1, описывающая ее в СК0:

```
void figure1(void)
{
    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0);
    glBegin(GL_QUADS);          // движущийся зеленый квадрат
    glVertex2f(2, 1);
    glVertex2f(-2, 1);
    glVertex2f(-2, -1);
    glVertex2f(2, -1);
    glEnd();
}
```

Функция создания фигуры 0:

```
void figure2(void)
{
    glColor3f(0.0, 0.4, 1.0);

    glBegin(GL_POLYGON);
    int  x = 5;
    for (int a = 0; a <= 360; a += 1) {
            glVertex2f(x*cos(a) + 0, x*sin(a));
    }

    glEnd();
}
```

Функция рисования осей:

```
void axis(void)
{
    glColor3f(0.0, 0.0, 0.0);
    glBegin(GL_LINES);
    glVertex2f(0, -12);
    glVertex2f(0, 12);
    glVertex2f(-12, 0);
    glVertex2f(12, 0);
    glEnd();
}
```

Функция рисования и обновления окна:

```
void display(void)
{
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
    glClearColor(1.0, 1.0, 1.0, 0.0);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    //axis();
    figure2();
    //glTranslatef(5, 5, 0);
    glRotatef(angle, 0, 0, 1);
    glTranslatef(-7, 0, 0);
    glScalef(1.0, 1.0, 1.0);
    figure1();
    glFlush();
}
```

Полученный результат изображен на рис.2.

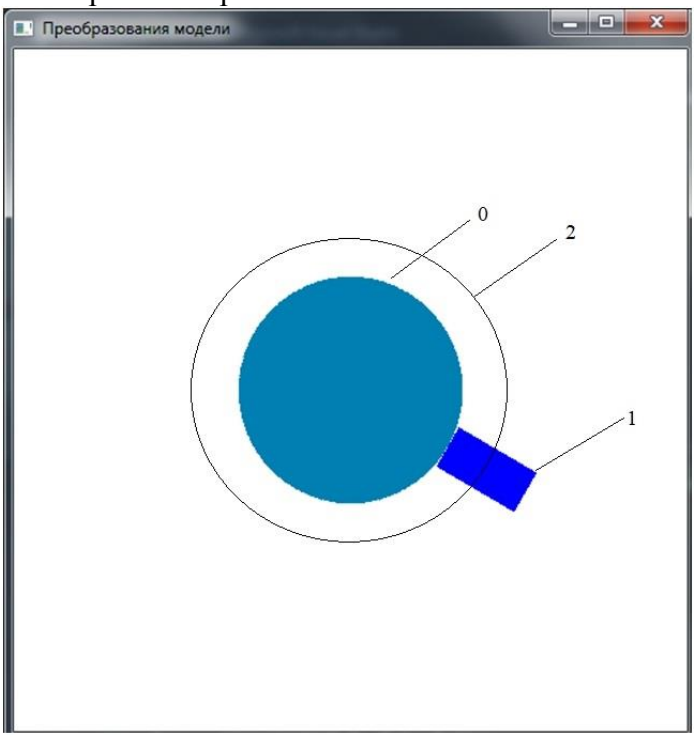


Рис. 33. Сцена. 0 – фигура 0, 1 – фигура 1, 2 – траектория движения фигуры 1

Таким образом, на простом примере получилось представить преобразование модели. Эту сцену можно считать готовой анимацией, на которую в последующем можно добавить освещение, точку наблюдения и еще много факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Э.Эйнджелом*. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL // Вильямс, 2001. С. 210 – 215.

2. *Ю.М.Баяковский, А.В.Игнатенко.* Начальный курс OpenGL // Планета знаний, 2007. С.91-95.

3. *М.Ву, Т.Девис, Дж.Нейдер, Д.Шрайнер.* OpenGL. Руководство по программированию. Библиотека программиста // 4-е издание. – СПб.: Питер, 2006. С. 362-370

MODIFICATION TRANSFORMATIONS, COORDINATE TRANSFORMATIONS, LOCAL COORDINATE SYSTEMS

Tarasova A.

anna.tarasova17@mail.ru

Supervisor: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The study is connected with the model transformation, coordinate transformation and local coordinate systems, which serve so that when receiving the screen coordinates of a point, it is not necessary to distinguish between orthogonal and perspective projections. This facilitates the creation of a constructive model.

УДК 004.942, 519.876.5

АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ «АВТОЗАПРАВОЧНАЯ СТАНЦИЯ» В СРЕДЕ ANYLOGIC

Тен А.М.

andreiten1@gmail.com

Научный руководитель: В.В. Мокшин, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В современном мире, становится все более актуальные решения моделирования сложных технических систем. Подход имитационного моделирования, позволит не только узнать все нюансы исследуемой системы, но и ее улучшение и оптимизация. Моделировать можно все, начиная с обычных банкоматов, заканчивая космодромами. Кроме всего прочего средства моделирования могут использоваться, в образовании, в системной безопасности, и даже в военных и силовых структурах. К ним относятся, например, и автозаправочные станции (АЗС).

Целью данной работы является составление имитационной модели, а также нахождения оптимального количества ресурсов, для максимальной прибыли автозаправки. В данной работе рассматривается анализ автозаправочной станции.

Описание системы работы автозаправочной станции и составление имитационной модели

На заправке есть 5 видов топлива (АИ-92, АИ-95, АИ-98, Дизельное топливо, Газ). Также есть пять резервуаров(Tanks), в которых находится жидкость. Бензовозы будут прибывать через определенные промежутки времени. Каждая бензоколонка содержит 5 видов топлива, всего колонок 4. Автомобиль подъезжает к колонке и открывается клапан подачи топлива. После завершения подачи топлива, клапан закрывается автоматически. В модели, когда автомобиль заправлен, отключается колонка от автомобиля, и машина уезжает с автозаправки. Бензовоз выступает в роли источника топлива и наполняет резервуары.

Имеется генератор потока автомобилей (carArrivals), Далее агенты захотят в область очереди на колонки АЗС (raStart-raEnd). После окончания очереди агент выбирает одну из четырех бензоколонок. Агент начинает заправку топливом(fueling). Когда топливо распределяется, дозатор отключается от машины и отпускает автомобиль от блока задержки,

после агент покидает станцию. Блоки safeExitStart и safeExitEnd, гарантируют, что транзакты не разбиваются при выходе и спокойно покидают станцию. Из пяти резервуаров (Tanks по 30 куб. метров каждая), по трубам течет топливо в бензоколонки (fuelDispenser). Когда в резервуаре топливо падает ниже 3 куб. метров, к ним подъезжает бензовоз, который начинает пополнять резервуары. Бензовоз состоит из бака, шланга, форсунки и его емкость составляет 25 куб. метров. Когда танкер прибывает на станцию танка, его сопло (блок FluidExit) подключается к люку заправочной станции (FluidEnter), который вызывает поток топлива. И если емкость бензовоза опустошается, он отключается и уезжает.

Константы.

- Переменная Gas95Ordered
- Переменная Gas92Ordered
- Переменная Gas98Ordered
- Переменная GasOrdered
- Переменная DieselOrdered
- Переменная carBeingFueled
- Переменная Price92 – отвечает за цену 92 бензина за литр.
- Переменная Price95 – отвечает за цену 95 бензина за литр.
- Переменная Price98 – отвечает за цену 98 бензина за литр.
- Переменная PriceDiesel – отвечает за цену литра дизельного топлива.
- Переменная PriceGas – отвечает за цену газа за литр.

Функции

- Функция fuelColor, которая задает цвет в зависимости типа топлива.
- Функция navigate, при помощи которой можно выбирать область просмотра
- Функция startFuelling определяет правильное сопло и клапан

Параметры

- ValueFuelDispenser, который хранит число колонок
- fuelType – указывает, какой вид топлива подать в резервуар.

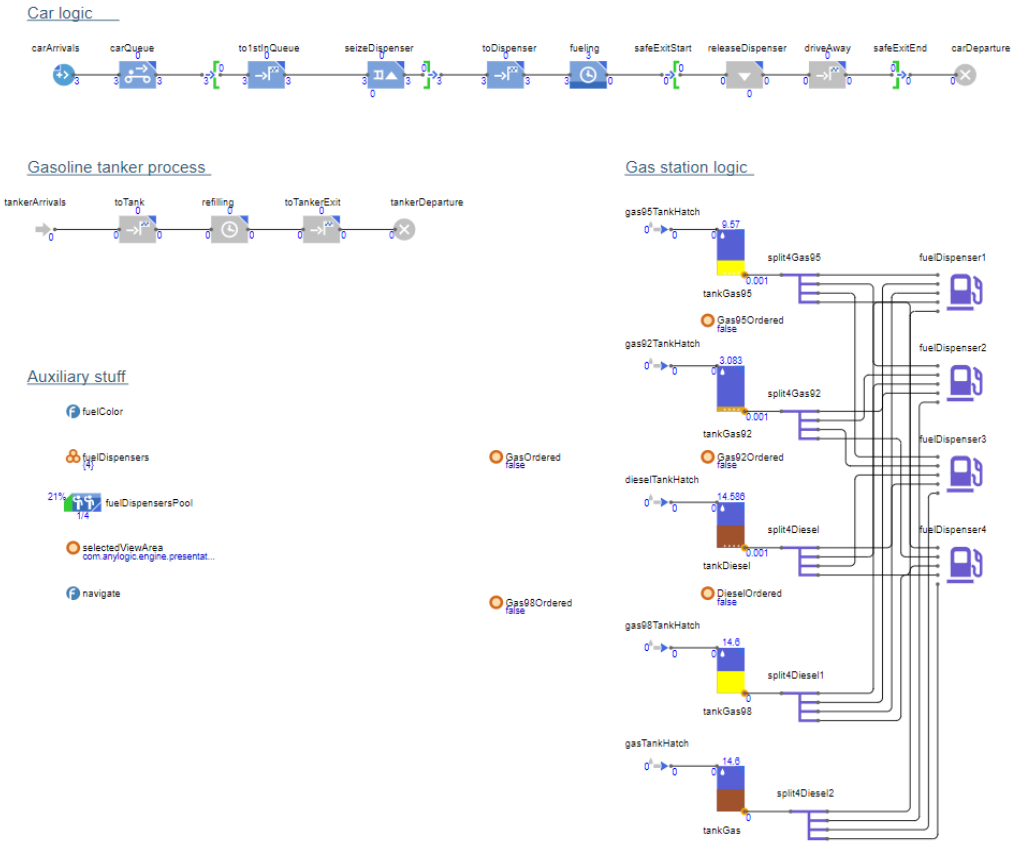


Рис. 2. Логическая модель автозаправочной станции в среде Anylogic

Также следует добавить цены за каждый литр отдельного вида бензина и подсчитать доход от каждой колонки. К этому необходимо добавить событие, которое сохраняет текущее значение и добавляет к текущему значению величину дневного изменения цены.

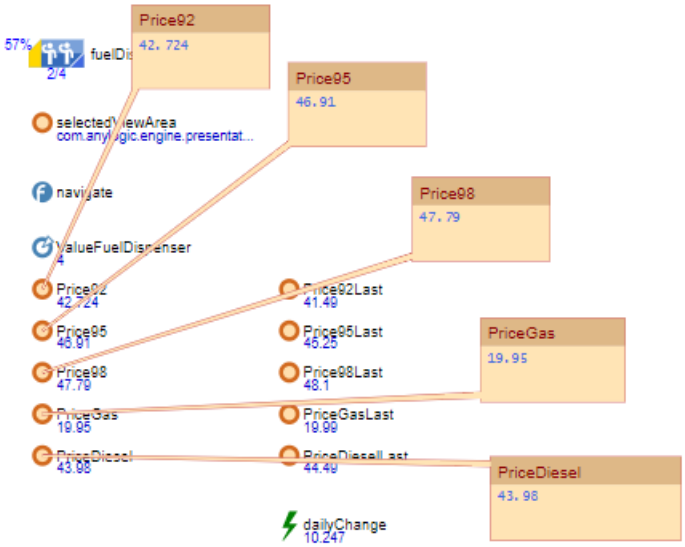


Рис. 3. Изменение цены

Оптимизация

Рассмотрим пример, владелец автозаправочной станции планирует получить максимальную прибыль, и встает такой вопрос: Сколько понадобится каналов обслуживания (бензоколонок), для максимальной прибыли. За каждый обслуженный транзакт, владелец получает доход, а за каждый отказ, теряет его. Покупка оборудования и ресурсов для новых каналов обслуживания и их содержание обходятся в некоторый бюджет. И варьирую число бензоколонок, можно найти оптимальное их количество, которое принесет более значительный доход.

Структура имитационной модели должна содержать в себе реальную схему массового обслуживания. На рисунке 4 приведена блок схема.

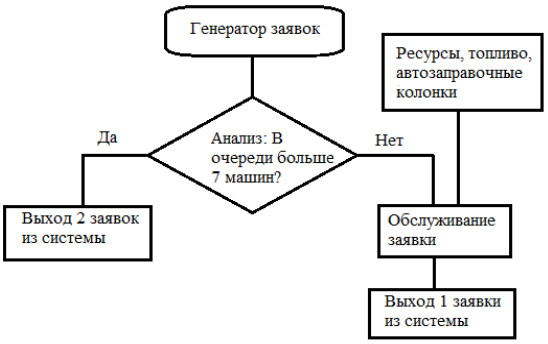


Рис. 4. Блок схема оптимизации

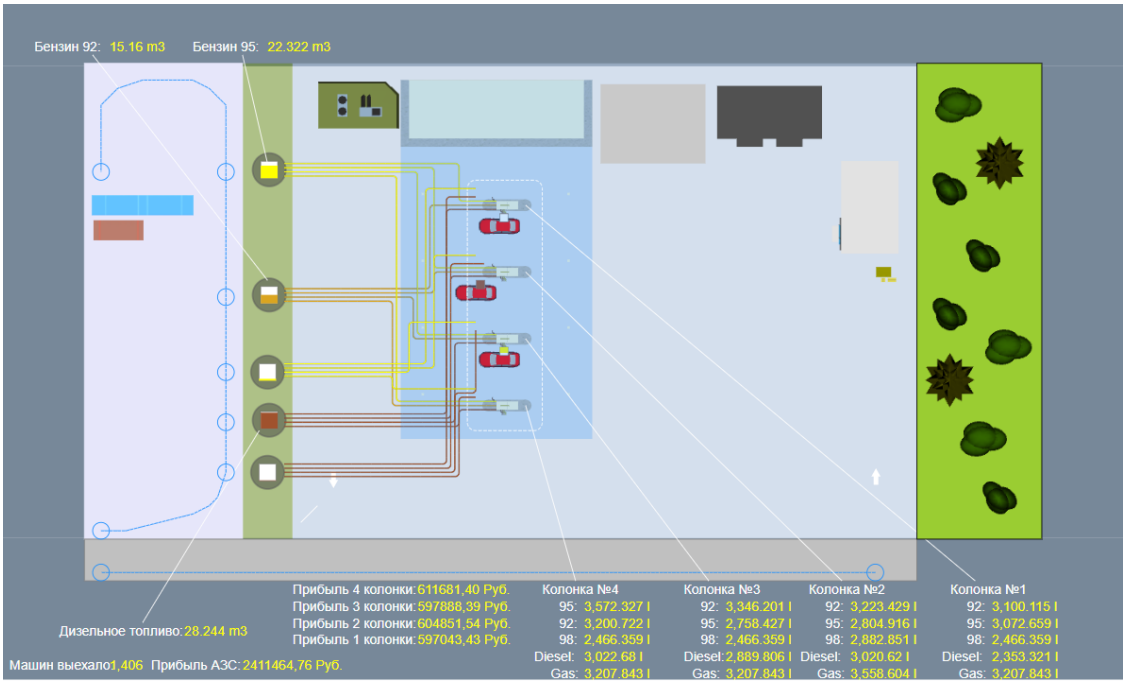


Рис. 5. Завершение моделирования

Таблица 1

Полученные данные моделирования

Колонки Вид топлива (л.)	Колонка №1	Колонка №2	Колонка №3	Колонка №4
АИ-92	3.100	3.223	3.346	3.572
АИ-95	3,072	2,804	2.758	3.200
АИ-98	2,466	2,882	2,466	2,466
Дизельное топливо	2,353	3,020	2,889	3,022
Газ	3,207	3,558	3,207	3,207
Сумма(руб.)	597043	604851	597888	611681
Прибыль АЗС				2411464 руб.

Время моделирования составляет 1 день. Количество колонок – 4. Интенсивность автомобилей 1 в минуту. Машин за время моделирования обслужено всего 1406. Общая прибыль АЗС стала равна 2411464 руб.

Выводы

В результате осуществлении данной работы мы смоделировали имитационную модель автозаправочной станции, где мы получили необходимые результаты, и собрали необходимые данные

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 352-357.

2. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

3. *Мокшин В.В., Сайфудинов, И.Р., Кирпичников А.П.* Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 112-116.

4. *Мокшин В.В.* Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Яхина З.Т.* Сравнение систем структурного и имитационного моделирования по модели M/M/5 // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 16. С. 113-119.

ANALYSIS AND PECULIARITIES OF THE IMITATION MODEL “FILLING STATION” IN ANYLOGIC ENVIRONMENT

Ten A.
andreiten1@gmail.com
Supervisor: V. Mokshin, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In the modern world, it is becoming increasingly relevant solutions for modeling complex technical systems. The simulation approach will allow not only to find out all the nuances of the system under study, but also its improvement and optimization. The purpose of this work is to create a simulation model. This paper presents the analysis of the gas station.

УДК 004.822

РАЗРАБОТКА СИНТАКСИСА ЯЗЫКА СОКРАЩЕННЫХ ПОЗИТИВНО-ОБРАЗОВАННЫХ ФОРМУЛ

Тен А.М.
andreiten1@gmail.com
Научный руководитель: И.А. Барков, д-р техн. наук, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань*)

Приведено формальное описание результатов разработки синтаксиса языка сокращенных позитивно-образованных формул.

Введение

Рассматриваются сокращенные позитивно-образованные формулы используемые в автоматическом доказательстве теорем [1]. Позитивно-образованная формула $\forall \bar{x} : A(\bar{x})$ $\exists \bar{y} : B(\bar{x}, \bar{y})$ сокращается до $\forall A(\bar{x}) \exists B(\bar{x}, \bar{y})$ под этим понимается что любая переменная связана с квантором $\forall$, если она встречается в $A(\bar{x})$, и связана квантором $\exists$, если она встречается в $B(\bar{x}, \bar{y})$, но не встречается в $A(\bar{x})$. При этом предполагается:

- мы всегда может отличить переменную от константы;
- во избежание неоднозначности, все переменные в позитивно-образованной формуле будут разными.

В настоящие статье, разрабатывается синтаксис языка сокращенных позитивно-образованных формул для использования в программной реализации системы автоматическом доказательстве теорем.

Для формального описания языка сокращенных позитивно-образованных формул используется метаязык, описание которого приведено.

Описание метаязыка

Для описания синтаксиса языка сокращенных позитивно-образованных формул в настоящей статье используется метаязык. Поэтому сначала рассмотрим особенности метаязыка. В основе метаязыка лежит формальная грамматика, в которой применяются специальные синтаксические знаки и специальный шрифт. Все правила формальной грамматики набраны курсивом. Кроме того, они записываются с выступом. По разным местам описания расставлены различного рода замечания, записанные обычным шрифтом.

Они не входят в формальное определение языка, а служат для того, чтобы помочь понять назначение определений формальной грамматики и вытекающих из них следствий. Символы определяемого языка («,», «.», «:», «;», «*[*», «*]*», «*{*», «*}*»), которые одновременно являются символами метаязыка, записываются жирным шрифтом. Те же символы метаязыка записываются обычным шрифтом. Часть описания, заключенная в квадратные скобки является не обязательной, т.е. может появляться в тексте 0 или 1 раз. Часть описания, заключенная в фигурные скобки, может повторяться в тексте 1, 2, 3, … раза. Таким образом определяются последовательности однородных элементов. Определение последовательности элементов, разделенных некоторым словом, будем записывать следующим образом: *{Элемент через Разделитель}*. Здесь указано, что речь идет о последовательности, составленной из элементов *«Элемент»*, причем каждый *«Элемент»* отделяется от других разделителем *«Разделитель»*.

Особенности типографского набора, такие как пробел, перенос, переход на новую строку или страницу, во внимание не принимаются.

Всякое порождающее правило состоит из следующих элементов, расположенных в указанном порядке:

- непустого нетерминального понятия;
- символа «двоеточие»;
- непустой последовательности альтернатив, разделенных символом «точка с запятой»;
- символа «точка».

Любая альтернатива есть, возможно, пустая последовательность звеньев, разделенных символом «запятая». Всякое звено есть либо непустое нетерминальное понятие, либо непустое терминальное понятие и записывается в виде слова или словосочетания. Нетерминальные понятия записываются с заглавной буквы обычным шрифтом без дополнительных обозначений. Терминальные понятия записываются жирным шрифтом.

Формальное описание понятия при необходимости будет сопровождаться комментарием на естественном языке.

Благодаря использованию рекурсии в записи правил порождения можно получить бесконечное число порождений. Однако настоящий метаязык построен так, что для порождения любого описания конечной длины потребуется только конечное число применений порождающего правила.

Язык позитивно-образованных формул

Позитивно-образованными формулами (ПОФ) называют такие типово-кванторные формулы, в которых выполняется требование регулярности, строгой логики, и типовые условия кванторов являются конъюнкциями элементарных формул (атомов) языка исчисления предикатов.

Для краткости кванторные переменные при символах $\forall$, $\exists$ можно не писать. Это корректно, если формула замкнутая, т.к. при этом местом связывания переменной считается место ее первого вхождения. Если формула не замкнутая и $x_1, \ldots, x_n$ - полный перечень ее свободных переменных, то эти переменные рассматриваются как параметры, и явное указание этих параметров также позволяет не писать переменных при символах $\forall$, $\exists$.

Пусть X – множество переменных, A – последовательность конъюнктов, ПОФ – позитивно-образованная формула, $F_1, \ldots, F_n$ последовательность ПОФ. Тогда для любой $x \in X$:

1. $\exists$ xA и $\forall$ xA являются $\exists$ - ПОФ и $\forall$ - ПОФ соответственно.
2. Если $F_1, \ldots, F_n$ являются $\forall$ - ПОФ и $F = F_1, \ldots, F_n$, тогда $\exists x\, A : F$ есть $\exists$ - ПОФ.
3. Если $F_1, \ldots, F_n$ являются $\exists$ - ПОФ и $F = F_1, \ldots, F_n$, тогда $\forall$ xA: F есть $\forall$ - ПОФ.
4. Любая из $\exists$ - ПОФ или $\forall$ - ПОФ является ПОФ.

Такой вид формул называется позитивно-образованными формулами, потому что они записываются только с помощью типовых кванторов. ПО - формула это особый вид записи классических формул языка исчисления предикатов [1].

Формальное описание синтаксиса языка позитивно-образованных формул

Приведем теперь формальное описание синтаксиса языка позитивно-образованных формул с помощью рассмотренного метаязыка. В целях сокращения описания понятие "Сокращенная позитивно-образованная формула" будет записываться как "формула". Далее следует формальное описание синтаксиса языка сокращенных позитивно-образованных формул.

Формула: Заголовок, Описание базы данных, Описание тела формулы, [Описание цели].

Рекомендуется каждое понятие формулы размещать в отдельном поле экранной формы.

Заголовок: Фиктивный типовый квантор всеобщности, ***:,True.***

В программной реализации заголовок формулы можно опустить, однако он неявно предполагается.

Фиктивный типовый квантор всеобщности: Квантор всеобщности.

Квантор всеобщности: ЕСЛИ; если.

Описание базы данных: Квантор существования, {Доказанный факт через Запятая}; True.

Понятие "True" применяется для обозначения пустого начального содержания базы данных

Доказанный факт: Атомная формула.

Запятая: **, .**

Атомная формула: Имя предиката, ***(****, [Аргумент через Запятая],****).***

Имя предиката: Составной идентификатор с большой буквы

Аргумент: Терм.

Терм: Переменная; Константа.

Переменная: Составной идентификатор с малой буквы.

Составной идентификатор с малой буквы: Малая буква, Продолжение составного идентификатора.

Составной идентификатор с большой буквы: Большая буква, Продолжение составного идентификатора.

Продолжение составного идентификатора: [_,] [Простой идентификатор { ,_; Простой идентификатор }].

Простой идентификатор: {Знак простого идентификатора}.

Знак простого идентификатора: Большая буква; Строчная буква; Цифра; Символ подчеркивания.

Большая буква: Большая буква латинский алфавита; Большая буква кириллического алфавит.

Маленькая буква: Маленькая буква латинский алфавита; Маленькая буква кириллического алфавитом.

Цифра: 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9.

Константа: Целая константа; Вещественная константа; Строковая константа.

Целая константа: [Знак числа], {Цифра}.

Знак числа: +;-.

Вещественная константа: [Знак числа], {Цифра}.,{Цифра},[Порядок].

Порядок: E, [Знак числа],{Цифра}.

Строковая константа: ***", {Отображаемый символ клавиатуры},"***.

Понятие "Отображаемый символ клавиатуры" формально не определяется.

Большая буква латинского алфавита: ***A ; B ; C ; D ; E ; F ; G ; H ; I ; J ; K ; L ; M ; N ; O ; P ; Q ; R ; S ; T ; U ; V ; W ; X ; Y ; Z.***

Маленькая буква латинского алфавита: ***a ; b ; c ; d ; e ; f ; g ; h ; i ; j ; k ; l ; m ; n ; o ; p ;***

q ; r ; s ; t ; u ; v ; w ; x ; y ; z.

Большая буква кириллического алфавита: ***А ; Б ; В ; Г ; Д ; Е ; Ё ; Ж ; З ; И ; Й ; К ; Л ; М ; Н ; О ; П ; Р ; С ; Т ; У ; Ф ; Х ; Ц ; Ч ; Ш ; Щ ; Ъ ; Ы ; Ь ; Э ; Ю ; Я.***

Маленькая буква кириллического алфавита: ***а ; б ; в ; г ; д ; е ; ё ; ж ; з ; и ; к ; л ; м ; н ; о ; п ; р ; с ; т ; у ; ф ; х ; ц ; ч ; ш ; щ ; ъ ; ы ; ь ; э ; ю ; я .***

Описание тела формулы: {Аксиома через Запятая}.

Аксиома: {Простое звено}, [Составное звено].

Простое звено: Простой вопрос, Простой ответ.

Простой вопрос: Квантор всеобщности, {Атомная формула через Запятая}.

Простой ответ: Квантор существования, {Атомная формула через Запятая}.

Составное звено: Простой вопрос, Составной ответ.

Составной ответ: (Квантор существования, {Атомная формула через Запятая}, {Простое звено}, Составное звено.

Квантор существования: ТО; то.

Программная реализация

На рисунке 1 приведет вид экранной формы ввода исходного описания задачи. Как видно из рисунка 1 весь текст разбивается на 3 части: Начальное состояние базы данных(Base), описание тела позитивно-образованной формулы(Body), описание целевого утверждения(Goal).

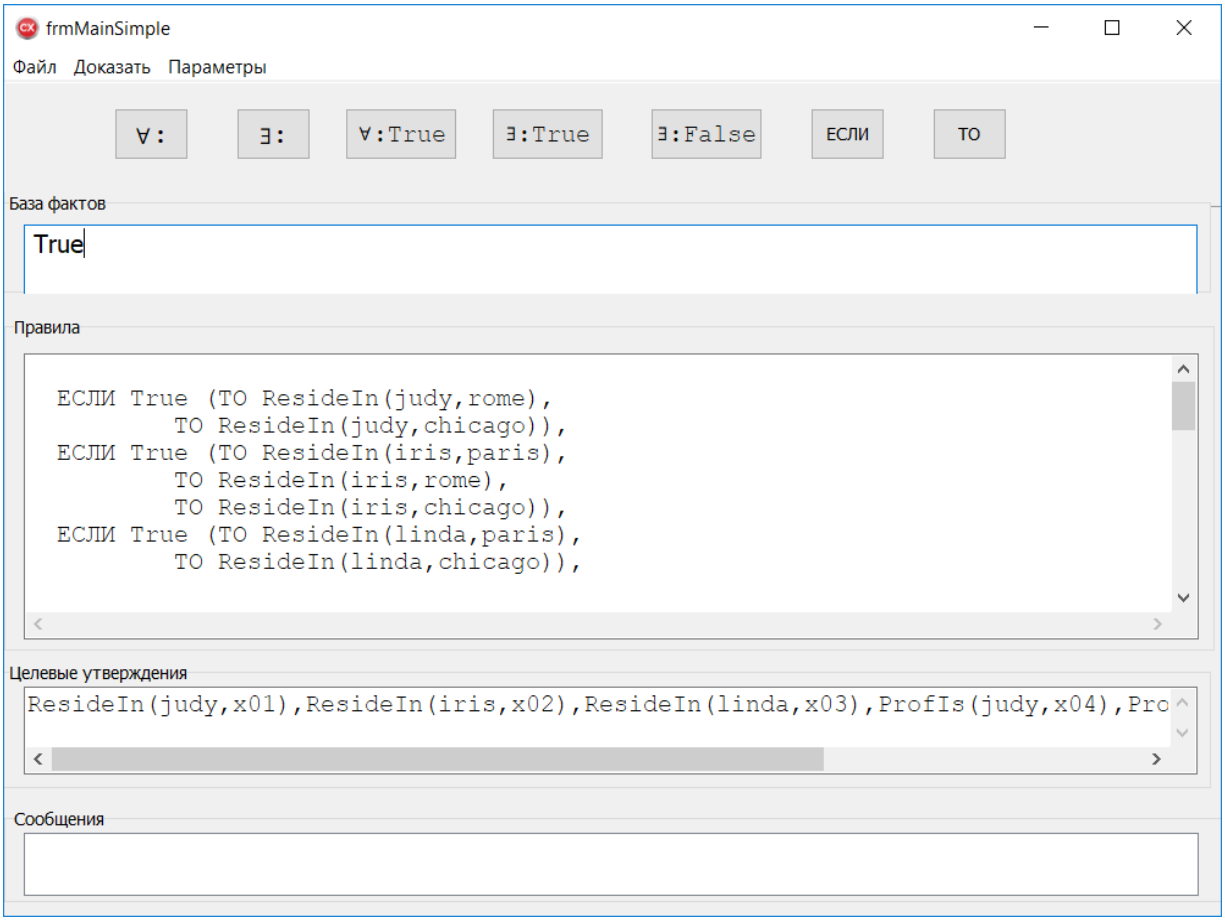


Рис. 1. Экранная форма

Пример сокращенной позитивно-образованной формулы

Задача: Три дочери писательницы Дорис Кей — Джуди, Айрис и Линда, тоже очень талантливы. Они приобрели известность в разных видах искусств — пении, балете и кино. Все они живут в разных городах, поэтому Дорис часто звонит им в Париж, Рим и Чикаго. (Judy – женщина, девушка; Iris – радуга).

Известно, что:

1. Джуди живет не в Париже, а Линда — не в Риме;
2. Парижанка не снимается в кино;
3. Та, кто живет в Риме, певица;
4. Линда равнодушна к балету.

Где живет Айрис, и какова ее профессия?

Приведет теперь сокращенную позитивно-образованную формулу записи формулировки приведенной задачи.

Начальное состояние базы данных, будет пустым, т.е. **True.**

Тело позитивно-образованной формулы, будет выглядеть следующим образом:

```
//Варианты городов проживания для Джуди, Айрис, Линда.
 ЕСЛИ True (ТО ResideIn(judy,rome),
                ТО ResideIn(judy,chicago)),
 ЕСЛИ True (ТО ResideIn(iris,paris),
                ТО ResideIn(iris,rome),
                ТО ResideIn(iris,chicago)),
 ЕСЛИ True (ТО ResideIn(linda,paris),
                ТО ResideIn(linda,chicago)),

//Варианты профессий для Джуди, Айрис, Линда.
 ЕСЛИ True (ТО ProfIs(judy,singing),
                ТО ProfIs(judy,ballet),
                ТО ProfIs(judy,cinema)),
 ЕСЛИ True (ТО ProfIs(iris,singing),
           ТО ProfIs(iris,ballet),
                ТО ProfIs(iris,cinema)),
 ЕСЛИ True (ТО ProfIs(linda,singing),
           ТО ProfIs(linda,cinema)),

//Парижанка не может сниматься в кино.
 ЕСЛИ  ResideIn(x1,paris),ProfIs(x1,cinema) ТО False,
//Парижанка не певица.
 ЕСЛИ  ResideIn(x2,paris),ProfIs(x2,singing) ТО False,
//Жительница Чикаго не певица.
 ЕСЛИ  ResideIn(x3,chicago),ProfIs(x3,singing) ТО False,

//Девушки имеют разные профессии
 ЕСЛИ  ProfIs(judy,x4),ProfIs(iris,x4) ТО False,
 ЕСЛИ  ProfIs(judy,x5),ProfIs(linda,x5) ТО False,
 ЕСЛИ  ProfIs(iris,x6),ProfIs(linda,x6) ТО False,

//В одном городе не могут жить две девушки
 ЕСЛИ  ResideIn(judy,x7),ResideIn(iris,x7) ТО False,
 ЕСЛИ  ResideIn(judy,x8),ResideIn(linda,x8) ТО False,
 ЕСЛИ  ResideIn(iris,x9),ResideIn(linda,x9) ТО False,

//Девушка не может иметь две профессии.
 ЕСЛИ  ProfIs(x10,singing),ProfIs(x10,ballet) ТО False,
 ЕСЛИ  ProfIs(x11,singing),ProfIs(x11,cinema) ТО False,
 ЕСЛИ  ProfIs(x12,ballet),ProfIs(x12,cinema) ТО False,
```

//Девушка не может жить одновременно в разных городах
ЕСЛИ ResideIn(x13,paris),ResideIn(x13,rome) ТО False,
ЕСЛИ ResideIn(x14,paris),ResideIn(x14,chicago) ТО False,
ЕСЛИ ResideIn(x15,rome),ResideIn(x15,chicago) ТО False.

Целевое утверждение имеет вид:

ResideIn(judy,x01),ResideIn(iris,x02),ResideIn(linda,x03),ProfIs(judy,x04),ProfIs(iris,x05),ProfIs(linda,x06).

При выполнении доказательство в системе автоматического доказательства теорем, был найден результат:

Получено решение:

1.ResideIn(judy,rome),ResideIn(iris,paris),ResideIn(linda,chicago),ProfIs(judy,singing),ProfIs(iris,ballet),ProfIs(linda,cinema).

Таким образом доказано, что Джуди живет в Риме и поет, Айрис живет в Париже и танцует в балете, Линда живет в Чикаго и снимается в кино.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунов Б.Е.* Интеллектное управление динамическими системами. – М.: Физико-математическая литература, 2000. - 352 с.

DEVELOPMENT OF THE SYNTAX LANGUAGE OF THE REDUCED POSITIVE-FORMED FORMS

Ten A.
andreiten1@gmail.com
Supervisor: I. Barkov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

A formal description of the results of the development of the syntax of a language of abbreviated positively formed formulas is given.

УДК 004.932

ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ С КАМЕРЫ

Трусфус М. В.
mtrusfus@yandex.ru
Научный руководитель: Ф. И. Эминов, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе предложен метод измерения расстояний по изображениям с камеры. Описана математическая модель связей между физическими размерами объекта, расстоянием от камеры до объекта, размерами проекции объекта на изображении и погрешностями измерений. Предложены метод определения параметров камеры и алгоритм управления роботом при движении к цели. Приведены результаты экспериментального исследования реализации предложенного метода.

Введение

В данной работе рассматривается алгоритм для вычисления расстояния до наблюдаемого объекта с помощью одной камеры. Измерение расстояний – это одна из ключевых задач систем компьютерного зрения. Подобные алгоритмы применяются в различных отраслях, в том числе для обеспечения автономной навигации подвижных роботов и управления беспилотными летательными аппаратами, в интеллектуальных системах оценки состояния на дорогах и помощи в управлении транспортными средствами [1]. В настоящее время ведется множество исследований по практическому применению в системах измерения расстояний с

использованием стереозрения, т.е. систем в которых используется две и более камер [2]. Недостаточно внимания уделено системам измерения расстояний с использованием единственной камеры. Использование дополнительных камер увеличивает себестоимость аппаратных средств и их физический вес. Излишний вес приводит к сложностям в применении подобных систем в летательных аппаратах.

В большинстве случаев, когда требуется определить расстояние до объекта, его размеры заведомо известны. Например, для обеспечения навигации робота по цеху с заранее размеченными метками остановки или при посадке беспилотного летательного аппарата на платформу в месте, обозначенным специальным маркером. В подобных случаях для определения расстояние до обозначенных точек необходима только одна камера.

Целью данного исследования является разработка метода определения метрического расстояния до плоскости с нанесенным изображением маркера и смещения по осям координат параллельным плоскости по изображению, полученному с единственной камеры.

Математическая модель

В цифровой камере изображение формируется на матрице, расположенной за объективом на небольшом расстоянии. Принцип построения изображения показан на рис. 1.

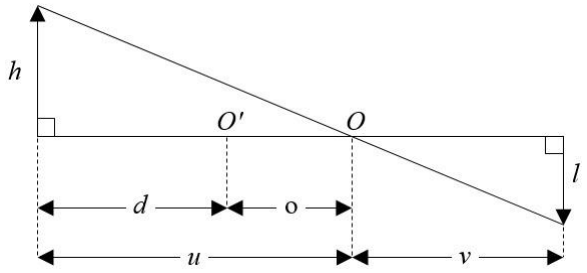


Рис. 1. Принцип формирования изображения в камере

Изображение высотой h, расположенное в плоскости перпендикулярной главной оптической оси на расстоянии u от оптического центра O, проецируется на матрице, расположенной в плоскости перпендикулярной главной оптической оси на расстоянии v. Высота проецируемого изображения равна l.

Размеры изображения и расстояния связаны следующей формулой:

$$\frac{l}{h} = \frac{v}{u}. \quad (1)$$

Расстояние v является фиксированным для камеры с постоянным фокусом. Матрица камеры состоит из множества пикселей фиксированного размера s. Размеры изображения на картинке измеряются в количестве пикселей n, которые занимает изображение. Связь физического размера изображения l на матрице с количеством пикселей в растре определяется формулой:

$$l = ns. \quad (2)$$

Оптический центр O расположен внутри объектива камеры. На практике, обычно требуется измерение расстояния d до объекта от иной точки O', смещенной в какую-либо сторону по оптической оси на расстояние o, таким образом, чтобы:

$$u = d + o. \quad (3)$$

Из формул (1) – (3) получаем формулу измерения расстояния d:

$$d = k * \frac{h}{n} - o, \quad (4)$$

где k, постоянный коэффициент, определяемый характеристиками камеры v и s с постоянным фокусом по формуле:

$$k = \frac{v}{l}. \quad (5)$$

Если расстояние d до объекта известно, то его размер h можно определить по количеству пикселей на изображении n путем преобразования формулы (4) в:

$$h = n * \frac{d + o}{k}. \quad (6)$$

Так как количество пикселей n является целочисленной величиной, а физические расстояния непрерывны, то измерения расстояний d и k заведомо будут содержать погрешность. Количество пикселей всегда известно с абсолютной точностью. Погрешность измерения расстояния до объекта определяется исходя из формулы (4) как разность соседних значений n и $n + 1$:

$$\Delta_d = \frac{k * h}{n^2 + n}. \quad (7)$$

Путем преобразования (6) – (7) можно определить зависимость погрешности измерения расстояния до объекта от физического расстояния и размера объекта:

$$\Delta_d = \frac{(d + o)^2}{k * h + d + o}, \quad (8)$$

Из (8) очевидно, что погрешность прямо пропорциональна расстоянию и обратно пропорциональна его физическому размеру.

Погрешность измерения размера объекта определяется исходя из формулы (6) как разность соседних значений $n + 1$ и n:

$$\Delta_h = \frac{d + o}{k}. \quad (9)$$

Из (9) очевидно, что погрешность прямо пропорциональна расстоянию, на котором осуществляется измерения размеров.

Определение параметров камеры

Для определения расстояний необходимо определить постоянные параметры камеры k и o. Для этого необходимо изображение размером h сфотографировать камерой на расстояниях d_1 и d_2, а на снимках измерить размеры объекта в пикселях n_1 и n_2 соответственно. Подставляя результаты измерений в (6), получится система уравнений:

$$\begin{cases} h = n_1 * \frac{d_1 + o}{k} \\ h = n_2 * \frac{d_2 + o}{k} \end{cases}. \quad (10)$$

Решая (10) получаем

$$o = \frac{n_1 d_1 - n_2 d_2}{n_2 - n_1}. \quad (11)$$

Исходя из формулы (6) находим k:

$$k = n * \frac{(d + o)}{h}. \quad (12)$$

Если у объектива камеры переменный фокус, то для каждого фокусного расстояния объектива необходимо сделать отдельные снимки объекта и определить свои значения k и o по формулам (11) – (12).

Алгоритм управления роботом при движении к цели

Описанная в предыдущих разделах математическая модель справедлива только, когда оптическая ось перпендикулярна плоскости, на которой находится изображения маркера, обозначающего цель. Поэтому камера, установленная на роботе, всегда должна быть направлена в сторону плоскости, на которой нанесены маркеры, а робот не должен осуществлять повороты в пространстве вокруг оси, перпендикулярной оптической оси камеры. Данное условие всегда выполняется при решении задачи вертикальной посадки конвертоплана в заданную точку.

На подготовительном этапе определятся точка робота, которая должна достигать цели. Точка может быть виртуальной, т. е. находиться за габаритами робота, например, если требуется подвести его на определенное расстояние к маркеру. Достижением цели считается совпадение заданной точки с центром маркера, к которому осуществляется движение. После этого осуществляется подбор параметров на двух снимках с камеры робота на разном расстоянии, вычисляются значения k и o по формулам (11) – (12).

Сам алгоритм движения к цели представляет собой цикл, состоящий из следующих шагов:

1. Измерение расстояния до плоскости маркера по формуле (4).
2. Измерение смещений по осям координат от центра маркера то заданной точки робота в плоскости маркера по формуле (6).
3. Смещение робота в сторону центра маркера в плоскости маркера пока расстояние смещений не станет нулевым.
4. Движение робота в сторону уменьшения расстояния до маркера на минимально возможный шаг.
5. Измерение расстояния до плоскости маркера по формуле (4).
6. Если расстояние положительное, то возврат к шагу 2.

Постоянные корректировки робота по осям в плоскости маркера и пошаговое приближение к цели необходимы, чтобы в процессе приближения маркер полностью оставался в поле зрения камеры. Из-за высоких погрешностей измерений на большом расстоянии от маркера невозможно сразу определить необходимые смещения для робота по трем осям. Однако, при пошаговом приближении к цели, согласно формулам (8) – (9) погрешности будут уменьшаться, позволяя роботу точно достичь цели.

Реализация и экспериментальное исследование

Реализована программа на языке Java для измерения расстояния до маркера с фиксированными размерами и измерения расстояний в плоскости маркера. Интерфейс окна программы измерения расстояний приведен на рис. 2. Программа при обнаружении маркера визуализирует его обнаруженные точки зеленым цветом и выводит информацию о расстояниях и скорости работы алгоритма. Зеленым перекрестием в центре окна обозначен центр изображения (оптическая ось), синий отрезок – визуализация пути робота к цели. Расстояние до плоскости с изображением обозначено как «Высота», расстояние в плоскости маркера от точки пересечения оптической оси маркера и плоскости маркера обозначено как «Расст», которое также разбито по векторам осей в плоскости маркера «Гор» и «Верт». Программа также выводит суммарную частоту обработки кадров «FPS», в расчет которой включена задержка экспозиции камеры, и частоту обработки кадров алгоритмом «PFPS», рассчитанную с допущением мгновенной работы камеры для оценки эффективности работы самого алгоритма.

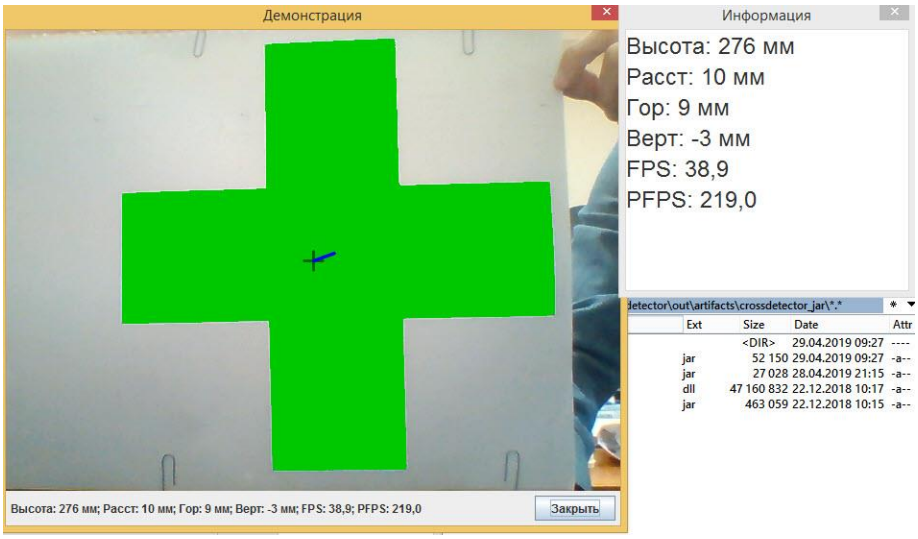


Рис. 2. Интерфейс окна программы измерения расстояний

Цель обозначается маркером из двух крестов разных размеров, помещенных друг в друга, распечатанных на листе А3. На расстояниях, когда в объектив камеры помещается внешний крест, программа определяет расстояния по нему. При приближении камеры к цели,

изображение внешнего креста выходит за пределы изображения, и программа определяет расстояние по внутреннему кресту. Подобная реализация позволяет уменьшить погрешности измерений на больших расстояниях за счет маркера большого размера, а также обеспечить измерение на малых расстояниях, когда проекция большого маркера выходит за пределы матрицы камеры. Изображение маркера приведено на рис. 3.

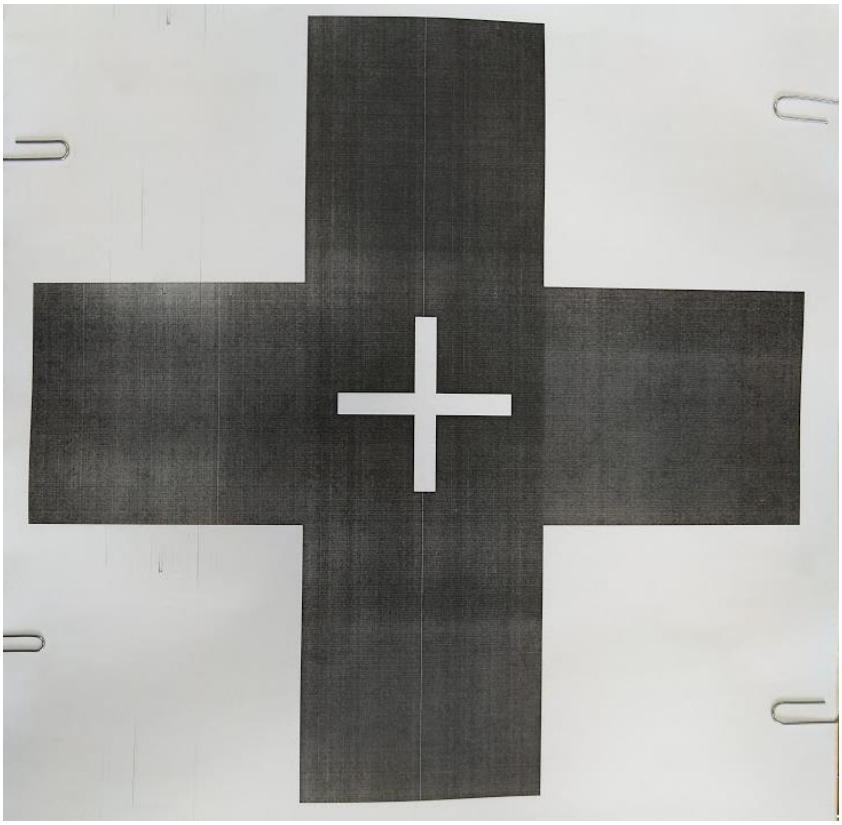


Рис. 3. Изображение маркера

Перед измерением расстояний, в программе необходимо указать размеры внутреннего и внешнего крестов, а также выполнить процедуру калибровки, на этапе которой выполняется вычисление параметров k и o по формулам (11) – (12). Процесс калибровки выполняется следующим образом. Пользователь устанавливает изображение маркера на произвольном расстоянии от камеры и измеряет расстояние от точки отсчета, вводя его в программу. Затем пользователь повторяет процесс перемещая маркер в другую точку.

Распознавание изображения осуществляется путем применения фильтра Канни [3], который позволяет определить границы крестов. При реализации программных средств использована библиотека OpenCV.

За счет того, что программа реализована на Java с использованием открытой библиотеки OpenCV, она может работать как на аппаратных ресурсах самого робота, так и на наземной станции управления роботом. Во втором случае необходимо будет обеспечить связь между роботом и наземной станцией для передачи изображения с камеры и управляющих воздействий роботу. Для обеспечения связи возможно использование беспроводной сети Wi-Fi [4-5]. Беспроводная сеть может быть построена с применением множества точек доступа и использоваться сразу множеством подвижных роботов [6-7], что позволит осуществлять управление роботами на большой территории. Однако, так как данные передаются по воздуху и распространяются во все стороны, возникают риски воздействия на сеть злоумышленниками [8-9], поэтому необходимо обеспечить меры защиты информации [10].

Экспериментальные исследования программы производились на компьютере на базе процессора Intel Core i7-4700MQ с тактовой частотой 2,4 ГГц и отдельно на устройстве Raspberry Pi 3 Model B+ на базе процессора Broadcom BCM2837B0 (Cortex-A53) с тактовой

частотой 1.4ГГц, в обоих случаях использовалась одна и та же вебкамера с разрешением матрицы 800x600, подключенная по USB.

Различие между работой программы на компьютере и устройстве только в частоте обработки кадров. На компьютере величина FPS составила в среднем 29 к/с, PFPS – 270 к/с. На устройстве Raspberry Pi FPS и PFPS показали одинаковое значение 15 к/с.

Результаты погрешности измерения расстояний одинаковые по средней величине и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований

Расстояние до цели (мм)	Средняя погрешность (мм)
100	4
200	6
500	6
1000	518
10000	2291
20000	2481
30000	4911

Метод измерения расстояний по изображением с камеры, несмотря на высокую погрешность на больших расстояниях, можно считать приемлемым для решения задачи навигации робота к цели. При приближении к цели величина ошибки измерений уменьшается. Так как алгоритм предполагает измерение расстояний при каждом шаге приближения к цели, а управляющим воздействием является указание направления движения, большая абсолютная погрешность на большом расстоянии не играет существенной роли.

Заключение

По результатам экспериментального исследования видно, что при малых расстояниях до целевой точки погрешность изменений достаточно мала, однако существенно увеличивается при отдалении от цели. Погрешность на определенном интервале расстояний может быть сведена к минимуму реализацией многоуровневых изображений маркеров внутри друг друга. Это позволяет достичь определенную точность измерений расстояний на необходимом интервале.

Данный метод можно считать приемлемым для реализации автоматической навигации робота к заданной метке несмотря на существенную ошибку измерений на больших расстояниях. При приближении робота к цели величина ошибки будет снижаться, а при достижении им определенного интервала будет достигнута необходимая точность для достижения им заданной точки.

Таким образом можно сделать вывод о том, что реализованный метод может быть применим для обеспечения автоматической навигации роботов. Одним из применений может быть вертикальная посадка беспилотного летающего аппарата в автоматическом режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Vishnyakov B.V., Vizilter Y.V., Knyaz V.A., Malin I.K., Vygolov O.V., and Zheltov S.Y.* Stereo sequences analysis for dynamic scene understanding in a driver assistance system // SPIE Optical Metrology. International Society for Optics and Photonics. 2015, June.

2. *Lazaros N., Sirakoulis G.C. and Gasteratos A.* Review of stereo vision algorithms: from software to hardware. International Journal of Optomechatronics. 2008. 2(4). P. 435–462.

3. *Canny J.* Finding edges and lines in images. Cambridge, 1983.

4. *Трусфус М. В.* Беспроводные сетевые технологии в инфокоммуникационной инфраструктуре корпораций // XXIII Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция, 8–10 ноября 2017 года: Материалы конференции. Сборник докладов: в 4 т. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2017. – Т. 2. – С. 867-872 – ISBN 978-5-9690-0394-1.

5. *Трусфус М. В.* Методы определения пропускной способности точки доступа беспроводной сети // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 8-10 августа 2018 г.: Материалы конференции. Материалы докладов – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та – 2018 – Т.2 – С. 636-642 – ISBN 978-5-7579-2322-2.

6. *Эминов Ф. И.* Параметры для развертывания беспроводных сетей в составе системы управления предприятия // Сборник: Аналитическая механика, устойчивость и управление Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н.Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т.К. Сиразетдинова. – Казань: Казанский технический ун-т им. А. Н. Туполева, 2017. – С. 277-285.

7. *Трусфус М. В.* Модель работы беспроводной сети с множеством рабочих станций и точек доступа в составе корпоративной сети предприятия // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 8-10 августа 2018 г.: Материалы конференции. Материалы докладов – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та – 2018 – Т.2 – С. 643-648 – ISBN 978-5-7579-2322-2.

8. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Разработка и эксплуатация программных систем защиты коммерческой тайны // Сборник: Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: Интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры. Материалы V Международной научно-практической конференции. – Казань: Центр инновационных технологий, 2018. Ч II. – С. 303-309.

9. *Качалкова С. В., Трусфус М. В., Мифтахова Л. Х.* Анализ рисков и критических угроз в технологии беспроводной связи посредством методологии ETSI // Вестник технологического университета – 2017 – Т. 20, № 1 – С. 128-131.

10. *Трусфус М. В., Соловьева Э. С.* Обеспечение безопасной работы корпоративных сетей с беспроводными устройствами // Безопасные информационные технологии. Сборник трудов Восьмой всероссийской научно-технической конференции / под. ред. М.А.Басараба – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана – 2017 – С. 497-499 – ISBN 978-5-9906631-9-0

DISTANCE MEASUREMENT USING A SINGLE CAMERA IMAGE

Trusfus M.

mtrusfus@yandex.ru

Supervisors: F. Eminov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The paper proposes a method for measuring of distances from using camera captures. A mathematical model of the interrelation between the physical dimensions of the object, the distance from the camera to the object, the size of the projection of the object in the image and measurement errors is described. A method for determining camera parameters and a robot navigation algorithm are proposed. The results of the experimental research of the proposed method implementation are presented.

УДК 519.876.5

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АЭРОПОРТА ЗА СЧЕТ РАБОЧИХ РЕСУРСОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Тухбатуллин Т.И., Курбанов Б.А.
timur1999t@mail.ru, babahan-98@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье представлена структурная схема организации процесса работы аэропорта, а именно таких ее разделов как «Вход пассажиров в аэропорт» и «Проход пассажирами всех процедур для посадки на самолет», для изучения подробной информации об этих подсистемах существует возможность прочитать их описание. Также приведена имитационная модель работы аэропорта в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация вышеуказанной модели работы аэропорта за счет рабочих ресурсов средствами системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма оптимизации являются варьирование количества обслуживающего персонала, металлоискателей, сведенные вместе с результатами имитационного моделирования и оптимизации имитационной модели в таблицу. В качестве подтверждения табличных значений приведено графическое отображение одного из этапов оптимизации, а именно оптимизация исходной модели по времени с момента входа пассажира в аэропорт и до захода на самолет, в системе AnyLogic.

Введение

Важнейшим фактором в эффективности процесса работы аэропорта, несомненно, является скорость прохождения всех этапов контроля и регистрации пассажирами.

Высокая эффективность достигается главным образом за счёт достаточной количества обслуживающего персонала, с увеличением которых и уменьшается время нахождение пассажиров в аэропорту. Тем не менее, нельзя увеличивать количество обслуживающего персонала и мест за которыми они сидят, ведь количество зависит от площади аэропорта, которую мы изменить не можем. Стоит отметить, что рентабельность работы аэропорта в основном зависит от рабочего персонала. Как правило, классифицированный специалист способен выполнять работу быстро без потери качества.

В связи с данными факторами разработка идеального алгоритма для работы аэропорта является трудоёмкой задачей. Так как провождение подобных экспериментов, с целью поиска приемлемого решения в реальных условиях очень сильно уменьшило бы производительность и прибыль аэропорта, была создана данная имитационная модель.

Использование имитационного моделирования позволяет описать процессы в аэропорту, учесть взаимодействия различных подсистем, изучать детальную статистику и поведение системы во времени, а также предсказывать сценарии изменений на различных горизонтах планирования. Практическая полезность данной статьи заключается в том, что в ней приведен пример легко настраиваемой, подробной имитационной модели с помощью средств среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы упаковки товаров

В аэропорт приезжают пассажиры на трех видах транспорта: такси, автобус, поезд(поезд, такси, автобус) после этого все проходят через металл детекторы (досмотр_на_вход). Далее те кто купил заранее через интернет билеты идут их оформлять(оформление_элБ), а остальные покупать но уже затратят на этой больше времени(покупка_билета). Далее все пассажиры без исключения проходят через паспортный контроль(паспортный_контроль). После когда набирается 300 человек они ожидают свой самолет в течении 20 минут, а после садятся в него и улетают.

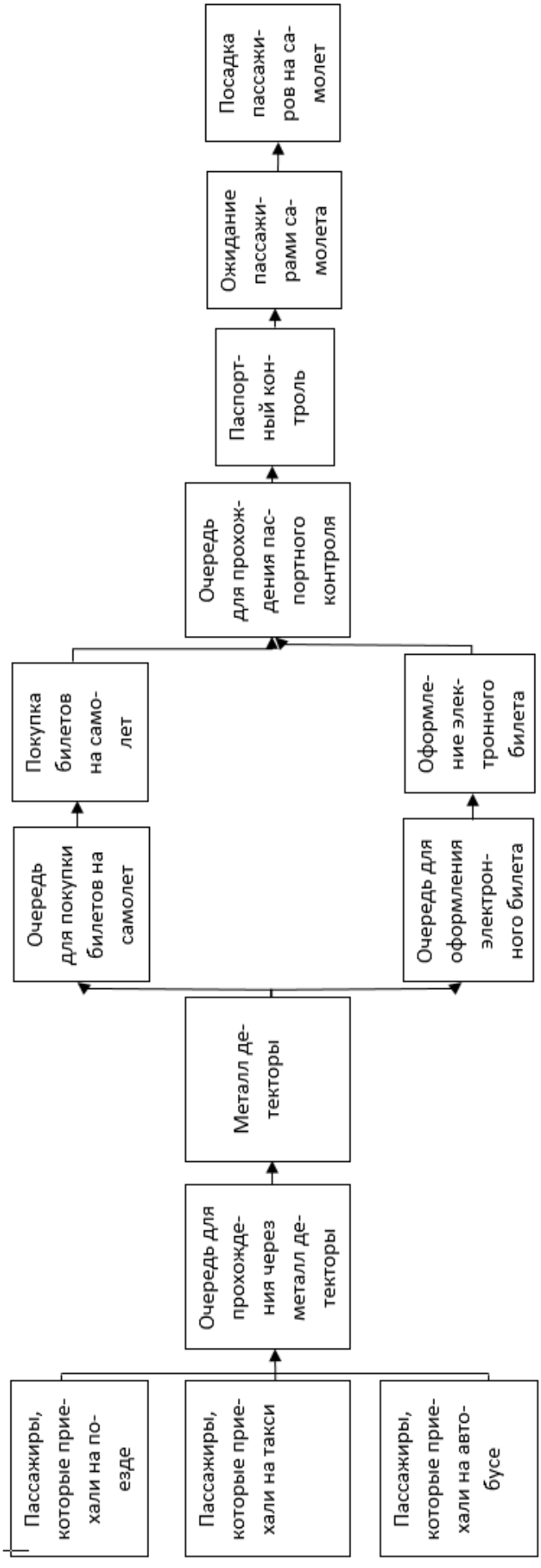


Рис. 1. Структурная схема организации работы линии упаковки и погрузки товаров

Моделирование и оптимизация

Рассматриваемая в данной работе модель была реализована в пакете AnyLogic 8.4, это лидирующая платформа для имитационного моделирования различных систем, позволяющая использовать много подходный метод имитационного моделирования.

Такой способ моделирования достаточно прост, он делает возможным органичное комбинирование и совмещение различных методов имитационного моделирования. Это позволяет создавать модели, которые будут просты в поддержке и будут полно-ценно выполнять свои функции. Данный подход подчеркивает положительные стороны, достоинства одних методов моделирования и компенсирует недостатки других

Создателем системы AnyLogic является российская компания по разработке программного обеспечения, «Экс Джей Текнолоджис».

Модель работы аэропорта в данной системе была построена на основании курсовой работы «Оптимизация работы аэропорта», схему модели можно увидеть на рис.2.

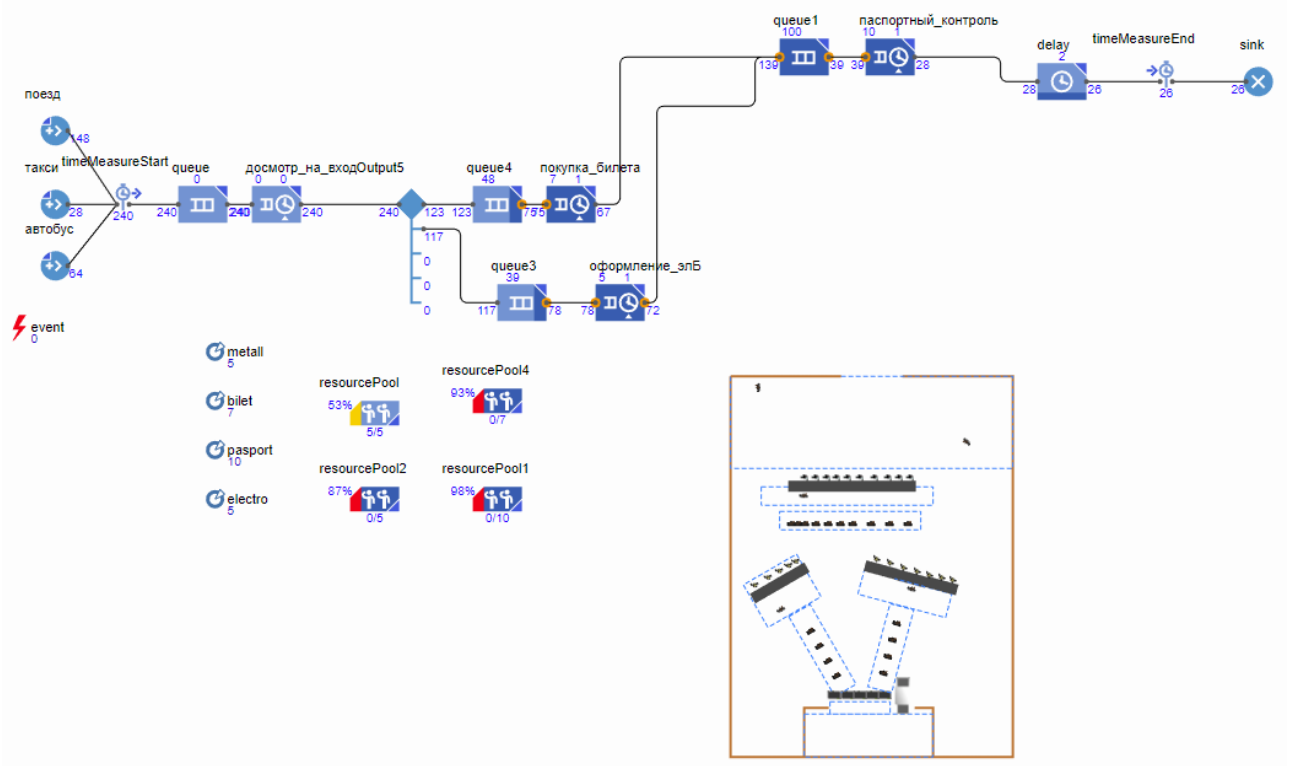


Рис. 2. Модель работы производства по упаковке товаров в системе AnyLogic

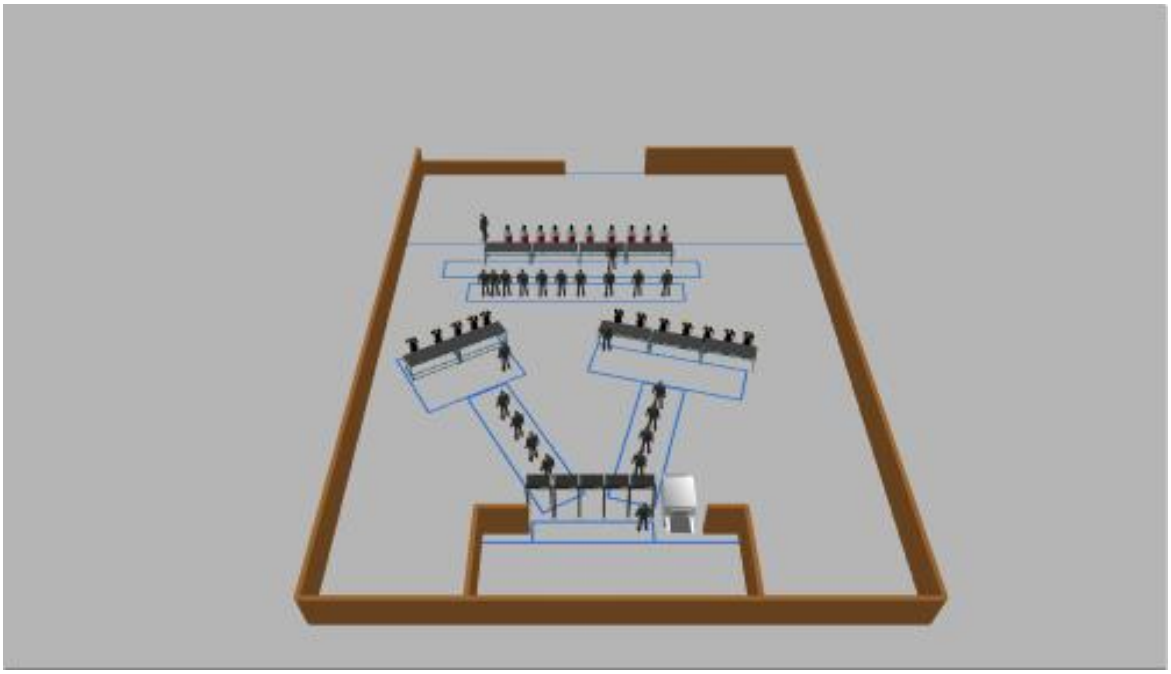


Рис. 3. Эксперимент работы производства по упаковке товаров в системе AnyLogic

Также на рис.3 представлен эксперимент работы данного моделирования.

Для оптимизации модели было задано встроенное ограничение в создании 50000 транзактов в учебной версии программы AnyLogic. Полученные в ходе работы результаты оптимизации продемонстрированы в таблице 1. После оптимизации модели число металл детекторов, которые должны проверять пассажиров на наличие запрещенных вещей, увеличилось с 1 штуки (исходная модель) до 5 штук.

Число работников, которые занимаются продажей билетов увеличилось с 1 человека до 7. Число работников, которые занимаются регистрацией электронных билетов увеличилось с 1 человека до 5. Также увеличилось и число обслуживающего персонала, работающих за стойками паспортного контроля от 1 человека до 10. Все вышеперечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис.4.

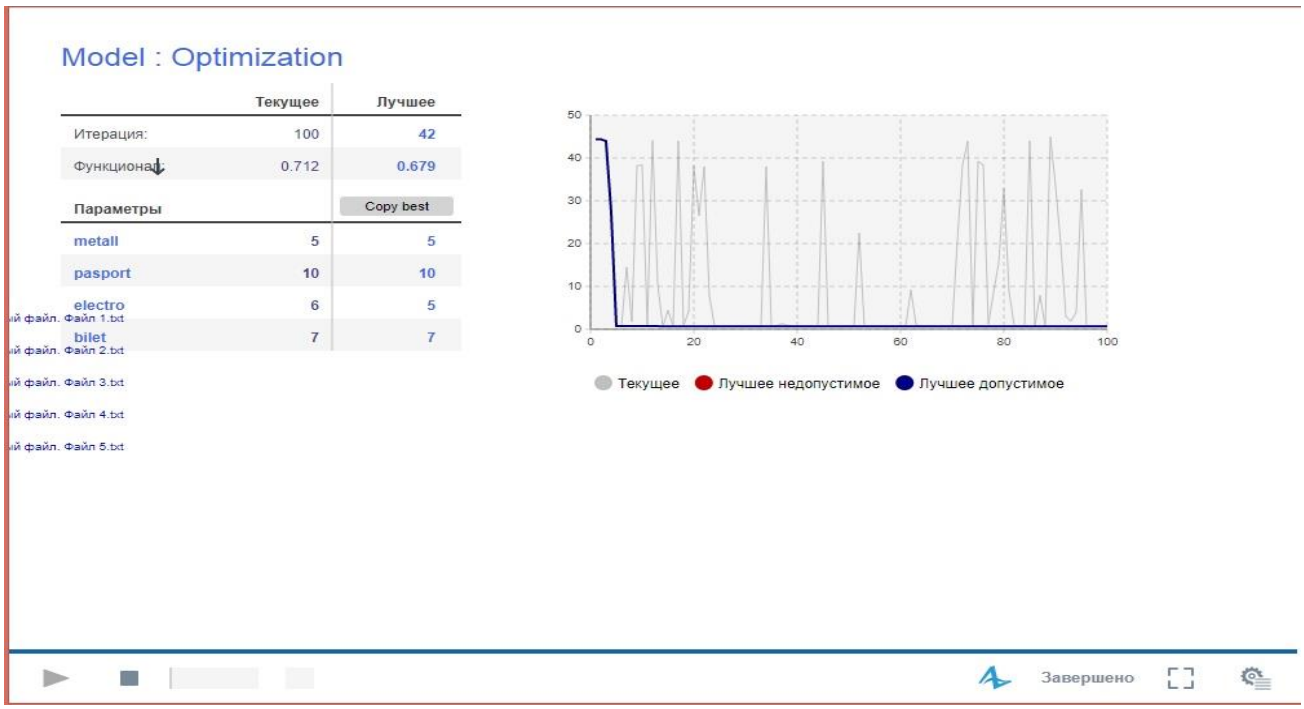


Рис. 4. Оптимизация исходной модели по времени нахождения товаров на конвейерах в системе AnyLogic

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	6
metall	Количество металл детекторов	1	1	10	5
pasport	Количество обслуживающего персонала, стоящих за стойками паспортного контроля	1	1	10	10
electro	Количество обслуживающего персонала, стоящих за стойками для регистрации электронных билетов	1	1	10	5
bilet	Количество обслуживающего персонала, стоящих за стойками для продажи билетов на самолет	1	1	10	7

Выводы

Таким образом, в процессе выполнения работы была реализована структурная модель работы аэропорта и осуществлена оптимизация ее имитационной модели с помощью регулирования количества работников, сидящих за стойками продажи билетов, регистрации электронных билетов, паспортного контроля, а также с помощью увеличения числа металл детекторов.

Проведенный эксперимент на модели выявил решение, способствующее оптимизации аэропорта и повышению эффективности работы. Полученный алгоритм сокращает время нахождения пассажиров в очередях и в целом в самом аэропорту, что позволяет сэкономить время клиентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* О разработке математических моделей, методов и программного обеспечения для проектирования перспективных изделий запрос-ответной аппаратуры / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 155-162.

2. *Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* О построении подсистемы удаленного мобильного доступа к информационным ресурсам некоторой организации / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 139-147.

3. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.* Разработка системы мониторинга состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 19. С. 75-81.

4. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

5. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В.* Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем / Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76.

6. *Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* Краткий обзор графических редакторов структурных моделей сложных систем / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 17. С. 213-221.

OPTIMIZATION WORK OF THE AIRPORT AT THE EXPENSE BY WORK RESOURCES IN THE SIMULATION MODELING ENVIRONMENT ANYLOGIC

Tuhbatullin T., Kurbanov B.
timur1999t@mail.ru, babahan-98@mail.ru
Academic adviser: V. Mokshin, Cand. Tech. of Science, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article presents a structural diagram of the organization of the airport operation process, namely, its sections as “Passengers' Entrance to the Airport” and “Passengers Passing All Procedures for Boarding the Plane”. To learn detailed information about these subsystems, you can read their descriptions. Also, a simulation model of the airport in the AnyLogic simulation modeling system is given. The above model of airport operation was optimized at the expense of operating resources using the AnyLogic simulation system. The rationale for using the proposed opti-mization algorithm is the variation in the number of servicing personnel and metal detectors, combined with the results of simulation modeling and optimization of the simulation model in a table. As a confirmation of the tabular values, a graphic display of one of the optimization stages is given, namely, the optimization of the initial model with respect to time from the moment a passenger enters the airport and before entering the plane, in the AnyLogic syst em.

УДК 519.876.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО УПАКОВКЕ ТОВАРОВ В СИСТЕМЕ ANYLOGIC

Фаттахов Н.И., Ханова З.Р.
niyazambiti.on@mail.ru, nekotanekota@yandex.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье представлена структурная схема организации процесса упаковки товара, а именно таких ее разделов как «Упаковка товаров» и «Сборка упакованных товаров», для изучения подробной информации об этих подсистемах существует возможность прочитать их описание. Также приведена имитационная модель работы производства по упаковке товаров в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация вышеуказанной модели работы производства по упаковке товаров за счет рабочих ресурсов, скорости конвейеров, а также их вместимости средствами системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма оптимизации являются варьирование скорости конвейеров и их длинны, а также загруженность рабочих ресурсов, используемых на данном упаковочном производстве, сведенные вместе с результатами имитационного моделирования и оптимизации имитационной модели в таблицу. В качестве подтверждения табличных значений приведено графическое отображение одного из этапов оптимизации, а именно оптимизация исходной модели по времени обработки товара, в системе AnyLogic.

Введение

Важнейшим фактором в эффективности процесса упаковки товаров, несомненно, является скорость прохождения всех этапов упаковки.

Высокая эффективность достигается главным образом за счёт достаточной длины конвейеров, на ленты которых поступают товары, а также скорости их прокрутки, для своевременной поставки товара к упаковочной или погрузочной аппаратуре. Тем не менее, чрезмерное злоупотребление увеличением скорости конвейеров или их вместимости может вывести советующие механизмы из строя и привести к долгому застою в производстве товаров. Стоит отметить, что рентабельность производства по упаковке товаров также

зависит и от рабочего персонала. Как правило, классифицированный специалист способен выполнять работу быстро без потери качества.

В связи с данными факторами разработка идеального алгоритма для производства по упаковке товара является трудоёмкой задачей. Так как провождение подобных экспериментов, с целью поиска приемлемого решения в реальных условиях очень сильно уменьшило бы производительность и прибыль предприятия, была создана данная имитационная модель.

Использование имитационного моделирования позволяет описать процессы на конвейерной ленте, учесть взаимодействия различных подсистем упакованной системы, изучать детальную статистику и поведение системы во времени, а также предсказывать сценарии изменений на различных горизонтах планирования. Практическая полезность данной статьи заключается в том, что в ней приведен пример легко настраиваемой, подробной имитационной модели.

Описание системы работы упаковки товаров

С зоны хранения продукции трёх видов (Тип_тов_1, Тип_тов_2, Тип_тов_3) товары по конвейерной ленте (Путь_к_сортировке) поступают в сортировочный центр, функциональность которого зависит от робота(Робот).

После сортировки товаров каждый из них в зависимости от типа товара отправляются в соответствующий им упаковочный центр (упаковка1, упаковка2, упаковка3) по соответствующей конвейерной ленте (Путь_к_уп_1, Путь_к_уп_2, Путь_к_уп_3). Процессом упаковки управляют работники (Работники)

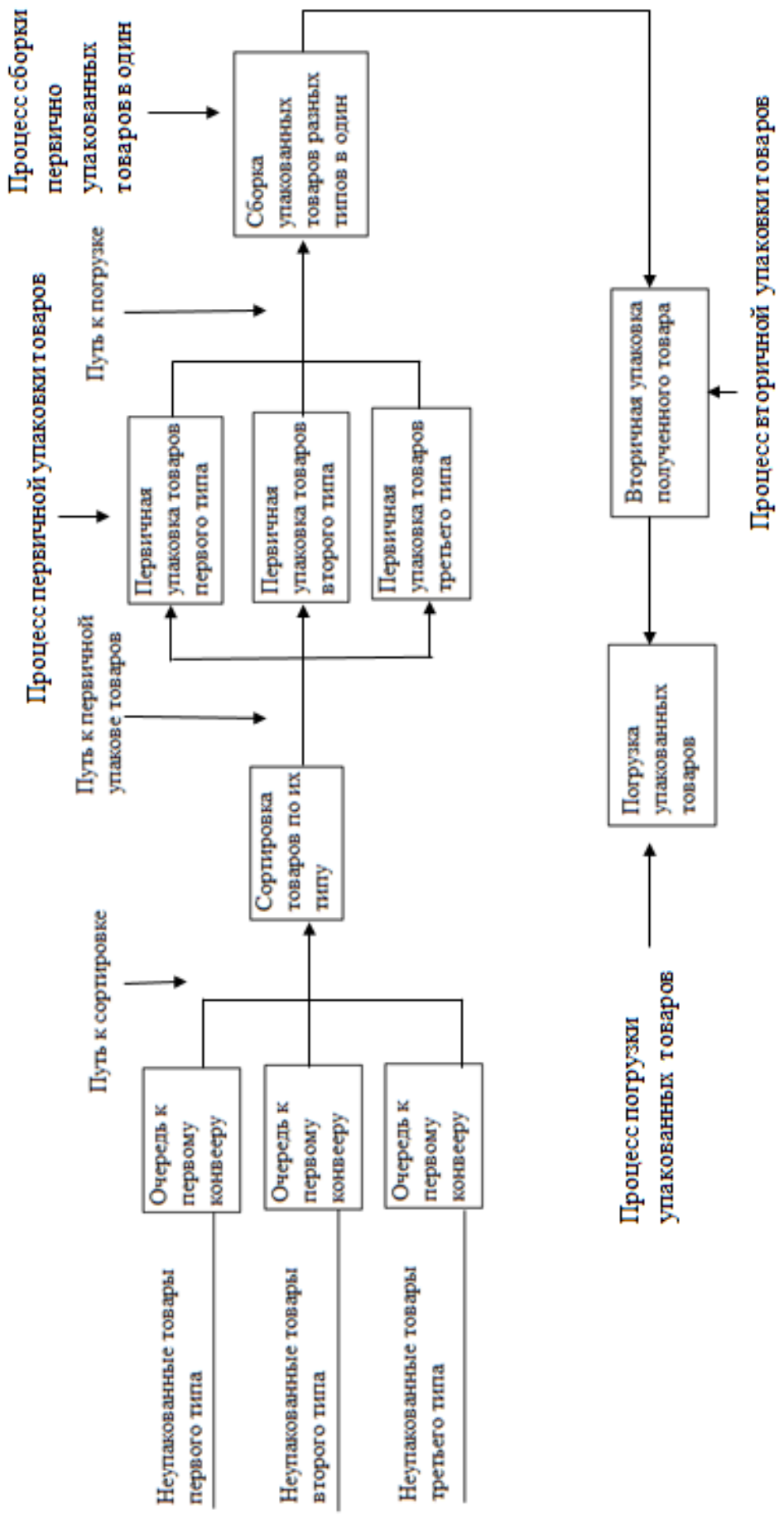


Рис. 1. Структурная схема организации работы линии упаковки и погрузки товаров

Когда процесс упаковки товара завершен он снова отправляется на конвейерную ленту (Путь_к_погр_1, Путь_к_погр_2, Путь_к_погр_3), которая в свою очередь перемещает его к месту общей сборки товаров (Сборка_уп_товаров_в_один).

В конце конвейера конечный сформированный продукт оправляется на погрузку (Погрузка), которой в свою очередь занимаются работники предприятия (Работники). Диаграмма, отражающая описание системы упаковки товаров представлена на рис.1.

Моделирование и оптимизация

Рассматриваемая в данной работе модель была реализована в пакете AnyLogic 8.4, это лидирующая платформа для имитационного моделирования различных систем, позволяющая использовать многоподходный метод имитационного моделирования.

Такой способ моделирования достаточно прост, он делает возможным органичное комбинирование и совмещение различных методов имитационного моделирования. Это позволяет создавать модели, которые будут просты в поддержке и будут полноценно выполнять свои функции. Данный подход подчеркивает положительные стороны, достоинства одних методов моделирования и компенсирует недостатки других

Создателем системы AnyLogic является российская компания по разработке программного обеспечения, «Экс Джей Текнолоджис».

Модель работы производства по упаковке товаров данной системе была построена на основании курсовой работы «Оптимизация производства по упаковке товаров», схему модели можно увидеть на рис. 2.

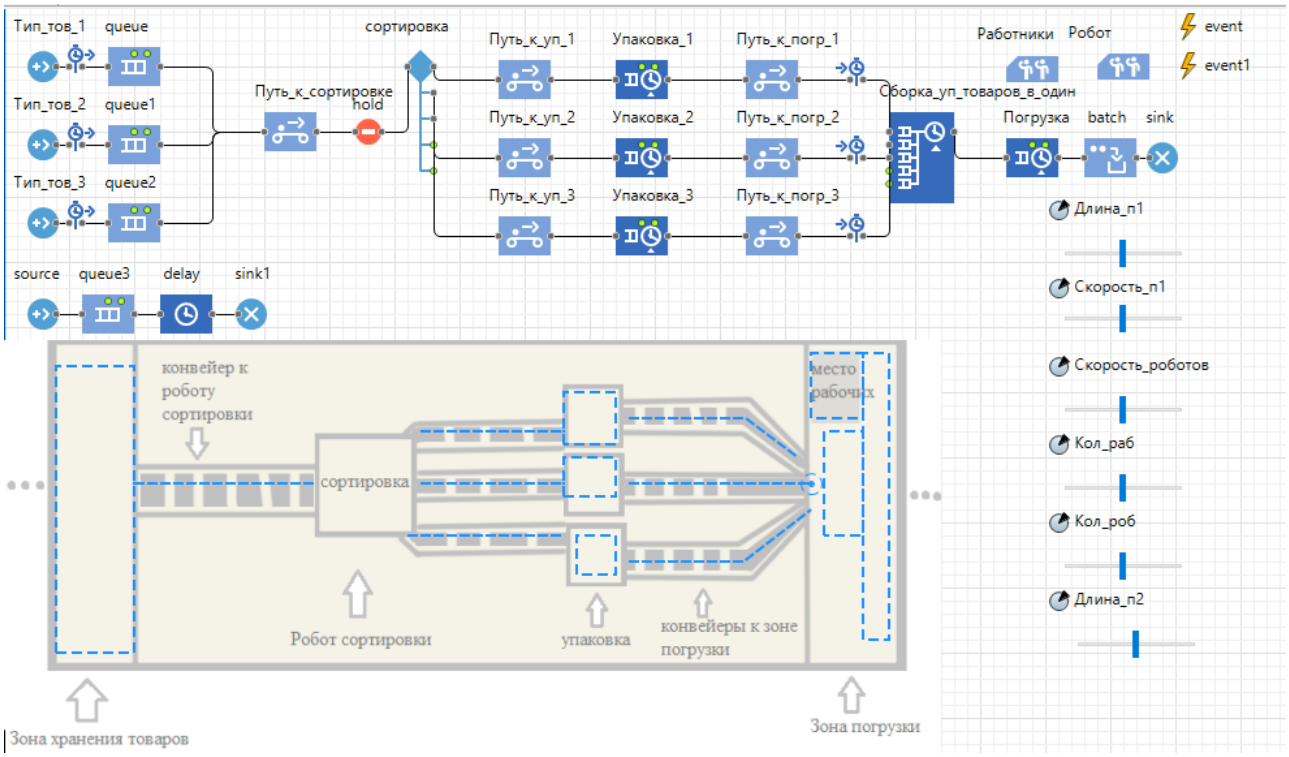


Рис. 2. Модель работы производства по упаковке товаров в системе AnyLogic

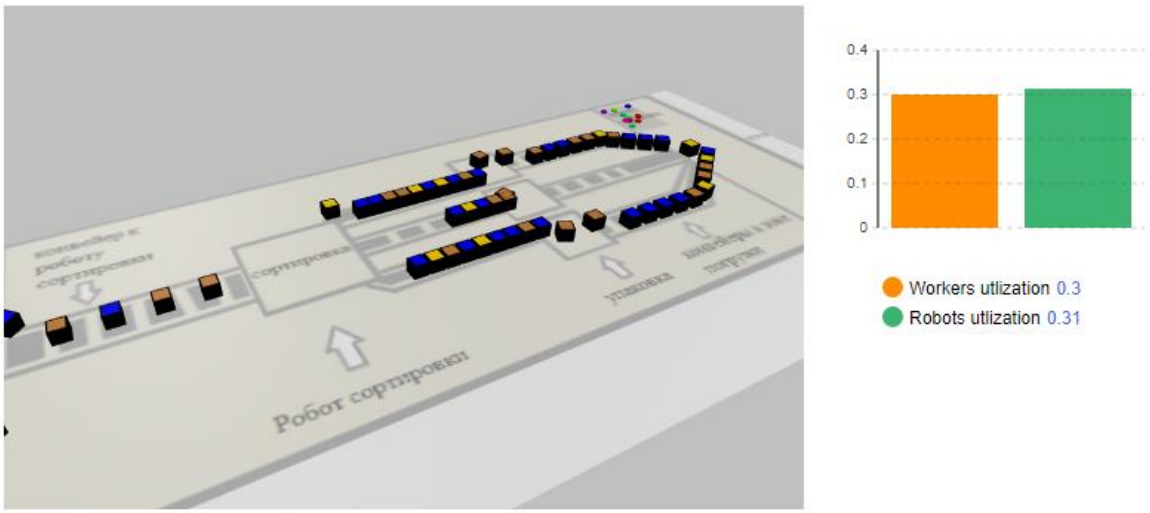


Рис. 3. Эксперимент работы производства по упаковке товаров в системе AnyLogic

Также на рис.3 представлен эксперимент работы данного моделирования.

Для оптимизации модели было задано 100 единиц времени, для работы модели - 8 часов. Полученные в ходе работы результаты оптимизации продемонстрированы в таблице 1. После оптимизации модели число рабочих, которые должны были участвовать в первичной упаковке товаров, уменьшилось с 2 людей (исходная модель) до 1 человека.

Наиболее подходящие значения длин конвейеров, ведущих, как к сортировке товаров, так и к их первичной обработке, способствующих максимально эффективной работе производства, равны 1 м. Кроме того, результаты моделирования показали, что для первичной и вторичной упаковки товаров достаточно одного робота в назначенном месте. Использование 10 роботов не влияет на эффективность работы. Все вышеперечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис.4.

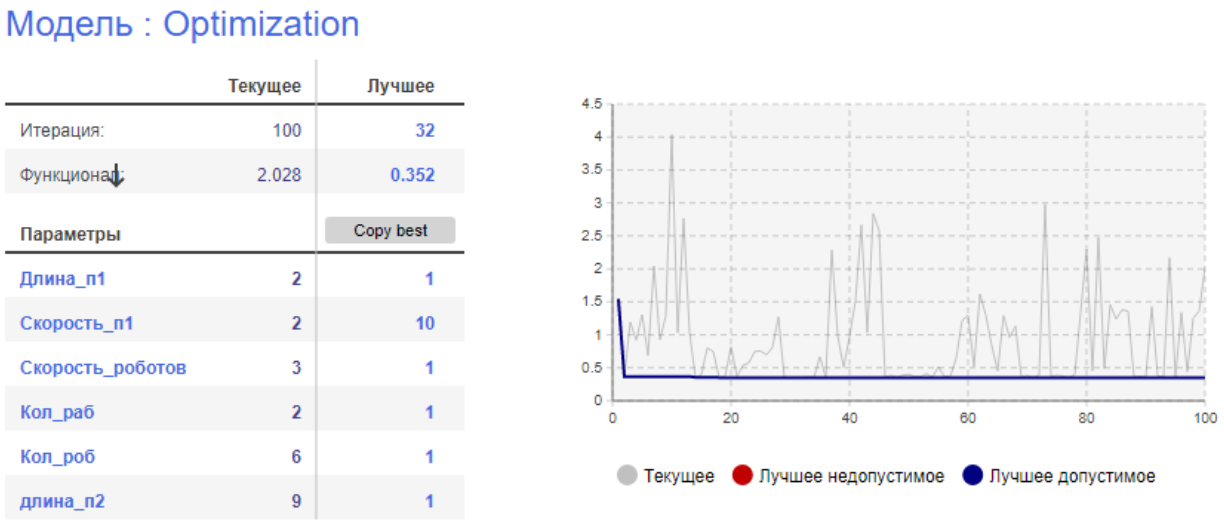


Рис. 4. Оптимизация исходной модели по времени нахождения товаров на конвейерах в системе AnyLogic

Выводы

Таким образом, в процессе выполнения работы была реализована структурная модель производства по упаковке товаров и осуществлена оптимизация имитационной модели работы производства с помощью регулирования количества роботов, рабочих, длин конвейеров и скорости работы роботов.

Проведенный эксперимент на модели выявил решение, способствующее оптимизации производства и повышению эффективности работы. Полученный алгоритм сокращает время нахождения товаров на конвейерах, тем самым позволяя обрабатывать максимальное число поступающих на производство товаров с минимальным числом ресурсов, что в свою очередь сокращает затраты.

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	1
Длина_п1, м	Длина первого конвеера	10	1	10	10
Скорость_п1, м/с	Скорость первого конвеера	1	1	0	1
Скорость_роботов, м/с	Скорость роботов	1	1	10	1
Кол_раб, чел	Количество рабочих	2	1	10	1
Кол_роб	Количество работников	2	1	10	1
Длина_п2, м	Длина конвееров ведущих к первичной упаковке	10	1	10	1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* О разработке математических моделей, методов и программного обеспечения для проектирования перспективных изделий запрос-ответной аппаратуры / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 155-162.

2. *Кожевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* О построении подсистемы удаленного мобильного доступа к информационным ресурсам некоторой организации / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 139-147.

3. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.* Разработка системы мониторинга состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 19. С. 75-81.

4. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

5. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В.* Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем / Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76.

6. *Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.* Краткий обзор графических редакторов структурных моделей сложных систем / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 17. С. 213-221.

7. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, М.В. Трусфус, В.В. Мокшин*, Вестник Технологического университета, 20, 15, 118-122 (2017).

8. *И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, З.Т. Яхина*, Вестник Технологического университета, 20, 16, 113-119 (2017).

OPTIMISATION OF WORK PACKAGING PRODUCTION IN THE SYSTEM ANYLOGIC

Fattakhov N., Khanova Z.
niyazambiti.on@mail.ru, nekotanekota@yandex.ru
Academic adviser: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article presents a block diagram of the organization of the product packaging process, namely, such sections as “Packaging of goods” and “Assembling of packed goods”, for studying detailed information about these subsystems there is an opportunity to read their description. Also shown is a simulation model of the production of packaging goods in the simulation system AnyLogic. Optimization of the above production model for the packaging of goods at the expense of working resources, the speed of conveyors, as well as their capacity using the AnyLogic simulation system, has been carried out. The rationale for the use of the proposed optimization algorithm is the variation in the speed of conveyors and their lengths, as well as the workload of work resources used in this packaging production, combined with the results of simulation modeling and optimization of the simulation model in a table. As a confirmation of the tabular values, a graphical display of one of the optimization stages, namely, the optimization of the initial model by the time of product processing, in the AnyLogic system is given.

УДК 004.9

ВЫБОР СОСТАВА БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ

Хабибуллин Р.С.
r1xxl@yandex.ru
Научный руководитель: А.С. Катасёв, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе решается задача выбора состава бортового оборудования беспилотного летательного аппарата для слежения за подвижными объектами. Предлагается структурная схема бортового оборудования, а также схема пилотажного комплекса беспилотного летательного аппарата. Актуализируется решение задач слежения за движущимся объектом, полета вдоль протяженного объекта мониторинга и оценка его состояния.

В настоящее время наблюдается тенденция к использованию беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в сфере военной и гражданской авиации. Приоритетными направлениями использования БЛА являются обеспечение мониторинга местности и оценка состояния наземных объектов. Одним из важных вопросов при проектировании летательных аппаратов является выбор состава бортового оборудования, обеспечивающего необходимую функциональность и надежность БЛА [1-3]. Вычислительная часть комплекса бортового оборудования рассматривается как распределенная информационно-вычислительная система. В качестве пути ее реализации предлагается использование унифицированных вычислительных модулей, связанных программируемой коммутационной средой на основе стандартных интерфейсов. Реализация архитектуры коммутационной среды предпочтительна в виде общей шины, так как это облегчает задачу программной реализации межблочного обмена, синхронизацию работы подсистем, входящих в состав бортового оборудования, а также существенно упрощает процесс модификации состава бортовых систем.

После выбора архитектуры коммутационной среды встает вопрос выбора интерфейса, на основе которого можно реализовать обмен информацией, обеспечив, по возможности, максимальную скорость передачи данных и высокую степень помехозащищенности. При выборе интерфейса передачи данных целесообразно ориентироваться на последовательные интерфейсы второго поколения – USB, SPI, CAN и их модификации. Исходя из общих представлений о составе бортового оборудования летательных аппаратов, а также принимая во внимание специфику рассматриваемого БЛА, выделим основные подсистемы, которые

должны входить в состав его бортового оборудования: пилотажный комплекс (ПК), оптико-электронная система (ОЭС), спутниковая навигационная система (СНС), аппаратура радиопередачи, система управления двигателем, рулевые механизмы.

На рисунке 1 представлена схема оборудования беспилотного летательного аппарата.

Рис. 1. Структурная схема бортового оборудования беспилотного летательного аппарата

Оптико-электронная система служит для цифровой фотосъемки местности и передачи полученного изображения в пилотажный комплекс для его анализа и, по необходимости, корректировки траектории полета БЛА. Данная система является достаточно важным компонентом бортового оборудования, так как беспилотные летательные аппараты приобрели широкую популярность именно благодаря возможности получать видовую информацию с местности, на которой трудно разместить наблюдателя.

Технически системы реализуются в виде системы оптических устройств, размещаемых либо непосредственно в корпусе ЛА и жестко связанных с его конструкцией, либо с помощью гиростабилизированных платформ, обеспечивающих поворот оптических осей устройств в любую сторону с заданной скоростью.

Как правило, жесткая связь оптической оси устройства с конструкцией ЛА используется для авиационных фотоаппаратов и оптических устройств обзора передней или другой полусфер ЛА. Оптические датчики и фотокамеры сильно отличаются по размерам и по массе. Очевидно, что реализация таких специфических требований как дальность до объекта съемки и высокое разрешение на местности неизбежно приводит к росту массы и стоимости подобных устройств.

Применение подобных устройств позволяет решать большое количество практических задач. Однако для получения качественного результата необходимо выполнение достаточно жестких требований к стабилизации положения ЛА в воздухе в момент проведения съемки. К сожалению, принцип устройства подобных аппаратов часто не позволяет реализовывать режимы сопровождения целей, а при попытке их реализации появляется большое количество ограничений и сложностей.

Более гибкими оказываются оптические устройства, размещаемые на гиростабилизированных платформах. Мировая практика накопила достаточный опыт применения подобных устройств и рынок электронно-оптических систем наблюдения и разведки предлагает широкий их ассортимент.

Использование гиростабилизированных платформ с оптическими устройствами обеспечивает решение задач сопровождения выбранной цели при эволюциях ЛА в полете или изменении пространственного положения цели. Совместная установка телевизионной и инфракрасной камер позволяет существенно повысить информативность получаемого изображения, а дополнение в виде лазерного дальномера-целеуказателя дает возможность точного определения относительных координат цели.

Исходя из специфики задач, решаемых с помощью рассматриваемого БЛА, очевидно, что

необходимо использование оптических устройств на гиростабилизированных платформах. В качестве примера одного из таких устройств можно рассмотреть отечественную оптическую многодатчиковую систему для разведки и наблюдения на малых и средних высотах полета СОН-112. Она имеет стабилизацию по трем осям, телевизионную и инфракрасную камеры, лазерный дальномер-целеуказатель.

Спутниковая навигационная система предназначена для определения координат текущего местонахождения БЛА с помощью спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС. Данные о местонахождении БЛА, полученные от спутниковых систем, можно использовать для привязки фотоснимка ОЭС к географической координатной сетке, а также в навигационных алгоритмах пилотажного комплекса.

Аппаратура радиопередачи является "связующим звеном" между БЛА и наземным пунктом управления. Среди функций аппаратуры радиоуправления можно выделить:

- прием команд управления с наземного пункта управления;
- передачу информации о состоянии полета на наземный регистратор.

Рулевые механизмы представляют собой подвижные части крыла, изменяющие свое угловое положение под воздействием вращательного момента, создаваемого встроенными в них электромоторами. Отклонение рулевых механизмов влечет за собой появление вращательных моментов по продольной, поперечной либо вертикальной оси летательного аппарата. Значение необходимой величины управляющего напряжения, подаваемого на рулевые механизмы, рассчитывается пилотажным комплексом на основе логики законов управления и выдается на рулевые механизмы посредством цифро-аналоговых преобразователей.

Пилотажный комплекс представляет собой ядро информационно-вычислительной системы летательного аппарата и является довольно сложной, многомодульной системой которую можно представить в виде структурной схемы, приведенной на рисунке 2.

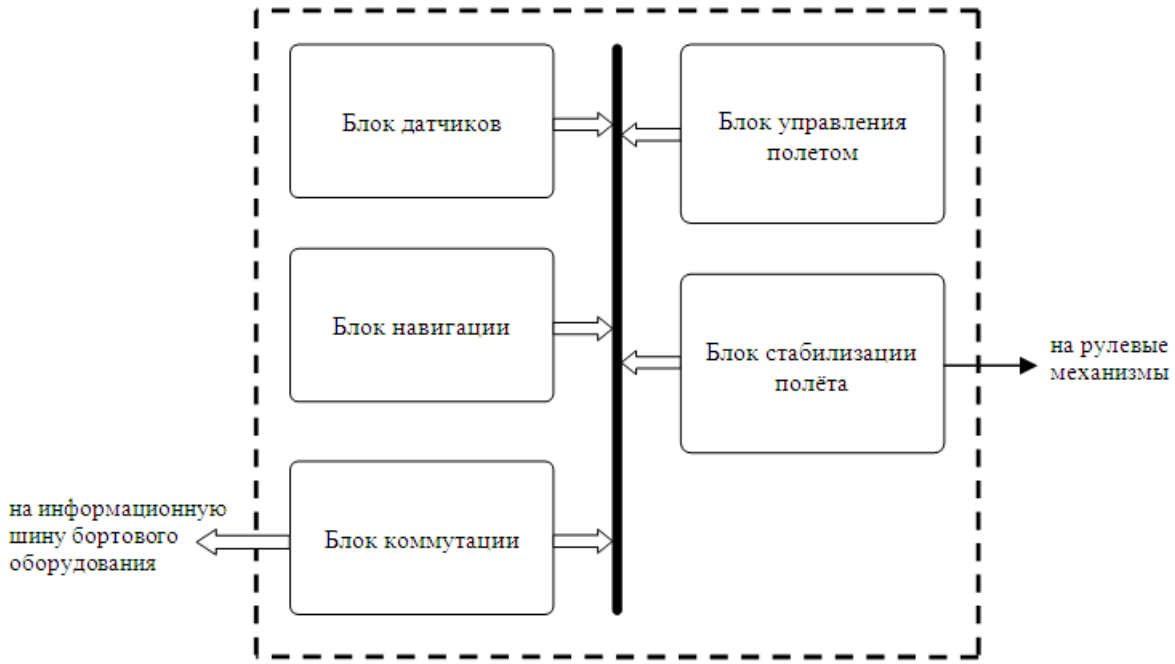


Рис. 2. Структурная схема пилотажного комплекса беспилотного летательного аппарата

Как видно из рисунка 2, пилотажный комплекс состоит из нескольких блоков, объединенных общей информационной шиной. Разбиение на блоки осуществлено по функциональному признаку, т.е. каждый блок реализует свой ограниченный набор функций. Подобное разбиение приводит к упрощению корректировки программного обеспечения пилотажного комплекса, повышению быстродействия и надежности его функционирования.

Рассмотрим функции каждого из блоков, входящих в состав ПК. Блок датчиков предназначен для сбора показаний датчиков первичной информации (ДПИ), расчета

вторичных значений параметров полета (углы ориентации, курс, истинная и приборная скорости полета, барометрическая высота и т.п.). Взаимодействие процессора блока датчиков с ДПИ осуществляется посредством аналогово-цифровых преобразователей.

В настоящее время блоки датчиков выпускаются в виде готового решения. Примером может служить малогабаритная интегрированная навигационная система КомпаНав-2 производства ООО "ТеКнол". Эта система выдает в цифровой форме полный набор навигационных данных и параметров ориентации:

- координаты местоположения и высота;
- углы ориентации;
- скорость в земной системе координат;
- воздушная скорость;
- вертикальная скорость;
- ускорения, угловые скорости.

Блок навигации предназначен для вычисления координат текущего местонахождения БЛА без использования спутниковой навигационной системы. К точности функционирования этого блока должны предъявляться достаточно высокие требования, так как информация о текущем местонахождении БЛА играет одну из важных ролей в процессе управления полетом. Отметим, что это замечание верно только для высокоскоростных БЛА, где требуется достаточно высокая частота обновления координатной информации для управления полетом аппарата. Для низкоскоростных аппаратов (коим и является рассматриваемый БЛА) наличие данного блока необязательно, так как в этом случае частоты обновления координатной информации СНС вполне достаточно.

Блок управления полетом предназначен для ведения БЛА по заданной траектории. Данный блок реализует вычисление значений параметров полета (углов положения БЛА, скорости и высоты полета), необходимых для ведения БЛА по линии заданного пути.

Блок стабилизации полета предназначен для поддержания значений параметров полета БЛА достаточно близкими к необходимым значениям параметров полета (так называемая, стабилизация в коротком периоде), полученных от блока управления, путем формирования необходимых значений управляющих воздействий на рулевые механизмы и в систему управления двигателем на основе текущей полетной информации, полученной от блока датчиков.

Для сопряжения внутренней информационной шины ПК и внешней информационной шины бортового оборудования используется блок коммутации. Использование этого блока позволяет использовать в этих шинах отличные друг от друга интерфейсы и протоколы передачи данных, а также изменять используемые интерфейсы и протоколы без существенной переработки всей схемы бортового оборудования и его программного обеспечения.

Актуальными задачами, решаемыми с помощью рассматриваемого БЛА, являются:

- слежение за выбранным движущимся объектом;
- полет вдоль протяженного объекта мониторинга и оценка его состояния.

При решении задачи слежения за движущимся объектом пилотажный комплекс должен постоянно отслеживать местонахождение заданного объекта с помощью оптико-электронной системы и корректировать траекторию полета летательного аппарата в сторону перемещения объекта слежения. Задача полета вдоль протяженного объекта мониторинга имеет в своей основе тот же алгоритм действий при изменении лишь внешнего вида объекта слежения.

Для успешного решения указанных задач необходима разработка алгоритма выделения объекта слежения на изображении, получаемом с помощью оптико-электронной системы. Задача распознавания образов может быть эффективно решена при помощи математических методов кластеризации, методов нечеткой логики и искусственных нейронных сетей. Применение данных методов обусловлено необходимостью выделения нечетких, размытых контуров на изображении. Для решения поставленной задачи предлагается использовать нечеткую нейронную сеть, на вход которой оперативно поступает информация от оптико-

электронной системы, а по значениям выходных сигналов сети с помощью специального алгоритма производится анализ текущего изображения, позволяющий эффективно решать задачи распознавания, стоящие перед беспилотным летательным аппаратом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Анцев Г.В.* Принципы построения бортовых информационно-управляющих систем высокоточного оружия нового поколения // Радиотехника. – 2001. – № 8. – С. 81-86.

2. *Павлов А.М.* Принципы организации бортовых вычислительных систем перспективных летательных аппаратов // Мир компьютерной автоматизации. – 2001. – № 4. – С. 25-35.

3. *Турчак А.А.* Архитектура вычислительных систем для интегрированной модульной авионики перспективных летательных аппаратов // Радиотехника. – 2001. – № 8. – С. 87-95.

SELECTION OF COMPOSITION OF AIRPLANE EQUIPMENT OF A UNCLEANED AIRCRAFT FOR TRACKING BY A MOVING OBJECT

Khabibullin R.

r1xxl@yandex.ru

Supervisor: A. Katasev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper solves the problem of selecting the composition of the onboard equipment of an unmanned aerial vehicle for tracking mobile objects. A block diagram of the onboard equipment is proposed, as well as a diagram of the piloting complex of an unmanned aerial vehicle. The solution of tasks of tracking a moving object, flying along an extended monitoring object and assessing its state is being updated.

УДК 004.93

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА ПЛОСКОСТИ

Хадиев М. Р., Перцев Н. Н.

maratsup@mail.ru, cresh12@gmail.com

Научный руководитель: Л.М. Шарнин, д-р техн. наук, профессор

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Для реализации мобильных проекционных средств необходимо построить простую цепочку мобильных устройств с возможностью распознавания образов на плоскости. Для достижения цели поставлена и выполнена задача анализа методов распознавания изображений и оценка их эффективности при построении системы распознавания изображений на плоскости проекции. Проанализированы основные методы распознавания образов в информационных системах. Рассмотрены актуальные проблемы в сфере распознавания образов и найдены методы их решения. Разработаны критерии для осуществления детального сравнительного анализа методов распознавания лазера на плоскости проекции и сформулированы выводы о возможности использования описанных методов для поиска изображения лазера на плоскости проекции. В результате дальнейшего исследования, с целью успешного построения любой сложной информационной системы, осуществлен системный анализ предметной области согласно методологии Rational Unified Process, что позволило сформировать расширенный набор прецедентов. Проведено моделирование с использованием средств языка UML, способствующая созданию спецификации и документированию артефактов, необходимых для разработки программной системы. Таким образом приведенная классификация предоставила средства по подбору методов, которые применены в процессе конструирования прототипа функции поиска изображения лазера на плоскости.

Введение

Сегодня деятельность любой отрасли промышленности или науки нельзя представить себе без проекционных средств, которые незаменимы в процессе отражения значительного массива информации для широкой общественности. Интенсивность внедрения этих средств способствует развитию соответствующих технологий для их реализации. Перспективное

применение технологий: DLP и LCOS [1]. DLP (англ. Digital Light Processing) - технология, которая широко используется в проекторах, основой которой является электромеханическая система, создающая изображение с помощью микроскопических зеркал, расположенных в виде матрицы на полупроводниковом кристалле DMD (Digital Micromirror Device) [2]. LCOS (англ. Liquid Crystal on Silicon) использует специальные LCoS-кристаллы, состоящие из жидкокристаллической матрицы и поляризатора. Под действием электрических импульсов жидкие кристаллы находятся или в открытом или в закрытом состоянии, тем самым пропуская или отражая свет от подложки LCoS-кристалла [3].

Особенностью этих технологий является высокое качество проекции и возможность интерактивного управления процессом ее обработки. Однако недостатком является отсутствие мобильности и высокая цена, в частности, что является значительным недостатком для образовательных учреждений, в современном информационном обществе стремятся обеспечить качественный изложение информации. Как выход из эти ой ситуации предлагается использование связи: компьютер - веб-камера - лазерная указка. Эта цепочка характеризуется и значительной мобильностью и отсутствием дополнительных средств для реализации интерактивного взаимодействия докладчика по проекционным изображением. Однако его реализация требует решения множества задач, таких как определение типа лазера, его распознавания на плоскости, организация взаимодействия и тому подобное.

Связь освещенной проблемы с важными научными и практическими задачами

Проектирование системы распознавания лазера на плоскости проекции является важной задачей в рамках развития как ИТ-отрасли, так и промышленности в целом, поскольку нет ни одного предприятия или предприятия, в арсенале которого применяется проекционное оборудование, способствующее необходимость развития соответствующего математико-алгоритмического аппарата для его реализации. Вследствие неординарности поставленной задачи не имеют общего ее решения для различных типов лазера и проекции, поэтому с определенными допущениями можно применять как методы распознавания изображений, так и технологии искусственного интеллекта. Построение новых методов обработки будет способствовать решению задачи распознавания и обеспечит существенное удешевление интерактивного оборудования.

Анализ последних исследований и публикаций

Создание систем повышения интерактивности взаимодействия для обеспечения как промышленного, так и учебного процесса приобретает все большую популярность, поскольку представления значительных потоков информации требует применения как новых методов, так и средств для их корректного отображение [4]. В работах [5-6] описано возможные подходы к решению описанной задачи, однако при всей разнообразия работ в одном из приведенных исследований авторы не проанализировали основные методы распознавания изображений на плоскости проекции с целью их применения для решения поставленной научно-практической задачи.

Основные задачи исследования и их значение

Основными задачами исследования являются: анализ методов распознавания изображений и оценка их эффективности при построении системы распознавания изображений на плоскости проекции. Соответственно к указанным задачам исследования, для их решения, необходимо сформировать критерии для сравнения методов распознавания и выбора оптимального, что можно применить для решения исследуемой задачи; проанализировать этапы распознавания изображений и сформулировать основные концепции построения прикладной системы распознавания образов на плоскости. Решение указанных задач позволит спроектировать прикладную систему, которая предоставит средства интерактивного взаимодействия с элементами проекции с минимальным количеством как аппаратных, так и программных ресурсов.

Основные результаты исследований

Методы распознавания образов используются в различных сферах жизни человека: в медицине, металлургии, банковском деле, биометрии и др. В каждой области распознавания выполняет определенную роль. Это может быть, как контроль качества, например, в банкомате при идентификации купюры, так и процессы аутентификации пользователей. Для каждой отрасли применяются свои методы, поскольку именно они позволяют получить лучшие результаты при заданных входных данных. Для решения исследуемой задачи можно применить различные классы методов: эвристические, лингвистические и математические [6]. Если описание объектов распознавания осуществляется с помощью образов и их соотношений, то для конструирования системы используют лингвистический или синтаксический подход с использованием принципа всеобщности свойств. Основное предположение, делается в этом методе, основывается на том, что образы, которые принадлежат тому же классу, обладают рядом общих свойств или признаков, которые отражают их сходство. В случае представления классифицированный образа выбирается набор признаков, сравниваются с имеющимися в системе распознавания. При использовании этого метода основная задача состоит в выделении общих свойств образов, причем их принадлежность к этому классу известна [5].

Самым простым методом, реализуется с использованием этого подхода, является распознавание образов на основе их сравнения с эталонами. Классификация основывается на ранее выбранном критерии сопоставления сходства. Иначе говоря, если входной образ лучше соответствует стандарту i-го класса, то он классифицируется как его представитель. Такой подход используется для распознавания печатных букв и банковских чеков. Недостатком этого подхода является сложность выбора эталона, больше подходит к каждому классу образов, и установка необходимого критерия соответствия. Указанные трудности особенно существенны, когда образы принадлежат к одному классу, типичным примером которого является распознавание рукописных букв. В основу математического подхода положены правила классификации, которые формируются и выводятся в пределах определенного математического формализма с помощью принципов всеобщности свойств и кластеризации. Построение системы распознавания, которая основана на реализации этих принципов, определяется пространственным размещением отдельных кластеров. Если кластеры, соответствуют различным классам, разнесены друг от друга, то применяют простые схемы распознавания, например, классификацию по принципу минимального размера [6]. В основу эвристического подхода положено понятие интуиции и опыта: используются принципы перечисления членов класса и общие свойства. Обычно системы, построенные на основе таких методов, содержат набор специфических процедур, разработанных для конкретных задач распознавания. Структура и качество эвристической системы во многом определяется опытом разработчиков. Чаще всего этот класс методов используется в задачах биометрии [7]. Приведенный анализ свидетельствует, что сегодня существует множество методов распознавания, которые применяются в различных отраслях и основываются на различных критериях. Возможность их использования для решения этой задачи актуализирует процедуру их детального анализа и классификации. С целью проведения анализа и осуществления классификации предлагается применять такие критерии оценки: количество образцов для хранения, размерность признакового пространства, риск потери, количество образов, распознаются, возможность непосредственного использования, быстродействие работы. Результаты сравнения приведены в таблице.

Сравнение методов распознавания

Количество образцов для сохранения (А) - этот критерий указывает количество учебных образцов, содержащимся в системе, и соответствующее количество сравнений, которые необходимо осуществлять. Что касается этой задачи, то он является критическим, поскольку, с одной стороны, при сохранении всех учебных образцов уменьшается риск не распознавания изображения, а, с другой, требует больших объемов памяти и

вычислительных ресурсов.

Размерность признакового пространства (B) в большинстве случаев является минимальным значением, поскольку способствует уменьшению количества необходимых измерений, упрощается процесс вычисления, увеличивается статическая устойчивость результатов распознавания. Вместе с тем уменьшение размерности признакового пространства увеличивает риск потери изображения. Учитывая это, определение этого критерия является компромиссом, который можно разделить на две части: формирование начального признакового пространства и его минимизация. Начальный признаковыми пространство обычно формируется на основе опыта и интуиции (основная цель, ставится - минимизация риска потерь), а минимизация размерности реализуется с применением формальных методов и соответствующих алгоритмов распознавания.

Таблица

Сравнение методов

	Критерии сравнения					
	A	B	C	D	E	F
Метод масок	Один (a=1)	Минимальная	Средний	Зависит от количества сохраненных классов образов	Да	Медленно (f>2)
Метод фрагментов	Один (a=1)	Средняя	Минимальный	Зависит от количества сохраненных классов образов	Да	Быстро (f<1)
Метод проекции	Один (a=1)	Большая	Большой	Зависит от количества сохраненных классов образов	Да	Средне (1<f<2)
Метод анализа штриховых элементов	Несколько (1<a<10)	Большая	Минимальный	Формируется инженером по знаниям	Нет	Медленно (f>2)
Метод синтеза системы	Несколько (1<a<10)	Средняя	Средний	Формируется инженером по знаниям	Нет	Средне (1<f<2)
Метод потенциальных функций	Несколько (1<a<10)	Средняя	Средний	Небольшое количество (d<=3)	Нет	Средне (1<f<2)
Метод кластеров	Многие (a>10)	Большая	Средний	Формируется инженером по знаниям	Да	Быстро (f<1)

Риск утраты (C) - критерий, по которому формируется наиболее информативных признаковыми пространство. Количество учебных образцов должна быть такой, чтобы, по возможности, минимизировать риск потери изображение. Кроме того, этот критерий формируют вычислительные затраты на ликвидацию ошибок распознавания и измерения признаков распознаваемых объектов.

Количество образов, распознаются (D), всегда конечна и не может быть меньше двух значений. Иногда рассматриваются случаи, когда такой образ только один, но этот случай есть вырожденным, поскольку все реализации относятся к тому же классу. Перечень образов, распознаются, может предоставляться системе извне (инженером по обучению) или

формироваться в автономном режиме.

Возможность непосредственного использования (E) - этот критерий указывает на необходимость предварительной обработки изображения с использованием изучаемого метода во время съемок изображения видеокамерой.

Быстродействие работы (F) - важный критерий, непосредственно влияет на работу всей системы. Быстрые методы могут приводить к потере образа распознавания, тем самым приводя к ошибкам работы всей системы, а медленные, наоборот, делают невозможным «комфортную» работу пользователя. Поскольку работа будет проводиться в реальном масштабе времени, то необходимо обеспечить компромисс между скоростью работы и нужным качеством распознавания. Как показывает анализ, приведены методы не могут гарантировать выполнение всех критериев при распознавания изображения лазера на плоскости. Итак, частичным вариантом использования может быть применение методов фрагментов или масок, которые образуют множество методов эвристического анализа.

Системный анализ предметной области

Что касается реализации, то с целью успешного построения любой сложной информационной системы необходимо выполнить подробный системный анализ предметной области, что позволяет определить цель и назначение системы, понять структуру и механизмы функционирования. Анализ проводился согласно методологии Rational UnifiedProcess [8]. Наиболее информативным при этом является развёрнутое описание прецедентов:

- заинтересованные лица прецедента и их требования: прикладной программист - требует наличия соответствующего программного и аппаратного обеспечения; администратор - требует наличия простого механизма установки и настройки; пользователь - хочет получить простую в использовании систему с полной функциональностью;
- основной актер прецедента - пользователь, использующий разработанную систему, чтобы увеличить информативность доклада;
- предпосылки прецедента - успешность настройки программной системы;
- основной успешный сценарий - настройка системы; идентификация указателя лазера; управления процессом отображения данных; завершения работы;
- специальные системные требования - обеспечение работы в реальном времени; создание множества фильтров с целью улучшения распознаваемого изображения управления указателем лазера;
- дополнительные устройства - веб-камера, проектор, лазерная указка (лазер) - расширение основного сценария или альтернативные потоки - состоят в возможном появлении ошибок в процессе работы системы, а именно невозможности идентификации пользовательского указателя. Альтернативные потоки:
- фон плоскости или проекции совпадает с цветом управляющего указателя (система выводит сообщение об ошибке идентификации пользовательского указателя и переходит в состояние ожидания; администратор меняет фон проекции; программная система возобновляет работу и переходит в обычный режим);
- на плоскости есть несколько указателей (система выводит сообщение об ошибке идентификации, продолжая отслеживать предыдущий указатель; администрирования ситуации и продолжение функционирования).

Следующим этапом разработки стало проведение моделирования с использованием средств языка UML с целью спецификации и документирования всех артефактов, необходимых для разработки программной системы [9]. Разработаны следующие диаграммы:

- вариантов использования (use case) - актеров этой диаграммы представлены в развернутом описании прецедентов (рис.1). Актерами в этой диаграмме выступают администратор, прикладной программист и пользователь. Пользователь - актер, который осуществляет управление компьютером и обладает ограниченным функционалом системы:

сменой слайдов, увеличением части экрана тому подобное. Администратор - актер, настраивает систему, выбирает рабочую поверхность проекции, меняет набор фильтров. Прикладной программист - изменяет внутреннюю структуру системы путем модификации алгоритмов работы.

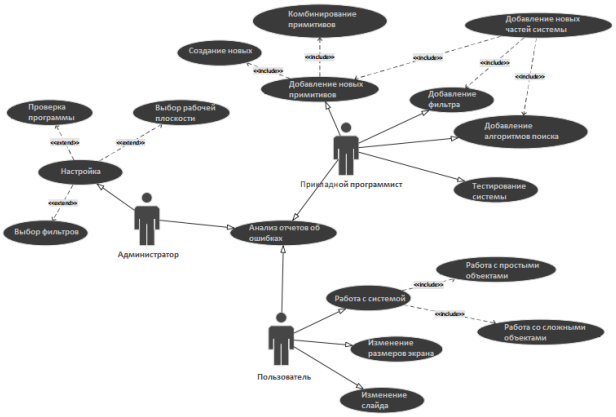


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

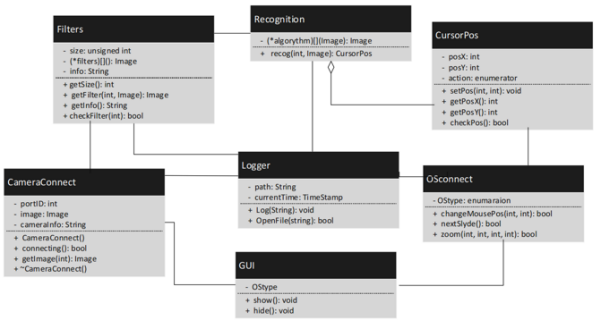


Рис. 2. Диаграмма классов

- классы (class) - используется для представления статической структуры модели системы в терминологии классов объектно-ориентированного программирования (рис. 2). Основные классы: камера (Camera Connect), журнал (Logger), фильтр (Filter s), распознавания (Recognition), позиция курсора (CursorPos), связь с операционной системой (OSconnect), графический интерфейс (GUI). Класс камера содержит сведения о средствах наблюдения, способов и типа подключения, скорости работы и др. Журнал является классом, поскольку осуществляет не только протоколирование работы системы, но и реализует функции информирования пользователя о возможных ошибках записи / чтения.

Класс фильтр является одним из основных классов, поскольку содержит методы, которые применяются для улучшение распознавания изображения. Класс распознавания содержит информацию о массиве указателей на функции, реализующих процедуру распознавания изображения. В классе позиция курсора хранятся данные о текущем местоположении курсора и перечень действий, которые он предусматривает. Класс связь с операционной системой реализует интерфейсы доступа к API функций, обеспечивают необходимый функционал. Графический интерфейс содержит методы построения графического оформление программного продукта:

- последовательности (sequence) - используются для отображения во времени взаимодействия объектов и особенностей передачи и приема сообщений. Приведенные объекты (рис. 3) обмениваются сообщениями согласно потоками, представленными на диаграмме. После окончания работы администратор завершает работу системы.

- активности (activity) - представляет собой статическое представление действий системы при анализе активности пользователя на плоскости проекции (рис. 4).

Приведенная диаграмма иллюстрирует возможные действия пользователя при работе с системой. А именно: на начала работы система выбирает необходимую множество фильтров и применяет определенный алгоритм распознавания. Далее происходит собственно работа с системой (перемещение курсора, масштабирование изображения или изменение слайда). После завершения работы соответствующие сведения направляются средствам операционной системы и происходит терминация программного средства

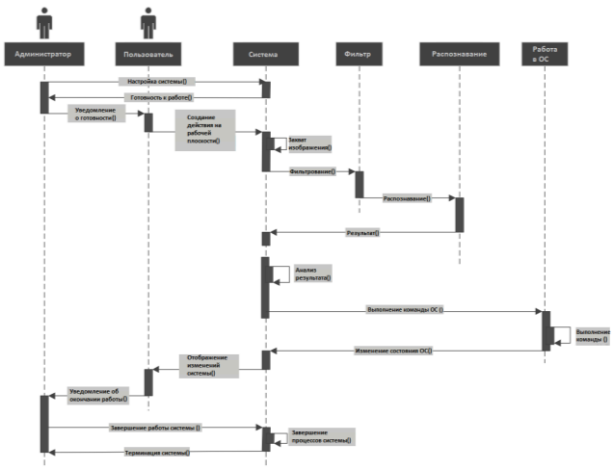


Рис. 3. Диаграмма последовательности

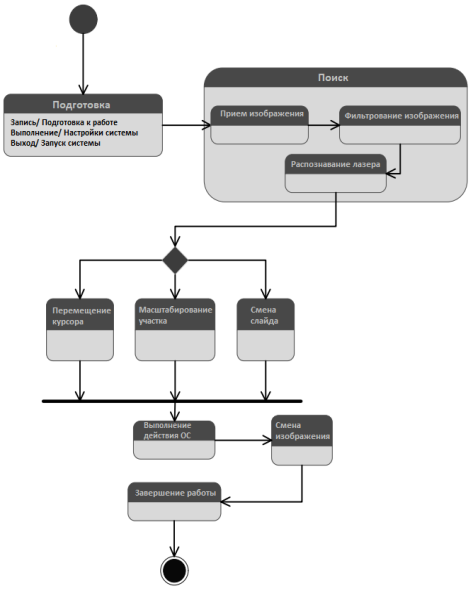


Рис. 4. Диаграмма активности

Выводы

В результате проведенного исследования рассмотрены актуальные проблемы в сфере распознавания образов и основных подходы, применяемые для их решения, на основе проведенного анализа разработаны критерии, которые применены для проведения сравнительного анализа методов распознавания лазера на плоскости проекции. Приведенная классификация предоставила средства по подбору методов, которые применены в процессе конструирования прототипа функции поиска изображения лазера на плоскости. Дальнейшие исследования будут касаться проектирования модулей системы согласно созданного методологической основы и их тестирования на соответствие предъявляемым требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чепмен Н. *Цифровые технологии мультимедиа*, Вильямс, Москва, 2006. 624 с.

3. Forsyth D.A., Ponce J. *Computer Vision: A Modern Approach*. Prentice Hall, 2003. 793 p.

4. Мерков А. Б. *Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения*. Эдиториал, Москва, 2011. 256 с.

5. Форсайт Д. А. *Компьютерное зрение. Современный подход,* Вильямс, Москва, 2004. 928 с.

6. Bishop C. M. *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford University Press, 1996. 504 p.

7. Li N., Liu M., Li Y. *Image segmentation algorithm using watershed transform and level set method*. Proc. IEEE Int.Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing. Honolulu, 2007. 613 p.

8. Крачтен Ф. *Введение в Rational Unified Process*, Вильямс, Москва, 2002. 240 с.

9. Рамбо Д. *UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка,* Питер, Санкт Петербург. 2007. 544 с.

10. Карпенко А.П., Селиверстов Е.Ю. *Обзор методов роя частиц для задачи глобальной оптимизации (particle swarm optimization)* / Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. **3**, 2, 2009.

ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF BASIC METHODS OF PATTERN RECOGNITION ON THE PLANE

Hadiev M., Pertsev N.
maratsup@mail.ru, cresh12@gmail.com
Supervisor: L. Sharnin, Doctor of Technical Sciences, Profesor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

To implement mobile projection tools, it is necessary to build a simple chain of mobile devices with the ability to recognize patterns on a plane. To achieve the goal, the task of analyzing image recognition methods and evaluating their effectiveness in building an image recognition system on the projection plane has been set and performed. The main methods of pattern recognition in information systems are analyzed. Actual problems in the field of pattern recognition are considered and methods for their solution are found. Criteria have been developed for carrying out a detailed comparative analysis of laser recognition methods on the projection plane, and conclusions have been formulated on the possibility of using the described methods to search for the image of a laser on a projection plane. As a result of further research, in order to successfully build any complex information system, a system analysis of the subject area was carried out according to the Rational Unified Process methodology, which made it possible to form an expanded set of precedents. Modeling was performed using UML tools, which helps to create specifications and document artifacts necessary for the development of a software system. Thus, the above classification provided the means for the selection of methods that are used in the process of designing the prototype of the image search function of a laser on a plane.

УДК 004.93'1

РАСПОЗНАВАНИЕ ДВУХМЕРНОГО ШТРИХ-КОДА

Чижов Р.А.
tchizhov.rodion@yandex.ru
Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается распознавание двухмерно штрих-кода (QR-кода). Изучены все составляющие, алгоритм кодирования и декодирования, проведён сравнительный анализ с другими разновидностями штрих-кодов.

Введение

Главной тенденцией современного мира является автоматизация всех процессов жизнедеятельности человека и структурирование информации, которую он используют. В эпоху высокотехнологичных гаджетов, процессы просмотра различной информации, её поиска, оплаты товаров должны быть максимально простыми и удобными в использовании. Эту возможность даёт технология двухмерного штрих-кода (QR-кода), которая была придумана в Японии в 1994 году и начинает набирать активную популярность в наши дни. Её уже долгое время используют страны Азии, активно внедряют в Америке, а уже в конце лета текущего года начнут применять в России для оплаты товаров.

Анализ методов распознавания двухмерных штрих-кодов

Двухмерный штрих-код (или QR-код) – это машиночитаемый штрих-код, который содержит информацию об элементе этого кода. Такая информация может включать изображения, музыку, URL-адреса и электронные адреса.

Главная особенность этого типа штрих-кода, что для его расшифровки не нужно иметь сложный и дорогой сканер, достаточно воспользоваться камерой мобильного телефона. Это даёт возможность применять данную технологию в повседневной жизни. При этом двухмерный штрих-код можно прочитать вручную.

На данный момент создано 40 версий QR-кодов: первая из них имеет размер 21 на 21 точек, а каждая последующая на 4 больше. Последняя версия имеет размер 177 на 177 точек.

Информация, которая кодируется в QR, располагается не только по горизонтальной оси,

но и по вертикальной, что позволяет разместить больше данных по сравнению с обычным штрих-кодом [1].

Максимальное количество данных, которые помещаются в один QR-код, приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Максимальный размер данных в QR-коде [1]

Тип данных	Максимальный размер
Цифры	7089
Цифры и буквы	4296
Двоичный код	2953 байта
Иероглифы	1817

Также преимуществом QR-кода является способность восстанавливать информацию, которую он содержит. Даже если символ испорчен или чем-то частично замазан, можно восстановить до 30% закодированной информации с помощью алгоритма Рида-Соломона [4], в котором есть несколько уровней коррекции ошибок.

Уровни коррекции ошибок, приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Уровни коррекции ошибок [1]

Уровень	Процент коррекции (%)	Значение маски	Сфера применения
L	7	01	Веб версии
M	15	00	Печать на визитках и плакатах
Q	25	11	Наклейки и упаковки
H	30	10	

Структура QR-кода

Каждый символ QR-кода строится из квадратных модулей и состоит из областей, которые отображены на Рис.1 и подробнее будут рассмотрены ниже.

На Рис.2 более наглядно показан способ разбиения на матрицы. Блоки не всегда квадратной формы, если посмотреть на версии более высокого уровня, то они имеют более замысловатую форму и плотность их увеличивается. Чтобы распределение полученных блоков с закодированными данными было равномерным, используются специальные маски. На данный момент существует восемь стандартных масок со значениями от 000 до 111 [2].

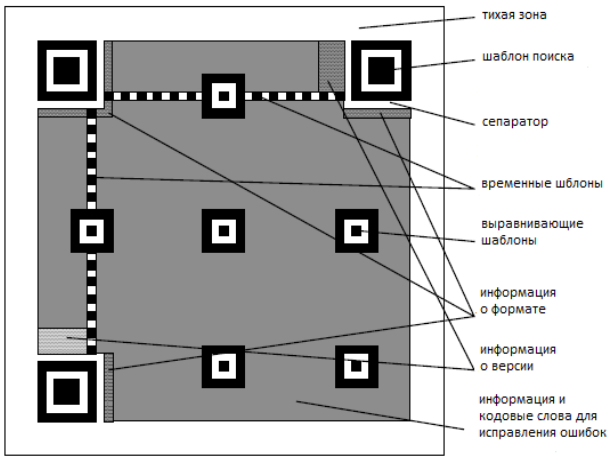


Рис. 1. Структура QR-кода

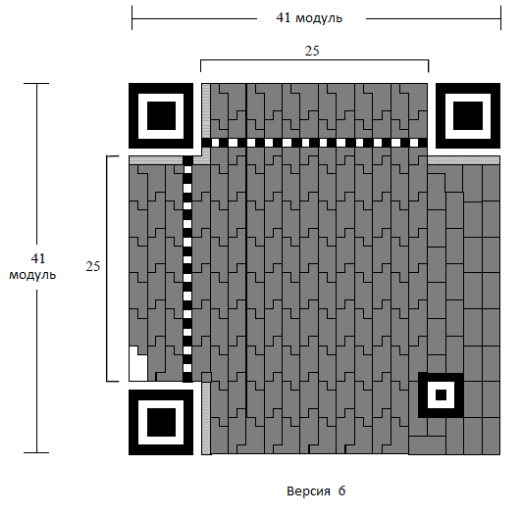


Рис. 2. Матричный способ разбиения

Для большей наглядности ниже (на Рис. 3) приведено изображение QR-кода, в котором цветом помечены все составляющие.

Рис. 3. Структура кодового символа

Далее кратко рассмотрим каждую из составляющих QR-кода:

1. Шаблон поиска.

Шаблон поиска состоит из трёх образцов обнаружения, которые располагаются в верхнем левом, верхнем правом и в нижнем левом углах. Их идентификация определяет местоположение и ориентацию символа в поле зрения.

2. Выравнивающий шаблон.

Данный шаблон (см. Рис. 4) состоит из трех друг на друга наложенных шаблона – двух черных и одного белового. С его помощью преобразуется перекошенный QR-код в виртуальную сетку данных.

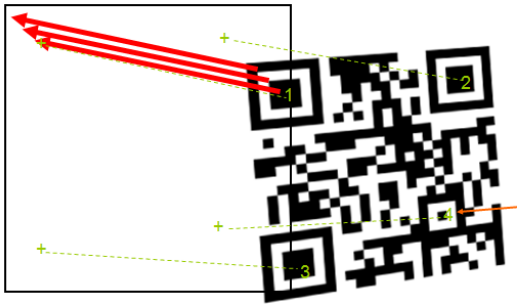


Рис. 4. Детектирование QR-кода

3. Сепаратор.

Это широкий разделитель с одной стороны между информации о формате и шаблоном поиском, а с другой между информации о версии и шаблоном поиска. Сепаратор состоит из светлого модуля.

4. Временные шаблоны.

С помощью них можно определить местоположение версии информации и информацию о формате.

5. Информация о формате и версии.

Первая содержит информацию о местоположении модулей, которые нужно считать. Они хранятся в двух местах вместе с версией коррекции ошибок. Вторая просто показывается, какая версия используется.

6. Информация и кодовые слова для исправления ошибок.

Эти данные необходимы для того, чтобы в случае повреждения изображения QR-кода, его можно было правильно считать путём применения алгоритма коррекции.

7. Тихая зона.

Особая пустая белая зона, которая не допускает помех при считывании информации от посторонних вещей.

Алгоритм распознавания QR-кода

Дальше рассмотрим алгоритм распознавания информации, закодированной через QR-код.

«Данные, которые необходимо закодировать, разбиваются на блоки. К разбитым по блокам данным прибавляется заголовок, указывающий режим и количество блоков. На

случай некорректного чтения данных применяются специальные коды, которые способны исправить недочеты при чтении. Это так называемые коды Рида-Соломона (RS) (описаны ниже) записываются после всех информационных данных» [1].

Перед записью данные с корректирующими кодами перемешиваются с помощью специальных масок, которые были приведены выше. Из них выбирается наилучшая под каждую кодируемую информацию [1].

Процедура декодирования:

1) Получаем изображение кодового символа и преобразуем темные точки в «1», а светлые в «0» и представляем виде бит массива.
2) Следующим шагом читаем формат, в котором закодирована информация: определяем маскировку символа и производим коррекцию ошибок.
3) Далее необходимо определить версию закодированного символа.
4) Маскировка области полученной информации с помощью XOR (битной кодировки).
5) Чтение символов по соответствующим правилам размещения QR-кода.
6) Поиск ошибок на основе кодовых слов коррекции. Если ошибка обнаружена, то происходит ее исправление с помощью алгоритма Рида-Соломона [4].
7) Деление полученной кодовой последовательности на сегменты в соответствии с режимом.
8) Преобразование и вывод полученной информации.

Информацию можно разбить на две части: системная информация и данные. Существует информация о версии кода. От версии кода зависит максимальный объем данных, которые могут быть записаны в код.

Обзор аналогов

Существует три разновидности штрих-кодов: обычный штрих-код, Aztec Code, QR-код. Их визуальное представление показано на Рис.5.

а) Обычный штрих-код

б) Aztec Code

в) QR-код

Рис. 5. Виды штрих-кодов

QR-код может содержать в себе гораздо больше информации, чем обычный штрих-код, так как информация в нём хранится не только по горизонтали, но и по вертикали [3].

«В штрих-кодах данные считываются только по горизонтали — с белых полос между чёрными линиями. В зависимости от типа и длины вместительность традиционного штрих-код ограничен 6–50 символами. Для 2D-кодов это 7089 числовых символов или 4296 буквенно-числовых. Благодаря трём специальным меткам (небольшим квадратам в трёх углах QR-кода) считывать его можно в любом направлении» [3].

По сравнению с Aztec, QR также вмещает в себя больше информации, а также не требует наличия сложного сканирующего оборудования, его можно прочитать камерой обычного мобильного телефона.

Заключение

В процессе анализа распознавания двухмерного штрих-кода (QR-код) были рассмотрены все его составляющие, были изучены процесс кодирования и алгоритм распознавания информации, также был проведен сравнительный анализ всех существующих штрих-кодов и определены преимущества по сравнению с аналогами. На основе выбранного метода была разработана информационная система.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ISO/IEC 2000. (2000). ISO/IEC 18004 Automatic identification and data capture techniques – Bar code symbology – QR code.
2. History of QR Code [Electronic resource]. URL: https://www.qrcode.com/en/history.
3. C. *K. Harmon*. Lines of communucations. Bar code and data collection technology for 90s. — Helmers Publishing, Inc., 1994.
4. *Питерсон У., Уэлдон Э.* Коды, исправляющие ошибки. — М.: Мир, 1976.

RECOGNITION OF TWO-DIMENSIONAL BAR CODE

Chizhov R.

tchizhov.rodion@yandex.ru

Scientific adviser: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper discusses the recognition of a two-dimensional bar code (QR code). All components, coding and decoding algorithms were studied, a comparative analysis was conducted with other types of bar codes.

УДК 004.934

РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ

Чижов Р.А.

tchizhov.rodion@yandex.ru

Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается распознавание речи. Были изучены основные методы распознавания речи и их особенности. Проведен сравнительный анализ и краткая характеристика современных решений для распознавания речи.

Введение

Распознавание речи всё плотнее входит в повседневную жизнь человека. Голосовые помощники, системы безопасности с распознаванием голоса, синхронный перевод с одного языка на другой, умные дома с голосовым управлением раньше казались чем-то невообразимым. Но сейчас, когда в руках почти каждого человека находится мобильное устройство, это становится осязаемой реальностью, которую можно получить в два клика.

Анализ существующих методов распознавания речи

«Речь – это исторически сложившаяся форма общения людей посредством языковых конструкций, создаваемых на основе определенных правил» [1,2]. Речь является по своей природе звуковым сигналом, который характеризуется двумя параметрами: амплитудой и частотой.

Так как компьютер не может понять человеческую речь в исходном виде, её нужно распознать. Распознавание речи – это преобразование речи в цифровой вид, например, в текст.

Изучение данной области знаний началось ещё в 20 веке и внушительные результаты были получены уже в 1952 году, когда было создано первое устройство по распознаванию речи.

За все эти годы было проведено масса исследований и созданы несколько алгоритмов распознавания речи, которые можно разделить на две группы:

1. Методы распознавания на основе сравнения с эталоном;
2. Контекстно-зависимые методы.

Первая группа представлена алгоритмом динамического программирования или, как их

ещё называют, временные динамические алгоритмы.

Вторая группа включает в себя два алгоритма, суть которых состоит в выделении отдельных лексических элементов – фонем и аллофон, с помощью которых в процессе преобразования получаются слоги и морфемы.

Алгоритмы второй группы:

- Скрытые Марковские модели;
- Нейронные сети.

Теперь кратко рассмотрим все составляющие каждого из алгоритмов в отдельности, чтобы показать, как они работают.

Динамическое программирование

Данный метод распознавания речи основывается на поиске речевых звуков и предоставлении соответствующих меток этим звукам. Это является основой акустического фонетического подхода, который гласит, что существуют конечные, отличительные фонетические единицы, называемые фонемами, и эти единицы широко характеризуются набором акустических свойств, присутствующих в речи. [3]

Скрытые Марковские модели

Они включает в себя два основных этапа: обучение шаблону и тестирование шаблонов. Существенной особенностью этого подхода является то, что он использует хорошо сформулированную математическую структуру и устанавливает согласованные представления речевых рисунков для надежного сравнения образцов. Подход распознавания образов к распознаванию речи в основном таков, когда речевые шаблоны используются напрямую без четкого определения признаков и сегментации. Распознавание образов связано с классификацией объектов по категориям, особенно с помощью машины. [4]

Нейронные сети

«Искусственная нейронная сеть (ИНС) – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма» [5].

Подход искусственного интеллекта пытается механизировать процедуру распознавания в соответствии с тем, как человек применяет свой интеллект для визуализации, анализа и принятия решения по измеренным акустическим признакам. Подход искусственного интеллекта представляет собой гибрид акустического фонетического подхода и подхода распознавания образов. [6]

Выбор оптимального метода

В настоящее время алгоритмы распознавания речи не используют по отдельности. Учитывая все плюсы и минусы каждого из методов, подбирается наиболее удачное сочетание и дорабатывается до совершенства.

Так как технологии скакнули далеко вперед, небольшой команде больше не нужно тратить много времени и средств на реализацию и экспериментальные исследования, чтобы добиться высокого процента распознаваний. Существуют большие корпорации создающие свои решения, которыми можно с легкостью воспользоваться, получить нужный результат, затратив маленькое количество ресурсов.

Приведём сравнительный анализ характеристик самых популярных систем, которые существуют в мире (Таблица 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ библиотек распознавания речи

Свойства	CMU Sphinx	Google Cloud Speech API	Yandex Speech Kit	Microsoft Speech API
Дикторозависимость	Нет	Нет	Нет	Нет
Словарь	100 000	-	-	60 000
Ограничения на запросы в сутки	Нет	60 минут	10 000	Нет
Поддержка русского языка	Да	Да	Да	Да
Наличие API	Нет	Да	Да	Да
Распознавание непрерывной речи	Да	Да	Да	Да
Процент верных распознаваний	85%	95%	92%	90%

Из этой таблицы можно понять, что приведенные решения хоть и являются передовыми в своей сфере, но всё же не идеальны. Нужно подбирать систему исходя из поставленных перед разработчиками задач, основываясь на характеристиках. Например, если в разработке необходимо использовать API, то библиотека CMU Sphinx не подойдет.

С каждым годом каждая из систем дорабатывается, разработчики вносят коррективы в алгоритмы распознавания и проводят множество экспериментов. Можно с уверенностью сказать, что через пару лет будет выведено решение, которое сможет давать сто процентов верных распознаваний.

Заключение

В процессе анализа были рассмотрены методы распознавания речи и были приведены краткие пояснения к каждому из них. Был сделан вывод об оптимальности выбора существующих решений и приведен их сравнительный анализ на основе самых важных характеристик в распознавании речи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Искусственный интеллект, книга 1: Системы общения и экспертные системы, под ред. Э.В. Попова, М. – Радио и Связь, 1990. – 464 с.

2. *Винцюк Т.К.*, Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов, — Киев: Наукова думка, 1987. – 264 стр.

3. *Хеин М.З.* Алгоритмы динамического программирования в распознавании речи // Вестник Курского государственного университета. 2017. Т. 1. № 5. – С. 121–126.

4. *Гефке Д.А., Зацепин П.М.* Применение скрытых марковских моделей для распознавания звуковых последовательностей // Известия. Алтайский государственный университет. 2012. Т. 1-2. № 3. – С. 92–97.

5. *Беркинблит М. Б.* Нейронные сети. — М.: МИРОС и ВЗМШ РАО, 1993. — 96 с.

6. *Ле Н. В., Панченко Д.* Распознавание речи на основе искусственных нейронных сетей [Текст] // Технические науки в России и за рубежом: материалы Междунар. науч. конф. (г. Москва, май 2011 г.). – М.: Ваш полиграфический партнер, 2011.

RECOGNITION OF SPEECH WITH THE HELP OF MODERN DECISIONS

Chizhov R.

tchizhov.rodion@yandex.ru

Scientific adviser: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper deals with speech recognition. The basic speech recognition methods and their features were studied. A comparative analysis and a brief description of modern speech recognition solutions have been carried out.

УДК 004.9

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Шаехов И.М.
fonfabular@gmail.com
Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается реализация системы автоматического анализа результатов испытаний силовой установки беспилотного летательного аппарата. Определенны основные цели и задачи, которые необходимо решить при разработке данной автоматизированной информационной системы (АИС), отмечены положительные моменты и преимущества, связанные с внедрением такой системы. Представлен интерфейс АИС.

Введение

Во время исследований силовых установок (СУ) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на специализированном стенде проводятся множество испытаний, в среднем, по 10 различным параметрам. Испытательная установка настроена на съем значений с датчиков с периодичностью в 0,01 секунды. Соответственно исследователям СУ БПЛА необходимо анализировать достаточно большой объем исходных данных, что при ручной обработке может повлиять на скорость протекания исследований.

Внедрение автоматизированной информационной системы исследований СУ БПЛА позволит ускорить анализ результатов испытаний СУ БПЛА, что позволит увеличить общую эффективность исследований СУ БПЛА.

Для достижения такого результата автоматизированная информационная система должна решать следующие задачи:

- Автоматизированный сбор результатов испытаний;
- Расшифровка результатов испытаний;
- Визуализация результатов испытаний.

Анализ существующих информационных систем обработки данных испытаний силовых установок беспилотных летательных аппаратов

Для поиска и анализа существующих информационных систем обработки данных испытаний СУ БПЛА обозначим основные требования:

– Необходимо автоматизировать процесс сбора результатов проведения испытаний (После проведения испытаний формируется файл с определенным форматированием. Данные из этого файла необходимо обработать и хранить для последующего использования);

– Необходимо визуализировать результаты проведения испытаний по определенному набору параметров;

– Необходимо иметь доступ к результатам испытаний и их визуализации в любой момент времени после их добавления в информационную систему.

Стоит отметить, что в открытом доступе информационных систем, удовлетворяющим всем требованиям и тематике исследования, найти не удалось из-за специфичности и узко направленности данной тематики.

При поиске без привязки к определенной теме так же не удалось найти информационной системы, которая удовлетворяла бы всем требованиям. Существует достаточное количество инструментов, которые удовлетворяют 1-му или 2-м требованиям из 3. По этой причине, проанализируем требования.

Первое требование предполагает решение не тривиальной задачи, так как результаты исследований структурируются особым образом самими исследователями в удобном для них формате. Это условие приводит к тому, что для каждого вида структуры данных необходимо разрабатывать программу, которая будет ее обрабатывать. Есть программные продукты,

которые способны принимать данные, структурированные определенным образом и использовать их в дальнейшем (Alteryx Designer [1]). Но проблемой данного способа является то, что добавится дополнительный шаг изменения структуры данных для определенного инструмента.

Второе требование предполагает решение тривиальное задачи при условии определенной структуры исходных данных. Данную задачу способны решать такие инструменты как MathWorks MATLAB [2], Microsoft Office Excel [3], Google Fusion Tables [4], Plotly [5] и другие.

Сравнительный анализ графопостроителей представлен в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ графопостроителей

Параметр	Названия инструментов			
	The MathWorks MATLAB	Microsoft Office Excel	Google Fusion Tables	Plotly
Рабочий язык программирования	MATLAB	XAML	C#	Python
Возможность построения диаграмм и графиков	Да	Да	Да	Да
Требует установки дополнительного ПО	Да	Да	Нет	Да
Размер дополнительного ПО	~ 12 Гбайт	~ 800 Мбайт	-	~ 50 Мбайт
Требуется ли подключение к сети интернет	Нет	Нет	Да	Нет
Предусмотрен способ интегрирования инструмента в АИС	Да	Да	Да	Да

На данном этапе наиболее подходящим является такой инструмент визуализации как The MathWorks MATLAB [2], так как для его работы не требуется подключение к сети интернет, есть удобное средство создания необходимых библиотек для платформы .Net. Единственный минус данного инструмента – это достаточно большой размер дополнительного программного обеспечения (ПО), которое необходимо для его работы. Такой инструмент как Microsoft Office Excel [3] не подходит по той причине, что достаточно мало документации про то, как визуализировать данные в автоматизированном режиме с помощью платформы .Net. Такой инструмент как Google Fusion Tables [4] не подходит так как для своей работы требует подключение сети Интернет. Такой инструмент как Plotly [5] не подходит, так как он работает лишь в связке с языком программирования Python, соответственно для использования данного инструмента визуализации будет необходимо встроить интерпретатор данного языка в автоматизированной информационной системе (АИС), что может повлечь трудности со связкой двух этих систем.

Третье требование также предполагает решение тривиальной задачи. Данную задачу можно решить с помощью создания базы данных на любой доступной платформе такой как MySQL [6], Microsoft Office Access [7], MS SQL [8], SQLite [9] и других.

Сравнительный анализ систем управления базами данных (СУБД) в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ СУБД

Параметр	Названия инструментов			
	MS Office Access	MySQL	MS SQL	SQLite
Рабочее расширение языка SQL	SQL	SQL	T-SQL	SQL
Требует установки дополнительного ПО	Да	Да	Да	Нет
Размер дополнительного ПО	~ 800 Мбайт	~ 340 Мбайт	~ 3 Гбайт	~ 1,7 Мбайт
Требуется ли подключение к сети интернет	Нет	Нет	Нет	Нет
Предусмотрен способ интегрирования инструмента в АИС	Да	Да	Да	Да

Среди представленных решений наиболее подходящим является выбор СУБД SQLite [9], так как для его использования не требуется устанавливать дополнительного программного обеспечения. Для его использования достаточно использовать соответствующие библиотеки. Для всех остальных СУБД требуются наличие дополнительного ПО на конечном компьютере, что ограничивает мобильность АИС, так как для использования данной АИС на другом компьютере будет необходим специалист, который настроит все дополнительное ПО используемое в АИС.

Слишком узконаправленную систему использовать не имеет смысла, так как потребность в информационной системе (ИС) данного типа может возникнуть и в других областях. Так как ИС, удовлетворяющая всем требованиям не найдена в сети интернет приходим к выводу, что необходимо такую информационную систему разработать.

Реализация автоматизированной информационной системы

Изначально было принято решение о написании модуля автоматизированного сбора результатов испытаний, использовании модуля графопостроителя MathWork MATLAB [2] и использовании СУБД SQLite [9].

В последствии пришлось отказаться от модуля графопостроителя MathWork MATLAB [2] из-за нестабильной работы и ряда возникших недостатков в пользу модуля графопостроителя, который был написан самостоятельно.

За основу внешнего вида отображаемых графиков было взято отображение графиков из платформы «The MathWorks MATLAB». Здесь реализованы основные функции графопостроителя:

- Построение осей координат;
- Построение сетки;
- Масштабирование значений графика;
- Построение графика по множеству точек.

Пример вывода графиков и легенд к графикам встроенным модулем на экран представлен на рисунках 1 и 2 соответственно.

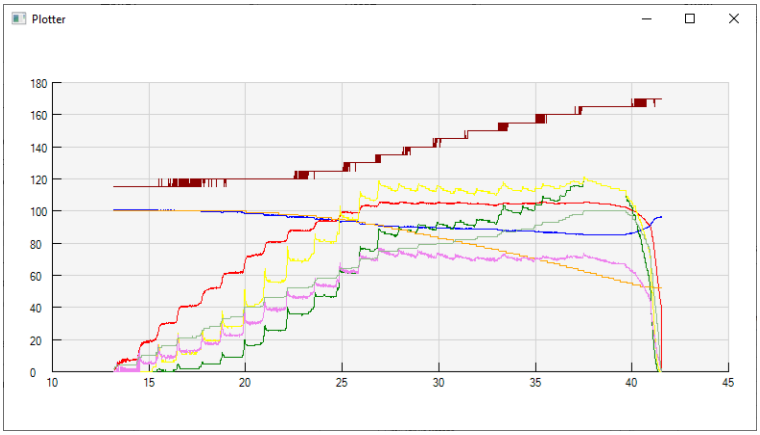


Рис. 1. Вывод графиков во встроенном модуле

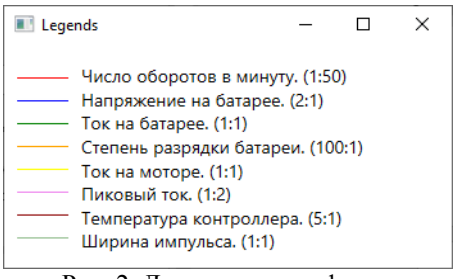


Рис. 2. Легенда для графиков

Модуль автоматизированного сбора результатов испытаний работает по следующему алгоритму:

– Получение сообщения о появлении нового файла в папке, которую прослушивает АИС.

– Проверка файла на соответствие заданному типу испытания.

– Обработка результатов испытаний с их занесением в базу данных.

В свою очередь чтобы запустить данный модуль необходимо проделать следующие действия с помощью АИС:

– Добавить прослушиватель к папке, в которую будут помещаться файлы результатов испытаний СУ БПЛА.

– Включить этот прослушиватель.

– Добавить результата испытаний СУ БПЛА в папку с прослушивателем в ручном или автоматизированном режиме.

Пример интерфейса добавления прослушивателя папки представлен на рисунке 3.

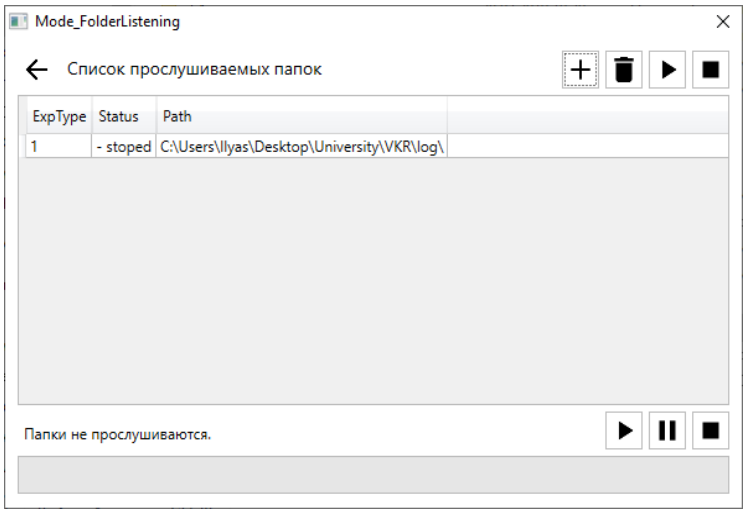


Рис. 3. Окно работы с прослушивателями папок

Заключение

В заключении необходимо отметить, что «Автоматизированная информационная система исследований силовой установки беспилотного летательного аппарата» разрабатывается для выполнения поставленных целей и решения выдвинутых задач. С внедрением АИС возрастет эффективность исследований, за счет увеличения удобства работы с данными, повышения точности данных и уменьшения времени принятия решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Baruti R. Learning Alteryx. Packt Publishing, 2017. 228 p.
2. Palm W.J. Introduction to MATLAB for engineers. New York City: McGraw-Hill, 1998. 577 p.
3. Уокенбах Д. Microsoft Excel 2013. Библия пользователя. М.: Вильямс, 2015. 928 p.
4. About Fusion Tables - Fusion Tables Help [Electronic resource]. URL: https://support.google.com/fusiontables/answer/2571232.
5. Adams C. Learning Python Data Visualization. Packt Publishing, 2014. 212 p.
6. Гольцман В. MySQL 5.0. Библиотека программиста. Санкт-Петербург: Питер, 2010. 253 p.
7. Моисеенко С.И. Разработка приложений в Microsoft Office Access. Краткое руководство. Вильямс, 2006. 272 p.
8. Бен-Ган И. Microsoft SQL Server 2008. Основы T-SQL. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2009. 430 p.
9. Owens M. The Definitive Guide to SQLite. New York City: Springer-Verlag, 2006. 463 p.

AUTOMATION OF THE ANALYSIS OF TEST RESULTS OF THE POWER PLANT OF UNMANNED AERIAL VEHICLE

Shaekhov I.
fonfabular@gmail.com
Scientific adviser: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper discusses the implementation of an automatic analysis of the results of testing the power plant of an unmanned aerial vehicle. The main objectives and tasks that need to be solved when developing this automated information system (AIS) are defined, and positive aspects and advantages associated with the implementation of such a system are noted. Introduced AIS interface.

УДК 004.9

ОРГАНИЗАЦИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ

Шаехов И.М.
fonfabular@gmail.com
Научный руководитель: И.И. Бикмуллина, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается разработка решения задачи визуализации результатов испытаний силовой установки беспилотного летательного аппарата. Выбраны инструменты, с помощью которых можно решить данную задачу. Описаны причины, из-за которых данные инструменты не могут быть использованы в автоматизированной информационной системе. Описан алгоритм работы самостоятельно написанного модуля графопостроителя. Представлен результат работы встроенного модуля графопостроителя.

Введение

При разработке автоматизированной системы испытания силовой установки беспилотного летательного аппарата возникла необходимость в визуальном отображении результатов экспериментов в виде графиков. Так как объем исходных данных достаточно велик (каждые 0,01 секунд происходит измерение 10 параметров), то изначально выбор стоял между графопостроителями таких программных продуктов как Microsoft Office Excel и The MathWorks MATLAB[1]. К сожалению, представленные инструменты не могли быть использованы в данной работе. По этой причине было решено реализовать модуль графопостроителя самостоятельно с необходимым и достаточным количеством возможностей для решения задачи визуализации данных в данной работе.

От использования графопостроителя от Microsoft Office Excel пришлось отказаться, так как возникли сложности с автоматическим построением графиков из-за его внутренних ограничений. Данные ограничения не удалось преодолеть по причине слабого уровня документации по созданию необходимого вида графиков с помощью Open XML и освещения данной проблемы в сети интернет [2,3].

От использования графопостроителя от MathWorks MATLAB так же пришлось отказаться, так как вывод графиков на экран при запуске метода работы с графопостроителем сразу после запуска пользовательского приложения занимал достаточно большое количество времени (более 5 минут). Как выяснилось, медлительность визуализации данных на экран связана с подгрузкой необходимых библиотек, так как последующие запуски данного метода вывода графиков осуществлялись в течении 2-10 секунд, что является приемлемым временем. Так же была проблема с тем, что пользовательское приложение передавало данные библиотекам «The MathWorks MATLAB», а необходимый граф не отображался в окне вывода. Еще одним очевидным минусом использования данной платформы является то, что для работы модуля графопостроителя на пользовательском компьютере должен быть установлен «The MathWorks MATLAB» последней версии (около 12 Гбайт).

Таким образом, было принято решение написать свой модуль графопостроителя.

Разработка инструмента визуального представления данных

Разработка инструмента визуального представления данных исходит из выше принятого решения написать свой модуль графопостроителя. За основу внешнего вида отображаемых графиков было взято отображение графиков из платформы «The MathWorks MATLAB», так как на данной платформе уже была решена задача визуализации данных ранее, но ее использование было прекращено по вышеописанным причинам. Здесь реализованы основные функции графопостроителя:

- Построение осей координат;
- Построение сетки;
- Масштабирование значений графика;
- Построение графика по множеству точек.

Пример вывода графиков встроенным модулем на экран представлен на рисунке 1.

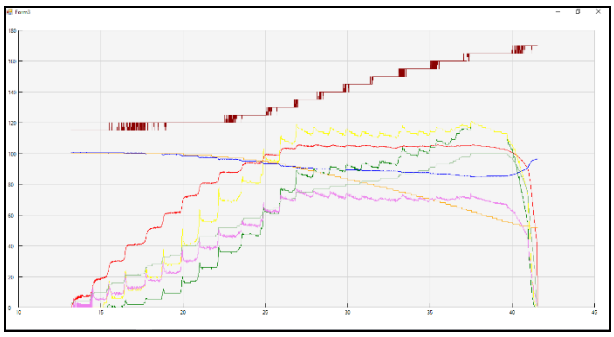


Рис. 1. Вывод графиков во встроенном модуле

Пример вывода графиков с помощью графопостроителя The MathWorks MATLAB представлен на рисунке 2.

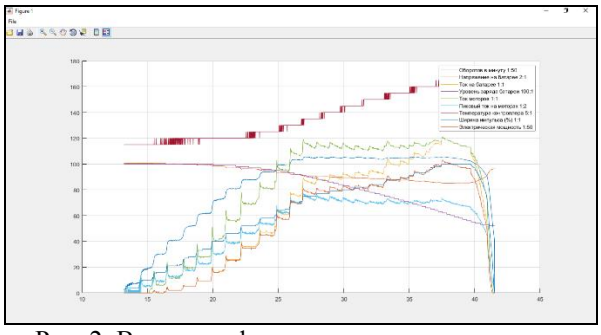


Рис. 2. Вывод графиков во встроенном модуле

Алгоритм работы графопостроителя:

- Создание изображения заданного размера;
- Определяется максимальная область определения и область значений исходных данных;
- На изображении рисуется область построения графиков, координатные оси, отсечки через определённый промежуток и вспомогательная сетка;
- Преобразование набора параметров эксперимента в точки на координатной плоскости;
- Масштабирование значений графиков;
- Преобразование локальных координат графиков в координаты изображения;
- Рисование графиков

Сравнительная характеристика встроенного модуля графопостроителя и графопостроителя на основе платформы «The MathWorks MATLAB»

Сравнительная характеристика встроенного модуля графопостроителя и графопостроителя на основе платформы «The MathWorks MATLAB» представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика модулей графопостроителей

Параметр	Названия модулей	
	The MathWorks MATLAB	Встроенный модуль
Скорость первого запуска	> 3 мин.	2-4 с.
Скорость повторного запуска	2-4 с.	2-4 с.
Стабильность работы (Выводятся все графики каждый раз)	40%	100%
Требует установки дополнительного ПО	Да	Нет
Размер дополнительного ПО	~ 12 Гбайт	Нет
Наличие необходимых для выполнения ВКР функций	Да	Да

Заключение

1. При разработке автоматизированной системы испытания силовой установки беспилотного летательного аппарата возникла необходимость в визуальном отображении результатов экспериментов в виде графиков.
2. На основе анализа технологий визуализации было принято решение написать свой модуль графопостроителя.
3. Было принято решение использовать разработанный графопостроитель в разрабатываемом прикладном программном обеспечении для автоматизированного сбора и обработки результатов эксперимента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дьяконов В. П. *MATLAB. Полный самоучитель.* ДМК Пресс, Москва, 2012, 768 с.
2. И.И. Бикмуллина, И.А. Барков, А.П. Кирпичников, *Разработка методики автоматизированного синтеза информационных систем на основе семантических отношений предметной области*. Т. 18. № 7. Вестник Казанского технологического университета, Казань, 2015. С. 236-242.
3. А.П. Кирпичников, С.А. Ляшева, М.П. Шлеймович, *Обнаружение и сопровождение объектов в бортовых системах обработки изображений.* Т. 17. № 13. Вестник Казанского технологического университета, Казань, 2014. С. 331-334.

ORGANIZATION OF VISUAL PRESENTATION OF DATA

Shaekhov I.
fonfabular@gmail.com
Scientific adviser: I. Bikmullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, we consider the development of a solution to the problem of visualizing the results of testing an unmanned aircraft power plant. Selected tools with which you can solve this problem. The reasons are described for which these tools cannot be used in an automated information system. The algorithm of work of the independently written plotter module is described. The result of the built-in plotter module is presented.

УДК 004.932

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТРОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ХАФА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БЫСТРОЙ РАДИАЛЬНОЙ СИММЕТРИИ

Шакирзянов Р.М., Шакирзянова А.А.
RMShakirzyanov@kai.ru, aadubrovina@kai.ru
Научный руководитель: М.П. Шлеймович, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В настоящее время широко применяются системы управления на основе компьютерного зрения. На практике детектируемые объекты обладают свойством радиальной симметрии. Для их обнаружения могут использоваться различные методы обработки и анализа изображений. В данной работе рассмотрен подход на основе преобразования быстрой радиальной симметрии. В качестве примера его применения рассмотрен алгоритм детектирования центров радиально-симметричных объектов. Показано, что данный алгоритм позволяет детектировать центры радиально-симметричных объектов в условиях помех, мешающих анализу сцены в реальных условиях функционирования систем управления. Кроме того, показано, как этот алгоритм может быть использован в сочетании с методом Хафа для детектирования окружностей. Метод Хафа имеет ряд параметров, настройка которых является трудоемким процессом ввиду их чувствительности к размерам и расположению окружностей. Применение алгоритма детектирования центров окружностей, которые относятся к радиально-симметричным объектам, позволяет уточнить найденную окружность по степени близости центра, полученного с помощью метода Хафа, к одному из центров, полученных на основе преобразования быстрой радиальной симметрии.

Современные системы управления базируются на применении различных технологий, в том числе технологий компьютерного зрения.

На этапе анализа объектов по их форме, могут быть применены методы, основанные на нейронных сетях, и методы, базирующиеся на моделях фигур. Зачастую применяется преобразование Хафа, являющееся трудоёмким с точки зрения вычислительных ресурсов [1, 2, 3, 4]. Чтобы избежать этого недостатка, можно применить методы, основанные на преобразовании быстрой радиальной симметрии (FRS, Fast Radial Symmetry), который был впервые предложен в 2003 году Лоем и Зелинским для поиска точек интереса на изображении [5]. Сам же метод радиальной симметрии изначально был «вдохновлён» преобразованием Хафа в том смысле, что используется процедура голосования для поиска объектов заданной формы. Впоследствии он был задействован для распознавания дорожных знаков в работах Барнеса и Зелинского, где алгоритм голосует за наиболее вероятные центры круглых дорожных знаков в изображении на основе симметричных рёбер [6].

Для решения комплексной задачи поиска объектов на изображении детекторы радиальной симметрии могут применяться в сочетании с другими методами обработки изображений, например, методами на основе преобразования Хафа, Виолы-Джонса и др.

Таким образом, разработка, исследование и применение методов анализа изображений с использованием преобразования быстрой радиальной симметрии в системах управления на основе компьютерного зрения является актуальной и практически значимой задачей.

Одной из задач, для решения которых может быть применено преобразование быстрой радиальной симметрии, является детектирование центров радиально-симметричных объектов на изображении.

Базовый алгоритм для решения указанной задачи имеет следующий вид:

1. Преобразовать изображение в полутоновую форму;
2. Выполнить однонаправленное преобразование быстрой радиальной симметрии по второму варианту;
3. Выполнить бинаризацию;
4. Детектировать контуры;
5. Вычислить центры масс точек контуров.

Пример выполнения приведенного алгоритма показан на Рис. 1, где сверху вниз располагаются: изображение в полутоновой форме, результат преобразования быстрой

радиальной симметрии, бинарное изображение, исходное изображение с маркерами в центрах радиально-симметричных объектов.

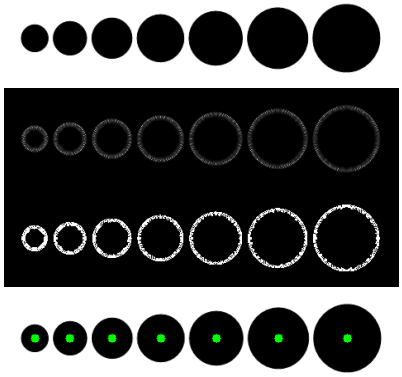


Рис. 1. Детектирование центров радиально-симметричных объектов

Алгоритм детектирования центров радиально-симметричных объектов на изображениях с использованием преобразования быстрой радиальной симметрии имеет самостоятельное значение в системах управления на базе компьютерного зрения. Например, он может быть применен для точного позиционирования по соответствующим маркерам в робототехнических системах.

Кроме того, данный алгоритм может также использоваться в качестве уточнения параметров окружностей, детектируемых на изображении.

Один из наиболее часто применяемых алгоритмов обнаружения окружностей на изображении основан на градиентном методе Хафа. Он заключается в следующем:

1. Применяется детектор Кенни для детектирования границ на изображении.
2. Вычисляется градиент для каждой граничной точки, т.е. точки с ненулевой яркостью.
3. Выполняется анализ точек, находящихся на линии, задаваемой направлением градиента, и расстояний от них до границы, т.е. кандидатов в центры и радиусы окружностей соответственно.
4. Выбрать в качестве центров и радиусов окружностей, тех кандидатов, которые наиболее часто встречаются и удовлетворяют уравнениям окружности наибольшему количеству граничных точек.

Достоинством данного алгоритма является относительно высокая скорость работы. Однако он весьма чувствителен к шуму и к изменению значений настроечных параметров, к которым относятся:

- разрешение аккумулятора для детектирования центров окружностей;
- минимальное расстояние между центрами окружностей;
- верхний порог детектора Кенни;
- нижний порог детектора Кенни;
- минимальный радиус окружности;
- максимальный радиус окружности.

На Рис. 2 показаны примеры правильного и неправильного детектирования окружностей на изображении размера 633 × 458 с одними и тем же параметрами, равными:

- разрешение аккумулятора для детектирования центров окружностей – 1;
- минимальное расстояние между центрами окружностей – 25;
- верхний порог детектора Кенни – 100;
- нижний порог детектора Кенни – 20;
- минимальный радиус окружности – 1;
- максимальный радиус окружности – 150.

Снизить трудоемкость подбора значений настроечных параметров для детектирования окружностей на изображении градиентным методом Хафа можно с помощью алгоритма определения центров радиально-симметричных объектов, описанного выше. Применение

последнего позволит уточнить окружность по степени близости центра, полученного с помощью метода Хафа, к одному из центров, полученных на основе преобразования быстрой радиальной симметрии.

Процедура уточнения представляет собой последовательное выполнение трех шагов:

1. Применение алгоритма на основе метода Хафа для детектирования окружностей.

2. Применение алгоритма детектирования центров на основе преобразования быстрой радиальной симметрии.

3. Фильтрация окружностей по степени близости центров, найденных при выполнении двух предыдущих шагов.

Пример выполнения предложенной процедуры для изображения на Рис. 2 (с теми же параметрами для метода Хафа) показан на Рис. 3, где приведены также результаты преобразования быстрой радиальной симметрии. Видно, что метод Хафа допускает ошибки, он неверно определяет центры некоторых окружностей, допуская ложные срабатывания. При использовании метода радиальной симметрии для уточнения центров удается эти ошибки устранить.

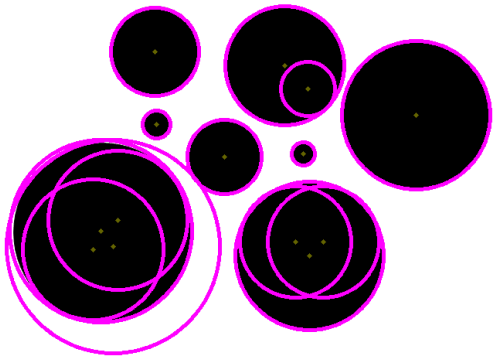


Рис. 2. Пример детектирования окружностей методом Хафа

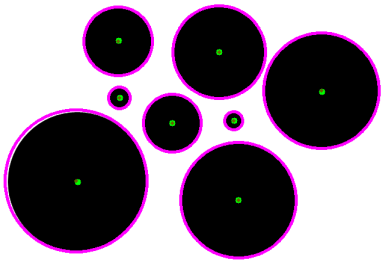


Рис. 3. Пример детектирования окружностей с уточнением центров

Можно сделать выводы о том, что при использовании уточняющей процедуры на основе преобразования быстрой радиальной симметрии для детектирования окружностей снижаются требования к тонкой настройке параметров метода Хафа.

В заключение отметим, что быстрое преобразование радиальной симметрии может быть эффективно применено для построения процедур обработки и анализа изображений в системах на основе компьютерного зрения, в том числе системах управления технологическими процессами, системах контроля и управления доступом на охраняемые территории, системах промышленного контроля, системах управления транспортными средствами и др.

Описанный подход может быть использован для повышения эффективности систем информационной безопасности, основанных на методах машинного обучения [7, 8].

Следует отметить, что при создании промышленных систем управления на базе компьютерного зрения необходимо обеспечить защиту от различного рода помех, в том числе от электромагнитных воздействий [9, 10, 11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *R.O. Duda and P.E. Hart*, “Use of the Hough Transform to Detect Lines and Curves in Pictures,” Comm. ACM, vol. 15 (1), pp. 11-15, January 1972.

2. *D.H. Ballard*, “Generalizing the hough transform to detect arbitrary shapes,” Pattern recognition, vol. 13 (2), pp. 111-122, 1981.

3. *P. V. C. Hough*, Method and means for recognizing complex patterns, U.S. Patent 3069654 (1962).

4. *C. Kimme, D. Ballard, and J. Sklansky*, “Finding circles by an array of accumulators,” Communications of the ACM, vol 18 (2), pp. 120-122, 1975.

5. *G. Loy and A. Zelinsky*, “Fast radial symmetry for detecting points of interest,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25 (8), pp. 959-973, August 2003.

6. *N. Barnes and A. Zelinsky*, “Real-time radial symmetry for speed sign detection,” 2004 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 566-571, June 2004.

7. *I.I. Ismagilov, S.F. Khasanova, A.S. Katasev, and D.V. Kataseva*, “Neural network method of dynamic biometrics for detecting the substitution of computer,” Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, vol. 10, pp. 1723-1728, 2018.

8. *I.I. Ismagilov, L.A. Molotov, I.V. Anikin, A.S. Katasev, and D.V. Kataseva*, “Insiders Detection in Computer Systems Based on Data Mining Technique,” Helix, vol. 8 (6), pp. 4668-4673, 2018.

9. *Z.M. Gizatullin and R.M. Gizatullin*, “Study of the electromagnetic compatibility of local area networks under the action of nanosecond electromagnetic disturbances,” Journal of Communications Technology and Electronics, vol. 5, pp. 424-426, 2014.

10. *Z.M. Gizatullin, M.G. Nuriev, and R.M. Gizatullin*, “Physical Simulation of the Interference Immunity of Electronic Equipment under the Electromagnetic Action of Industrial Macrosources,” Journal of Communications Technology and Electronics, vol. 63 (1), pp. 87-93, 2018.

11. *M.S. Shkinderov and Z.M. Gizatullin*, “Study of an Access Monitoring and Control System Working in the Presence of Electrostatic Discharges,” Journal of Communications Technology and Electronics, vol. 63 (11), pp. 1319-1325, 2018.

RADIALLY SYMMETRIC OBJECTS CENTERS DETECTION IN THE IMAGE

Shakirzyanov R., Shakirzyanova A.

RMShakirzyanov@kai.ru, aadubrovina@kai.ru

Supervisor: M. Shleymovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

Currently computer vision-based control systems are widely used. In practice, the detected objects have the property of radial symmetry. For example, round markers are used as such objects, providing precise positioning in robotic systems. For their detection various methods of processing and analyzing images can be used. In this paper, we consider an approach based on the fast radial symmetry transform. As its application example, an algorithm for detecting centers of radially symmetric objects is considered. It is shown that this algorithm allows detecting the centers of radially symmetric objects in the conditions of noise that interfere with scene analysis in real conditions of the control systems operation. Besides, it shows how the algorithm is used in combination with the circles-detecting Hough method. The Hough method has a number of parameters, the setting of which is a time-consuming process as they are very sensitive to the size and location of the circles. The application of the algorithm for the circles’ centers detecting makes it possible to refine the found circle by the degree of proximity of the center, obtained using the Hough method, to one of the centers obtained by fast radial symmetry transform.

УДК 004.416.6

ПРОГРАММНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НА ЭВМ РЕЖИМОВ АДРЕСАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРА

Шурикова К.Е.

shurikovak@yandex.ru

Научный руководитель: А.Н. Борисов, канд. техн. наук

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная автоматизированная система обучения предназначена для облегчения изучения лекционного материала по теме «Режимы адресации микропроцессора», а так же закрепление пройденного материала выполнением практических заданий.

Возможности применения компьютера в учебном процессе, весьма многообразны. Он может служить для моделирования явлений или систем, для реализации учебных игр, применяться для выполнения вычислений, для редактирования текстов, в качестве различного рода тренажеров, как инструмент автоматизации проектирования, программируемого управления экспериментами, как информационно-поисковая или экспертная система и наконец, как средство практического обучения самой компьютерной технике и программированию.

Создано множество средств обучения с помощью компьютера. Их можно классифицировать следующим образом: компьютерные учебники, предметно-ориентированные среды (моделирующие программ, учебные пакеты), лабораторные практикумы и тренажеры, контролирующие программы. Программные комплексы, предназначенные для проведения учебного процесса, получили название «Автоматизированные обучающие системы». Внедрение автоматизированных систем в учебный процесс обеспечивают возможность студентам быстро и профессионально получить и освоить материал по учебной тематике[1].

Одной из основных дисциплин, изучаемых на компьютерных специальностях вузов, является «ЭВМ и периферийные устройства». Тема довольно громоздкая в теоретическом и практическом плане, что затрудняет ее быстрое освоение. Одним из важных разделов в материалах по изучению ЭВМ является освоение системы команд, которая является основной информацией для работы аппаратуры.

Освоение системы команд, закрепление теоретического материала – это практическое изучение структуры и функционирования используемых в вычислительной технике процессоров, ассемблерным представлением команд, выполнением команд с различными способами адресации.

Основной информацией для работы аппаратуры является команда. Команда ЭВМ представляет собой информацию в двоичном коде, определяющую выполняемую операцию и необходимые для этого данные (операнды). Каждый тип ЭВМ обладает собственной системой команд, построенной на особенностях архитектуры используемого процессора, особенностях организации памяти. В каждой ЭВМ существует аппаратура или память микропрограмм, призванная вырабатывать управляющие сигналы с целью выполнения операций команды.

Для проведения компьютерного лабораторного практикума по изучению системы команд, используемой в ПК на базе микропроцессора I8086 [2], способам адресации при составлении ассемблерных команд, в данной работе рассматривается автоматизированная система предназначенная для практического усвоения материалов по организации и выполнению команд микропроцессора.

Разработанная автоматизированная обучающая система изучения способов адресации микропроцессора имеет следующие преимущества:

1. Изучаемый материал подается в наглядной и доступной для понимания форме. Материал разделен на подразделы и сопровождается иллюстрациями (схемами, таблицами, рисунками).
2. Предлагаемая автоматизированная система позволяет пользователям проходить обучение в индивидуальном темпе. При необходимости пользователь может вернуться к просмотру уже изученного материала.
3. Кроме теоретического материала система предлагает практическое задание, состоящее из 7 задач в 4 вариантах.
4. При выполнении студентами практикума преподаватель освобождается от необходимости дублирования/повторения теоретического материала, рассмотренного на лекционном и практическом занятиях.
5. За счет этого упреподавателя появляется дополнительная возможность и дополнительное время для индивидуальной работы со студентами.
6. При необходимости теоритический материал, содержащийся в автоматизированной

обучающей системе, может быть быстро обновлен либо дополнен.

7. Студент может проходить обучение неограниченное количество раз, при этом можно будет выбрать один из четырех различных вариантов задания.

8. Если студент проходит обучение несколько раз, то вероятность повтора практических заданий и их порядка минимальна.

Разработанная автоматизированная обучающая система – это комплексный программный продукт, который включает в себя лекционный курс раздела «Способы адресации микропроцессора», выполнение практического задания, просмотр демонстрационной части и журнала выполнения задания, а также дополнительные материалы в составе глоссария и списка рекомендованной литературы.

Интерфейс обучающей системы интуитивно понятен, не требует изучения особых инструкций, поэтому пользователь без затруднений может пользоваться материалами, которые предоставляет автоматизированная обучающая система.

Представленный лабораторный комплекс способствует изучению формата команд и способов адресации – это основная цель лабораторной работы «Режимы адресации микропроцессора». В процессе выполнения работы формируется три основных навыка: освоение способов адресации, умение определять по способам адресации в команде адреса узлов источников и приемников данных, а также умение вычислять адреса ячеек памяти, к которым обращается команда.

Навыки, которые должны сформироваться после изучения темы «Режимы адресации микропроцессора», закрепляются с помощью выполнения практической, а также просмотром демонстрационной части с выполнением устных заданий и ответами на вопросы преподавателя по изученной программе.

Таблица 1

Этапы разработки автоматизированной обучающей системы «Режимы адресации микропроцессора» и задачи, решаемые на каждом из них

№	Этап	Задачи, решаемы на этапе
1	Техническое предложение, сделанное на основе учебных потребностей и целей обучения	– Определение актуальности создания курса по разделу «Способы адресации микропроцессора» для дисциплины «Электронно-вычислительные машины и периферийные устройства»; – Определение основных составляющих системы для изучения раздела;
2	Разработка содержания курса	– Анализ учебного плана; – Определение стратегии курса; – Разработка сценария интерактивного взаимодействия системы с пользователем;
3	Проектирование автоматизированной обучающей системы	– Подготовка текста тем теоретического раздела; – Подбор иллюстративного и справочного материала; – Создание эскизов интерфейса; – Создание сценария работы системы в целом и отдельных блоков в частности;
4	Реализация автоматизированной обучающей системы	– Выбор технико-программных платформ; – Программирование с помощью выбранных средств;
5	Опробование и тестирование разработанной автоматизированной обучающей системы	– Испытание разработанного приложения; – Проведение серий тестов для выявления ошибок программирования; – Исправление недочетов с последующим повторением тестов;
6	Эксплуатация и внедрение разработанной автоматизированной обучающей системы	– Создание описания разработанной автоматизированной обучающей системы; – Создание инструкции по применению для пользователей автоматизированной обучающей системы; – Внедрение полностью законченной автоматизированной обучающей системы;

По выполняемым функциям были выделены следующие составляющие системы: обучающий компонент и компонент контроля. В качестве обучающего компонента разрабатываемой автоматизированной обучающей системы выступают две части: теоретическая и демонстрационная. Контроль осуществляется в процессе выполнения практической части.

Создание любого приложения для компьютера, в том числе и автоматизированной обучающей системы, требует тщательно продуманного плана разработки. Поэтому были также определены этапы проектирования автоматизированной обучающей системы, а так же задачи, решаемые на каждом этапе разработки (таблица 1).

В качестве программных средств, выбранных для реализации разработанной автоматизированной системы, используется среда программирования MicrosoftVisualStudio 2015. Программирование осуществляется с помощью различных типов приложений VisualStudio. VisualStudio обеспечивает поддержку C#, C и C++, JavaScript, F# и VisualBasic.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Буторина Т.С*. Дидактические основы использования информационно-педагогических технологий в подготовке электронного учебника /Электронные учебники и учебно-методические разработки в открытом образовании: Тезисы докладов семинара. М. : Изд-во МЭСИ, 2000.

2. Микропроцессорный комплект К1810: Структура, программирование, применение: Справочная книга/ *Ю.М. Казаринов, В.Н. Номоконов, Г.С. Подклетнов, Ф.В. Филиппов*. Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высш. шк., 1990.

SOFTWARE LABORATORY WORKSHOP FOR THE STUDYING ON THE ECM ADDRESSING MODES OF THE MICROPROCESSOR

Shurikova K.E

shurikovak@yandex.ru

Research advisor: A. Borisov, Candidate of Technical Sciences

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This automated learning system is designed to facilitate the study of lecture material on the topic “Microprocessor Addressing Modes”, as well as consolidating the material studied by performing practical tasks.

УДК 004.416.6

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СХЕМНОЙ И ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЭКРАНЕ

Шурыгин П.И.

anb2000@mail.ru

Научный руководитель А.Н. Борисов, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе исследуется видеосистема компьютера и компьютерная система обучения. Разбирается формирование изображения на экране. Проводится анализ работы видеосистемы в различных режимах.

Периферийные устройства (ПУ) ЭВМ – важнейшая составная часть любого вычислительного комплекса. ПУ ЭВМ обеспечивают взаимодействие машины с окружающей средой: пользователями, объектами управления, другими компьютерами. Большинство ПУ – это сложные устройства с микропроцессорным управлением, в которых обмен информацией с центральной частью компьютера происходит через контроллеры ПУ с использованием стандартных интерфейсов [1].

Одним из основных периферийных узлов в работе ЭВМ является видеосистема. В персональных компьютерах видеосистемы - это совокупность аппаратных и программных средств, позволяющих получить на экране монитора текстовые и графические изображения в виде рисунков, таблиц, чертежей и др. К аппаратным средствам в видеосистемах относится видеомонитор (дисплей) и видеоадаптер (видеокарта) [2].

Аппаратура видеосистем – это сложные устройства вычислительной техники. Функционирование аппаратуры (монитор –видеоадаптер) на программном уровне ведется под управлением специальных программных средств, образующих системно обеспечение видеосистемы компьютера.

Одной из основных тем, изучаемых на компьютерных специальностях вузов, является «Периферийные устройства ЭВМ». Тема довольно громоздкая в теоретическом и практическом плане, что затрудняет ее быстрое освоение. Закрепление теоретического материала – это практическое изучение структуры и функционирования периферийных устройств, контроллеров ПУ, организации интерфейсов связи ПУ с соответствующими контроллерами, организации и принципов работы с программами обслуживания ПУ.

В настоящее время в учебном процессе широко применяются средства обучения с помощью компьютера, получившие название «Автоматизированные обучающие системы». К ним относятся компьютерные учебники, лабораторные практикумы и тренажеры и др [3].

Для проведения компьютерного лабораторного практикума по изучению принципов организации видеосистем, основ формирования изображения на экране монитора, аппаратных средств управления выводом информации на монитор,программной организации управления монитором предлагается автоматизированная система для изучения схемной и программной реализации формирования изображения на экране монитора, которая представляет собой несколько взаимосвязанных подсистем:

- Подсистема взаимодействия пользователя с разделами автоматизированной системы. Данная подсистема представляет собой меню, через которое пользователь получает доступ к другим разделам автоматической системы изучения.
- Подсистема изучения теоретических аспектов материала. Данная подсистема представляет собой совокупность разделов теоретического материала, сгруппированных по темам.
- Подсистема, позволяющая пользователю, ознакомится с алгоритмами написания программного кода на языке Assembler по выводу изображений в текстовом и графическом режиме видеоадаптеров.
- «Вывод текста в графическом режиме». Данный раздел иллюстрирует, каким образом формируется и выводится текстовая информация в графическом режиме работы видеоадаптера.

Практическая часть автоматизированной системы симулирует работу алгоритма на языке программирования Assembler.

Одной из основных подсистем при выполнении лабораторных заданий является подсистема моделирования процесса формирования и вывода информации на экран. Данная подсистема предоставляет собой процедуру, которая представляет собой правила и порядок доступа к FLASH роликам, а они в свою очередь показывает при помощи программированной анимации суть основополагающих вещей при изучении данного материала.

Например, рассмотрим один из подпунктов данной подсистемы. Возьмем раздел «Работа видеоадаптера в текстовом режиме». В данном подразделе наглядно показывается, как реализуется информация в памяти и как она выводится на экран при работе видеоадаптера в текстовом режиме. Вид данного подраздела приведен на рисунке 1.

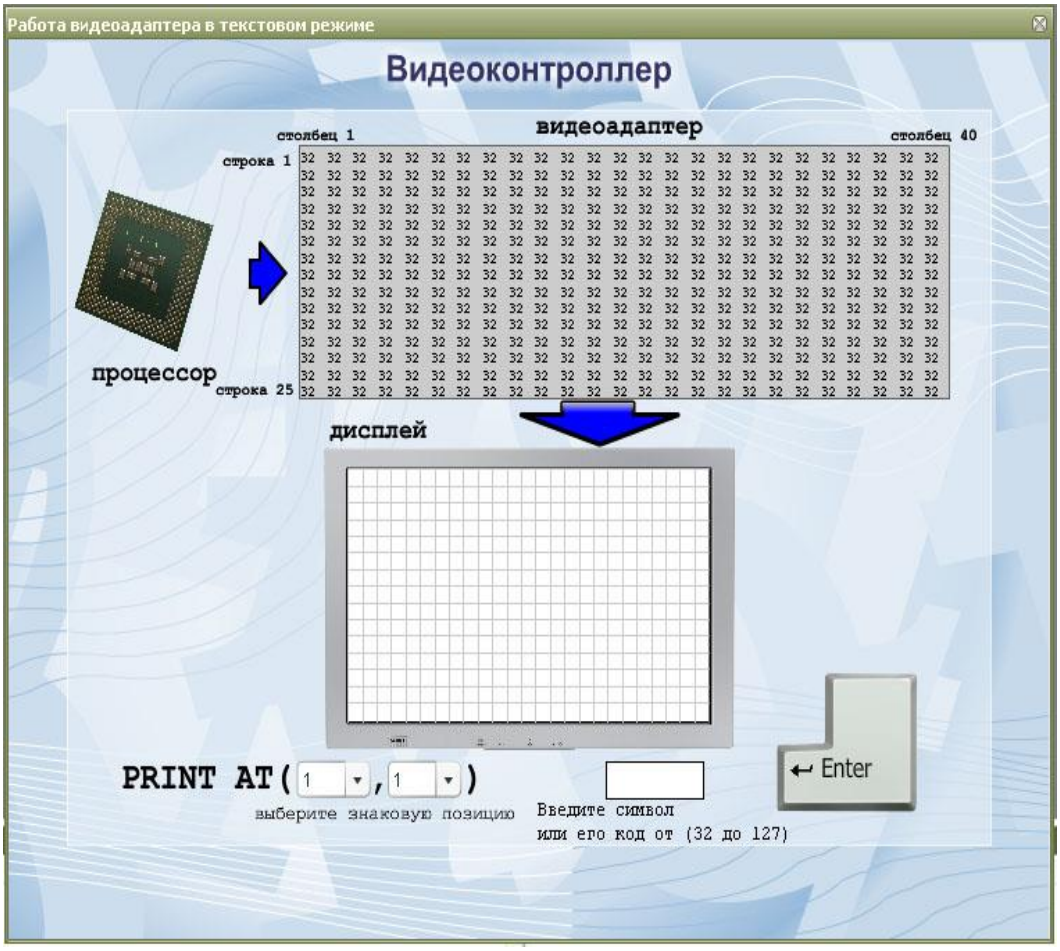


Рис. 1. Пример окна «Работа видеоадаптера в текстовом режиме»

При помощи этого FLASH ролика пользователь сможет разобраться, каким образом взаимодействует память видеоадаптера и дисплей монитора. Входными параметрами данного ролика являются координаты положения символа и код символа, который будет выводиться после нажатия анимированной клавиши «Enter». Пользователю в автоматическом режиме будет продемонстрировано, где будет расположен в памяти код символа и где на дисплее монитора появится символ. Результат работы ролика приведён на рисунке 2.

Подсистема выдачи задания пользователям заключается в том, что пользователь изучив теоретический материал, просмотрев все FLASH ролики и разобравшись в структуре работы видеосистемы персонального компьютера должны выполнить задания для текстового режима работы и графического режима работы.

Разработанная программа для проведения лабораторного практикума работает в среде WindowsXP и выше, так же желательно наличие InternetExplorerне ниже 6 серии, обязательно на ПК должны быть установлены .NET Framework 3.5 и AdobeFlashPlayer.

Программа запускается из файла Videoadapter.exe. На экране появляется главное окно программы с системой меню.

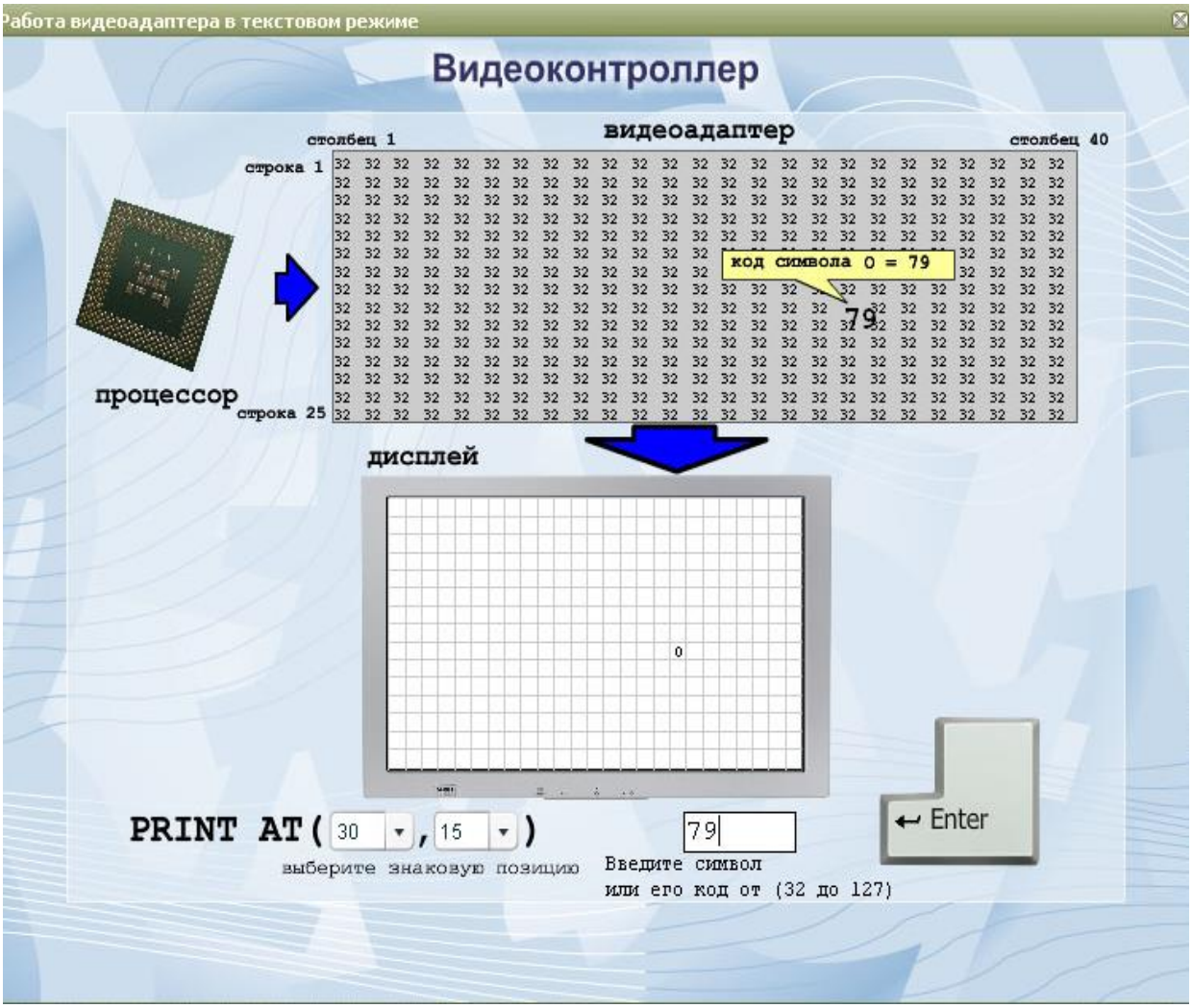


Рис. 2. Результат работы FLASH ролика

Пользователь должен сначала ознакомиться с теоретическим материалом, то есть изучить все подпункты, которые представлены в данном разделе. После чего необходимо просмотреть все FLASHролики, которые представлены в разделе «Демонстрационная часть». Закончив просмотр, приступить к выполнению практической части, задания для которой пользователь может получить, нажав на кнопку «Практические задания» и выбрав в появившемся окне соответствующий пункт и написать программу на Assembler.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Борисов А.Н.* Внешние интерфейсы периферийных устройств персональных компьютеров: учебное пособие / *А.Н. Борисов.* – Казань: Изд-во Казан.гос. техн. ун-та, 2014.

2. *Горнец Н.Н.* Периферийные устройства персональных компьютеров: учебное пособие для вузов/ *Н.Н. Горнец.* – Дрофа, 2010.

3. *Буторина Т.С.* Дидактические основы использованияинформационно-педагогических технологий в подготовке электронного учебника /Электронные учебники и учебно-методические разработки в открытом образовании: Тезисы докладов семинара. М. : Изд-во МЭСИ, 2000.

THE ORGANIZATION OF THE LABORATORY PRACTICAL SCIENCES FOR THE STUDY OF THE CIRCUIT AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF FORMATION OF THE IMAGE ON THE SCREEN

Shurygin P.
anb2000@mail.ru
Scientific adviser: A. Borisov, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The video system of the computer and the computer training system are investigated in the work. Understands the formation of images on the screen. An analysis of the video system in various modes.

УДК 004.735

ОБЗОР МЕТОДИК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Юсупов И.И.
ilnur.yusupov.24@gmail.com
Научный руководитель: Ф.И. Эминов, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе проведен анализ существующих методик проектирования информационно-коммуникационной инфраструктуры предприятия.

Введение

В современное время существует множество методик для проектирования информационно-коммуникационной инфраструктуры предприятия. В основном, все они основываются на проектировании структурированных кабельных систем. С помощью каждой методики можно полноценно разработать инфраструктуру, но, главное, чтобы она соответствовала современным стандартам проектирования.

Некоторые методики проектирования

Обзор литературных источников позволяет привести следующие методики проектирования информационно-коммуникационной инфраструктуры предприятий.

1. Методы проектирования фрагментов компьютерной сети на основе моделирования жизненного цикла сети [1].
2. Проектирование инфокоммуникационной сети на основе структурированных кабельных систем, которые использует международные стандарты [2].
3. Проектирования структурированной кабельной системы (СКС) на основе стандарта ГОСТ Р 53246-2008 [3].
4. Проектирование корпоративных информационных сетей [4].

Первая методика основывается на жизненном цикле информационной сети. При проектировании каждая стадия проходит повторяющийся цикл: планирование – реализация – проверка – оценка. Математическая модель данной методики основывается на алгоритме вычисления вектора выходных параметров при заданных значениях входных векторов. Функционирование задаётся законом:

$$H(t) = f_c(S, F, Y, X, t),$$

где f_c представляет собой функцию, алгоритм или методику, которая определяет правило преобразования входных параметров в выходные; H(t) – вектор данных, который зависит от времени.

Далее рассматриваются данные сети

$$H = \{V, T, N, C, Z\}.$$

Первичными параметрами являются:

- S – структура;
- F – функционал;
- Y – нагрузка;
- X – внешняя среда.

Вторичными параметрами (характеристики) являются:

- V – мощность;
- T – время;
- N – надёжность;
- C – экономия;
- Z – другие.

Данная методика ориентируется на использование стандарта ГОСТ 27003-90, который основывается на проверке надёжности системы, но не формулирует этапы проектирования сети.

Вторая методика предоставляет собой метод проектирования информационно-коммуникационной инфраструктуры базирующаяся на проектировании структурированных кабельных систем.

Проектирование разбито на несколько этапов:

1) анализ данных;
2) определение трассы и способы прокладки кабеля;
3) выбор компонентов информационной системы;
4) составление схемы подключения.

Данная методика основана на использовании международных стандартов ISO/IECIS 11801, EIA/TIA-568B, CENELECEN 50173. Данные стандарты подходят для проектирования, но они не являются универсальными.

Третья методика, которая основывается на стандарте ГОСТ Р 53246-2008 представляет себой поэтапное проектирования инфраструктуры, используя современные ограничения и требования, которые предоставляет стандарт. Стандарт ГОСТ 53246-2008 «Системы кабельные структурированные» разработан с учётом основных положений международных стандартов. Стандарт включает в себя требования и ограничения, которые следует соблюдать при проектировании. Стандарт является комбинацией других стандартов, поэтому его можно считать универсальным.

Следующая (четвертая) методика базируется на рекомендациях предидущей, учитывает практический опыт разработчиков инфраструктуры сетей. Данная методика помимо проектирования собственно инфраструктуры расматривает вопросы такие вопросы, как: качество обслуживания, меры по защите информации, обеспечение бесперебойным питанием, резерного копирования и др. Данная методика получила развитие [5], она учитывает современные тендендии в данной сфере, в частности, широкое распространение беспроводных соединений в составе корпорации [6].

Проектируемая информационно-коммуникационная инфраструктура предприятия должна удовлятворять необходимым требованиям, изложенным в работах [7, 8, 9]. Для корпораций существенное значение имеют вопросы, связанные с защитой данных и коммерческой тайны [10].

Заключение

Первые из двух изложенных методик подходят для проектирования, но у каждой есть свои минусы. К примеру, первая занимает слишком большое время для проверки реализаций, вторая узконаправленна. Исходя из вышеописанного, при проектировании рекомендуется ориентироваться на рекомендации стандарта ГОСТ Р 53246-2008, который учитывает особенности создания современных информационных сетей. На данный стандарт ориентирована модифицированная методика варианта четыре [5], которая учитывает современные тенденции, связанные с широким применением мобильных рабочих станций в корпоративной сети, использующие технологии беспроводных соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Платунова С.М.* Методы проектирования фрагментов компьютерной сети. – СПб.: Питер, 2013. – 51 с.

2. *Никитин Е.В.* Проектирование структурированной кабельной системы (СКС). – Москва, 2018 – 77 с.

3. *Ляховец М.В.* Проектирование инфокоммуникационной сети на основе стандартов структурированных кабельных систем. – Новокузнецк, 2013. – 27 с.

4. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Проектирование корпоративных информационных сетей: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. – 60 с.

5. *Эминов Ф.И.* Проектирование корпоративных информационных сетей. [Электронный ресурс] URL: https://bb.kai.ru:8443/webapps/portal/execute/tabs/tabAction?tab_tab_group_id=_1_1

6. *Эминов Ф.И.* Параметры для развертывания беспроводных сетей в составе системы управления предприятия // Сборник: Аналитическая механика, устойчивость и управление Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н.Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т.К. Сиразетдинова. – Казань: Казанский технический ун-т им. А. Н. Туполева, 2017. – С. 277-285.

7. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Сетевые технологии: учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019. – 192 с.

8. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Корпоративные информационные системы: учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019. – 144 с.

9. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Сетевые технологии: учебно-методическое пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2018. – 56 с.

10. *Эминов Б.Ф., Эминов Ф.И.* Разработка и эксплуатация программных систем защиты коммерческой тайны // Сборник: Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: Интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры. Материалы V Международной научно-практической конференции. – Казань: Центр инновационных технологий, 2018. Ч II. – С. 303-309.

OVERVIEW OF METHODS AND ALGORITHMS FOR AUTOMATIC RECOGNITION OF CAR NUMBERS

Yusupov I.

ilnur.yusupov.24@gmail.com

Supervisor: F. Eminov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, an analysis of the existing methods of designing the information and communication infrastructure of the enterprise is carried out.

УДК: 004.891.3

ПОИСК КОЛЛОКАЦИЙ В ТЕКСТЕ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ

Яковлев Д.Р.

denis21.97@mail.ru

Научный руководитель: В.Н. Невзоров, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается описание метода поиска коллокаций в тексте с помощью нейронной сети. Приводится актуальность проблемы, строится математическая модель нейронной сети, разрабатывается целевая функция обучения нейронной сети, рассматривается генетический алгоритм нейронной сети.

Термин «коллокация» является одним из важнейших понятий в области обработки естественного языка. В широком смысле коллокацией называется комбинация двух или более слов, которые имеют тенденцию к совместной встречаемости. Создаются специальные словари коллокаций, которые в дальнейшем используются для различных целей. Таким образом, задача автоматического выделения коллокаций из текста является актуальной проблемой [1].

В настоящее время для извлечение коллокаций используются статистические методы, которые используют различные оценки, которые основаны на статистике совместной встречаемости слов [2]. Данные методы требуют прохождение по всему корпусу русского языка. Поэтому для решения задачи поиска коллокаций был выбран метод, который будет использовать нейронную сеть, который прежде не использовался для решения данной задачи.

Исходными данными в данной задаче является совокупность грамматических характеристик нескольких слов (словосочетания). Результирующими данными является решение нейронной сети о том, является ли поступающее на вход словосочетание коллокацией или нет.

Задача состоит в классификации поступающего словосочетания как коллокациии, либо как не коллокации.

Нейронная сеть – математическая модель, которая построена по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. Нейронная сеть представляет собой систему из соединенных между собой и взаимодействующих нейронов [3]. Связь между нейронами называют синапсом. Каждый нейрон и синапс имеют свое значение (вес). Совокупность нескольких нейронов, не соединенных между собой, называют слоем. Таким образом, нейронная сеть представляется в виде соединенных между собой слоев. Каждый нейрон одного слоя связан с каждым нейроном смежного слоя только одним синапсом. Вес каждого нейрона каждого последующего слоя равен значению функции активации, аргументом которой будет сумма произведений каждого нейрона текущего слоя и синапса, соединяющего их. Функция активации – такая выбранная функция, которая вычисляет выходной сигнал нейрона. И, таким образом, необходимо дойти из входных нейронов до выходных нейронов последнего слоя. Этот вектор сигналов и будет результирующими данными. Пример структуры трехслойной нейронной сети с двумя входами и одним выходом приведен на рисунке 1.

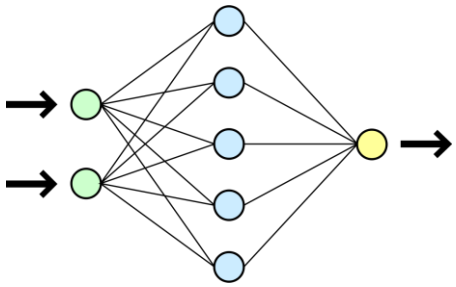


Рис. 1. Структура нейронной сети

Входными данными, как было описано выше, является совокупность грамматических характеристик. Для того, чтобы подать на вход нейронной сети данные характеристики, необходимо каким-либо образом их закодировать.

Условные обозначения математической постановки задачи представлены в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение элемента мат. модели	Наименование элемента мат. модели	Примечания
n	Количество входных данных	-
l	Количество слоев сети	-
m	Размер обучающей выборки	-
$X_{n\times1}$	Вектор нормализованных входных данных	-
x_i	Элемент вектора $X_{n\times1}$	$i = \overline{1..n}$
$V^i_{n\times1}$	Вектор выходных значений нейронов -ого слоя	$j = \overline{1..(l-1)}$
v^i_{j1}	Элемент вектора V^i	$i = \overline{1..n}$ $j = \overline{1..(l-1)}$
$Y_{1\times1}$	Вектор выходных значений нейронов -ого слоя	-
y	Элемент вектора $Y_{1\times1}$	-
$E^1_{n\times n}$	Матрица весов синапсов, связывающих V^1 и X,	-
e^1_{ij}	Элемент матрицы E^1	$i,j = \overline{1..n}$
$E^i_{n\times n}$	Матрица весов синапсов, связывающих V^{i+1} и V^i	$i = \overline{2..(l-2)}$
e^i_{jk}	Элемент матрицы E^i	$i = \overline{1..(l-2)}$ $j,k = \overline{1..n}$
$E^{l-1}_{1\times n}$	Матрица весов синапсов, связывающих V^l и V^{l-1}	-
e^l_{jk}	Элемент матрицы E^l	$j,k = \overline{1..n}$
$\tilde{Y}_{1\times1}$	Матрица весов известных нейронов	-
$\tilde{y}$	Элемент матрицы $\tilde{Y}$	-
F	Значение целевой функции	-
$f_a(x)$	Функция активации	$f_a(x) = \frac{1}{1+exp(-x)}$

Таким образом, на вход подается вектор нормализованных входных данных $X_{n\times1}$, а на выходе нейронной сети получается выходное значение единственного нейрона y. Если выходное значение меньше 0.5, то словосочетание не является коллокацией и наоборот.

Для того, чтобы представить набор грамматических характеристик в виде вектора $X_{n\times1}$, необходимо закодировать (нормализовать) эту совокупность характеристик в виде последовательности нулей и единиц. Этого можно добиться с помощью унитарного кода.

Унитарный код (англ. one-hot) – двоичный код фиксированной длины, который содержит только одну единицу, либо только один ноль. Длина кода определяется количеством объектов, которые необходимо закодировать, то есть каждый объект соответствует конкретному разряду кода, то есть этот разряд равен единице, а остальные нулям, либо наоборот [4].

Рассмотрим кодирование унитарным кодом на примере. Выберем грамматическую характеристику «падеж». Падеж имеет 6 возможных значений: именительный, родительный, дательный, винительный, творительный, предложный. Следовательно, данная характеристика может быть закодирована унитарным кодом как последовательность из 6 нулей. При этом, чтобы закодировать значение, необходимо изменить ноль на единицу в том разряде, которое соответствует номеру значения характеристики. Например, родительный падеж будет закодирован как 010000.

Для того чтобы нейронная сеть могла улучшать свой результат, необходимо проводить ее обучение, то есть определенным образом корректировать веса синапсов. В данной работе

будет применяться «обучение с учителем» - обучение сети, когда существует некоторая обучающая выборка, соответствующая верному решению задачи. Происходит сравнение результатов работы нейронной сети с обучающей выборкой, путем вычисления средней квадратичной ошибки. Задача оптимизации, таким образом, состоит в минимизации значения данной ошибки [5]. Таким образом, задача обучения нейронной сети является задачей параметрической оптимизации, в которой целевая функция выглядит следующим образом:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{m} (y_i - y_i)^2}{m} \to \min \quad (1)$$

Формула (1) описывает целевую функцию задачи, которая заключается в том, что среднеквадратическая ошибка нейронной сети должна стремиться к минимуму.

Для обучения нейронной сети был выбран генетический алгоритм - адаптивный метод поиска, которым часто пользуются для решения задач функциональной оптимизации. Он основан на генетических процессах биологических организмов: биологические популяции развиваются в течение нескольких поколений, подчиняясь законам естественного отбора и по принципу "выживает наиболее приспособленный". Подражая этому процессу генетические алгоритмы способны "развивать" решения реальных задач, если те соответствующим образом закодированы [6].

Генетический алгоритм был выбран в данной работе, так как данный алгоритм достаточно прост в использовании, по сравнению, например, с одним из самых популярных алгоритмов, алгоритмом обратного распространения ошибки, в котором необходимо вычисление градиента для уменьшения ошибки (погрешности) нейронной сети, что достаточно трудоемко. Так же выбор можно обосновать тем, что на начальной стадии отсутствует какая-либо информация о направлении движения в плане настройки весов синапсов. Генетический алгоритм, в свою очередь является эвристическим, поэтому для оптимизации работы нейронной сети глубоких математических расчетов не нужно. К тому же генетический алгоритм лишен такого недостатка, как «застревание» в локальном минимуме, которым обладает алгоритм обратного распространения ошибки. Обратное распространение использует разновидность градиентного спуска, производя спуск по поверхности ошибки, постоянно корректируя веса, стремясь к минимуму [7, 8].

В данной задаче особью генетического алгоритма будет являться нейронная сеть, а хромосома будет состоять из генов, представляющих собой закодированные значения весов синапсов этой нейронной сети. Общая схема генетического алгоритма представлена на рисунке 2.

Рассмотрим пошаговую инструкцию генетического алгоритма обучения нейронной сети:

1. Создать начальную популяцию особей
   1.1. Сформировать нейронную сеть, присвоив каждому синапсу случайное значение;
   1.2. Вычислить выходные значения нейронов в каждом слое;
   1.3. Вычислить ошибку нейронной сети;
   1.4. Повторить пп. 1.1-1.4 для каждой нейронной сети;
2. Выполнить скрещивание родительских пар для каждого соответствующего синапса;
3. Произвести мутацию потомков;
4. Произвести селекцию особей для формирования популяции;
5. Повторить пп. 1-5 до тех пор, пока значение ошибки нейронной сети не повторится определенное количество раз подряд;
6. Выбрать в последней популяции нейронную сеть с наименьшей ошибкой;

Таким образом, был рассмотрен метод поиска коллокаций с помощью нейронной сети, который ранее не был использован для данной задачи, разработана математическая модель нейронной сети, а также подробно рассмотрен выбранный для данной задачи генетический алгоритм обучения нейронной сети. Использование выбранного метода может увеличить эффективность поиска коллокаций по сравнению с широко используемыми статистическими

методами поиска.

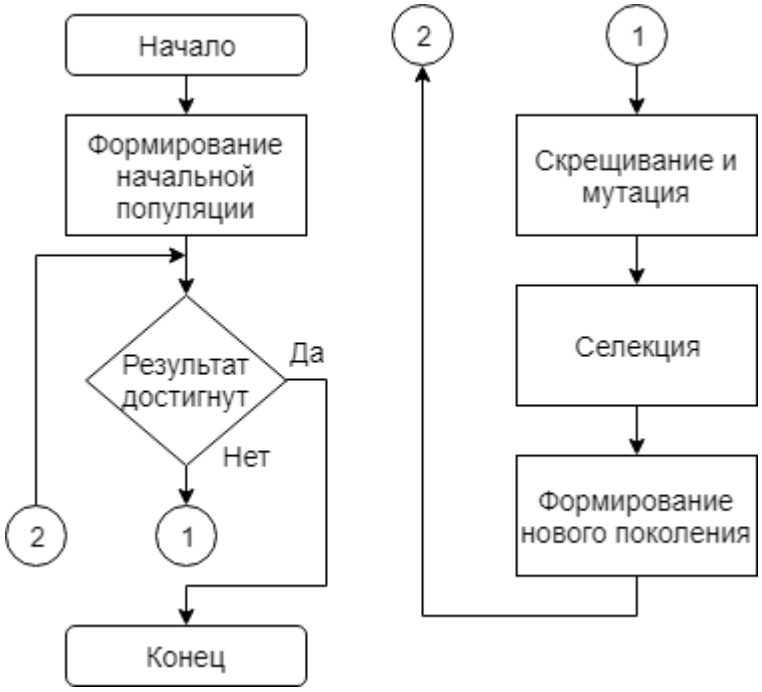


Рис. 2. Схема генетического алгоритма

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Захаров В.П., Хохлова М.В. Анализ эффективности статистических методов выявления коллокаций в текстах на русском языке// Компьютерная лингвистика иинтеллектуальные технологии: По материалам ежегодной Международной конференции «Диалог» (Бекасово, 26-30 мая 2010 г.). Вып. 9 (16). -М.: Изд-во РГГУ, 2010.

2. Брадис Н.В., Сытник Д.А. Применение статистических методов выявления устойчивых словосочетаний в текстах на русском языке для извлечения ключевых фраз// Программные продукты и системы. -2016. №11. -С. 69-75.

3. Беркинблит М.Б. Нейронные сети. — М.: МИРОС и ВЗМШ РАО, 1993. — 96 с.

4. *C. Seger,* An investigation of categorical variable encoding techniques in machine learning: binary versus one-hot and feature hashing, Dissertation, 2018.

5. Клочкова К.В. - Обучение нейронной сети с применением генетического алгоритма для прогнозирования свойств чугунов с вермикулярным графитом // «Грани науки», том 1, номер 2, 2013. Казанский (приволжский) федеральный университет, С. 104-107.

6. Сетлак Г. Решение задач многокритериальной оптимизации с использованием генетических алгоритмов/Г. Сетлак. -Киев: Системные исследования и информационные технологии, 2002.

7. Мищенко В.А., Коробкин А.А. Использование генетических алгоритмов в обучении нейронных сетей//Современные проблемы науки и образования -2011, -№6, -С. 116-119.

8. *K. L. Priddy, P. E. Keller*, Artificial Neural Networks: An Introduction, WA, Bellingham:SPIE-The Int. Soc. Optical Eng., 2005.

COLLOCATIONS SEARCH IN THE TEXT BY MEANS OF A NEURAL NETWORK USING THE GENETIC TRAINING ALGORITHM

Yakovlev D.

denis21.97@mail.ru

Supervisor: Nevzorov V., Candidate of Technical Sciences, Docent

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article describes the description of the method of searching for collocations in the text using a neural network.

The urgency of the problem is given, a mathematical model of the neural network is constructed, the objective function of learning of the neural network is developed, the genetic algorithm of the neural network is considered.

УДК 519.177

ПРИОРИТЕТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЗЛОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗНОСТИ ПОДГРАФОВ

Якупов Д.Т.
yaqup@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе рассмотрены вопросы применения теории спектральной кластеризации при решении задачи разбиения графа на заданное количество непересекающихся компонентов. Предложен алгоритм решения проблемы связности подграфов. Приведен пример работы алгоритма.

Графовые модели позволяют исследовать объект на основе его топологии, абстрагируясь от физической природы происходящих в рассматриваемой системе процессов, что может значительно упростить вычисления [1]. Среди большого числа задач на графах широкое практическое применение (например, в транспортных и вычислительных сетях, в обработке изображений) находят исследования, связанные с разбиением исходного графа на заданное количество связных непересекающихся компонентов [2-5]. В текущей работе рассмотрены вопросы применения теории спектральной кластеризации при решении данного типа задач.

Оптимальная декомпозиция графа состоит в минимизации числа ребер, соединяющих вершины разных подобластей. При этом обязательным условием является связность выделяемых подграфов.

Применение жадного алгоритма [6] основано на итерационном расширении начальной подобласти путем включения вершин, смежных с узлом, выбранным в качестве стартовой [7]. Ввиду того, что разбиение во многом зависит от выбранной стартовой вершины и определение направления расширения подобласти носит локальный характер, данный метод не является достаточно надежным и не гарантирует оптимального разбиения графа.

В работе Кернигана и Лина [8] был предложен метод поэтапных преобразований подобластей исходного разбиения: на каждой итерации между подграфами проводится обмен небольшим числом вершин. Пары частиц перемещаются из одной подобласти в другую при условии, что будет достигнуто максимальное улучшение качества разбиения. Оптимальный выбор узлов осуществляется исходя из принципа уменьшения числа информационных связей. Модификация данного алгоритма, позволяющая сократить время его выполнения без существенного снижения эффективности, представлена в работе Фидуччи-Маттейсеса [9]: в процессе пошаговых преобразований предлагается перемещать одиночные узлы, вместо парных обменов в алгоритме Кернигана-Лина. В ходе выполнения алгоритма Фидуччи-Маттейсеса для каждого подграфа создается приоритетная очередь вершин, в порядке которой они будут перемещаться в соседнюю подобласть. Приоритет каждого узла определяется числом, на которое будет уменьшено количество разрезанных ребер при перемещении этого узла в соседнюю подобласть. Разбиение, полученное с использованием данного класса подходов, характеризуется минимальной протяженностью границ подобластей. Недостатком алгоритмов, реализующих комбинаторные подходы, является их относительно медленное выполнение [10].

Класс спектральных методов декомпозиции [11–14] предполагает принципиально иную формулировку задачи оптимального разбиения и совмещает элементы теории графов и линейной алгебры. Спектральные методы основаны на использовании свойств собственных значений и векторов дискретного оператора Лапласа (матрицы Кирхгофа). Базовый алгоритм [15] спектральной кластеризации включает следующие этапы:

1. Формирование матрицы связей: матрицы смежности A - для невзвешенных графов, или взвешенной матрицы смежности W. Матрица смежности представляет собой способ представления графа G с множеством узлов V и множеством ребер E в виде квадратной симметричной матрицы, элементы которой определяются как нормированные веса ребер соответствующих пар узлов для взвешенного графа, а в случае невзвешенного графа – равным 0, если пара узлов не соединена ребром, и равным 1, если связь между ними есть.

2. Формирование матрицы D вершин графа – матрицы, диагональные элементы которой представляют собой степени вершин, т.е. число ребер, связанных с данным узлом.

3. Расчет ненормализованной матрицы Кирхгофа (Лапласа) по одной из формул:

$$L = D - A\,. \quad (1)$$

$$L = D - W. \quad (2)$$

4. Нахождение нормализованной матрицы Кирхгофа (Лапласа)

нормализованной методом случайного блуждания [16]:

$$L_{RW} = D^{-1}L\,. \quad (3)$$

или симметричной нормализованной матрицы [17]:

$$L_{SYM} = D^{-1/2}LD^{-1/2}\,. \quad (4)$$

5. Формирование матрицы U по одному из вариантов:

1) используя принципиальный собственный вектор – матрица U состоит из собственного вектора, соответствующего первому наибольшему собственному значению матрицы смежности;

2) используя собственный вектор Федлера – матрица U состоит из собственного вектора, соответствующего второму наименьшему собственному значению нормализованной матрицы Кирхгофа;

3) используя первые k собственных векторов, соответствующих первым k наименьшим собственным значениям нормализованной матрицы Кирхгофа.

6. Разделение множества узлов на k кластеров, применяя классические методы кластеризации, например, метод k-средних.

Оценку оптимального со структурной точки зрения количества подграфов можно проводить по наибольшей разнице между собственными значениями нормализованной матрицы Лапласа. На рисунке 1 представлены первые 10 собственных значений нормализованной матрицы Лапласа для графа сети C-Town системы гидравлического моделирования EPANET, с 407 узлами и 459 ребрами.

На рисунке можно заметить, что наибольшая разница – между собственными значениями, равными 7 и 8, это значит, что наилучшее разбиение данного графа соответствует 7 подграфам.

Рассмотрим график (Рисунок 2) значений элементов собственного вектора Федлера для рассматриваемого графа. Каждому узлу графа соответствует значение элемента собственного вектора. Пунктирными линиями обозначены границы между кластерами. По характеру графика видно, что, действительно, можно различить 7 сгруппированных участков.

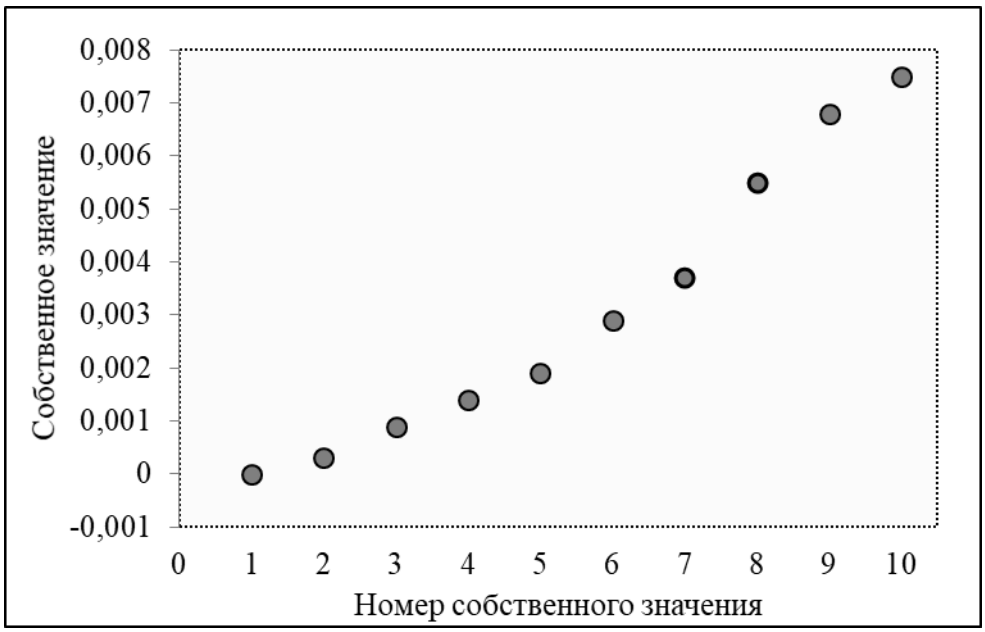


Рис. 1. Собственные значения нормализованной матрицы Лапласа

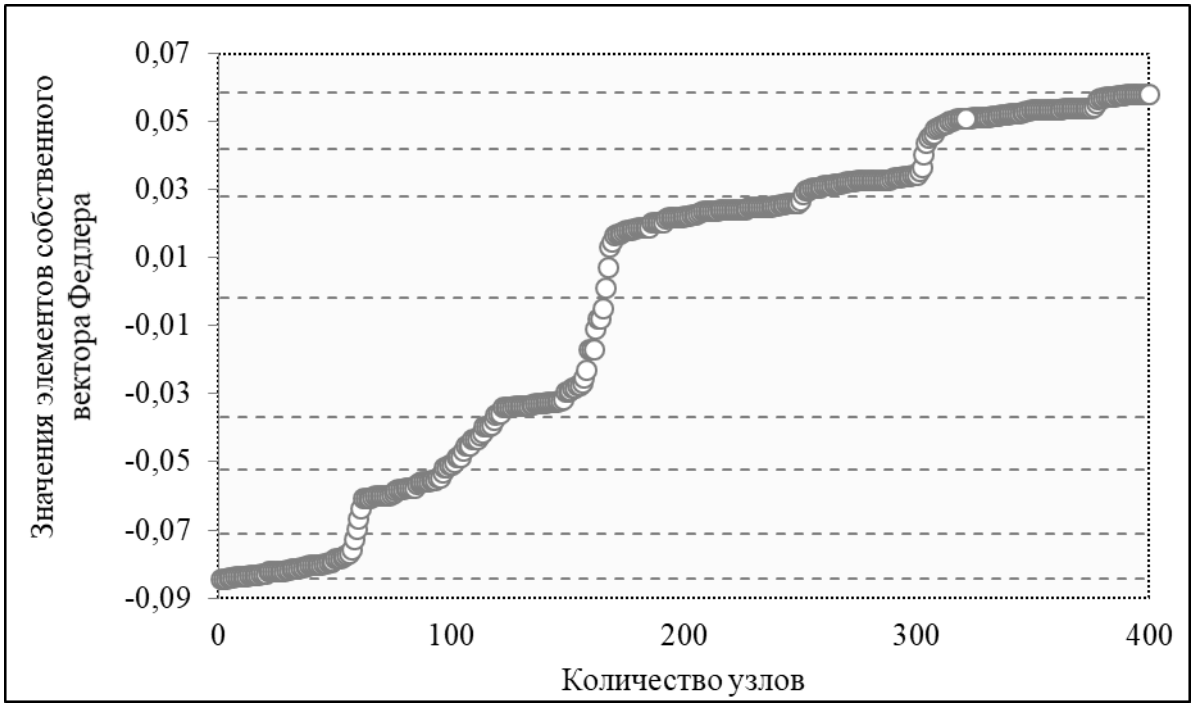


Рис. 2. Значения элементов собственного вектора Федлера (7 подграфов)

Но что будет, если необходимо разделить граф на большее количество частей? На рисунке 3 показаны значения элементов собственного вектора Федлера для рассматриваемого графа с разбиением на 10 подграфов. Очевидно, что границы между подграфами становятся менее однозначными, увеличивается вероятность попадания каких-то узлов в соседние подобласти, что может приводить к возникновению подграфов несвязной структуры. При увеличении числа подобластей, вероятность появления несвязных подграфов будет возрастать.

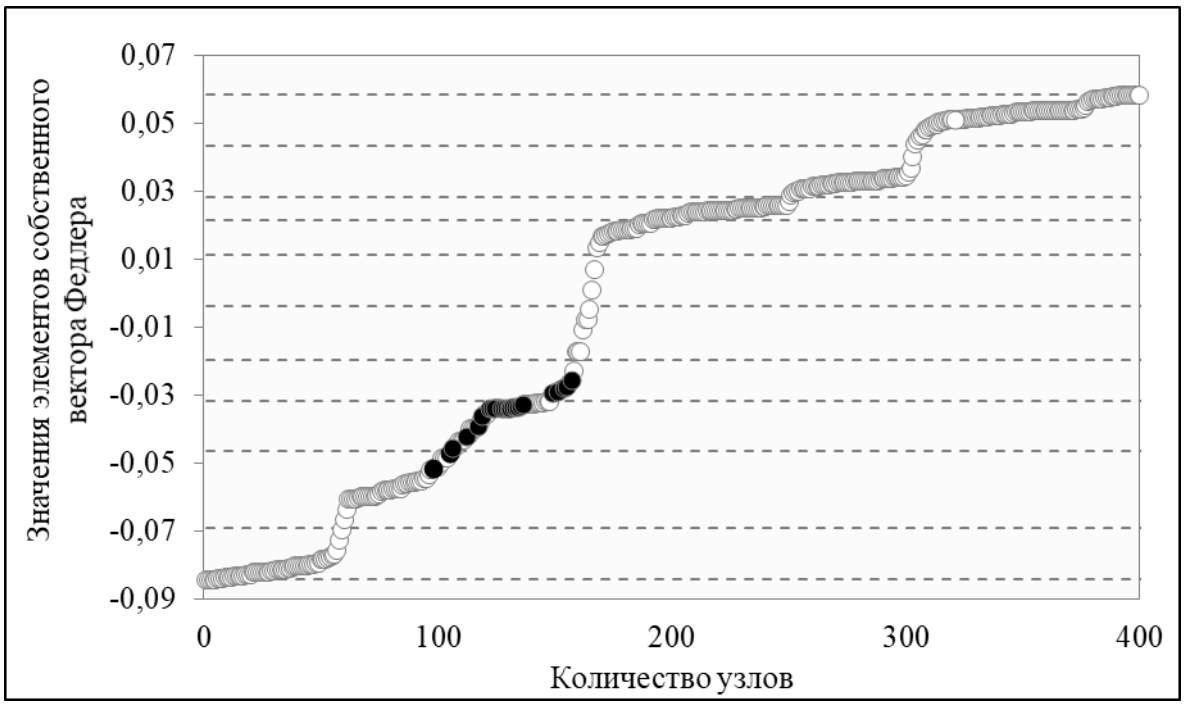


Рис. 3. Значения элементов собственного вектора Федлера (10 подграфов)

На рисунке 4 изображена трубопроводная сеть, представляемая исходной графовой моделью с разбиением на 10 подграфов. Разноцветные участки соответствуют разным подграфам, узлы белого цвета – центральные точки подграфов. Выделенная на рисунке область является частью подграфа «4» и не связана со второй половиной. Значения элементов собственного вектора Федлера этих «отрезанных» узлов на рисунке 3 отмечены черным цветом. Как видно, данные узлы раскинулись по трем кластерам с границами (-0,069; -0,046], (-0,046; -0,032], (-0,032; -0,019], что соответствует исходному подграфу «4» и соседним подграфам «2» и «3».

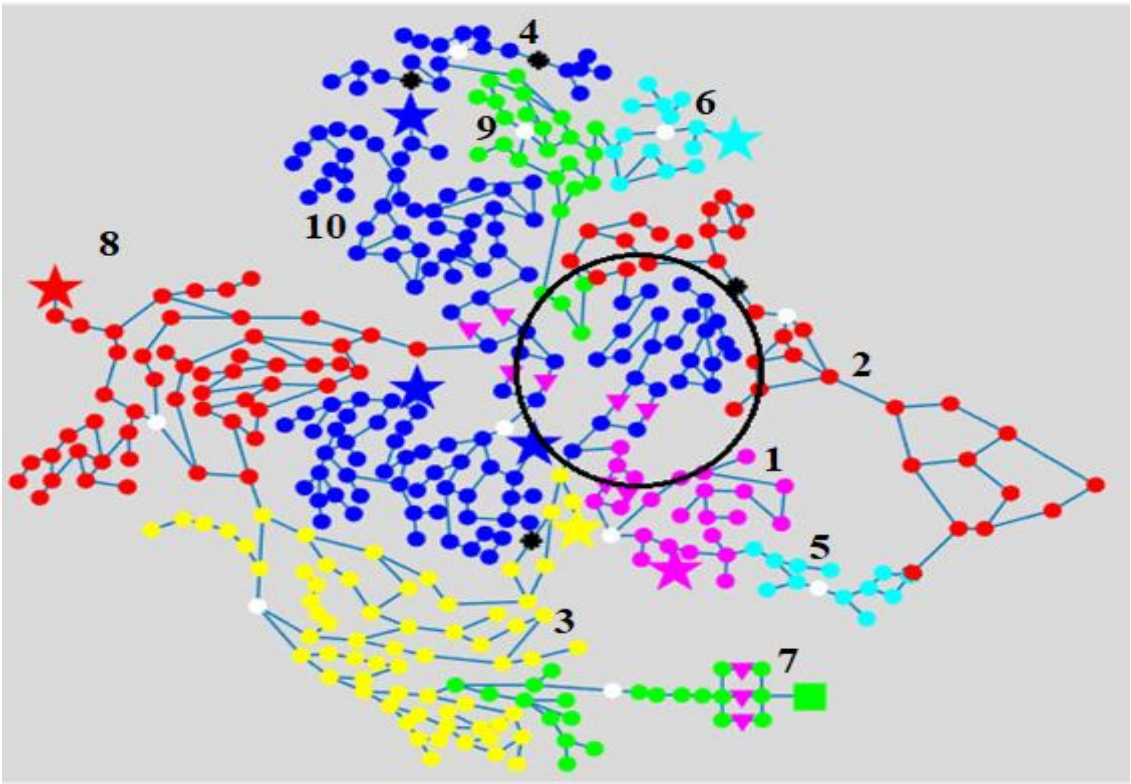


Рис. 4. Граф с разделением на 10 подобластей. «Отрезанный» участок выделен

При решении некоторых задач (например, задачи размещения, поиска пути и пр.) связность подграфов является необходимым условием. Для решения проблемы связности подграфов предлагается алгоритм приоритетного распределения узлов:

Шаг 1. Проводится стандартная процедура спектральной кластеризации графа.

Шаг 2. На основе результатов, полученных на предыдущем шаге, производится формирование подграфов.

Шаг 3. Проверка подграфа на связность. Если подграф связный – переход к шагу 10. Если подграф не связный – переход к шагу 4.

Шаг 4: Определение граничного узла (узла с максимальным расстоянием значения компонентов собственного вектора до центроида кластера).

Шаг 5. Определение соседних с граничным узлов, не принадлежащих текущему подграфу.

Шаг 6. Определение подграфов соседних вершин, найденных на предыдущем шаге.

Шаг 7. Определение подграфа с наиближайшим центроидом к рассматриваемому граничному узлу.

Шаг 8. Передача данного граничного узла подграфу, определенному на предыдущем шаге.

Шаг 9. Переход к шагу 2.

Шаг 10. Если подграф последний–выход, иначе - переход к следующему подграфу (Шаг 3).

Граф с преобразованиями по описанному выше алгоритму приведен на рисунке 5.

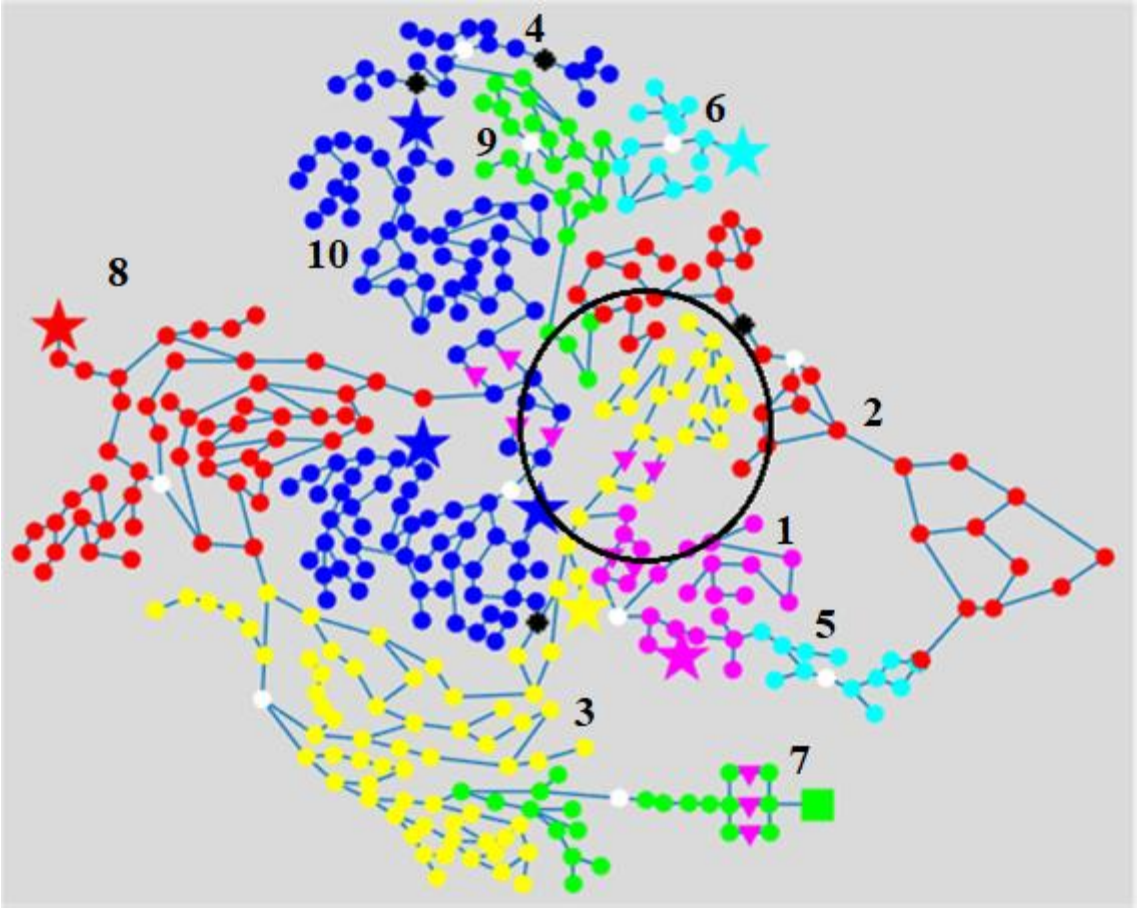


Рис. 5. Граф с разделением на 10 подобластей.
Узлы «отрезанного» участка распределены между соседними подграфами

Вершины выделенной на рисунке 4 области распределяются между соседними подграфами в соответствии с минимальным расстоянием от компонентов собственного вектора до центроидов кластеров для каждой вершины. На рисунке можно увидеть, что две

вершины рассматриваемой области переданы подграфу «2», 22 вершины - подграфу «3».

Применение теории спектральной кластеризации при решении задач декомпозиции графа на непересекающиеся подобласти дает хороший результат с небольшими затратами на вычисления, однако, при увеличении количества кластеров увеличивается вероятность образования изолированных областей. Предлагаемый в работе алгоритм приоритетного распределения узлов позволяет гарантированно решить данную проблему при небольших вычислительных затратах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В.* Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем // Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76.

2. *Сайфудинов И.Р., Мокшин В.В., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П.* Модель оптимизации графового представления для выделения значимых структур на примере предобработки визуальных данных // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 5. С. 121-129.

3. *G.I.Galimova, D.T.Yakupov.* Statistical analysis of the urban water consumption for administrative-business sector//Amazonia Investiga.Vol 7,No 17 (2018): 414- 425.

4. *Сайфудинов И.Р., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Шарнин Л.М.* Метод выделения значимых областей в графической информации для систем поддержки принятия решений / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 6. С. 146-152.

5. *Мокшин В.В., Якимов И.М.* Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

6. *George A., Liu J.W.* Computer Solution of Large Sparse Positive Definite Systems / Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1981.

7. *Schloegel K., Karypis G., Kumar V.* Graph partitioning for high performance scientific simulations / In J. Dongarra, I. Foster, G. Fox, K. Kennedy, and A. White, editors, CRPC Parallel Computing Handbook, Morgan Kaufmann, 2001.

8. *Kernighan B.W., Lin S.* An efficient heuristic procedure for partitioning graphs // The Bell System Technical Journal. Vol. 49, №2, 1970. P. 291–307.

9. *Fiduccia C.M., Mattheyses R.M.* A linear time heuristic for improving network partitions // Proc. 19th IEEE Design Automation Conference, 1982. P. 175–181.

10. *А.Л. Железнякова.* Эффективные методы декомпозиции неструктурированных адаптивных сеток для высокопроизводительных расчетов при решении задач вычислительной аэродинамики // Физико-химическая кинетика в газовой динамике 2017 Т.18(1).

11. *Simon H.D.* Partitioning of unstructured problems for parallel processing // Comput. Syst. Eng. Vol. 2, 1991. P. 135–148.

12. *Williams R.D.* Performance of dynamic load balancing algorithms for unstructured mesh calculations / Technical Report, California Institute of Technology, 1990

13. *Chan T.F., Resasco D.C.* A framework for the analysis and construction of domain decomposition preconditioners / Technical Report CAM-87-09, University of California, Los Angeles, 1987.

14. *Spielman D.A., Teng S.-H.* Spectral partitioning works: Planar graphs and finite element meshes // Linear Algebra and its Applications. Vol. 421, 2007. P. 284–305.

15. *A.Nardo, C.Giudicianni.* Applications of graph spectral techniques to water distribution network management // Water, 2018, 10(45): 1-16.

16. *Fiedler, M.* Algebraic connectivity of graphs. Czechoslov. Math. J. 1973, 23, 298–305.

17. *Shi, J.; Malik, J.* Normalized cuts and image segmentation. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 2000, 22, 888–905.

THE NODE PRIORITY DISTRIBUTION AS A TOOL FOR ENSURING THE CONNECTIVITY OF THE SUBGRAPHS

Yakupov D.
yaqup@mail.ru
Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The paper deals with the application of the theory of spectral clustering in solving the problem of splitting the graph into a given number of disjoint components. An algorithm for solving the connectivity problem of subgraphs is proposed. An example of using the algorithm is given.

УДК 004.9

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В MATLAB

Ямалтдинова А.А.
mis982210@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Альметьевск)

Глубокое обучение в наше время стало направлением, которое стоит превыше всего исследований в машинном обучении.

Байесовская оптимизация - это алгоритм, хорошо подходящий для оптимизации гиперпараметров моделей классификации и регрессии.

В этой статье можно узнать, как применить байесовскую оптимизацию к глубокому обучению и найти оптимальные сетевые гиперпараметры и варианты обучения для сверточных нейронных сетей.

Глубокое обучение в наше время стало направлением, которое стоит превыше всего исследований в машинном обучении. Начавшись с архитектурных прорывов, которые давали возможность оперативно обучать глубокие нейросети, оно стало направляться и на другие стороны, отдавая набор результативных систем там, где для исполнения проблем необходим приближение какой-то сложной функции.

Машинное обучение - чрезвычайно молодой раздел науки, по некоторому мнению сформировавшийся окончательно на стыке множества различных дисциплин в начале 70-х годов прошлого века, когда наши соотечественники Вапник и Червонекис математически обосновали принцип минимизации эмпирического риска.

Одним из принципиально важных следствий этого результата стала возможность формулировать задачи машинного обучения как задачи численной оптимизации, а также формирование определенной методологии исследования алгоритмов обучения. Кратко, эта методология заключается в том, что исследователь должен собрать выборку примеров, для каждого из которых известен правильный ответ, после чего эта выборка делится на две (в простейшем случае) части, на одной из которых алгоритм обучается, а на другой тестируется. Помимо этого исследователь должен зафиксировать некоторую функцию потерь, которая для каждого примера и ответа алгоритма на этом примере определяет, насколько сильно ошибся алгоритм.

В двух словах об истории можно сказать, что формула Байеса была обнародована только в 1763 году, после гибели автора Томаса Байеса - спустя 2 года. Однако, методы, которые применяют ее, поймали в конечном итоге массовое распространение всего лишь в конце XX века. Все это, получается, из-за того, что для расчетов необходимо конкретные вычислительные расходы, и они стали осуществляться только с прогрессом информационных технологий.

Для обучения глубокой нейронной сети необходимо указать архитектуру нейронной сети, а также параметры алгоритма обучения. Выбор и настройка этих гиперпараметров может быть сложным и занять много времени.

Байесовская оптимизация - это алгоритм, хорошо подходящий для оптимизации гиперпараметров моделей классификации и регрессии. Вы можете использовать байесовскую оптимизацию для оптимизации функций, которые недифференцируемы, прерывисты и трудоемки для оценки. Алгоритм внутренне поддерживает гауссову модель процесса целевой функции и использует оценки целевой функции для обучения этой модели.

В этой статье мы применяем байесовскую оптимизацию к глубокому обучению и находим оптимальные сетевые гиперпараметры и варианты обучения для сверточных нейронных сетей.

Эта статья показывает, как:

- загрузить и подготовить набор данных CIFAR-10 для сетевого обучения. Этот набор данных является одним из наиболее широко используемых наборов данных для тестирования моделей классификации изображений.

- указать переменные для оптимизации с помощью байесовской оптимизации. Эти переменные являются опциями алгоритма обучения, а также параметрами самой архитектуры сети.

- определить целевую функцию, которая принимает значения переменных оптимизации в качестве входных данных, задает архитектуру сети и параметры обучения, обучает и проверяет сеть и сохраняет обученную сеть на диск.

- выполнить байесовскую оптимизацию, минимизировав ошибку классификации на наборе валидации.

В момент оформления объекта, а так же установление его отличительных признаков выяв ляют некоторое количество чисел, составляющие вектор наблюдения. Можно принять, что д анный вектор наблюдений x определяется как случайный вектор с условной плотностью вероятности, который зависит от входа этого вектора к определенной группе. При распознавании объектов проблему приводят к проверке нескольких множеств гипотез $H_1, H_2, ..., H_k$, где H_i — гипотеза, определяющая принадлежность объекта к группе C_i. Здесь принято, что априорные распределения вероятностей этих гипотез заданы, т. е. известно, с какой вероятностью $P(H_i)$ объект может принадлежать классу C_i. Причем $\sum_{i=1}^{k} P(H_i) = 1$, поскольку наверняка объект должен принадлежать какому-нибудь классу.

Процесс принятия решений в распознавании объектов можно рассматривать как игру статистического характера, которую классификационный механизм системы распознавания ведет с природой. При каждой реализации игры природа выбирает стратегию, обозначаемую через $\{C_i, P(H_i)\}$. Путь игры, которые используются алгоритмом классификации, рассматриваются как решения, которые входят в состояние природы. Для любого решения игрока «природа - классификатор» будет являться в соответствие определенная для нее функция потерь. Можно понять, что число решений подходит для числа состояния природы.

Во время каждой осуществлении игры природа выбирает такой путь, который подходит к вероятности. В итоге пути игры, осуществленного природой, выявляется определенный образ . Классификатор не может знать, какой именно класс выбрала природа. Вся информация, которой он владеет, ограничиваются вектором признаков объекта. Проблема классифицирующего механизма – выявить, исследуя информацию о том, какому классу входит объект. Путь игры классификатора является некоторым решением, определяющий класс, который, выбрала природа.

Игры данного типа часто называют статистическими. Здесь природа не является «разумным противником», который способен сознательно выбирать свои стратегии таким образом, чтобы добиться максимизации потерь классификатора. Кроме того, у классификатора существует возможность «подсматривать» за игрой природы: он может

осуществлять эксперименты и регистрировать обучающее множество объектов, которое затем использует при построении стратегии своей игры.

При распознавании каждого объекта, предъявляемого природой, классификатор может отнести его к одному из k возможных образов. Если для каждого объекта x вычисляются значения условных средних потерь $\pi_1(x), \pi_2(x), ..., \pi_k(x)$ и классификатор причисляет объект к классу, которому соответствуют наименьшие условные потери, то очевидно, что и математическое ожидание полных потерь на множестве всех решений также будет минимизировано. Классификатор, минимизирующий математическое ожидание общих потерь, называется байесовским. Со статистической точки зрения байесовский классификатор соответствует оптимальному качеству классификации.

При $k = 2$ и выборе классификатором стратегии H_1, средние его потери для предъявленного природой объекта x равны:

$$\pi_1(x) = L_{11}P(H_1)p(x|H_1) + L_{21}P(H_2)p(x|H_2),$$

а при выборе стратегии (гипотезы) H_2:

$$\pi_2(x) = L_{12}P(H_1)p(x|H_1) + L_{22}P(H_2)p(x|H_2).$$

Как мы знаем, байесовский классификатор обеспечивает отнесение объекта x к классу с наименьшим значением средних потерь $\pi(x)$. Поэтому объект x причисляется к классу C_i, если выполняется условие $\pi_1(x) < \pi_2(x)$:

$$L_{11}P(H_1)p(x|H_1) + L_{21}P(H_2)p(x|H_2) < L_{12}P(H_1)p(x|H_1) + L_{22}P(H_2)p(x|H_2) \quad (1)$$

Принято считать, что потери от ошибочно принятого решения выше «потерь» при правильном выборе. Этому соответствуют неравенству: $L_{ij} > L_{ii}$. Тогда байесовское решающее правило (1) принимает, естественно, следующий вид:

$$\frac{P(H_i)^* p(x|H_i)}{P(H_2)p(x|H_2)} > \frac{L_{21} - L_{22}}{L_{12} - L_{11}},$$

$$\frac{p(x|H_1)}{p(x|H_2)} > \frac{P(H_2)(L_{21} - L_{22})}{P(H_1)(L_{12} - L_{11})}. \quad (2)$$

Величину $\frac{p(x|H_1)}{p(x|H_2)}$ называют отношением правдоподобия и обозначают через $\Lambda(x) = \frac{p(x|H_1)}{p(x|H_2)}$. Так как $\Lambda(x)$ представляет собой отношение двух функций случайной величины, то и само является случайной величиной. Величина в правой части неравенства (2) является пороговым значением $\eta = \frac{P(H_2)(L_{21} - L_{22})}{P(H_1)(L_{12} - L_{11})}$ критерия отношения правдоподобия, к которому в итоге свелось байесовское решающее правило:

$$x \in C_1, \Lambda(x) > \eta. \quad (3)$$

Здесь мы можем заметить, что эта операция принятия решения представляется к решению отношения правдоподобия и распределение априорных вероятностей или величины потерь на эти отношения $\Lambda(x)$ не оказывают распространение. Объяснившая инвариантность процедуры обработки информации играет главную роль в нашей практике. Нередко величины потерь и априорные вероятности представляются квалифицированными предположениями по принципу предыдущих решений. Неравенство (3) дает возможность записать правило, которое имеет важную и главную роль, представляя η как переменный порог, отмечающий разные иные процессы в оценках априорных вероятностей и потерь в процессе накопления опыта.

Все мы знаем, что проведение статистического анализа и классификации многомерных наблюдений весьма часто нельзя вставлять в рамки используя определенные стандартные методы. Нам следует использовать детальный анализ структуры рассматриваемой совокупности данных, чтобы далее путем углубленного изучения рассматриваемого числового материала показать глубоко зарытые в нем закономерности, его вероятностную и

геометрическую природу. Такой предмодельный анализ данных может оказать важную помощь в маленьком и понятном для нас рассмотрении системы наблюдений. Исходя из того, что мы сделали, можно «сознательно» поднять вопрос в сторону более детального изучении данных с помощью какого-либо метода, а также, можно решить некое количество выводов о причинной модели данных. Допустим, мы захотели при помощи двумерного отображения входных данных для изучения не внешней, а внутренней структуры рассмотренной информации для того, чтобы потом классифицировать. Нам следует поднять преобразование данных, которые сохраняют разделимость классов. Так как при изучении в случае двух классов отношение правдоподобия влечет всю информацию, которая имеется о разделимости классов в байесовском смысле. Из этого можно сделать вывод, что две плотности вероятностей или монотонные функции от них являются подходящей парой переменных.

Реализация глубокого обучения с использованием байесовской оптимизации в MATLAB:

1. Подготовка данных.

Для начала, загрузим набор данных CIFAR-10. Этот набор данных содержит 60000 изображений, и каждое изображение имеет размер 32 на 32 и три цветовых канала (RGB). Размер всего набора данных составляет 175 МБ. В зависимости от вашего Интернет-соединения, процесс загрузки может занять некоторое время.

Загрузим набор данных CIFAR-10 в виде обучающих изображений и этикеток, а также тестовых изображений и этикеток. Чтобы включить проверку сети, используем 5000 тестовых изображений для проверки.

2. Выбор переменных для оптимизации.

Выберем, какие переменные оптимизировать, используя байесовскую оптимизацию, и укажем диапазоны для поиска. Кроме того, укажем, являются ли переменные целыми числами и следует ли искать интервал в логарифмическом пространстве. Оптимизируем следующие переменные:

-Глубина раздела сети. Этот параметр контролирует глубину сети. Сеть состоит из трех секций, каждая из которых имеет идентичные сверточные слои SectionDepth. Таким образом, общее количество сверточных слоев составляет 3 * SectionDepth. Целевая функция позже в сценарии принимает количество сверточных фильтров в каждом слое, пропорциональное 1 / sqrt (SectionDepth). В результате количество параметров и требуемый объем вычислений для каждой итерации примерно одинаковы для разных глубин сечения.

-Начальная скорость обучения. Наилучшая скорость обучения может зависеть от ваших данных, а также от сети, которую вы обучаете.

-Стохастический градиент нисходящего импульса. Импульс добавляет инерцию к обновлениям параметров, поскольку текущее обновление содержит вклад, пропорциональный обновлению в предыдущей итерации. Это приводит к плавному обновлению параметров и уменьшению шума, присущего стохастическому градиентному спуску.

-Сила регуляризации L2. Используем регуляризацию, чтобы предотвратить переоснащение. Ищем пространство силы регуляризации, чтобы найти хорошее значение. Увеличение данных и пакетная нормализация также помогают упорядочить сеть.

3. Выполнение байесовской оптимизации.

Создаем целевую функцию для байесовского оптимизатора, используя данные обучения и проверки в качестве входных данных. Целевая функция обучает сверточную нейронную сеть и возвращает ошибку классификации в наборе проверки. Поскольку bayesopt использует частоту появления ошибок в наборе проверки для выбора наилучшей модели, возможно, что окончательная сеть переопределится в наборе проверки. Окончательно выбранная модель затем тестируется на независимом тестовом наборе для оценки ошибки обобщения.

Выполняем байесовскую оптимизацию, минимизировав ошибку классификации на наборе валидации. Укажем общее время оптимизации в секундах. Чтобы наилучшим образом использовать возможности байесовской оптимизации, мы должны выполнить не

менее 30 оценок целевых функций. Для параллельного обучения сетей на нескольких графических процессорах установим для параметра «UseParallel» значение true. Если у нас есть один графический процессор и для параметра UseParallel установлено значение true, то все сотрудники совместно используют этот графический процессор, и мы не получим ускорения обучения и повысим вероятность того, что графический процессор исчерпает память.

После того, как каждая сеть заканчивает обучение, bayesopt печатает результаты в командном окне. Затем функция bayesopt возвращает имена файлов в BayesObject.UserDataTrace. Целевая функция сохраняет обученные сети на диск и возвращает имена файлов в bayesopt.

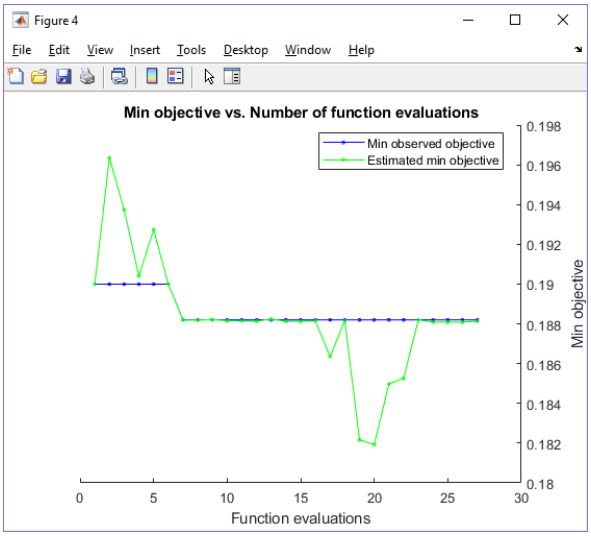


Рис. 1. Минимальная целевая функция и количество оценок функции

Значение целевой функции в стиматике = 0,18813.

Расчетное время оценки функции = 2166.2402.

4.Оценивание итоговой сети.

Загрузим лучшую сеть, найденную в оптимизации, и ее точность проверки.

Прогнозирование меток тестового набора и вычисление ошибки теста. Рассматриваем классификацию каждого изображения в тестовом наборе как независимые события с определенной вероятностью успеха, что означает, что количество неправильно классифицированных изображений следует биномиальному распределению. Используем это, чтобы вычислить стандартную ошибку и приблизительный 95% доверительный интервал от частоты ошибок обобщения. Этот метод часто называют методом Вальда. Покажем на рисунке 2 некоторые тестовые изображения вместе с их предсказанными классами и вероятностями этих классов.

5.Целевая функция для оптимизации.

Определим целевую функцию для оптимизации. Эта функция выполняет следующие шаги:

-Принимает значения переменных оптимизации в качестве входных данных. bayesopt вызывает целевую функцию с текущими значениями переменных оптимизации в таблице, имя каждого столбца которой равно имени переменной. Например, текущее значение глубины сетевого раздела - optVars.SectionDepth.

-Определяет архитектуру сети и параметры обучения.

-Обучает и проверяет сеть.

-Сохраняет обученную сеть, ошибку проверки и параметры обучения на диск.

-Возвращает ошибку проверки и имя файла сохраненной сети.

Рис. 2. Тестовые изображения вместе с их предсказанными классами и вероятностями этих классов

Каждый раз, когда вы уменьшаете выборку пространственных измерений в два раза, используя максимальное количество пулов, увеличиваем количество фильтров в два раза. Это гарантирует, что объем вычислений, требуемый в каждом сверточном слое, примерно одинаков.

Выберем количество фильтров, пропорциональное 1 / sqrt (SectionDepth), чтобы сети разной глубины имели примерно одинаковое количество параметров и требовали примерно одинакового объема вычислений на одну итерацию. Чтобы увеличить количество параметров сети и общую гибкость сети, увеличим numF. Чтобы обучать даже более глубокие сети, изменим диапазон переменной SectionDepth.

Используем convBlock (filterSize, numFilters, numConvLayers) для создания блока сверточных слоев numConvLayers, каждый с определенными фильтрами filterSize и numFilters, за каждым из которых следуют уровень нормализации партии и уровень ReLU. Функция convBlock определена в конце этого примера.

Укажем параметры для сетевого обучения. Оптимизируем начальную скорость обучения, импульс SGD и уровень регуляризации L2.

Укажем данные проверки и выберем значение «ValidationFrequency», чтобы trainNetwork проверял сеть один раз за эпоху. Тренируем для фиксированного числа эпох и понизьте скорость обучения в 10 раз в течение последних эпох. Это уменьшает шум обновлений параметров и позволяет сетевым параметрам располагаться ближе к минимуму функции потерь.

Используем увеличение данных, чтобы случайным образом перевернуть тренировочные изображения вдоль вертикальной оси и случайным образом перевести их до четырех пикселей по горизонтали и вертикали. Увеличение данных помогает предотвратить переоснащение сети и запоминание точных деталей тренировочных образов. Обучим сеть и наметем прогресс обучения во время обучения.

В результате написания статьи была достигнута следующая цель, а именно: реализация глубокого обучения для распознавания объекта на изображении с использованием байесовской оптимизации в MATLAB.

В результате сравнительного анализа различных методов поиска объектов для реализации задачи распознавания и классификации объектов нейросетевые методы обработки изображений обусловлено высокой точностью выбранного метода и возможностью многоклассового распознавания.

Была подтверждена необходимость разработки конфигурации вследствие того, что похожих программ очень мало. Разработка сопровождается скриншотами созданной конфигурации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мокшин В.В., Сайфудинов И.Р., Кирпичников А.П. Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 112-116.

2. Мокшин В.В., Якимов И.М. Метод формирования модели анализа сложной системы / Информационные технологии. 2011. № 5. С. 46-51.

3. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Система мониторинга количества материалов для строительства дорожного полотна / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 99-103.

4. Мокшин В.В. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В. Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем // Нелинейный мир. М: 2009. №1. С. 48-63.

6. Mokshin V.V., Sayfudinov I.R., Kirpichnikov A.P. Recursive algorithm for constructing regression models of complex probabilistic objects / Bulletin of the Technological University. 2017. V. 20. No. 9. P. 112-116.

7. Mokshin V.V., Yakimov I.M. Method of forming a complex system analysis model / Information technology. 2011. No. 5. P. 46-51.

8. Mokshin V.V., Kirpichnikov A.P., Sharnin L.M. Monitoring system of the amount of materials for the construction of the roadway / Bulletin of the Technological University. 2017. V. 20. No. 17. P. 99-103.

9. Mokshin V.V. Parallel genetic algorithm for the selection of significant factors affecting the evolution of a complex system / Bulletin of Kazan State Technical University. A.N. Tupolev. 2009. № 3. S. 89-93.

10. Mokshin V.V., Yakimov I.M., Yulmetiev R.M., Mokshin A.V. Recursive regression self-organization models of analysis and control of complex systems // Nonlinear world. M: 2009. №1. Pp. 48-63.

DEEP LEARNING USING BAYESIAN OPTIMIZATION IN MATLAB

Yamaltdinova A.

mis982210@mail.ru

Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Almetyevsk)

Deep learning in our time has become a direction that is above all research in machine learning.

Bayesian optimization is an algorithm well suited for optimizing the hyperparameters of the classification and regression models.

In this article, you can learn how to apply Bayesian optimization to deep learning and find optimal network hyperparameters and learning options for convolutional neural networks.

УДК 004.93'11

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ТРАЕКТОРИЙ ОБЪЕКТОВ НА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ященко А.В.
yashenkoxciv@gmail.com
Научный руководитель: А.С. Потапов, д-р техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург)

В данной работе для восстановления целостности траекторий объектов на последовательности изображений предлагается использовать нейросетевые модели, предназначенные для повторной идентификации объектов на отдельных изображениях. Описывается схема обучения такой модели, а также приводятся результаты тестирования данного подхода.

Системы наблюдения на основе IP-камер нашли широкое применение, как на муниципальном уровне, так и в частном секторе. Однако человеческий фактор может оказывать сильное влияние на эффективность таких систем. Некоторые события с наблюдаемого участка могут игнорироваться или интерпретироваться неправильно в силу усталости и ограниченных способностей внимания наблюдателя. Поэтому такие системы, как правило, работают вкупе с интеллектуальной подсистемой, которая призвана компенсировать некоторые недостатки наблюдателя или вовсе его заменить.

Одна из задач, которую могут решать интеллектуальные подсистемы наблюдения заключается в детектировании аномалий на дорожных сценах. Для решения этой задачи необходимо применять системы понимания изображений, которые позволили бы структурировать «содержимое» сцены, выделив целевые объекты (для дорожных сцен это могут быть пешеходы и транспортные средства) а также составляя представление объектов, которое в дальнейшем позволит сопоставлять отдельные объекты и таким образом построить траекторию видимого движения или получить координаты области нахождения отдельного объекта. Такой подход в совокупности с разметкой зон сцены, таких как пешеходные зоны и полосы движения транспортных средств, позволит детектировать некоторые аномалии, например, переход в неположенном месте, «пересечение сплошных», парковка в неположенном месте.

Понимание изображений, в описанном выше виде, можно представить совокупностью решений задач обнаружения и отслеживания объектов. Несмотря на то, что это две разные задачи, решение второй должно использовать представление с определенными свойствами, позволяющее сопоставлять визуальные области (объекты) на разных изображениях одного видеоряда.

Для задач обнаружения или детектирования объектов на изображениях существуют модели глубокого обучения, такие как Faster RCNN [1] и YOLO [2]. На вход эти модели принимают одно изображение (или пакет изображений) и позволяют выделить области изображения, хотя бы частично содержащие определенный объект. Кроме того, процесс детектирования включает процесс классификации обнаруженного объекта. Эти модели способны обрабатывать 18, в случае с Faster RCNN, и 21, в случае с YOLO, кадр в секунду [2], что позволяет использовать их для обработки видео.

Детекторы объектов на основе глубокого обучения позволяют получить базовую модель понимания сцены, однако сопоставить объекты, обнаруженные детектором, можно только по классу и координатам. В тоже время, задача детектирования аномалий предполагает, что каждый объект обладает историей положений внутри сцене, которая представляется в виде траектории объекта. Таким образом, каждому объекту сцены должен сопоставляться уникальный идентификатор.

Ни одна из перечисленных моделей детектирования не позволяет сопоставить обнаруженному объекту уникальный идентификатор. Поэтому предлагается использовать

модели повторной идентификации объектов, которые по изображению объекта выделяют идентификатор этого объекта, позволяющий отличить этот объект от других по определенному критерию. По сути, это дескриптивные модели, выдающие вектор-идентификатор для данного изображения объекта.

Архитектура предлагаемой модели включает сеть mobilenet [3] и дополнительный полносвязный слой, содержащий 256 нейронов. Модели повторной идентификации отличаются функцией ошибки и методологией тестирования, что подразумевает использование специальным образом структурированных данных. Пример, используемый для обучения сети, представляет собой тройку изображений, состоящую из основного (anchor) изображения, примера правильного сопоставления (positive, изображение того же класса, что и основное изображение) и примера неправильного сопоставления (negative, изображение отличного класса от основного изображения). Сети повторной идентификации являются сжимающими сетями, то есть позволяют снизить размерность входных данных и работать с представлениями этих данных. Представления каждого из тройки входных изображений используются для того, чтобы сформировать функцию ошибки. Для обучения сети используется триплет-функция ошибки [4], минимизирующая расстояние между представлениями основного изображения и правильного примера сопоставления. В тоже время, расстояние между представлениями основного изображения и примера неправильного сопоставления максимизируется. Как правило, оптимизируется Евклидово расстояние с порогом расстояния между представлениями одного класса – m, то есть функция ошибки имеет вид: $L = \max(\|a - p\|^2 - \|a - n\|^2 + m, 0)$.

Для обучения сети использовалось несколько открытых наборов данных для идентификации людей, не относящихся к дорожным сценам или задачам построения траекторий объектов. В виде тестового набора данных используются данные StreetScene [5], содержащие несколько видео, размеченных для детектирования аномалий, а именно, обучающие видео не содержат аномалий в отличие от тестовых видео. Далее, для детектирования объектов использовалась модель YOLO и для каждого найденного объекта применялась предлагаемая модель. Таким образом, каждому объекту на каждом изображении из видеоряда сопоставляется область изображения и представление, полученное из модели повторной идентификации по этой области. Для следующего изображения применяется та же процедура, а также сопоставление идентификаторов с помощью поиска ближайшего соседа.

Несколько тестовых видео были размечены вручную для оценки эффективности модели. Результаты тестирования приведены в таблице. Модель для повторной идентификации обучалась на изображениях пешеходов. Обучение на других объектах дорожных сцен затруднено в связи с тем, что репрезентативные выборки, например для велосипедистов, отсутствуют. Однако, если не игнорировать визуальное сходство пешеходов и велосипедистов, то можно попытаться применить модель, обученную на пешеходах для велосипедистов, а дополнительную информацию для сопоставления использовать от детектирующей модели, классифицирующей обнаруженный объект.

Одна из особенностей моделей глубокого обучения заключается в способности обобщать накопленную информацию, что позволяет применять эти модели для новых данных, а иногда и для данных другого рода, сильно отличающихся от данных для обучения. Например, многие модели пред обучаются на больших наборах различных изображений. В случае с предложенной моделью применение ее к изображениям транспортных средств позволяет получить выразительный результат, подтверждающий предположение об обобщающей способности этих моделей.

Таблица 1

Точность повторной идентификации объектов

Номер видео	пешеходы, %		велосипедист., %		трансп., % *	
	А	Б	А	Б	А	Б
01	99.68	98.46	100.0	99.14	99.85	99.39
02	99.73	70.07	75.00	62.57	100.0	86.13
03	99.15	95.70	100.0	77.84	99.79	92.62
04	93.49	86.27	100.0	96.82	99.45	90.79
05	90.82	81.75	100.0	87.07	100.0	91.84
06	99.79	95.38	-	-	100.0	91.36
07	97.25	91.84	100.0	100.	99.92	89.91
08	99.15	91.18	100.0	90.14	99.83	91.45
09	98.34	97.10	75.00	94.66	100.0	97.25
10	75.00	63.38	-	-	100.0	94.62
11	99.96	98.35	85.71	84.18	99.55	98.06
12	100.0	77.40	-	-	100.0	84.93
среднее	96.02	87.24	92.85	88.04	99.86	92.36

Результаты повторной идентификации пешеходов сильно варьируются, что связано с неоднородностью выборки - некоторые видео содержат всего несколько кадров с пешеходами. Тоже справедливо и для велосипедистов. Однако с автомобилями связана другая особенность - многие автомобили припаркованы на протяжении всего видео и визуально практически не меняются, за исключением освещенности, что объясняет высокую точность повторной идентификации.

В силу особенности данных имело смысл протестировать работу предлагаемой модели не только внутри класса (столбец А), но и среди представлений объектов всех классов (столбец Б). Таким образом, объяснить высокую точность модели можно редким появлением объектов отдельного класса, однако при сопоставлении с объектами всех классов модель все еще позволяет правильно идентифицировать объекты одного кадра видеоряда на другом.

В результате предложенная модель повторной идентификации объектов позволяет восстановить большую часть траекторий объектов обнаруженных с помощью другой глубокой модели. Выяснилось, что применение этой к другим объектам дорожных сцен также позволяет получить неплохие результаты восстановления траекторий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Shaoqing Ren. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks [электронный ресурс] – URL: https://arxiv.org/abs/1506.01497. (Доступ свободный. Дата доступа 24.06.2019)

2. Joseph Redmon. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection [электронный ресурс] – URL: https://arxiv.org/abs/1506.02640. (Доступ свободный. Дата доступа 19.06.2019)

3. Andrew G. Howard. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications [электронный ресурс] – URL: https://arxiv.org/abs/1704.04861. (Доступ свободный. Дата доступа 20.05.2019)

4. Elad Hoffer. Deep metric learning using Triplet network [электронный ресурс] – URL: https://arxiv.org/abs/1412.6622. (Доступ свободный. Дата доступа 16.06.2019)

5. Bharathkumar Ramachandra. Street Scene: A new dataset and evaluation protocol for video anomaly detection [электронный ресурс] – URL: https://arxiv.org/abs/1902.05872. (Доступ свободный. Дата доступа 14.06.2019)

APPLICATION OF DEEP LEARNING MODELS TO RESTORE THE INTEGRITY OF THE TRAJECTORIES OF OBJECTS ON A SEQUENCE OF IMAGES

Yashenko A.

yashenkoxciv@gmail.com

Supervisor: A. Potapov, Doctor of Technical Science, Associate Professor

(Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics ITMO University, Saint-Petersburg)

In this paper, to restore the integrity of the object trajectories on the image sequence, it is proposed to use neural network models designed to re-identify objects on individual images. The training scheme of such a model is described, and the results of testing this approach are given.

ПОДСЕКЦИЯ 6.4

СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 004.891.3

ФОРМИРОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ ПРАВИЛ СПАМ-ФИЛЬТРАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Ахметзянов Э.Р.
e_kzn@mail.ru
Научный руководитель: А.С. Катасёв, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье решается задача построение интеллектуальных моделей фильтрации нежелательных электронных почтовых сообщений. Для решения поставленной задачи используется нечеткая нейронная сеть ANFIS. Показываются сформированные нечеткие правила спам-фильтрации, а также сформированные в них функции принадлежности.

«Спам» представляет серьезную угрозу для информационной безопасности, систем, используемых как в государственном, так и в частном секторе. Избыточные незатребованные электронные письма нарушают доступность информационных ресурсов, необходимых пользователям, поскольку потребляют значительные ресурсы канала входящей связи, а также могут стать причиной нарушения целостности информации в случае утери сообщения при фильтрации писем человеком, или программой фильтрации [1]. К тому же вместе со «спамом» могут рассылаться вредоносные программы, способные привести к полному или частичному уничтожению информации или её искажению. Ряд вредоносных программ может быть использован для кражи персональных данных: номеров кредитных карт частных пользователей, имён пользователей и паролей для доступа к системам удалённого управления банковскими счетами организаций.

На сегодняшний день существует множество способов борьбы с нежелательными почтовыми сообщениями [2-4]. «Спам» крайне разнообразен и постоянно меняется. Поэтому в борьбе с ним необходимо использование все новых и новых методов распознавания.

Нечёткая нейронная сеть *ANFIS* основана на системе нечёткого логического вывода Сугено [5]. Архитектура нейронной сети предложена *J.R.Jang* и *C.T.Sun*. Она является наиболее известной и распространенной на практике.

Рассмотрим процессы функционирования адаптивной системы нейро-нечеткого вывода *ANFIS* на примере данных почтового трафика. Для этого была создана обучающая выборка, включающая значимые условия, при которых электронная корреспонденция делится на запрошенную («не спам») и не запрошенную («спам»).

В качестве входных параметров нечеткой нейронной сети зададим:

– частота встречаемости слов верхнего регистра;

– частота встречаемости цифр в письме;

– количество различных цветов в тексте письма;

– размер письма в килобайтах.

Выходы сети (градации корреспонденции): 1 – «спам», 0 – «не спам».

После подготовки и загрузки обучающих данных можно сгенерировать структуру нечеткой системы логического вывода типа Сугено. После генерации структуры гибридной сети можно визуализировать ее структуру. Структура полученной в результате системы нечеткого вывода *FIS* отображается в отдельном окне, представленном на рисунке 1.

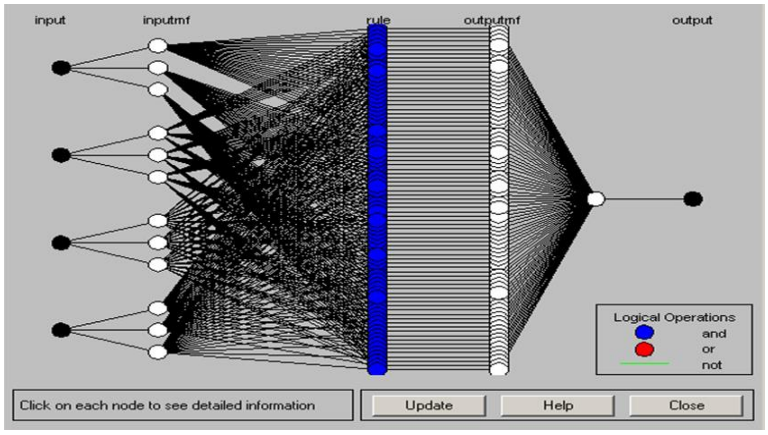


Рис. 1 Структура сгенерированной системы нечеткого вывода

Система нечеткого вывода содержит 4 входные переменные с тремя нечеткими градациями, 81 нечеткое правило и одну выходную переменную.

Перед обучением нечеткой нейронной сети необходимо задать параметры обучения. В качестве метода обучения гибридной сети выбран метод обратного распространения ошибки, уровень ошибки обучения установлен в 0, задано количество циклов обучения равное 1000. (см. рис. 2).

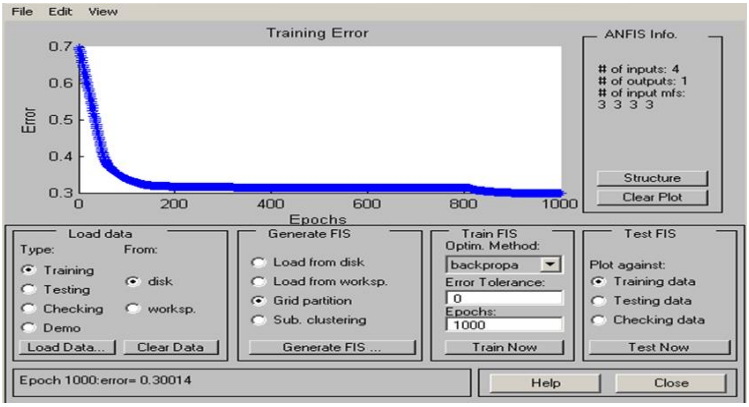


Рис. 2 Зависимость ошибок обучения от количества циклов обучения

Для тестирования обученной модели классификатора писем необходимо загрузить данную модель в конструкторе нечетких систем как модель Сугено.

На рисунке 3 представлен графический интерфейс редактора систем нечеткого вывода для обученной модели фильтрации «спамовых» писем.

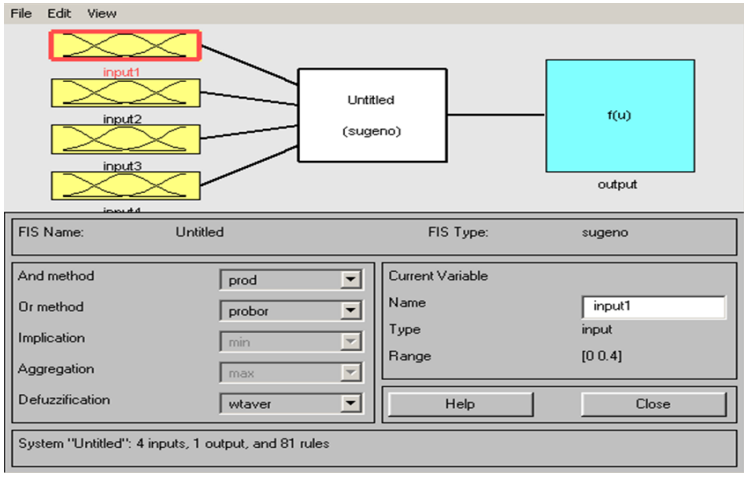


Рис. 3 Графический интерфейс редактора *FIS* для сгенерированной системы нечеткого вывода

В диалоговом окне редактора функций принадлежности системы нечеткого вывода, представленного на рисунке 3 можно изучить полученную модель.

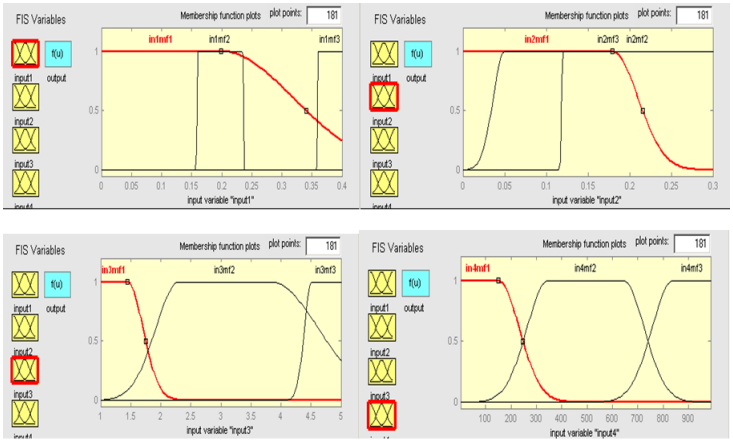


Рис. 4 Функции принадлежности входных переменных

Редактор правил системы нечеткого вывода, представленный на рисунке 5 позволяет редактировать нечеткую базу знаний построенной модели классификатора писем.

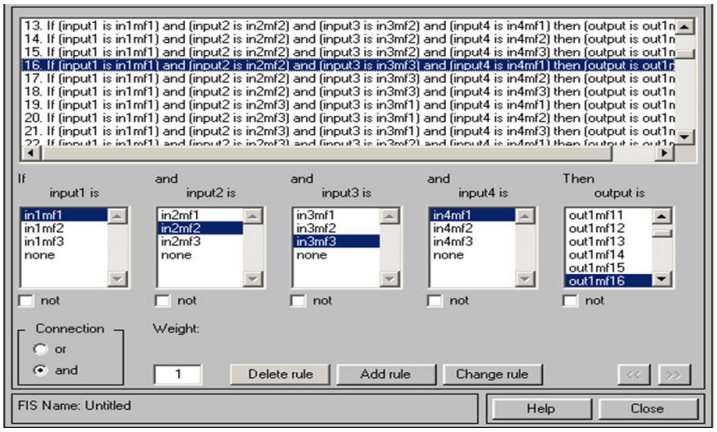


Рис. 5 Нечеткая база знаний для системы типа Сугено

В данном окне можно изучить систему нечетких продукционных правил, удалять, а также добавлять новые правила принятия решения.

Для дальнейшего исследования, а также для тестирования построенной модели нечеткой нейронной сети можно воспользоваться программой просмотра правил. Так для получения интересующего значения выходной переменной необходимо задать конкретные значения входных переменных. При этом на графике функции принадлежности выходной переменной указывается искомое значение выходной переменной – 0.963. Как видно из рисунка 6, значение выходной переменной рассчитывается как среднее взвешенное значение результатов вывода по каждому правилу.

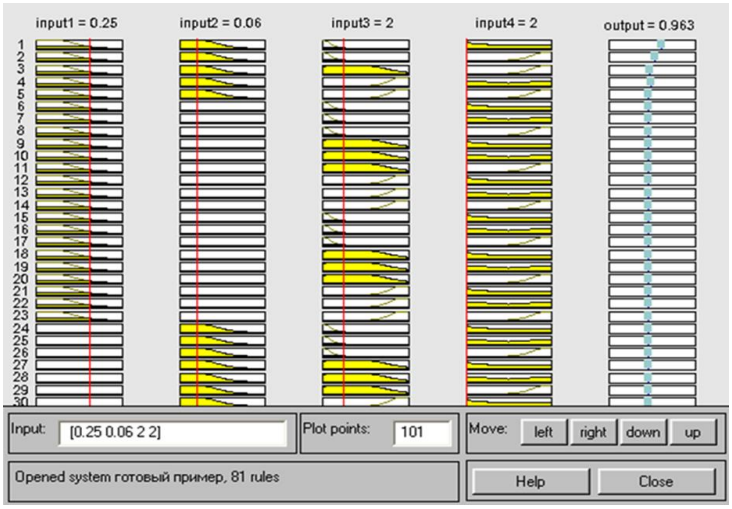


Рис. 6. Визуализация нечеткого логического вывода для системы типа Сугено

Таким образом, схема работы система фильтрации «спама» может быть представлена следующим образом (рис. 7):

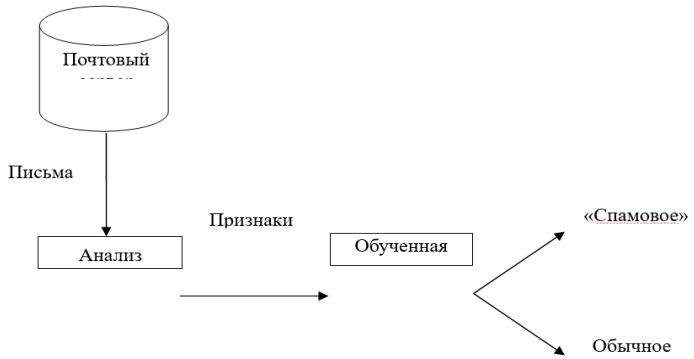


Рис. 7. Структурная схема работы системы фильтрации сообщений

Рассмотрев систему построения и тестирования гибридных сетей *ANFIS*, можно выделить ряд ограничений:

– в ней реализована модель нечеткого логического вывода Сугено;
– гибридная система может иметь только один выход;
– при большом количестве входов возникают трудности в использовании программы.

Однако в целом данные ограничения не снижают достоинств гибридных самообучающихся систем, в том числе гибридных сетей класса *ANFIS*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принципы и технические методы работы с незапрашиваемой корреспонденцией, http://www.spamtest.ru/document?context=15932&pubid=28&printdoc=.

2. *Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Кирпичников А.П., Семёнов Я.Е.* Спам-фильтрация электронных почтовых сообщений на основе нейросетевой и нейронечеткой моделей // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 15. – С. 217-220.

3. *Катасёва Д.В., Катасёв А.С.* Спам-классификация в инфокоммуникационных системах // Информация и безопасность. – 2015. – Т. 18, № 3. – С. 380-383.

4. *Катасёва Д.В., Катасёв А.С.* Фильтрация нежелательных почтовых сообщений на основе нейросетевой и нейронечеткой моделей // Информация и безопасность. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 551-554.

5. *Ярушкина Н.Г.* Нечёткие нейронные сети (часть 1) // Новости искусственного интеллекта. – 2001. – № 2-3. – С. 47-51.

FORMING FUZZY RULES OF SPAM FILTRATION BASED ON FUZZY NEURAL NETWORK

Akhmetzyanov E.
e_kzn@mail.ru
Supervisor: A. Katasev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article solves the problem of building intelligent models for filtering unwanted electronic mail messages. To solve the problem, a fuzzy neural network ANFIS is used. The generated fuzzy spam filtering rules are shown, as well as the membership functions generated in them.

УДК 004.056

НЕЧЕТКИЕ ЭКСТРАКТОРЫ В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКОГО КЛЮЧА НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА

Баянов Б. И.
bayanov_bulat@mail.ru
Научный руководитель: И. И. Исмагилов, д-р техн. наук, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В работе рассматривается метод нечетких экстракторов для формирования криптографического ключа на основе биометрических параметров. В качестве биометрических параметров используется параметры клавиатурного почерка. Исследования проводятся на основе выборки, полученной при множественном наборе одной и той же фразы 40 испытуемыми.

В системах информационной безопасности основное внимание уделяется обеспечению следующих основных свойств информации: конфиденциальности, целостности, доступности. Для защиты первого, одного из самых ключевых свойств информации с точки зрения информационной безопасности, популярным является использование криптографических средств защиты, т.к. информация, хранимая в зашифрованном виде, является бесполезной для злоумышленника. Ключ, на основе которого информация шифруется, может быть забыт или утерян пользователем. Для решения этой проблемы в работе предлагается система, в которой криптографический ключ формируется на основе биометрических параметров пользователя.

В задаче аутентификации или формирования криптографического ключа по биометрическим параметрам рассматриваются две группы методов: статические и динамические. В качестве биометрических параметров для генерации криптографического ключа могут быть рассмотрены параметры, полученные из характеристик следующих процессов (динамический метод): клавиатурный почерк, голосовой почерк, рукописный почерк (личностная подпись) и другие. К статическим методам по реализации снятия биометрических параметров и их обработки можно отнести следующие показатели: отпечатки пальцев, изображения лица, рисунок радужной оболочки глаза и т.д. [1]. Преимущество динамических методов в задаче формирования криптографического ключа заключается в том, что подлинный обладатель ключа может поменять ключ, например ключевую фразу, набранную на клавиатуре или ключевую фразу, произнесенную в микрофон. Уязвимость же статических методов заключается в том, что подлинный пользователь не способен заменить криптографический ключ.

В работе предлагается для решения поставленной задачи использовать биометрические параметры, полученные из характеристик процесса клавиатурного почерка. В процессе клавиатурного почерка могут быть взяты следующие первичные параметры: временные интервалы между нажатиями клавиш, а также время удержания клавиш. В нашем

исследовании были рассмотрены лишь временные интервалы между нажатиями клавиш. Для формирования данных эмпирических показателей принимали участие 40 испытуемых, которым была поставлена задача набора одной и той же ключевой фразы около 25 раз, рекомендуемое количество реализаций предложено в работе [2].

При выборе ключевой фразы нужно придерживаться некоторых правил. Фразы должна составлять не менее 21 символа, но и не более 42 символов (рекомендуемая длина фразы, включая пробелы). Слишком длинные парольные фразы сложно воспроизводимы, а слишком короткие фразы дадут недостаточное количество параметров в задаче формирования криптографического ключа. Также стоит учитывать, что временные интервалы между нажатиями клавиш являются более информативным признаком в том случае, если клавиши достаточно далеко удалены друг от друга и череда нажатия клавиш требует больших затрат по времени. Это объясняется законом Фитса: чем дальше или точнее, или дольше выполняется движение, тем больше проявляется индивидуальность личности [3]. В нашем исследовании использовалась следующая ключевая фраза: «разрешить доступ к информационной системе». Также могут быть использованы другие фразы, например: «прошу предоставить доступ к информации», «авторизация пользователя компьютерной системы» и т.д.

Для формирования криптографического ключа на основе биометрических параметров используются две методики: использование нечетких экстракторов и нейросетевые модели. В работе рассматривается применение нечетких экстракторов. Рассмотрим данную методику в задаче формирования криптографического ключа. Сначала производится преобразование эталонных значений в двоичную форму. Далее осуществляется конкатенация битовых последовательностей. Полученная строка B (последовательность биометрических параметров) длины l “объединяется” (сумма по модулю 2) со случайно закодированной последовательностью бит такого же размера l и является закрытой строкой V (1). Результатом “объединения” является открытая строка U:

$$B + V = U, \quad (1)$$

где B – биометрические эталонные значения, V – закрытый ключ, U – открытая строка.

Открытая строка U хранится в базе данных и является бесполезной для злоумышленника. Для получения закрытой строки V пользователю необходимо предоставить свои биометрические параметры. Получив биометрические параметры в виде строки B, “вычитаем” (обратная операция сумме по модулю 2) из открытой строки U предоставленную битовую последовательность B и получаем закрытую строку V (2).

$$U - B = V, \quad (2)$$

где B – биометрические эталонные значения, V – закрытый ключ, U – открытая строка.

Так как предоставляемые биометрические параметры могут отличаться от эталонных значений, к закрытому ключу V применяют помехоустойчивое кодирование. В качестве кодов, исправляющих ошибки могут быть использованы коды Хэмминга, Адамара, Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ-коды) [1]. Для этого помимо открытой строки U в базе данных хранится вспомогательная информация, восстанавливающая определенное количество бит в закрытой строке V.

Стоит заметить, что в преобразовании биометрических параметров в битовую последовательность необходимо воспользоваться кодами Хэмминга или кодами Грэя, где в битовом пространстве соседние значения имеют наименьшее расстояние Хэмминга. В целом при реализации вышеуказанного механизма возникает множество проблем. Перечислим основные из них: выбор и количество учитываемых параметров при формировании криптографического ключа, способ округления и преобразования параметров, размер блоков ключа и количество исправляемых бит при помехоустойчивом кодировании, исключение аномальных значений.

В качестве учитываемых параметров могут быть взяты первичные параметры, как абсолютные значения временных интервалов, так и вторичные параметры – значения частотного спектра, добытые при помощи быстрого преобразования Фурье, также разница

между абсолютными значениями временных интервалов. Ключевым фактором при выборе параметров, участвующих в формировании криптографического ключа, является стандартное отклонение параметра, которое выражает степень разброса его значений, т.к. при использовании нечетких экстракторов желательно меньшее отклонение предоставляемых показателей от эталонных. Также при выборе параметров стоит учитывать такие факторы как: величину математического ожидания параметров и расстояние между клавишами (следуя закону Фитса). Например, степень влияния факторов стандартного отклонения и математического ожидания можно выразить формулой:

$$I = w1(1 - \frac{s(X)}{\max(s(X))}) + w2(\frac{M(X)}{\max(M(X))}), \quad (3)$$

где I – информативность параметра X, $s(X)$ – стандартное отклонение параметра, $M(X)$ – математическое ожидание параметра. $w1$, $w2 \in [0,1]$ – весовые коэффициенты, сумма которых равна единице ($w1 + w2 = 1$).

Из формулы (3) можно предположить, что чем меньше стандартное отклонение и чем больше математическое ожидание параметров, тем информативнее признак – тем вероятнее признак будет учтен при формировании криптографического ключа.

В выборке значений могут оказаться аномальные значения, т.к. пользователь во время набора фразы на клавиатуре может произвести задержку, что приведет к нарушению считывания автоматизма набора фразы пользователем. Выборка, состоящая из временных интервалов между нажатиями клавиш, характеризуется нормальным распределением [4] и для исключения аномальных значений при обработке данных малого объема можно воспользоваться критериями обнаружения грубых ошибок, представленных в работе [5].

Для решения проблемы округления и преобразования параметров в задаче формирования криптографического ключа можно для каждого параметра определить коэффициент его масштабирования, который вычисляется экспериментально при фиксированном количестве исправляемых бит и количестве блоков криптографического ключа фиксированного размера. Количество исправляемых бит, количество блоков криптографического ключа и размер данных блоков также вычисляется экспериментальным путем.

Для программной реализации нечетких экстракторов можно воспользоваться встроенной библиотекой языка программирования *Python* под названием *fuzzy_extractor*. В использовании функций данной библиотеки нужно обязательно предоставить символьную последовательность, в нашем случае последовательность биометрических параметров, преобразованных сначала в битовую последовательность, а затем в символьную, длину последовательности, количество исправляемых бит и вероятность воспроизведения исходной последовательности. Алгоритм применения данной библиотеки можно изучить в ее документации [6].

Наилучшая математическая модель может быть определена на основе количественных показателей ошибки первого рода (FRR – false reject rate) и ошибки второго рода (FAR – false acceptance rate). Ошибка первого рода подразумевает непринятие показателей подлинного пользователя, а ошибка второго рода подразумевает принятие показателей неподлинного пользователя. В реализации лучшей математической модели в задаче формирования криптографического ключа на основе биометрических параметров, полученных в результате набора одной и той же фразы на клавиатуре, ошибка первого рода составляет менее 0,082, а ошибка второго рода составляет менее 0,055. Наилучшая математическая модель имеет следующие характеристики: количество блоков криптографического ключа составляет 3 блока, размер блоков составляет 6 байт, количество испрямляемых в блоке бит составляет 5 бит. В итоге криптографический ключ состоит из 144 бит.

Основным преимуществом нечетких экстракторов в задаче формирования криптографического ключа на основе биометрических параметров клавиатурного почерка является то, что в базе данных не хранится криптографический ключ, а только лишь вспомогательная информация для формирования криптографического ключа. Таким образом, информация может быть расшифрована только при повторном предоставлении

биометрических параметров подлинным пользователем, который может также хранить ключевую фразу, набранную на клавиатуре или произнесенную в микрофон, в секрете. Нечеткие экстракторы могут быть применены не только в задаче формирования криптографического ключа, но также в задаче аутентификации и формирования электронной цифровой подписи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ахметов Б. С., Иванов А. И., Малыгин А. Ю., Фунтиков В. А*. Основы биометрической аутентификации личности. – Алматы: КазНТУ имени К. И. Сатпаева, 2014. 151 с.

2. *Сулавко А. Е., Еременко А. В*. Метод сжатия собственных областей классов образов в пространстве малоинформативных признаков // Искусственный интеллект и принятие решений. 2014, № 2. С. 102-109.

3. *Раскин Д*. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. — СПб: Символ-плюс, 2010. 272 с.

4. *Иванов А. И*. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений. – Пенза: Издательство Пензенского государственного университета, 2000. 188 с.

5. *Попукайло В. С*. Обнаружение аномальных измерений при обработке данных малого объема // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2016. № 4-5. С. 42-46.

6. «Fuzzy Exctractors documentation». Режим доступа: https://fuzzy-extractor.readthedocs.io/en/stable/index.html. Дата обращения [5.02.19].

FUZZY EXTRACTORS IN THE TASK OF FORMATION OF A CRYPTOGRAPHIC KEY BASED ON THE BIOMETRIC PARAMETERS OF THE KEYBOARD HANDLING

Bayanov B.

bayanov_bulat@mail.ru

Supervisor: I. Ismagilov, Doctor of Technical Sciences, Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The paper considers a method of fuzzy extractors for the formation of a cryptographic key based on biometric parameters. As the biometric parameters, the parameters of the keyboard handwriting are used. Studies are carried out on the basis of a sample obtained from a multiple set of the same phrase typed by 40 subjects.

УДК 543.42:004.056

ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ ЗАЩИЩЕННОГО АЛГОРИТМА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА DBSCAN

Газимов Р.М.

gazimov19@gmail.com

Научный руководитель: И.В. Аникин, д-р техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Применение алгоритмов интеллектуального анализа данных, в частности алгоритмов кластерного анализа, для данных, хранящихся в распределенном виде, может привести к нарушению безопасности информации при ее передаче через открытые каналы. В работе представлена формальная оценка стойкости защищенного алгоритма кластерного анализа DBSCAN

Под интеллектуальным анализом данных (ИАД) понимается [1] исследование и обнаружение "машиной" (алгоритмами, средствами искусственного интеллекта) в сырых данных скрытых знаний, которые ранее не были известны, нетривиальны, практически полезны, доступны для интерпретации человеком. Одной из основных задач ИАД является кластерный анализ, который осуществляет [2] группировку объектов (наблюдений, событий) на основе данных, описывающих свойства объекта. Причем, объекты в пределах одного

кластера должны быть похожи и отличаться от других объектов, которые вошли в другие кластеры. Учитывая современные тенденции в применение распределённых хранилищ данных и актуальность проблемы обеспечения защиты информации при анализе данных в настоящее время существует ряд исследований, в данной области. Однако большинство из них затрагивают частные случае, когда для анализа распределенных данных привлекается третья доверенная сторона, которая собирает со всех участвующих стороны информацию, анализирует ее и рассылает результат ИАД. Другими словами, эти исследования рассматривают централизованные архитектуры информационных систем. Однако в работах [3-5] предлагается защищенный алгоритм кластерного анализа DSBCAN, способный в безопасном режиме проанализировать распределенно хранящиеся данные без привлечения доверенной стороны, т.е. в случае децентрализованных информационных систем.

В основе защищенного протокола для алгоритма кластерного анализа DBSCAN лежат следующие подходы и принципы защиты информации:

– создание множества криптозащищенных каналов связи между взаимодействующими участниками распределенного анализа данных;

– в качестве информации, которой обмениваются взаимодействующие стороны, используются не искомые данные, а вектора, полученные на основании искомых данных;

– вместо привлечения третьей доверенной стороны случайным образом выбирается один из участников распределенного ИАД (в работах [3-5] отмечен как Pr), который осуществляет сбор и анализа данных, а также рассылку выявленных полезных знаний;

– из всех участвующих сторон случайным образом выбирается участник (в работах [3-5] отмечен как P1), совместно с которым стороны осуществляют операции по сокрытию своих данных, таким образом, что при сложении всех сокрытых данных параметры их изменения скомпенсируются и получаются данные, аналогичных сумме искомых данных;

– прежде, чем отправить данные другой стороне для их сокрытия, каждый участник для обеспечения защищенности своих данных применяет [6-10] гомоморфное шифрование, которое позволяет производить определённые математические операции над зашифрованным текстом и получать результат в зашифрованном виде, который соответствует результату операций, выполняемых над открытым текстом.

К базовым подходам обеспечения защищенности данных, обрабатываемых алгоритмом кластерного анализа, относятся:

— использование векторов между объектами вместо самих объектов;

— гомоморфное шифрование;

— организация криптозащищенных каналов связи между взаимодействующими участниками.

Как уже отмечалось, при взаимодействии сторон используются не сами объекты, а вектора между рассматриваемом в данный момент времени объектом и всем остальными объектами. Такой подход повышает уровень защищенности искомых данных объектов. В случае перехвата векторов, злоумышленнику потребуется большое количество времени и ресурсов для выявления искомых данных объектов из вектора. В случае, если у каждого объекта имеется m атрибутов, каждый из которых может принимать одно из k значений, тогда для раскрытия объекта из вектора злоумышленнику необходимо рассмотреть k^m различных вариантов векторов.

Рассматривая гомоморфное шифрование с точки зрения криптостойскости, следует отметить, что на данный момент не существует универсальной гомоморфной криптосистемы. Предложенные решения имеют как свои преимущества и недостатки, как с точки зрения производительности, так и с точки зрения защищенности. Существуют два типа гомоморфных криптосистем: частично гомоморфные криптосистемы и полностью гомоморфные криптосистемы.

В таблице 1 представлены характеристики частично гомоморфных криптосистем.

Таблица 1

Характеристики частично гомоморфных криптосистем

Наименование криптосистемы	Стойкость и преимущества криптосистемы	Недостатки криптосистемы
RSA	Стойкость основана на задаче факторизации больших чисел. Алгоритм может использоваться совместно с алгоритмом OAEP. Криптосистема обладает мультипликативным гомоморфизмом	Для обеспечения криптостойкости необходимо использовать размер ключа больше, чем 1024 бит. Существует множество атак на алгоритм – атака на основе выбранного шифротекста, цифровая подпись уязвима к мультипликативной атаке.
Эль-Гамаля	Стойкость основана на трудоемкости вычисления дискретных логарифмов. Алгоритм является вероятностным. Криптосистема обладает мультипликативным гомоморфизмом.	Существует множество атак на алгоритм – атака на основе выбранного шифртекста, возможна атака «человек посередине».
Пэйе	Стойкость основана на задаче факторизации больших чисел. Гомоморфные свойства криптосистемы используются в системах электронного голосования.	Размер шифртекста примерно в два раза больше размера открытого текста. Осуществима атака на основе адаптивно подобранного открытого текста.

В таблице 2 представлены характеристики частично гомоморфной криптосистемы.

Таблица 2

Характеристики частично гомоморфной криптосистемы

Наименование криптосистемы	Стойкость и преимущества криптосистемы	Недостатки криптосистемы
Схема Джентри	Возможен метод самокоррекции шифртекстов, сжатия открытого ключа, модульного переключения. Базовая схема, на которой построены многие полностью гомоморфные схемы шифрования. Криптосистема обладает аддитивным и мультипликативным гомоморфизмом	Высокая вычислительная сложность алгоритмов шифрования и расшифрования. Присутствует «шум» в шифртексте. При применении операции сложения или умножения размер шифртекста увеличивается. Размер шифртекста увеличивается при использовании метода самокоррекции.

При работе защищенного алгоритма кластерного анализа DBSCAN взаимодействие между участвующими сторонами осуществляется на двух этапах процедуры анализа данных:

1. при совместных вычислениях со стороной P1 для сокрытия искомых векторов (канал 1);
2. при отправке стороне Pr векторов и дальнейшего получения результатов анализа данных (канал 2).

Канал 1 используется для отправки P1 зашифрованных векторов, а также отправке обратно измененных зашифрованных векторов. Защищенность информации, циркулируемой в канале 1, обеспечивается за счет использования векторов между рассматриваемыми точками, вместо самих точек, а также при помощи гомоморфного шифрования. Следовательно, стойкость канала 1 определяется как произведение вероятности раскрытия криптосистемы гомоморфного шифрования, а также вероятности получения искомых данных объектов из вектора.

Канал 2 используется для отправки стороне Pr измененных векторов и рассылке всем участвующим сторонам результатов анализа данных. Защищенность информации, циркулируемой в канале 2, обеспечивается за счет использования векторов между рассматриваемыми точками, вместо самих точек, а также при помощи ассиметричного шифрования. Следовательно, стойкость канала 2 определяется как произведение вероятности раскрытия криптосистемы ассиметричного шифрования а также вероятности получения искомых данных объектов из вектора.

Модель злоумышленника

В качестве основной методики для оценки стойки алгоритма кластерного анализа DBSCAN выбрана модель злоумышленника, поскольку она позволяет оценить алгоритм с точки зрения возможного деструктивного воздействия, которое может совершить потенциальный нарушитель. В статье будут рассмотрены следующие категории нарушителей:

1. внешний нарушитель;
2. внутренний нарушитель;
3. нарушитель, являющийся участвующей стороной, в задачи которого входит сбор данных со всех участников, анализ данных и рассылка результатов (сторона Pr);
4. нарушитель, являющийся участвующей стороной, в задачи которого входит сокрытие данных других участников (сторона P1).

Как уже было отмечено, одним из ограничений защищенного алгоритма кластерного анализа DBSCAN является обеспечение только одного свойства информации с точки зрения ее безопасности, а именно – конфиденциальности. В этой связи описанная ниже модель злоумышленника рассматривает лишь возможные деструктивные воздействия, направленные на нарушение конфиденциальности.

Внешний злоумышленник

Под внешним нарушителем понимается некое лицо, не имеющее легального доступа к обрабатываемым сведениям. Наиболее очевидными действием для подобного типа злоумышленников являются перехват информации в процессе ее передачи через общедоступные сети или захват узлов, участвующих в анализе данных.

Как было ранее отмечено, в процессе работы защищенного алгоритма кластерного анализа DBSCAN взаимодействие между сторонами осуществляется средствами двух каналов связи – между сторонами и участником P1 (канал 1) и между сторонами и участником Pr (канал 2).

В случае перехвата информации, циркулирующей в канале 1, внешнему нарушителю потребуется для начала раскрыть данные, защищенные средствами гомоморфного шифрования, а затем перебрать k^m различных вариантов для получения искомых данных точек из вектора, где m – общее количество атрибутов, каждый из которых может принимать одно из k значений.

Для раскрытия информации, перехваченной в канале 2, внешнему нарушителю потребуется сначала раскрыть данные, защищенные средствами ассиметричного шифрования, после чего, аналогично каналу 1, перебрать k^m различных вариантов для получения искомых данных точек из вектора.

Следует отметить, что в случае перехвата и раскрытия всех векторов, зашифрованных ассиметричным шифрованием, отправленных в адрес стороны Pr, внешний злоумышленник, сложив все расшифрованные вектора получит результирующие вектора и сможет их использовать для поучения знаний из данных. Такая атака приведет к нарушению конфиденциальности информации, поскольку знания, выявленных в ходе анализа данных, относятся к сведениям закрытого характера.

В ходе работы защищенного алгоритма кластерного анализа DBSCAN все участвующие стороны можно разделить на 3 категории: сторона P1, сторона Pr и все остальные участники. Захват участвующей стороны той или иной категории может привести к нарушению конфиденциальности информации.

При захвате стороны Pr внешний злоумышленник получит полный доступ ко всем данным этого участника, следовательно, их конфиденциальность будет нарушена.

Кроме того, вследствие захвата стороны Pr внешний нарушитель получит полный доступ ко всем результирующим векторам, что позволит ему произвести анализ этих данных. Как результат, внешний нарушитель получит полезные знания, которые, в свою очередь относятся к сведениям закрытого характера, следовательно, произойдет нарушение

конфиденциальности информации.

При захвате любой другой стороны, в том числе P1, внешний злоумышленник получит полный доступ как к самими данным участников, так и к результатам анализа данных, следовательно, конфиденциальность будет нарушена.

Кроме того, следует отметить, что при захвате стороны P1 внешний злоумышленник также получит доступ к векторам изменения, сгенерированными участником P1 для всех участвующих сторон с целью сокрытия искомых данных объектов. Завладев векторами изменения, вероятность раскрытия искомых данных объектов при перехвате внешним злоумышленником информации в канале связи между участниками и стороной Pr будет меньше, поскольку для получения открытых данных потребуется раскрыть только ассиметричное шифрование.

Внутренний злоумышленник

Под внутренним злоумышленником понимается некое лицо, имеющее легальный доступ к конфиденциальной информации. Аналогично внешнему злоумышленнику, внутренний нарушитель может осуществить перехват информации в процессе ее передачи через общедоступные сети или захват других узлов, участвующих в анализе данных. Также следует отметить ситуации, когда внутренний злоумышленник может состоять в сговоре с внешним нарушителем и передать ему свои конфиденциальные данные. В таком случае внешнему нарушителю, владея частью всех анализируемых данных, потребуется меньшее количество ресурсов для раскрытия анализируемой конфиденциальной информацией.

Как было ранее отмечено, в процессе работы защищенного алгоритма кластерного анализа DBSCAN взаимодействие между сторонами осуществляется средствами двух каналов связи – между сторонами и участником P1 (канал 1) и между сторонами и участником Pr (канал 2).

В случае перехвата информации, циркулирующей в канале 1, внутреннему нарушителю потребуется для начала раскрыть данные, защищенные средствами гомоморфного шифрования, а затем перебрать k^{m-p} различных вариантов для получения искомых данных точек из вектора, где m – общее количество атрибутов, каждый из которых может принимать одно из k значений, p - количество атрибутов вектора, принадлежащих внутреннему злоумышленнику.

Для раскрытия информации, перехваченной в канале 2, внутреннему нарушителю потребуется сначала раскрыть данные, защищенные средствами ассиметричного шифрования, после чего, аналогично каналу 1, перебрать k^m различных вариантов для получения искомых данных точек из вектора.

Следует отметить, что в случае перехвата и раскрытия всех векторов, отправленных стороне Pr, злоумышленник, сложив все раскрытые вектора получит результирующие вектора и сможет их использовать для поучения знаний из данных. Такая атака приведет к нарушению конфиденциальности информации, поскольку знания, выявленных в ходе анализа данных, относятся к сведениям закрытого характера.

Также необходимо обратить внимание на тот факт, что, имея результирующий вектор, для получения искомых данных объекта внутреннему злоумышленнику потребуется меньшее количество времени и ресурсов, поскольку он владеет частью атрибутов перехваченного вектора. В таком случае внутреннему нарушителю потребуется рассмотреть k^{m-p} различных вариантов, где p – количество атрибутов из результирующего вектора, принадлежащих внутреннему злоумышленнику.

При захвате стороны Pr злоумышленник получит полный доступ ко всем данным этого участника, следовательно, их конфиденциальность будет нарушена.

Кроме того, вследствие захвата стороны Pr внутренний нарушитель получит полный доступ ко всем результирующим векторам. Принимая во внимание тот факт, что часть атрибутов результирующего вектора известна внутреннему нарушителю, поскольку он сам является владельцем данной информации, для получения искомых данных из

результирующего вектора внутреннему участнику потребуется меньшее количество ресурсов для взлома точек других участников анализа данных, а именно перебрать k^{m-p} различных вариантов, где p – количество атрибутов из результирующего вектора, принадлежащих внутреннему злоумышленнику.

При захвате любой другой стороны, в том числе P1, внутренний злоумышленник получит полный доступ как к самими данным участников, так и к результатам анализа данных, следовательно, конфиденциальность будет нарушена.

Кроме того, следует отметить, что при захвате стороны P1 внутренний злоумышленник также получит доступ к векторам изменения, сгенерированными участником P1 для всех участвующих сторон с целью сокрытия искомых данных объектов. Завладев векторами изменения, вероятность раскрытия искомых данных объектов при перехвате внутренним злоумышленником информации в канале связи между участниками и стороной Pr будет меньше, поскольку для получения открытых данных потребуется раскрыть только ассиметричное шифрование.

Злоумышленник сторона Pr

Одним из частных случаев может быть ситуация, когда в роли злоумышленника выступает сторона Pr. Как уже было отмечено, задачей данного участника является сбор векторов всех сторон, получение результирующих векторов, осуществление анализа данных над этими векторами, а также рассылка результатов. С точки зрения деструктивного воздействия на информацию, Pr может передать третьей стороне результирующие вектора или результаты анализа данных, и в том и в другом случае произойдет нарушение конфиденциальности.

С точки зрения воздействия на каналы передачи информации, стороны Pr может осуществить перехват данных из канала между сторонами и участником P1. В таком случае для раскрытия информации, циркулирующей в канале 1, нарушителю, в роли которого выступает сторона Pr, потребуется для начала раскрыть данные, защищенные средствами гомоморфного шифрования, а затем перебрать k^{m-p} различных вариантов, где p – количество атрибутов из результирующего вектора, принадлежащих стороне Pr.

При захвате стороны P1 злоумышленник получит полный доступ ко всем данным этого участника, следовательно, их конфиденциальность будет нарушена.

Кроме того, в случае захвата стороны P1, злоумышленник получит полный доступ ко всем изменяющим векторам. Принимая тот факт, что все стороны отправляют стороне Pr свои измененные вектора, злоумышленник сможет при помощи векторов изменения раскрыть искомые вектора всех участвующих сторон. Однако для вскрытия этих искомых данных объектов злоумышленнику потребуется перебрать k^{m-p} различных вариантов, где p – количество атрибутов из результирующего вектора, принадлежащих внутреннему злоумышленнику.

При захвате любой другой стороны злоумышленник получит полный доступ ко всем данным этого участника, следовательно, их конфиденциальность будет нарушена.

Также следует отметить, что, завладев данными других участвующих сторон, злоумышленник сможет определить какие из атрибутов результирующего вектора принадлежат захваченной стороне, и, следовательно, для раскрытия результирующего вектора злоумышленнику потребуется меньшее количество ресурсов.

Злоумышленник сторона P1

Также частным случаем может быть ситуация, когда в роли злоумышленника выступает сторона P1. Как уже было отмечено, задачей данного участника является сбор векторов всех сторон, прибавление к ним векторов изменения и рассылка измененных векторов.

Кроме того, необходимо обратить внимание на тот факт, что сторона P1 может оказаться в сговоре с внешним нарушителем и передать ей вектора изменения всех участвующих сторон. В таком случае внешнему злоумышленнику потребуется меньшее количество

ресурсов для раскрытия передаваемых между сторонами конфиденциальной информации.

С точки зрения воздействия на каналы передачи информации, сторона P1 может осуществить перехват данных из канала между сторонами и участником Pr. Для раскрытия информации, перехваченной в данном канале, нарушителю потребуется сначала раскрыть данные, защищенные ассиметричным шифрованием. После чего, зная принадлежность векторов изменения каждой стороне, сторона P1 сможет вычислить искомый вектор отправляемой стороны. Далее необходимо будет перебрать m^{k-p} различных вариантов, где p – количество атрибутов из результирующего вектора, принадлежащих внутреннему злоумышленнику.

Следует отметить, что в случае перехвата и раскрытия всех векторов, отправленных стороне Pr, злоумышленник, сложив все раскрытые вектора получит результирующие вектора и сможет их использовать для поучения полезных знаний, которые, в свою очередь, могут быть разглашены третьей стороне. Такая атака приведет к нарушению конфиденциальности информации, поскольку знания, выявленных в ходе анализа данных, относятся к сведениям закрытого характера.

При захвате стороны Pr злоумышленник получит полный доступ ко всем данным этого участника, следовательно, их конфиденциальность будет нарушена.

Также при захвате сторон Pr злоумышленник получит доступ к измененным векторам, которые участники отправили стороне Pr для их анализа. Зная принадлежность векторов изменения конкретному участнику, сторона P1 сможет вычислить искомый вектор каждой отправляемой стороны. Далее необходимо будет перебрать k^{m-p} различных вариантов, где p – количество атрибутов из результирующего вектора, принадлежащих внутреннему злоумышленнику.

При захвате любой другой стороны злоумышленник получит полный доступ ко всем данным этого участника, следовательно, их конфиденциальность будет нарушена

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И* Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 336 с.: ил.

2. *Паклин Н.Б., Орешков В.И.* Бизнес аналитика: от данных к знаниям. – Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Питер, 2013. – 704 с.: ил.

3. *Аникин И.В., Газимов Р.М.* Защищенный протокол кластеризации DBSCAN для вертикально распределённых данных Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 4. С. 515-518.

4. *Аникин И.В., Газимов Р.М.* Обеспечение конфиденциальности информации при интеллектуальном анализе распределенно расположенных данных Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 1. С. 90-93.

5. *Anikin I.V., Gazimov R.M.* Privacy preserving DBSCAN clustering algorithm for vertically partitioned data in distributed systems International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2017

6. *Бабенко Л.К., Буртыка Ф.Б., Макаревич О.Б., Трепачева А.В.* Полностью гомоморфное шифрование (обзор) Вопросы защиты информации. 2015. № 3 (110). С. 3-26.

7. *Короткова Д.А.* Полностью гомоморфное шифрование Аллея науки. 2018. Т. 5. № 5 (21). С. 1144-1146.

8. *Буртыка Ф.Б.* Симметричное полностью гомоморфное шифрование с использованием неприводимых матричных полиномов Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 8 (157). С. 107-122.

9. *Трепачева А.В.* Криптоанализ симметричных полностью гомоморфных линейных криптосистем на основе задачи факторизации чисел Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 5 (166). С. 89-102.

10. *Малинский А.Е.* Оценка криптостойкости полностью гомоморфных систем Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 11 (23). С. 41.

EVALUATION OF STRENGTH OF THE PRIVACY PRESERVING DBSCAN CLUSTERING ALGORITHM

Gazimov R.
gazimov19@gmail.com
Supervisor: I. Anikin, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The use of data mining algorithms, in particular clustering analysis, for distributed data can lead to a breach of the protection of information during transmitting them by open channels. Paper contains privacy-preserving DBSCAN clustering protocol for vertically partitioned data

УДК 543.42:004.056

ПРОБЛЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ РАСПРЕДЕЛЕННО ХРАНЯЩИХСЯ ДАННЫХ

Газимов Р.М.
gazimov19@gmail.com
Научный руководитель: И.В. Аникин, д-р техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Возрастающая популярность применения технологии Data Mining создает дополнительные угрозы раскрытия конфиденциальной информации. Для обеспечения защищенности такой информации необходимо применять подходы к сокрытию данных. В статье представлен обзор основных подходов к обеспечению защищенного анализа данных

В большинстве случаев работа алгоритмов ИАД осуществляется над данными, расположенными на одном хранилище. С точки зрения информационной безопасности задача обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности обрабатываемых сведений может быть решена при помощи существующих средств защиты информации, таких как межсетевой экран, антивирусная защита, шифрование и т.д.

Однако в последнее время наблюдается тенденция в использовании распределённых хранилищ данных, на каждом из которых хранится часть общего множества данных. Выделяют следующие типы [1 - 4] распределения данных: горизонтальное, вертикальное и случайное распределение данных. При горизонтальном распределении данных, у каждого участника распределенного анализа данных имеются все атрибуты некоторой части объектов. А при вертикальном распределении данных отдельный участник распределенного анализа данных владеет фрагментом общего количества атрибутов, но для всего множества объектов. Случайное распределение данных подразумевает наличие у некоего количества участников случайного множества атрибутов для неопределенного множества объектов.

Для осуществления ИАД над информацией, хранящейся в распределенном виде, может быть применен следующий подход: выполнение ИАД над частью данных в пределах одного хранилища, а затем сопоставления всех результатов, выявленных в ходе работы интеллектуальных алгоритмов на каждом из хранилищ, для получения итоговых результатов, представленных в виде знаний. Но использование такого подхода приведет к получению неверных результатов, поскольку [5] необходимо производить анализ над всем множеством данных. Для этого необходимо собрать на одном хранилище все распределенно хранящиеся данные, над которыми затем применять интеллектуальные алгоритмы. Данные, хранящиеся в распределенном виде, могут принадлежать как одной организации, так и множеству различных организаций.

В первом случае, когда все распределенные хранилища данных принадлежат одной организации, с наибольшей долей вероятности нарушение безопасности передаваемых сведений может быть осуществлено в ходе передачи информации на один ресурс. Хорошим

решением по защите канала связи является организация криптозащищенных туннелей.

Во втором случае, когда распределенно хранящиеся данные принадлежат различным организациям, использование стандартных средств защиты информации будет недостаточным. Отправка некой стороне своих данных для использования их в ИАД приведет к нарушению конфиденциальности информации. Таким образом, задача ИБ усложняется необходимостью защиты, как от внешнего злоумышленника, так и от внутреннего, в роли которого может выступает любая другая участвующая сторона. Далее представлено описание наиболее часто используемых подходов, направленных на обеспечение защищенности информации в случае распределенного анализа данных, а также обзор существующих защищенных решений для алгоритмов кластерного анализа, классификационного анализа и анализа ассоциативных правил.

В настоящее время разработано большое количество подходов по обеспечению безопасности информации при распределенном ИАД. Однако произведенный анализ исследований по данной тематике показал, что к наиболее часто используемым подходам относятся защищенное многостороннее вычисление, [6-10] гомоморфное шифрование и искажение данных.

Защищенное многостороннее вычисление (ЗМВ) – это криптографический протокол, который позволяет множеству взаимодействующих сторон совместно осуществлять определенные вычисления без нарушения конфиденциальности данных каждой участвующей стороны. Выделяют следующие свойства ЗМВ [11]:

— конфиденциальность: каждая участвующая сторона имеет доступ только к своим данным;

— корректность: гарантировано, что данные, которые получает каждая сторона, являются корректными;

— независимость входных данных: любые данные, которые вводит участвующая сторона, не зависят от данных других участников и от честности самих участников;

— гарантия получения выходных данных: гарантировано, что все участвующие стороны получат свои выходные данные даже в условиях потенциального деструктивного воздействия со стороны нечестных участников;

— честность: нечестные участники получают свои выходные данные тогда и только тогда, когда и честные участники получают свои выходные данные.

Формально ЗМВ направлено на решение задачи вычисления функции $F(a_1, a_2, \ldots, a_N)$, где N – количество участвующих сторон, $a_1, a_2, \ldots, a_N$ – конфиденциальные данные участников, F – известная всем участникам вычислительная функция. Данный протокол допускает, что среди участников могут быть и внутренние злоумышленники, которым необходимо раскрыть информации остальных участников.

Выделяют два подхода [11] в реализации ЗМВ. Первый основан на разделении секрета и представляет функцию в виде арифметического контура, а второй – в виде логического контура. Первый подход более эффективен для операций сложения и умножения, а второй – для операций сравнения.

Гомоморное шифрование – тип шифрования, который позволяет производить определённые математические операции над зашифрованным текстом и получать результат в зашифрованном виде, который соответствует результату операций, выполняемых над открытым текстом.

Большинство систем шифрования включает в себя три алгоритма: генерация ключей шифрования *keyGen*(), шифрование *encrypt()* и дешифрование *decrypt()*. Гомоморфная криптосистема помимо трех отмеченных алгоритмов также включает в себя алгоритм вычислений *eval()*. Алгоритм *eval()* оперирует некой математической функцией *f()* и парой шифротекстов C_1 и C_2. Результатом вычисления будет некий шифротекст C, причем такой, что $C=eval(f(),C_1,C_2)$. Для расшифровывания необходимо выполнить $O=decrypt(sk,C)=f(O_1,O_2)$.

Выделяют следующие виды гомоморфных криптосистем:

— частично гомоморфные криптосистемы, позволяющие одновременно производить только одну операцию — сложение или умножение;

— полностью гомоморфные криптосистемы, позволяющие одновременно производить обе операции – сложение и умножение.

В случае распределенного ИАД данный подход позволит в защищенном режиме осуществлять различные математические операции над данными всех участвующих сторон.

Искажение (пертурбация) данных – это метод защищенного ИАД, в рамках которого осуществляется преднамеренное изменение искомых данных с целью обеспечения их конфиденциальности. Выделяют два основных подхода искажения данных:

— подхода распределения вероятности

— подход распределения значения

По сравнению с подходами деидентификации и повторной идентификации искажение данные считается более эффективным решением, поскольку является более стойким к атакам, направленным на связывание общих данных с исходными идентификаторами.

Подход распределения вероятности меняет местами данные из одного множества или заменяет одни данные на другие. Подход распределения значения осуществляет пертурбацию данных путем мультипликативного или аддитивного шума. Данные подход считается более эффективным по сравнению с распределением вероятности. Он создает классификатор дерева решений, где каждому элементу присваивается случайный шум из распределения Гаусса

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *L. Xu, C. Jiang, J. Wang, J. Yuan, Y. Ren*. Information Security in Big Data: Privacy and Data Mining, IEEE Access, 2014, pp. 1149-1176

2. *F. Meskine, S. N. Bahloul.* Privacy preserving k-means clustering: a survey research. Int. Arab Journal of Information Technology, 9(2):194–200, 2012.

3. *Аникин И.В., Газимов Р.М.* Защищенный протокол кластеризации DBSCAN для вертикально распределённых данных Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 4. С. 515-518.

4. *Аникин И.В., Газимов Р.М.* Обеспечение конфиденциальности информации при интеллектуальном анализе распределенно расположенных данных Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 1. С. 90-93.

5. *Anikin I.V., Gazimov R.M.* Privacy preserving DBSCAN clustering algorithm for vertically partitioned data in distributed systems International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2017

6. *Бабенко Л.К., Буртыка Ф.Б., Макаревич О.Б., Трепачева А.В.* Полностью гомоморфное шифрование (обзор) Вопросы защиты информации. 2015. № 3 (110). С. 3-26.

7. *Короткова Д.А.* Полностью гомоморфное шифрование Аллея науки. 2018. Т. 5. № 5 (21). С. 1144-1146.

8. *Буртыка Ф.Б.* Симметричное полностью гомоморфное шифрование с использованием неприводимых матричных полиномов Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 8 (157). С. 107-122.

9. *Трепачева А.В.* Криптоанализ симметричных полностью гомоморфных линейных криптосистем на основе задачи факторизации чисел Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 5 (166). С. 89-102.

10. *Малинский А.Е.* Оценка криптостойкости полностью гомоморфных систем Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 11 (23). С. 41.

11. *J. Vaidya, B. Shafiq, A. Basu, Y. Hong,* Differentially private Naïve Bayes classification, in Proc. IEEE/WIC/ACM Int. Joint Conf. Web Intell. (WI) Intell. Agent Technol. (IAT), vol. 1. Nov. 2013

PAPER TITLE INFORMATION SECURITY PROBLEM UNDER ANALYSIS OF DISTRIBTED DATA

Gazimov R.
gazimov19@gmail.com
Supervisor: I. Anikin, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

Growing popularity of using Data mining creates more threats of disclosing privacy information. To preserve protection of this information we need to employ securely approaches. This article has review of the main approaches to protect data analysis

УДК 004.58; 159.9.01

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ С ПОМОЩЬЮ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И СПОСОБЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Данилова Н.С., Ягина А.В.
nd858768@gmail.com
Научный руководитель: Л.А. Александрова, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматриваются методы социальной инженерии, применяемые злоумышленниками в социальных сетях. Рассмотрена роль социальных сетей в жизни человека, проанализированы данные исследования ВЦИОМ (Всероссийский центр изучения общественного мнения) о использовании социальных сетей, разными категориями пользователей. Проведен опрос пользователей о их осведомленности в вопросе информационной безопасности социальных сетей. Предложены методы противодействия информационному воздействию с использованием социальных сетей.

Всеобщая информатизация и информация в нашей жизни

Информация всегда была одним из самых ценных ресурсов. Сейчас информационные технологии имеют большее значение для общества, чем энергетические, химические и транспортные технологии, так как оказывает влияние на их функционирование и поведение людей.

Информатизация подразумевает под собой не только использование интеллектуального потенциала, но и внедрение информационных технологий в различные виды деятельности, благодаря которым происходит повышение уровня общественного производства [1]. Но любая инновация, имеет последствия. Одно из них – это доступ к частной жизни человека, которая выставлена на всеобщее обозрение (часто самим человеком). Кроме того, сознание заполнено информационным шумом, человеку всё сложнее фильтровать информацию, и этим пользуются злоумышленники.

Методы социального воздействия на человека – это сфера социальной инженерии.

Социальная инженерия – это способ управления действиями человека без использования техники (кроме средств связи). Она начиналась, как забава, любопытство и переросла в серьезную угрозу безопасности. Цель – доступ к различным конфиденциальным данным, которые позволяют получить привилегии или прибыль. Социальные инженеры получают доступ к определенным важным узлам системы и направляют людей на определенные действия, которые нарушают информационную безопасность.

Технические средства развиваются и совершенствуются, преступники и правоохранительные органы ведут борьбу друг с другом с помощью аппаратных и программных средств. В нашем мире именно человек владеет ключом от всех дверей и, одновременно, является самым слабым звеном информационной безопасности [2]. Не всегда нужно изобретать сложные аппаратные и программные комплексы для получения данных. Человеческая психика, несмотря на всё более развивающуюся тенденцию к

критическому мышлению, остается восприимчивой к влиянию извне. Отметим, что регионы с меньшей компьютерной грамотностью и распространением современных компьютерных технологий, менее защищены от информационных атак на человека.

Социальные сети

С каждым днем социальные сети все сильнее и глубже внедряются в жизни людей. С их помощью происходит распространение новостей, общение между людьми и обмен информацией. В настоящее время через социальные сети можно оплачивать счета, посылать другому человеку деньги и получать их, есть возможность привязки к аккаунту банковской карты для совершения покупок в онлайн-магазинах. Через социальные сети проходит огромный поток информации, они определяют нашу жизнь. Если существует возможность обманным путем получить доступ к аккаунту пользователя социальной сети, то есть риск несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, возможность использования злоумышленником полученных данных в корыстных целях.

По данным ВЦИОМ за 2018 год 44% россиян используют «WhatsApp», 32% «Вконтакте», 30% «Viber» и только 32% SMS. Отметим возрастное разделение: 40% пользователей «Вконтакте» это люди от 18 до 24 лет, 75% пользователей «Instagram» от 18 до 34 лет, «Facebook» и «МойМир» имеет более взрослую аудиторию, 54% на «Facebook» это люди от 35 до 59 лет, 35% пользователей «Мой Мир» это люди от 45 до 59 лет. Люди пожилого возраста (старше 60 лет) больше пользуются SMS, а люди от 18 до 24 больше общаются «Вконтакте», 43% и 69% соответственно [3]. Эти данные показывают, что социальные сети всё больше заменяют SMS, таким образом, методам обмана и манипуляции могут подвергнуться люди всех возрастных категорий из-за всё большего распространения социальных сетей. Нельзя также исключать риски быть обманутым и через SMS, звонки, особенно нужно быть внимательным людям пожилого возраста. Например, воздействие на людей посредством рассылки СМС-сообщений с просьбами о срочной денежной помощи родственнику, который оказался в безнадежной ситуации.

Методы сбора и анализа информации из открытых источников

Социальная инженерия делает объектом атаки человека. Если злоумышленник хочет получить доступ к информации с помощью технических средств, то ему необходимо узнать спецификации техники, а если через человека, то ему нужно узнать информацию об этом человеке, по сути, те же самые “спецификации”. В наше время, из-за распространения такого явления как социальные сети, чаще всего практикуется сбор и анализ информации из открытых источников. Пользователи сетей выкладывают, как им кажется, много безобидных сведений о себе. Человеком может двигать желание поделиться красивой фотографией, видео или местом, похвастаться успехами или рассказать об эмоциональном состоянии своим подписчикам, а опытный социальный инженер легко может составить по этим данным психологический портрет, который расскажет об увлечениях, характере, привычках, семейном положении, образе жизни, роде деятельности и т.д. Это всё помогает «втереться» в доверие, подобрать способ обмана и, тем самым, нарушить безопасность пользователя.

Социальному инженеру могут быть полезны самые незначительные кусочки информации, собираемые различными сервисами по всему Интернету. Например, сайт spokeo.com (информация из социальных сетей, данные из телефонных книг, метки и фотографии из онлайн-карт), виш-листы в различных интернет-магазинах, особенно в тех, где нужно привязывать свою, банковскую карту [4].

Метод прямого воздействия

Суть этого метода состоит в злоупотреблении доверием человека к человеку. Социальный инженер, тщательно изучив объект воздействия, сферу, через которую он хочет воздействовать на объект (например, профессия, хобби), и маскируясь под профессионала в этой сфере может попросить что-то сделать или даже использовать конструкцию “требуется

знать", чтобы окончательно убедить человека в правдоподобности.

Человек обычно стремится помочь и доверять коллегам, людям, с которыми у него есть что-то общее, поэтому злоумышленнику помогают те собранные из соцсетей сведения. Например, в социальной сети или мессенджере вам пишет якобы будущий коллега и спрашивает между делом ключевую информацию о вашей организации, которая впоследствии может оказаться очень важной, упоминая при этом несколько правдивых деталей об организации и аргументируя это интересом к делу. Или же некто, представляющийся вашим начальником, запрашивает какие-то данные о вас. Эти методы работают и в более крупных масштабах, например, при ограблениях банков (ограбление Стенли Марка Рифкина [5]).

Метод введения в заблуждение

Этот метод позволяет обойти систему безопасности. Злоумышленник должен найти способ обмануть пользователя или незаметно для него вынудить предоставить нужную информацию. В основе метода лежит привыкание или склонность человека доверять вещам, используемым в течение долгого времени, или людям, которые кажутся ему более опытными в чем-либо.

Один из самых распространенных способов обмана по этой схеме – фишинг. Социальный инженер создает двойник привычного сайта, где нужно вводить какие-либо данные (например, пароль и логин). У двойника практически отсутствует функционал оригинального сайта, но зато присутствует блок, который запоминает вводимую информацию и отправляет её на компьютер злоумышленника. Часто для отвода подозрений сайт-двойник выдает ошибку и перенаправляет на оригинальный сайт. По такому же принципу работают клавиатурные шпионы. Ссылка на сайт-двойник передается объекту атаки вместе с убедительной информацией о том, почему нужно перейти на сайт. Здесь тоже поможет информация о человеке из открытых источников, например, от родственника или знакомого по социальной сети приходит просьба проголосовать за него или его друга в каком-то конкурсе.

Троянский конь основывается на любопытстве либо эмоциях жертвы. Злоумышленник присылает через социальную сеть сообщение, в которое вложен вредоносный файл с убедительной информацией открыть его. Чтобы жертва точно открыла этот файл на своем компьютере необходимо собрать информацию о жертве.

Ещё один способ—это способ под названием кви про кво (услуга за услугу). Он предполагает обращение к пользователю-жертве от лица знающего человека, который может помочь ему решить какую-то проблему. В процессе решения проблемы пользователь-жертва выполняет действия, которые могут привести к нарушению его безопасности.

Общая диаграмма способа захвата данных с помощью методов социальной инженерии, представлен с помощью методологии IDEF0, рис.1.

Проведение и результаты опроса

Нами была разработана анкета, в анкетировании принимали участие респонденты в возрасте от 18 лет. Всего в исследовании приняли участие 40 человек, из которых 80,0% не достигли 25 лет. Из них 67,5% женщины, 32,5% мужчины. В анкетировании также участвовали люди старше 39 лет (15%). Большинство опрошенных имеют неоконченное высшее образование (57,5%), 22,5% имеют высшее образование, и по 10,0% имеют среднее и среднее профессиональное образование. Основная часть опрошенных (55%) считает, что они владеют компьютерной грамотностью, 5% нет, остальные не дали четкого ответа. Среди опрошенных самыми популярными социальными сетями являются мессенджеры («Telegram», «WhatsApp» и т.д.) – 100%, «Вконтакте» (87,5%) и «Instagram» (80%). Самая выкладываемая личная информация среди опрошенных – это ФИО (77,5%), фотографии (77,5%) и место обучения (65%). 5% опрошенных не выкладывает в социальные сети никакую личную информацию. Большинство опрошенных (62,5%) не синхронизируют

контакты в разных социальных сетях.

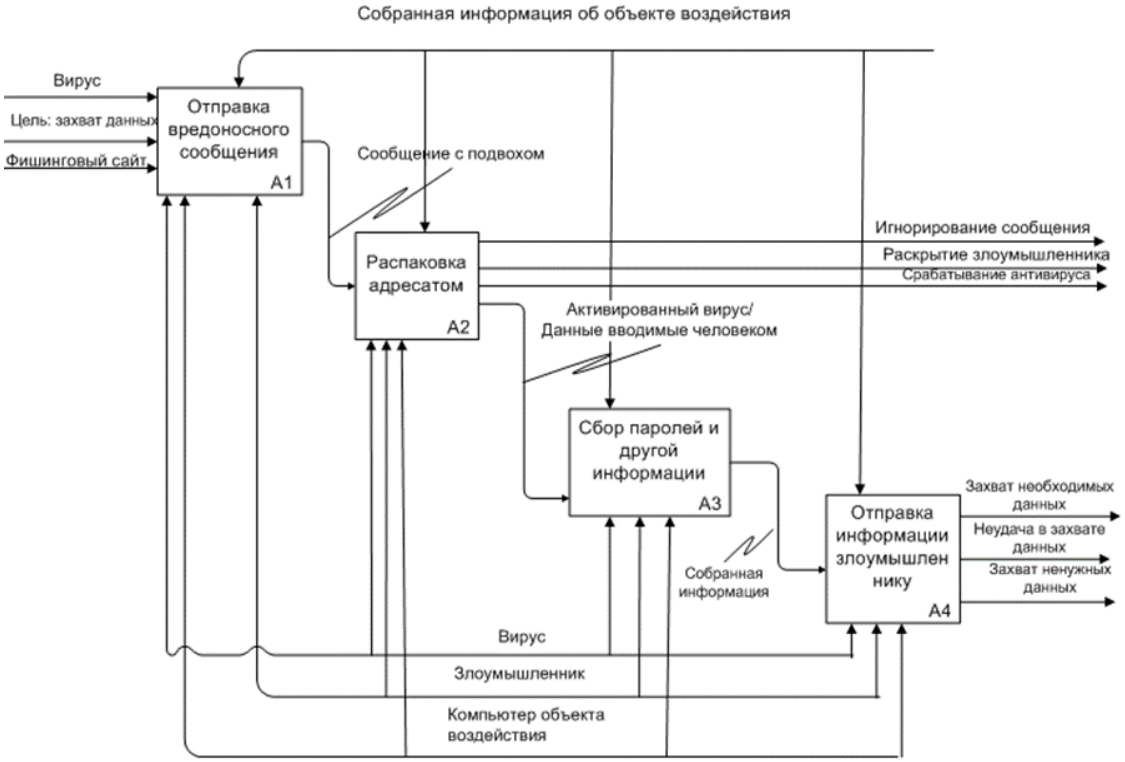


Рис. 1. Диаграмма способа захвата данных с помощью социальной инженерии

Сообщения нежелательного содержания получали 95% респондентов, из них 73,7% получали сообщения со ссылками на подозрительные сайты, 55,3% - приглашение в сомнительную группу, 71,1% - рекламы товаров или услуг и 86,8% - спам. Перед тем как перейти по ссылке название сайта проверяют только 57,5% опрошенных.

В социальные сети фотографии и видео загружают 95%, из них 17,5% стараются запечатлеть каждое событие своей жизни. Из загружающих фотографии 50% никогда не отмечают геолокацию.

Переводят деньги по просьбе близких друзей/родственников 77,5% перед этим удостоверившись, что это именно тот человек. 10% никому не переводят деньги.

35% опрошенных не будут посылать свои конфиденциальные данные через социальные сети, а скажут их только лично. 60% сначала удостоверяется в личности человека.

Таким образом, по результатам анкетирования, можно сделать вывод, что большинство опрошенных обладают компьютерной грамотностью. В связи с тем, что в опросе участвовали люди среднего возраста, работающие в IT компаниях, компьютерная грамотность среди людей 39+ повышена. В то же время, среди людей среднего возраста имеются пользователи с низкой компьютерной грамотностью и это вызвано тем, что человек этого возраста, в принципе, не заинтересован общением в социальных сетях. Также надо отметить, что большинство опрошенных с осторожностью относятся к просьбам в Интернете, и стараются удостовериться, что человек, который обратился с просьбой, не выдаёт себя за кого-то другого.

Рекомендации по противодействию информационному воздействию

Все методы воздействия используют собранную из открытых источников информацию. Чаще всего, такими источниками являются социальные сети. На основе анализа результатов проведенного опроса сформулируем некоторые рекомендации по противодействию информационному воздействию.

Почти все опрошенные загружают в сеть фото, видео, половина людей отмечают

геолокацию, то есть, по сути, сообщают места их частого пребывания, поэтому мы рекомендуем, по возможности, воздержаться от подобных действий и фильтровать выкладываемую информацию. Личную информацию передавать только узкому кругу лиц.

Самая распространенная проблема – доверчивость и наивность людей. Необходимо внимательно отбирать сайты, на которых вы вводите свои данные, чтобы не попасться на уловку фишинга.

Если не очень знакомый контакт просит вас выполнить определенные действия, кажущиеся вам незначительными, или предоставить какую-то информацию, то задайте себе такой вопрос и ответьте на него: дал бы я эти данные своему недоброжелателю или выполнил бы я эти инструкции, если это могло бы навредить моей безопасности или чьей-то ещё?

Установите антивирус, чтобы защитить себя от вирусного воздействия.

Изучайте действия недоброжелателей.

Остерегайтесь пользователей, которые настойчиво пытаются заставить вас что-то сказать или сделать, оцените может ли это навредить вам.

Изучайте сценарии обмана, чтобы можно было их распознать.

Расскажите о них людям, которые плохо в этом разбираются, чтобы они тоже могли избежать последствий.

Таким образом, социальная инженерия – это мощный инструмент воздействия на человека, нарушения его безопасности. Во время обширного использования социальных сетей надо знать способы информационного воздействия, уметь их распознавать и игнорировать рекомендации недоброжелателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Гюлджян А. Г.* Информатизация общества как одна из важнейших составляющих социального прогресса // Молодой ученый. — 2017. — №32. — С. 12-15. — URL https://moluch.ru/archive/166/45367/ (дата обращения: 04.07.2019).

2. [Электронный ресурс]:https://www.kaspersky.ru/blog/socialnaya-inzheneriya-ili-kak-vzlomat-cheloveka/2559/ (Дата обращения: 04.07.2019).

3. [Электронный ресурс]: https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116691 (Дата обращения: 04.07.2019).

4. [Электронный ресурс]: https://www.cbsnews.com/news/amazon-wish-list-is-gateway-to-epic-social-engineering-hack/ (Дата обращения: 05.07.2019).

5. *Митник Кевин, Саймон Вильям*. Искусство обмана. – М.: Изд-во Компания АйТи, 2004. – 360 с.

INFORMATIONAL INFLUENCE THROUGH SOCIAL NETWORKS AND WAYS TO COUNTER

Danilova N., Yagina A.

nd858768@gmail.com

Supervisor: L. Aleksandrova, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In article the methods of social engineering applied by malefactors on social networks are considered. The role of social networks in human life is considered, data of a research RPORC (Russian Public Opinion Research Center) about use of social networks, are analysed by different categories of users. Survey of users about their awareness in a question of information security of social networks is conducted. Methods of counteraction to information influence with use of social networks are offered.

УДК: 004.056

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА РИСКОВ УМНЫХ ВЕЩЕЙ

Карпенкова Д.И., Рысаева К.С.
dkarpenkova@gmail.com, rysaevak@outlook.com
Научный руководитель: Л.А. Александрова, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная статья посвящена оценке рисков применения «умных вещей», основанных на концепции IoT (Internet of Things). В данной работе поднимается проблема информационной безопасности «умных устройств». На примере конкретного устройства анализируются угрозы и уязвимости, рассчитываются вероятности реализации угроз, уровни угроз, определяется риск ресурса.

Современный человек стремится сделать свою жизнь удобнее, проще, комфортнее. Этому способствуют новые технологии, позволяющие освободиться от выполнения, простых и не очень, повседневных, часто рутинных действий. В связи с этим широкое распространение и развитие получает концепция IoT. Эта концепция вычислительной сети физических предметов подразумевает использование встроенных технологий для их взаимодействия с внешней средой и между собой. Все устройства, использующие эту концепцию, как правило, имеют доступ к сети Интернет и поэтому необходимо обеспечивать безопасное использование и передачу конфиденциальных данных субъектов и параметров устройств.

Информационная безопасность – состояние защищенности от несанкционированного доступа, использования, раскрытия, искажения, изменения, записи или уничтожения информации. Основной задачей информационной безопасности является защита конфиденциальности, целостности и доступности данных. Информационная безопасность - сложный многоступенчатый процесс, который включает в себя определение угроз, их источников, уязвимостей, принятию решений по воздействию и управлению рисками. Управление рисками — процесс принятия и выполнения неких управленческих решений, которые направлены на снижение вероятности возникновения неблагоприятных последствий от реализации угрозы и минимизацию возможных потерь.

Новые решения, процессы, системы, устройства всегда влекут проблемы безопасности. Распространение «умных вещей» влечет большое количество проблем, в том числе, проблем информационной безопасности. Поэтому пользователь должен быть знаком с технологиями защиты умных вещей.

Существует ряд рекомендаций, направленных на повышение общего уровня информационной безопасности “умных” устройств:

- отсутствие возможности отключения автоматического обновления прошивки (своевременные обновления ликвидируют или снижают возникающие в ходе эксплуатации устройств угрозы информационной безопасности);
- использование механизмов защиты, адаптированных для IoT-устройств. Существующие механизмы защиты изначально разработаны для настольных компьютеров и, соответственно, на IoT-устройствах с ограниченными ресурсами их использовать сложно;
- применение защищенных соединений и облачных хранилищ для работы с IoT-устройствами. Необходимость использования защищенных соединений и облачных хранилищ обусловлена достаточно высокой вероятностью похищения конфиденциальных данных, как в процессе передачи, так и в процессе их хранения;
- отсутствие возможности инсталляции ПО с недействительным сертификатом безопасности;
- обеспечение возможности непрерывной работы самого устройства.

Компания Microsoft предлагает ряд рекомендаций лицам, которые могут повысить информационную безопасность [1]:

1. производитель, или интегратор оборудования IoT:

- удовлетворение минимальных требований к оборудованию - оборудование должно

состоять из минимально необходимого для стабильной работы числа компонентов;

- защита оборудования от незаконного изменения - встраивание механизмов отслеживания незаконного изменения комплектации устройства (специальные наклейки, специальные винты и т.д.);
- создание решения на базе безопасного оборудования;
- обеспечение безопасности при обновлении - обеспечение возможности обновления встроенного ПО на протяжении всего жизненного цикла устройства.

2. разработчик решений IoT:

- выбор безопасного метода разработки программного обеспечения - необходимость тщательного продумывания защиты на всех этапах проекта;
- осторожность при выборе программного обеспечения с открытым кодом;
- осторожность при интеграции.

3. специалист по развертыванию решений IoT:

- безопасное развертывание оборудования - обеспечение безопасного развертывания оборудования IoT в незащищенных местах;
- безопасное хранение ключей аутентификации - необходимость хранения ключей аутентификации в физически безопасном месте.

4. оператор решений IoT:

- обновление системы;
- защита от вредоносных действий;
- необходимость частого проведения аудита системы;
- физическая защита инфраструктуры Интернета вещей;
- защита учетных данных облака.

Одним из наиболее распространенных девайсов, использующих концепцию IoT, является смарт-телевизор. Для анализа угроз и уязвимостей была построена модель информационной системы. В качестве ресурса был выбран смарт-телевизор с критичностью ресурса 80 [2]. Далее были определены следующие угрозы и соответствующие уязвимости, через которые данные угрозы могут быть реализованы:

1. Нарушение конфиденциальности данных пользователя:

- использование стандарта HbbTV;
- использование незащищенных соединений для передачи конфиденциальной информации.

2. Нарушение целостности данных пользователя:

- установка модифицированной прошивки устройства;
- необдуманное использование встроенных команд устройства.

3. Нарушение доступности данных пользователя:

- установка нелицензионного ПО (приводит к блокировке доступа к TV);
- случайная блокировка устройства.

Были определены вероятности реализации угроз через заданные уязвимости и критичности реализации угроз через соответствующие уязвимости (табл.1).

Таблица 1

Вероятность реализации угроз

Угроза/Уязвимость	Вероятность реализации угрозы через данную уязвимость в течение года (%) - P(V)	Критичность реализации угрозы через уязвимость (%) - ER
Угроза 1/Уязвимость 1	90	100
Угроза 1/Уязвимость 2	50	90
Угроза 2/Уязвимость 1	75	27
Угроза 2/Уязвимость 2	9	68
Угроза 3/Уязвимость 1	77	56
Угроза 3/Уязвимость 2	100	11

Затем для каждого соотношения был выявлен уровень угрозы по формуле $\mathrm{Th} = \frac{\mathrm{ER}}{100} \times \frac{\mathrm{P(V)}}{100}$ и уровень угрозы по всем уязвимостям $\mathrm{CTh} = 1 - \prod_{i=1}^{n}(1 - \mathrm{Th})$, через которые реализуется данная угроза, по формуле (табл.2).

Таблица 2

Уровень угроз

Угроза/Уязвимость	Уровень угрозы (%) – Th	Уровень угрозы по всем уязвимостям, через которые реализуется данная угроза (%) – CTh
Угроза 1/Уязвимость 1	0,9	0,405
Угроза 1/Уязвимость 2	0,45	
Угроза 2/Уязвимость 1	0,2025	0,0124
Угроза 2/Уязвимость 2	0,0612	
Угроза 3/Уязвимость 1	0,4312	0,0474
Угроза 3/Уязвимость 2	0,11	

Далее по формуле $\mathrm{CThR} = 1 - \prod_{i=1}^{n}(1 - \mathrm{CTh})$ был подсчитан общий уровень угроз, действующих на ресурс, табл.3.

Таблица 3

Общий уровень угроз

Угроза/Уязвимость	Уровень угрозы по всем уязвимостям, через которые реализуется данная угроза (%) - CTh	Общий уровень угроз по ресурсу (%) - CThR
Угроза 1/Уязвимость 1, 2	0,405	0,44
Угроза 2/Уязвимость 1,2	0,0124	
Угроза 3/Уязвимость 1,2	0,0474	

Исходя из вычисленного общего уровня угроз был получен риск ресурса по формуле $\mathrm{R} = \mathrm{CThR} \times \mathrm{D}$, табл.4.

Таблица 4

Риск ресурса

Угроза/Уязвимость	Общий уровень угроз по ресурсу (%) – CThR	Риск ресурса (у.е.) - R
Угроза 1/Уязвимость 1, 2	0,44	35,5
Угроза 2/Уязвимость 1,2		
Угроза 3/Уязвимость 1,2		

В ходе данной работы было выявлено, что при использовании смарт-телевизора – устройства, использующего концепцию IoT – существуют определенные уязвимости, избежать возникновения которых не удастся. Но их можно предотвратить, соблюдая некоторые правила эксплуатации устройства, к которым можно отнести:

- использование стандарта HbbTV – от его использования следует или отказаться, или принять то, что при пользовании им существует угроза нарушения конфиденциальности;
- установка модифицированной прошивки устройства – устанавливать стоит только лицензированную прошивку, так как в ней оптимизируются существующие и добавляются новые механизмы безопасности;
- использование проверенных функций устройства – следует воздержаться от использования тех функций устройства, о которых пользователь полностью не осведомлен;

- не устанавливать нелицензионное ПО – следует устанавливать только из специализированных магазинов ПО, так как одним из критериев появления ПО на таких платформах является действительный сертификат безопасности.

«Умные вещи» все активнее входят в нашу жизнь, но к внедрению концепции IoT следует относиться с осторожностью, и использовать все направления защиты, на всех этапах жизненного цикла устройства. Поэтому важно ставить главной задачей детальную оценку риска с анализом угроз и уязвимостей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рекомендации по обеспечению безопасности "Интернета вещей" (IoT) [Электронный ресурс] URL: https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/iot-fundamentals/iot-security-best-practices (Дата обращения: 04.07.2019).

2. Алгоритм системы «ГРИФ 2006» [Электронный ресурс] URL: http://www.audit-ib.ru/audit/application/kritichnost-ugroza/ (Дата обращения: 04.07.2019).

SECURITY AND RISK ASSESSMENT OF THE APPLICATION OF SMART THINGS

Karpenkova D., Rysaeva K.

dkarpenkova@gmail.com, rysaevak@outlook.com

Supervisor: L. Aleksandrova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This article focuses on assessing the risks of using “smart things” based on the concept of IoT (Internet of Things). This paper raises the issue of information security "smart devices". On the example of a specific device, threats and vulnerabilities are analyzed, the probabilities of the realization of threats, the levels of threats are calculated, the risk of a resource is determined.

УДК 004.728.1

АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Уваров А.Д., Кормильцев Н.В.

Kodeis@mail.ru

Научный руководитель: Н.Г. Талипов, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В настоящее время по данным международных корпораций мировой рынок услуг в области информационной безопасности вырос почти в семь раз. Современная тенденция обращения пристального внимания на информационную безопасность подчеркивает необходимость перевода стратегических бизнес-целей и бизнес-моделей в архитектуру информационных систем, позволяющую объединить модели обработки данных, производственных процессов, а также финансовые и имитационные модели. Безопасность электронной коммерции - это процесс, а не конечный результат. Необходимо добиться полного понимания менеджмента компании о том, что передовые технологии создают более надежные, масштабируемые и легко адаптируемые информационные системы для организаций, ориентирующихся на постоянное совершенствование и инновации.

В данной статье рассмотрены ключевые вопросы оценки существующего состояния, последовательности внедрения и функционирования, а также решения и рекомендации для организаций, работающих в цифровой экономике.

Введение

Опираясь на опыт успешного управления компанией и на решения, принимаемые топ-менеджерами, в области электронной коммерции, которые доступны в настоящее время в информационной отрасли, необходимо сконцентрироваться на основах, требующих очень

четкой стратегии безопасности электронной коммерции в динамичной и конкурентной среде. Что, несомненно, обеспечит согласованность усилий организации по обеспечению безопасности электронной коммерции с общими бизнес-целями и задачами [1]. Четко сформулированная и задокументированная стратегия безопасности электронной коммерции поможет организации оценить результаты перехода к цифровой экономике. И все же необходимо сместить акцент с оценки, основанной на потребностях, на оценку безопасности электронной торговли, основанную на результатах [2].

Исследовательская часть в электронной коммерции

Определение секретного ключа шифрования пользователя возможно только при перехвате сетевого трафика, однако это не единственная потенциальная проблема в системе инфраструктуры открытых ключей (PKI), опасность также исходит от возможности приобретения злоумышленником системы PKI, пересылая множество зашифрованных сообщений туда и обратно, он будет иметь как исходные, так и зашифрованные версии сообщения. Единственным недоступным для него остается ключ шифрования [3]. Применяя математические методы и функции, а также возможность обработки большого объема данных, нахождение искомого ключа шифрования становится лишь вопросом времени.

Данное противодействие системе PKI поставит под угрозу один из наиболее широко используемых инструментов для обеспечения информационной безопасности. По этой причине правительства многих стран тщательно контролируют и охраняют устройства, используемые для шифрования сообщений с открытым ключом [4]. Тем не менее, из-за накладных расходов, связанных с управлением и эксплуатацией системы закрытых ключей (управление ключами, генерация ключей, безопасное распределение ключей, уничтожение ключей, хранение ключей и т. д.), большинство предприятий считают внедрение инфраструктуры закрытых ключей экономически эффективной.

Основные методы для оценки

Последствия и влияние при принятии данной методики на бизнес-стратегию компании можно оценить по следующим ключевым вопросам [7]:

1. Имеется ли у управленческой команды общее видение долгосрочных перспектив бизнеса с использованием новой архитектуры электронной коммерции в целом и новой архитектуры безопасности электронной коммерции в частности?
2. Имеется ли конкретный план перехода, который уравновесит состояние развития бизнес-архитектуры с четким пониманием областей наибольшего влияния на бизнес?
3. Имеется ли четкое понимание возможных препятствий внутри нашей организации, которые могут помешать использовать все преимущества архитектуры электронной коммерции?
4. Является ли наша организация лидером, как в формировании безопасной электронной торговли, так и в стандартизации, необходимой для совместной работы с нашими партнерами?
5. Как изменится статус-кво, когда появится технология, обеспечивающая непроницаемую безопасность, невидимую для конечных пользователей?

Европейский совет по стандартам ИКТ при поддержке Европейской комиссии выступил с инициативой, объединить отраслевые и государственные органы, экспертов и других участников рынка в Европейскую инициативу по стандартизации электронной подписи (EESSI) [8]. В настоящее время, EESSI стремится в рамках общего подхода определить потребности в деятельности по стандартизации и контролировать выполнение программы, обеспечив соблюдение трех основных принципов:

- Эффективное участие всех сторон, заинтересованных в широкой предметной области электронных подписей.
- Открытость и прозрачность используемых механизмов и предпринятых инициатив.
- Поощрение глобальных, международно-признанных решений, избегая дублирования

работы.

Новейшие способы обеспечения безопасности корпоративной сети предоставляют организациям дополнительные уровни защиты (помимо межсетевых экранов и шифрования) [9], обеспечивая повышенную общую безопасность. Это особенно актуально, когда они оптимизированы для конкретного приложения, например целостности веб-серверов, и рассматриваются как дополнительные решения, а не как замена традиционным мерам сетевой безопасности. Данные инновационные решения для обеспечения безопасности сети включают в себя приманки, средства контроля выхода, средства самовосстановления и средства защиты от отказа в обслуживании. Сервисы приманки, отвлекают злоумышленника от атаки на производственные системы, заставляя его возиться с безопасностью фальшивого сервиса, что позволяет администраторам безопасности изучить действия злоумышленника и быстро отреагировать на него[10]. Например, Mantrap из Recourse - это сервис-приманка промышленного уровня, развернутый рядом с серверами данных для отражения внутренних атак, и при расположении его за брандмауэром в демилитаризованной зоне (DMZ) можно использовать для отражения внешних угроз. Стоит учесть высокую стоимость данных сервисов, поэтому менеджмент компании должны выбирать для защиты по возможности критически важные серверы. Также можно воспользоваться технологиями, обеспечивающими физический разрыв между доверенными и ненадежными сетями, создавая изолированный путь для перемещения файлов между внешним сервером и внутренней сетью. Поставщиками данных сервисов выступают такие компании как RVT Technologies, SpearheadTechnology и WhaleCommunications. Средства самовосстановления системы могут выступать инструментами для оценки безопасности и уязвимости, с помощью которых можно обнаружить и исправлять слабые места в системах организации до возникновения проблем. Например, Retina 3.0, сканирует диапазон IP-адресов, предоставленных сетевым администратором, на наличие уязвимостей, недостатков программного обеспечения и проблем политики, сообщает об этом и может устранить данную уязвимость. Атаки типа «отказ в обслуживании» (DoS) делают компьютерные системы недоступными из-за ошибок программного обеспечения или перегрузки серверов или сетей, так что авторизованные пользователи не получают доступ к ресурсам [11]. Для защиты от распределенных атак DoS (DDoS) подойдет решение VerizonBusiness, работа которого заключается в интеллектуальном анализе трафика и фильтрации сети.

Актуальные угрозы для электронной коммерции

Рассматривая вопрос актуальности угроз безопасности для электронной коммерции, необходимо обратить внимание на классификацию возможных атак, а также выявить потенциально уязвимые места в системах. По нашему мнению, атаки можно разделить на четыре основных класса по уровням согласно модели OSI.

Первый класс (L2) представляет собой перегрузку («забивание») канала связи. Стоит отметить, что данные атаки направлены в первую очередь на лишения доступа к внешней сети, из-за уменьшения канальной емкости. Данный класс атак может проводиться множеством способов, например с использованием массированных, с точки зрения трафика, атак типа Amplification (NTP-, DNS-, RIP-…). Также к ним можно отнести все возможные флуд-атаки, в том числе ICMP Flood. Основная задача состоит в том, чтобы в канал размером 1 Гигабит/с заполнить трафиком на 1,1 Гигабит/с.

Второй класс (L3) представляет собой нарушение функционирования сетевой инфраструктуры. К нему можно отнести атаки, приводящие к проблемам с маршрутизацией в рамках протокола BGP, с анонсами сетей (Hijacking) или атаки, следствием которых становятся проблемы на транзитном сетевом оборудовании: например, переполнение таблицы отслеживания соединений. Атаки данного класса отличаются большим разнообразием.

Третий класс (L4) представляет собой эксплуатацию слабых мест TCP-стека. Данный транспортный протокол, лежащий в основе HTTP и ряда других протоколов, имеет сложную

структуру построения, здесь используется большая таблица открытых соединений, каждое из которых является, фактически, конечным автоматом, атаки на который составляют третий возможных атак. Нельзя забыть и про атаку типа SYN Flood в том случае, если она не нанесла урона на двух предыдущих уровнях, дошла до самого сервера и вследствие этого априори является атакой на TCP-стек. Также сюда можно отнести открытие большого числа соединений (TCP Connection Flood), что, несомненно, приводит к переполнению таблицы протокола.

Четвёртый класс (L7) представляет собой деградацию Web-приложений, начиная от типичного GET/POST/HTTP Flood до нацеленных атак на многократно повторяющийся поиск и извлечение конкретной информации из БД, памяти или с диска. Данные запросы посылаются до тех пор, пока у сервера просто не закончатся ресурсы.

Предложенные средства и методы защиты электронной коммерции

Возникает необходимость обеспечения безопасности электронной коммерции от приведенных выше атак, закрытия уязвимых мест, на которые направлены подобные атаки, а при отсутствии возможности полного закрытия, необходимо предусмотреть компенсионные меры или уход от рисков.

Рассматривая уровень атак L2, необходимо отметить, что если полоса атаки превышает 100 гигабит/с, то данный трафик нужно где-то обрабатывать, например, на стороне провайдера или датацентра, и проблема всегда будет в «последней миле». С помощью технологии BGP Flow Spec можно фильтровать часть атак по сигнатурам пакетов и Amplification будет легко отсекается по порту источника. Стоит отметить дороговизну подобного способа и узконаправленность защиты.

На уровне атак L3 необходимо проводить постоянный анализ сетевой инфраструктуры. Классический пример — в 2008 году Пакистан из-за собственной ошибки перехватывал префиксы у YouTube посредством BGP Hijacking, значительная часть трафика этого видеохостинга перенаправлялась в Пакистан. К сожалению, автоматически с подобными атаками бороться невозможно, также необходимо определить, что кража префикса вообще возникла в ручном режиме. И при обнаружении необходимо обращаться непосредственно к сетевому оператору, к администрации датацентра, к хостеру и т.д. Отличительной особенностью данной атаки служит то, что, начиная с какого-то момента, анонсы данной сети в интернете пошли «нетипичные», не такие, как были в течение длительного времени до этого. Соответственно, для своевременного обнаружения необходимо иметь, как минимум, историю анонсов.

Атаки на уровне L4 закрываются проведением анализа поведения TCP-клиентов, TCP-пакетов на сервере, эвристический анализ.

Рассматривая атаки уровня L7, необходимо проводить поведенческий, корреляционный анализ, заниматься мониторингом. Не имея в наличии инструментов для аналитики и мониторинга, можно воспользоваться программным решением Nginx, который не будет панацеей, отражение атак всё равно превратится в ручную работу.

Необходимо также учесть следующие рекомендации по сетевой архитектуре. Большую пользу для обеспечения безопасности несет Anycast-адрес, который можно арендовать. Стоит учесть, что балансировка и резервирование Anycast-маршрутизатором в разы надежнее, чем DNS-балансировка. Не стоит забывать, что IPv4 заканчиваются, и сейчас, если вы – крупная организация, есть возможность получить последний кусок этого пространства адресов. Это нужно использовать, потому что в будущем вам достанется только IPv6, в котором мало пользователей.

Ведущие разработчики и эксперты по информационной безопасности советую отвязать приложение от физического сервера. При размещении приложения необходимо запастись набором документации, инсталляционных скриптов, также следует автоматизировать развёртывание и конфигурирование. Потому что проблемы могут начаться не только у вас, но и, независимо от вас, у тех, где вы размещаетесь. Это довольно частая ситуация.

Заключение

Описанные проблемы безопасности электронной коммерции возникают вследствие увеличения спроса клиентов на дополнительную информацию, лучшее обслуживание и более эффективных транзакции, в связи, с чем лидирующие позиции в отрасли начинают занимать более эффективные компании, которые могут мгновенно среагировать на быстро меняющиеся рынки. Ключевым компонентом стратегической оценки являются сдвиги в традиционных цепочках поставок, давление инвесторов на повышение доходов, повышение производительности и лидерство на рынке. Стоит подчеркнуть необходимость перевода стратегических бизнес-целей и моделей в архитектуру информационных систем, которая объединяет модели обработки данных, рабочих процессов, финансовые и имитационные модели.

На сегодняшний день средний уровень угроз достиг такого уровня, что самостоятельно с ними справляться очень сложно. Атакующему гораздо легче организовать нападение, чем жертве — защититься. Менеджеры должны понимать, как передовые технологии создают более надежные, масштабируемые и легко адаптируемые информационные системы для организации, ориентированной на постоянное совершенствование и инновации. И, наконец, нельзя переоценить важность того, что современный бизнес становиться толерантным к использованию современных стратегий и подходов в среде цифровой экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кондратьева К. В.* Электронная коммерция в России // Молодой ученый, 2018. №50. С. 148-150.

2. *Зипунникова Е.П., Морозова А.А.* Мобильная коммерция как тренд интернет-торговли// Москва: Изд-во: Международный научный иновационный научный центр, 2017. Т.2. №1. С. 397-399.

3. *Kocharekar R.* e-commerce: knowledge-based commerce architecture with convergence of e-commerce and knowledge management // Information systems management. Москва: Изд-во: Taylor & Francis, 2018. Т.18. №2. С.30-35.

4. *Kozlova N.A., Anisimov A.Yu.* M-commerce vs e-commerce: the current state and the future trends // Неделя науки СПБПУ. СПб: Изд-во: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2018. С. 311-315.

5. *Лугерт Н.Е.* Финансовая доступность для открытия малого бизнеса e-commerce // Материалы национальной научно-практической конференции «Развитие финансовых отношений в период становления цифровой экономики». (Санкт-Петербург, 01 марта 2018 г.). СПб: Изд-во: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2018. С.231-237.

6. *Кормильцев Н. В., Уваров А. Д., Хаматнуров И.И., Тумбинская М.В.* Анализ защищенности системы безопасности LTE-а от направленного воздействия Dos-атак // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. М.: Изд-во: ООО "Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ", 2019. Т.15. № 2(371) С.376-392.

7. *Кормильцев Н.В., Уваров А.Д.* Анализ безопасности GSM-сети с использованием программно-аппаратных средств // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета (Нижневартовск, 03 - 04 апреля 2018 г.). Нижневартовск: Изд-во: Нижневартовский государственный университет, 2018. С. 340-344.

8. *Кормильцев Н.В., Уваров А.Д.* Анализ атаки на мобильные устройства с операционной системой ANDROID // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета (Нижневартовск, 03 - 04 апреля 2018 г.). Нижневартовск: Изд-во: Нижневартовский государственный университет, 2018. С. 344-347.

9. *Кормильцев Н.В., Уваров А.Д.* Получение SMS методом набора стандартных команд в GSM-сетях // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция

Нижневартовского государственного университета (Нижневартовск, 03 - 04 апреля 2018 г.). Нижневартовск: Изд-во: Нижневартовский государственный университет, 2018. С. 348-349.

10. *Нурутдинова И.Р., Хафизова А.Ш., Кормильцев Н.В., Уваров А. Д., Перухин М. Ю.* Разработка и тестирование программных модулей для оценки производительности OPENMP и OPENCL технологий // Вестник Технологического университета. Казань: Изд-во: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. Т.21. №4. С. 202-205

11. *Уваров А. Д., Кормильцев Н. В., Корнилов Г.С.* Оптимизация алгоритмического подхода обнаружения IMSI-ловушек в мобильной сети сотовой связи // Информация и безопасность. Воронеж: Изд-во: Воронежскийгосударственныйтехническийуниверситет, 2018. Т.21. № 3 С. 330-335.

ANALYSIS OF THE VIABILITY OF USING THE METHODS OF ENSURING INFORMATION SECURITY OF ELECTRONIC COMMERCE IN A DIGITAL ECONOMY

Uvarov A., Kormiltsev N.
Obg-96@mail.ru
Supervisor: N. Talipov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

At present, according to the data of international corporations, the global market for information security services has grown almost sevenfold, compared with 6.7 billion offers in 2000. The current trend of paying close attention to information security underscores the need to translate strategic business goals and business models into information system architecture, which allows combining data processing models, production processes, as well as financial and simulation models. E-commerce security is a process, not an end result. It is necessary to achieve a complete understanding of the company's management that advanced technologies create more reliable, scalable and easily adaptable information systems for organizations oriented towards continuous improvement and innovation.

This article discusses the key issues for assessing the current state, the sequence of implementation and operation, and proposes some alternative solutions and recommendations for organizations operating in the digital economy.

УДК 004.9

СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОТКРЫТЫХ КЛЮЧЕЙ

Хабибуллин Р.С.
r1xxl@yandex.ru
Научный руководитель: А.С. Катасёв, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье рассматриваются вопросы использования электронной подписи в системах электронного документооборота. Анализируются схемы построения различных архитектур инфраструктуры открытых ключей. Предлагается новая архитектура на основе пространства доверия удостоверяющих центров. Оценивается эффективность предложенной архитектуры и возможность практического использования.

Применение информационных технологий привело к появлению принципиально новой области юридических отношений, связанных с электронным обменом данными. В таком обмене участвуют производители товаров и услуг, оптовые и розничные торговцы, перевозчики, банки, страхователи, органы государственной власти и их организации, а также физические лица в своих деловых и личных отношениях. Сегодня электронный обмен данными оказывает существенное влияние на экономику и права граждан, что обусловлено равным образом, как правом, так и технологией, которая создает средства, не идентичные по своим функциям традиционным и требуют правового регулирования.

С переходом к безбумажным способам передачи и хранения данных, а также с развитием систем электронного перевода денежных средств, в основе которых лежит электронный

аналог бумажного платежного поручения, проблема виртуального подтверждения аутентичности электронного документа приобрела особую остроту. Развитие подобных систем теперь немыслимо без использования электронной подписи под документом.

Схема проверки (верификации) электронной подписи, осуществляемая получателем сообщения, состоит из ряда последовательных шагов (см. рис. 1).

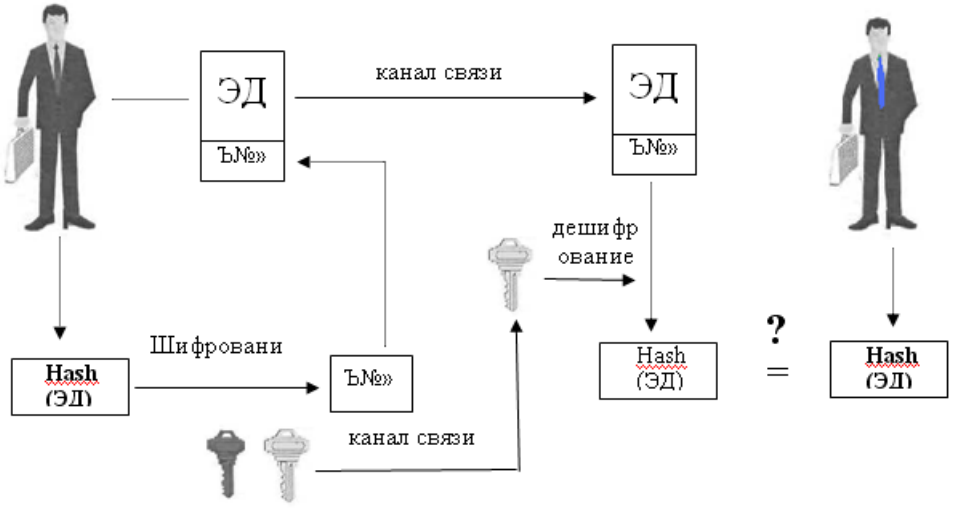


Рис. 1. Схема использования электронной подписи

На первом из них производится дешифрование блока электронной подписи посредством открытого ключа отправителя электронного документа. Затем вычисляется хэш-значение документа. Результат вычисления сравнивается с результатом дешифрования. В случае совпадения двух хэшей принимается решение о достоверности электронной подписи под документом. В случае их несовпадения электронная подпись признается неверной.

Центральным вопросом схемы открытого распределения ключей является вопрос доверия к полученному открытому ключу партнера, который в процессе передачи или хранения может быть модифицирован или подменен. Эта процедура заключается в том, что каждая сторона при личной встрече удостоверяет подписью уполномоченного лица и печатью бумажный документ – распечатку содержимого открытого ключа другой стороны. Этот бумажный сертификат является, во-первых, обязательством стороны использовать для проверки подписи под входящими сообщениями данный ключ, и, во-вторых, обеспечивает юридическую значимость взаимодействия. В системах, где отсутствует возможность личного контакта партнеров, необходимо использовать цифровые сертификаты, выданные и заверенные электронной подписью доверенного посредника – удостоверяющего центра (УЦ). Цифровой сертификат подписан на секретном ключе удостоверяющего центра, поэтому любой обладатель открытого ключа удостоверяющего центра может проверить его подлинность [1].

Возможность установления доверенных отношений между пользователями инфраструктуры открытых ключей может быть обеспечена путем создания пространства доверия удостоверяющих центров путем их кросс-сертификации [2].

Кросс-сертификация – это механизм связывания вместе удостоверяющих центров, ранее не имевших связей друг с другом, таким образом, что становятся возможными защищенные коммуникации между соответствующими сообществами субъектов. Фактически механизм кросс-сертификации аналогичен механизму обычной сертификации, за исключением того, что и субъект, и издатель кросс-сертификата являются удостоверяющими центрами, в то время как субъектом обычного сертификата является конечный пользователь.

Рассмотрим два основных механизма реализации кросс-сертификации удостоверяющих центров. В первом механизме в инфраструктуре открытых ключей не предусмотрено использование корневого удостоверяющего центра. Имеются разнородные центры, которые

кросс-сертифицируются между собой. Таким образом, для того, чтобы кросс-сертифицировать n удостоверяющих центров, потребуется выпустить n(n-1) сертификатов. С увеличением числа удостоверяющих центров количество сертификатов стремительно возрастает (см. рис. 2).

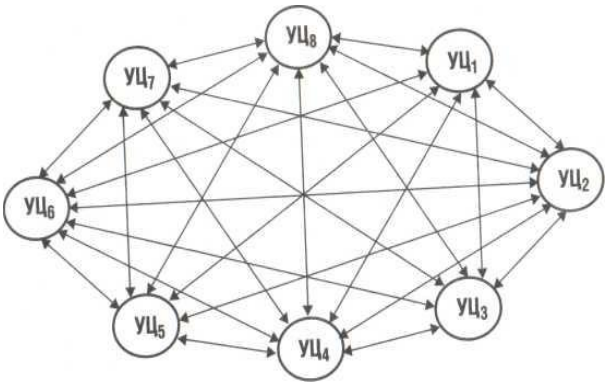


Рис. 2. Кросс-сертификаци по типу «все со всеми»

Вторая типовая архитектура инфраструктуры открытых ключей, используемая в пространстве доверия удостоверяющих центров (см. рис. 3).

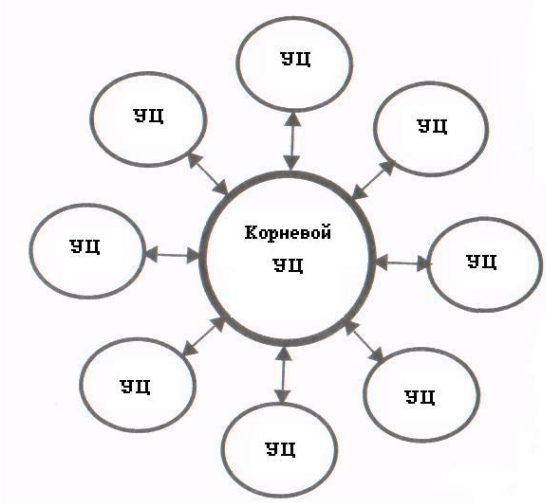


Рис. 3. Кросс-сертификация в пространстве доверия

Здесь удостоверяющий центр кросс-сертифицируется с корневым удостоверяющим центром. Таким образом, для того, чтобы кросс-сертифицировать n удостоверяющих центров между собой, потребуется выпустить n кросс-сертификатов. В качестве корневого удостоверяющего центра в данном случае будет выступать удостоверяющий центр пространства доверия УЦ. Пространство доверия удостоверяющих центров легко восстанавливается после компрометации. Если удостоверяющий центр инфраструктуры открытых ключей скомпрометирован, корневой удостоверяющий центр просто аннулирует его сертификат. Это разрывает отношения между аннулированной инфраструктурой открытых ключей и другими удостоверяющими центрами, кросс-сертифицированными с корневым УЦ.

В процессе кросс-сертификации издается кросс-сертификат УЦ, подлинность которого проверяется на открытом ключе корневого удостоверяющего центра (см. рис. 4).

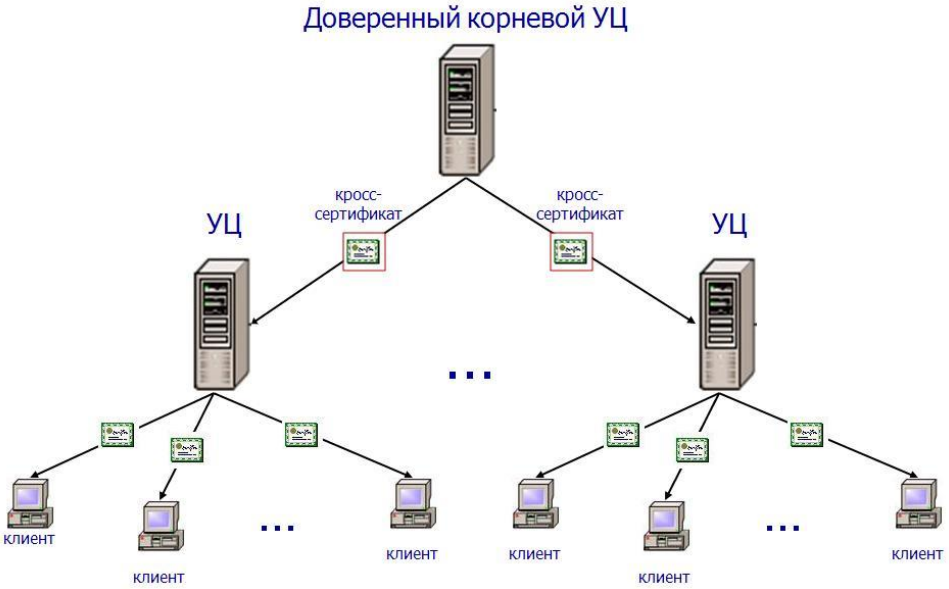


Рис. 4. Схема взаимодействия удостоверяющих центров в пространстве доверия

Подлинность сертификата абонента кросс-сертифицированного удостоверяющего центра можно проверить путем построения цепочки сертификатов (см. рис. 5).

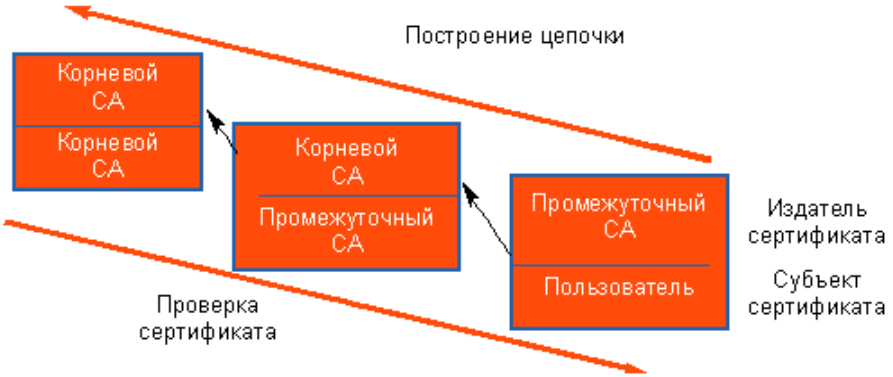


Рис. 5. Построение цепочки сертификатов

Субъектом пользовательского сертификата является пользователь, а издателем сертификата – промежуточный центр сертификации. В сертификате промежуточного центра субъектом является сам удостоверяющий центр, издателем же в данном случае будет корневой центр сертификации. В иерархической модели доверительных отношений корневой удостоверяющий центр всегда сам подписывает свой сертификат, поэтому для своего сертификата он является как субъектом, так и издателем сертификата.

Программа проверки подлинности сертификата просматривает всю цепочку сертификатов, начиная с сертификата пользователя. При этом производится поиск сертификата, заслуживающего абсолютного доверия центра сертификации (т.е. трастового якоря). После того, как был обнаружен трастовый якорь, процедура построения цепочки завершается. Если программе проверки не удается обнаружить трастовый якорь, то весь процесс обработки цепочки завершается и становится невозможно принять решение о доверии данному сертификату со стороны программы проверки подлинности сертификата.

Таким образом, при построении инфраструктуры открытых ключей на основе пространства доверия удостоверяющих центров повышается эффективность работы УЦ при их взаимодействии с конечными пользователями за счет построения эффективной модели взаимодействия самих удостоверяющих центров и унификации доступа к сервисам пространства доверия пользователей инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горбатов В.С., Полянская О.Ю.* Основы технологии PKI. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 248 с.

2. *Горбатов В.С., Полянская О.Ю.* Доверенные центры как звено системы обеспечения безопасности корпоративных информационных ресурсов. Информ. бюлл. Jet Info. 1999. № 11.

THE SCHEME FOR BUILDING OF PUBLIC KEYS INFRASTRUCTURE

Khabibullin R.

r1xxl@yandex.ru

Supervisor: A. Katasev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article discusses the use of electronic signatures in electronic document management systems. Analyzes the construction of various architectures infrastructure open public. A new architecture based on the trust space of certification centers is proposed. Evaluated the effectiveness of proposed architecture and the possibility of practical use.

УДК 004.9

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ВЫБОРЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Хабибуллина Ю.С.

yuskhabibullina@kai.ru

Научный руководитель: А.С. Катасёв, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе рассматривается актуальная задача выбора оптимальных средств защиты для локальных вычислительных сетей предприятий. Для ее решения специально разрабатывается web-приложение, состоящее из клиентской и серверной частей. Описывается состав и назначение их модулей. Приводятся результаты апробации, указывающие на эффективность решения поставленной задачи.

В настоящее время новые информационные технологии прочно вошли во все сферы жизнедеятельности человека. Ни одна компания уже не обходится без средств вычислительной техники. Автоматизация бизнес-процессов, проведение аналитических исследований, хранение и обработка информации, ведение бухгалтерского и управленческого учета – вот немногие задачи, решение которых требует использования информационных технологий [1].

Отдельные компьютеры при полном или частичном отсутствии возможности обмена данными между собой мало пригодны для решения бизнес-задач. Для обеспечения быстрого информационного обмена между информационными системами предприятия и интеграции их между собой все компьютеры в организации объединяют в локальные вычислительные сети (ЛВС). Локальные сети, в свою очередь, объединяются в глобальные сети, ярким примером которых служит глобальная компьютерная сеть Интернет.

С ростом популярности компьютеров, как средства хранения и обработки информации, и локальных сетей предприятий, как средства распределения информационных потоков между системами автоматизации, все более актуально встает проблема защиты информации в компьютерных системах и сетях. По сетям организаций зачастую передается информация, составляющая коммерческую, а, в некоторых случаях, и государственную тайну.

Способность компаний решать поставленные перед ними задачи напрямую зависит от функционирования их информационных систем. В случае сбоев или недоступности данных систем организации несут серьезные убытки. Сбои возможны как из-за проблем в программном или аппаратном обеспечении, так и вследствие преднамеренного воздействия

злоумышленников на информационные системы. Целью злоумышленников может быть как вывод компьютерной системы или целой сети из строя, так и кража, подмена или уничтожение хранящейся в системе информации. Данные угрозы требуют тщательного подхода к выбору аппаратно-программной платформы для построения информационной системы и приложения значительных усилий к построению системы защиты информации.

В настоящее время на рынке имеется множество самых разных программных, аппаратных и программно-аппаратных средств защиты отдельных рабочих станций, серверов и целых сетей [2]. Одни сочетают в себе сразу несколько функций, другие же предназначены для решения более узких задач. Для построения оптимальной защиты информационных ресурсов организации требуются, с одной стороны, значительный бюджет, а с другой – огромный опыт специалистов. Средние и мелкие компании, в свою очередь, просто не могут содержать высококлассных специалистов по защите информации ввиду недостаточно высокой зарплаты и отсутствия достаточного их количества. Поэтому актуальна разработка интеллектуальной информационной системы, позволяющей в автоматизированном режиме производить анализ сетевой инфраструктуры предприятия и предлагать перечень средств для обеспечения безопасности ее ресурсов. Данная система должна помогать человеку, не являющемуся экспертом в области информационной безопасности, строить локальные вычислительные сети с высокой степенью защищенности.

Для решения поставленной задачи разработана система поддержки приятия решений, представляющая собой web-приложение, состоящее из двух функциональных модулей:

- серверная часть – невидимая для пользователя часть системы, где находится вся бизнес логика системы – взаимодействие с СУБД, анализ входных данных и выполнение расчетов;
- клиентская часть – это пользовательский интерфейс системы, представляющий собой обычный web-сайт.

Данные модули определяют следующую логическую структуру системы:

- раздел администратора и экспертов по информационной безопасности, в котором находятся средства формирования списков функциональных задач, классов защиты и используемых средств защиты;
- раздел пользователя, который содержит краткое описание используемой методики, заложенной в систему, а также средства для проектирования модели защиты сетевой инфраструктуры предприятия и вывода результатов работы системы.

Раздел «Функциональные задачи» содержит список функциональных задач, а также формы для редактирования имеющихся и добавления новых задач. Функциональная задача имеет следующие атрибуты:

- название;
- список применимых для ее защиты классов средств защиты.

Также в этом разделе находятся средства для попарного сравнения эффективности применения классов средств защиты для зашиты функциональной задачи.

Раздел «Классы средств защиты» содержит список классов средств защиты, а также формы для редактирования имеющихся и добавления новых классов. Класс средств имеет единственный атрибут «название». Также в этом разделе находятся средства для попарного сравнения эффективности средств защиты внутри класса.

Раздел «Средства защиты» содержит список средств защиты, а также формы для редактирования имеющихся и добавления новых программных и аппаратных средств защиты. Средство защиты имеет следующие атрибуты:

- название;
- цена;
- список совместимых операционных систем;
- список классов средств защиты, к которым относится данное средство;
- описание;
- название компании производителя;
- ссылка на сайт с подробным описанием средства защиты.

Проектирование модели защиты заключается в последовательном создании списка ЭВМ и функциональных задач, которые они решают. При добавлении каждой ЭВМ указывается ее операционная система и количество подобных ЭВМ в локальной сети организации. При этом отпадает необходимость добавления нескольких одинаковых ЭВМ с одинаковым списком функциональных задач, что значительно экономит время пользователя системы. После добавления ЭВМ в модель сетевой инфраструктуры формируется список решаемых ею функциональных задач. Для каждой задачи указывается приоритет, то ее важность или критичность данной функциональной задачи для функционирования бизнес процессов организации. Последним шагом проектирования системы защиты информации является указание выделенного на обеспечение информационной безопасности бюджета. После ввода необходимых исходных данных происходит синтез модели и вывод результатов пользователю.

Разработанный программный комплекс апробирован в ряде ИТ-предприятий г. Казани. В результате опытной эксплуатации система показала свою эффективность при решении задачи выбора конкретных программных и аппаратных средств защиты сетевой инфраструктуры предприятия. Предложенное системой решение позволило существенно повысить уровень защиты локальных вычислительных сетей и обосновать оптимальное распределение денежных ресурсов на выбор конкретных средств защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ярковой В.А.* Информационная технология и управление предприятием // Перспективы развития информационных технологий. – 2011. – № 3-1. – С. 175-180.

2. *Авшенюк М.О.* Средства защиты информации от утечки по техническим каналам // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 115-2. – С. 152-154.

SUPPORT FOR DECISION-MAKING ON THE SELECTION OF MEANS OF PROTECTION OF THE LOCAL COMPUTING NETWORK

Khabibullina Yu.

yuskhabibullina@kai.ru

Supervisor: A. Katasev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper is considered the actual problem of choosing the optimal protection for local computer networks of enterprises. To solve it, a web application is developed, consisting of client and server parts. The composition and purpose of their modules is described. The results of approbation, indicating the effectiveness of solving the problem.

УДК 004.89

РЕДУКЦИЯ НЕЧЕТКО-ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛ В БАЗАХ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Хабибуллина Ю.С.

yuskhabibullina@kai.ru

Научный руководитель: А.С. Катасёв, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе показана необходимость решения задачи редукции нечетких правил в базах знаний экспертных систем. Для это предлагается генетический алгоритм. Решение поставленной задачи на примере редукции базы знаний фильтрации электронных почтовых сообщений показало эффективность предложенного подхода и возможность его практического использования.

В настоящее время экспертные системы получили широкое распространение при решении практических задач в таких областях как экономика, медицина, промышленность.

Основной функцией экспертных систем является поддержка принятия решений на основе базы знаний и механизма логического вывода. При этом сам процесс накопления и формализации знаний является сложным и носит нетривиальный характер.

Существует два основных подхода к получению знаний для экспертных систем [1]: непосредственное получение знаний от эксперта и формирование базы знаний с использованием методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных. Очевидно, что при наличии репрезентативных данных использование второго подхода более предпочтительно, поскольку помимо сокращения времени и упрощения процесса получения знаний эксперт может участвовать в оценивании сформированных правил, которые согласуются с его личными знаниями, опытом и интуицией. Однако при этом, несмотря на достоинства данного подхода, в процессе формирования знаний генерируются сотни и тысячи правил, составляющих базу знаний, что, с одной стороны, усложняет работу эксперта по ее анализу и интерпретации, а, с другой, делает правила базы знаний избыточными и часто малоинформативными. Все это в последствие может существенно повлиять на точность и скорость принимаемых экспертной системой решений. В связи с этим актуальной задачей является оптимизация сформированной базы знаний за счет редукции правил принятия решений без потери ее качества [2,3].

В данной работе для оптимизации баз знаний экспертных систем предлагается подход, основанный на применении генетического алгоритма. В качестве модели представления знаний исследуется нечетко-продукционная модель Сугено:

$$If\ x_1\ is\ \tilde{A}_1\ AND\ x_2\ is\ \tilde{A}_2\ AND \ldots x_n\ is\ \tilde{A}_n\ Then\ y = \tilde{N}_k, \qquad (1)$$

где $x_1,\ldots,x_n$ – входные переменные, $\tilde{A}_1,\ldots,\tilde{A}_n$ – их нечеткие градации, y – четкая переменная выхода, где C_k – метки некоторого класса.

Пусть для извлечения знаний используется нечеткая нейронная сеть *ANFIS*, с помощью которой сформирована база знаний экспертной системы, включающая в себя исходное множество правил $R=\{R_1, R_2, \ldots, R_m\}$, где R_j $(j=1..m)$ – правила Сугено, m – их количество. Используя базу знаний с правилами вида (1) возможно решать многие задачи классификации. Исходное количество правил $m = \prod_{i=1}^{n} g_i$, где g_i – число градаций i-й входной переменной. Очевидно, что уже при небольших значениях n и g_i число правил может достигать более 100, что в большинстве случаев является избыточным. Поэтому требуется сокращение (редукция) набора правил до некоторого приемлемого уровня.

Задача редукции правил может быть представлена как комбинаторная оптимизационная задача минимизации ошибки распознавания. Кроме того, редукция предполагает исключение из рассмотрения худших правил, мало влияющих на получение окончательного решения, что уменьшает избыточность базы знаний экспертной системы. Для решения данной задачи используется специально разработанный генетический алгоритм. Его реализация потребовала решения следующих основных задач:

- разработка способа кодирования хромосом;
- определение правила создания начальной популяции хромосом;
- введение функции оценки приспособленности хромосом;
- разработка генетических операторов.

Каждая хромосома H кодируется двоичным числом длины m. Каждый ген хромосомы h представляет собой бит, связанный с одним правилом. При h=0 правило неактивно, а при h=1 – активно. Любая хромосома полностью кодирует базу знаний (см. рис. 1).

H	1	0	1	1	0	1	0	...	1
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	...	R_m

Рис. 1. Пример кодирования базы знаний в хромосоме

Полное множество хромосомного набора равно 2^m. Из них для создания начальной популяции случайным образом выбирается 100 хромосом. Для оценки приспособленности хромосом в популяции вводится функция фитнесса следующего вида:

$$F(H) = E_{rasp} = \left(1 - \frac{N_{prav}}{N}\right) \to \min_{\forall H},$$

где E_{rasp} – ошибка распознавания, N_{prav} – количество правильно классифицированных примеров, N – общее количество примеров.

Ошибка распознавания E_{rasp} представляет собой оценку классифицирующей способности базы знаний на тестовой выборке данных. Лучшей считается хромосома, минимизирующая значение функции ошибки. Данной хромосоме будет однозначно соответствовать база знаний с оптимальным количеством и составом продукционных правил. Таким образом осуществляется оптимизация базы знаний экспертной системы.

Анализ эффективности описанного подхода производился на примере оптимизации базы знаний системы фильтрации электронных почтовых сообщений. Формированit базы знаний возможно на основе обучения нечеткой нейронной сети *ANFIS*. После подготовки и загрузки обучающих данных генерируется сеть, состоящая из четырех входных нейронов с тремя нечеткими градациями и одного выходного нейрона. Обученная сеть генерирует базу знаний, состоящую из 81 правила. Использование генетического алгоритма для оптимизации базы знаний позволило сократить количество правил до 19. Для количественной оценки эффективности базы знаний произведена серия экспериментов по оценке ее классифицирующей способности на тестовой выборке данных. Для тестирования случайным образом выбирались наборы данных, характеризующие как спамовые, так и обычные почтовые сообщения. Объем тестовой выборки составил 100 записей (по 50 для каждого класса).

Эффективность системы оценивалась ошибками I и II рода. В таблице 1 представлены сравнительные результаты тестирования экспертной системы на исходной базе знаний, состоящей из 81 правила, и оптимизированной базе знаний, включающей 19 правил.

Таблица 1

Результаты тестирования системы

Критерии эффективности / База знаний	Количество правил	Коэффициент ошибок первого рода, %	Коэффициент ошибок второго рода, %
Исходная	81	4	18
Оптимизированная	19	2	12

Из таблицы видно, что точность классификации системы на основе оптимизированной базы знаний повысилась на 8% по сравнению с исходными результатами. Следовательно, оптимизация базы знаний улучшила обобщающую способность экспертной системы.

Полученные результаты позволяют утверждать, что применение методики оптимизации придает базе знаний следующие важные свойства:

- устраняет ее избыточность;
- уменьшает объем;
- повышает интерпретируемость;
- упрощает выбор правил при принятии решения;
- повышает точность и скорость работы системы в целом.

Таким образом, практическая ценность предложенного подхода заключается в возможности повышения эффективности использования экспертных систем в любой сфере человеческой деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.: ил.

2. *Бухнин А.В., Бажанов Ю.С.* Оптимизация баз знаний экспертных систем с применением нейронных нечетких сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2007. – №11. – С. 28-34.

3. *Олейник А.А., Субботин С.А.* Редукция баз нечетких правил на основе мультиагентного подхода // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: информатика и моделирование. Харьков. – 2009. – №43. – С. 126-137.

REDUCTION OF FUZZY-PRODUCT RULES IN THE KNOWLEDGE BASES OF EXPERT SYSTEMS

Khabibullina Yu.

yuskhabibullina@kai.ru

Supervisor: A. Katasev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This paper shows the need to solve the problem of reducing fuzzy rules in the knowledge bases of expert systems. For this, a genetic algorithm is proposed. Solving the problem by the example of re-duktsii filtering knowledge of electronic mail messages showed the effectiveness of the proposed approach and the possibility of its practical use.

ПОДСЕКЦИЯ 6.5

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004.275.1

АЛГОРИТМ ФАКТОРИЗАЦИИ ШОРА НА ОСНОВЕ АППАРАТНЫХ IP-ЯДЕР В АРХИТЕКТУРЕ ПЛИС/FPGA

Абдуллин Д.И.
den33705@yandex.ru
Научный руководитель: С.В. Шалагин, доктор технических наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Исследован подход к реализации алгоритма факторизации П.Шора на программируемых логических интегральных схемах семейства Virtex-6. Получены оценки аппаратной сложности и времени задержки функционирования аппаратного IP-ядра, реализующего данный алгоритм. Определены перспективы применения предложенного подхода на практике.

В настоящее время задача факторизации чисел является актуальной для различных приложений, связанных с кодированием-декодированием информации. Увеличение разрядности факторизируемого числа является средством обеспечения информационной безопасности для широкого класса приложений [1, 3]. В данной связи актуальной является задача выявления зависимости скорости разложения двоичного числа на множители в зависимости от его разрядности с применением специализированных ЭВМ. В частности, распределенных вычислительных систем с программируемой архитектурой (РВС ПА) [4], элементами которых являются программируемые логические интегральные схемы класса FPGA (ПЛИС/FPGA) [6].

Целью работы является исследование подхода к реализации алгоритма факторизации, предложенного П.Шором [7] для квантовых компьютеров [8, 9], на РВС ПА, в архитектуре ПЛИС/FPGA [2].

Факторизацией натурального числа называется разложение этого числа в произведение простых сомножителей. Эта задача имеет большую вычислительную сложность. Один из самых популярных методов криптографии с открытым ключом, метод RSA, основан на трудоемкости задачи факторизации длинных целых чисел. Другими важными проблемами теории чисел, имеющими важные приложения на практике, являются проблемы проверки простоты целого числа и построения больших простых чисел [5].

Рассмотрим алгоритм факторизации Шора более подробно. Данный алгоритм включает в себя четыре этапа [3].

1. Выбрать случайный остаток a по модулю N
2. Проверить условие: НОД(a, N) = 1
3. Найти порядок r остатка a по модулю N:

$$a^r \equiv 1 \bmod N . \qquad (1)$$

4. Если r четное, то вычислить НОД$\left(a^{r/2}-1, N\right)$.

Анализ алгоритма показывает, что с большой вероятностью полученное на четном шаге число будет нетривиальным делителем N. Наиболее трудный этап алгоритма Шора – найти порядок r числа a по модулю N [3].

Пусть задано число N. Будем случайно подбирать число a так, чтобы оно было взаимно простым с N. Такое число найдется с большой вероятностью. Повторив несколько раз, найдем такое число (число a называется взаимно простым к b, если их наибольший общий делитель равен 1). После этого определим порядком r остатка a по модулю N. Получим: $a^r \equiv 1 \bmod N$. Мы хотим, чтобы r было четным. Если это не так, вернемся к шагу выбора числа a.

Итак, имеем: $a^r \equiv 1 \bmod N$, где $r \bmod 2 = 0$. Тогда можно написать:

$\left(a^{r/2}\right)^2 \equiv 1 \bmod N$,

$\left(\left(a^{r/2}\right)^2 - 1\right) \bmod N = 0$,

$\left(a^{r/2} - 1\right)\left(a^{r/2} + 1\right) = cN$, где c – некоторое целое положительное число.

Нетрудно доказать, что одна из скобок имеет с N общий нетривиальный делитель.

Тогда, взяв НОД$\left(a^{r/2} - 1, N\right)$, получим один делитель N. Разделив N на полученное число, находим второй делитель [3].

Таким образом, задача разложения числа N на множители сводится к быстрому нахождению периода r для случайно подобранного числа a.

Рассмотрим решение задачи факторизации n-разрядного двоичного целого числа на основе алгоритма Шора.

На первом этапе выберем значение $a = 2$.

Для реализации второго и третьего этапов алгоритма требуется выбрать значение b: $2^{n-1} \le b < N$, а затем последовательно выполнить операцию вида (2) пока не будет выполнено условие остановки вида (1):

$$b = \begin{cases} 4b: & 4b < N \\ 4b - N: & N \le 4b < 2N \\ 4b - 2N: & 2N \le 4b < 3N \\ 4b - 3N: & 3N \le 4b. \end{cases} \quad (2)$$

Спроектировано аппаратное IP-ядро, которое позволяет реализовать наиболее трудоемкие этапы (2 и 3) алгоритма факторизации Шора. Проектирование выполнено при использовании специализированной САПР ISE Design Suite 14,7 (Xilinx, Inc.) в базисе программируемых логических интегральных схем семейства Virtex-6. IP-ядро включает в себя следующие модули «multN», «sr2», «comp3», «comp3c», «cmp», «mux», «sub». Следует отметить, что указанные модули определены на основе языка описания аппаратуры VHDL, что позволяет определить каждый из модулей как инвариантный относительно разрядности обрабатываемых чисел.

Элемент «multN» служит для получения на основе числа N значений $2N$ и $3N$. Первое значение получено на основе сдвига значения N, представленного в двоичном вида, на один такт в сторону старших разрядов, при использовании элемента «sr2». Второе – как сумма значения N и $2N$.

Элементы «comp3» и «comp3c» состоят из каскада компараторов «compm16» и выполняют функцию сравнения чисел b и N. Первый элемент («comp3») сравнивает старшие разряды, второй элемент («comp3c») – младшие разряды. В случае равенства старших разрядов чисел b и N – элемент «cmp» посылает на вход мультиплексора «mux» управляющий сигнал, согласно которому на выходы «mux» поступают результаты сравнения младших разрядов, в противном случае – результаты сравнения старших разрядов.

Элемент «mux» служит для передачи уменьшаемого (число b) и вычитаемого на вход вычитателя «sub». Также, в зависимости от входного сигнала sel(3:0), получаемого от элемента «cmp», мультиплексор «mux» определяет какое число (N, $2N$ или $3N$) подать в качестве вычитаемого на вход «sub».

Вычитатель «sub» выполняет уменьшение числа b на величину, снимаемую с элемента «mux» (N, $2N$ или $3N$).

В результате построенной схемы, на основе временной диаграммы, были проверены следующие значения (см. таблицу) и получены следующие результаты.

Таблица

Значения входов/выходов схемы

№	*b*	*N*	*res*
1	5 365 324	25 365 944	21 461 296
2	25 344 651	88 654 122	12 724 482
3	41 156 444	71 355 481	21 914 814
4	55 324 681	70 233 457	10 598 353

Временные диаграммы подтверждают выполнение условие (2) при функционировании спроектированного IP-ядра (см. рисунок).

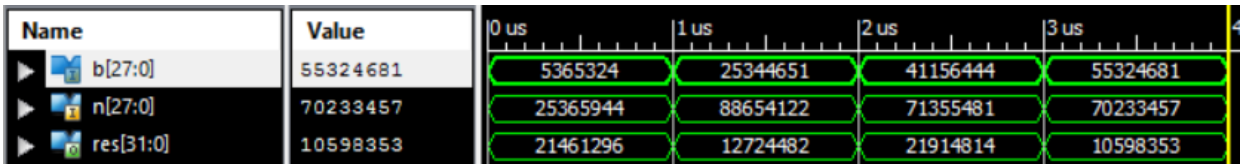


Рисунок. Временные диаграммы функционирования IP-ядра.

В качестве примера получены оценки аппаратной сложности и времени задержки функционирования для IP-ядра, оперирующего двоичными числами *N* и *b* разрядности 28.

Для представленной схемы, количество задействованных блоков ввода-вывода равно 88, а логических ресурсов (LUTs) – 222. При этом максимальной количество доступных пользователю указанных ресурсов равно 240 и 46 560, соответственно. Таким образом, доля задействованных БВВ и LUTs для ПЛИС семейства Virtex-6 – 36,7 % и примерно 0,5 %, соответственно.

Максимальное время задержки функционирования – 20,867 нс., что соответствует частоте работы IP-ядра, равной 47,9 МГц.

В результате, было спроектировано аппаратное IP-ядро, реализующее наиболее трудоемкие этапы алгоритма факторизации Шора. Данной IP-ядро может быть оперативно перепроектировано на обработку двоичных чисел заданной разрядности в зависимости от характеристик ПЛИС класса FPGA, применяемых в РВС ПА, как в существующих, так и в перспективных. Следует отметить, что в настоящее время, пока не разработан квантовый компьютер, оперирующий большим количеством квантовых битов (1000 и более) [9], подходы к решению задачи факторизации на специализированных ЭВМ не теряют своей актуальности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-01-00120 «Специализированные устройства для генерирования и обработки массивов данных в архитектуре программируемых логических интегральных схем класса FPGA»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ишмухаметов Ш.Т.* Методы факторизации натуральных чисел.: учебное пособие – Казань: Казан. ун.-т, 2011. – 192 с.

2. *Шалагин С.В.* Реализация алгоритма Шора на основе IP-ядер в архитектуре ПЛИС/FPGA// *С.В.Шалагин, С.А.Гришанов*// Фундаментальные и прикладные проблемы математики и информатики: Материалы XII Междунар. конф. г. Махачкала, 19-22 сентября 2017 г. – Махачкала: изд-во ДГУ, 2017. – С. 272 – 274.

3. *Лифшиц Ю.* Алгоритм Шора. Лекции [Электронный ресурс]: http://yury.name/modern/10modernnote.pdf (дата обращения 15.12.2018), свободный доступ.

4. *Дордопуло, А.И.* Высокопроизводительные реконфигурируемые вычислительные системы/ *А.И. Дордопуло, И.А. Каляев, И.И. Левин* и др.// «Суперкомпьютеры». – 2010. – № 3 (3). – С. 44–48.

5. *Шнайер, Б.* Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. – М.: Триумф, 2002. – 816 с.

6. *Зотов, В.Ю.* Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе САПР фирмы Xilinx / *В.Ю. Зотов.* – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 522 с.

7. *Shor, P.W.* Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring/ *P.W.Shor*// Foundations of Computer Science: Conf. Publications. – 1994. – P. 124 – 134.

8. *Feynman, R.* Simulating Physics with Computers/ *R. Feynman*// International Journal of Theoretical Physics. – 1982. – Vol. 21. – pp. 467 – 488.

9. *Валиев К.А., Кокин А.А.* Квантовые компьютеры: надежды и реальность. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. — 352 с.

THE SHOR'S FACTORIZATION ALGORITHM BASED ON HARDWARE IP-CORES IN THE FPGA-ARCHITECTURE

Abdullin D.
den33705@yandex.ru
Supervisor: S. Shalagin, Full Doctor of Engineering Science, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The approach to the implementation of the factorization algorithm of P.Shor on the field-programmable gate array of Virtex-6 family is researched. The estimates of hardware complexity and delay time of the hardware IP-core implementing this algorithm are obtained. Prospects of application of the offered approach in practice are defined.

УДК 004.056.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОДПИСЕЙ ФОРМАТА CAdES В АРХИВНОМ ХРАНЕНИИ ДОКУМЕНТОВ

Александров А.С.
alex.mirenki@gmail.com
Научный руководитель: Р.Ф. Гибадуллин, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Описываются преимущества использования электронных подписей стандарта CAdES по сравнению со стандартом CMS при архивном хранении электронных документом. Объясняются принципы работы и назначение протоколов OSCP и TSP.

Законодательство обязует компании хранить документы на протяжении установленного срока. Кроме сроков, в нормативных актах также устанавливаются требования для хранения документов. С распространением систем электронного документооборота (СЭД) появилась возможность хранения документов только в электронном виде (без использования бумажных носителей). В связи с этим возникли требования к организации электронных хранилищ документов: архив должен представлять собой не просто некоторый носитель и информационную систему, позволяющую быстро выполнять поиск нужной информации, но и набор технологий и процессов, обеспечивающих весь цикл операций с документами, начиная от внесения документа в систему и заканчивая получением архивного документа с подтверждением его неизменности с момента его создания [1].

Электронная цифровая подпись

Для подтверждения целостности документа в СЭД применяются электронные цифровые подписи (ЭЦП), которые представляют собой некоторый набор байтов, полученный в результате криптографического преобразования файла исходного документа. Федеральный Закон РФ «Об электронной цифровой подписи» определяет электронною подпись как аналог собственноручной подписи, который обладает полной юридической силой [2].

При внутреннем (внутри компании) и внешнем (между компаниями) документообороте чаще всего используются ЭЦП формата CMS (Cryptographic Message Syntax), который определен в стандарте PKCS#7 (Public Key Cryptography Standards). В соответствии с данным стандартом допускается использование различных алгоритмов вычисления хэш-суммы и шифрования при создании подписи (например, в России используются алгоритмы, установленные в ГОСТ Р 34.10-2012 и ГОСТ Р 34.10-2001).

Согласно стандарту CMS, файл с цифровой подписью содержит следующую информацию [3]:

- идентификатор алгоритма, который используется при вычислении подписи;
- подписываемые данные;
- список сертификатов, необходимых для проверки подписи;

- список отзыва сертификатов;
- структура данных, содержащая информацию о подписанте.

Недостатки формата CMS [3]:

- Отсутствие доверенного времени создания подписи – это означает, что нет возможности доказать, что подпись была создана в указанный момент времени. Данное доказательство необходимо для подтверждения юридической значимости данной подписи в определенный момент времени.
- Отсутствие информации, что в момент создания подписи подписант имел право создавать данную подпись (нет сведений о статусе сертификата открытого ключа)
- Нет возможности долговременного хранения подписи, т.е. подтверждение подписи возможно только в пределах определенного времени.
- Отсутствие типа подписываемого содержимого.

Учитывая все выше перечисленные недостатки, несложно прийти к выводу, что электронные подписи формата CMS не могут использоваться для архивного хранения документов.

Стандарт CAdES

Дальнейшим развитием формата CMS стал формат CAdES (CMS Advanced Electronic Signatures) [3]. Стандарт CAdES полностью сохраняет обратную совместимость с форматом CMS, поскольку в структуру формата CMS добавляются лишь дополнительные атрибуты [3]. Поэтому верифицировать подпись в формате CAdES могут любые программы, поддерживающие формат CMS. Но расширенные возможности формата CAdES могут использоваться только в программах, способных анализировать дополнительные атрибуты ЭЦП в этом формате. В русскоязычной документации подпись в формате CAdES также называют усовершенствованной электронной подписью [4].

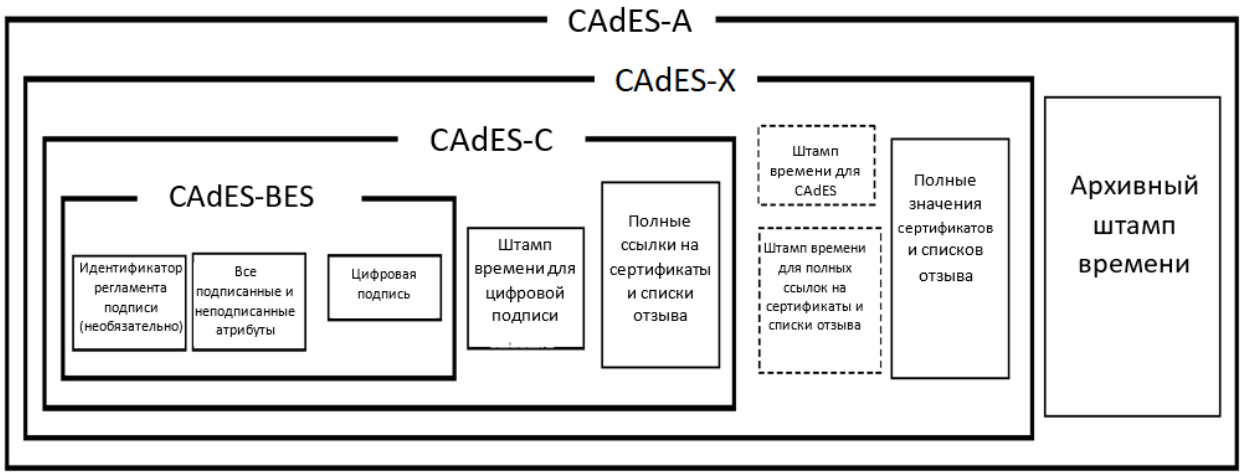


Рис. 1. Структура форматов CAdES

Стандарт определяет несколько форматов CAdES, каждый из которых включает в себя предыдущий (в соответствии с представленной ниже последовательностью) и расширяет его (Рис. 1) [5]:

1. CAdES-BES (Basic Electronic Signature) – основной и простейший формат электронной подписи, описываемый в стандарте CAdES. Он обеспечивает базовую проверку подлинности данных и защиту их целостности. Включенные в него атрибуты (поля, содержащие определенную информацию) должны присутствовать и в других форматах CAdES.
2. CAdES-C (Complete) – формат электронной подписи с полным набором проверочных данных. Данный формат добавляет дополнительно 2 компонента: первый – штамп времени, полученный от TSA (Time Stamping Authority), второй – идентификаторы необходимых для

проверки подписи сертификатов, а также сертификатов из списка CRL (Certificate Revocation Lists) или ответы OCSP (Online Certificate Status Protocol).

3. CAdES-X (Extended) – формат долгосрочной расширенной ЭП, который содержит дополнительный атрибут, представляющий собой штамп времени для всей подписи CAdES-C.

4. CAdES-A (Archival) – формат, который устраняет практически все недостатки предыдущих форматов и предлагается как наиболее предпочтительный. Данный формат используется для архивации долгосрочных подписей. В последних версиях стандарта формат CAdES-A практически вытеснил все остальные форматы CAdES.

Создание и проверка усовершенствованной электронной подписи

Общие схемы выполнения процедуры создания и проверки усовершенствованной электронной подписи приведены на рисунке 2.

Рис. 2. Схемы создания (слева) и проверки (справа) усовершенствованной электронной подписи

TSP и OCSP

При создании подписи формата CAdES используются дополнительные сервисы [3]:

- Служба штампов времени;
- Служба OCSP.

Служба штампов времени (TSA) – специализированное ПО, которое является доверенной третьей стороной, которая предоставляет штампы времени по запросу клиента [6]. Взаимодействие клиента и TSA осуществляется по протоколу TSP (Time-stamping Protocol).

Штамп времени (Timestamp) – электронный документ, подписанный электронной подписью TSA, где в качестве подписываемых данных используется комбинация времени сервера и хэша данных, факт существования которых необходимо подтвердить.

Упрощенно, схему взаимодействия клиента и сервера по протоколу TSP можно описать так: существует некоторый доверенный сервер с источником точного времени, а также есть клиент, имеющий документ, факт существования которого на текущий момент времени он

хочет подтвердить. Клиент отправляет TSP-серверу запрос, содержащий результат хэш-функции от исходного документа, и получает в ответ штамп времени. Штампы времени в дальнейшем используются для формирования атрибутов электронной подписи формата CAdES.

OCSP – протокол, используемый для получения в реальном времени информации о статусе цифровых сертификатов [6, 7]. Данный протокол был создан как альтернатива использованию списков отзыва сертификатов (CRL). Для создания электронной подписи необходим статус сертификата в конкретный момент времени, что невозможно узнать при использовании CRL, которые публикуются удостоверяющими центрами, как правило, не чаще одного раза в сутки. Для решения этой проблемы был создан протокол OCSP [8].

Схема работы OCSP-сервера очень проста: для проверки статуса сертификата клиент отправляет на сервер запрос с указанием серийного номера проверяемого сертификата. Сервер по серийному номеру находит сертификат в своей базе и возвращает его статус клиенту. OSCP-ответ представляет собой документ, подписанный цифровой подписью на сертификате OCSP-сервера и содержащий время формирования данного ответа, идентификатор сертификата, для которого проводилась проверка, и собственно статус проверяемого сертификата.

При проектировании архитектуры хранилища электронных документов чаще всего службы TSP и OCSP размещаются на одном сервере.

Заключение

Использование электронных подписей формата CAdES делает возможным архивное хранение электронных документов с сохранением их юридической значимости. Формат CAdES спроектирован таким образом, что предусматривает создание электронной подписи, включающей всю информацию, которая необходима для проверки его подлинности. Проверку подписи в данном формате можно выполнить даже по прошествии нескольких десятков лет и даже в случае, когда удостоверяющий центр, выдавший сертификат, перестанет существовать. Применение усовершенствованных электронных подписей накладывает дополнительные требования к инфраструктуре: наличие сервисов TSP и OSCP. На сегодняшний день некоторые отечественные компании (КриптоПро, КриптоАРМ и др.) уже предоставляют свои программные продукты для работы с электронными подписями в формате CAdES с использованием алгоритмов, соответствующих ГОСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Крылов П.А., Чирковская Д.А.* Проблемы формирования и хранения архивов электронных документов в Российской Федерации // Управленческое консультирование. 2016. №5.

2. Федеральный закон «Об электронной подписи» от 06.04.2011 № 63-ФЗ (последняя редакция). – Консультант плюс [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112701/ (дата обращения: 30.04.2019).

3. *Строжевский Ю.* Обзор форматов стандарта CAdES // Хабрахабр [Электронный ресурс]. – URL: https://habr.com/ru/post/214295/ (дата обращения: 05.05.2019).

4. *Головков И.В.* Усовершенствованная ЭЦП: обзор решения архивного хранения электронной цифровой подписи // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2008. № 52.

5. Как организовать долгосрочное архивное хранение электронных документов // Хабрахабр [Электронный ресурс]. – URL: https://habr.com/ru/company/gaz-is/blog/426081/ (дата обращения: 05.05.2019).

6. *Мерзликин Н.Ю., Платонов В.Ю., Лукьянов В.С., Быков Д.В.* Особенности реализации протоколов OCSP и TSP // Научное обозрение. Технические науки. 2014. № 2.

7. *Гибадуллин Р.Ф.* Организация защищенной передачи данных в сенсорной сети на базе микроконтроллеров AVR // Кибернетика и программирование. – 2018. – № 6. – С.80-86.

8. *Гибадуллин Р.Ф.* Развитие единообразного формализма защиты точечных, линейных и площадных объектов картографии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. – №2. – С.102-107.

USING DIGITAL SIGNATURES OF CadES FORMAT IN ARCHIVE STORAGE OF DOCUMENTS

Aleksandrov A.
alex.mirenki@gmail.com
Supervisor: R. Gibadullin, Candidate of Technical Sciences
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The advantages of using electronic signatures of the CAdES standard as compared with the CMS standard for archiving electronic documents are described. Explains the principles of operation and purpose of the OSCP and TSP protocols.

УДК 544.272:66.021.3

ПРОГРАММА РАСЧЕТА ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ НА ТАРЕЛЬЧАТЫХ УСТРОЙСТВАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНОГО-СТАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Анашкин И.П., Казанцев С.В.
anashkin.ivan@gmail.com
(Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань)

Разработан метод моделирования процесса ректификации с использованием молекулярно-статистических методов. Согласно разработанному методу на тарелках устанавливается равновесие между жидкостью и паром, рассчитываемое с использованием метода ансамбля Гиббса. После установления равновесия молекулы газовой фазы переходят на тарелку выше, жидкой фазы – на тарелку ниже. Предложенный алгоритм частично реализован с использованием программно-аппаратной технологии CUDA. Рассчитанные с использованием разработанной программы термодинамические свойства потоков входящих на тарелку показали соответствие с литературными данными.

Ректификация является одним из наиболее часто используемых в химической технологии процессов разделения многокомпонентных смесей. Для моделирования процесса ректификации необходимо знать равновесные свойства разделяемой смеси. В настоящее время в программных пакетах наиболее часто используется полуэмпирические выражения для коэффициентов активности. Однако параметры уравнений есть не для всех пар веществ, ввиду ограниченности экспериментальных данных. В данной работе предлагается метод, позволяющий не использовать данные о фазовом равновесии для моделирования процесса ректификации.

Предлагаемый метод моделирования процесса ректификации основан на подходе теоретических тарелок, согласно которому в аппарате выделяются области (тарелки), на которых устанавливается паро-жидкостное равновесие. Каждая из тарелок делится на две ячейки, которые соответствуют газовой и жидкой фазам. Суммарный объем газовой и жидкой фазы на каждой из тарелок остается постоянным. С точки зрения конструкции колонны данный указанный суммарный объем характеризует объем колонны между тарелками. При проектировании могут применяться колонны с переменным диаметром, что обеспечивает равномерность расходов газовой фазы по высоте колонны. Таким образом, в алгоритме суммарный объем каждой из ячеек может быть задан любой, однако он не меняется во время моделирования.

На тарелке между газовой и жидкой фазами устанавливается фазовое равновесие, рассчитываемое методом ансамбля Гиббса [1]. После достижения фазового равновесия жидкость уходит на нижнюю тарелку, пар поднимается на верхнюю. Молекулы переносят

свою энергию (кинетическую и потенциальную) и исходя из этой энергии проводится пересчет температуры на новой тарелке. И расчетный цикл повторяется – заново рассчитывается фазовое равновесие.

Таким образом в колонне можно проследить за материальными (количество молекул каждого из веществ) и тепловыми потоками (энергия молекул). Также в колонне можно выделить внешние материальные и тепловые потоки: приток молекул с исходной смесью, и флегмой, уход молекул с дистиллятом и кубовым остатком.

Блок-схема алгоритма расчета представлена на рисунке 1. На первом этапе проводится чтение исходных данных для моделирования. Далее рассчитываются свойства входящих материальных потоков. При условии, что колонна работает в стационарном режиме, свойства входящих потоков не должны изменяться. И данную процедуру необходимо провести только один раз на начальном этапе. Однако можно предусмотреть динамическое изменение исходного состава. В этом случае вычисление входящих материальных потоков необходимо включить в расчетный цикл.

Рис. 1. Алгоритм программы моделирования процесса ректификации

На текущем этапе реализован расчет термодинамических свойств входящих на тарелку потоков. Исходный код программы выложен в репозитории github [2], текущая ветка разработки initialsim. В качестве программы сборки использовался Cmake. Исходные данные

моделирования задаются в файлах трех типов: параметры моделирования, конфигурация и топология молекул. Файл с параметрами моделирования содержит типы молекул, файлы конфигурации, состав моделируемой смеси, а также плотности и температуры. В файле с конфигурацией содержатся координаты атомов в молекуле каждого типа. Файл топологии содержит параметры потенциалов межмолекулярного и внутримолекулярного взаимодействий. В разработанной программе реализована совместимость с файлами топологии и конфигурации молекул, используемыми в пакете gromacs [3]. Это позволит использовать уже наработанные файлы с различными наборами параметров межмолекулярного взаимодействия

Программно-аппаратная технология CUDA используется для ускорения времени расчета за счет параллельного вычисления энергии взаимодействия молекул. Текущая реализация алгоритма Метрополиса проведена без учета списка соседей [4], поэтому радиус обрезания потенциала составлял половину длины ячейки. Это связано с тем, что без использования списка соседей будут проверено все пары молекул. В начальном состоянии молекулы веществ находятся в узлах кубической кристаллической решетки.

На данный момент в программе в качестве потенциала межмолекулярного взаимодействия реализован потенциал Леннард-Джонса:

$\varphi(r) = 4\varepsilon\left((r/\sigma)^{12} - (r/\sigma)^{6}\right)$, где ε и σ — параметры, характеризующие глубину и положение потенциальной ямы (размер молекул). Верификация работы программы проведена на примере сферически симметричного леннард-джонсовкого флюида. В связи с этим в работе термодинамические величины приведены в безразмерном виде: числовая плотность $n^* = n\sigma^3$, давление $p^* = p\sigma^3/\varepsilon$, температура $T^* = k_B T/\varepsilon$, энергия $U^* = U/\varepsilon$, где k_B — Константа Больцмана.

В таблице 1 представлено сравнение результатов работы разработанной программы с литературными данными [5]. Среднее отклонение по энергии составляет 0.39% (максимальное 1.09 %) по давлению 1.15% (максимальное 4.77 %). Однако, кроме одного значения по давлению, сравниваемые результаты входят в доверительный интервал численного эксперимента. Хорошее согласование результатов между собой свидетельствует о том, что алгоритм вычислений реализован верно.

Таблица 1

Сравнение результатов расчетов с литературными данными

n^*	T^*	Литературные данные		Эта работа	
		U^*	p^*	U^*	p^*
0.5	5	-2.37	4.65	-2.37	4.59
0.1	2	-0.67	0.18	-0.67	0.18
0.2	2	-1.31	0.33	-1.31	0.33
0.4	2	-2.54	0.71	-2.54	0.7
0.5	2	-3.15	1.07	-3.14	1.08
0.6	2	-3.75	1.76	-3.74	1.74
0.7	2	-4.3	3.02	-4.29	3.01
0.8	2	-4.75	5.28	-4.7	5.43
0.9	2	-5.03	9.09	-4.99	9.25
0.1	1.2	-0.84	0.08	-0.83	0.08
0.1	1.15	-0.87	0.07	-0.87	0.07
0.05	1	-0.48	0.04	-0.48	0.04
0.6	1	-4.23	-0.27	-4.21	-0.26
0.8	1	-5.53	1.03	-5.52	1.04
0.9	1	-6.06	3.24	-6.03	3.4

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-38-00011 мол_а

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Panagiotopoulos A.Z.* Direct determination of phase coexistence properties of fluids by Monte Carlo simulation in a new ensemble // Mol. Phys. 1987. V. 61, № 4. p. 813–826.
2. mcrec [Online]. URL: https://github.com/MonteCarloRect/mcrec.
3. *Abraham M.J. et al.* GROMACS: High performance molecular simulations through multi-level parallelism from laptops to supercomputers // SoftwareX. 2015. V. 1–2. p. 19–25.
4. *Allen M.P., Tildesley D.J.* Computer simulation of liquids. Oxford: Clarendon Press, 1989. 385 p.
5. *Johnson J.K., Zollweg J.A., Gubbins K.E.* The Lennard-Jones equation of state revisited // Mol. Phys. 1993. V. 78, № 3. p. 591–618.

THE SOFTWARE FOR MOLECULAR SIMULATION OF RECTIFICATION PROCESS ON PLATE COLUMN

Anashkin I., Kazancev S.
anashkin.ivan@gmail.com
(Kazan National Research Technological University, Kazan
Kazan Federal University, Kazan)

A method for molecular simulation of rectification using methods has been developed. According to this method, an equilibrium between liquid and vapor is calculated on the plates by the Gibbs ensemble method. After the equilibrium is established, the gas phase molecules are transferred to the plate above, the liquid phase to the plate below. The proposed algorithm is partially implemented using CUDA technology. The thermodynamic properties of the flows entering the plate, calculated using the developed program, showed compliance with the literature data.

УДК 004.056

РАЗРАБОТКА ПОДХОДА ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

Ахметов А.К.
akhmetovainur@gmail.com
Научный руководитель: Р.Ф. Гибадуллин, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Недавнее увеличение числа сообщений о случаях нарушения слежки и безопасности, подрывающих конфиденциальность пользователей, ставит под сомнение нынешнюю модель, в рамках которой третьи стороны собирают и контролируют огромные объемы персональных данных. Биткойн продемонстрировал, что надежные, проверяемые вычисления возможны с использованием технологии блокчейн. В этой статье описывается децентрализованная система управления персональными данными, основанная на технологии блокчейн, которая должна обеспечить пользователям безопасность и контроль своих данных.

На сегодняшний день наблюдается очень быстрый рост объема данных. Согласно недавнему отчету [1], за последние пару лет было собрано 20% мировых данных. Фейсбук, крупнейшая онлайн–социальная сеть, собрала более чем 300 петабайт персональных данных с момента ее создания [2] – в сто раз больше, чем Библиотека Конгресса собрала более чем за 200 лет [3]. В эпоху больших данных, данные постоянно собираются и обрабатываются, что приводит к инновациям и экономическому росту. Компании и организации используют собранные ими данные для персонализации услуг, оптимизации процесса принятия решений в корпорациях, прогнозирования будущих тенденций и т.д. Сегодня данные являются ценным достоянием в экономиках стран [4].

Физические лица практически не контролируют данные о них и то, как они используются. Политики конфиденциальности данных содержат трудные для понимания юридические термины в их положениях и условиях, поэтому конечные пользователи часто не обращают внимания на то, с чем они соглашаются, когда принимают условия

конфиденциальности, и мало знают о том, как эти данные используются или передаются поставщик услуг. Кроме того, данные, хранимые поставщиками услуг, часто перепрофилируются для проведения исследований, без явного ведома конечного пользователя.

Можно обоснованно утверждать, что преимущества современного подхода, основанного на данных, являются чрезвычайно полезными для общества, но они имеют серьезные нарушения конфиденциальности, когда конечный пользователь не осведомлен или не дал явного согласия на использование личных данных.

Недавнее увеличение числа инцидентов, связанных с нарушениями безопасности, которые нарушают конфиденциальность пользователей, ставит под сомнение текущую модель, в которой третьи стороны собирают и контролируют огромное количество персональных данных. Вопросы защиты персональных данных постепенно вызывают повсеместное беспокойство в обществе, которое может привести к экономическим потерям, потерям репутации и препятствовать инновациям в области сети и электронной коммерции или другим нежелательным последствиям, если не пресечь эти проблемы должным образом. Существуют следующие риски при хранении данных с использованием текущей модели:

– Риск взлома данных: поскольку данные, хранящиеся у компаний, обширны и относительно концентрированы, это становится выгодной целью для хакеров, и, таким образом, любой взлом может оказаться катастрофическим.

– Сбор конфиденциальных данных. Потребители всегда готовы поделиться определенным количеством личных данных со своими поставщиками услуг и часто испытывают шок, когда осознают, что их поставщики услуг знают о них больше, чем они намеревались им дать.

– Использование данных органами власти: данные, которыми обмениваются потребители (сознательно или неосознанно), часто используются государственными органами для прогнозной полицейской деятельности и отслеживания потенциальных угроз. Существует много опасений, что это может привести к нарушению прав личности.

На данный момент остро стоит проблема того, что нет надежного механизма для хранения и контроля персональных данных. Пользователям только лишь остается надеяться, что их данные не попадут в руки мошенников.

В последние годы появился новый класс подотчетных систем. Первой такой системой был Биткойн, который позволяет пользователям безопасно передавать валюту (биткойны) без централизованного регулятора, используя общедоступную открытую регистрацию (или блок–цепочку). С тех пор другие проекты (в совокупности, называемые Биткойн 2.0 [5]) продемонстрировали, как эти системы могут выполнять другие функции, требующие надежных вычислений и аудитоспособности.

Blockchain

Технология Блокчейн решает проблему доверия и конфиденциальности при защите, проверке и передаче данных с использованием математически разработанных криптосистем. Этот, основанный на вычислении хэш–значений математический протокол, позволяет системе быть криптографически защищенной и запутанной. Согласно [6], «Блокчейн представляет собой распределенную базу данных, содержащую записи транзакций или цифровых событий, которые были выполнены и переданы участвующим сторонам». Каждая из этих транзакций проверяется консенсусом большинства участников системы [7], что позволяет создать распределенный консенсус в цифровом онлайн–мире. Технология Блокчейн включает в себя такие функции, как умные контракты и умная собственность. Несмотря на то, что действия транслируются между всеми заинтересованными сторонами, Блокчейн по–прежнему является надежной, конфиденциальной, безопасной и проверяемой платформой [8]. Тем не менее, протокол цепочки блоков не позволяет реализовать семантически богатый аргумент политики.

Блокчейн – это технология распределенных регистров одноранговой сети [8]. В то время как каждый участник в экосистеме должен иметь свою собственную систему бухгалтерского учета и согласовывать обновления транзакций с другим участником в дорогих и нестандартизированных рабочих потоках, создание экономичных бизнес–сетей будет проще с распределенной бухгалтерской книгой. Кроме того, благодаря способности блокчейна торговать, управлять и обслуживать активы безопасным и эффективным способом, он завоевывает популярность в финансовой индустрии. Блокчейны, такие как Биткойн, могут получить общие соглашения как о потоке данных, так и о вычислениях данных. Преимущество блокчейна заключается в том, что нам не нужно платить посредникам. Еще одним преимуществом является то, что блокчейны дешевле, безопаснее и быстрее, чем традиционные системы. Таким образом, Блокчейн позволит избежать транзакционных и юридических издержек, позволяя сторонам совершать сделки безопасным способом.

Ethereum

Предлагаемый подход далее демонстрируется с применением платформы Etherium.

Ethereum – это децентрализованная вычислительная платформа на основе блокчейна [9], [10]. Его безопасность поддерживается криптографической цепочкой головоломок (или блоков). Майнеры в сети Ethereum проверяют и утверждают транзакции, в процессе добычи новых блоков. Добыча нового блока, путем успешного решения назначенной криптографической задачи, вознаграждает майнеров только что созданной криптовалютой и тем самым стимулирует их добывать больше блоков. Корректность сети гарантируется этим механизмом стимулирования. В общем, Ethereum предоставляет нам два привлекательных свойства:

– Консенсус. Вся сеть согласовывает правила проверки каждой транзакции и блока. Сохраненные данные и вычисления, выполненные в Ethereum, должны быть согласованы между майнерами и не могут быть изменены или отклонены.

– Прозрачность. Ethereum является публичной сетью. Все сохраненные данные и выполненные вычисления прозрачны для любых пользователей.

Поэтому Ethereum действует как надежная база, которой доверяют за корректность и доступность.

Умные контракты

Умные контракты в Ethereum – это приложения с состоянием, хранящимся в блокчейне. Они могут облегчить, проверить и обеспечить выполнение контракта. Каждый смарт–контракт, идентифицируемый специальным адресом, состоит из кода сценария, баланса валюты и пространства хранения в форме хранилища ключ / значение. После создания и развертывания в Ethereum, код контракта не может быть изменен даже его создателем.

Газовая система – фантастическая особенность умного контракта. Она предназначена для смягчения атак типа «отказ в обслуживании» (DoS) в сети Ethereum.

В Ethereum каждая транзакция, вызывающая функцию умного контракта, имеет верхний порог потребляемого газа, называемую gasLimit. В смарт–контракте каждая транзакция также связана с gasPrice. gasPrice указывает стоимость, которую отправитель готов покрыть на покупку газа. Для выполнения транзакции требуется, чтобы пользователь, который инициирует транзакцию, имел остаток на счете, превышающий стоимость газа(gasPrice).

В частности, скрипт контракта компилируется в коды операций Ethereum и сохраняется в блокчейне. Каждый код операции будет стоить заранее определенного количества газа [6]. При инициировании смарт–контракта путем отправки транзакции отправитель должен указать доступный gasLimit, который поддерживает выполнение, и соответствующую gasPrice, которую отправитель готов платить за каждую единицу газа. Транзакция будет успешно включена в блокчейн, только если баланс отправителя будет больше, чем gasLimit × gasPrice.

Криптографические инструменты

В данной конструкции используются псевдослучайные функции переменной входной длины (PRF), которые являются вычислимыми функциями полиномиального времени, которые не могут быть отделены от случайных функций любым вероятностным противником полиномиального времени. Формальные определения PRF можно найти в [10], [11].

Реализация подхода

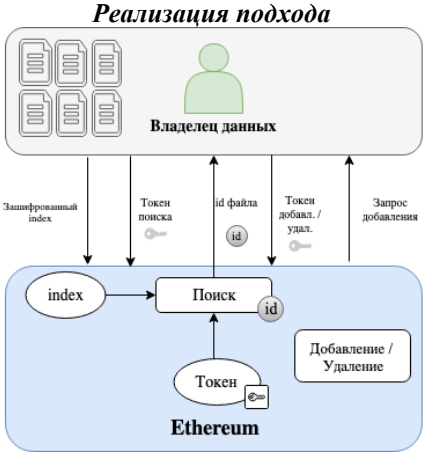


Рис. Иллюстрация подхода

На рисунке представлена иллюстрация данного подхода. Схема состоит из следующих трех процедур:

– Настройка (DB): владелец данных принимает в качестве входных параметров базу данных и выводит кортеж (EDB, K, δ), где EDB – это зашифрованная база данных, K – секретный ключ, а δ – состояние владельца данных.

– Поиск (K, δ, w; EDB): владелец данных принимает в качестве введенного секретный ключ K, его состояние δ и поисковое слово w ∈ $\{0,1\}^*$, а интеллектуальный контракт принимает в качестве входных данных зашифрованную базу данных EDB. Смарт–контракт выводит набор идентификаторов, в то время как владелец данных не выводит.

– Обновление (K, δ, op, id, W_{id}; EDB): владелец данных принимает в качестве ввода ключ K, состояние δ, операцию op ∈ {add, del}, id идентификатор файла и набор W_{id} разных ключевых слов; умный контракт принимает в качестве входных данных EDB. Эти входные данные представляют действия по добавлению или удалению файла с идентификатором id.

Для простоты представления, операции с документами данных не показаны в платформе, поскольку владелец данных может легко использовать традиционную криптографию с симметричным ключом для шифрования, а затем передавать зашифрованные данные на любую внешнюю децентрализованную сеть хранения файлов, такую как IPFS (Межпланетная файловая система).

Заключение

По итогам данной работы разработан механизм для хранения и контроля персональных данных с применением технологии Блокчейн. Данный механизм обеспечивает надежное хранение и передачу данных, не теряя при этом производительности и функционала. Приведенный подход был продемонстрирован на платформе Ethereum с демонстрацией основных процедур работы с данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *P. B. Brandtzæg*, Big data, for better or worse: 90% of world's data generated over last two years. // SINTEF – 2013

2. Scaling the facebook data warehouse to 300 pb [Электронный ресурс] // URL: https://code.fb.com/core-data/scaling-the-facebook-data-warehouse-to-300-pb/

3. M. Lesk, How much information is there in the world? – 1997.

4. *K Schwab, A Marcus, JO Oyola, W Hoffman, M Luzi*. Personal data: The emergence of a new asset class. // World Economic Forum, 2011.

5. *J. Evans*. Bitcoin 2.0: Sidechains and ethereum and zerocash, oh my! [Электронный ресурс] // URL: https://techcrunch.com/2014/10/25/bitcoin-2-0-sidechains-and-zerocash-and-ethereum-oh-my/

6. *S. S. Srinivasan, R. Anderson, K. Ponnavolu*, Customer loyalty in e–commerce: an exploration of its antecedents and consequences // Journal of Retailing, 78, 41–50, 2002.

7. *H. Wang, K. Chen, D. Xu*, A maturity model for blockchain adoption [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/publication/310537864_A_maturity_model_for_blockchain_adoption

8. M. *Iansiti, K. R. Lakhani*, The truth about Blockchain [Электронный ресурс] // URL: https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain

9. *G. Wood, Ethereum:* A secure decentralised generalised transaction ledger // Ethereum Project Yellow Paper, 151, 2014.

10. *Гибадуллин Р.Ф.* Развитие единообразного формализма защиты точечных, линейных и площадных объектов картографии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. – №2. – С.102-107.

11. *Гибадуллин Р.Ф.* Организация защищенной передачи данных в сенсорной сети на базе микроконтроллеров AVR // Кибернетика и программирование. – 2018. – № 6. – С.80-86.

DEVELOPMENT OF PERSONAL DATA PROTECTION APPROACH WITH THE APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Akhmetov A.

akhmetovainur@gmail.com

Scientific adviser: R. Gibadullin, Candidate of Technical Sciences

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)*

The recent increase in reported incidents of surveil–lance and security breaches compromising users' privacy call into question the current model, in which third–parties collect and control massive amounts of personal data. Bitcoin has demonstrated that reliable, verifiable calculations are possible using blockchain technology. This article describes a decentralized personal data management system, which should provide users with security and control of their data

УДК 004.056.53**,** 004.77

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ SDN ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Ахунов А.И.

gord.gordon@yandex.ru

Научный руководитель: Е.С. Белашова канд. физ.-мам. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье рассматривается технология SDN. Также описывается принцип работы, а именно уровни SDN и классификация атак на сети SDN.

SDN (от англ. software-defined networking – программно-конфигурируемая сеть) – это новая парадигма в подходе к созданию архитектуры компьютерных сетей. В SDN уровень передачи и уровень управления разделены. Работа по управлению сетью теперь лежит не на роутерах и коммутаторах, а на программных приложениях. Как правило приложения работают на удаленных серверах. Приведем примеры возможных атак на сеть SDN [1].

SDN развивается под влиянием трендов и новых тенденций. Развитие сетевых технологий было связано с повышением интернет трафика, требований к безопасности, и упрощению в работе с крупными сетями. В SDN как уже ранее говорилось всё управление лежит на программных приложениях, которые работают на отдаленных серверах их также называют контроллерами. Контроллерам задается политика управления сетью в основе, которой лежат правила работы специализированных приложений. В SDN сетях происходит более эффективное распределение ресурсов сети. Тем самым снижаются затраты по эксплуатации сети, упрощается мониторинг за состоянием сети.

Архитектура сети SDN задаётся некоторыми принципами:

1) Функции передачи и управления разделены, тем самым сетевое устройство в сети SDN является передающим [2].

2) Решения по передачи данных основываются на потоках. Потоки представляют собой фильтры, работающие по наборам инструкций по обработке [2].

3) Контроллер SDN (представляет собой сетевую ОС) предоставляет ресурсы и интерфейс по разработке расширений. ПО запущенное на контроллере предоставляет возможность программирования сетевой инфраструктуры [2].

Уровни SDN

1) Уровень передачи данных – передающие устройства, включая как физические, так и виртуальные коммутаторы, которые доступны через унифицированный интерфейс и выполняют инструкции таблиц потоков для передачи сетевого трафика. То есть на данном уровне производится обработка пакетов данных. Или другими словами здесь принимается решение по пересылке пакета или отбрасыванию.

2) Уровень управления состоит из сетевого контроллера или набора сетевых контроллеров, обеспечивающих функции управления сетевой инфраструктурой. Взаимодействие с устройствами уровня передачи данных – через унифицированный программный интерфейс. На данном уровне есть три интерфейса для взаимодействия с другими элементами сетевой инфраструктуры: южный интерфейс (для уровня передачи данных), северный интерфейс (для уровня приложений), восточный/западный интерфейс (для взаимодействия между элементами уровня управления).

3) Уровень приложений состоит из высокоуровневых приложений, служб, которые взаимодействуют с сетевым контроллером или набором контроллеров для реализации конкретных функций, отвечающих требованиям сетевой инфраструктуры. В конечном счёте на этом уровне при помощи приложений, служб определяется принципы работы устройств.

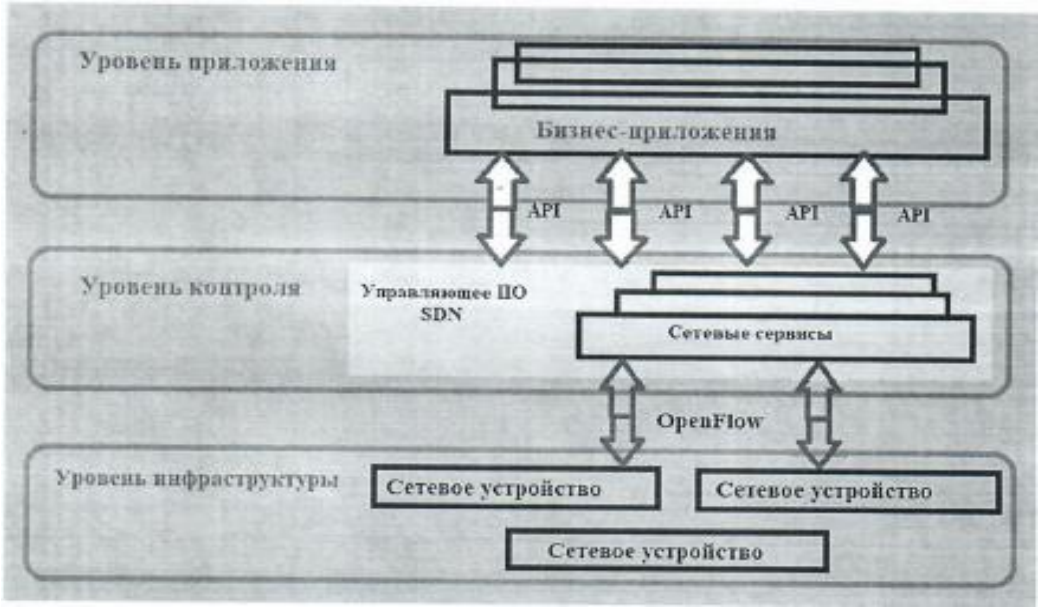


Рис. 1. Уровни SDN сети

Одной из важнейших особенностей сетей SDN является возможность виртуализации. Также возможность применять сетевые политики динамически, что в следствии должно приводить к уменьшению требований вычислительных ресурсов сети. Одним из важнейших элементов сети, который требует максимального внимания со стороны системного администратора является SDN-контроллер. Который, собственно, и отвечает за всю архитектуру сети.

Классификация атак на SDN-сеть:

1) ARP-spoofing (одна из разновидностей атак MITM- man in the middle) заключается в уязвимости протокола ARP. Весь трафик между двумя машинами ретранслируется злоумышленнику.

2) DOS (отказ в обслуживании) в случае SDN сети атака может быть направлена как на сам SDN-контроллер так и на саму сеть. В случае с контроллером при помощи атаки протокол OpenFlow требует от коммутаторов отправки пакетов данных на контроллер. И если в этот момент очередь на вход переполнены, то происходит перенасыщение сети пакетами данных в следствии чего возрастает нагрузка на вычислительные ресурсы сети.

3) TCAM exhaustion (связана с переполнение памяти контроллера). Маршрутизация потоков хранится в памяти контроллера. Злоумышленник отправляет множество запросов в сеть и вынуждает создавать новые правила для потоков, тем самым переполняя память контроллера. Контроллер не запоминает новые правила, пока старые не будут выполнены. За счёт такова типа атаки можно серьёзно затруднить передачу данных между сегментами.

4) Атаки на уровень SDN – целью является API сервера (контроллера). В контроллерах используется один из языков программирования. Тем самым API может содержать уязвимости.

Подводя итоги касательно сетевых атак, можно сказать, что достоинством и недостатком в сетях SDN является централизованное управление сетью. Атакую контроллер можно получить доступ ко всей инфраструктуре сети, в тоже время централизованный контроллер даёт сети максимальную гибкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1) *Черняк, Л.* SDN — первое знакомство [Электронный ресурс] / Л. Черняк // Журнал сетевых решений/LAN. – Электрон.журн. – 2011. Режим доступа: http://www.osp.ru/news/articles/2011/29/13009476/, свободный. Дата обращения: 01.05.2019

2) *Смелянский, Р.* Программно-конфигурируемые сети [Электронный ресурс] / Смелянский Р. // Открытые системы Электрон. дан. – 2012. – Режим доступа: http://www.osp.ru/os/2012/09/13032491/, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения: 07.04.2019

APPLICATION OF SDN TECHNOLOGY OR COMPUTER NETWORK SECURITY

Akhunov A.

gord.gordon@yandex.ru

Supervisor: E. Belashova, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article discusses the technology of SDN. It also describes the principle of operation, namely the levels of SDN and the classification of attacks on the SDN network.

УДК 004.056.53

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ МУП ПАТП №2 ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Володина К.О.
kovolodina@gmail.com
Научный руководитель: Е.С. Белашова, канд. физ.-мат. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье рассматривается обеспечение безопасности предприятия при помощи установки системы видеонаблюдения. Так же проводится анализ выбора аппаратной и программной части системы видеонаблюдения.

В настоящий момент установка и доработка системы видеонаблюдения является приоритетной задачей компаний, в особенности больших предприятий. Несанкционированное проникновение или кража влияет как на финансовую составляющую предприятия, так и на производство в целом. Грамотно проанализировать исходные данные, такие как: квадратура помещений, имеющиеся оборудование, обслуживающий персонал, выявить уязвимости и возможные угрозы, а также предложить решения по ликвидации выявленных уязвимостей и угроз – основная задача специалиста. Также необходимо оценить рентабельность и эффективность предложенных решений по усовершенствованию и установке системы. А так как количество угроз кражи и несанкционированных проникновений постоянно растет, то постоянный анализ и своевременная модернизация системы является перманентными событиями.

Защита предприятия должна включать в себя физические, внутренние, информационные, технические и экономические компоненты. Все эти комплексы должны быть тесно связаны и дополнены друг другом. Обеспечение безопасности способствует защите от несанкционированного проникновения, своевременное реагирование на внештатные ситуации, выявление неправомерных действий персонала. В настоящее время выделяют следующие построение системы безопасности:

- Охранная сигнализация;
- Противопожарная сигнализация;
- Видеонаблюдение;
- Система контроля и управления доступом;
- Механизмы защиты информационной безопасности.

В данной статье рассматривается обеспечение безопасности предприятия при помощи установки системы видеонаблюдения.

Рассмотрим план расстановки автобусов. Как видно на плане, предприятие состоит из нескольких зданий: АЗС, КПП, АБК, ремонтной зоны, зоны диагностики, шиномонтажной зоны, молярной зоны, зоны автомойки, а так же открытой зоны парковки.

На данном предприятии уже имеется система видеонаблюдения, однако не все части предприятия одинаково хорошо защищены. С помощью программного обеспечения «IP Video System Design Tool» были выявлены зоны, на которых требуется установить видеокамеры, так как через эти зоны злоумышленник с легкостью может проникнуть на предприятие.

Подведя итоги исследования по окончанию работы с IP Video System Design Tool заметим, что зоны: Бокс №2, АЗС, КПП, АБК, ремонтная зона, зона диагностики, шиномонтажная зона, молярная зона и зона мойки достаточно хорошо оснащены. В данных помещениях отсутствуют слепые зоны, и используемое видеооборудование покрывает всю зону видимости, а так же, хорошо распознаются лица сотрудников и автомобильные номерные знаки.

Однако заметим, что зона открытой парковки №1, бокс 1 и бокс 3 вообще не имеют системы видеонаблюдения и не просматриваются камерами других зон. Так же видно, что

зона открытой парковки 2 имеет «слепые» зоны, и имеющееся оборудование не в полной мере отображает номерные автомобильные знаки и лица сотрудников.

Для того, что защитить данное предприятие в полной мере, необходимо установить такую охранную систему видеонаблюдения, которая соответствовала бы техническим требованиям помещений, а так же была рентабельна для производства.

На сегодняшний день существует огромное количество систем видеонаблюдения, и выбрать наиболее эффективную и рентабельную систему является задачей компетентного специалиста. Система видеонаблюдения состоит из аппаратной и программной частей. Обе эти системы должны работать слаженно, тем самым обеспечивая полный комплекс защиты [1].

Современные программные комплексы для системы видеонаблюдения позволяют централизовано управлять системой, используя при этом различные Интернет протоколы. Передача видео может осуществляться различными способами, через сеть или же напрямую на монитор охраны. Данные программы делятся по способу применения для различных операционных систем, то есть на мобильные устройства и компьютерные. В основном такие ПО создаются для: ОС Windows, Linux, MacOS, Android, iOS.

Так же существует еще один фактор разделения данных программ, это разделение по производству данных программ. Они разделяются на независимое программное обеспечение сторонних разработчиков и программное обеспечение, создаваемое для определенных марок видеооборудования [2].

Еще одним способом разделения считается разделение на платные и бесплатные ПО. Некоторые бесплатные компьютерные операционные системы обладают скудным функционалом, которого недостаточно для работы с большим количеством видеокамер. И наоборот, некоторые платные ПО обладают скудным функционалом и не стоят тех средств, которые на них затрачиваются.

Аппаратная часть системы видеонаблюдения состоит из выбора видеокамер, а так же видеорегистратора, для записи видеонаблюдения [1]. Рассмотрим критерии выбора видеокамер:

1. аналоговые или цифровые видеокамеры;
2. где будут установлены видеокамеры (помещение/улица);
3. светочувствительность видеокамер, а так же условия освещения;
4. выбор матрицы (CCD и SMOS);
5. монохромные и цветные видеокамеры;
6. угол обзора и фокусное расстояние;
7. дополнительные функции и возможности [1].

При выборе видеорегистратора, следует обратить внимание на:

1. совместимость технологий;
2. разрешение видеорегистратора;
3. скорость записи;
4. формат сжатия и дополнительные функции [1].

После того, как мы проанализировали все видеокамеры, делаем вывод, что для открытой зоны парковки отлично подойдет видеокамера ISON AHD50S-RD. Данная видеокамера имеет достаточно хорошее и качественное изображение, при увеличении которого можно будет с лёгкостью распознать преступника или автомобильные номера, у нее достаточный угол обзора, который будет обхватывать большую часть территории, нежели другие видеокамеры, достаточный уровень светочувствительности. Так же, видеокамера оснащена металлическим, пылевлагостойким корпусом, имеет функции датчика движения, что облегчит работу охране.

Для обеспечения безопасности в боксах, лучше выбрать видеокамеру POE IP200SL20HPOEXM. Эта видеокамера имеет так же хорошее качество изображения, и большой угол обзора. Так как в боксах есть ограничения по высоте установки, эта

видеокамера сможет охватить большую площадь, нежели другие видеокамеры. Есть так же большой спектр функций, полезный для производства.

На предприятии МУП ПАТП №2 уже имеются видеорегистраторы RVi-R16LB-PRO. Данное устройство гибридное, поэтому прекрасно подойдет под систему, где используются видеокамеры с различными технологиями. Разрешение у данного регистратора 1080p, поэтому изображения будет передаваться без потерь качества. К данному видеорегистратору может подключиться 20 IP видеокамер и 14 аналоговых видеокамер. Так же данный видеорегистратор имеет разъем для аудиовходов (аудиовыходов), для подключения тревожных событий. Имеется формат сжатия H.264.

После того, как аппаратные и программные части системы видеонаблюдения выбраны, данные передаются монтажной организации, которая в дальнейшем займется реализацией данного проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ворона В.А., Тихонов В.А*. «Технические средства наблюдения в охране объектов» М.: «Горячая линия - Телеком», 2011. – 184 с.: ил.;

2. *Владо Дамьяновски* «Библия видеонаблюдения-3» М.: «Секьюрити Фокус», 2018. – 470 с.: ил. (Серия «Энциклопедия безопасности»).

SECURITY ENTERPRISE MUP PATP №2
WITH THE HELP OF VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM

Volodina K.
kovolodina@gmail.com
Supervisor: E. Belashova, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article discusses the security of the enterprise by installing a video surveillance system, as well as, in this article analysis of the choice of hardware and software of the video surveillance system is performed.

УДК 621.22-253

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ЛОПАСТЕЙ

Габдулхакова Э.Х., Салахов Р.Р., Ермаков А.М.
elvira-khalitovna@yandex.ru
Научный руководитель: Р.Р. Салахов, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе исследуется влияние геометрии лопастей рабочих колес на производительность и эффективность центробежного водяного насоса системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Методом численного моделирования были испытаны три вида геометрии лопастей, отличающихся между собой длиной лопастей и их количеством. В результате CFD расчета были получены гидравлические характеристики, КПД, поля давлений и линии тока для каждого из видов колес, которые показали, что оптимальным решением является колесо с меньшей длиной и увеличенным количеством лопастей.

Центробежный насос является широко использующимся устройством в различных отраслях жизнедеятельности человека, функцией которого является преобразование механической энергии, получаемой от двигателя, в энергию потока жидкости. Одно из значимых применений для такого насоса установились в системах охлаждения двигателях внутреннего сгорания (ДВС), где необходимо обеспечивать постоянную циркуляцию охлаждающей жидкости по каналам. Поддержание необходимого расхода через каналы

системы охлаждения двигателя во многом зависит от конструкции рабочего колеса, а именно от геометрии лопастей. На эффективность насоса оказывают влияние угол входа и выхода, длины, количества лопастей [1].

Для проверки рассчитанной геометрии рабочего колеса водяного насоса на этапе проектирования широко используются численные методы исследования, позволяющие на основе оценки результатов расчета вносить поправки в геометрию без проведения натурных испытаний [2-4].

Целью данной работы является сравнительный анализ влияния геометрии лопастей на гидравлические характеристики, КПД, структуру потока водяного насоса системы охлаждения ДВС при помощи CFD вычислений.

В данной работе рассматриваются три модели рабочего колеса водяной помпы ДВС с одинаковым профилем лопатки, но отличающимися числом и длиной лопастей (рис.1). Колесо Е1 является базой для Е2 и Е3. В колесе Е2 относительно Е1 увеличена длина лопасти, а в Е3 уменьшена длина лопастей и увеличено их количество.

а) б) в)

Рис. 1. Исследуемые рабочие колеса – а) Е 1, б) Е 2, в) Е 3

Для проведения численного расчёта смоделированы вычислительные области для каждой из колес при помощи CAD программы (рис. 2). Далее на основе вычислительных областей в сеточном генераторе построены сеточные модели из тетраэдральных и призматических элементов.

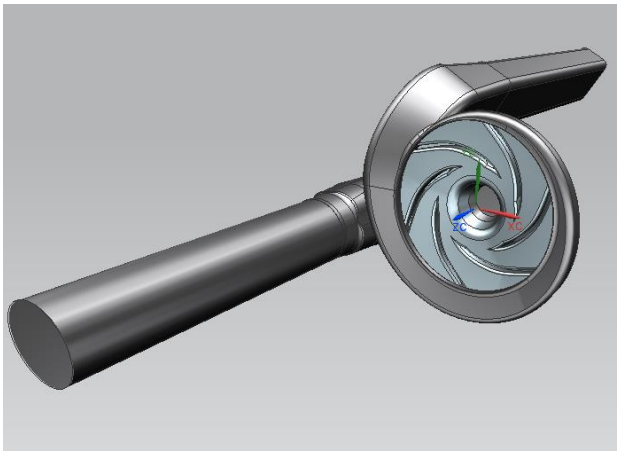


Рис. 2. Расчетная область водяного насоса с колесом

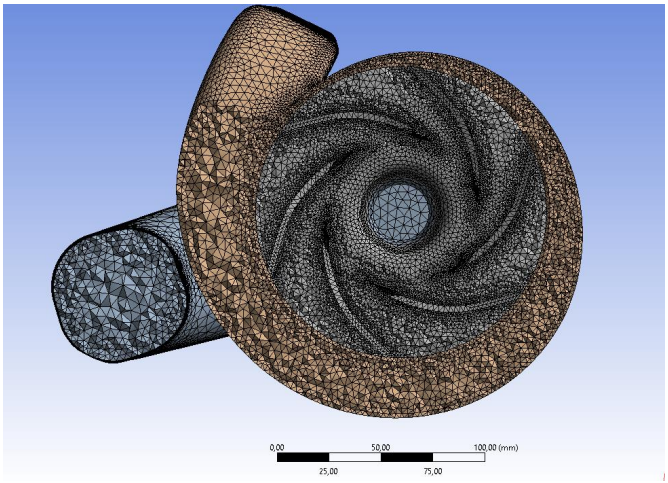


Рис. 3. Сеточная модель для колеса Е1

Для каждого из расчетных моделей были применены следующие граничные условия:

- Рабочее тело – вода;
- Давление окружающей среды 101325 Па;
- Температура воды 25° С;
- Объемный расход воды на выходе, соответствующий режиму работы помпы;

- на входе атмосферное давление;
- Угловая скорость вращения домена ротора устанавливается равной соответствующему расчетному режиму;

Исследование проводилось для следующих режимов работы:

- частота вращения 1370, 1827, 2732, 3373, 3825, 4548 обороты/мин;
- подача от 80 до 760 л/мин.

Численным моделированием определены интегральные гидродинамические параметры водяного насоса при различном режиме его работы: напорная характеристика (рис. 4), КПД (рис. 5), линии тока воды в помпе (рис. 7), поля давлений (рис.6).

Анализ напорных характеристик колеса показал превосходство колеса Е2 во всех режимах кроме n=4548 об/мин.

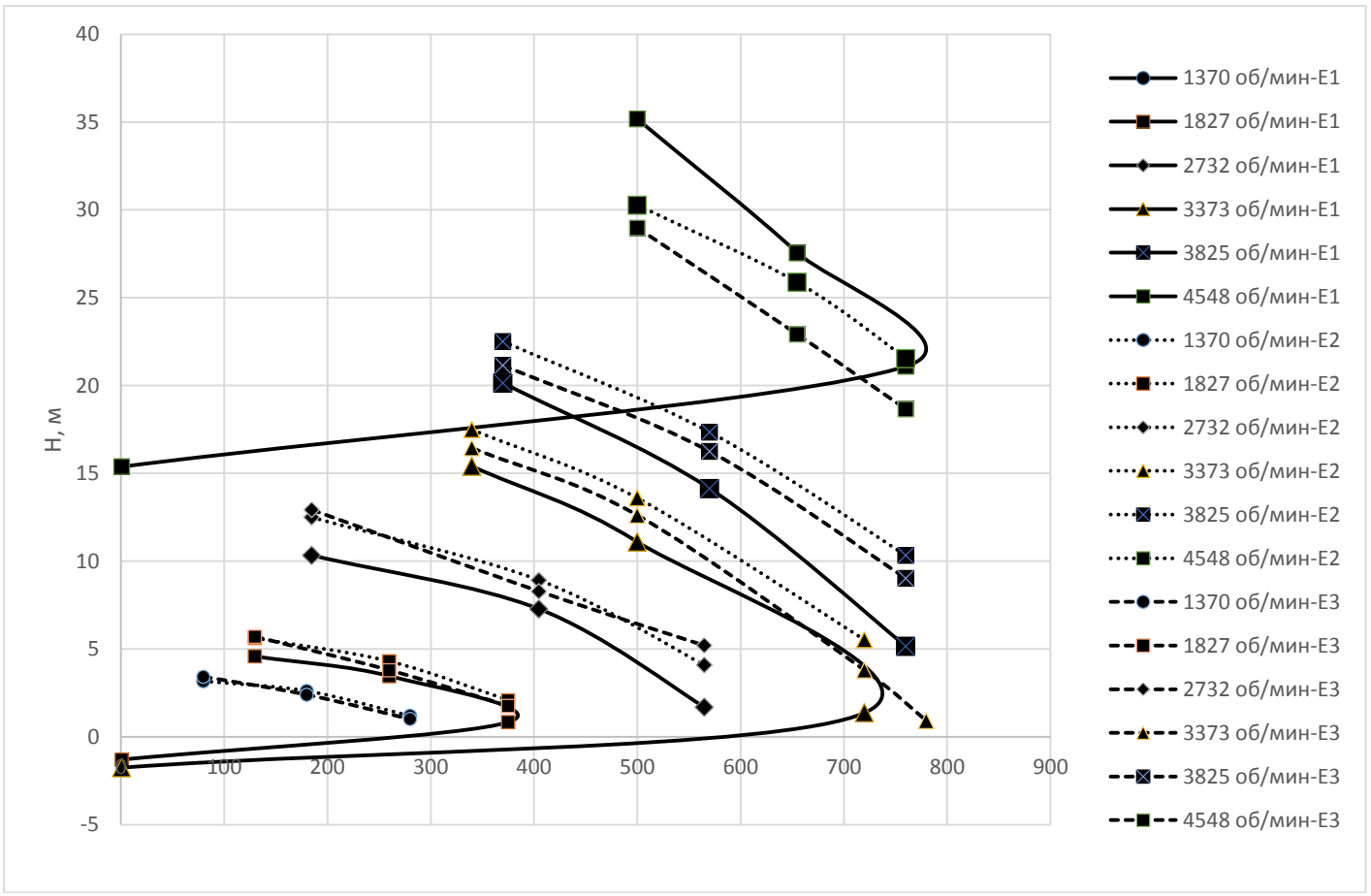


Рис. 4. Сравнение напорных характеристик

По анализу производительности можно сделать следующий вывод: на низких и средних оборотах большей эффективностью обладают насосы с колесами Е2 иЕ3, на высоких оборотах наибольшей производительностью обладает насос с крыльчаткой Е1, это связано с коэффициентом быстроходности колес, при малом количестве лопастей быстроходность должна быть больше для повышения их эффективности. Оптимальным для данного размера является крыльчатка Е2.

По эффективности на режиме 2732 об/мин явным преимуществом обладают насосы Е2 и Е3 (рис. 5)

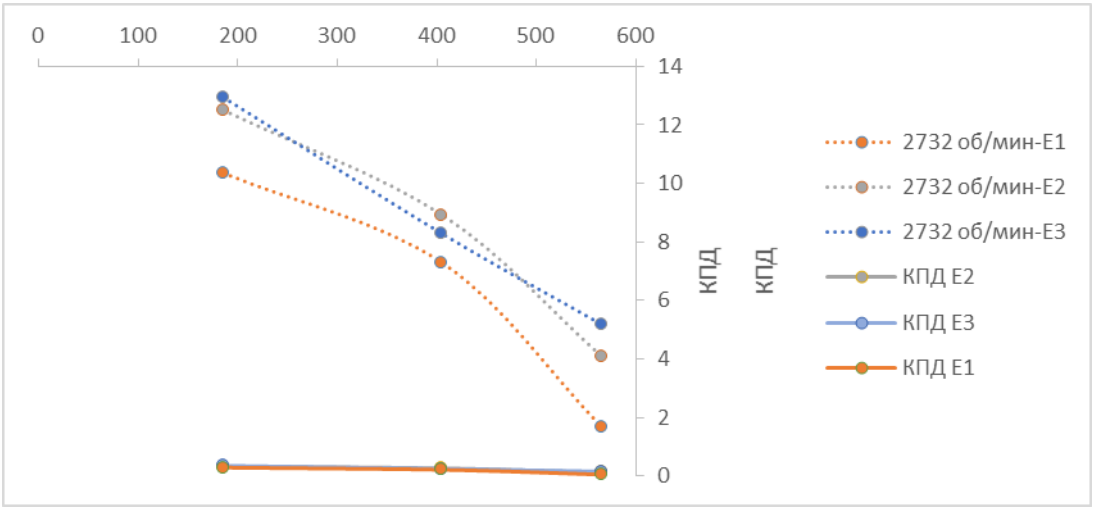
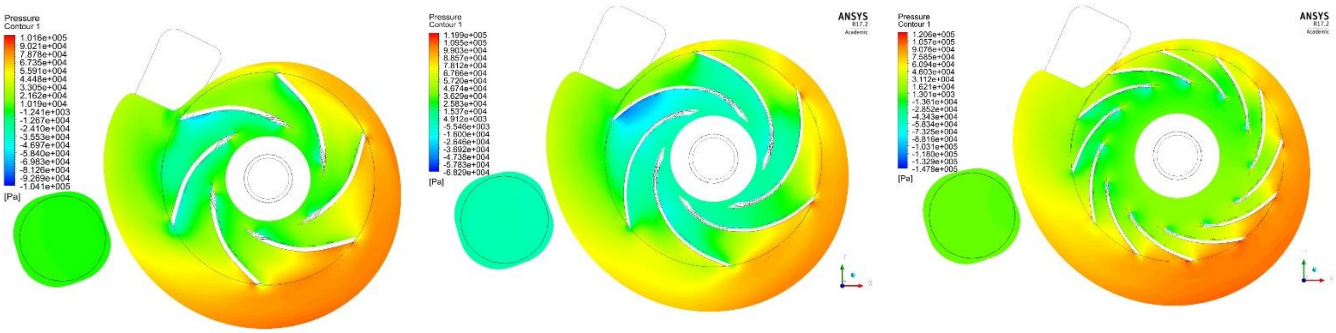


Рис. 5. Сравнение напорной характеристики и КПД рабочих колес для режима 2732 об/мин

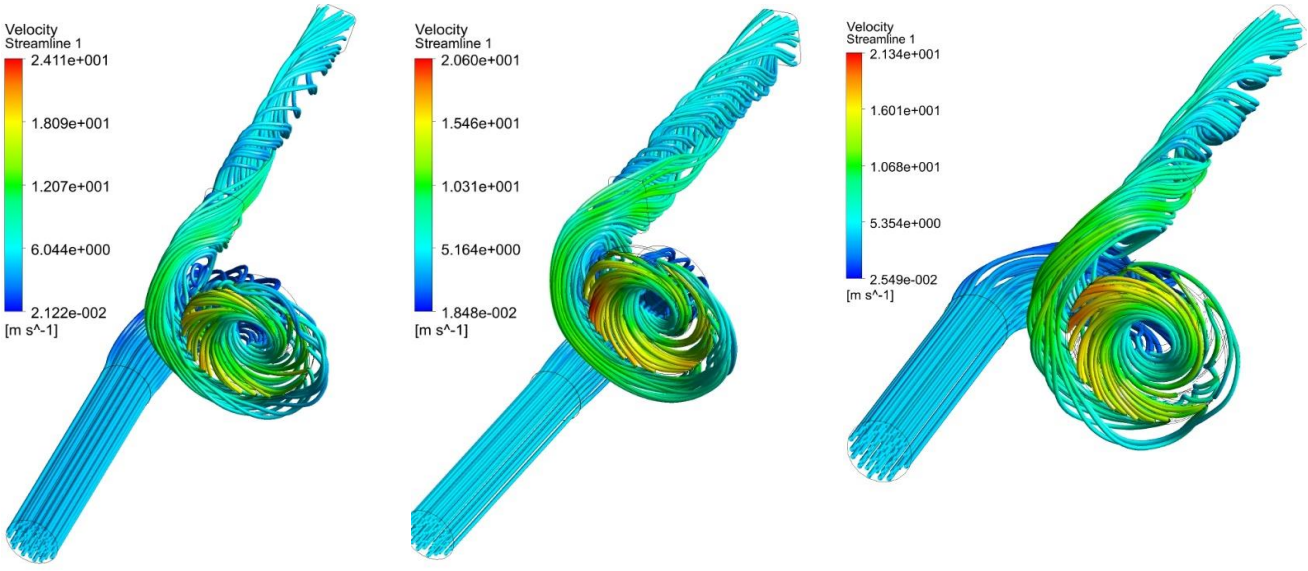
При анализе полей давления (рис. 6) в сечении насосов, можно увидеть значительное разряжение на прототипе Е2 и небольшое разряжение на Е1. Поле давлений колеса Е3 является однородным.



а) б) в)

Рис. 6. Поле давлений в сечении водяного насоса с рабочими колесами: а) Е1, б) Е2, в) Е3

На рис.7 показаны линии тока, по которым видно, что в насосе с колесом Е1 наблюдается более равномерная скорость, в насосе с колесом Е2 можно рассмотреть резкий скачек скорости, что может говорить о наличии вихрей.



а) б) в)

Рис. 7. Линии тока водяного насоса с рабочим колесом: а) Е1, б) Е2, в) Е3

Комплексный анализ колес с различной длиной и количеством лопастей по гидравлическим характеристикам, КПД, структуре потока и полю давлений показал преимущество колеса Е2 по напору и КПД, однако удлинение лопасти негативно отразилось на структуре потока – имеется зона разряжения, вихрей, что в дальнейшем может негативно отразиться на сроке службы колеса. Наихудшие показатели по гидравлическим характеристикам и КПД у колеса Е1, однако структура потока лучше относительно Е2. Колесо Е3 имеет хорошие гидродинамические характеристики, самую равномерную структуру потока и поле давлений и таким образом является оптимальным вариантом среди рассматриваемых колес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ломакин А.А.* Центробежные и осевые насосы // 2-е изд. перераб. и доп. - М.-Л.:Машиностроение, 1966. - 364 с.

2. *Гуреев В.М., Салахов Р.Р., Фаляхов М.А., Кудусов Д.И., Бурлаков В.В.* Разработка, исследование и изготовление рабочих колес центробежного насоса// Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2016. №1. С. 64-70.

3. *Салахов Р.Р., Кудусов Д.И., Габдулхакова Э.Х., Гуреев В.М., Салахов И.Р*. Численное исследование характеристик рабочего колеса водяного насоса двигателя КАМАЗ// Вестник Каз. гос. тех. ун -та им. А.Н. Туполева. 2016. Т 72. №2. С. 45-52.

4. *J. F. Zhang, X. Zhang, L. H. Xie.* Study on the influence of blade outlet angle on unsteady flow and structural dynamic characteristics for chemical process pump// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 163 (2018).

RESEARCH THE INFLUENSE OF BLADE GEOMETRY TO CENTRIFUGAL WATER PUMP PERFORMANCE AND EFFICIENCY

Gabdulkhakova E., Salakhov R., Ermakov A.

elvira-khalitovna@yandex.ru

Scientific adviser: R. Salakhov, Candidate of Technical Sciences

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In this paper, the influence impeller blades geometry on the centrifugal water pump of an internal combustion engine (ICE) cooling system performance and efficiency was studied. Three types of the blade geometry differing in blade length and number were tested using a numerical simulation method. As a result of CFD calculation, hydraulic characteristics, efficiency, pressure fields and streamlines for each of the wheel types were obtained. According the numerical outputs, the best solution is a wheel with shorter length and an increased number of blades.

УДК 004.93

РАЗРАБОТКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ГЕНЕРАЦИИ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ НА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРАХ

Данилов А.Р.

albert95danilov@gmail.com

Научный руководитель: Р.Ф. Гибадуллин, канд. техн. наук

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В этой статье предлагается гибридная система для распараллеливания RSA для многоядерных процессоров и многоядерных графических процессоров с переменным размером ключа. При этом реализовано три варианта реализации алгоритма RSA, чтобы упростить сравнение производительности с библиотекой Crypto ++ и последовательным аналогом.

Благодаря значительному увеличению вычислительных возможностей современных графических процессоров (GPU) используемых в качестве сопроцессора ЦП, можно

значительно выиграть в скорости если использовать многопоточную обработку данных (SIMT).

Не только многоядерные процессоры, но и мощные видеокарты становятся все более доступными [5]. Графические процессоры (GPU) все чаще используются в качестве мощного ускорителя вычислений в некоторых приложениях с высокими вычислительными требованиями из-за их гибкости и умеренной стоимости. Существенная разница между процессорами и графическими процессорами заключается в том, как транзисторы расположены в процессоре. Процессоры используют большие части области чипа для кэширования; в то время как графические процессоры используют большую часть области для арифметических логических единиц (ALU).

Текущие тенденции в компьютерном обществе - распараллеливание последовательных алгоритмов для ускорения. Однако такое распараллеливание является сложным процессом. Таким вызовом, эта статья предлагает гибридную систему для распараллеливания RSA для многоядерных процессоров и многоядерных графических процессоров.

Результаты международных исследований

В последнее время многие приложения используют GPU в качестве реальной платформы для достижения эффективного ускорения. Для ускорения шифрования/дешифрования RSA в нескольких исследованиях использовалась поддержка графических процессоров.

Мосс с соавторами представил первую реализацию графического процессора примитива с открытым ключом, который выполнил реализацию 1024-битного возведения в степень в GPU NVIDIA 7800 GTX с использованием векторной арифметики в системах счисления остатков (RNS), что позволило им извлечь выгоду из мелкозернистых SIMD-параллельных вычислений с плавающей запятой. Их результаты не были многообещающими, поскольку к тому времени они были ограничены устаревшей архитектурой и интерфейсом графического процессора.

Харрисон и Уолдрон представили высокопроизводительную модульную модель RSA 1024 бит, работающую на NVIDIA 8800 GTX, которая была установлена на целых числах, представленных в стандартной системе radix и RNS, где они получили пиковую пропускную способность 0,18 мс / с, что дает улучшение в 4 раза по сравнению с эквивалентная реализация процессора.

Алгоритм RSA

Алгоритм RSA, изобретенный Ривестом, Шамиром и Адельманом в 1978 году, является одним из известных алгоритмов криптографии с открытым ключом. Подходит для шифрования и цифровой подписи. RSA является наиболее широко используемым алгоритмом в интернет-безопасности. На самом деле безопасность в интернете существенно зависит от свойств безопасности криптосистемы RSA. Безопасность зависит от неразрешимости проблемы целочисленной факторизации и считается уязвимой при наличии достаточно длинных ключей, таких как 1024 бита или более. Алгоритм RSA состоит из трех этапов, которые включают генерацию ключа, шифрование и дешифрование. Он состоит из открытых и закрытых ключей. Сообщения, зашифрованные с помощью открытого ключа, могут быть расшифрованы только с помощью закрытых.

Алгоритм RSA можно обобщить в следующих шагах:

Шаг 1: Сгенерируйте случайным образом два больших простых p и q примерно одинакового размера, но не слишком близких друг к другу. Которые держатся в секрете.

Шаг 2: Рассчитайте модуль n = p * q. и рассчитать: φ (n) = (p-1) (q-1); Где φ (n) представляет функцию Эйлера.

Шаг 3: Выберите случайный показатель шифрования e, меньший, чем n, такой, что GCD (φ (n), e) = 1, 1 <e <φ (n).

Шаг 4: Рассчитайте показатель степени дешифрования d, используя Расширенный Алгоритм Евклида: d. e = 1 mod φ (n). Который d является мультипликативным обратным к e по модулю φ (n).

Шаг 5: Функция шифрования: E (M) = M e mod n.

Шаг 6: Функция дешифрования: D (C) = Cd mod n.

Шаг 7: Ключи RSA: Открытый ключ (n, e) и закрытый ключ (p, q, d).

Реализация алгоритма RSA

Алгоритм RSA состоит из трех основных этапов: ключ, а именно: генерация, шифрование и дешифрование. Для представления таких больших чисел, как 1024 бита и выше, используется класс Biginteger; поэтому ключи генерируются в соответствии с шагом, указанным в разделе 3.

• Public key {e,n}

```
public struct RSA_Public_Key
{
public BigInteger n;
public BigInteger e;
}
```

• Privte key

```
Public struct RSA_Secret_Key
{
public BigInteger n;
public BigInteger d;
public BigInteger p;
public BigInteger q;
}
```

Процессор осуществляет генерацию ключей. Процессы шифрования и дешифрования организованы следующими четырьмя способами:

1. Стандартная известная библиотека, которая эффективно выполняет алгоритм RSA; Была реализована библиотека Crypto ++, которая использует стандартный размер ключа 1024 бита.

2. Последовательная реализация алгоритма RSA выполняется на ЦПУ путем реализации алгоритма Монтгомери.

3. Параллельная реализация RSA, выполняемая на многоядерном процессоре.

4. Параллельная реализация RSA выполняется на многоядерном GPU.

На уровне потока открытый текст или зашифрованный текст делятся на несколько частей одинаковой длины, для каждой части будет выполняться одинаковая операция шифрования или дешифрования, затем процесс шифрования и дешифрования может выполняться с несколькими потоками, каждому потоку нужно только получить элементы, которые ему назначены, и запустить ту же функцию шифрования или дешифрования для этих элементов (в данном случае алгоритм Монтгомери). Другими словами, каждый поток может самостоятельно возвести модульное возведение в степень.

Алгоритм 1. Последовательная реализация RSA на CPU

Шаг 1. Создайте ключи, как указано в разделе 3.

• Public key {e,n}

```
public struct
RSA_Public_Key
```

• Private key {d,p,q}

```
public struct
RSA_Secret_Key
```

Шаг 2: Вставьте текст, который будет зашифрован из файла или введите его.

Шаг 3: Отправьте данные в цикл for для шифрования

```
For (int i = 0; i < list_source.Count; i++)
{    var item = new {Id = i, Data = list source[i]}  };
```

Шаг 4. Процесс шифрования выполняется с использованием общедоступного шифрования

(Big Integer biPlain, RSA_Public_Key rpkKey)

Алгоритм 2. Параллельная реализация RSA на многоядерном процессоре

Шаг 1. Создайте ключи, как указано в разделе 3.

- Public key {e,n}
public struct
RSA_Public_Key

- Private key {d,p,q}
public struct
RSA_Secret_Key

Шаг 2: Вставьте текст, который будет зашифрован из файла или введите его.

Шаг 3: Создайте пул потоков

ThreadStartsList = new List<ParametrizedThreadStart> ();

Шаг 4: Каждый поток получит часть данных для реализации шифрования.

```
For (int i = 0; i < list_source.Count; i++)
 {
ParameterizedThreadStart ts = delegate (object o);
{doEncrypt ((ThreadParameters)o); };
threadStartsList.Add(ts);
}
```

Шаг 5: Процесс шифрования может быть выполнен с помощью:

Public Encrypt (BigInteger biPlain, RSA_Public_Key rpkKey)

Алгоритм 3: Параллельная реализация RSA на многоядерном GPU

Шаг 1. Создайте ключи, как указано в разделе 3.

- Public key {e,n}
public struct
RSA_Public_Key

- Private key {d,p,q}
public struct
RSA_Secret_Key

Шаг 2: Вставьте текст, который будет зашифрован из файла или введите его.

Шаг 3: Установите параметры запуска ядра (Установите размер сетки / блока для выполнения GPU)

```
Launcher.SetGridSize (512);
Launcher.SetBlockSize (128);
```

Шаг 4: Вызов метода ядра (ядра GPU)

```
    Reduce_GPU (A, n, m, mPrime);
```

Шаг 5: Получить идентификатор потока и общее количество потоков.

```
    Int ThreadId = BlockDimension.X * Blo ckIndex.X + ThreadIndex.X;
Int TotalThreads = BlockDimension.X * GridDimension.X;
```

Следует отметить, что предложенные варианты реализации реализованы с использованием языка программирования C# и инфраструктуры GPU.net.

Оценка эффективности

Чтобы сравнить выигрыш в ускорении распараллеливания RSA в многоядерных вычислительных средах и графических процессорах с библиотекой Crypto ++ и Sequential Montgomery, проводится серия экспериментальных групп. Коэффициент ускорения - это показатель, который отражает сравнительное преимущество параллельного решения вычислительной задачи. Коэффициент ускорения параллельных вычислений, работающих на p-процессорах, определяется как следующее соотношение:

$$S_p = \frac{Ts}{Tp} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textit{(eq. 1)}$$

где T_s - время выполнения, необходимое для выполнения вычисления на одном процессоре, а T_p - время выполнения, необходимое для выполнения того же вычисления с использованием p-процессоров.

Еще два важных аспекта следует учитывать задержку и пропускную способность. Задержка - это время, затрачиваемое на обработку отдельного элемента данных посредством обработки, тогда как пропускная способность - это общее количество обработанных данных, которые происходят за определенный промежуток времени.

Тестовые группы определяются следующим образом:

Группа 1: размер сообщения фиксирован до 760 бит, который зашифрован и дешифрован с различным размером ключа от 768 до 8192 бит.

Группа 2: входные сообщения различаются по размеру, что удобно для размера ключа шифрования (на один байт меньше, чем размер модуля).

Группа 3: изменение размера блока, кратного размеру сообщения, с шагом от 50 до 600.

Здесь мы более заинтересованы в определении ускорения с точки зрения пропускной способности.

Эксперимент проводился на ноутбуке со следующей спецификацией:

- Процессор: Intel Core I7-2670QM с тактовой частотой 2,20 ГГц.
- Оперативная память: 12,0 ГБ.
- GPU: NVIDIA GeForce GT630M состоит из 96 ядер.
- Система: Windows 7 Home Premium.

Результаты группы 1 сведены в таблицах 1 и 2. Результаты группы 2 сведены в таблицах 3 и 4. Из таблицы 1 видно, что нет существенной разницы во времени выполнения между библиотекой Crypto ++ и нашей последовательной реализацией. Чтобы обеспечить справедливую скорость параллельной реализации, мы рассматриваем последовательное время нашей последовательной версии. Что касается времени выполнения, показанного в таблице 1 и таблице 3, видно, что реализация GPU начинает работать быстрее, чем две другие реализации, когда размер ключа составляет 3072 бита и выше.

Таблица 1

Время выполнения (задержка) в миллисекундах для шифрования длиной сообщения 760 бит с изменяемым размером ключа

Размер ключа в битах	Crypto ++	Последовательный процессор	Многопоточный процессор	Ядра GPU
768	---	0.125	0.95	1.23
1024	0.500	0.145	0.98	0.99
2048	---	0.57	1.33	0.95
3072	---	0.93	1.52	0.91
4096	---	1.67	1.88	1.06
6144	---	4.15	3.24	2.04
8192	---	6.08	4.2	2.015

Таблица 2

Время выполнения (задержка) в миллисекундах для расшифровки длины сообщения 760 бит с изменяемым размером ключа

Размер ключа в битах	Crypto ++	Последовательный процессор	Многопоточный процессор	Ядра GPU
768	---	5.14	5.35	2.33
1024	7.0	8.94	7.78	2.67
2048	---	76.315	38.553	9.35
3072	---	251.012	73.875	23.52
4096	---	412.223	141.024	41.48
6144	---	1726.468	370.105	94.25
8192	---	2663.202	725.21	203.2

Из Таблицы 2 и Таблицы 4 видно, что время, необходимое для расшифровки сообщения, превышает время, необходимое для его шифрования; это связано с тем, что открытый показатель e берется меньшим, чем частный показатель. Поскольку время выполнения GPU

превышает два других для всех размеров ключа; также можно сделать вывод, что графический процессор более мощный в тяжелых вычислениях.

Таблица 3

Время выполнения в (Миллисекундах) для шифрования с различными размерами ключа

Размер ключа в битах	Последовательный процессор	Многопоточный процессор	Ядра GPU
768	0.65	0.78	1.13
1024	0.84	0.88	1.22
2048	1.13	2.7	2.0
3072	3.05	4.41	2.55
4096	6.7	6.34	4.59
6144	24.735	12.62	8.58
8192	46.034	20.232	11.81

Заключение

В этой статье предложены три варианта реализации модульного возведения в степень с использованием алгоритма Монтгомери, который является важной вычислительной операцией в криптосистемах, таких как RSA; эксперименты проводятся на ноутбуке с процессором Intel Core I7-2670QM, процессором 2,20 ГГц и графическим процессором Nvidia GeForce GT630M.

Внедрение GPU увеличило коэффициент ускорения примерно на 23 по сравнению с последовательной реализацией CPU; в то время как реализация многопоточного ЦП получила только 6-кратный коэффициент ускорения по сравнению с последовательной реализацией ЦП.

Кроме того, дополнительное ускорение может быть достигнуто в отношении пропускной способности; пропускная способность, полученная для 1024 битов, составляет 1800 сообщ./с; для 2048 битов это 250 сообщ./с.

Результаты показывают, что GPU подходит для ускорения алгоритма RSA.

В будущей работе мы сосредоточимся на реализации другого криптографического алгоритма, такого как эллиптическая кривая.

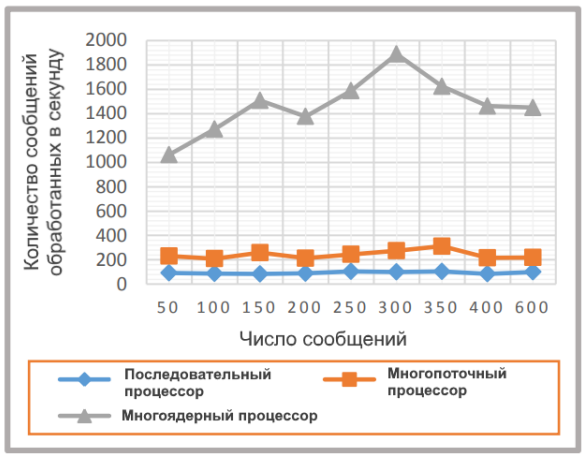


Рис. 1. Пропускная способность 1024 бит

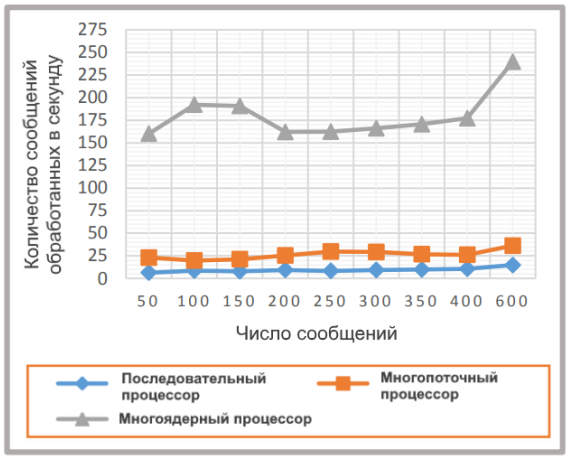


Рис. 2. Пропускная способность 2048 бит

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Damrudi, M. and Ithnin, N.* "State of the Art Practical Parallel Cryptographic Approaches", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 5, No.7, pp. 660-677, (2011).

2. *Rasool, S.; Qyser, A.; Rizwanullah, M. and Ghori, M.* "Secure Data Transmission over Networks", Asian Journal of Computer Science and Information Technology, Vol. 2, No. 8, pp. 257– 261, (2012).

3. *Huang, Z. and Li, S* "Design and Implementation of a Low Power RSA Process for Smartcard", International Journal of Modern Education and Computer Science, Vol. 3, No.3, pp. 8-14, (2011).

4. *Sepahvandi, S.; Hosseinzadeh, M.; Navi, K. and Jalali, A.* "An Improved Exponentiation Algorithm for RSA Cryptosystem", International Conference on Research Challenges in Computer Science, ICRCCS '09, pp.128-132, (2009).

5. *Lara, P.; Borges, F.; Portugal, R. and Nedjah, N.* "Parallel modular exponentiation using load balancing without pre computation", Journal of Computer and System Sciences, Vol.78, No.2, pp. 575–582, (2012).

6. *Гибадуллин Р.Ф.* Развитие единообразного формализма защиты точечных, линейных и площадных объектов картографии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. №2. С.102-107.

7. *Гибадуллин Р.Ф.* Организация защищенной передачи данных в сенсорной сети на базе микроконтроллеров AVR // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С.80-86.

DEVELOPMENT OF PARALLEL ALGORITHM OF DIGITAL SIGNATURE GENERATIONAND ITS REALIZATION ON GRAPHIC PROCESSORS

Danilov A.

Supervisor: R. Gibadullin, PhD

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This article proposes a hybrid system for paralleling RSA for multi-core processors and multi-core graphics processors with variable key sizes. In this case, three variants of implementation of the RSA algorithm are implemented in order to simplify the comparison of performance with the Crypto ++ library and the sequential analogue.

УДК 004.725.5

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОГО И БЕЗОПАСНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРА ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕГО ФИЛИАЛОВ

Деушев А.А.

ktotoad@mail.ru

Научный руководитель: Б.Ф. Эминов, канд. физ.-мат. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Данная работа посвящена расширению и модернизации локальной сети отдела технической поддержки предприятия КАЗ им. С.П. Горбунова филиал ПАО «Туполев». Целью работы является улучшение самой подсети, а также автоматизация рабочих процессов.

Для того чтобы добиться надежного взаимодействия всех элементов сети нужно начинать с самого простого. По своей сути каналы связи - это то, что создаёт связь в локальной сети, то есть обеспечивает соединение передатчика и приёмника. Основная проблема – аддитивный шум.

Влияние шума может быть уменьшено увеличением мощности передаваемого сигнала. То есть в теории передачи информации и цифровой связи исключительно важное значение имеет формула, связывающая максимальную скорость передачи информации C в полосе канала W с отношением сигнал/шум P/N, которую установил Клод Шеннон:

$$C = W \log_2 (1 + \frac{P}{N})$$

где C — это максимальная пропускная способность линии, что измеряется в битах в секунду,

W — ширина полосы пропускания линии, измеряется в герцах,

P — мощность сигнала,

N— мощность шума [1].

Подстав значения в формулу Клода Шеннона можем получить такую зависимость, что приведена на графике (рис. 1).

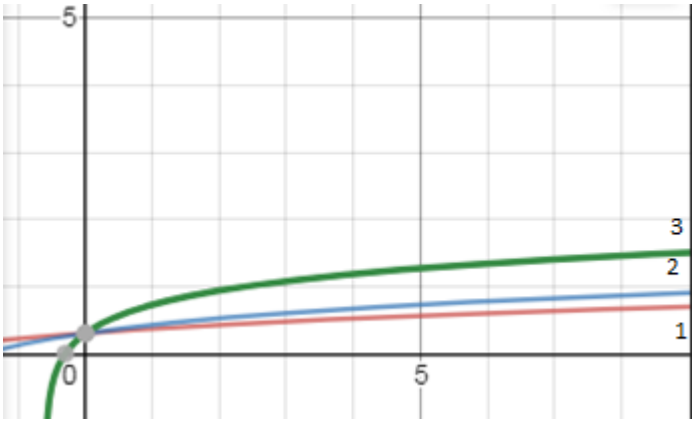


Рис. 1. Графики основной функции и функций с увеличением мощности сигнала в 2 и 10 раз

Как можно увидеть из графиков функций, где график под цифрой 1 является примером со стандартной мощностью сигнала, под цифрой 2 с увеличением мощности в 2 раза, а под номером 3 увеличение уже в 10 раз, повышение мощности сигнала в два раза даёт увеличение пропускной способности примерно на 15%, а из-за увеличения в 10 раз пропускная способность вырастает на 50%.

Тем самым, отчетливо видно, что значительное увеличение мощности сигнала приводит лишь к небольшому увеличению пропускной способности.

Хоть из того же соотношения видно, что и уменьшение шума не сильно повлияет на пропускную способность, но зато это достигается более легким и дешёвым способом, т.е. применением специальных кабелей с хорошими защитными экранами.

Для расширения локальной сети отдела необходимо выполнить ряд задач: выбрать нужную топологию, рассчитать объем трафика, который потребляет отдел, подобрать нужное оборудование.

Для подключения всех устройств самой удобной топологией будет звезда. Ввиду того, что эта топология позволяет легко увеличивать количество новых устройств. Но перед тем, как подключить все устройства в сеть, необходимо узнать, какую нагрузку на неё они окажут.

В ЛВС предприятия используется четвёртая версия интернет протокола. Мы используем сетевой стандарт Ethernet, где максимальная длина фрейма 1518 байт с объёмом полезной информации 1500 байт, а минимальная длина 64 и 46 соответственно, что мы можно подсчитать с помощью примера фрейма (рис. 2) [2]. Далее на третьем уровне сетевой модели OSI определяется путь передачи данных. Таким образом, на сетевом уровне собирается пакет, отправляемый от одного компьютера к другому. Пакет состоит из заголовка и полезной нагрузки. То есть, к 64 или 1518 байтам добавляется ещё 20 байт заголовка ip-пакета.

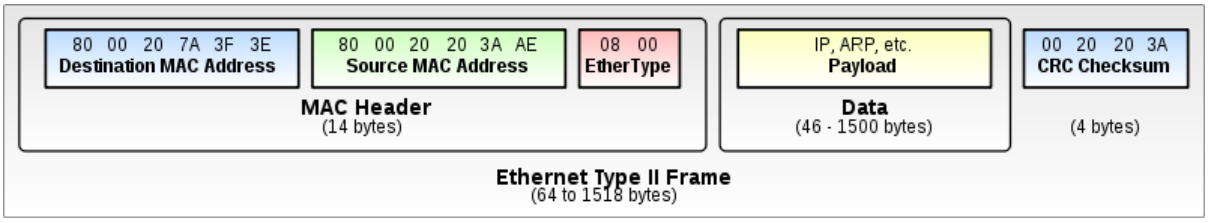


Рис. 2. Пример фрейма

В сети активность пользователей можно поделить на два типа: те, кто занимаются технической поддержкой (удалённое подключение на несколько компьютеров) и те, кто

работает лишь с документами, но, в любом случае, пропускная способность для каждого из них будет высчитываться так:

$$C_{ср} = \frac{C_{сети}}{N}$$

где C_ср – средняя пропускная способность сети,
C_сети – пропускная способность сети,
N – количество пользователей.

Значение пропускной способности сети находится по формуле:

$$C_{сети} = V * I_{полезная} / I$$

где C_сети – пропускная способность сети,
V – скорость передачи информации,
I_полезная – количество бит полезной информации,
I – длина пакета.

При минимальном пакете в битах значения будут следующие: длина фрейма 64 байт – это 512 бит, а количество полезной информации 46 байт – это 368 бит. Для максимальной длины соответственно 12144 и 12000. 20 байт заголовка ip-пакета это 160 бит. Выходит, что пакет максимальной длины это 12304 бит, а минимальный 672 бит. Далее эти формулы пригодятся для нахождения оптимальной скорости передачи данных, но сначала нужно исследовать, что имеется [3].

Была выбрана система мониторинга CommView. Из рисунка 3 видно, что среднее значение хоть и 4 Мбит/с, но потребление трафика может возрасти и до 100 Мбит/с. И таких компьютеров, работа которых связана с обработкой документов и использованием RDP-подключения, всего два. Таким образом, можно сделать вывод, что скорость передачи данных в 1Гбит/с будет достаточно.

На рисунке 4 приведены результаты потребления трафика при работе с один и с тремя компьютерами удалённо. Работа на таких компьютерах заключается в удалённой настройке компьютеров пользователей, т.е. установка программ, подключения принтеров и прочие настройки.

Как видно из рис. 4 передача количество передаваемой информации стабильно держится около у отметки 100Мбит, а загрузка сети выросла до 22%. Такие показатели были при подключении к трём компьютерам, но так как загруженность отдела примерно 300-350 компьютеров на человека их может быть даже более пяти. Так же виден обрыв соединения.

Таким образом, к данной локально-вычислительной сети выдвигаются такие требования:

- Скорость обмена информации не ниже 100Мбит/с
- активное оборудование сети не должно быть загружено более 65%

Обновлённая локальная вычислительная сеть даст возможность увеличить скорость доступа пользователей к серверам с необходимыми данными, передавать и получать всю рабочую информацию без промедления. Это всё в целом, должно привести к повышению эффективности работы в отделе.

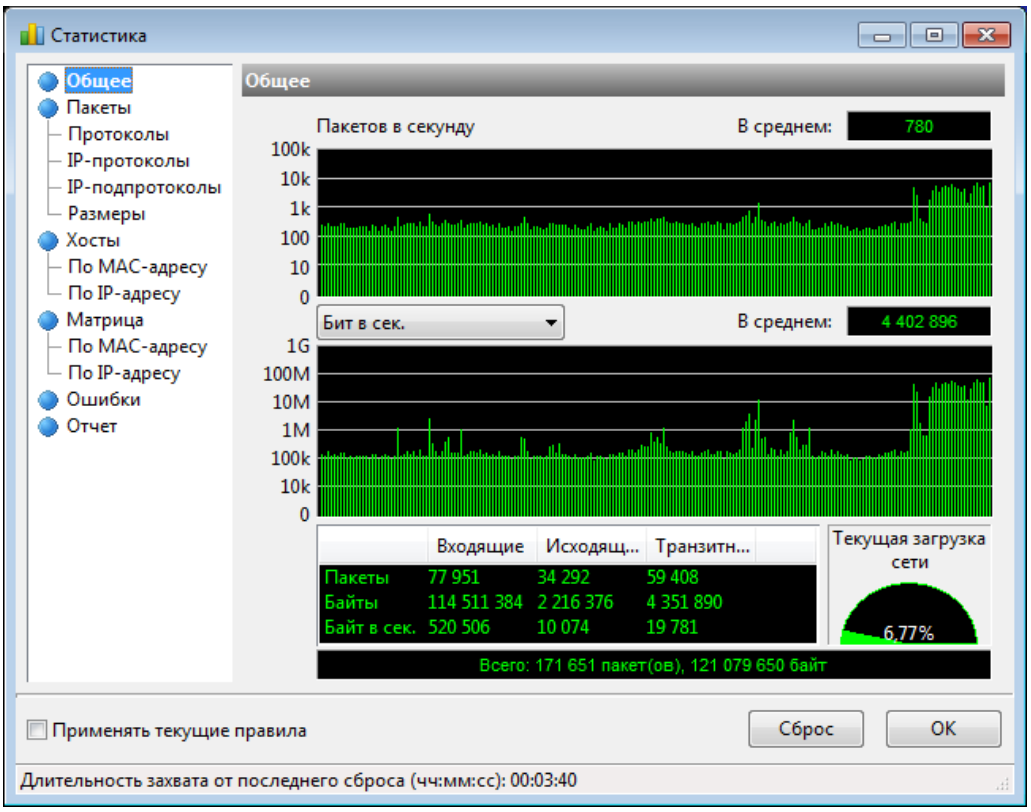


Рис. 3. Анализ трафика

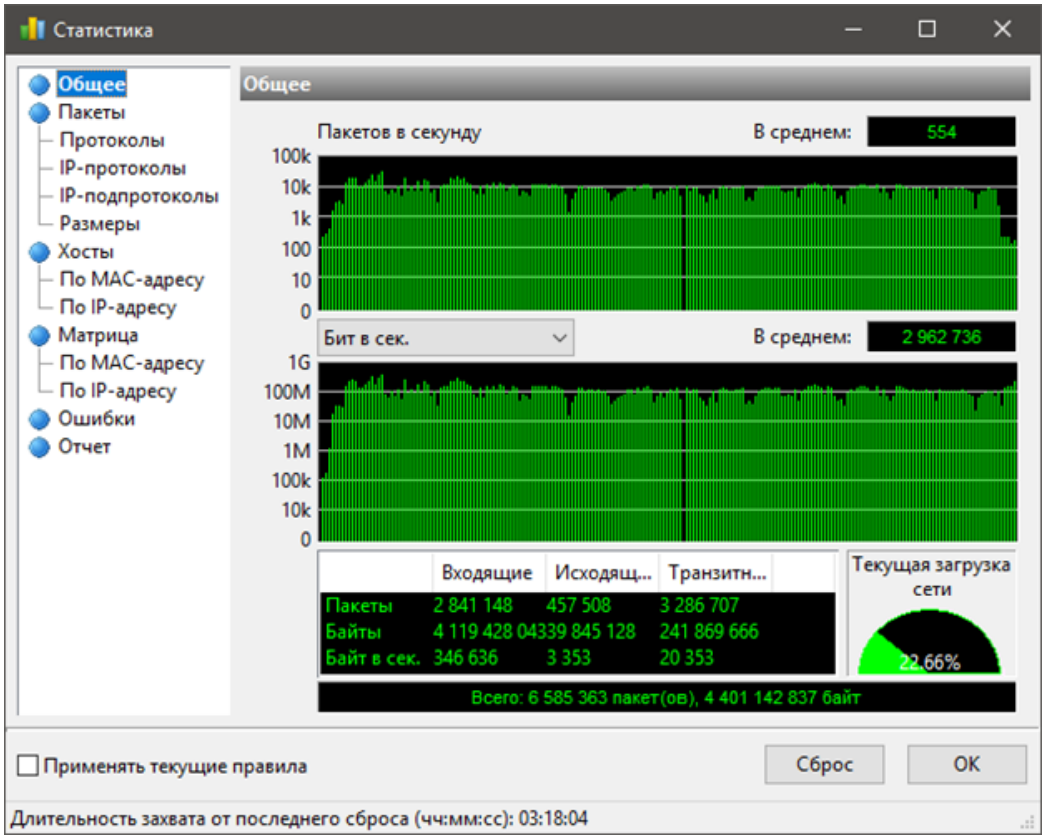


Рис. 4. Анализ трафика

Исследование нагрузки сети компьютеров обоих доменов с учётом их специфики использования показало, что скорости в 100Мбит/с будет мало, поэтому нужно использовать гигабитные коммутаторы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Каналы связи и их характеристики: Научная библиотека. [Электронный ресурс]. 2014. Дата обновления: 07.09.2016. URL: http://sernam.ru/ book_p_net.php?id=5 (дата обращения: 11.05.2019).
2. Роли FSMO: Заметки о Windows. [Электронный ресурс]. 2011. Дата обновления: 26.04.2012. URL: https://windowsnotes.ru/activedirectory/roli-fsmo/ (дата обращения: 21.04.2019).
3. Методы защиты локальной сети: Интернет Контроль Сервер. [Электронный ресурс]. 2012. Дата обновления: 09.05.2017. URL: https://xserver.a-real.ru/support/useful/metody-zashchity-lokalnoy-seti/ (дата обращения: 01.04.2019).

PROCURING SAFE AND SECURE INTERACTIONS COMPANY'S CENTER AND ITS BRANCHES

Deushev A.
ktotoad@mail.ru
Supervisor: B. Eminov, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

This work is about expansion and further modernization of the local network of the technical support department of KAZ them. S.P. Gorbunov branch of PJSC "Tupolev" enterprise. The aim of the work is to improvement of the subnet itself as well as the automate workflows.

УДК 004.7

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕГМЕНТА ЛВС ПРЕДПРИЯТИЯ

Замилов Р.В.
8722@mail.ru
Научный руководитель: И.Р. Чигвинцева
(Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань)

Целью данной работы является развитие информационной инфраструктуры действующего предприятия. Данный решение обеспечит более быстрый обмен информацией по сети, что позволит увеличить продуктивность работы

В современном мире локальная вычислительная сеть (ЛВС) — это неотъемлемая часть любого предприятия. Для действенного решения производственных задач, на сегодняшний день, уже недостаточно простое наличие стационарных компьютеров, на их базе необходимо создавать структуру, которая сможет обеспечить взаимодействие вычислительных систем и их составных частей.

Локальная вычислительная сеть - обеспечивает быстрый и централизованный доступ к информации, дает возможность подключения общего периферийного и иного оборудования, позволяет сотрудникам обмениваться данными, подключаться к сети интернет.

На данный момент любая организация, в которой присутствует более одного компьютера, стремится объединить их в локальную сеть, т.к. это значительно увеличивает возможности коммуникации. Преимущества, получаемые при сетевом объединение компьютеров: разделение ресурсов и данных, многопользовательский режим и разделение программных средств. Целью локальной вычислительной сети является обеспечение пользователям потенциальной возможности совместного использования информационных ресурсов [1].

При необходимости модернизации локальной сети в организации предстоит решение большого комплекса задач, связанных с выбором оборудования, топологии сети, расположения рабочих мест, монтажа и демонтажа сетевого оборудования.

В рамках данной работы стояла задачамодернизировать существующую сетьпередачи данных, являющуюся сегментом вычислительной сети действующего предприятия. На предприятии необходимо обеспечить быструю и надежную работу всех информационных ресурсов, построить 3D модель и план здания с разводкой кабелей, предоставить эмуляцию модели сети. После одобрения выбранной модели необходимо произвести закупку сетевого оборудования, вычислительной и периферийной техники, организовать рабочие места пользователей и произвести монтаж [2].

Необходимость модернизации объясняется тем, что после расширения компании, существующая ЛВС не будет справляться с поставленными ей задачами. В связи с высокой нагрузкой сетевого оборудования происходит потеря части передаваемой информации.

Для того, чтобы произвести построение производительной сети необходимо знать структуру организации, т.к. грамотное расположение рабочих мест поспособствует хорошему качеству связи и взаимодействию между отделами.

Топология сети – это способ физического соединения компьютеров в локальную сеть. Все устройства в ЛВС соединены линиями связи. Топология сети позволяет сравнивать и классифицировать различные сети. Сетевая топология делится на 2 большие категории: физическая и логическая.

Физическая топология – это как наша сеть выглядит. Описание того, где находятся узлы, какие сетевые промежуточные устройства используются и где они стоят, какие сетевые кабели используются и как они протянуты и к какому порту подключены.

Логическая топология – это то, каким путем будут идти пакеты в физической топологии. То есть физическая – это то, как мы расположили устройства, а логическая – это через какие устройства будут проходить пакеты.

Выбор типа кабеля для построения ЛВС

Для создания проводной локальной сети в домашних и офисных условиях используется технология Ethernet, где сигнал передается по так называемой «витой паре» (TP- TwistedPair) – кабелю, состоящему из четырех медных свитых друг с другом (для уменьшения помех) пар проводов. При построении компьютерных сетей используется преимущественно неэкранированный кабель категории CAT5, а чаще его усовершенствованная версия CAT5e. Кабели подобной категории позволяют передавать сигнал со скоростью 100 Мбит/с при использовании только двух пар (половины) проводов, и 1000 Мбит/с при использовании всех четырех пар [5].

Выбор активного сетевого оборудования

В связи с расширением организации и повышением нагрузки на сеть было принято решение выделить каждому отделу свой сегмент сети, что поспособствует поддержанию стабильной связь и качественному взаимодействию между отделами. Для таких целей было выбрано оборудование компании CiscoSystems, т.к. оно давно зарекомендовало себя надежным, быстрым и аварийно-устойчивым.

Выбор коммутатора второго уровня

Коммутатор CiscoCatalystWS-C2960-24TC-S

Семейство коммутаторов второго уровня с фиксированной конфигурацией, которое позволяет подключать рабочие станции к сетям FastEthernet и GigabitEthernet на скорости среды передачи, удовлетворяя растущие потребности в пропускной способности на периферии сети.

Выбор коммутатора третьего уровня

КоммутаторCiscoCatalystWS-C3560-8PC-S. Catalyst 3560 – серия коммутаторов Ethernet с фиксированной конфигурацией, поддерживающая стандарт IEEE 802.3af (PoweroverEthernet), а также CiscoInlinePower (prestandardPoE). Коммутаторы серии предназначены для применения на уровне доступа. Catalyst 3560 идеально подходят организациям, использующим сетевую инфраструктуру для внедрения новых продуктов, например, IP телефонов, точек радиодоступа, систем управления зданием, видеокамер и т. д.

Маршрутизатор Cisco 1811

Cisco 1811 – это маршрутизаторы с фиксированными параметрами начального уровня. Cisco 1811 - разновидность маршрутизаторов серии Cisco 1800, предназначенных для подключения к Интернет и к сети малого офиса. Помимо доступа в сеть, cisco 1811 обеспечивают фильтрацию трафика и проверку пакетов; также cisco 1811 контролируют подключения и предоставляют защиту от внешних вторжений в локальную сеть.

Также были заменены существующие компьютеры на болеесовременные, и была произведена закупка более производительных серверов.

В качестве серверной операционной системы (ОС) будет использоватьсяWindows 2008 Server R2 x64. Данная ОС является достаточно распространеннойи наиболее наглядной, и удобной в администрировании.MSWindowsServer 2008 на сегодня является одной из самых популярныхверсий в линейке серверных операционных систем Microsoft. WindowsServer2008 R2 выпущена относительно недавно и на сегодняшний день она покаостаётся лидером по производительности среди серверных ОС.

Squid – программный пакет, реализующий функцию кэширующего прокси-сервера для протоколов HTTP, FTP, Gopher и HTTPS.

Прокси-сервер Squid – один из популярных и хорошо зарекомендовавший себя прокси-сервер. Реализации Squid существуют практически под все платформы UNIX/Linux и в том числе под Windows 2000/XP/2003/Vista/2008.

Squid имеет достаточно богатую функциональность:

– Поддержка протоколов HTTP, FTP, SSL, HTCP, CAPR;
– Каскадирование серверов;
– Возможность прозрачного проксирования;
– Поддержка протокола SNMP;– Кэширование DNS-запросов.

VPN Master — очень простая, но эффективная программа для быстрой настройки и использования VPN для Windows,защищенный доступ к сети представлен программами CyberGhost VPN иHotspotShield VPN.

Для наглядного примера разводки кабелей и расположения рабочих местбыла создана 3D модель здания, в которой располагается организация.На рис. 1 изображен рабочий лист первого этажа, на котором представлены:

– План первого этажа М 1:100
– Видовой кадр 1 - Центр печати
– Видовой кадр 2 - Центр приемки
– Видовой кадр 3 - Серверная
– Поэтажный разрез А-А

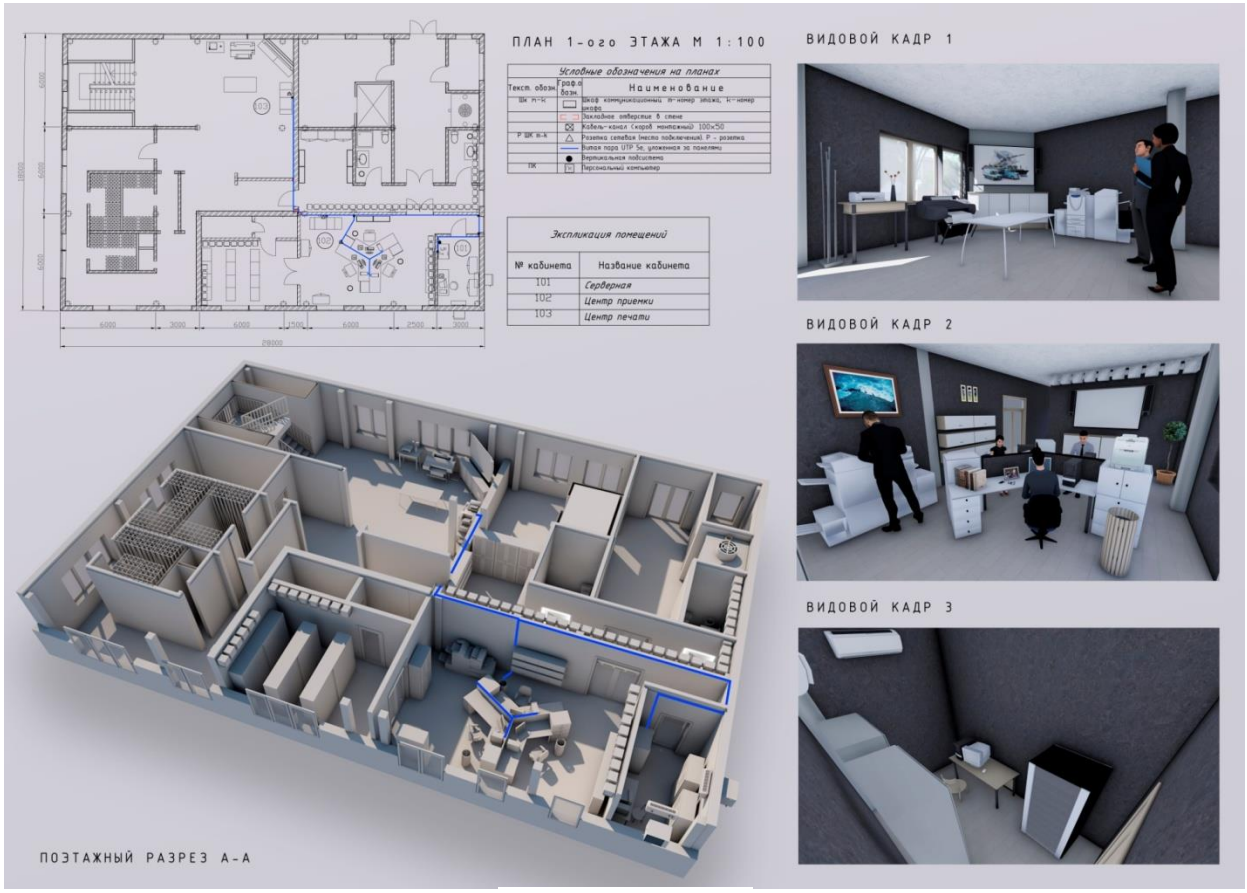


Рис. 1. Рабочий лист 1

Логическаяструктура сети организации до модернизации - это простаяодноранговая сеть,физическая топология которой "Звезда", хотя формально это общая шина.

После модернизации ЛВС представляет собой архитектуру типа "клиент-сервер" с объединенными сегментами. На рис. 2 показана структура сегмента ЛВС послемодернизации

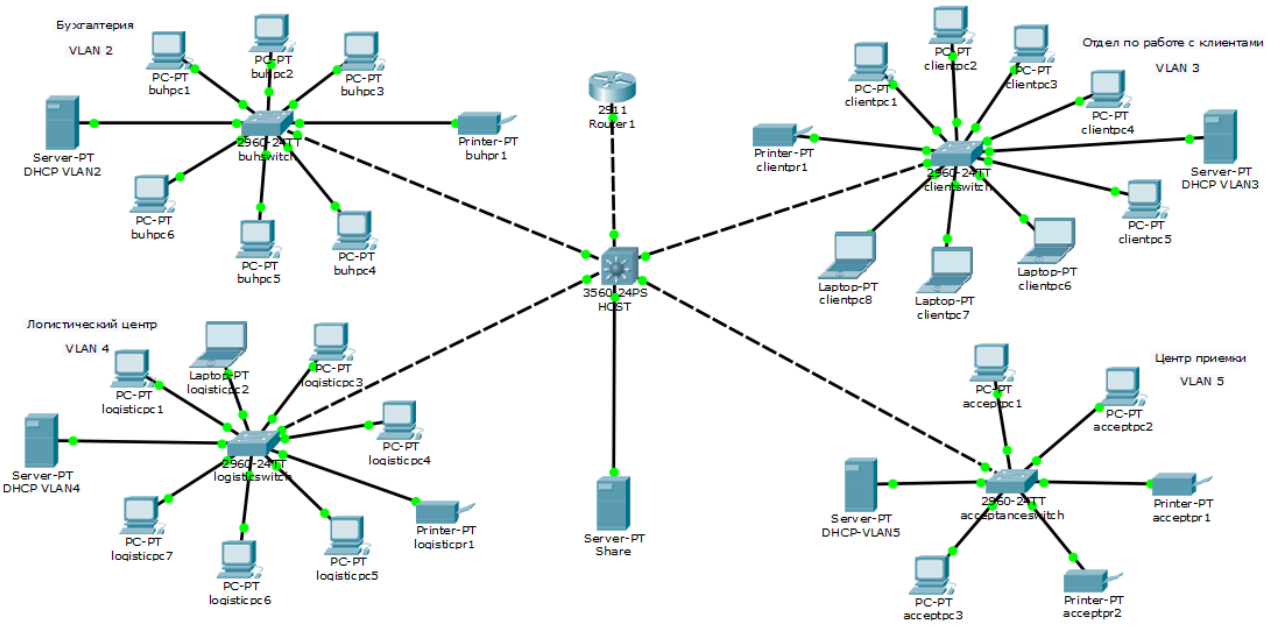


Рис. 2. Структура сегмента ЛВС послемодернизации

Черные линии свидетельствуют об использовании на данных участках витой пары

прямого типа, черные-прерывистые - витой пары с перекрестным типом подключения. Устаревшее оборудование заменено на более современное и производительное. Все рабочие станции объединены в единую сеть, отделенную разными сегментами.

В связи с тем, что в организации существуют несколько отделов разного направления, было принято решение разбить ЛВС на несколько виртуальных подсетей VLAN, что позволит обезопасить сеть от несанкционированного доступа, улучшит безопасность каждого отдела, уменьшит количество широковещательных запросов, снижающих пропускную способность сети. VLAN - технология, позволяющая сконфигурировать несколько виртуальных широковещательных доменов в рамках одного физического широковещательного домена

В серверном помещении каждого отдела в телекоммуникационном шкафурасположены: коммутатор второго уровня CiscoCatalyst WS-C2960-24TC-S,DHCP,DNS сервер DellPowerEdge T30, источник бесперебойного питанияAPCSmart-UPSRT-5000.

В серверной первого этажа, в стойке расположены коммутатор третьегоуровня CiscoCatalyst WS-C3560-8PC-S, осуществляющий маршрутизациюмежду коммутаторами отделов. Также здесь расположен маршрутизатор.Доступ к сети Internet обеспечивает маршрутизатор Cisco 1811Настройка будет происходить в эмуляторе на операционной системе CiscoIOS.

Проводились следующие этапы: настройка физических портов коммутаторов второго уровня, включение режима глобального конфигурирования, выбор интерфейса, настройка уровня доступа, настройка коммутатора третьего уровня.

Осуществлялось создание виртуальных подсетей, присваивание им имени и ip адреса, конфигурация маршрутизатора, конфигурация общего сервера, конфигурация DHCP сервера. Принцип работы DHCP сервера заключается в том, что приподключениик сети компьютеры посылают специальный запрос на получение сетевогоадреса. Этот запрос широковещательный, то есть, отправляется он всеммашинам в сети без указания конкретного адресата, но с указанием источника.В качестве источника указывается аппаратный адрес сетевого интерфейса (подсетевым интерфейсом часто понимают сетевую карту, но на самом деле это несовсем точно, на одной сетевой карте может быть несколько сетевыхинтерфейсов). DHCP-сервер получает такой запрос и отвечает на него. В ответможет включаться достаточно большое количество параметров, однакоминимальный набор обычно включает следующие значения: Сетевой адрес,маска сети, адрес сетевого шлюза, адрес DNS сервера.

Таблица 1

Сравнение пропускной способности сети

	До модернизации	После модернизации
Скорость линии (Мбит/с)	10	100
Время передачи кадра, с	0,000009	0,0000009
Средняя скорость обслуживания, пак/сек	111111	1111111
Степень использования канала	0,9	0,09
Вероятность отсутствия кадров в системе	0,1	0,91
Среднее число объектов (всего)	9	0,098
Среднее число объектов в очередях	8,1	0,0089

В ходе выполнения модернизации была спроектирована ЛВС стандарта FastEthernet 100Мбит/с, состоящая из 24 рабочих мест и 5 серверов. Реализация предложенного проекта позволила сократить бумажный документооборот внутри предприятия, а также увеличила производительность труда. Для проектирования сети было изучено программное обеспечение компании CiscoSystems, Inc. CiscoPacketTracer 5.1, подобрано оборудование, наиболее полно выполняющее все требования заказчика. Были выполнены все пункты задания на выполнение работы.

Модернизация ЛВС была успешно принята в опытную эксплуатацию и в данный момент успешно внедрена в организацию

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *В. Г. Олифер*. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник / В.Г. Олифер,Н. А. Олифер3-е изд. – СПБ.: Питер, 2006. - 958 с.

2. MicrosoftWindowsServer 2008 R2. Полное руководство. / энд Моримото [и др.]— 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006. - 1312 с.

SOLUTION OF THE PROBLEM OF MODERNIZATION OF A SEGMENT OF A LAN ENTERPRISE

Zamilov R.V.
8722@mail.ru
Scientific adviser: I. Chigvintseva
(Kazan National Research Technological University, Kazan)

The purpose of this work is to develop the information infrastructure of the existing enterprise. This solution will provide a faster exchange of information across the network, which will increase productivity

УДК 004.45

РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОГО МЕССЕНДЖЕРА ПОД МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ

Ильин А.
JK-aiv@yandex.ru
Научный руководитель: Р.Ф. Гибадуллин, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Описываются предметная область и алгоритмы проектирования. Объясняются понятия основные концепции будущего варианта приложения.

В настоящее время смартфоны и планшеты стали неотъемлемой частью нашей жизни, и постепенно из-за своей компактности, но в тоже время автономности, производительности а также многофункциональности постепенно вытесняют персональные компьютеры из повседневных рабочих задач. У каждого в смартфоне присутствует приложения на все случаи жизни.

Многие приложения предлагают своим пользователям функции чата и мессенджера. Мессенджер может быть полезен для таких вещей, как чат поддержки или обмен сообщениями в приложении с другими пользователями.

Но что должен уметь мессенджер для того чтобы быть востребованным на рынке? Начать разбирать этот вопрос следует с функционала:

- **Для регистрации не используется номер телефона**

При разработке регистрационного процесса мессенджера со всей очевидностью стало понятно, что телефонный номер в качестве идентификатора вообще не нужен и даже мешает.

Как показывает опыт некоторых решений, мессенджер получится более безопасным чем большинство уже имеющихся аналогов на рынке, если не прикреплять регистрацию через номер телефона.

- **Мессенджер не требует доступа к вашей записной книжке**

Конечно, с одной стороны это очень удобно — но, в один прекрасный день получить уведомление о том что «Ремонтник обуви Арсен» тоже присоединился к WhatsApp, Telegram и т. д., несмотря на то что вы с ним общались пару раз и то больше года назад – не самое приятное уведомление.

- **Стандартное шифрование**

Мессенджер использует стандартный протокол шифрования TLS/SRTP. Шифруется абсолютно все, в том числе аудио и видеозвонки. В качестве простого аудита можно подключить параллельно аккаунту шлюз или IP телефон, который умеет шифровать по TLS/SRTP и включить эту функцию — сервер поймет и подхватит шифрование.

- **Безопасность и приватность**

Даже если представить гипотетический случай что удалась атака MITM и удалось расшифровать сообщения, то будет совершенно непонятно кому принадлежит переписка ибо нет самого главного — номера телефона и как следствие отсутствует идентификация сторон общения.

- **Общение только после одобрения запроса**

В мессенджере нельзя начать общение с пользователем, не отправив запрос на начало этого общения и не получив разрешения у другой стороны. К тому же это хорошая защита от спама.

- **Автоматическое удаление сообщений**

В чатах можно включить автоматическое удаление сообщения после истечения заданного промежутка времени.

- **Реализация всех стандартных функции:**
    a. текстовые чаты
    b. отправка аудио сообщений
    c. отправка файлов
    d. аудио/видео звонки
    e. групповые чаты без ограничения количества участников
- **Боты**

В экосистеме мессенджера можно создавать ботов. Боты бывают двух видов:

a. **Стандартные боты**

Их может может создавать любой пользователь, используя API. В строке поиска такие боты ничем не отличаются от обычных пользователей.

b. **Бизнес боты**

Отличаются тем что название такого бота начинается с амперсанта @ и при добавлении они попадают в определенный раздел и не смешиваются в общем списке с обычными пользователями. Таких ботов могут создать только администраторы и они являются официальными ботами.

Подводя итог – Разработка мессенджера для смартфонов или сайта может стать успешным стартапом. Идеальный корпоративный чат будущего должен быть чем-то большим, чем просто обмен сообщениями. Он будет интегрирован во все рабочие процессы и позволит сотрудникам общаться как между собой, так и с клиентами. А всю рутинную работу будут выполнять боты Так что, возможно, уже сегодня имеет смысл задуматься о создании своего мессенджера на мобильные платформы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Swift Programming Language // Apple Developer, 2014. 801-с.

2. *Martin R.C.* Mobile Application Architecture and Design,2013.195-c.
3. Reference to Swift and Xcode [Электронный ресурс] // SwifMe.ua: інформаційно-довідковій портал. М., 2015–2019. URL: https://swiftme.ua/informaciino-po-swift-i-xcode/ (дата обращения: 15.02.2019).
4. *Гибадуллин Р.Ф.* Развитие единообразного формализма защиты точечных, линейных и площадных объектов картографии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. №2. С.102-107.
5. *Гибадуллин Р.Ф.* Организация защищенной передачи данных в сенсорной сети на базе микроконтроллеров AVR // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С.80-86.

DEVELOPMENT OF A CORPORATE MESSENGER ON THE MOBILE PLATFORM

Ilin A.
JK-aiv@yandex.ru
Supervisor: R. Gibadullin, Candidate of Technical Sciences
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The subject area and design algorithms are described. The concepts of the basic concepts of the future version of the application are explained.

УДК 004.921

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ НЕРАВНОВЕСНОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕКТИФИКАЦИИ

Казанцев С.В.[1], Анашкин И.П.[2]
anashkin.ivan@gmail.com
([1]Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань,
[2]Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань)

С использованием фреймворков Flask (бекенда) и highcharts.js (фронтеда) разработана система визуализации данных моделирования процесса ректификации. Построение графиков происходит интерактивно на веб странице, это позволяет эффективно контролировать изменение физико-химических свойств в неравновесных процессах и установление стационарности.

Молекулярно-статистические методы требуют существенных вычислительных затрат. В связи с этим даже на высокопроизводительном оборудовании время, затраченное на вычисления, может составлять десятки часов. При моделировании неравновесных или неустановившихся процессов необходимо контролировать текущее состояние системы. В большинстве случаев программы сохраняют текущие свойства в виде текстовых файлов, например такие программы как gromacs [1] и towhee [2]. Для визуализации данных можно воспользоваться графическими редакторами. Однако данный способ требует затрат времени.

В данной работе разработана визуализация данных, полученных в результате работы программы моделирования процесса ректификации [3]. Программа осуществляет запись физико-химических свойств паровой и жидкой фаз на каждой тарелке ректификационной колонны в файл. Первая строка файла содержит описание характеристики, вторая строка содержит размерность величин. Последующие строки содержат значения физико-химических величин.

Визуализация расчетов реализована в виде интерактивной веб-страницы с возможностью выбора нужных параметров для отрисовки графиков. Обработка пользовательских запросов, парсинг данных и подготовка их для визуализации реализована на бэкенде веб-приложения, написанного на языке Python с фреймворком Flask [4], непосредственно отрисовка графиков выполняется в браузере пользователя посредством фреймворка highcharts.js [5] языка программирования javascript.

Веб-приложение можно запускать как из непосредственно рабочей папки с расчетами, так

и просто имея сохраненные выходные данные программы, в таком формате можно стартовать его как из-под Linux, так и из-под Windows или MacOS. Также можно настроить доступ к визуализации расчетов не только с локальной машины, на которой запущен веб-сервер, но и из внешнего интернета, настроив проксирующий веб-сервер, например, nginx.

На графики независимо друг от друга может выводиться статистика в двух срезах: термодинамический параметр на определенной тарелке в динамике всех циклов (рис. 1) или термодинамический параметр в определенном цикле по каждой тарелке (рис. 2).

Количество тарелок / циклов / термодинамических параметров для визуализации высчитывается независимо от пользователя на основе парсинга визуализируемых данных. Таким образом, можно применять веб-интерфейс для контроля промежуточных результатов эксперимента без дополнительных настроек. Это позволяет осуществлять оперативный контроль результата моделирования, отслеживать момент установления термодинамического равновесия и проводить анализ результатов.

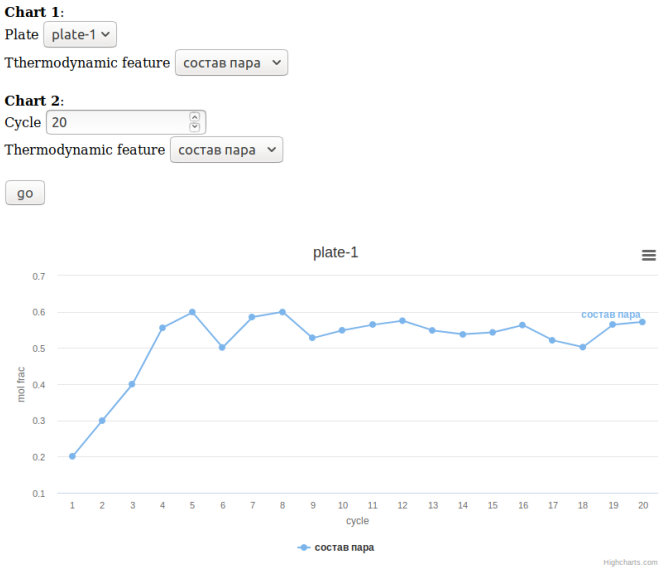


Рис. 1. Интерфейс веб-страницы
с выводом данных в виде графика зависимости
состава пара от цикла моделирования

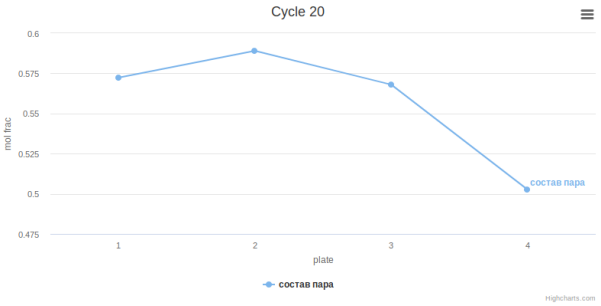


Рис. 2. Зависимость состава пара
на тарелках для заданного цикла моделирования

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-38-00011 мол_а

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1.http://www.gromacs.org/

2.http://towhee.sourceforge.net/

3. *Анашкин И.П.* Программа расчета термодинамических свойств методом Монте-Карло с использованием программно-аппаратной технологии CUDA // Вестник Технологического университета. 2019. Т. 22. № 3. С. 101-103.

4. http://flask.pocoo.org/

5. https://www.highcharts.com/

DATA VISUALIZATION OF NON-EQUILIBRIUM MOLECULAR SIMULATION OF RECTIFICATION

Kazancev S.[1], Anashkin I.[2]

anashkin.ivan@gmail.com

([1]Kazan Federal University, Kazan,

[2]Kazan National Research Technological University, Kazan)

Using the frameworks Flask (backend) and highcharts.js (frontend), a system for visualizing the data of the

rectification has been developed. Figures are plots interactively on a web page, this allows to effectively control the change in physicochemical properties in non-equilibrium processes and the establishment of steady state.

УДК 004.275.1

РЕАЛИЗАЦИЯ ДВУМЕРНОГО БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ НА ОСНОВЕ АППАРАТНЫХ IP-ЯДЕР В АРХИТЕКТУРЕ ПЛИС/FPGA

Кириллов Е.М.
sfsmail@yandex.ru
Научный руководитель: С.В. Шалагин, доктор технических наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Исследован подход к реализации двумерного быстрого преобразования Фурье на программируемых логических интегральных схемах семейства Virtex-6. Получены оценки аппаратной сложности и времени задержки функционирования аппаратного IP-ядра, реализующего данное преобразование. Предложенное IP-ядро позволяет выполнять конвейерную обработку данных, представленных как числа с плавающей запятой.

В настоящее время актуальна задача обработки изображений в реальном масштабе времени. Возможности программной реализации алгоритмов, реализующих данную задачу на ЭВМ общего назначения, ограничены возможностями фон-неймановской архитектуры. Выходом из сложившейся ситуации является применение специализированных ЭВМ. В частности – ЭВМ, включающих в свой состав аппаратные ускорители как ASIC, так и программируемые логические интегральные схемы класса FPGA (ПЛИС).

В работе рассмотрена распределенная реализация двумерного быстрого преобразования Фурье (БПФ) [1, 2] на основе однотипных IP-ядер, выполненных в архитектуре ПЛИС. На основе оценок аппаратной сложности и времени задержки функционирования IP-ядер получены оценки аппаратной и временной сложности выполнения двумерного БПФ для изображения заданной размерности.

Рассмотрим двумерное дискретное преобразование Фурье (ДПФ) для массива чисел $\{x_{mn}\} = X$ размерности $N \times N$, $N = 2^a$. Оно представимо следующим образом [1, 2]:

$$G_{uv} = N^{-2} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} x_{mn} \cdot W_N^{mu+nv}, \qquad (1)$$

где $W_N^{mu+nv} = \exp\left(-2\pi j \frac{mu+nv}{N}\right)$, $u = \overline{0, N-1}$, $v = \overline{0, N-1}$, $\{G_{uv}\}_{N \times N} = G$ – образ для X. По аналогии выполняется и обратное двумерное ДПФ:

$$x_{mn} = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} G_{uv} \cdot W_N^{mu+nv}, \; m = \overline{0, N-1}, \; n = \overline{0, N-1}.$$

Система вида (1) представима, по аналогии с одномерным БПФ, в виде:

$$G_{uv} = N^{-2} \left[S_{2n_1, 2m_1} + W_N^u \cdot S_{2n_1+1, 2m_1} + W_N^v \cdot S_{2n_1, 2m_1+1} + W_N^{u+v} \cdot S_{2n_1+1, 2m_1+1} \right], \qquad (2)$$

где $u = \overline{0, N-1}$, $v = \overline{0, N-1}$, $S_{2n_1, 2m_1} = \sum_{n_1=0}^{N/2-1} \sum_{m_1=0}^{N/2-1} x_{2n_1 2m_1} \cdot W_N^{2(n_1 u + m_1 w)}$.

В результате, двумерное БПФ реализуемо как комплекс однотипных преобразований «бабочка» (ПрБ), применяемых при вычислении одномерного БПФ. Для выполнения одной операции над четырьмя элементами массива чисел X, требуется четыре ПрБ. Указанные операции требуется выполнить над массивом из N^2 элементов $\log_2 N$ раз.

Известна реализация БПФ на основе ПрБ с использованием аппаратных IP-ядер, оперирующих целочисленными двоичными значениями и реализованных в архитектуре ПЛИС [3, 4]. Рассмотрим более детально конвейерную реализацию двухточечного

одномерного и четырехточечного двумерного БПФ при использовании специализированного аппаратного IP-ядра, которое оперирует числами с плавающей запятой [5]. Указанная задача представляет интерес как часть известной методологии реализации на ПЛИС широкого класса вычислительных устройств на основе однотипных IP-ядер [6]

Числа с плавающей запятой (float) — один из возможных способов представления действительных чисел, который является компромиссом между точностью и диапазоном принимаемых значений, его можно считать аналогом экспоненциальной записи чисел, но только в памяти компьютера. Число float состоит из набора отдельных двоичных разрядов, условно разделенных на так называемые знак (англ. sign), порядок (англ. exponent) и мантиссу (англ. mantis). В наиболее распространённом формате (стандарт IEEE 754) число float представляется в виде набора битов, часть из которых кодирует собой мантиссу числа, другая часть — показатель степени, и ещё один бит используется для указания знака числа. При этом порядок записывается как целое число в коде со сдвигом, а мантисса — в нормализованном виде, своей дробной частью в двоичной системе счисления. Порядок и мантисса — целые числа, которые вместе со знаком дают представление числа float в следующем виде [5]:

$$(-1)^S \cdot M \cdot B^E,$$

где S — знак, B — основание, E — порядок, M — мантисса.

Число половинной точности — компьютерный формат представления чисел, занимающий в памяти 2 байта. В силу невысокой точности этот формат представления чисел с плавающей запятой обычно используется в видеокартах, где небольшой размер и высокая скорость работы важнее точности вычислений [5]. Пример числа половинной точности в формате IEEE 754 из двоичных разрядов показан на рисунке 1.

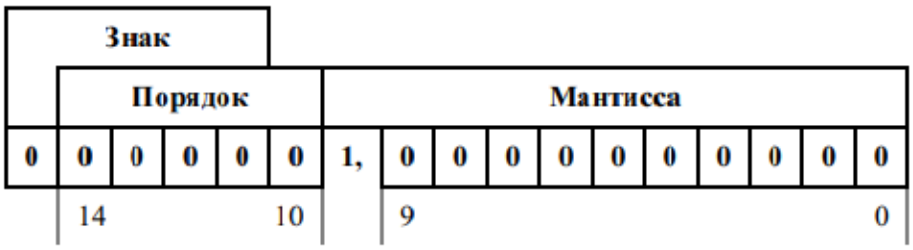


Рисунок 1. Представление числа float половинной точности в формате IEEE 754

Аппаратные IP-ядра реализованы на ПЛИС семейства Virtex-6 при использовании специализированной САПР ISE Design Suit 14.7.

Первое IP-ядро, служащее для выполнения двухточечного одномерного БПФ или ПрБ, реализовано при использовании разработанных автором конвейерных схем «complex_fadd», «complex_fsub», «complex_fmul» и конвейерной схемы из 16-ти регистров, каждый из которых включает в себя по 16 *D*-триггеров. Указанные схемы реализуют операции сложения, вычитания и умножения, соответственно, комплексных чисел в формате float. Схема из регистров реализует задержку на количество тактов выполнения операции умножения. Проведено функционально-логическое моделирование собранной схемы.

В результате для обработки значений, представленных на входе аппаратного IP-ядра, требуется 22 такта функционирования устройства. При этом максимальное время задержки функционирования составляет 9,639 нс., а частота – 103,7 МГц. При поступлении обрабатываемых значений на вход схемы общая задержка конвейерной обработки составляет 213,3 нс.

Аппаратные затраты ПЛИС XC6VLX75t-1FF484 (семейство Virtex – 6, Xilinx, Inc.) для реализации первого IP-ядра следующие:

D-триггеры – 2606 из 93120 (примерно 2%),

генераторы функций или таблиц преобразования (англ. Look-up tables, LUTs) – 1852 из 46560 (примерно 3%), из которых для реализации логических схем, памяти и для транзита сигнала задействовано 1589, 122 и 141, соответственно,

базовые логические блоки ПЛИС (Slices) – 814 из 11640 (примерно 6%),

блоки ввода-вывода – 163 из 240 (примерно 63%).

Второе IP-ядро предназначено для реализации четырехточечного двумерного БПФ. Для его реализации использовалось четыре ПрБ, реализованных при использовании первого IP-ядра. Проведено функционально-логическое моделирование собранной схемы при использовании специализированной САПР ISE Design Suit 14.7.

Для обработки значений, представленных на входе аппаратного IP-ядра, требуется 44 такта функционирования устройства. При этом максимальное время задержки функционирования составляет 11,67 нс., а частота – 85,71 МГц. При поступлении обрабатываемых значений на вход схемы общая задержка конвейерной обработки составляет 513,4 нс.

Аппаратные затраты ПЛИС XC6VLX240t-1FF1156 (семейство Virtex – 6, Xilinx, Inc.) для реализации второго IP-ядра следующие:

D-триггеры – 11128 из 301440 (примерно 3%),

генераторы функций или таблиц преобразования (англ. Look-up tables, LUTs) – 7821 из 150720 (примерно 5%), из которых для реализации логических схем, памяти и для транзита сигнала задействовано 6357, 488 и 976, соответственно,

базовые логические блоки ПЛИС (Slices) – 3016 из 37680 (примерно 8%),

блоки ввода-вывода – 323 из 600 (примерно 53%).

На основе приведенных данных видно, что узким местом указанных модулей является задействование большой доли блоков ввода-вывода ПЛИС. Следует исследовать схемы реализации IP-ядер, которые предполагают выполнение различных операций, реализующих БПФ, для относительно небольшого количества входных и выходных переменных. Проведенные исследования могут быть применены для решения задачи реализации дискретных ортогональных преобразований, в том числе – БПФ, на распределенных вычислительных системах с программируемой архитектурой [7], как на существующих, так и на перспективных.

Реализованы аппаратные модули конвейерного двухточечного одномерного и четырехточечного двумерного БПФ. Правильность работы данных модулей была проверена при использовании функционально-логического моделирования при использовании специализированной САПР. Были получены также оценки времени задержки функционирования и оценки аппаратных затрат для указанных аппаратных IP-ядер.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-01-00120 «Специализированные устройства для генерирования и обработки массивов данных в архитектуре программируемых логических интегральных схем класса FPGA»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Gonzalez R.C.* Digital Image Processing/ R.C.Gonzalez, R.E.Woods. 3rd Edition. – Prentice-Hall, 2007. – 976 p.

2. *D.Dudgeon.* Multidimensional Digital Signal Processing/ D.Dudgeon, R.Mersereau, R.Merser.– Prentice Hall, 1983. – 400 p.

3. *Захаров В.М.* Распределенная обработка изображений на основе однотипных IP-ядер в архитектуре ПЛИС/FPGA/ В.М.Захаров, С.В.Шалагин, Б.Ф.Эминов// Сборник трудов ИТНТ-2019 [Текст]: V междунар. конф. и молодеж. шк. "Информ. технологии и нанотехнологии": 21-24 мая: в 4 т. / Самар. нац.-исслед. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т), Ин-т систем. обраб. изобр. РАН-фил. ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН; [под ред. В.А. Фурсова]. - Самара: Новая техника, 2019. – Т. 4: Науки о данных. - 2019. - С. 135-139.

4. *Захаров В.М.* Распределенное вычисление быстрого преобразования Фурье в архитектуре ПЛИС/ В.М.Захаров, С.В.Шалагин// Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 2. – С. 155 – 158.

5. Представление вещественных чисел [Электронный ресурс]: Материал из викиконспектов Университета ИТМО / Авторы Университета ИТМО // Университет ИТМО – Викиконспекты — Режим доступа: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Представление_вещественных_чисел (дата обращения 20.04.2019).

6. *Шалагин С.В.* Реализация цифровых устройств в архитектуре ПЛИС/FPGA при использовании распределённых вычислений в полях Галуа/ С.В.Шалагин. Монография. – Казань: изд-во КНИТУ-КАИ, 2016. – 228 с.

7. Дордопуло, А.И. Высокопроизводительные реконфигурируемые вычислительные системы / А.И. Дордопуло, И.А. Каляев, И.И. Левин и др. // «Суперкомпьютеры». – 2010. – № 3 (3). – С. 44–48.

TWO-DIMENSIONAL FAST FOURIER TRANSFORM IMPLEMENTATION ON THE BASIS OF HARDWARE IP-CORES IN THE FPGA-ARCHITECTURE

Kirillov E.

sfsmail@yandex.ru

Supervisor: S. Shalagin, Full Doctor of Engineering Science, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The approach to the implementation of two-dimensional fast Fourier transform on the field-programmable gate array of Virtex-6 family is researched. The estimates of hardware complexity and latency of the hardware IP-core implementing this transformation are obtained. The proposed IP-core is allows pipeline processing of data represented as floating-point numbers.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЛИ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Коровкина А.О., Котелова В.А.

nastenkakor@mail.ru, vailet.2009@mail.ru

Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В статье представлена имитационная модель центра поддержи клиентов, её структурная схема организации работы, а также текстовое описание схемы. Данная модель была разработана в имитационной среде моделирования AnyLogic. Приведенная модель центра поддержки клиентов оптимизирована за счет количества сотрудников, которые принимают и обрабатывают разные типы звонков. Обоснование возможности использования приведенного алгоритма оптимизации являются временные характеристики занятости сотрудников обработки звонка (электронного письма) и среднее время прохождения звонка (электронного письма) в системе. Данные, приведенные в таблице получены путем проведения оптимизационного эксперимента средствами AnyLogic, а именно оптимизация времени прохождения звонка (электронного письма) в системе, при минимальном возможном количестве сотрудников, обрабатывающих звонки (электронные письма) за счет минимизации количества звонков (электронных писем) в ожидания обработки звонка (электронного письма) сотрудником.

Введение

Сложная система — это объект, предназначенный для выполнения заданных функций, который может быть расчленен на элементы, каждый из которых также выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы [1].

Целью данной работы является моделирование работы центра по приёму и обработки звонков сотрудниками кол-центра от внешних клиентов, а также создать модель, на основании которой можно принимать решение о необходимом количестве сотрудников контакт-центра для обслуживания звонков клиентов с минимальным установленным порогом удержания клиентов на телефонной линии. Создании модели и сам процесс моделирования происходит с использованием программы AnyLogic.

Суть имитационного моделирования заключается в том, что для изучаемой системы создаётся модель с достаточной точностью, описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации о возможном функционировании системы для которой была создана модель [2].

Имитационные модели позволяют учитывать факторы, которые затрудняют изучение предметной области при аналитическом исследовании и проводить повторные эксперименты с обновлёнными данными, что приводит к экономии не только времени, но и финансовых средств владельца системы [3].

В работе рассматривается оптимизация работы центра поддержки за счет количества сотрудников, которые принимают и обрабатывают разные типы звонков. Для этого будем использовать систему имитационного моделирования AnyLogic, которая предоставляет возможность создать имитационный эксперимент, а также эксперимент для оптимизации систем.

Описание системы работы центра

Поступающий входящий звонок в центр поддержки клиентов поступает на распределительный центр (selectOutPut). Если клиент еще не определился с точной формулировкой или причиной звонка, тогда он ждет ответа оператора общего назначения (service), оператор перенаправляет звонок на конкретного оператора. Эти обращения будут в одном офисе (resourcePool), где свободный сотрудник может принять обращение. Если клиент знает точную причину обращения, тогда он переходит для выбора конкретного оператора (selectOutput5): обращение о тарифах (service2), домашний интернет/настройка (service3), настройка параметров телефона (service4), утеря карты (service5). Эти обращения будут в одном офисе (resourcePool2), где сотрудник может принять любое обращение. Поступающее электронное письмо обрабатывается оператором общего назначения (service1).

На все электронные письма всегда дается ответ.

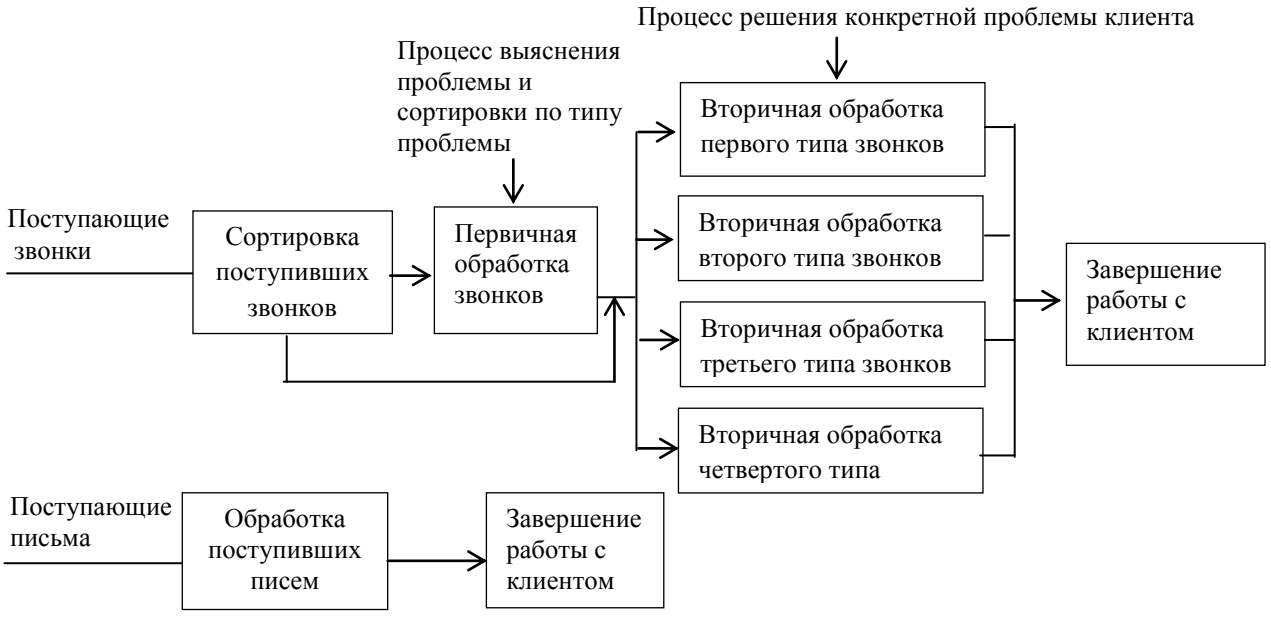


Рис. 1. Структурная схема организации работы центра поддержки клиентов Моделирование и оптимизация

Данная система была разработана в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.4. Она мощным инструментов и позволяет моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем [4]. AnyLogic позволяет графически взаимосвязанные блоки, которые могут работать с различными параметрами. При необходимости, возможно использование библиотек, расширяющих возможности моделирования, а также расширения базового класса транзактов Agent, написанного на одном из самых популярных языков программирования – Java.

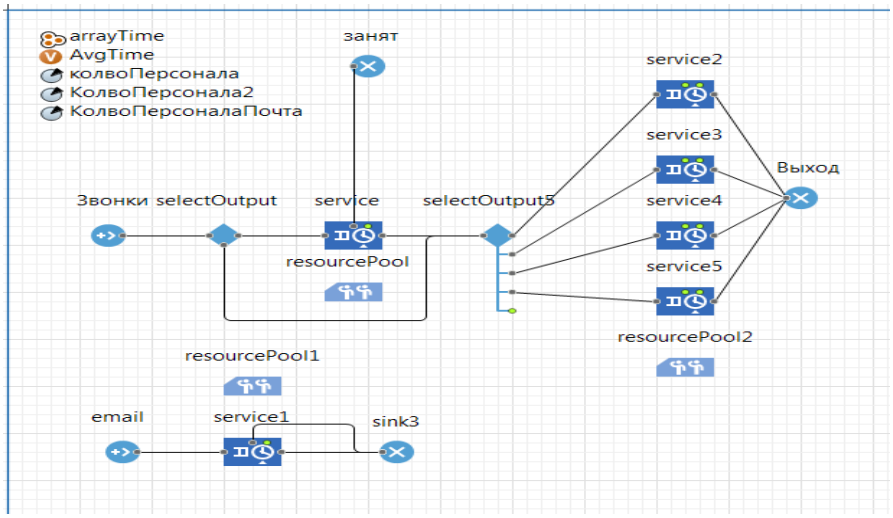


Рис. 2. Модель работы центра поддержки клиентов – функциональная схема

Для оптимизации модели было задано 500 единиц времени, для работы модели - 8 часов. Результаты работы оптимизации продемонстрированы в таблице 1. После оптимизации модели число рабочих, которые должны были участвовать в первичной обработке звонков, уменьшилось с 19 людей (исходная модель) до 15 человека.

Оптимальным количеством рабочих на вторичной обработке звонков будет 145 рабочих вместо 56, а для обработки писем следует назначить 30 рабочих вместо 15. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстродействие работы центра поддержки клиентов, в таком случае среднее время обработки обращений клиентов будет 13.64 ед. времени. Перечисленные значения и график оптимизации модели изображены на рис.3.

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	179
Функционал:	22.711	13.64
Параметры		Copy best
колвоПерсонала	15	15
КолвоПерсонала2	145	145
КолвоПерсоналаПочта	30	30

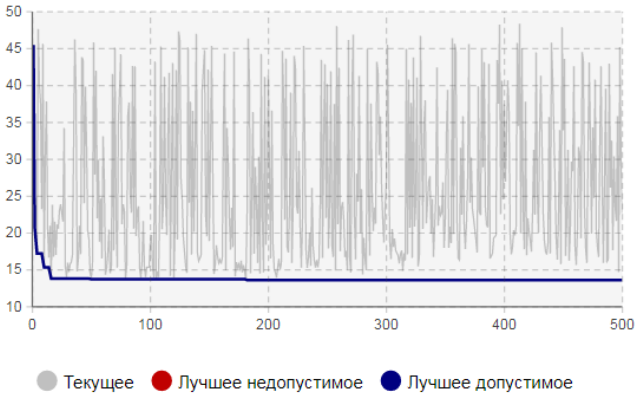


Рис. 3. Оптимизация исходной модели центра поддержки клиентов

Таблица 1

Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Исходное значение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Оптимальное значение
1	2	3	4	5	1
колвоПерсонала, чел	Количество рабочих	19	10	40	15
КолвоПерсонала2, чел	Количество рабочих	56	20	200	145
колвоПерсоналаПочта, чел	Количество рабочих	15	10	40	30

Выводы

В процессе выполнения работы была создана модель, организующая работу центра поддержки клиентов. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества роботов, обслуживающие поступающих клиентов.

Созданная модель и проведенный над ней эксперимент выявил решение, способствующее оптимизации процедур обработки и повышению эффективности работы. Данный алгоритм сокращает время обработки звонков и писем клиентов, в ходе которого обрабатывается максимальное число поступающих звонков и писем с минимальным числом рабочей силы, что значительно помогает сократить затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *С.П. Тимошенков, В.Н. Горошко, Б.М. Симонов,* Основы теории надежности // Учебник и практикум для академического бакалавриата. С. 230-231 (2015).

2. *В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин,* Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).

3. *Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова,* Вестник Технологического университета, 21, 2, 163-168 (2018).

4. *Р.В.Родина.* Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77.

OPTIMISATION OF WORK OF CUSTOMER SUPPORT CENTER AT THE EXPENSE OF INCREASING OR DECREASING THE NUMBER OF EMPLOYEES OF THE SUPPORT CENTER FOR TREATING INCOMING CUSTOMERS CALLS IN THE ENVIRONMENT OF IMITATIONAL ANYLOGIC MODELING

Korovkina A., Kotelova V.

nastenkakor@mail.ru, vailet.2009@mail.ru

Scientific adviser: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The article present simulation model of the customer support center, its structural scheme of work organization, as well as text description of the scheme. This model was developed in AnyLogic simulation environment. The simulation model of customer support center is optimized due to the number of employees who receive and process different type of calls. The rationale of possibility for the use of the optimization algorithm is the time characteristics of the employment of call (emails) processing employees and the average call (emails) time transiting in the system. The data presented in the table were obtained by conducting an optimization experiment using AnyLogic means, namely, optimizing the call (emails) progress time in the system with the minimum possible number of employees processing calls (emails) at the expense minimizing the number of calls (emails) waiting for the call (emails) to be processed by the employee.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ПРОЕЗДА ПЕРЕКРЕСТКОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Медведев П.С., Садыкова А.Т.
pasha97_1997@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Альметьевский филиал КНИТУ-КАИ, г. Альметьевск)

В статье представлена оптимизация перекрестка, а именно оптимизация времени проезда транспортных средств на перекрестках Фахретдина-Ленина и Тукая-Ленина в г. Альметьевск. Приведена имитационная модель работы перекрестка в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация выше-указанной модели перекрестка за счет человеческих ресурсов средствами системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма оптимизации являются время проезда перекрестка, а также загруженность дорог, используемых на данном перекрестке, сведенные вместе с результатами имитационного моделирования и оптимизации имитационной модели в таблицу. В качестве подтверждения табличных значений приведено графическое отображение одного из этапов оптимизации, а именно оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестков, в системе AnyLogic.
Keywords: simulation modeling, optimization, wholesale warehouse, AnyLogic sys-tem, ERwin Process Modeler.

Введение

Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая об-разует определенную целостность, единство.

Интерес к имитационному моделированию систем на современном этапе развития человечества обусловлен ежедневно возрастающим числом различных систем. Под этим подразумевается рост числа не только всевозможных информационных систем, но и систем массового обслуживания, систем предоставления услуг, систем производства. Каждая из этих сложных систем, как правило, уникальна, а существующие аналоги заметно отличаются друг от друга. Следствием из этого является невозможность разработки универсальных алгоритмов расчета при их проектировании. Аналитические расчеты часто не позволяют учесть корреляционные воздействия элементов системы, не говоря уже о самой сложности таких расчетов для сложных систем, которые год от года лишь усложняются.

Целью данной работы является минимизация проезда перекрестков, предотвращение ДТП и конфликтных ситуаций на дороге. Именно на повышение производительности и нацелена оптимизация систем: определение того, какие именно изменения и куда можно внести, разработка нескольких вариантов подобных изменений, расчет всевозможных рисков и издержек, включая и потерю прибыли вследствие простоя оборудования, а затем выбор оптимального варианта. Методика и методы анализа подобных сложных систем представлены в работах.

Использование средств имитационного моделирования для оптимизации систем позволяет снизить затраты на расчет вариантов оптимизации и выбор оптимального варианта. Актуальной задачей является также моделирование систем безопасности с предметной областью, представленной в работе.

В представленной работе рассматривается оптимизация времени проезда перекрестков Ленина-Тукая, Фахретдина-Ленина средствами среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы перекрестка. Машины подъезжая к перекрестку останавливаются перед стоп-линией, если горит запрещающий сигнал светофора, как только загорается зеленый сигнал. На рисунке 1 показана работа модели оптимизации перекрестков.

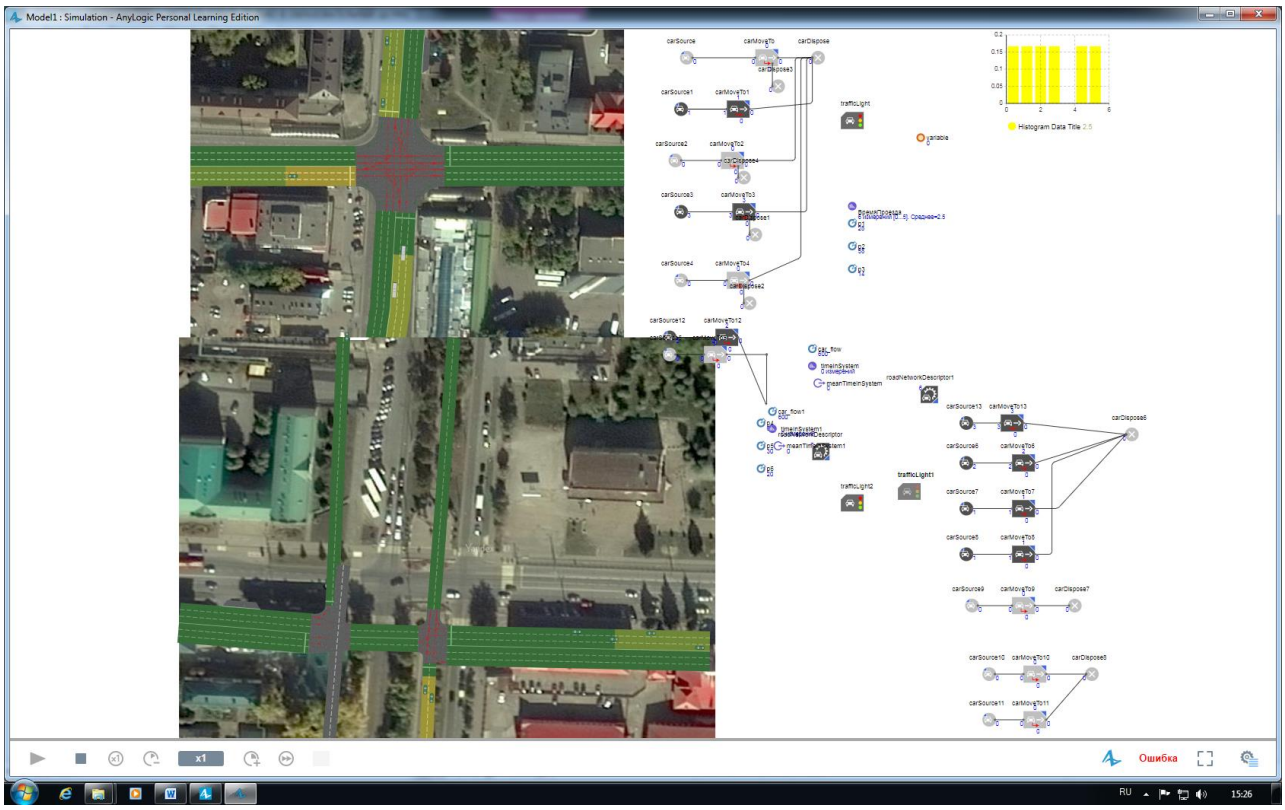


Рис. 1. Модель работы перекрестков в системе AnyLogic

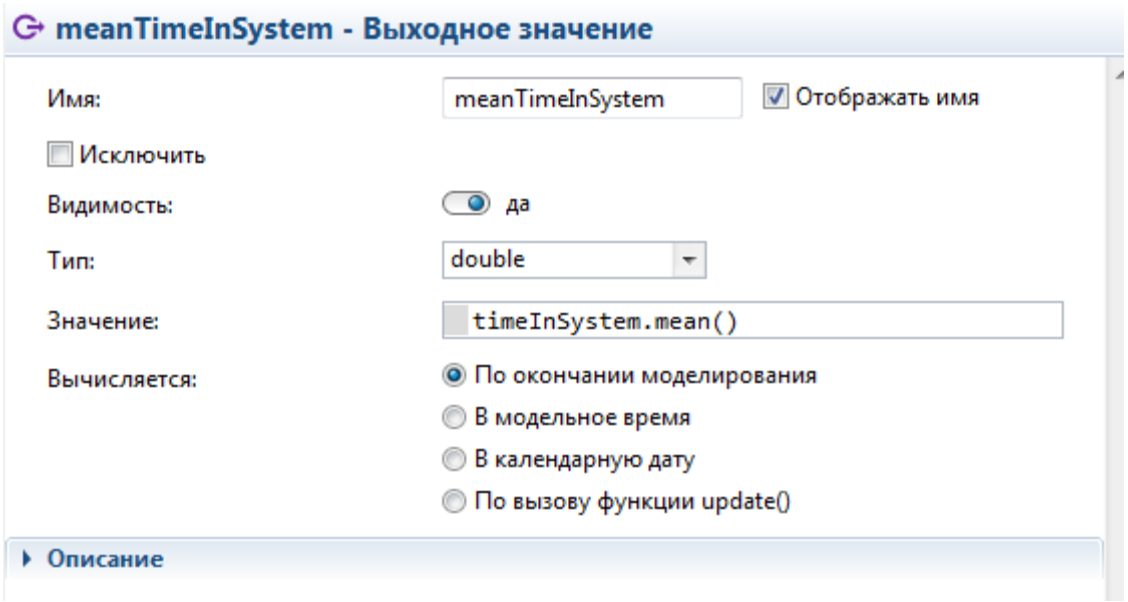


Рис. 2. Свойства meanTimeInSystem

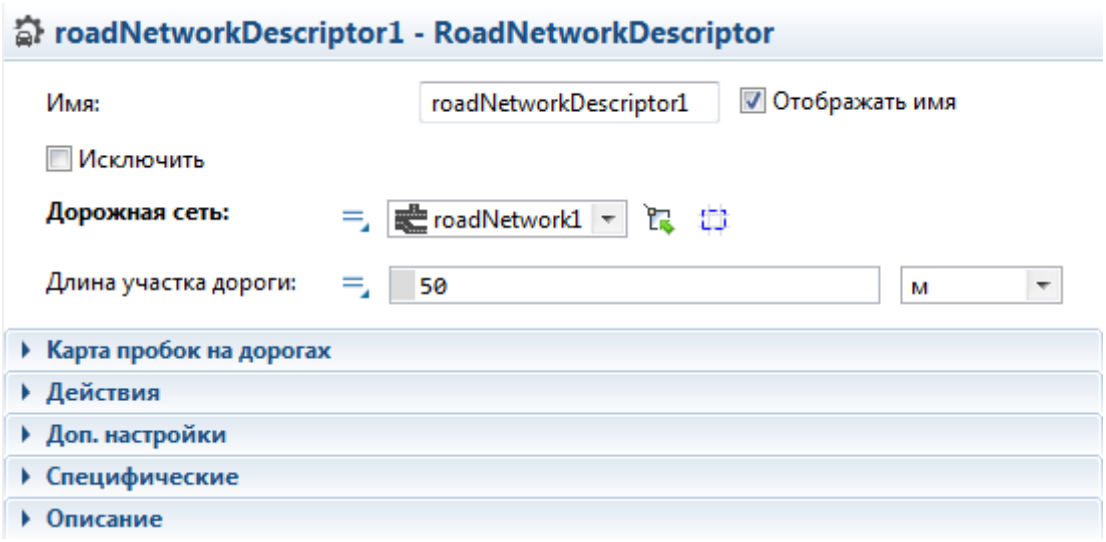


Рис. 3. Свойства roadNetworkDescriptor

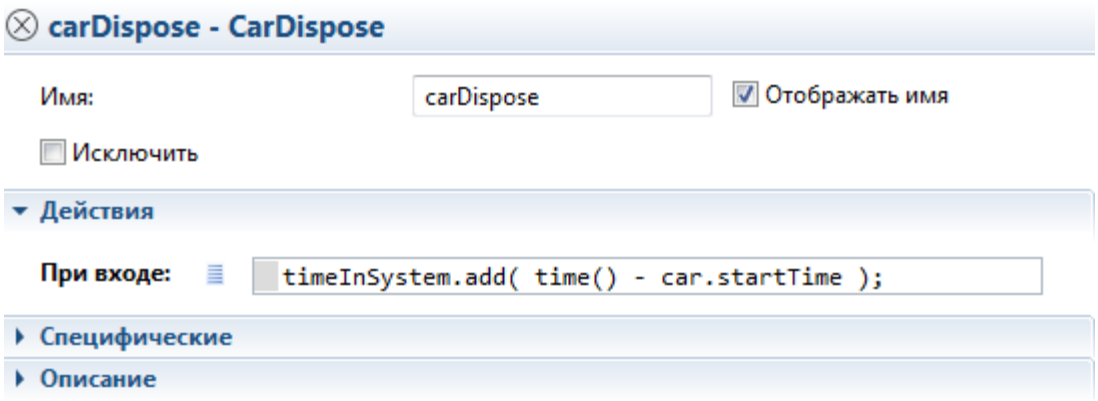


Рис. 4. Свойства CarDispose

На рисунках 2,3,4 представлены свойства CarDispose и roadNetworkDescriptor , meanTimeInSystem которые были заданы для работы модели.

Время моделирования и оптимизация данной модели составляло 60 минут. Результаты оптимизации представлены в таблице 1,2. Проводилась оптимизация перекрестков по времени проезда перекрестков. В результате такой оптимизации время светофора снизилось с 60 секунд (исходная модель) до 58 секунд , с 20 (исходная модель) до 14.

Время проезда перекрестка Ленина-Тукая уменьшилось. Время моделирования и оптимизация также составляло 60 минут. Последовательность этапов оптимизации была аналогична вышеуказанной. В результате оптимизации. При этом время светофора изменилось с 60(исх. модель) до 24. Результаты оптимизации представлены в таблице 1,2. На рисунках 5,6 представлены результаты оптимизации модели.

на конференцию : Optimization

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	222
Функционал:	27.613	21.207
Параметры		Copy best
p1	60	28
p2	54	60
p3	52	20
car_flow	440	450

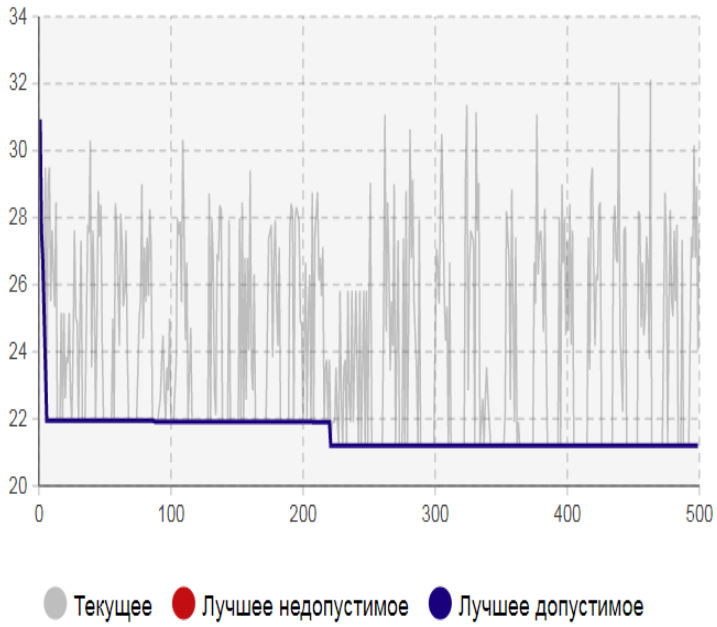


Рис. 5. Оптимизация исходной модели по времени
проезда перекрестка Ленина-Фахретдина в системе AnyLogic

на конференцию : Optimization1

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	170
Функционал:	23.92	22.424
Параметры		Copy best
p1	28	28
p2	58	58
p3	14	14
car_flow	384	360
p4	54	24
p5	58	40
p6	26	54

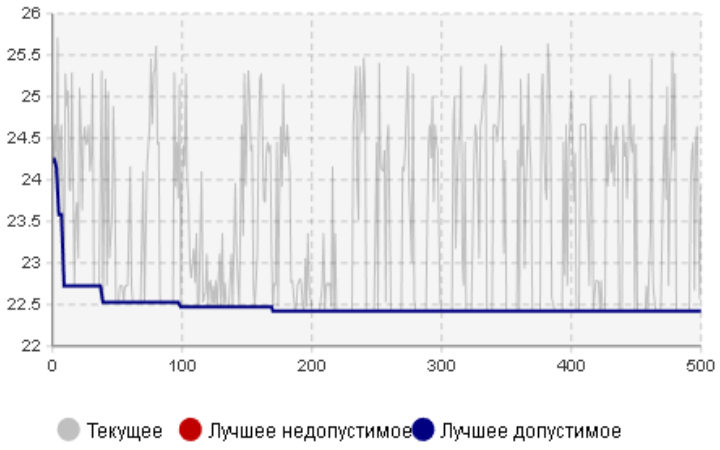


Рис. 6. Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка Тукая-Ленина в системе AnyLogic

Таблица 1

Результаты оптимизации модели перекрестка Ленина-Фахретдина

Значение параметра	Исходная модель	Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки паллет	Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности
1	2	3	4	5	6	7
Общее количество проехавших машин	1,364	2,071	2 005	1 992	2 269	2 206
Среднее время нахождения машин на перекрестке	35,211	34,576	37,408	40,418	819,36	852,03
Минимальное время нахождения машин на складе	11,377	23,997	25,934	26,17	31,882	33,986
Максимальное время нахождения машин на складе	179,014	188,387	64,535	68,803	6 141,196	6 162,21
Среднеквадратическое отклонение	28,217	27,921	5,467	6,261	704,954	745,417
Доверительный интервал для среднего	1,497	1,317	0,239	0,275	29,007	31,107

Таблица 2

Результаты оптимизации перекрестка Ленина-Тукая

Значение параметра	Исходная модель	Оптимизация исходной модели по времени проезда перекрестка	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки паллет	Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности
1	2	3	4	5	6	7
Общее количество проехавших машин	738	2,209	2 005	1 992	2 269	2 206
Среднее время нахождения машин на перекрестке	156,202	46,305	37,408	40,418	819,36	852,03
Минимальное время нахождения машин на складе	62,383	16,939	25,934	26,17	31,882	33,986
Максимальное время нахождения машин на складе	300,475	215,547	64,535	68,803	6 141,196	6 162,21
Среднеквадратическое отклонение	45,785	46,305	5,467	6,261	704,954	745,417
Доверительный интервал для среднего	3,303	1,931	0,239	0,275	29,007	31,107

Выводы

В процессе моделирования была осуществлена разработка структурной модели перекрестков Ленина-Тукая, Фахретдина-Ленина г. Альметьевск.

Проведена оптимизация имитационной модели работы перекрестков и оптимизация их

время проезда. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет быстрее проезжать перекресток (с незначительными отклонениями) время нахождения машин на перекрестке, уменьшив при этом дорожные конфликты, ДТП(дорожно-транспортные проишествия), и тем самым снизим за-траты на бензин, так как машины не будут задерживаться на перекрестке. Данная оптимизация может быть применяться и на других перекрестках, участках дорог

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1.*Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х.* // Вестник Технологического университета. 2017. 20, 18, 120-126.

2. *Р.В.Родина*. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза:МЦНС«Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77

3. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.*, Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).

4. *Родина Р.В.* Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77

5. *Тутубалин П.И., Кирпичников А.П.*, Вестник Казанского технологического университета. 2017. 20, 10, 94-99.

TIME OPTIMIZATION OF INTERSECTIONS IN THE SIMULATION ANYLOGIC

Medvedev P., Sadykova A.

pasha97_1997@mail.ru

Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Almetyevsk branch of KAZAN state technical University, Almetyevsk)

The article presents the optimization of the intersection, namely the optimization of the travel time of vehicles at the crossroads of Fakhretdin-Lenin and Tukai-Lenin in Almetyevsk. A simulation model of the intersection operation in AnyLogic simulation system is presented. Optimization of the above-mentioned model of the intersection at the expense of human resources by means of AnyLogic simulation system is Carried out. The justification for the possibility of using the proposed optimization algorithm is the travel time of the intersection, as well as the congestion of the roads used at this intersection, summarized together with the results of simulation and optimization of the simulation model in the table. As a confirmation of the table values, a graphical display of one of the optimization stages, namely the optimization of the original model by the time of crossing, in the AnyLogic system, is given. Keywords: simulation modeling, optimization, wholesale warehouse, AnyLogic sys-tem, ERwin Process Modeler.

УДК 004.42

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Никитин В.В.

vitmovie@yandex.ru

Научный руководитель: Р.Ф. Гибадуллин, канд. техн. наук

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Описываются алгоритмы современных средств для обнаружения объектов на изображениях. Оцениваются результаты реализации одного из актуальных методов Fast R-CNN.

Введение

Свёрточные нейронные сети являются мощнейшим инструментом для решения задач компьютерного зрения, в частности, обнаружения объектов на изображениях. С появлением

современных гаджетов, а также социальных сетей количество изображений увеличивается неимоверными темпами. Их обработка и сама задача классификации являются важнейшей составляющей для множества современных средств и оборудований. В наше время предложено несколько исторически сложившихся классических известных свёрточных нейронных сетей таких, как: AlexNet (2012), предложенная в 2012 году, которая имеет 8 уровней, 60 миллионов связей [1]; ImageNet, который имеет 16 уровней и 130 миллионов параметров [2]; GoogleNet (2014), содержащая 22 слоя и 4 миллиона параметра [3]; VGGNet (2014), имеющий 16 слоев и 138 миллионов параметров [4]; ResNet (2015), точность которого уже достигает 96,4% [5].

R-CNN прямое распространение происходит как показано на рис. 1.

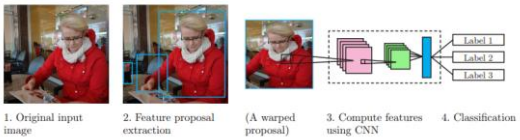


Рис. 1. R-CNN

R-CNN является первым практическим методом, предоставляющим решение на основе свёрточных нейронных сетей. Его суть заключается в проверке ограниченного числа регионов. Данный подход был предложен Ross Girshickom [4]. Изначального генерируется множество областей для проверки. Далее используется жадный алгоритм для рекурсивного объединения похожих областей в более крупные. И в завершении происходит использование сгенерированных регионов для создания окончательных регионов-кандидатов. Помимо вероятностных оценок, полученных после полносвязных слоёв, о присутствии объектов, на выходе получаем 4 прогнозирующих значения смещений для повышения точности ограничивающего прямоугольника.

Основной идеей Fast R-CNN является прямое распространение CNN для всего изображения вместо выполнения этой процедуры отдельно для каждого RoI (Region of Interest). (рис. 2)

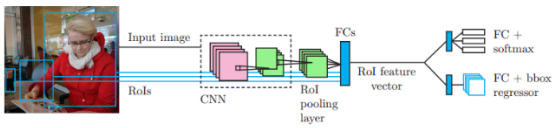


Рис. 2. Fast R-CNN

Использование Fast R-CNN вместо R-CNN решают проблему того, что не нужно каждый раз подавать огромное количество областей в свёрточную сеть. Поэтому операция свёртки выполняется лишь однажды для каждого изображения, и на её основе генерируется feature map.

В подходе YOLO [6] (You only look once) изображение изначально делится на блоки, на выходе которые, после вычислений свёрточной и полносвязной нейронных сетей и функции softmax, получают вероятностные оценки по классам объектов.

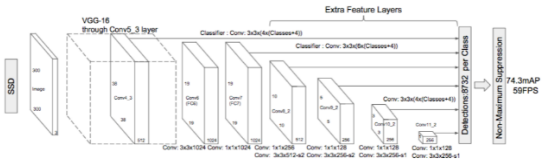


Рис. 3. SSD

Как видно из рис. 3 SSD [7] основан на сети VGG-16. Было добавлено несколько вспомогательных слоёв для извлечения элементов на изображении в различных масштабах.

Любая свёрточная нейронная сеть бессмысленна без пул-слоёв, с помощью которых происходит уменьшение размерности в длину и ширину и увеличение в глубину. Таким образом, сеть плавно перетекает в полносвязную нейронную сеть.

Реализация и эксперименты

Основной задачей было реализовать детектор на основе свёрточных нейронных сетей, проверить его точность и потенциально найти возможности улучшения работы алгоритма. Основным методом для экспериментов был выбран Fast R-CNN. Так же было решено использовать предварительно обученную сеть VGG-16, имеющий ядро convolution layer размером 3 с шагом 1, а ядро max pooling – 2.

В сравнении были показаны 2 алгоритма генерации регионов: Selective search [8] и Edge Box [9]. Selective search является иерархическим алгоритмом. Выбор регионов происходит на разнообразных наборах стратегий в целях обнаруживать конкретные объекты в различных случаях. Алгоритм так же включает в себя использование 5 цветовых пространств: HSV, Lab, rgb, H (hue channel from HSV), I (intensity alone). Авторами алгоритма было найдено, что значение параметра k, определенного как число начальных сегментаций, в целях точных результатов должно варьироваться в пределах от 50 до 300. В нашем случае k = 200. На изображениях был применен фильтр Гаусса со значением $\sigma = 0.8$.

Algorithm 1: Hierarchical Grouping Algorithm

Input: (colour) image
Output: Set of object location hypotheses L

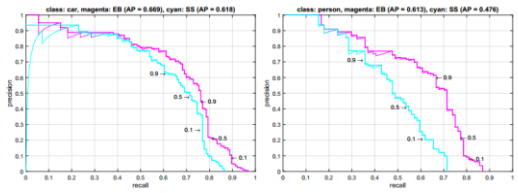
Obtain initial regions $R = \{r_1, \cdots, r_n\}$ using [13]
Initialise similarity set $S = \emptyset$
foreach *Neighbouring region pair* (r_i, r_j) **do**
  Calculate similarity $s(r_i, r_j)$
  $S = S \cup s(r_i, r_j)$

while $S \neq \emptyset$ **do**
  Get highest similarity $s(r_i, r_j) = \max(S)$
  Merge corresponding regions $r_t = r_i \cup r_j$
  Remove similarities regarding $r_i : S = S \setminus s(r_i, r_*)$
  Remove similarities regarding $r_j : S = S \setminus s(r_*, r_j)$
  Calculate similarity set S_t between r_t and its neighbours
  $S = S \cup S_t$
  $R = R \cup r_t$

Extract object location boxes L from all regions in R

Рис. 4. Selective search algorithm

Пробегая по изображению скользящим окном, подход Edge Boxes основан на выделении объекта внутри прямоугольной области, основанной на функции подсчета очков (контуром является набор рёбер, образующих когерентную границу на основе разреженной карты оценки пикселей). Размер шага поиска задается параметром α, определяющий Intersection over Union (IoU) соседних блоков. После нахождения областей происходит сортировка оценок и выполнение Non-Maximum Supression (NMS) [10]. Блок отбрасывается в случае если их IoU с соседним блоком рангом выше, больше чем заранее задаваемый параметр β, равный, в нашем случае, значению 0.75, как и было предложено авторами алгоритма.

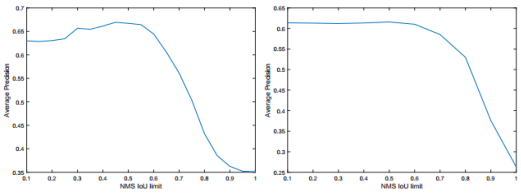


(a) Car class (b) Pedestrian class

Рис. 5. Precision и Recall с использованием Selective search (cyan) и Edge Box (magenta)

Как видно из рис. 5 Edge Boxes работает для обоих классов лучше. Для применения метода на практике необходимо задать доверительное пороговое значение. В вышеуказанном рисунке три кривые: (0.1, 0.5, 0.9). Такая необходимость связана со значением, выше которого мы можем принять обнаружение как положительное. На данном примере, используя Edge Boxes, до 40% изображений с автомобилем детектируются до 90% точности.

Для удаления дублирующих обнаружений использовался алгоритм NMS. Были проведены эксперименты для подбора наиболее оптимального IoU [11].

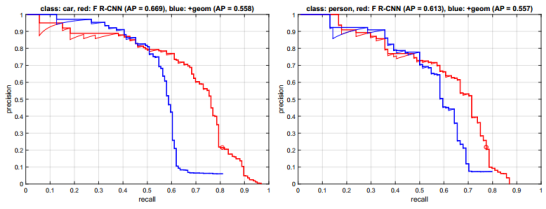


(a) Edge Boxes (b) Selective Search

Рис. 6. NMS

Алгоритм добивается улучшений начиная с IoU=0.6. Действительно, при данном значении большинство дубликатов удаляются. Однако в целях сохранить высокую точность, было выбрано значение IoU=0.45.

Далее было рассмотрено влияние геометрического метода [12] в целях потенциального увеличения точности при обнаружении объектов.



(a) Car class (b) Person class

Рис. 7. Geometric inference

Как видно из графиков (рис. 7) данный метод, действительно, увеличивает вероятность верных срабатываний, исключает некоторые моменты с ложными срабатываниями, однако способствует в неких случаях неверным обнаружениям (дорожные знаки были приняты за людей). Для краткости изложим, что в целом метод не привнёс заметных улучшений в точности и скорости алгоритма.

Поскольку глубокие сети в большей степени ответственны за обнаружение объектов, можно задаться вопросом об увеличении глубины [13]. Однако экспериментально доказано, что для сетей, похожих на VGG, существует определенное оптимальное количество слоёв. При увеличении их количества растёт ошибка в обучении и тестировании. Данная проблема называется проблемой деградации [7]. Причины такого поведения в настоящее время не совсем известны. Однако предполагается, что свёрточные нейронные сети сходятся при их разумном количестве. Другой подход при создании глубоких свёрточных сетей основан на использовании остаточной сети ResNet, который был упомянут ранее. Одним из его преимуществ в сравнении с VGG является уменьшение влияния проблемы деградации, а именно эффекта исчезающего градиента [7]. Например, 100-слойный ResNet превосходит VGG-16 на несколько процентов. В настоящий момент сети ResNet являются самыми глубокими, что позволяет уменьшить количество параметров.

Заключение

В заключении, по проделанной работе, были получены многообещающие результаты. А именно было показано, как система, обученная с помощью свёрточной нейронной сети на общих изображениях, при верном подборе алгоритма и параметров выдаёт неплохую

точность для решения задачи обнаружения объектов на изображениях, в частности для оценки дорожной картины и его потока движений и перемещений машин, пешеходов и т п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *A. Geiger, P. Lenz, C. Stiller, and R. Urtasun* // International Journal of Robotics Research (IJRR), (2013).
2. *K. Kawaguchi, L. Pack, Y.Bengio* // Generalization in deep learning, (2017).
3. *S. Han, J. Pool, J. Tran and W. Dally* // In Advances in Neural Information Processing Systems, 1125-1153 (2015).
4. *R. Girshick* // In International Conference on Computer Vision (ICCV), (2015).
5. *J. henriques, R. Caserio, P. Martins, and J. Batista* // In Computer Vision-ECCV 2012, 701-712 (2012).
6. *M. A. Sadeghi and D. Forsyth* // In Computer Vision ECCV-2014, 64-78 (2014).
7. *K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun* // Deep residual learning for image recognition, (2016).
8. *C. Szegedy, S. Reed, D. Erhan, D. Anguelov* // High-quality object detection, (2015).
9. *B. Hairharan, P. Arbelaez, R. Girshick, J. Malik* // Hypercolumns for object segmentation, (2015).
10. *D. Giresan, U. Meierm, and J.Shmidhuber* // Multi-column deep neural networks for image classification, (2012).
11. *J. Long, E. Shelhamer, T. Darrel* // Fully convolutional networks for semantic segmentation, (2015).
12. *K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun* // Spatial pyramid pooling in deep convolutional networks for visual recognition ECCV-2014, 345-363 (2014).
13. *Гибадуллин Р.Ф., Новиков А.А., Смирнов И.Н., Перухин М.Ю.* // Вестник технологического университета 19, 8, 102-105 (2016).

OBJECT DETECTION FROM IMAGES USING CONVOLUTION NEURAL NETWORKS

Nikitin V.
vitmovie@yandex.ru
Supervisor: R. Gibadullin, Candidate of Technical Sciences
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

Described of actually detecting algorithms for object recognize. The results of the implementation of one of the current Fast R-CNN methods are evaluated.

УДК 519.876.5

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СКЛАДА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Нуруллина А.Л., Нуруллина Г.Л.
super.lady-ainaz@yandex.ru, super.gulnaz-nurullina@yandex.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Альметьевский филиал КНИТУ-КАИ, г. Альметьевск)

Для решения практических задач используют компьютерное моделирование. Зачастую невозможно провести натурные эксперименты для нахождения ошибок, так как это очень затратно.В таких случаях её описывают на языке моделирования. Одним из таких языков является AnyLogic. В данной статье представлена структурная схема склада в виде диаграмм. Вышеуказанная модель работы склада представляет человеческие ресурсы средствами системы имитационного моделирования AnyLogic. Обоснованием возможности использования предложенного алгоритма являются временные характеристики нахождения паллет на складе, а также загруженность человеческих ресурсов, транспорта, используемых на данном складе, сведенные вместе с результатами имитационного моделирования.

Введение

Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство [1].

Имитационное моделирование позволяет провести разработку компьютерной модели, и на её основе выполнить необходимые вычисления. Это позволяет определить оптимальные параметры разрабатываемого, или уже существующего склада. Имитационная модель даёт возможность уже на стадии планирования определить эффективность структуры.

Планирование склада – это главный этап при строительстве современных оптовых складов. Наличие ошибки при планировании может привести к неэффективности использования склада, что повлечёт за собой крупные финансовые потери. Моделирование склада позволяет расчитать количество человеческих ресурсов, необходимого транспорта, площадь свободного пространства, время загрузки, разгрузки, позволяет предотвратить простаивания каких-либо ресурсов, то есть очереди не скапливаются. Также планирование позволяет сделать правильную планировку склада.

Имитационное моделирование систем востребована, так как ежедневно появляются новые системы.[2-6]. К примеру, информационные системы, системы массового обслуживания, системы предоставления услуг, систем как правило, существующими аналогами есть существенная разница. Что приводит к невозможности разработки универсальных алгоритмов расчета при их проектировании [7]. Аналитические расчеты часто не позволяют учесть корреляционные воздействия элементов системы, не говоря уже о самой сложности таких расчетов для сложных систем, которые год от года лишь усложняются. Методика и методы анализа подобных сложных систем представлены в работах [8].

В представленной работе рассматривается разработка такой системы как оптовый склад за счет человеческих ресурсов средствами среды имитационного моделирования AnyLogic.

Описание системы работы склада

Рассмотрим производственные процессы, представленные в модели более подробно.

Разработанная имитационная модель позволяет распределять имеющиеся ресурсы, такие как количество занятых транспортных средств, человеческих ресурсов, времени загрузки, разгрузки, площадь свободного пространства и это позволяет предвидеть ошибки, которые могут возникнуть в запланированных процессах.

Разработанная модель даёт возможность решить следующие задачи:

1.Определить оптимальное количество рабочей силы, необходимой для бесперебойной работы склада.

2.Разработать наиболее эффективные алгоритмы управления транспортными средствами.

3.Определить наиболее лучшее расположение зон для загрузки, разгрузки для предотвращения создания каких-либо неудобств, которые повлекут за собой появление очередей, задержек.

4. Для определения минимального необходимого количества парковочных мест в зонах загрузки и разгрузки, нужно учитывать время пребывания транспортных средств в этих зонах.

5.Среда AnyLogic даёт возможность спроектировать площадь парковочного места с целью экономии занятой площади.[9]

Машины с товарами (Forklifts) пребывают на склад (Unloading docks), где происходит разгрузка транспортных средств и переносит их в зону приема, а после чего происходит загрузка (Loading docks).

Грузовые машины приезжают на склад (Unloading docks), а скорость их прибытия регулируется в Arrival rate of unloading trucks, per hour. Скорость прибытия грузовых автомобилей для погрузки Arrival rate of unloading trucks, per hour. Скорость поступления заказов регулируется в Arrival rate of orders, per hour. Также регулируется емкость тележки (Truck capacity), размер минимального (Minimum order size) и максимального заказа (Maximum

order size). Визуальное представление работы оптового склада представлена на рисунке 1.

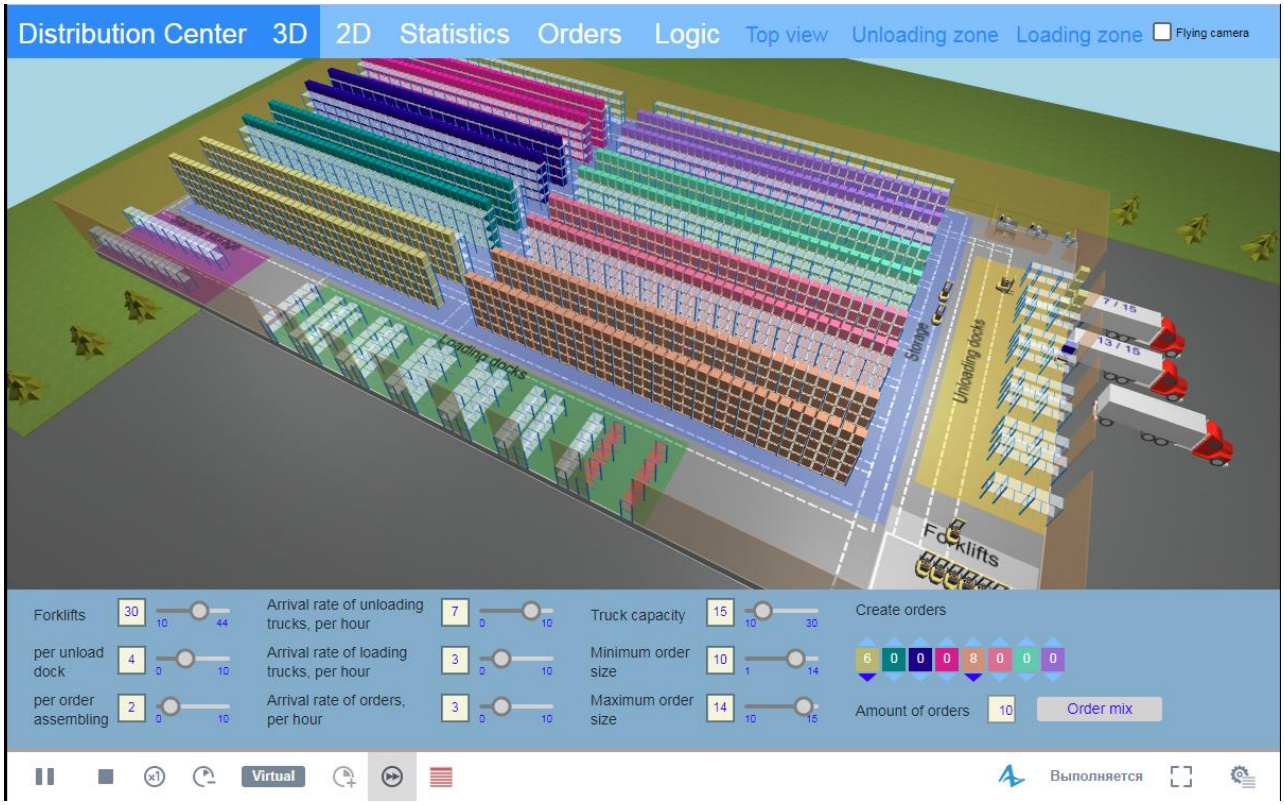


Рис. 1. Визуальное представление работы оптового склада

Моделирование

В качестве системы имитационного моделирования была выбрана система AnyLogic, так как она имеет большое количество возможностей для детального моделирования процессов и систем.

Система AnyLogic – программное средство для структурного и имитационного моделирования процессов и систем, разработанное российской компанией «Экс Джей Технолоджис» в 2003 году [6]. Система AnyLogic включает в себя графический язык моделирования и позволяет пользователю расширять созданные модели с помощью языка Java [8,4]. Последняя версия AnyLogic 8.4 разработана в 2019 году.

Модель работы оптового склада в системе AnyLogic была разработана в среде AnyLogic [10-12]. Ее схема представлена на рис.2.

Выводы

Осуществлена разработка структурной модели работы оптового склада.

Построена имитационная модель работы оптового склада за счет человеческих ресурсов. Предложенная модель позволяет сохранить (с незначительными отклонениями) время нахождения паллет на складе, уменьшив при этом используемый в работе оптового склада человеческий ресурс, уменьшив свободное пространство и тем самым снизив затраты.

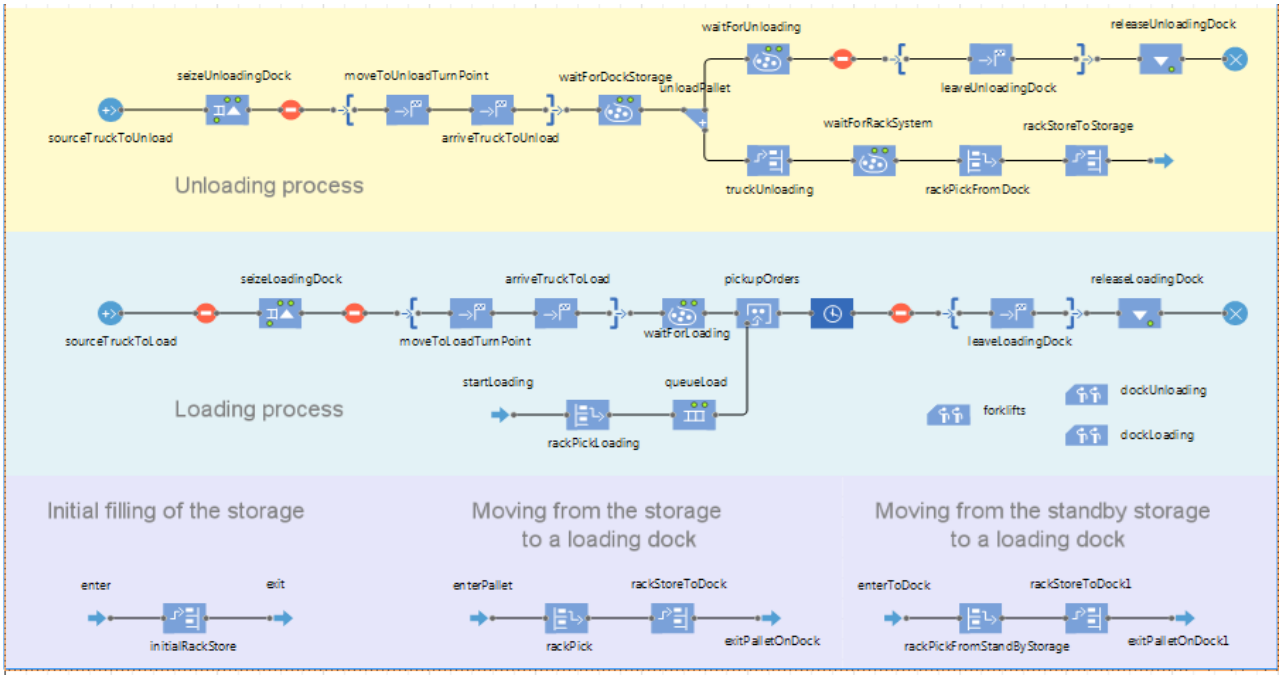


Рис. 2. Модель работы оптового склада в системе AnyLogic

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://terme.ru/termin/sistema.html
2. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, М.Т. Махмутов, М.Л. Пейсахова, А.Х. Валиева, Б.А. Низамиев, Вестник Казанского технологического университета, 17, 10, 249-256 (2014).
3. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Г.В. Костюхина, Т.А. Шигаева, Вестник Казанского технологического университета, 17, 6, 287-292 (2014).
4. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета, 17, 4, 298-303 (2014).
5. Якимов И.М., Абзалова Л.Р., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Вестник Казанского технологического университета, 17, 17, 213-221 (2014).
6. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. Вестник Технологического университета, 18, 5, 184-188 (2015).
7. В.В. Мокшин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).
8. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).
9. В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20, 17, 99-103 (2017).
10. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 55-58 (2007).
11. В.С. Моисеев, А.Н. Козар, П.И. Тутубалин, К.В. Бормотов, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 1, 40-45 (2005).
12. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 36-39 (2005).

MODEL DEVELOPMENT IN THE SIMULATION ENVIRONMENT ANYLOGIC

Nurullina A., Nurullina G.
super.lady-ainaz@yandex.ru, super.gulnaz-nurullina@yandex.ru
Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Almetyevsk branch of KAZAN state technical University, Almetyevsk)

Computer modeling is used to solve practical problems. It is often impossible to conduct full-scale experiments to find errors, as it is very costly.In such cases, it is described in the modeling language. One such language is AnyLogic. This article presents a block diagram of the warehouse in the form of diagrams. The above model of warehouse operation represents human resources by means of AnyLogic simulation system. The substantiation of the possibility of using the proposed algorithm is the time characteristics of the pallet location in the warehouse, as well as the workload of human resources, transport used in this warehouse, combined with the results of simulation.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕХА ПО СБОРКЕ ОБОРУДОВАНИЯ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

Садыкова А.Т., Медведев П.С.
anzhelika.sadikova99@mail.ru
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Альметьевский филиал КНИТУ-КАИ, г. Альметьевск)

В статье представлена имитационная модель цеха по сборке оборудования в системе имитационного моделирования AnyLogic. Проведена оптимизация данной модели средствами системы моделирования AnyLogic. Основанием для возможного использования предложенного алгоритма оптимизации являются время обработки детали определенным устройством, количество таких устройств, используемых в цеху, сведенные вместе с результатами моделирования и оптимизации модели в таблицу. В качестве подтверждения табличных значений приведено графическое отображение одного из этапов оптимизации, а именно оптимизация исходной модели по времени обработки детали одним устройством и количеству устройств, в системе AnyLogic.

Введение

Система – это совокупность взаимосвязанных и взаимовлияющих друг на друга элементов, которые образуют некоторую целостность.

Имитационное моделирование представляет собой метод исследования системы, которую можно заменить определенной моделью. При помощи всевозможных экспериментов над данной моделью получают необходимую информацию о реальной системе [1]. В современном мире немаловажная роль отводится проектированию сложных систем, к которым помимо информационных систем относятся системы массового обслуживания, производства, предоставления услуг. Вследствие этого быстро растет интерес к имитационному моделированию. Однако каждая из подобных систем являются уникальной, и поэтому вероятность разработки универсального алгоритма их проектирования достаточно мала [2].

Получение прибыли при повышении производительности ресурсов и минимизации расходов является основной целью любого предприятия. Процесс оптимизации позволяет выбрать из всех возможных вариантов работы производства те, которые дают наилучшие результаты [1].

Средства оптимизации в имитационном моделировании уменьшают затраты на расчеты вариантов оптимизации, в результате которых выбирается оптимальный вариант. В данной работе проводится оптимизация работы такой сложной системы как цех по сборке оборудования средствами среды имитационного моделирования Anylogic.

Описание системы работы цеха

Детали четырёх типов поступают с четырёх конвейеров (source1, source2, source3, source4). Затем они встают в очереди (queue1, queue2, queue3, queue4) перед последующей обработкой.

Деталь первого типа поступает на первое устройство (PK1), обрабатывается определенным количеством рабочих и покидает его. Аналогично, детали второго, третьего и четвертого типов поступают на второе (PK2), третье (PK3) и четвертое (PK4) устройства соответственно и подвергаются определенной обработки.

Затем потоки из деталей первого и второго типа прибывают в сборочный пункт 1(match1), где синхронизируются путем нахождения подходящих пар для последующего формирования агрегата первого типа. Детали, для которых не было найдено пары из другого потока, хранятся в очереди.

Далее парные детали первого и второго типа поступают на устройство (combine1), где формируются в агрегат первого типа. Аналогичным образом происходит и с потоками из деталей третьего и четвертого типа. После прохождения пункта 2 (match2), они формируются в агрегат второго типа (combine2).

Агрегаты первого и второго типа поступают в сборочный пункт 3 (match), где снова синхронизируются путем нахождения подходящих пар для последующего формирования финальной сборки. Затем парные агрегаты первого и второго типа поступают на устройство (combine), где формируются в финальную сборку. Сборка поступает на устройства (PK5) и (PK6) для последней обработки и проверки и покидает данный цех.

Моделирование и оптимизация

В качестве системы имитационного моделирования была выбрана система AnyLogic за большое количество возможностей для детального моделирования процессов и систем. Система AnyLogic – это программное средство для имитационного моделирования процессов и системного анализа, которое было разработано российской компанией «XJ Technologies» в 2003 году [3]. Схема модели цеха по сборке оборудования в системе AnyLogic представлена на рисунке 1.

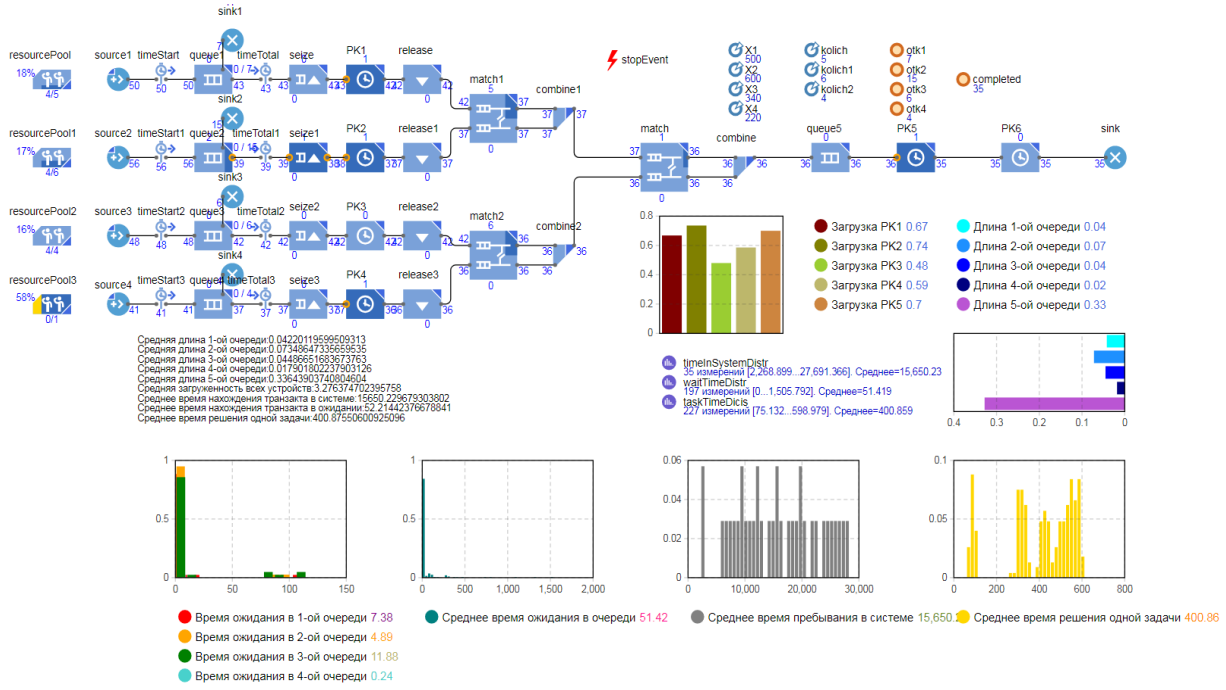


Рис. 1. Схема модели цеха по сборке оборудования в системе AnyLogic

Время моделирования и оптимизация данной модели составляло 28000 секунд. На

рисунке 2 представлен оптимизационный эксперимент исходной модели и его результаты.

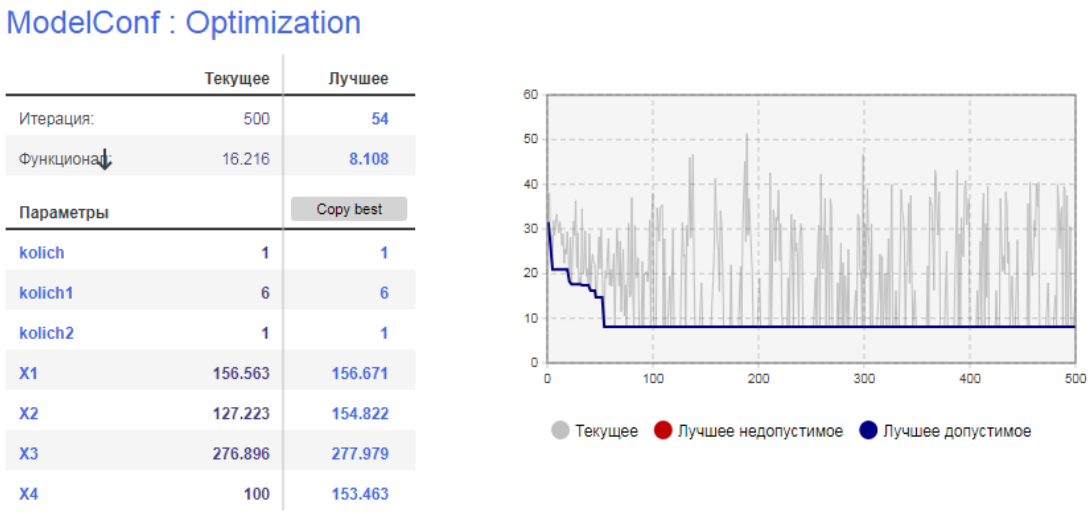


Рис. 2. Оптимизация исходной модели по времени обработки деталей

Была проведена минимизация времени задержки деталей на первых четырёх устройствах (РК1, РК2, РК3, РК4) и количества рабочих на первых трёх устройствах (РК1, РК2, РК3). В результате оптимизации среднее время задержки деталей на устройствах уменьшилось практически в 2 раза.

Полученные значения оптимизации подставили в параметры исходной модели. На рисунке 3 представлены результаты моделирования с оптимизированными параметрами.

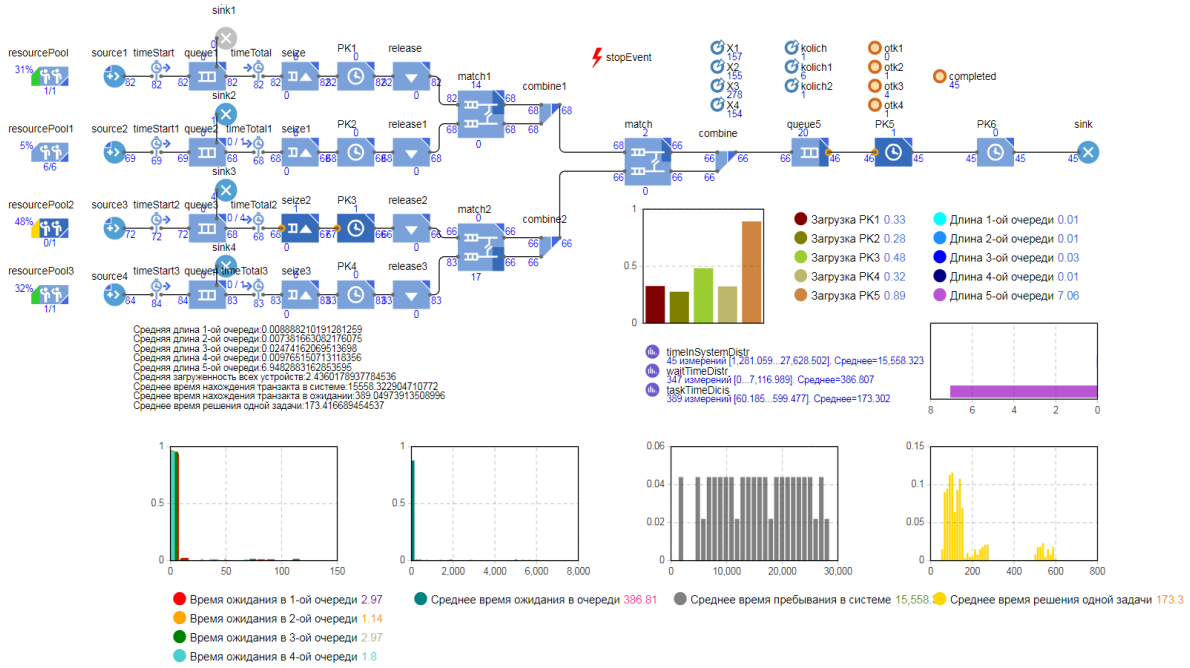


Рис. 3. Схема модели цеха по сборке оборудования с оптимизированными параметрами

В результате моделирования с оптимизированными параметрами количество готовых сборок увеличилось на 10 штук и уменьшилось время ожидания в очередях перед первыми четырьмя устройствами. В таблице 1 показаны результаты оптимизации исходной модели.

Таблица 1

Результаты оптимизации исходной модели

Наименование параметра	Исходная модель	Оптимизация исходной модели по времени обработки детали	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация исходной модели по загруженности	Оптимизация модели с повышением нагрузки по времени обработки деталей	Оптимизация модели с повышением нагрузки по загруженности
1	2	3	4	5	6	8
kolich	5	1	1	1	2	2
kolich1	6	6	4	4	5	6
kolich2	4	1	2	6	6	5
X1	400,0	156,7	299,7	300,9	350,7	400,8
X2	550,0	154,8	236,4	430,4	456,7	567,7
X3	320,0	277,9	112,8	211,5	279,1	281,2
X4	280,0	153,5	147,3	167,5	230,5	251,1
Среднеквадратическое отклонение, сек.	6,920	6,621	7,359	7,780	7,890	7,912

Оптимизированные параметры: *kolich* – количество рабочих на 1-ом устройстве (РК1), *kolich1* – количество рабочих на 2-ом устройстве (РК2), *kolich2* – количество рабочих на 3-ом устройстве (РК3);*X1* – среднее время обработки детали на РК1, *X2* – на РК2, *X3* – на РК3, *X4* – на РК4.

Выводы

В процессе моделирования была осуществлена разработка структурной модели работы цеха по сборке оборудования в системе AnyLogic. Была проведена оптимизация имитационной модели работы цеха по сборке оборудования. В оптимизационном эксперименте были минимизированы параметры времени обработки деталей на первых четырёх устройствах, оптимизировано количество рабочих на первых трёх устройствах, что повлияло на увеличение готовой продукции. Предложенный алгоритм оптимизации позволяет уменьшить время задержки деталей на устройствах, и тем самым повысить количество произведенных сборок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Леонова Н.Л.* Имитационное моделирование: конспект лекций // СПбГТУРП. – СПб., 2015. С.94.
2. *Родина Р.В.* Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». 2017. С.75-77
3. *Каталевский Д.Ю.* Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. // М.:Издательский дом «Дело» РАНХиГС. 2015. С. 496, ил.
4. *Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х.* // Вестник Технологического университета. 2017. - 20, 18. С. 120-126.
5. *Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.* // Вестник Технологического университета. 2017. - 20, 17. С. 99-103.
6. *Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.* // Вестник Технологического университета. 2017. - 20, 19. С. 75-81.
7. *Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А.* // Вестник Технологического университета. 2015. - 18, 5. С. 184-188.

OPTIMIZATION OF SHOP FLOOR ON ASSEMBLY OF THE EQUIPMENT IN THE SIMULATION ANYLOGIC

Sadykova A., Medvedev P.
anzhelika.sadikova99@mail.ru
Supervisor: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Almetyevsk branch of KAZAN state technical University, Almetyevsk)

The article presents a simulation model of shop floor on Assembly of the equipment in the simulation software AnyLogic is presented. Optimization of this model by means of AnyLogic modeling system is carried out. The reason for the possible use of the proposed optimization algorithm is the processing time of the part by a certain device, the number of such devices used in the shop, summarized together with the results of modeling and optimization of the model in the table. As a confirmation of the table values, a graphical display of one of the optimization stages is given, namely, the optimization of the original model according to the processing time of the part by one device and the number of devices in the AnyLogic system.

УДК 004.94

ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В СРЕДЕ ANYLOGIC

Спиридонов Г.В., Спиридонова А.В.
grisha5991@gmail.com
Научный руководитель: В.В. Мокшин, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной статье приводится описание построение модели согласно принципам дискретно-событийного моделирования, а также проведения оптимизации проводимого эксперимента построенной модели. Проведена работа по изучению основных принципов работы в среде ANYLOGIC. Подтверждена эффективность применения ANYLOGIC для построения моделей вероятностных объектов, которые обеспечат построение оптимальных бизнес-процессов функционирования реальных предприятий и организаций. Отмечены достоинства и недостатки ANYLOGIC. Приведены примеры применения дискретно-событийного моделирования в управлении проектами и проведен анализ полученных результатов.

На протяжении продолжительного времени человек успешно исследует модели бизнес-процессов функционирования предприятий и организаций. Под моделью принято понимать искусственно созданный объект, заменяющий некий объект реального мира, который обладает несколько ограниченным функционалом

в отличие от оригинала. Процесс, с помощью которого производится построение модели, называется моделированием. В свою очередь моделирование - это построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений[1].

Любая модель создается для достижения какой-либо определенной цели, которая в свою очередь является основой для выбора способа моделирования. Поэтому, первое, что необходимо сделать в процессе построения модели - это поставить задачу и внести исходные данные.

С помощью имитационного моделирования процессы в модели описываются так, как они проходили бы в действительности. Построенную модель можно “проиграть” как один, так и множество раз на различных временных отрезках. Результаты в имитационной модели определяются задаваемым вероятностным характером процесса. Дискретно – событийное моделирование представляет собой вид имитационного моделирования, в котором функционирование системы представляется как хронологическая последовательность событий[4]. Данное событие происходит в определенный момент времени, что означает изменение состояния системы. Система дискретно – событийного моделирования помимо переменных, определяющих состояние системы и логики работы системы ответов на

происходящие события, содержит следующие компоненты:

- Генератор случайных чисел
- Часы
- Статистика
- Список событий
- Условие завершения

Дискретно – событийные системы основанные на мгновенных событиях являются однопоточными системами моделирования. Многопоточные же системы поддерживают интервальные события и могут иметь несколько текущих событий[5].

Современные системы моделирования поддерживают весь арсенал новейших информационных технологий, включая развитые графические оболочки для целей конструирования моделей и интерпретации выходных результатов моделирования, мультимедийные средства, анимацию в реальном масштабе времени, объектно-ориентированное программирование, Internet - решения и др.

Программное обеспечение Anylogic – профессиональный инструмент нового поколения, который служит для разработки и исследования имитационных моделей. Разработчиком продукта выступает компания «Экс Джей Текнолоджис») из города Санкт-Петербург. С помощью Anylogic, сильно упрощается построение сложных имитационных моделей, а также имеется возможность применения одного инструмента при изучении разных стилей моделирования.

Пакет Anylogic основывается на концепции объектно - ориентрованного подхода. Также одной из базовых концепций является представление модели в виде набора активностей, которые взаимодействует и параллельно функционируют друг с другом. Объект в Anylogic является объектом со своим собственным функционированием. Каждые объект имеет возможность включать в себя любое ограниченное количество экземпляров других объектов.

Графическая среда инструментального пакета моделирования поддерживает ряд функций, необходимых для наглядного построения и оптимизации модели и экспериментов.

При разработке модели можно использовать элементы визуальной графики: диаграммы состояний, сигналы, события, порты и т.д.; синхронное и асинхронное планирование событий; библиотеки активных объектов.

Одними из главных достоинств пакета ANYLOGIC является удобный интерфейс и многочисленные средства разработки различных видов моделей. Имеется возможность использования нескольких классических областей имитационного моделирования, а именно:

- Моделирование системной динамики
- Дискретно-событийное моделирование
- Моделирование динамических систем
- Агентное моделирование

Также имеется возможность интеграции различных подходов моделирования для получения наиболее развернутой картины взаимодействия сложных процессов различной природы.

Недостатком данного пакета является его высокий порог вхождения. Для построения моделей необходимо обладать профессиональными знаниями в сфере моделирования.

Построение дискретно-событийно модели касс обслуживания покупателей в магазине

Для того, чтобы построить модель обслуживания касс необходимы следующие элементы пакета ANYLOGIC из блока «Основная библиотека»:

- source – источник покупателей
- delay - временная задержка которая необходима покупателю для выбора
- service – обслуживание на кассовой линии
- resourcePool – представляет собой количество кассиров

- sink – уничтожение заявок

Для построения модели необходимо перетащить элементы из блока «Палитра» в рабочее окно модели, последовательно соединяя их линиями.

Далее необходимо изменить свойства необходимые для отображения полной картины элементов:

1. Элемент source:

- Интенсивность прибытия: 2
- Количество заявок, прибывающих за один раз: 1
- Новая заявка: new Entity()

Для удобства переименуем данный элемент в enter. Стоит заметить, что в разное время суток интенсивность потока покупателей будет различаться, но для простоты будем считать, что частота появления покупателя в магазине будет равен двум покупателям в минуту

2. Элемент delay:

- Задержка задаётся: Явно
- Время задержки: triangular (5, 20, 60)
- Максимальная вместимость: true

Для удобства переименуем данный элемент в shopping, так как он отвечает за время, необходимое покупателю для выбора покупок. Для определения этого времени будем использовать функцию triangular (5, 20, 60). Параметры данной функции задают минимальное, наиболее вероятное и максимальное время выбора покупок в минутах.

3. Элемент service:

- Количество ресурсов: 1
- Время задержки: triangular (0.5, 1, 5)
- Максимальная вместимость: true

Для удобства переименуем данный элемент в queue. Значение количества ресурсов обусловлено тем, что для обслуживания одного покупателя обычно требуется лишь один кассир, т.е. ресурс. Время, необходимое покупателю для оплаты покупок также зададим с помощью функции triangular с промежутком времени от 0.5 до 5 минут.

4. Элемент resourcePool:

- Количество ресурсов: 4

Для удобства переименуем данный элемент в cashier's. Для начала бы задаём количество кассиров равное 4-м. В дальнейшем заменим это число на параметр, значение которого будет изменяться из-за интенсивности потока покупателей.

5. Элемент sink для удобства переименуем в exit.

При запуске нашей модели зеленые цифры над элементами queue и shopping показывают сколько людей в данный момент стоят в очередях к кассам, а сколько выбирают товар. Но для полной картины за наблюдением размеров очередей необходимо получить их усредненное по времени значение. Для сбора данной информации необходимо добавить в рабочее окно пакета элемент статистика. Для удобства переименуем его в queueSize. В поле значения этого элемента напишем формулу queueSize()/4. Это означает, что для того чтобы получить усредненное значение очереди необходимо самую большую очередь поделить на количество кассиров. В свойствах queue разрешаем сбор статистики.

Теперь можно наглядно наблюдать средний размер очереди при помощи столбиковой диаграммы. Для этого необходимо перетащить соответствующий элемент на рабочую область и в свойствах добавить элемент данных со значением queueSize.mean().

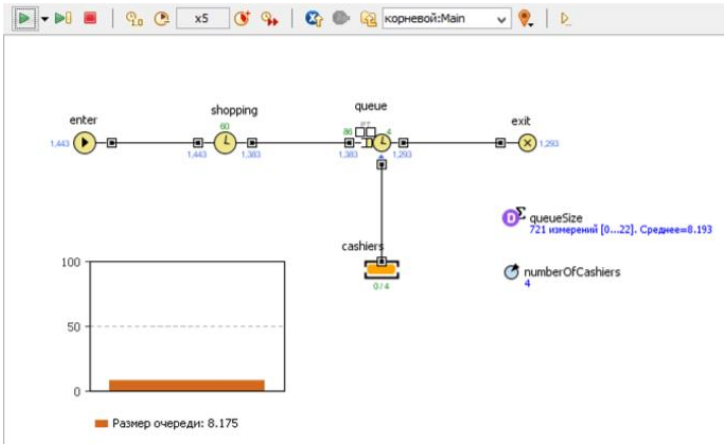


Рис. 1. Модель касс магазина

Запустив в очередной раз симуляцию модели, мы наблюдаем рост средней очереди. За 720 минут достигает величины порядка 8 человек. При изменении интенсивности прибытия покупателей до 1 в минуту размер очереди с течением времени не возрастает и по величине равен 0. Из этого напрашивается вывод, что для такой интенсивности потока покупателей 4 кассира много и необходимо оптимизировать нашу модель.

Оптимизация модели

Большая часть магазинов работает не круглосуточно, а по определённому графику. В нашей же модели этот параметр не ограничен. Предположим, что стоит ограничить время работы модели с 10 часов утра, до 10 часов вечера. Задать эти параметры можно во вкладке «Модельное время» в свойствах Simulation.

Интенсивность посещения магазина покупателями на построенной модели постоянная, но в реальной жизни интенсивность сильно зависит от дня недели и времени суток. В утреннее время и в рабочие дни покупателей приходит мало, а вечером и в выходные много. Ограничим интенсивность с помощью расписания. Этого необходимо сделать в свойствах «Основные».

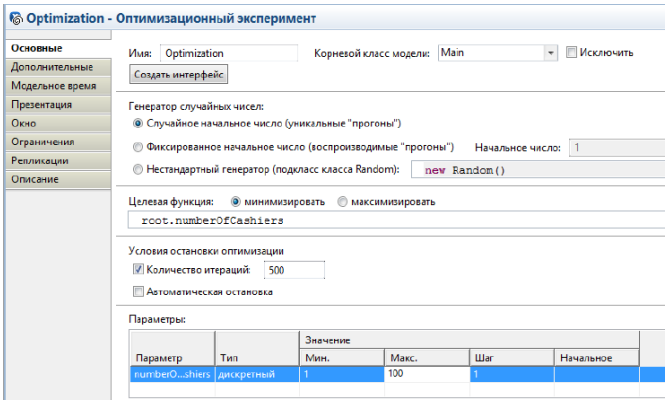


Рис. 2. Основные свойства оптимизации

Также необходимо учитывать количество кассиров, требуемых для выполнения работы. Излишнее количество работников приведёт к увеличению расходов по заработной плате. Однако если в магазине будет не хватать продавцов, то возникнут большие очереди и магазин будет терять потенциальных покупателей. Чтобы найти оптимальное решение, используем «Оптимизационный эксперимент» в Anylogic.

Основной нашей целью является – провести большое количество прогонов модели и определить статистически оптимальные значения. Затем встроенный алгоритм QptQuest определит оптимальное для данной модели решение.

Для этого добавим параметр из палитры «Основная». Название этому параметру

присвоим: numberOfCashiers, тип: integer, значение по молчанию: 4. Этот параметр мы и будем оптимизировать. В свойствах объекта cashiers в поле количество ресурсов введём numberOfCashiers.

Создадим новый эксперимент. Для этого необходимо выбрать пункт: Создать-Эксперимент-Оптимизация. Затем необходимо задать целевую функцию, которую требуется минимизировать или максимизировать. В данном случае будем минимизировать параметр numberOfCashiers. Для этого зададим параметр root.numberOfCashiers. Затем зададим дискретное изменение данного параметра от 1 до 100 с шагом 1. Это значит, что эксперимент будет повторятся снова и снова, количество кассиров будет изменятся от 1 до 20 и для каждого значения параметра numberOfCashiers будет измеряться среднее значение очереди.

Цель нашего эксперимента - найти минимальное количество кассиров, при котором очередь на кассе не превысит заданного значения. В каждом магазине допустимая длина очереди может быть разной. Здесь роль играет ценовая категория магазина, проходимость, наличие свободного пространства около кассы. Перед выполнением оптимизационного эксперимента нам необходимо заранее знать допустимую длину очереди в конкретном магазине.

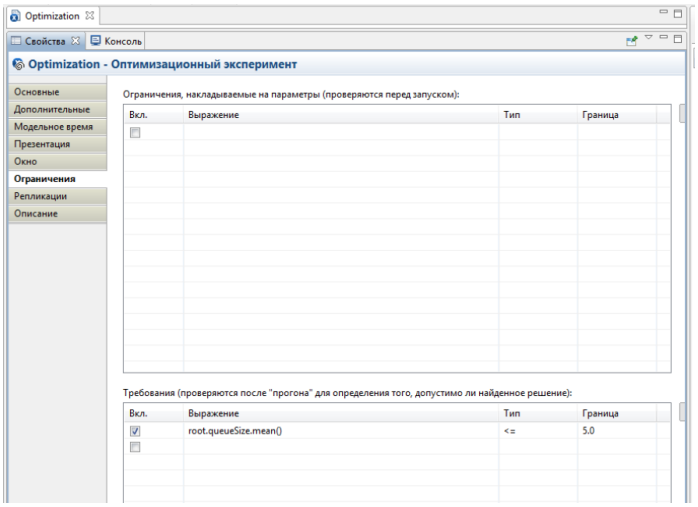


Рис. 3. Ограничения оптимизации

В нашем случае зададим максимальную длину очереди 5 человек. Для этого во вкладке «Ограничения» укажем этот параметр для root.queueSize.mean. Ограничем время выполнения эксперимента 720 минутами. Что равняется 12 часам - среднему времени работы магазина в течение дня. Укажем это значение на вкладке «Модельное время». Следующим этапом необходимо нажать на кнопку «Создать интерфейс» и можно запускать выполнение эксперимента. Нам будет доступно 2 варианта: простая симуляция и оптимизационный эксперимент.

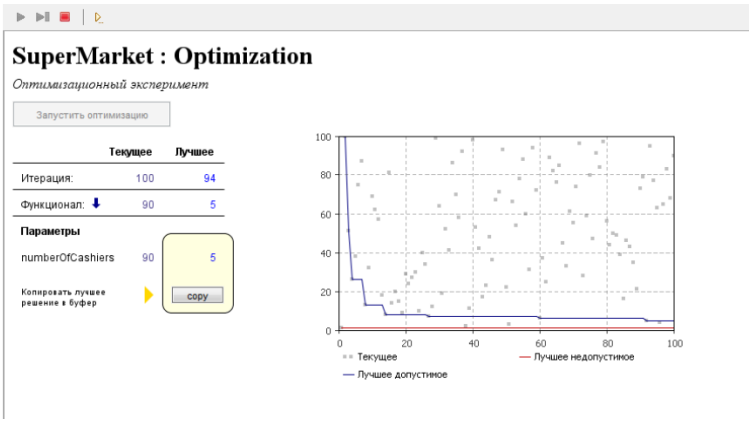


Рис. 4. Результаты оптимизации

На графике будет отражена зависимость оптимизируемого параметра от номера итерации. Она итерация – одно выполнение эксперимента. Синий график отображает лучшее допустимое значение, а красный недопустимое. С увеличением числа итераций, значение оптимизируемого параметра стремится к пяти. Это же значение модно наблюдать в окошке в левой части изображения. В нашем случае наименьшее возможное количество работников будет равным пяти.

В процессе оптимизаций иногда возникает необходимо часто менять входные параметры. В нашем случае это интенсивность потока посетителей. Вручную изменять этот параметр долго и неудобно. Проще добавить ползунок регулирующий эти значения. Для этого необходимо выбрать его из панели «Элементы управления» и настроить на управление потоком посетителей магазина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Салихова Э.И., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Михайлова О.П.* Мониторинг буровых работ с использованием средств распознавания образов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 163-168.

2. *Спиридонов Г.В., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Шамсутдинов Р.С.* Алгоритм формирования маршрута буровой бригады // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 169-175.

3. *Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.* Разработка комплекса программ для анализа технического состояния грузоподъемных механизмов // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 21. С. 80-85.

4. *Мокшин В.В., Сайфудинов И.Р., Кирпичников А.П.* Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 112-116.

5. *Сайфудинов И.Р., Мокшин В.В., Кирпичников А.П.* Группирование контуров объектов структурных изображений на основе сети заметности элементов // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 120-123.

DISCRETE - EVENT MODELING AND EXPERIMENT OPTIMIZATION IN THE ANYLOGIC ENVIRONMENT

Spiridonov G., Spiridonova A.

grisha5991@gmail.com

Scientific adviser: V. Mokshin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

This article describes how to build a model according to the principles of discrete event modeling, as well as to optimize the experiment conducted by the constructed model. The work was carried out to study the basic principles of work in the ANYLOGIC environment. The effectiveness of the use of ANYLOGIC for building models of probabilistic objects that will ensure the construction of optimal business processes for the functioning of real enterprises and organizations has been confirmed. The advantages and disadvantages of ANYLOGIC are noted. Examples of the use of discrete event modeling in project management are presented, and the results obtained are analyzed.

УДК 004.42

АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ХОДОВ В ИГРАХ АНТАГОНИСТИЧЕСКОГО ТИПА

Хабибулин Р.Р.
Rhinock@yandex.ru
Научный руководитель: Р.Ф. Гибадуллин, канд. техн. наук
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Описываются алгоритмы минимакс и альфа-бета отсечения (αβ) для игры антагонистического типа – крестики-нолики. Объясняются понятия основного варианта, минимаксного дерева, методики расчёта полезности для корней, узлов и ветвей дерева. Создаются возможные улучшения минимаксного алгоритма путём использования αβ.

Компьютеры подражают людям, анализируя игровые линии и создавая игровое дерево с этой информацией [1]. Рассмотрим игру крестики-нолики (Рис.1) [2]. Корень дерева – текущая позиция, узлы – допустимые позиции, а ветви – допустимые шаги. Конечные узлы – терминальные (конец игры) [3]. Наиболее вероятная линия игры называется основным вариантом. В несовместных последовательных играх с нулевой суммой для двух игроков с идеальной информацией первый игрок называется Макс, а второй – Мин. В минимаксном дереве каждый узел имеет минимальное значение позиции (полезность для Макса, наилучший результат игры) [4]. В крестиках-ноликах 3 исхода: выигрыш, проигрыш и ничья (+1, -1 и 0) (Рис. 1).

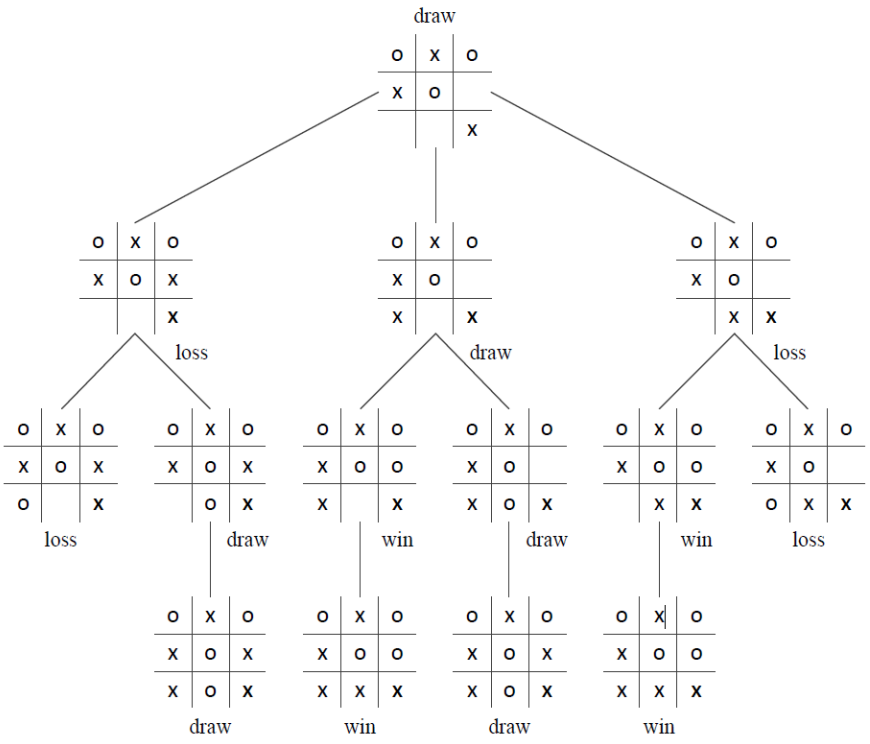


Рис. 1. Возможные линии игры из определённой игровой позиции в крестиках-ноликах

Минимакс использует обратную индукцию для расчёта значения позиции (Рис. 2). Основной вариант выделен жирным. Цель Макса – максимизация своей полезности, цель Мина – минимизация полезности Макса, отсюда и название алгоритма. [5]

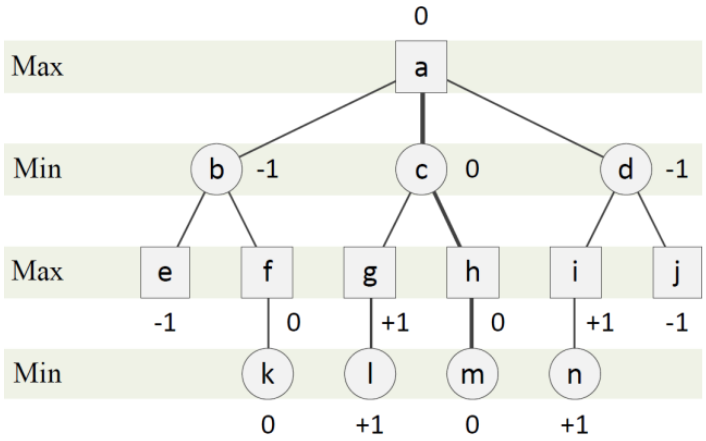


Рис. 2. Минимаксное дерево возможных линий игры из определённой игровой позиции

Методика проведения

Чтобы найти значение игрового дерева, минимакс исследует все его узлы. В большинстве случаев это невозможно и/или не оптимально [6]. Альфа-бета отсечение (αβ) является улучшением минимаксного алгоритма, который позволяет избежать проверки всего дерева игры [4]. Идея в том, чтобы проанализировать части дерева, которые не влияют на значение корня (отсечение).

Рассмотрим пример на Рис. 3. После нахождения полезности x первого хода m1, Макс должен интересоваться только ходами, у которых полезность больше, чем x, поскольку он пытается максимизировать свою полезность. Теперь рассмотрим ситуацию, когда Макс делает второй ход m2, а первый ответ Мина возвращает полезность y, такую, что y≤x. Поскольку Мин пытается минимизировать полезность Макса, возможная полезность m2 будет не более y. Поэтому Макс никогда не будет ходить m2, так как у него уже есть лучший вариант m1. Другими словами, элемент a узла установил нижнюю границу для своего дочернего элемента c, узла Мина. И наоборот, узел Мин может накладывать верхнюю границу на своих потомков, Максов.

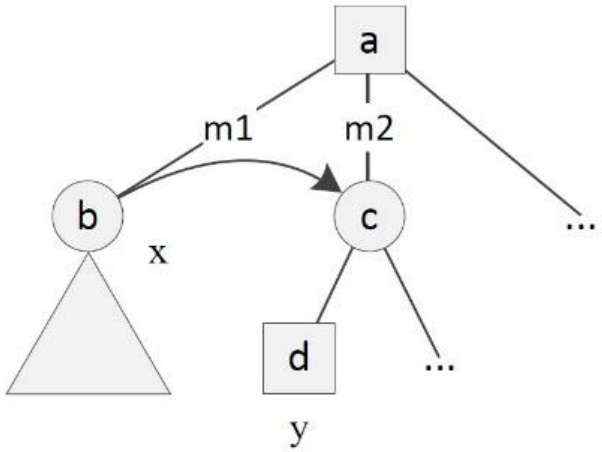


Рис. 3. Распространение значений в деревьях игры

Из-за этого алгоритм αβ вводит две границы:

- Нижняя граница α равна наибольшему найденному минимаксному значению, т.е. минимальному значению, которое гарантированно будет иметь Макс.
- Верхняя граница β равна наименьшему найденному минимаксному значению, т.е. максимальному значению, гарантированно принадлежащему Мину.

Реализация экспериментов

Алгоритм αβ показан на Рис. 4. -∞ обозначает значение, которое меньше или равно любой возможной полезности для конечного узла, а +∞ – значение, которое больше или равно. Интервал между α и β – окно поиска. Если значение узла выходит за пределы окна поиска, соответствующее поддерево удаляется [7].

```
int ALPHA_BETA(int node, int alpha, int beta)
{
    if (node == terminal)
    {
        return UTILITY(node);
    }

    if (node == MAX) // узел MAX
    {
        utility = -int.MaxValue;
        for (int n = 1; n < CHILDREN(node); n++)
        {
            utility = Math.Max(utility, ALPHA_BETA(n, alpha, beta));
            if (utility >= beta) // отсечение бета
                break;
            alpha = Math.Max(alpha, utility);
        }
    }

    else // узел MIN
    {
        utility = int.MaxValue;
        for (int n = 1; n < CHILDREN(node); n++)
        {
            utility = Math.Min(utility, ALPHA_BETA(n, alpha, beta));
            if (utility <= alpha) // отсечение альфа
                break;
            beta = Math.Min(beta, utility);
        }
    }

    return utility;
}
```

Рис. 4. Алгоритм αβ

После поиска узла с использованием алгоритма αβ может произойти одно из трёх последствий:

– $utility \le \alpha$. Результат находится ниже окна поиска (неудачный минимум).

– $utility \ge \beta$. Результат над окном поиска (неудачный максимум).

– $\alpha < utility < \beta$. Результат внутри окна поиска (успех).

Если значение узла выходит за пределы окна поиска, оно представляет предел его минимаксного значения, в противном случае значение узла найдено. Успех может быть достигнут путём αβ с полным окном, т.е. [-∞; +∞]. Версия, показанная на Рис. 4, называется отказоустойчивой αβ [8], потому что она позволяет при поиске возвращать значения, которые находятся за пределами окна поиска (границы), когда поиск заканчивается неудачей. Другие версии αβ возвращают α или β в тех же ситуациях [9].

На Рис. 5 показано игровое дерево, снабжённое конечными значениями α и β. Каждое отсечение указывает на тип. Основным вариантом является более толстая линия. Алгоритм αβ обновляет значения α и β по мере прохождения по дереву (слева направо) и удаляет ветви со значениями, которые хуже текущих значений α и β. Начальные значения α и β равны -∞ и +∞ соответственно. Эффективность алгоритма сильно зависит от порядка, например, если бы узел h тестировался перед узлом g, то в этом случае не было бы отсечения [10]. Таким образом, увеличивается вероятность отсечения. Такие приёмы называются приёмами упорядочения ходов [7].

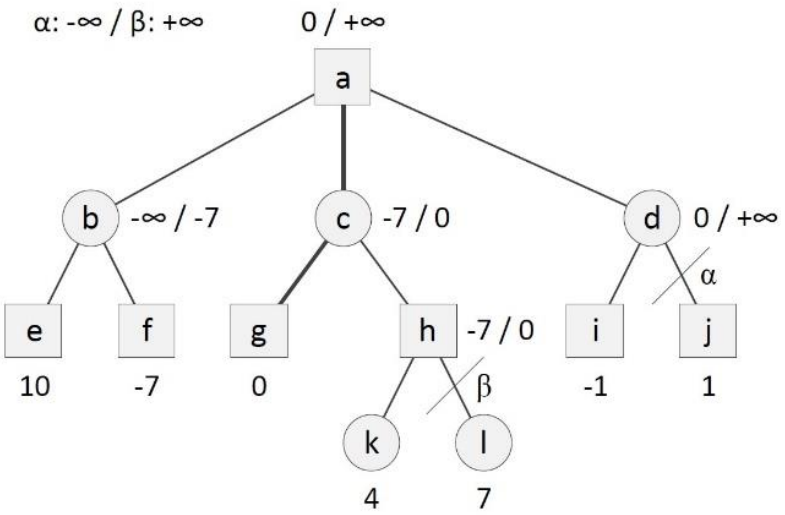


Рис. 5. Игровое дерево с конечными значениями α и β

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Донц Ю.М., Зенкевич Н.А., Петросян Л.А., Лукьянова А.Е., Должиков В.В.* Общая теория выбора равновесия в играх // Экономическая школа, Санкт-Петербург. 2001. 424 с.

2. *Allis L.V.* Go-Moku solved by new search techniques // Computational Intelligence, 12, 1, 7-24 (1996).

3. *Кнут Д.Э.* Искусство программирования // Вильямс, Москва. 2013, 960 с.

4. *Knuth D.E., Moore R.W.* Artificial Intelligence, 6, 4: 293-326 (1975).

5. *Демьянов В.Ф., Малозёмов В.Н.* // Введение в минимакс, Наука, Москва. 1972. 368 с.

6. *Land A.H., Doig A.G.* An Automatic Method of Solving Discrete Programming Problems, Econometrica, 28, 3, 497-520 (1960).

7. *Братко И.* Программирование на языке ПРОЛОГ для искусственного интеллекта // Мир, Москва, 1990. 560 с.

8. *Fishburn J.P.* Analysis of speedup in distributed algorithms // UMI Research Press 1984, 118 p.

9. *Гибадуллин Р.Ф.* Развитие единообразного формализма защиты точечных, линейных и площадных объектов картографии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. №2. С.102-107.

10. *Гибадуллин Р.Ф.* Организация защищенной передачи данных в сенсорной сети на базе микроконтроллеров AVR // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С.80-86.

ALGORITHMS FOR EVALUATING MOVES IN GAMES OF ANTAGONISTIC TYPE

Khabibulin R.

rhinock@yandex.ru

Supervisor: R. Gibadullin, Candidate of Technical Sciences

(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

The minimax and alpha-beta pruning (αβ) algorithms for the games of antagonistic type – tic-tac-toe are described. Concepts of the main variant, minimax tree, utility calculation method for roots, nodes and branches of the tree are explained. Possible improvements to the minimax algorithm are created by using αβ.

УДК 004.3

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РЕЗЕРВУАРЕ

Хайруллин А. К.
adelgerasimov@yandex.ru
Научный руководитель: А.С. Катасёв, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

Проводится исследование устройства и работы регулятора температуры (РТ) в комплекте с термопреобразователем сопротивления типа ТСП или ТСМ. Создается структурная схема измерителя. Производится выбор элементарной базы и построение принципиальной электрической схемы.

Технологический процесс – это основа организации всего производства. На основании разработанного технологического процесса определяется количество необходимого оборудования, инструментов и приспособлений, исходного сырья и вспомогательных материалов, число рабочих для выполнения заданной программы производства.

Увеличение выпуска производимой продукции в первую очередь происходит благодаря росту производительности труда, который в свою очередь возможен при условии ускоренного внедрения достижений научно-технического прогресса и реконструкции производства. В связи с этим предусмотрено внедрять автоматические системы управления процессом в различные области хозяйственной деятельности [1].

Регуляторы температуры в технологических процессах предназначены для автоматического регулирования температуры и сигнализации изменения температуры относительно установленного значения в системах термостатирования и стационарных установках [2].

Характерной особенностью развития современной электронной промышленности является бурный рост, сопровождающийся столь же бурным снижением стоимости средств автоматизации, вычислительной техники, коммуникаций, устройств высокоточных измерений параметров. Цифровые технологии быстро вытесняют аналоговые, преобладавшие в системах управления в недалеком прошлом. Это связано с тем, что возможности цифровых средств измерения и управления на порядок выше, чем у аналоговых.

К числу их достоинств относятся: 1) более точное представление измеряемых величин; 2) большая помехозащищенность; 3) возможности построения вычислительных сетей; 4) большая гибкость и эффективность в управлении процессом и т.д.

Все эти возможности связаны с конкретными выгодами для пользователей. Благодаря автоматизации процессов на производстве, ускоряется работа операторов, наблюдается значительная экономия финансовых ресурсов, повышается качество и корректность решений операторов [3].

Температурой называется физическая величина, характеризующая степень нагретости тела. Практически все технологические и различные свойства вещества зависят от температуры. В зависимости от принципа действия промышленные приборы для измерения температуры делятся на следующие группы: приборы, предназначенные для измерения температуры контактным способом, называются – термометры, а бесконтактным – пирометры (инфракрасные термометры). Самым точным практическим термометром является платиновый термометр сопротивления [4].

Под резервуаром понимается герметично закрываемый или открытый, стационарный сосуд, наполняемый жидким или газообразным веществом.
По материалу изготовления резервуары подразделяются на металлические, железобетонные, земляные (амбары), синтетические и резинотканевые, резервуары в горных выработках. По конструкции различают вертикальные, цилиндрические (с коническими, плавающими и сферическими крышами), резервуары с плоскими и пространственными днищами,

резервуары с понтонами, горизонтальные цилиндрические резервуары с плоскими и пространственными днищами, каплевидные, сферические, прямоугольные и траншейные резервуары. Резервуары могут иметь газовую обвязку, включающую сбор паров нефтепродуктов.

По значениям допустимого избыточного давления резервуары подразделяются на резервуары низкого давления (до 0,002 МПа) и резервуары высокого давления (более 0.002 МПа).

По назначению резервуары делятся на резервуары для хранения маловязких и высоковязких продуктов, резервуары-отстойники, резервуары-смесители, специальные резервуары для хранения летучих жидкостей.

Для удобной и безопасной эксплуатации резервуары оснащаются дополнительным оборудованием и различными датчиками для контроля и регулирования технологических параметров, выбор которых зависит от условий хранения продукта. Резервуарное оборудование применяется для заполнения и опорожнения резервуаров, замера уровня вещества, находящегося в резервуаре, проветривания, отбора проб, а также чистки резервуара.

Особое внимание следует уделить физическим и химическим свойствам вещества или смеси веществ, хранимых в резервуаре. Исходя из этого, может потребоваться контроль некоторых параметров, таких как температура, давление, концентрация и тд. Для этого резервуар оснащается необходимыми датчиками [5].

Регулятор температуры (РТ) предназначен для автоматического двухпозиционного регулирования температуры и сигнализации изменения температуры относительно установленного значения в системах термостатирования и стационарных установках. Прибор работает в комплекте с термопреобразователем сопротивления типа ТСП или ТСМ.

Терморегулятор обладает встроенным или выносным термодатчиком, который устанавливается в резервуар и снабжает терморегулятор информацией о температуре вещества. На основе этих данных терморегулятор управляет нагревающим или охлаждающим воздействием.

Электрические терморегуляторы используются во всех без исключения нагревательных электроприборах: утюгах, электрочайниках, кондиционерах, конвекторах, водонагревателях и прочих приборах в которых используется электрический нагревательный элемент.

Суть регулирования заключается в подключении нагревательного элемента, когда температура ниже заданной и отключении, когда она начинает превышать заданный уровень или значение [2]. Устройство терморегулятора представлено на рисунке 1.

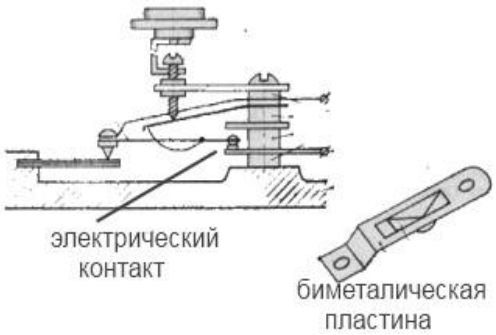


Рис. 1. Устройство терморегулятора

Возможности системы:

- сбор информации о текущей температуре в резервуаре;
- вывод результатов на буквенно-цифровой индикатор;
- хранение результатов во внутренней памяти прибора;
- кнопочное управление прибором;

На рисунке 2 представлена структурная схема измерителя.

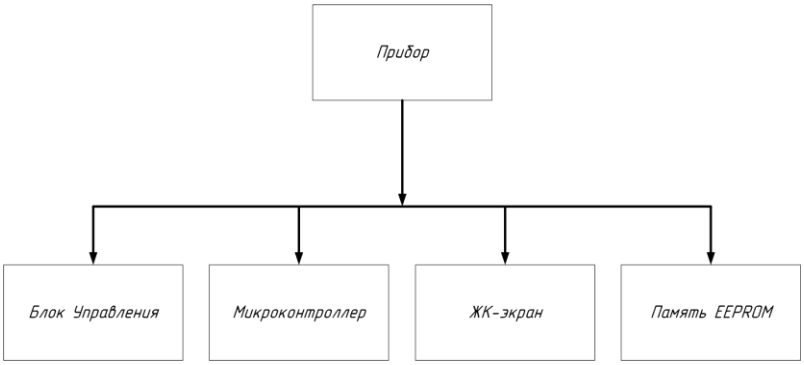


Рис. 2. Структурная схема измерителя

Центральным звеном прибора является микроконтроллер. В данном измерителе он выполняет все основные функции, а именно, подаёт управляющие сигналы, осуществляет сбор информации о текущих показателях температуры и влажности, выводит информацию на буквенно-цифровой индикатор и хранит её в своей энергонезависимой памяти (EEPROM). Прибором управляют с помощью кнопочного блока управления, нажатиями на который последовательно переключают режимы работы. Прибором управляют с помощью кнопочного блока управления, нажатиями на который последовательно переключают режимы работы [6].

Перед началом работы необходимо установить температуру включения и выключения нагревателя и вентилятора. В процессе работы регулятора на экран ЖКИ выводятся текущие значения температуры в градусах Цельсия, времени и даты. О включённых вентиляторе и нагревателе сигнализируют мнемонические значки в нижнем правом углу экрана.

Компьютер, с которым работает регулятор, должен быть оснащён интерфейсом RS-485 и должна быть запущена терминальная программа, например, "Terminal v1.9b by Br@y++", или аналогичная.

Для создания прибора были использованы:

- SHT21D, датчик влажности и температуры I2C
- LCD-дисплей WH1602B-YYK-CTK
- Микроконтроллер ATmega8-16AI
- 1N4004, Диод выпрямительный 1A 400B
- Стабилизатор тока и напряжения LM7805CT

Принципиальная электрическая схема представлена на рисунке 3. Его основа — микроконтроллер ATmega8-16AI, программа для него написана на языке BASIC компилятора BASCOM for AVR. Если в программную память микроконтроллера записаны коды из файла SHT21_49_pod.hex, младший байт конфигурации установлен равным 0xFD, а старший — 0xD9, микроконтроллер работает с кварцевым резонатором ZQ2 на указанную на схеме частоту.

Это обеспечивает скорость обмена по интерфейсу RS-485 ровно 19200 Бод. Если загрузить в память коды из файла SHT21_8_pod.hex, задать младший байт конфигурации 0xE4 и старший 0xD9, то кварцевый резонатор ZQ2 и конденсаторы C6 и C9 из схемы регулятора температуры и влажности можно исключить, оставив свободными выводы 7 и 8 микроконтроллера.

Он станет работать от внутреннего тактового RC-генератора частотой 8 МГц. В этом случае скорость будет установлена с некоторой погрешностью. Поэтому при длине линии связи с компьютером более 10 м лучше применить вариант с кварцевым резонатором.

Датчик SHT21D подключают к разъёму XP1 прибора по схеме. С микроконтроллером он связан по интерфейсу I2C. Для двунаправленного согласования логических уровней сигналов SDA и SCL датчика и микроконтроллера применён узел на полевых транзисторах VT1 и VT2.

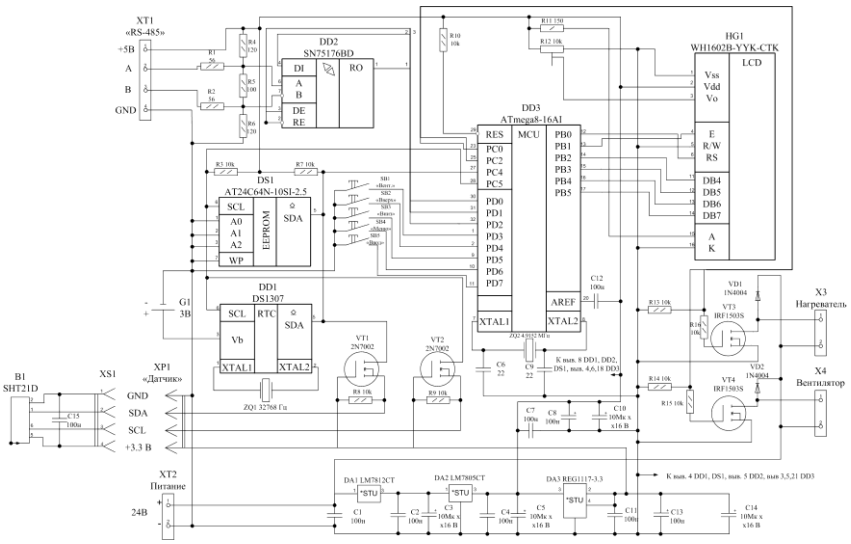


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема

По тому же интерфейсу с микроконтроллером связаны микросхемы часов реального времени DD1 (DS1307) и энергонезависимой памяти DS1 (24C64). Они подключены по стандартным схемам. Литиевый элемент G1 обеспечивает питание микросхемы DD1 и бесперебойный ход часов при временном отключении основного источника питания.

ЖКИ HG1 (WH1602B-VYK-CTK) с поддержкой кириллицы имеет две строки по шестнадцать символов и подключён к микроконтроллеру по схеме с четырёхразрядной шиной данных. Резистор R11 задаёт ток подсветки экрана ЖКИ, а подстроечным резистором R12 устанавливают оптимальную контрастность изображения.

Микросхема DD2 (SN75176BD) и резисторы R1, R2, R4—R6 служат для согласования линии связи интерфейса RS-485, подключённой к контактной колодке XT1, с микроконтроллером.

Если к этой линии, кроме компьютера и регулятора температуры и влажности, не будут присоединяться другие устройства, то резисторы R4 и R6 не устанавливают, а R1 и R2 заменяют перемычками. Микросхему SN75176BD можно заменить на MAX13487E, MAX13488E или AD485.

Транзисторы VT3 и VT4 управляют по сигналам микроконтроллера установленными в погребе нагревателем воздуха и вентилятором, подключёнными соответственно к колодкам XT3 и XT4.

Если эти устройства потребляют ток более 0,8 А или рассчитаны на напряжение более того, которое подано на колодку XT2 для питания регулятора, их нужно подключать через промежуточные реле с достаточно мощными контактами. В этом случае с колодками XT3 и XT4 соединяют обмотки реле.

Стабилизаторам DA1 и DA2 обязательно нужен теплоотвод. Я применил готовый размерами 80x80x20 мм от компьютерного процессора. Источник питания регулятора, подключаемый к винтовой колодке XT2, может быть напряжением 24 или 12 В в зависимости от номинального напряжения нагревателя и вентилятора.

Если он на 12 В, то на плате регулятора интегральный стабилизатор DA1 не устанавливают, а контактные площадки для его выводов 1 и 3 соединяют проволочной перемычкой.

Элементы устройства монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита [7].

В статье была описана разработка прибора для измерения и регулирования температуры в резервуаре. Предварительно был проведен анализ литературы и предметной области.

Произведен выбор элементной базы для устройства описана принципиальная электрическая схема прибора. Все необходимые этапы разработки терморегулятора

реализованы в полной мере. Программа-эмулятор показала успешную работу прошивки устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Е.Г. Дудникова* Автоматическое управление в химической промышленности: учебник для вузов.– М.: Химия, 1987. — 368 с.

2. *Фарзане Н.Г., Илясов Л.В.* Технологические измерения и приборы — М.: Высшая школа, 1989. — 456 с.

3. *Губанова А.А.* Введение в инженерную деятельность: учеб. пособие / А.А. Губанова, С.В. Иванов, Т.С. Полях. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2013. – 72 с.

4. Платиновый термометр сопротивления — основной прибор МТШ-90.

5. *Климентова Г.Ю., Качалова Т.Н., Цивунина И.В.* Общезаводское хозяйство химических предприятий: Учебное пособие. — Казань: Изд-во КНИТУ, 2010. — 120 с.

6. *Ильина О.П., Бройдо В.Л.* Архитектура ЭВМ и систем. - Издательство: Питер. - 2006.

7. *Колесниченко О. В.* Аппаратные средства PC : [наиболее полное руководство] / Олег Колесниченко, Игорь Шишигин, Валентин Соломенчук. - СПб., 2010.

DEVELOPMENT OF THE DEVICE FOR MEASURING AND REGULATING THE TEMPERATURE IN THE RESERVOIR

Khayrullin A.

adelgerasimov@yandex.ru

Supervisor: A. Katasev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

A study is being conducted on the design and operation of a temperature regulator complete with a resistance thermocouple of the type tsp or tcm. A block diagram of the meter is created. The selection of the elementary base and the construction of the electrical circuit.

УДК 621.521

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЛЬТРА НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ НАСОСАМИ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

Хисматуллин Р.М., Ермаков А.М.

khismatullinrm@yandex.ru

Научный руководитель: Р.Р. Салахов, канд. техн. наук

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В данной работе представлены результаты численных исследований зависимости создаваемого воздушными фильтрами сопротивления на затрачиваемую вакуумными насосами энергию. Численные исследования проведены в программном комплексе одномерного моделирования SimcenterAMESim с использованием библиотек: Signal, Control, Pneumatic, Mechanical, Thermal.

1. Моделирование вакуумной установки.

Применение вакуумной техники стало возможным с созданием первого вакуумного насоса учёным Отто Фон Гёрике в 1650 г. В настоящее время применение вакуума повсеместно распространено. Мы можем наблюдать использование вакуумных технологий везде: начиная от домашней бытовой техники и заканчивая космическими спутниками. Современная промышленная индустрия не может обойтись без применения вакуумной техники, особенно такая отрасль, как химическая промышленность. При использовании вакуумных технологий в производстве значительно повышается качество продукта, поскольку в нём будет присутствовать наименьшее количество веществ, являющихся окислением и иным взаимодействием с молекулами воздуха.

Одним из основных способов применения вакуумной техники, является перекачивание воздушных смесей из источника, в требуемый приемник или контейнер. В данной работе рассматривается установка, участвующая в производственной линии по производству полистирола. Данная вакуумная насосная установка предназначена для перекачивания насыщенного полистиролом газа из последнего в цепи реактора в начало цикла производства для переработки, что позволяет повысить экономичность и экологичность производства в целом.

В процессе численных исследований вакуумной установки, включающей в себя воздушный фильтр, насос Рутса, жидкостно-кольцевой вакуумный насос (рисунок 1) в программном комплексе (ПК) одномерного моделирования SimcenterAMESim, проведен анализ зависимости потребляемой мощности электродвигателя вакуумными насосами.

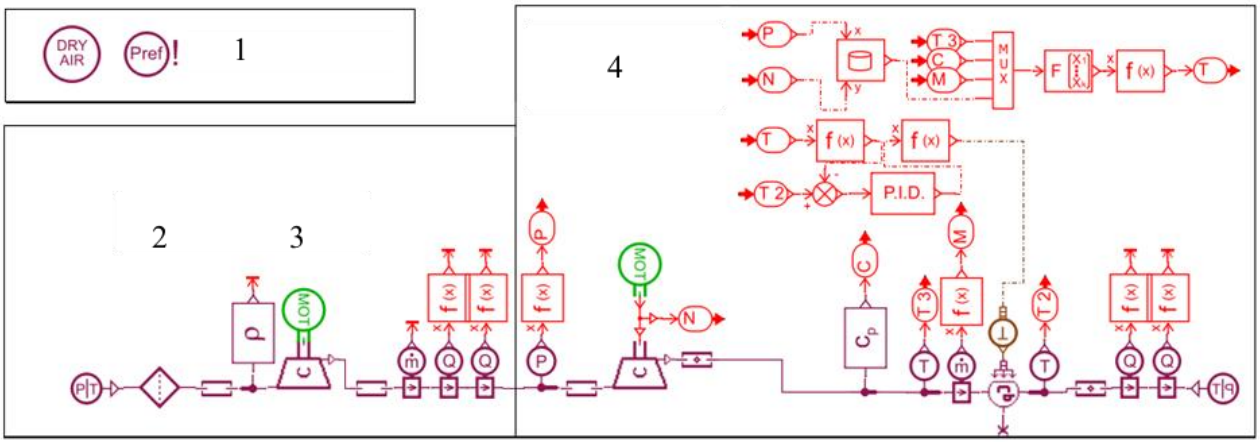
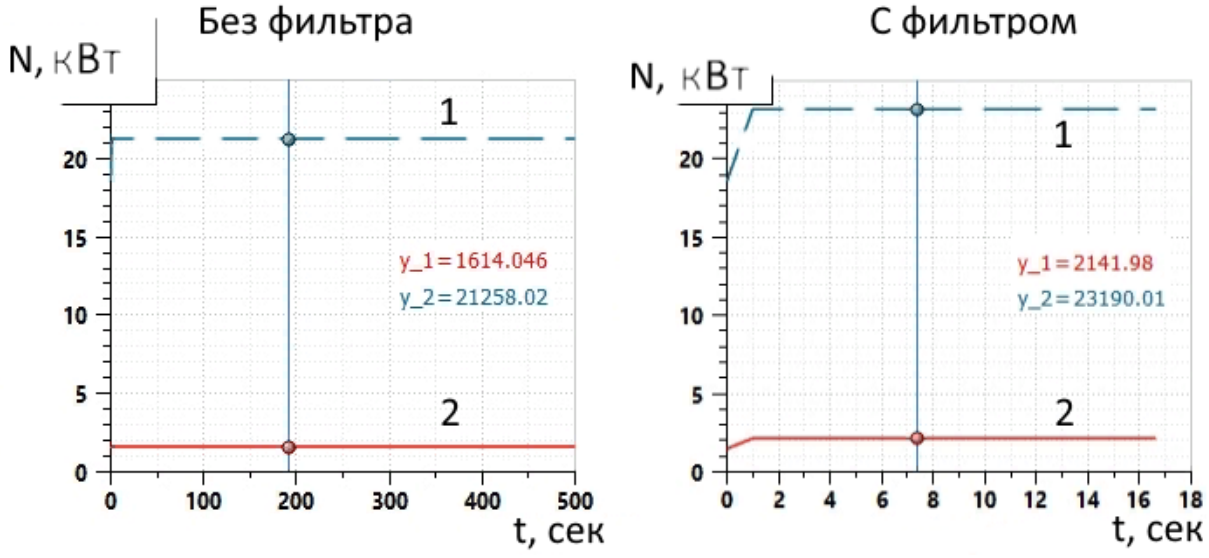


Рис. 1. Одномерная модель жидкостно-кольцевого вакуумного насоса в ПКSimcenterAMESim:
1 –подмодели, описывающие основные характеристики рабочего тела и стандартное атмосферное давление; 2 – фильтр; 3 – насос Рутса; 4 – жидкостно-кольцевой вакуумный насос

Модель, изображенная на рисунке 1, верифицирована по данным, предоставленным производителями вакуумных насосов фирмы Aerzen и ZMEngineeringGmbH.

2. Численные исследования влияния фильтра.

Для определения зависимости потребляемой вакуумными насосами энергии проведены численные исследования модели вакуумной установки (рисунок 2) с воздушным фильтром и без него на номинальном режиме работы (2925 об/мин насоса Рутса и 1450 об/мин на жидкостно-кольцевом вакуумном насосе(ЖКВН)).



Ри

с. 2. Результаты симуляции модели с фильтром и без:
1 – затрачиваемая энергия на насосе Рутса, Вт; 2 - затрачиваемая энергия на насосе ЖКВН, Вт

Согласно результатам исследований, представленным на рисунке 2, можно определить прямую зависимость увеличения затрачиваемой энергии от наличия фильтра.

Дальнейшие исследования предполагают проведение численных исследований работы вакуумной установки с фильтрами разных конструкций для определения наиболее оптимального потребления мощности при достаточном коэффициенте фильтрации рабочего тела.

Несмотря на распространённость вакуумных систем, их расчёт является довольно трудоемкой задачей. Зачастую он выполняется приблизительно методом подбора необходимых насосов по напорным кривым компании-производителя. Данная работа проведена на основе изученной отечественной [1, 2] и зарубежной литературы [3 - 5], которая наиболее полным образом дает представление и понятие работы подобных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Salakhov R.* Development of a functional model for the cooling system of a inline six-cylinder diesel engine with modeling the operation of the air conditioning system in the LMS AMESim software package / R. Salakhov, R. Khismatullin, V. Gureev // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 2017. – №3. –С.467-475.

2. *Misbakhov R.* Numerical studies into hydrodynamics and heat exchange in heat exchangers using helical square and oval tubes / V. Gureev, N. Moskalenko, A. Ermakov, I. Bagautdinov // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. –№ 12. –С.719–724.

3. *Салахов Р.Р.* Построение математической модели мини-ТЭЦ / Салахов Р.Р., Хисматуллин Р.М., Смолкин Р.М., Ахметшина Э.Р. // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и тенденции развития. – 2017.- С. 27-29.

4. *Салахов Р.Р.* Компьютерное моделирование режима прогрева создаваемого двигателя внутреннего сгорания в программной среде LMS AMESim / Салахов Р.Р., Хисматуллин Р.М., Гуреев В.М. // Автоматизация и управление в машиностроении. – 2. С. 45-47.

5. *Rundo M.* Models for Flow Rate Simulation in Gear Pumps: A Review // Energies. – 2017. - № 9. –С.1–32.

6. *Wang Y.* Advances in integrated vehicle thermal management and numerical simulation / Y. Wang, Q. Gao,T. Zhang// Energies № 10. –С.1 – 30.

7. *Mouloud G.* Flow Measurement and Control in Gas Pipeline System using Intelligent Sonic Nozzle Sensor / G. Mouloud, A. Slimane, H. Ahmed // Studies in Informatics and Control № 2. – С. 85 – 96.

ANALYSIS OF THE FILTER INFLUENCE TO PUMPS ENERGY CONSUMPTION

Khismatullin R., Ermakov A.

khismatullinrm@yandex.ru

Supervisor: R. Salakhov, Candidate of Sciences in Technology

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

The present work describes the results of the numerical computations of the filter's pressure drop influence to the vacuum pumps energy consumptions. Numerical computations carried out in 1D modelling software Simcenter AMESim. The model includes Signal, Control, Pneumatic, Mechanical, Thermal libraries.

УДК 001.891.572

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КАК ОСНОВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Хотулев А.А.
aa.hotulev@gmail.com
Научный руководитель: Р.З. Валиуллин, канд. физ.-мат. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

В наше современное время, как начинающие, так и уже крупные монополистические предприятия и организации сталкиваются с проблемой грамотного и рационального распределения, использования ресурсов для производства и выпуска своей продукции на рынок. Постоянно меняющиеся условия рынка, экономическая и политическая ситуация в стране и в мире целом, в том числе и санкции применяемые в России со стороны Европейских стран, оказывают непосредственное влияют на развитие промышленных предприятий, занимающихся разработкой электронных компонентов. Одним из способов решения этой проблемы является применение методов экономико-математического моделирования при составлении производственного плана выпускаемой продукции на предприятии.

Как известно, производственный план – это основа деятельности компании, с помощью которого руководство предприятия организует работу и контролирует весь производственный процесс, потребление сырья, электроэнергии, занятость всего персонала. Без него невозможно эффективно управлять и контролировать предприятие, отслеживать прибыль и убытки, определять узкие места в производстве, принимать решение по наращиванию, сокращению производства, либо полного перевооружения и модернизации всего производства.

Производственный план составляется на каждом предприятии самостоятельно. Выбрать или найти уже готовый проект практически невозможно, так как у каждого предприятия своя специфика работы. Для того чтобы найти правильный подход и алгоритм составления этого документа, необходимо применение методов и способов математического моделирования для его составления. Использование выбранного способа, значительно упрощает процедуру его формирования. Очень важно знать, что нельзя написать один математический метод планирования и постоянно им пользоваться и доверять только ему. Как уже писалось ранее, из-за меняющейся экономической и политической обстановки в стране и в мире, любой метод требует регулярной корректировки и постоянного контроля.

Наиболее эффективным применением математических методов и моделей составления плана производства, будет использование на предприятиях, производящих большой объем номенклатуры выпускаемых изделий, а также деталей и комплектующих, входящих в состав готового изделия. Одно из направлений, где можно применить математические модели при составлении плана производства, является производство электрических соединителей и компонентов к ним. В связи с тем, что номенклатура данных изделий постоянно меняется и увеличивается, за счет ее же расширения, внедрения новых технологий, образцов применения, новых ОКР, и т.д., необходимость в более детальном и качественном определении объема загрузки мощностей производства, только возрастает. Следует отметить и тот факт, что более ранние разработки, освоенные более 50 лет назад, также являются востребованными и входят в номенклатурный состав всей выпускаемой продукции и в любой момент могут быть запущены в производство. Снять их с производства не представляется возможным, так как продукция, в состав которой входит тот или иной соединитель может состоять на вооружении ВПК России и повлиять на стратегический план всего перевооружения.

Основной задачей математической модели является определение оптимального метода использования оборудования, деталей и сырья для выпуска максимального объёма продукции, а это и есть одна из важнейших частей производственного плана.

Правильно составленная математическая модель позволит:

- Рассчитать количество деталей, которых необходимо для изготовления каждого типа изделия;
- Прогнозное номенклатурное количество изделий, способных быть реализованными в максимально короткие сроки;
- Определить сколько продукции, и в какие сроки может производить имеющееся оборудование;
- Проанализировать и выявить партии товаров на складе, с длительным сроком хранения, а именно определить неликвидные остатки на складе готовой продукции, так как их нельзя учитывать при составлении плана производства с учетом наиболее ликвидной продукции, находящейся на складе.
- Сократить склад готовой продукции, находящейся без движения свыше 2-х месяцев с военной приемкой и свыше 5 месяцев с приемкой ОТК, тем самым уменьшив объем продукции, поступающей в цеха для дальнейшей предпродажной перепроверки;
- Определить такие заказы как «искусственный спрос», для того что бы исключить их попадание в план производства их дальнейшего изготовления и отгрузки на склад ГП.

Разработанная для этих целей модель будет практически применена и ее значимость состоит в том, чтобы человек принимал минимальное участие в процессе формирования плана и мог только руководить и управлять процессом, а предложенный алгоритм математической модели подсказывал и тем самым предлагал оптимальное решение, а также выбор подходящего проекта плана производства. Любая математическая модель производственного плана предприятия обязательно должна включать в себя технологический цикл изготовления каждого вида изделия. В зависимости от технологии производства цикл изготовления может составлять от 1 месяца до года. Этот момент также очень важен при планировании, так как продукция со сроком изготовления более одного месяца не должна оставаться без внимания, поскольку отсрочка в ее изготовлении носит только временный характер и к моменту завершения технологического цикла изготовления, сборка готового изделия должна была выполнена в срок. Только правильная и точная фиксация данного процесса поможет грамотно планировать и оптимизировать работу всего предприятия.

Так же крайне важно учитывать вероятность внезапных обстоятельств: поломки, переналадки оборудования, поступившего внезапного крупного заказа. В алгоритме математической модели должны быть предусмотрены меры на такой случай, в виде предложенного графика поставки с учетом технологического цикла изготовления и производственной мощности предприятия, под которой понимается максимально возможный выпуск продукции по номенклатуре, предусмотренной годовым планом производства, при полной загрузке имеющегося оборудования, площадей, а также технологии производства.

Вся работа по поиску оптимальной экономико-математической модели, представляет собой интерес для более детального изучения производственных процессов на всех стадиях жизненного цикла изготовления изделия, которые в свою очередь оказывают непосредственное влияние на план производства в целом. А выбор наиболее правильного и верного решения позволит снизить издержки производства, увеличить число заказов, тем самым увеличив прибыль предприятия и улучшить благосостояние сотрудников предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Бабешко, Л. О.* Математическое моделирование финансовой деятельности. Учебное пособие / Л.О. Бабешко. - М.: КноРус, 2016. - 224 с.

2. *Бродецкий, Г. Л.* Экономико-математические методы и модели в логистике. Процедуры оптимизации / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев. - М.: Academia, 2012. - 288 с.

3. Введение в математическое моделирование. Учебное пособие. - М.: Логос, 2015. - 440 с

4. Математические модели систем управления. Учебное пособие. - М.: Издательство

СПбГУ, 2000. - 340 с.

5. *Федоткин, И. М.* Математическое моделирование технологических процессов / И.М. Федоткин. - М.: Ленанд, 2015. - 416 с

MATHEMATICAL MODELING, AS A BASIS FOR THE FORMATION OF THE PRODUCTION PLAN OF PRODUCTION OF PRODUCTS AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Khotulev A.

aa.hotulev@gmail.com

Supervisor: R. Valiuiilin, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan)

In our modern time, both beginners and already large monopoly enterprises and organizations are faced with the problem of competent and rational distribution, the use of resources for the production and release of their products to the market. Constantly changing market conditions, the economic and political situation in the country and in the whole world, including the sanctions applied in Russia by European countries, have a direct impact on the development of industrial enterprises engaged in the development of electronic components. One of the ways to solve this problem is the use of methods of economic and mathematical modeling in the preparation of the production plan of products at the enterprise.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 6
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ПОДСЕКЦИЯ 6.1
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Архипов А.О.
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ НА ЦЕЛОСТНОСТЬ СИГНАЛА В МИКРОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ……5

Белинский И.А., Овечкин А.Е., Беседа В.В.
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ ДЛЯ ПРОГРАММНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ АО «АВИАСТАР-СП»……..…..8

Блюменштейн А.А., Якубович В.Ф., Железнов О.В.
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАЛАДОК ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В CAM-МОДУЛЕ SIEMENS NX……....11

Ветлицын М.Ю.
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАТРОННОГО УЗЛА РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ПАНЕЛИ…….15

Гараев Р.Р.
АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ……...19

Гаффаров А.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА…….24

Измайлова Е.А.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ О КОММИВОЯЖЕРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА……...28

Исмагилов В. В.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЯ ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ОТ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ……32

Казарин М.В.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА В АРХИТЕКТУРЕ ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IP-ЯДЕР……..35

Кардаков В.А.
БЕЗОПАСНОСТЬ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ……..39

Маланчин П.П.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКРАНА С ТРЕБУЕМЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ…….42

Маркелов А.А.
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА……..44

Михайлов А. Б.
РАЗРАБОТКА ТРЁХМЕРНЫХ СЦЕН ЦЕХОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В СРЕДЕ ПЛАТФОРМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ……..47

Мухаметзянов Р. И.
АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ЛИНИЯХ СВЯЗИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МОЩНЫХ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ……...51

Мухутдинов И. Л.
ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ МЕТАЭЛЕМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКРАНА ИЗ МЕТАМАТЕРИАЛА С ТРЕБУЕМЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ…….54
Нгуен З.Т.
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ СО СВЯЗАННЫМИ КОЛЕСАМИ…….57
Николаев О.В.
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РАЗМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ НА БОРТУ ГРУЗОВОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА…….63
Носов А.С.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА……..68
Светликова Т.А.
МУРАВЬИНЫЙ АЛГОРИТМ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗНОГАБАРИТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА СТОЛЕ 3D-ПРИНТЕРА…….71
Халилов Т.М.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ……..77
Хисамутдинов Р.Ф., Блюменштейн А.А., Борисов М.Д.
МОНИТОРИНГ КОМПЛЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ АО «АВИАСТАР-СП»……80
Шевцова Н.М.
СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ……..83

ПОДСЕКЦИЯ 6.2
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Асадов Р.С.
МЕХАНИЗМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ……..88
Валиева Г.Р.
ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ БИБЛИОТЕКИ ПОДДЕРЖКИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ДОСТУПОМ К ЗАЩИЩАЕМЫМ ОБЪЕКТАМ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ NTFS……..90
Газизова Г. Р.
АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА……93
Гарипов А.Р.
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА СОТРУДНИКА МЕДИЦИНСКОЙ КЛИНИКИ……95
Горбачева Е. К., Мавлютова А. Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КРИВЫХ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ……98
Камалеева А.Ф.
ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ИНТЕРФЕЙСА УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К ЗАЩИЩАЕМЫМ ОБЪЕКТАМ……100
Кондратьев В.В.
АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ МЕР БЛИЗОСТИ МНОЖЕСТВА К ВЫПУКЛОСТИ И ПОЛУВЫПУКЛОСТИ В S^2……..103

Кондратьев С.В.
СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «BLOCKCHAIN» НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ……106
Курагин А.В., Колесенков А.Н.
ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ……111
Кычкин И.М.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОЦЕНИВАНИЯ ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКОГО МНОГОБОРЬЯ……...115
Малинина М.С.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА РОЗЕНБРОКА……118
Мингалиев З.З., Латыпов Д.В., Петухова О.Д.
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫМ АЛГОРИТМАМ И МОДЕЛЯМ……...123
Насихов Р.Р., Маямсин В.И.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ К-ПОКРЫТИЯ ЗАДАННОЙ ОБЛАСТИ КРУГАМИ И ЭЛЛИПСАМИ……127
Рыжкин Н.И.
РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ ОБЪЕКТА ПОЛЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ……129
Семёнова А.С.
РЕШЕНИЕ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ……131
Сиразиев И.Р.
АЛГОРИТМ ГЛОБАЛЬНОЙ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩЕЙ УСЛОВИЮ ВАНДЕРБЕЯ……138
Сорокина А.В.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ……143
Степанова И.Ю.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ И МЕТОДОМ ЭРРОУ-ГУРВИЦА……145
Федотов П.Е.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТОЧНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В СМАЗОЧНОМ СЛОЕ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА……...148
Хадиев М.Р., Перцев Н. Н.
ПРОБЛЕМЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДОМОВ……...152
Хайрисламов Д.А.
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАЙНИНГА ТЕХНОЛОГИИ «BLOCKCHAIN» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ……...158
Черных И.Н.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИЙ ГРАДИЕНТНОГО МЕТОДА……163

ПОДСЕКЦИЯ 6.3
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Акельдов Д.В.
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО СБОРА ИНФОРМАЦИИ О ТОВАРАХ В СИСТЕМЕ STEAM И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ЦЕН С ПОМОЩЬЮ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ DEDUCTOR……169

Андреева А.А., Шестанова А.В.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЛИ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ АЗС В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……..173
Андреянов Н.В.
СТЕНД БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ……...176
Аништкина В.Н., Сафаров Н.И.
КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ МЕТОДОМ k – СРЕДНИХ…….182
Аслямов Т.И.
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАГОЛОВКОВ HTTP-ЗАПРОСОВ……186
Ахметзянов А. А.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАПУСКА СКРИПТА ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК КЛИЕНТА MICROSOFT SYSTEM CENTER CONFIGURATION MANAGER…189
Бадертдинов Р. Ш., Фатыков М.З.
НЕЙРОРЕГУЛЯТОРЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ……..191
Башимов М., Баницына Д.О.
ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ОЦИФРОВКЕ ДОКУМЕНТОВ……..…195
Большаков Т.Е., Махмутова А.З.
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УМНОГО ГОРОДА……197
Буйнова Е.Л.
АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ ПРИ ДОСТАВКЕ ТОВАРОВ ПОТРЕБИТЕЛЯМ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМА ФЛОЙДА…….204
Буякчин С.В.
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ…….207
Валиев Н.Г.
ОТБОР ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ……..211
Валиуллин И.И.
АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ «ОПТОВЫЙ СКЛАД» В СРЕДЕ ANYLOGIC……217
Валова К.Д.
ВЫЯВЛЕНИЕ НАБОРОВ ТОВАРОВ, КОТОРЫЕ В СУПЕРМАРКЕТЕ ЧАСТО ПОКУПАЮТСЯ СОВМЕСТНО С ПОМОЩЬЮ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ……221
Валова К.Д.
НАСТРОЙКА СЕРВИСА СТАТИЧЕСКОЙ ТРАНСЛЯЦИИ СЕТЕВЫХ АДРЕСОВ (NAT) НА СИМУЛЯТОРЕ PACKET TRACER……...226
Васильев В. Д.
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ……...231
Габидуллина А.А.
МЕТОДЫ, МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ……...234

Гавриков А.С.
РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ……...237
Гайнетдинов А.Ф.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ МОЗГА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ ОПЕРАТОРА……..239
Гайфуллина Г.Х., Зинатуллина Ч.Н.
ВЕДЕНИЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА «EMC DOCUMENTION»……..242
Гаптуллазянова Г.И.
ПРОЦЕСС ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ……...244
Гараев А. И.
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГОЛОСОВОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ И ПРЕДИКТИВНОГО АНАЛИЗА……248
Гараева Э.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА СКУЛЬПТУРИРОВАНИЯ В BLENDER ДЛЯ РАЗРАБОТКИ 3D ОБЪЕКТОВ ЭКСПОРТОМ ПО КОМПЬЮТЕРНЫМ ИГРАМ……...250
Гараева Э.Р.
МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ РАЗРАБОТКИ 3D ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИГОНАЛЬНОЙ СЕТКИ……252
Гимадиев А.Р.
РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ РУССКО-АНГЛИЙСКОГО ПЕРЕВОДА……256
Губаев А.Р.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ……..260
Губаев А.Р.
«СИСТЕМА УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК»……265
Гусев О.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АЭРОПОРТА В СРЕДЕ ANYLOGIC.....269
Долгова А.В., Гилемханова Н.Ф.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ЗВОНКОВ ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……276
Жарнов Д.А.
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДАННЫХ ОТ ГРУППЫ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРОВ……..280
Залялов Д.В.
ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВАВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ……285
Зарипов М. Р., Рафиков Р. Н.
ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ С ДИОДНЫМ МОСТОМ……...289
Иванов В.В., Бондарева И.И.
ПОВЫШЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ БС В IoT СЕТЯХ СОТОВОЙ СВЯЗИ 5-ОГО ПОКОЛЕНИЯ……293

Ильичев Р.Е., Инцын К.О.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЛИНИИ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……297
Ионова С.А., Камаретдинов И.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ ЗА СЧЕТ ВАРЬИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ И РЕСУРСОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……300
Исмагилов А.Р.
МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ……...306
Казаков И.А., Чирков М.М.
АДАПТИВНАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ КУРСУ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ……...312
Камалова Л.М., Ахононга Д.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНВЕРТЕРА СТАЛИ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМОВ ТАНКОВ И ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ В ТАНКЕ ОБРАБОТКИ СТАЛИ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……..315
Камалутдинов Р.Х., Гафиев И.И., Асадуллин Р.Р.
АДАПТИВНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СРЕДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАВЫКОВ НАПИСАНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАПРОСОВ НА ДЕКЛАРАТИВНОМ ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ SQL…….319
Константинов Э.С.
ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ В КАЧЕСТВЕ КЛАССИФИКАТОРА СИГНАЛА ЭКГ……...…322
Константинов Э.С.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ЭКГ…..326
Конюхов А.А.
МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ……..……..330
Кычкин И.М., Артемьева Е.С.
ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОГРАММЫ ЛОЯЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ…….334
Лаптев О.С.
РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСКУРСИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА КАЗАНИ С ПРИВЯЗКОЙ К МЕСТОПОЛОЖЕНИЮ И РАСПОЗНАВАНИЕМ ЗДАНИЙ……338
Ломакин А.Ю.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ……..….344
Мазитов А.И., Зинатуллин Н.Р.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ СОТОВОГО ОПЕРАТОРА ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА ОПЕРАТОРОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……...348
Марусина О.К.
СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛА ЧЕЛОВЕКА ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ С ВЕБ-КАМЕРЫ……..…. 352
Мингалиев З.З., Давлетшин А.Р.
АНАЛИЗ ПОКУПАТЕЛЬСКОЙ КОРЗИНЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ…….359
Музенитов Я.Г., Музенитов Д.Г.
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕПРИСУТСВИЯ……...……363
Музенитов Я.Г., Музенитов Д.Г.
ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0 В СИСТЕМАХ УМНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ….……366

Мухамадиев Р. Р.
АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ……...369
Насырова Ф.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ЭВАКУАЦИОННОГО ПЛАНА С ПОМОЩЬЮ ANYLOGIC……...372
Осипова М.С.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CASE-СРЕДСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ……...379
Пашин Н.П.
РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ХОККЕЙНОЙ ЛИГИ……383
Петросянц Д.Г.
СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ……389
Погасий К.В., Гайнуллов А.Н.
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ…….394
Раимов М.Н.
ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЧЕЧНЫХ ПАТОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ…….397
Рахимов Р.А.
ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ САУ ГРАНУЛЯЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (ПЭВД)……...399
Салахутдинов Ф.Ф., Курбанов И.Г.
АДАПТИВНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СРЕДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАВЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА СКРИПТОВОМ ЯЗЫКЕ PHP……...……405
Сафин Н.Ю.
СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ И ПЕРЕВОДА ПОЛУЧЕННОЙ ТЕКСТОВОЙ СТРОКИ НА ЦЕЛЕВОЙ ЯЗЫК……408
Седов И.А.
МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ СНА ВОДИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ……..411
Соловяненко А. Ю.
СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВИДЕОПОТОКОВ……..417
Стадник Н.А., Золотухин А.В.
РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИКЛИНИКОЙ СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИИ ASP.NET……...423
Стадник Н.А., Маряшина Д.Н., Золотухин А.В.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРЕХМЕРНОЙ УПАКОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДАПТИВНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА……427
Стадник Н.А., Хайбуллин Ш.Д.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА……431
Тарасова А.Е.
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГЕРБА КАИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ БИБЛИОТЕКИ OPENGL В VISUAL STUDIO……...436
Тарасова А.Е.
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МОДЕЛИ, ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ, ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ……442

Тен А.М.
АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ «АВТОЗАПРАВОЧНАЯ СТАНЦИЯ» В СРЕДЕ ANYLOGIC……..445
Тен А.М.
РАЗРАБОТКА СИНТАКСИСА ЯЗЫКА СОКРАЩЕННЫХ ПОЗИТИВНО-ОБРАЗОВАННЫХ ФОРМУЛ…….449
Трусфус М. В.
ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ С КАМЕРЫ……..454
Тухбатуллин Т.И., Курбанов Б.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АЭРОПОРТА ЗА СЧЕТ РАБОЧИХ РЕСУРСОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……..461
Фаттахов Н.И., Ханова З.Р.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО УПАКОВКЕ ТОВАРОВ В СИСТЕМЕ ANYLOGIC…….……466
Хабибуллин Р.С.
ВЫБОР СОСТАВА БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ……...472
Хадиев М. Р., Перцев Н. Н.
АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА ПЛОСКОСТИ……...476
Чижов Р.А.
РАСПОЗНАВАНИЕ ДВУХМЕРНОГО ШТРИХ-КОДА……....483
Чижов Р.А.
РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ……487
Шаехов И.М.
АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА……490
Шаехов И.М.
ОРГАНИЗАЦИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ……494
Шакирзянов Р.М., Шакирзянова А.А.
ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЦЕНТРОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ХАФА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БЫСТРОЙ РАДИАЛЬНОЙ СИММЕТРИИ….497
Шурикова К.Е.
ПРОГРАММНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НА ЭВМ РЕЖИМОВ АДРЕСАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРА……..500
Шурыгин П.И.
ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СХЕМНОЙ И ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЭКРАНЕ…..503
Юсупов И.И.
ОБЗОР МЕТОДИК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ……..507
Яковлев Д.Р.
ПОИСК КОЛЛОКАЦИЙ В ТЕКСТЕ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ…….509
Якупов Д.Т.
ПРИОРИТЕТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЗЛОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗНОСТИ ПОДГРАФОВ…….514
Ямалтдинова А.А.
ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В MATLAB……...520

Ященко А.В.
ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ТРАЕКТОРИЙ ОБЪЕКТОВ НА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ…….527

ПОДСЕКЦИЯ 6.4
СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ахметзянов Э.Р.
ФОРМИРОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ ПРАВИЛ СПАМ-ФИЛЬТРАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ……...532
Баянов Б. И.
НЕЧЕТКИЕ ЭКСТРАКТОРЫ В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКОГО КЛЮЧА НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА……536
Газимов Р.М.
ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ ЗАЩИЩЕННОГО АЛГОРИТМА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА DBSCAN……..539
Газимов Р.М.
ПРОБЛЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ РАСПРЕДЕЛЕННО ХРАНЯЩИХСЯ ДАННЫХ……..…….546
Данилова Н.С., Ягина А.В.
ИНФОРМАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ С ПОМОЩЬЮ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И СПОСОБЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ…….….549
Карпенкова Д.И., Рысаева К.С.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА РИСКОВ УМНЫХ ВЕЩЕЙ…..……554
Уваров А.Д., Кормильцев Н.В.
АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ……...……..557
Хабибуллин Р.С.
СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОТКРЫТЫХ КЛЮЧЕЙ……...562
Хабибуллина Ю.С.
ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ВЫБОРЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ……...…….566
Хабибуллина Ю.С.
РЕДУКЦИЯ НЕЧЕТКО-ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛ В БАЗАХ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ…….…….568

ПОДСЕКЦИЯ 6.5
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Абдуллин Д.И.
АЛГОРИТМ ФАКТОРИЗАЦИИ ШОРА НА ОСНОВЕ АППАРАТНЫХ IP-ЯДЕР В АРХИТЕКТУРЕ ПЛИС/FPGA……..573
Александров А.С.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОДПИСЕЙ ФОРМАТА CAdES В АРХИВНОМ ХРАНЕНИИ ДОКУМЕНТОВ……...576

Анашкин И.П., Казанцев С.В.
ПРОГРАММА РАСЧЕТА ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ НА ТАРЕЛЬЧАТЫХ УСТРОЙСТВАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНОГО-СТАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ……...580
Ахметов А.К.
РАЗРАБОТКА ПОДХОДА ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН…….583
Ахунов А.И.
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ SDN ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ……587
Володина К.О.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ МУП ПАТП №2 ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ……..590
Габдулхакова Э.Х., Салахов Р.Р., Ермаков А.М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ЛОПАСТЕЙ……...592
Данилов А.Р.
РАЗРАБОТКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ГЕНЕРАЦИИ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ НА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРАХ……...596
Деушев А.А.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОГО И БЕЗОПАСНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРА ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕГО ФИЛИАЛОВ……602
Замилов Р.В.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕГМЕНТА ЛВС ПРЕДПРИЯТИЯ……..606
Ильин А.
РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОГО МЕССЕНДЖЕРА ПОД МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ……611
Казанцев С.В., Анашкин И.П.
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ НЕРАВНОВЕСНОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕКТИФИКАЦИИ……...613
Кириллов Е.М.
РЕАЛИЗАЦИЯ ДВУМЕРНОГО БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ НА ОСНОВЕ АППАРАТНЫХ IP-ЯДЕР В АРХИТЕКТУРЕ ПЛИС/FPGA…….615
Коровкина А.О., Котелова В.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЛИ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……618
Медведев П.С., Садыкова А.Т.
ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ПРОЕЗДА ПЕРЕКРЕСТКОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……622
Никитин В.В.
ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ……...627
Нуруллина А.Л., Нуруллина Г.Л.
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СКЛАДА В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……631
Садыкова А.Т., Медведев П.С.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕХА ПО СБОРКЕ ОБОРУДОВАНИЯ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC……635

Спиридонов Г.В., Спиридонова А.В.
ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В СРЕДЕ ANYLOGIC……639
Хабибулин Р.Р.
АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ХОДОВ В ИГРАХ АНТАГОНИСТИЧЕСКОГО ТИПА…...645
Хайруллин А. К.
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РЕЗЕРВУАРЕ……..649
Хисматуллин Р.М., Ермаков А.М.
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЛЬТРА НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ НАСОСАМИ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ……..653
Хотулев А.А.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КАК ОСНОВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ……...656

Благодарность Партнерам

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ выражает искреннюю благодарность за оказанную помощь в организации и проведении Международной молодежной научной конференции «XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых)». Благодарим Вас за стабильные партнерские отношения! Желаем Вам динамично развиваться, не теряя завоеванных позиций.

Надеемся на дальнейшее продолжение плодотворного сотрудничества.

Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Государственный институт прикладной оптики» (АО «НПО ГИПО»)

История одного из крупнейших научно-исследовательских институтов Казани - научно-производственного объединения «Государственный институт прикладной оптики» - берёт свое начало с 12 апреля 1957 года, с даты создания в г. Казани филиала Государственного оптического института им. С.И. Вавилова (ГОИ, г. Ленинград).

С самого начала самостоятельной деятельности ГИПО в нем оптимальным образом сочетались прикладные исследования и разработки с решением глубоких фундаментальных проблем, разработка новых технологий и технологических процессов с созданием специального технологического оборудования, разработка приборов для оснащения комплексов вооружения – с созданием сложных и уникальных приборных комплексов для народного хозяйства. Инфраструктура созданного института обеспечивала широкое практическое применение результатов исследований и разработок и выпуск изделий собственным опытным производством и на родственных предприятиях отрасли.

В активе ГИПО разработка сложной оптической компонентной базы, голография и голограммная техника, создание полупроводниковых материалов, голографические интерферометры для аэродинамических трасс, спектрография и спектрометрия, фоноцелевые исследования и исследования атмосферной оптики.

К 80-90-м годам прошлого столетия ресурсы предприятия были сосредоточены в первую очередь на выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию оптико-электронных приборов и систем в интересах обороноспособности страны.

С конца 90-х годов на опытном заводе НПО ГИПО освоено производство тепловизионных прицелов для противотанковых ракетных комплексов, в дальнейшем все разрабатываемые объединением тепловизионные приборы осваиваются серийно, а номенклатура разрабатываемых и выпускаемых серийно оптико-электронных систем постоянно расширяется.

Предприятие является головной организацией холдинга «Швабе» по тепловизионной технике и выполняет функции соответствующего центра компетенции в Госкорпорации «Ростех», а постоянное участие в выполнении Федеральных целевых программ позволяет сохранять производственные мощности на современном технологическом уровне.

Предприятие стало лидером в области разработки систем обнаружения и наведения для такого нового класса вооружений как лазерные станции обороны авиационных комплексов (вертолетов и самолетов военной, транспортной и литерной авиации). Сегодня более 20 современных и модернизированных комплексов высокоточного оружия оснащаются разработанными и серийно освоенными в ГИПО оптико-электронными приборами и системами. Значителен вклад предприятия в реализацию программ военно-технического сотрудничества России с другими государствами.

Осуществляя научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и задания по производству серийной продукции, объединение остается и одним из ведущих в России

научных центров. Авторитет и компетенция АО «НПО ГИПО» в области разработок новых оптических технологий и в оптико-электронном приборостроении подтвержден выполнением целого ряда проектов в рамках международного сотрудничества.

В нынешнее тысячелетие Государственный институт прикладной оптики вошел с солидным научно-техническим заделом в различных направлениях оптического и оптико-электронного приборостроения. Этот задел, сформированный трудом сотрудников института на протяжении нескольких десятилетий, продолжает развиваться.

Коллектив института бережно хранит созданные ранее и развивает новые традиции жизни предприятия, создавая творческую атмосферу и стараясь, чтобы каждый сотрудник испытывал чувство причастности к работе большой команды, в которой общий успех зависит от каждого ее члена. Институт дорожит своими многолетними контактами с предприятиями и государственными ведомствами, выступающими заказчиками его продукции, высоко ценит ту помощь, которую ему оказывают государственные органы всех уровней.

Наиболее весомым итогом является то, что предприятие продолжает динамично развиваться, расширяя сферу своих интересов, создавая новые изделия, завоевывая новые рыночные ниши и обеспечивая все условия для эффективной и интересной работы будущих поколений своих сотрудников.

Отпечатано в изд-ве ИП Сагиева А.Р.
420073, г. Казань, ул. Ад. Кутуя, 116

Заказ № 398 от 17.10.19 г.
Формат 60х84 1/8. Усл. печ. л. 84,00.
Бумага офсет 80 г. Печать ризографическая.
Тираж 30 экз.