

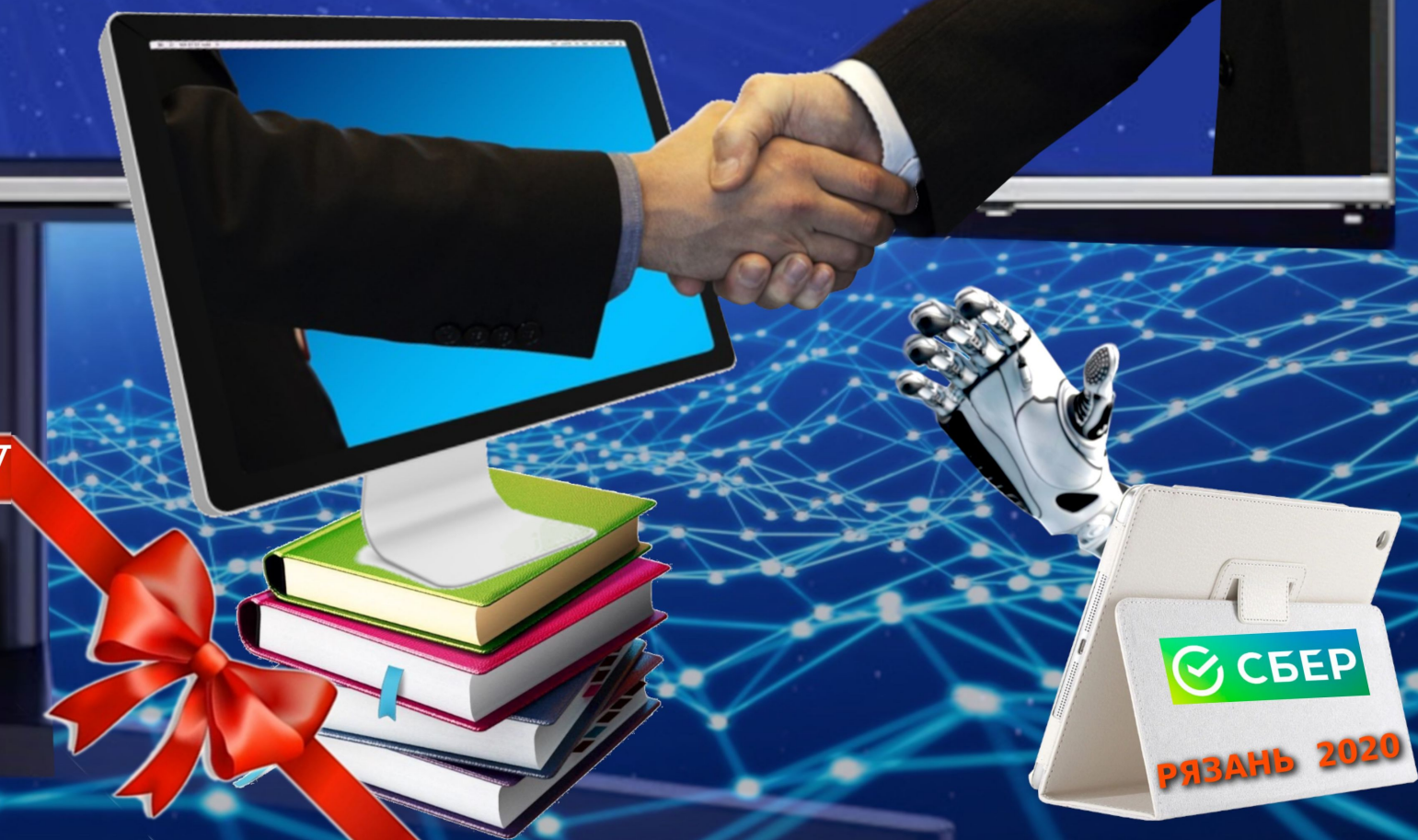
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф.УТКИНА

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НИТ - 2020

XXV ЮБИЛЕЙНАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

***НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2020***

**XXV ЮБИЛЕЙНАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ**

Материалы конференции



**Сборник трудов издается при финансовой поддержке
Блока Технологии Сбера,**



в том числе АО СберТех

Рязань 2020

УДК 004+001.1+681.2+681.3+681.5

ББК 32.97

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020 - 310 с.

ISBN 978-5-907400-01-6

Сборник включает материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Освещаются вопросы математического моделирования, численных методов, новых информационных технологий в образовании, экономике, радиоэлектронике, телекоммуникационных вычислительных сетях, САПР, геоинформационных технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены при соблюдении требований к оформлению тезисов

Программный комитет:

Корячко В.П. – заведующий кафедрой САПР ВС РГРТУ, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор, (председатель);

Пылькин А.Н. – профессор кафедры ВПМ РГРТУ, д.т.н., профессор (зам. председателя);

Гусев С.И. – проректор РГРТУ по научной работе и инновациям, д.т.н., профессор;

Бабаян П.В. – проректор РГРТУ по учебной работе и информатизации, д.т.н., профессор;

Еремеев В.В. – директор НИИ «Фотон», д.т.н., профессор;

Жуков Д.А. – профессор МИРЭА, д.т.н., профессор

Иванников А.Д. – главный научный сотрудник Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН (г. Москва), д.т.н., профессор;

Перепелкин Д.А. – декан факультета вычислительной техники РГРТУ, д.т.н., профессор;

Кириллов С.Н. – зав. кафедрой РУС РГРТУ, д.т.н., профессор;

Костров Б.В. – заведующий кафедрой ЭВМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Прохоров С.А. – зав. кафедрой «Информационные системы и технологии» Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева, д.т.н., профессор;

Стружанцев А.И. – региональный директор Блока Технологии ПАО Сбербанк, руководитель регионального офиса АО «Сбербанк-Технологии» (СберТех);

Бакулева М.А. – доцент кафедры САПР ВС РГРТУ, к.т.н., доцент (ученый секретарь).

ISBN 978-5-907400-01-6

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

В.А. Минаев, А. О. Фаддеев, А. Э. Киракосян

Научный руководитель – Минаев В.А.

д-р техн. наук, профессор

**Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана**

Информационное обеспечение моделей. Для реализации моделей региональных различий информационного обмена в социальных сетях (СС) сформирована генеральная совокупность малых населённых пунктов (количество жителей от 10 до 20 тысяч человек) для каждого региона России. Она составила 647 поселений. По каждому поселению из СС ВКонтакте произведена выгрузка данных о топологии сети и ее пользователях, у которых выяснены все списки “друзей”, зарегистрированных в этом населенном пункте. Далее по группам “друзей” для каждого поселения рассчитаны математическое ожидание, дисперсия, медиана, диаметр графа и его средняя длина пути.

Математическое ожидание – показатель среднего количества “друзей” пользователей в населенном пункте, представляющих сетевые узлы. Эта характеристика является весьма значимой, будучи существенно связанной со скоростью распространения информации.

Дисперсия – характеризует разброс среднего количества “друзей” у пользователей сети для каждого населенного пункта.

Медиана – также определяет скорость распространения информации, характеризуя распределение пользователей относительно среднего значения количества “друзей”.

Диаметр графа – характеризует максимальное расстояние между двумя пользователями, которые связаны через “друзей”.

Расстояние – это количество переходов, которые необходимо сделать, чтобы перейти от одного пользователя сети к другому.

Средняя длина пути – отражает среднее расстояние между пользователями на графе.

В качестве характерных параметров, отражающих динамику информационных воздействий (ИВ) в СС, как показали исследования [1-6], целесообразно применять время исхода 95% индивидов из множества “уязвимых” к ИВ – T_r , а также время достижения в популяции максимума индивидов в латентном состоянии – T_k . Под латентным понимается состояние, когда некоторый индивид уже “заражен” определенным ИВ, но не начал его распространение среди населения.

Для моделирования распространения информации в различных регионах использована имитационная среда *Anylogic* [7], с использованием которой по динамической модели, приведенной в [8], вычислены параметры T_r, T_k для каждого населенного пункта.

Описание аналитических моделей. Как показали расчеты зависимостей динамических параметров T_r, T_k применительно к вышеуказанным

статистическим характеристикам в каждом из рассмотренных населенных пунктов, наилучшими в смысле коэффициентов детерминации являются модели, зависящие от дисперсии, вида:

$$T_{ri} = T_{ri}(D_i), \quad (1)$$

$$T_{ki} = T_{ki}(D_i), \quad (2)$$

где D_i – дисперсия количества “друзей” у пользователей сети в i -м населенном пункте ($i=1, \dots, 647$), рассчитываемая по известной формуле:

$$D_i = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{j=1}^{j=n_i} (x_j - \bar{x}_i), \quad (3)$$

где n_i – количество узлов (пользователей) в i -м населенном пункте;

x_j – количество “друзей” у j -го пользователя в i -м населенном пункте;

$\bar{x}_i$ – среднее количество “друзей” в i -м населенном пункте.

На рис. 1 показаны эмпирические данные (кружки) и теоретическая кривая зависимости характеристики T_r от дисперсии.

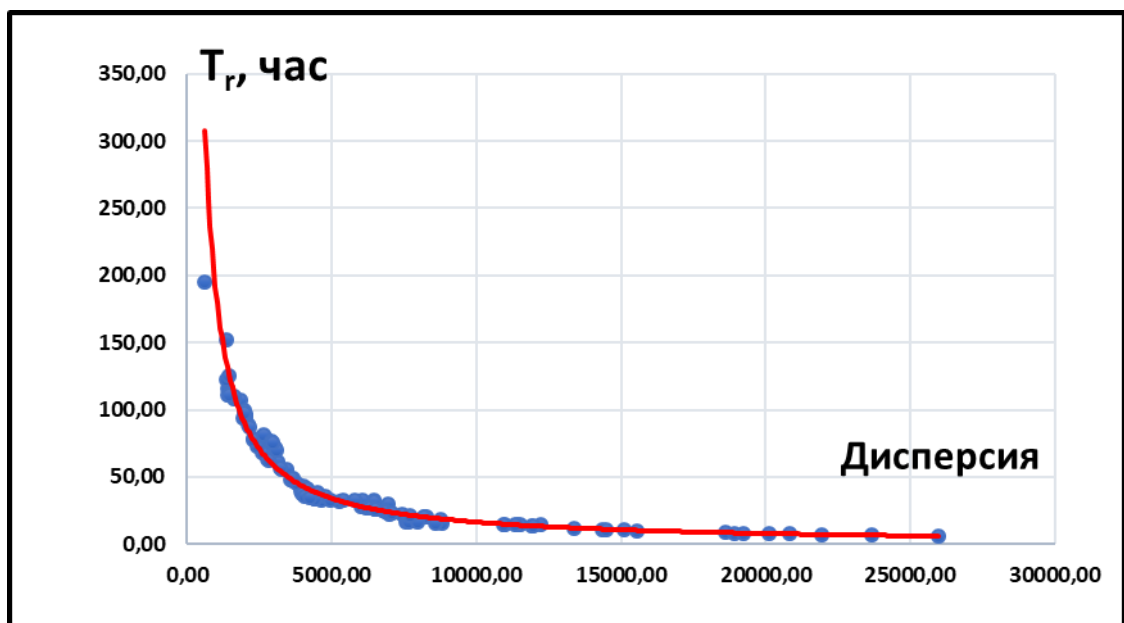


Рисунок 1 – Зависимость характеристики T_r от дисперсии
(кружками обозначены эмпирические данные)

Зависимость T_r с коэффициентом детерминации, равным 0,98, представляется соотношением:

$$T_{ri} = 274,7/D_i^{1,06} \quad (4)$$

Время достижения максимума в латентном состоянии T_k от среднеквадратичного отклонения S_i имеет вид:

$$T_{ki} = 178,1/S_i^{1,03}, \quad (5)$$

с таким же коэффициентом детерминации, равном 0,98.

Отметим, что зависимость динамического параметра T_{ri} ($i=1, \dots, 647$) от математического ожидания числа "друзей" (M_i) также имеет достаточно высокий коэффициент детерминации, равный 0,84:

$$T_{ri} = 216.2/M_i^{1.43}. \quad (6)$$

Зависимость динамического параметра T_{ki} ($i=1, \dots, 647$) от математического ожидания числа "друзей" (M_i) также достаточно высоко детерминирована, коэффициент объясняемости равен 0,87:

$$T_{ki} = 166.4/M_i^{1.42}. \quad (7)$$

Кроме того, высокая детерминированность (0,82) характеризует зависимость параметра T_{ri} ($i=1, \dots, 647$) от средней длины пути в СС населенного пункта (L_i):

$$T_{ri} = 167.1/L_i^{2.81}. \quad (8)$$

Высокая объясняемость (0,82) характеризует и зависимость параметра T_{ki} ($i=1, \dots, 647$) от средней длины пути в СС населенного пункта (L_i):

$$T_{ki} = 1229/L_i^{2.74}. \quad (9)$$

В то же время зависимость T_{ki} от диаметра графа (G_i) объясняется несколько хуже – 0,57.

$$T_{ki} = 1664/G_i^{1.77}. \quad (10)$$

Задача кластеризации поселений. Исходя из того, что зависимости T_r , T_k достаточно хорошо объясняются конкретными статистическими характеристиками, отражающими *пользовательское сообщество* социальных сетей (математическое ожидание, дисперсия) и параметрами их *организации информационных сетей* (диаметр графа, средняя длина пути), причем, как показано выше, некоторые из них близки к функциональным соотношениям, целесообразно решить задачу выделения однородных групп населенных пунктов со схожими условиями распространения информации [9-10].

И такая задача успешно решена. Для выявления однородных групп среди всех исследованных 647 поселений Российской Федерации проведен их кластерный анализ, используя программный пакет *SPSS Statistic*. Построены дендрограммы, позволившие выделить пять групп поселений, географически компактно и содержательно хорошо интерпретируемо расположенных на территории страны (Рис. 2). Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики кластеров поселений Российской Федерации

Кластер	Математическое ожидание	Дисперсия	Диаметр графа	Средняя длина пути
А	17,8	11092	13,6	5,1
Б	25,2	14477	14,4	5,6
В	13,3	3268	9,8	3,6
Г	17,4	7790	12,8	4,7
Д	55,7	21023	15,00	6,53

Для выявления таких групп среди всех исследованных малых поселений Российской Федерации проведен их кластерный анализ, используя программный пакет SPSS Statistic.

Построены дендрограммы, позволившие выделить пять групп поселений, географически компактно и содержательно логично расположенных на территории страны (Рис. 2).

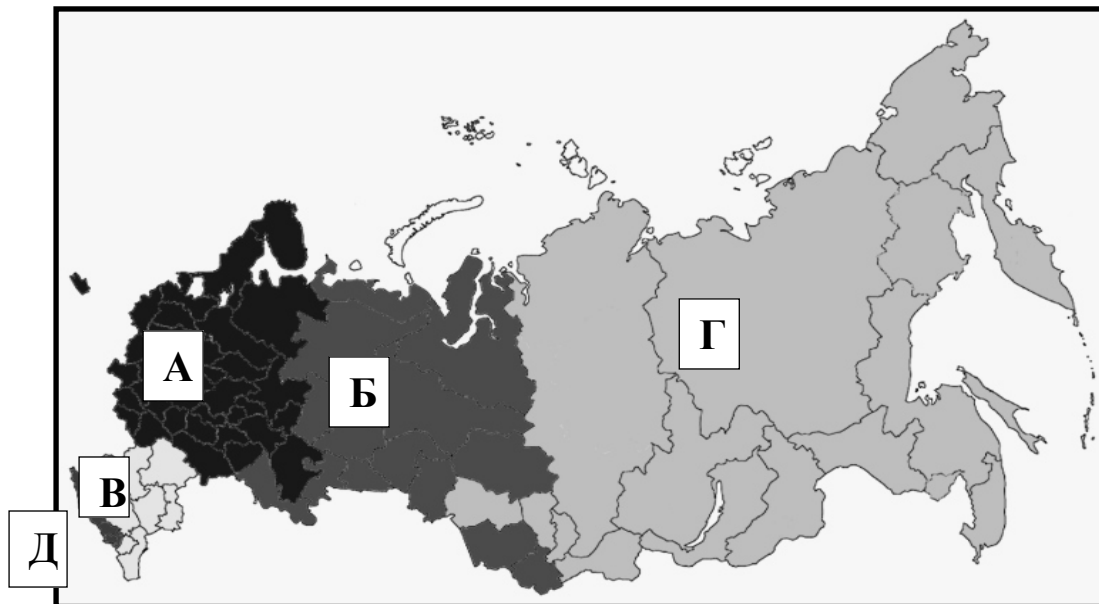


Рисунок 2 – География расположения кластеров поселений по скорости распространения информации: А (черный), Б (темно-серый), В (светло-серый), Г (серый), Д (темно-темно-серый)

Интегральные кластерные модели. Интегральные зависимости параметров T_{rj} и T_{kj} от дисперсии D_j ($j=1,...,5$), как статистической характеристики, построены применительно к кластерам. По сути они являются функциональными кривыми (рис. 3).

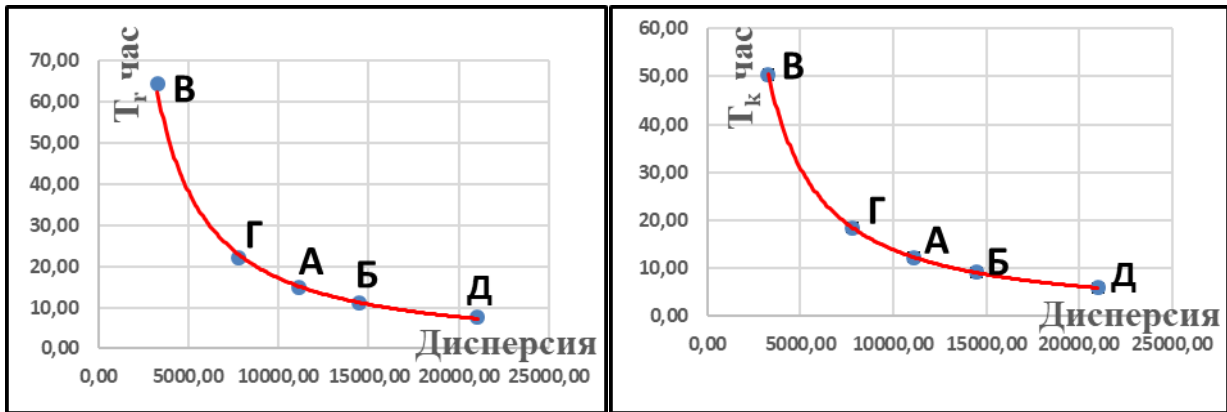


Рисунок 3 – Зависимости в кластерах динамических параметров T_r и T_k от дисперсии (кружками обозначены эмпирические данные)

Функциональные кривые представляются соотношениями:

$$T_{rj} = 71.75/D_j^{1.155} , \quad (11)$$

$$T_{kj} = 56.9/D_j^{1.153} . \quad (12)$$

При этом коэффициент детерминации близок к единице – $R^2 \simeq 1$.

Выводы

В процессе моделирования региональных различий распространения информации (в том числе – манипулятивного характера):

1. Найдено функциональное описание зависимостей времени исхода индивидов из состояния “уязвимые” к информационным воздействиям, а также времени достижения в популяции максимума индивидов в латентном состоянии, от конкретных статистических характеристик, отражающими *пользовательское сообщество* региональных социальных сетей (математическое ожидание, дисперсия) и параметры *организации информационных сетей* (диаметр графа, средняя длина пути). Применительно к однородным группам поселений (кластерам) такие зависимости близки к функциональным, если в качестве аргументов функций рассматривать дисперсию числа “друзей” пользователей социальных сетей. Это позволяет региональным органам власти, силовым структурам, образовательным и иным структурам на местах при подготовке и принятии управленческих решений отделять одни поселения от других по степени восприимчивости населения к информационным воздействиям в социальных сетях, включая деструктивные воздействия экстремистского характера.

2. Построено географически компактное и логически интерпретируемое территориальное распределение поселений кластеров. При этом:

- наименьшая скорость распространения информации наблюдается в кластере, который в основном образуют республики *Северного Кавказа* (кластер **Д**);
- несколько быстрее происходит распространение информации в кластере, сформированном из *Уральских и Западносибирских регионов, территории Алтая* (кластер **Б**);
- в кластере **А** – *Черноземная зона, Центральные области России, Запад, Северо-Запад и Север ее Европейской части, некоторые регионы Западного Урала* – скорость распространения еще больше;

- кластер **Г** (*Сибирь и Дальний Восток*) характеризуются повышением скорости распространения информацией внутри сетевого кластера;
- самая высокая скорость информационной связи внутри кластера **В**, который образуют регионы *Прикаспия, Краснодарского и Ставропольского краев, Нижнего и части Среднего Поволжья*.

3. Важно отметить, что полученные результаты относятся к исследованию только скоростей обмена информацией между сетевыми узлами внутри региональных поселений. Хотя методика более общего исследования характеристик информационных сетей в аспекте межрегионального обмена подобна, но ее практическое воплощение достаточно трудоемко, требуя весьма значительных вычислительных затрат.

Библиографический список

1. Минаев В.А., Овчинский А.С., Скрыль С.В., Тростянский С.Н. Как управлять массовым сознанием: современные модели: Монография. М.: Издательство Рособу, 2013. – 200 с.
2. Grass D., Caulkins J. and others. Optimal Control of Nonlinear Processes. With Applications in Drugs, Corruption and Terror. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – 552 p.
3. Андреев А.А., Бондарь К.М., Минаев В. А. Терроризм и экстремизм: моделирование информационного противодействия: Монография. Хабаровск: Дальневосточный юридический институт МВД России, 2020. – 251 с.
4. Минаев В. А., Сычев М. П., Вайц Е.В., Мазин А. В., Киракосян А.Э. Системно-динамическое моделирование информационных воздействий на социум // Научный журнал "Вопросы радиоэлектроники". 2017. № 11. – С. 35-43.
5. Минаев В.А., Вайц Е. В., Умеренков В.В., Киракосян А. Э. Социальные сети: моделирование динамики распространения манипулятивных воздействий // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 4. – С. 594-599.
6. Минаев В.А., Вайц Е. В., Фаддеев А. О. Информационный мониторинг в системе комплексного реагирования на проявления агрессии в молодежной среде / Материалы XXIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань: РГРТУ, 2018. – С. 192-194.
7. Маликов Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6: Учебное пособие. Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 296 с.
8. Системно-динамическое моделирование сетевых информационных операций / К.М. Бондарь, Е.В. Вайц, В.А. Минаев, М.П. Сычев // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29, № 1. С. 20-39. DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201901.020-039>.
9. Минаев В.А., Сычев М.П., Мазин А.В., Грачева Ю. В. Территориальные различия в распространении информации в социальных сетях: результаты моделирования // Радиопромышленность, 2020. Т. 30. № 1. С. 63–70.
10. Минаев В.А., Федорович В.Ю. Моделирование информационных воздействий в социальных сетях: территориальный аспект // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2019. № 4. – С. 8–16.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Р.А. Исаев

Научный руководитель – Подвесовский А.Г.,
канд. техн. наук, доцент

Брянский государственный технический университет

В настоящее время для управления и принятия решений в слабоструктурированных социально-экономических системах широко применяется когнитивный подход. В рамках данного подхода основным инструментом анализа и моделирования систем являются когнитивные карты. Когнитивная карта представляет собой модель экспертных знаний об исследуемой системе и состоит из множества семантических категорий, называемых факторами или концептами, и множества причинно-следственных связей между ними. Одной из разновидностей когнитивных карт являются нечеткие когнитивные карты (НKK), предложенные В.Б. Силовым [1].

В докладе рассматривается информационная технология поддержки когнитивного моделирования с применением НKK Силова в задачах управления и принятия решений в слабоструктурированных социально-экономических системах (рисунок 1). Технология ориентирована на повышение учета человеческого фактора, что достигается за счет применения новых авторских подходов и методов построения и анализа когнитивной модели.

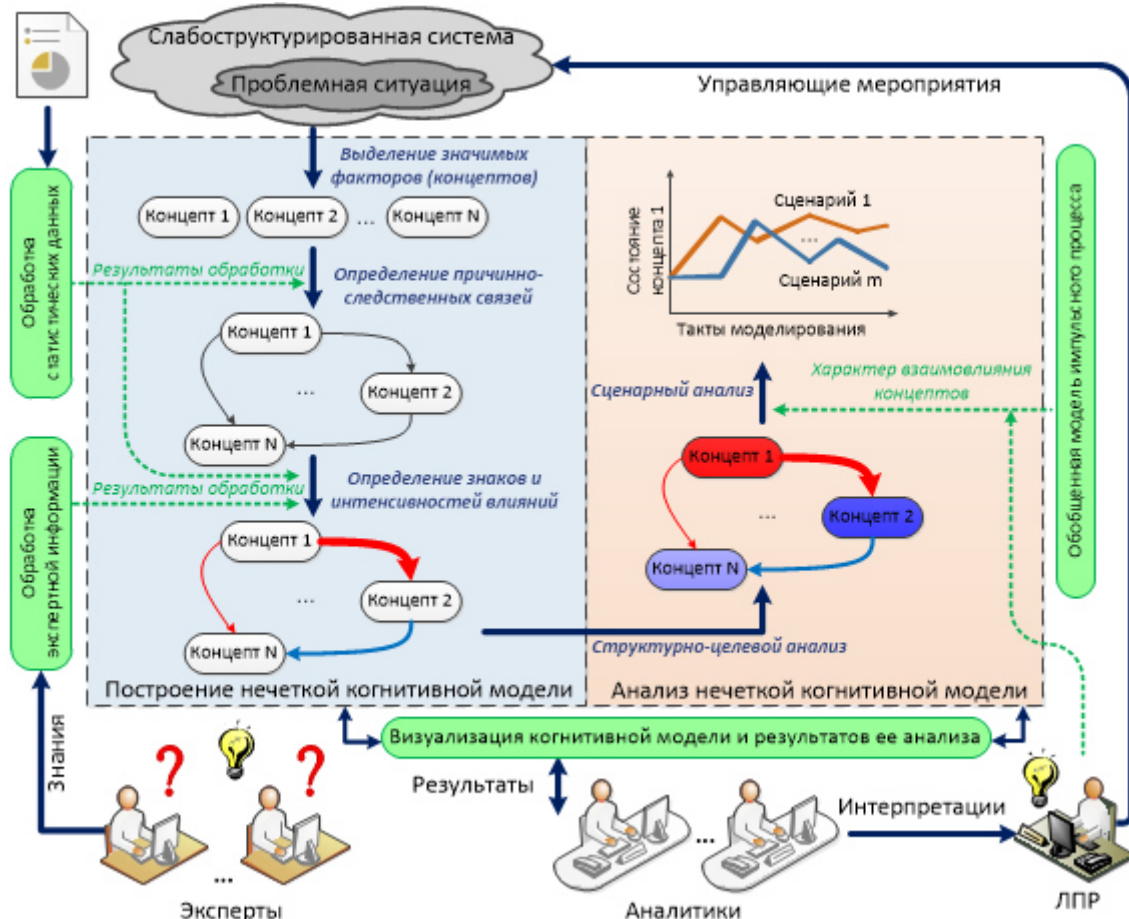


Рисунок 1 – Информационная технология поддержки когнитивного моделирования с применением нечетких когнитивных карт

В рамках информационной технологии предлагается новый подход к идентификации НКК, допускающий учет и совместное использование при построении когнитивной карты как знаний экспертов, так и статистических данных [2]. Для получения и обработки экспертных суждений применяются авторские модификации методов построения функций принадлежности нечетких множеств, обеспечивающие высокий уровень точности и внутренней согласованности получаемых результатов оценивания. Используемые статистические данные могут быть представлены как в форме пространственной выборки, так и в форме временных рядов. В последнем случае становится возможным проводить статистически обоснованное обнаружение причинно-следственных связей между концептами, т.е. идентификация не только параметров, но и структуры НКК.

На стадии сценарного анализа для исследования сценариев управления системой применяется предложенная автором обобщенная модель импульсного процесса [3], которая позволяет учитывать различные точки зрения на особенности передачи влияний между концептами (в том числе задавать требуемый темп передачи влияний). Это позволяет расширить множество исследуемых стратегий управления, в том числе становится возможным выявление новых, неочевидных управленческих решений.

Помимо этого, в составе информационной технологии реализован новый подход к визуализации НКК, основанный на понятии метафоры визуализации и учете критериев когнитивной ясности [4]. Применение данного подхода позволяет упростить визуальное восприятие когнитивной модели аналитиком, повышает вероятность обнаружения ошибок, допущенных при построении НКК, а также способствует ускорению интерпретации результатов анализа когнитивной модели.

Описанные авторские решения были реализованы в составе системы поддержки принятия решений «ИГЛА», за счет чего были существенно расширены функциональные возможности данной системы. Предложенная информационная технология и модернизированная СППР «ИГЛА» прошли апробацию при построении и исследовании нечетких когнитивных моделей для ряда прикладных задач, в числе которых: управление процессом организации производства, анализ и планирование программных проектов, управление комплексным развитием сельских территорий.

Библиографический список

1. Сиров, В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке / В.Б. Сиров – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
2. Подвесовский А.Г., Исаев Р.А. Идентификация структуры и параметров нечетких когнитивных моделей: экспертные и статистические методы // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7. – № 6. – С. 35-61.
3. Подвесовский А.Г., Титарев Д.В., Исаев Р.А. Нечеткие когнитивные модели в задачах анализа и планирования программных проектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2019. – № 8. – С. 22-31.
4. Podvesovskii A.G., Isaev R.A. Visualization metaphors for fuzzy cognitive maps // Scientific Visualization, 2018, Vol. 10 (4), pp. 13-29.

СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

А.Г. Борисов, С.А. Голь, В.С. Леушкин, Ю.С. Максимова, С.В. Чернышев
Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина

Традиционные роботизированные системы (станки с ЧПУ, манипуляторы и пр.) используются уже более 60 лет для автоматизации рутинных, грязных, опасных работ, но выполняют в основном механические, детерминированные операции в хорошо структурированной среде. Снижение стоимости вычислений и развитие сенсоров дало старт созданию робототехнических систем, которые раньше даже было трудно представить. Такие роботы характеризуются взаимодействием с окружающей средой, обладающей высокой степенью изменчивости, неструктурированности и неопределенности. Сочетание множества аппаратных и программных средств, привело к усложнению роботов и потребовало нового математического аппарата для их описания. Детерминистические методы (наиболее распространенный — линейный подход), долгое время доминировавшие при построении математических моделей, на сегодняшний день дают недостаточные по точности решения. Технологии искусственного интеллекта, который, благодаря своей нелинейной природе, позволяет воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости при моделировании процессов и явлений даже на основе сильно зашумленных данных, позволяют получать более точные решения. Современные тренды в построении сенсорных систем роботов — использование дублирующих разнородных измерительных каналов, обработка избыточных измерительных данных а также построение пространственных картин среды функционирования роботов и понимания по ним сцен.

Экстремальная робототехника стала авангардом отрасли, где появляются и тестируются самые новые решения. Арсенал этих решений бывает внезапно востребован в связи с чрезвычайными ситуациями, а накопленный опыт позволяет быстрее реагировать на новые вызовы. Примером может служить пандемия COVID-19, которая, помимо того, что явилась серьёзным вызовом системе здравоохранения, связана с долгой изоляцией людей в замкнутых пространствах на домашнем карантине и волной увольнений. Роботы телеприсутствия дают врачам инструменты для удаленного сбора образцов для анализа, контроля температуры, артериального давления, пульса пациентов. Роботы осуществляют дезинфекцию помещений, роботы-ассистенты психологически позитивно влияют на изолированных пациентов, а для людей с утраченной мобильностью позволяют восполнить многие функции по перемещению необходимых предметов, манипулирования ими, например, принести и распаковать лекарство, послужить опорой для перемещения, вызвать помощь и пр.

В настоящее время структурный и функциональный облик многих роботов полностью определен. Усилия исследователей направлены на поиск лучших алгоритмов управления исполнительными системами. Сдерживающим фактором развития в этом направлении является проблема понимания сцен, складывающихся вокруг робота. Эта задача возложена на интеллектуальные сенсорные системы.

Приведем несколько примеров задач роботизации, которые стали уже стандартными сценариями для испытаний роботов, проводимых с целью

демонстрации и совершенствования технологии искусственного интеллекта в различных средах, погодных условиях, а также при стечении возмущающих обстоятельств. Эти задачи определили арсенал измерительных средств робототехники и мехатроники, состав и структуру сенсорных систем многих роботов, а также подход к обработке измерительной информации, направленный на интегральное понимание сцен, формирование ситуационной осведомленности и расстановки приоритетов в зоне действия.

Роботизированная колонна. Перемещение грузовых транспортных средств, при их автономном или полуавтономном режиме движения в составе колонны для оптимизации логистических операций и обеспечения безопасности доставки грузов. Сокращение вероятности неверных действий из-за утомления и стрессового состояния водителей приводит к спасению жизней и снижению травматизма, сокращению потерь техники и грузов. В перспективе это приводит также к снижению затрат за счет повышения эффективности выполнения транспортных задач. От системы управления требуется автоматическое поддержание строя колонны при наличии тумана, пыли, дыма, снега и дождя. Это обуславливает необходимость использования мультиспектрального принципа построения сенсорной системы на основе приборов, работающих в видимом, ИК, СВЧ диапазонах [1]. Маршруты движения должны предусматривать движение по дорогам с разметкой, грунтовым дорогам и просто по пересеченной местности с оценкой геометрической и опорной проходимости в зависимости от типа используемых транспортных средств. Система управления должна обеспечивать объезд колонной статических препятствий (здания, перекрестки, камни, ямы, водные преграды) при следовании за лидером. При планировании маршрута учитываются критические радиусы поворота транспортных средств, при объезде препятствий с учетом допустимых отклонений от заданной траектории движения, а также осуществляется корректировка ширины коридора следования за лидером при объезде препятствий.

В качестве основных тактических подзадач обеспечения движения в колонне выделяют два сценария транспортной операции – с коротким и длинным плечами доставки грузов.

В первом случае рассматривается маршрут протяженностью до 10-20 км по известной или условно обследованной местности при наличии подробных электронных карт местности и геодезических знаков. К таким транспортным операциям можно отнести доставку грузов от тыловых баз снабжения непосредственно в зону операций и эвакуация раненных и пострадавших из зоны ведения операций в режиме разовой доставки груза и в режиме челночного движения. В этом случае принцип построения колонны может быть выполнен при движении головной машины, как в автономном режиме, так и в режиме экипажного управления. При маршруте из точки А в точку Б машине задается конечная точка маршрута в привязке к электронной карте местности и с распознаванием обстановки, построение маршрута осуществляется системой управления автомобиля. При челночном движении между точками А и Б также может быть реализован принцип «мула», когда первоначально осуществляется проводка головной машины в экипажном режиме или за впереди идущим экипажным лидером, а затем все проезды осуществляются в автономном режиме.

Во втором случае (длинное плечо) рассматривается маршрут протяженностью от 20 до 100 и более км. К таким транспортным операциям относятся переброска крупного контингента сил и средств, а также гуманитарные конвои в зоны чрезвычайных ситуаций. Характерной особенностью таких маршрутов является высокая степень априорной недетерминированности, отсутствие полной дорожной легенды и возможность движения по дорогам общего пользования при ограниченном контакте с другими участниками дорожного движения. Для реализации данного режима управление движением ведущей и замыкающей машины осуществляется в экипажном варианте. Также возможно нахождение водителей-наблюдателей в кабинах машин,двигающихся в автоматическом режиме. Они непосредственно не участвуют в управлении, но осуществляют контроль за движением и, в случае необходимости, корректируют движение автомобиля. Это позволяет снизить функциональную нагрузку на личный состав, сократив их численность за счет сменных водителей. Количество машин в колонне при организации маршрутов с длинным плечом может достигать 50 и более. В случае отказа одной из машин, выхода её из строя должна осуществляться реконфигурация колонны с использованием дистанционного управления каждой машиной с дальнейшим переходом в режим автономного движения в колонне.

Системы, определяющие угол и положение ведущего относительно ведомого транспортного средства, основаны на использовании систем глобального спутникового позиционирования ГЛОНАСС/GPS, видеокамер видимого и инфракрасного диапазонов, лазерных сканирующих дальномеров, направленных антенн, радарных и ультразвуковых дальномеров.

Применение глобальных спутниковых систем позиционирования ограничено открытыми территориями. Внутри помещений и урбанизированных зон использовать подобные системы практически невозможно. Лазерные сканирующие и радарные дальномеры позволяют определить расстояние между окружающими объектами и беспилотным транспортным средством, но при этом достаточно сложно идентифицировать ведущий объект. Использование камер видимого и инфракрасного диапазонов осложняется зависимостью от условий окружающей среды. Помимо того возникновение препятствий между ведущим и ведомым транспортным средством существенно ухудшает оценку взаимного расположения.

Эффективным подходом к построению сенсорной системы слежения за ведущим является сочетание перечисленных измерительных каналов с использованием активного ультразвукового маяка, закрепляемого на ведущем, и пространственной решетки ультразвуковых приемников, размещаемых на ведомом транспортном средстве для его локализации [2, 3].

Роботизация инженерной техники. Современная самоходная специальная техника выполняет широкий спектр инженерных работ:

- демонтажные работы по сносу зданий и сооружений;
- копание траншей и ям, в том числе и большой глубины;
- разработка грунта и загрузка самосвалов;
- выравнивание и подготовка площадок;
- работы по зачистке склонов;
- выполнение операций валки, резания, перетаскивания древесины;

- углубление русел рек и их расчистка;
- создания подъездных путей;
- перемещение грузов;
- подземные работы и работы на глубине.

Самосвалы, экскаваторы, погрузчики, краны, бульдозеры отличаются разнообразием применяемых шасси, приводов, навесного рабочего оборудования. Все перечисленные типы машин имеют устоявшийся набор управляющих элементов, которыми оперирует в кабине машинист для управления работой двигателя, движением хода, гидросистемой рабочего оборудования и электрооборудованием. Это педали и рычаги с дискретным и непрерывным ходом, джойстики, кнопки с фиксацией и без, переключатели, рулевое колесо, штурвалы и маховики. Существует два подхода к реализации теле- и полуавтономного управления самоходной специальной техникой с выделенным каналом связи. Первый связан с модификацией или полной заменой штатных органов управления. Фактически это требует разработки нового образца техники, а возможность управления машинистом традиционным способом непосредственно из кабины или при её отсутствии закладываются на этапе проектирования. Второй подход не связан с необратимым вмешательством в штатную систему управления. Согласно ему самоходная специальная машина переводится в телеуправляемый или полуавтономный режим с помощью временно подключаемого внешнего оборудования.

Комплект этого оборудования представляет собой набор портативных блоков, разворачиваемых за короткое время на месте машиниста и пульт дистанционного управления. Портативные блоки подключаются через свои актуаторы к штатным органам управления. Отдельный портативный блок имеет возможность подключения к штатному электронному блоку управления (бортовому компьютеру машины, например, по интерфейсной шине CAN) для считывания данных о состоянии машины, и задания режимов работы оборудования, замещая тем самым функцию электронных органов управления: джойстиков, кнопок, переключателей. Связь с пультом дистанционного управления осуществляется по выделенному защищенному радиоканалу. Второй, широкополосный, радиоканал используется для передачи данных от системы технического зрения, устанавливаемой на борту. Портативные блоки содержат механические элементы настройки, позволяющие размещать их в самоходной специальной технике различных типов и марок.

Система технического зрения состоит из видео-датчиков видимого и ближнего ИК-диапазонов, лазерных сканеров и тепловизоров. Она составляет основу для реализации супервизорного управления, организации «дополненной реальности», а также обеспечивает дополнительную безопасность функционирования техники. Супервизорное управление позволяет автоматизировать выполнение задач из определенного списка. Например, оператор может обозначить на компьютерной модели местности периметр планируемой ямы и ее глубину, после чего запустить автоматический процесс ее выкапывания. Технология «дополненной реальности» позволяет наложить дополнительную текстовую и графическую информацию, на видеоданные, поступающие на монитор оператора системы. А подсистема безопасности дает возможность предупредить действия оператора, которые могут привести к несанкционированным столкновениям

частей машины с окружающими объектами, сползанию машины по склону и прочим нештатным ситуациям.

Для замещения ручного управления в первую очередь используются актуаторы на основе электроприводов. Их скоростные, силовые, точностные, энергетические и прочие характеристики вполне способны обеспечить качество манипулирования объектами управления, сопоставимое с машинистом. Применяются и перспективные технологии, основанные на так называемых пневматических и гидравлических мышцах, которые по ряду параметров оказываются эффективнее электроприводов.

Мобильные робототехнические платформы. Отличаются разнообразием решаемых задач: мониторинг технологических процессов вредных и опасных производств, рекогносцировка местности, поиск и манипулирование объектами интереса, что определяет большое разнообразие шасси: колесные, гусеничные, колесно-шагающие, одно- или многосекционные [4]. В зависимости от решаемой задачи роботы оснащаются специальными манипуляторами. Мобильные роботы имеют большое количество степеней свободы, а телеуправление ими требует довольно сложных в освоении пультов управления. Преодоление препятствия на пути следования или захват необходимого объекта зачастую требуют от оператора хорошей профессиональной подготовки, большого терпения и времени. Поэтому актуальной является задача супервизорного управления такими роботами, при котором сенсорная система сама оценивает препятствия и опорные поверхности, локализует объект интереса, а интеллектуальный модуль робота автономно решает обратную кинематическую задачу с минимальным вмешательством оператора [5]. Интеллектуальный модуль мобильной платформы, содержащий вычислительную подсистему, сенсорную подсистему и подсистему связи выполняет следующие функции:

- формирование высокоточной трехмерной цифровой модели окружающего пространства, в режиме реального времени;
- определение положения и других параметров движения мобильного робота по данным подсистемы технического зрения на основе лазерных сканирующих дальномеров и высокоточной трехмерной цифровой модели окружающего пространства, в том числе и при недоступности данных ГНСС;
- детектирование динамических объектов в окружающем пространстве и определение параметров их движения;
- поиск и распознавание объектов интереса.

Вычислительная подсистема поддерживает аппарат параллельных вычислений. Программное обеспечение реализует алгоритмы сопоставления частных трёхмерных сцен на базе итеративного алгоритма ближайших точек (ICP) с модификациями, учитывающими особенности пространственной структуры; алгоритмы, основанные на графических вероятностных моделях, в частности, «фактор-графах»; алгоритмы калмановской фильтрации; модифицированные алгоритмы полуглобального стереосопоставления для построения карты диспаратностей; алгоритмы визуальной одометрии; искусственные нейронные сети. В отличие от совмещения «облаков» напрямую с применением «dense-методов» (базовый ICP), используется «feature-based» подход, позволяющий осуществлять более надёжное сопоставление и построение карты в реальном времени [6].

Именно в мобильной робототехнике получает широкое распространение решение задач локализации и картографирования на основе данных магнитометров – особенности проблем и областей применения подталкивают к использованию новых технологий локализации. Невозмущенное естественное магнитное поле Земли используется для определения ориентации мобильного робота, а аномалии естественного поля (локальные возмущения) – как особые точки, применяемые для позиционирования и навигации. Особенно актуальны методы картографирования и навигации на основе магнитометрических данных внутри помещений и на сильно урбанизированных территориях. Подобные области обладают большим количеством объектов, возмущающих естественное магнитное поле Земли, которое с учетом размеров областей функционирования мобильных роботов является однородным. Современные исследователи наряду с картами проходимости, формируемыми на основе данных лидаров и видеокамер, строят карты магнитной обстановки [7]. Для построения подобных карт применяются одно-, либо многоосевые магнитометры (электронные компасы) или же системы магнитометров, интегрированные с экстероцептивной сенсорной системой мобильного робота.

Даже тщательно откалиброванная система магнитометров, в совокупности с датчиками пространственного положения (акселерометрами) подвержена влиянию статических, раскладывающихся, выдвигающихся и перемещающихся элементов робота, а также его рабочих токов. Искажения показаний магнитометров, вызванные подобным самовлиянием, компенсируются алгоритмами на основе машинного обучения при использовании избыточных данных, регистрируемых проприоцептивной сенсорной системой мобильного робота. Особенностью сенсорных систем на основе магнитометров является отсутствие общепринятого и установившегося способа калибровки подобных систем. Одно из возможных решений – создание установки, формирующей искусственное магнитное поле, аналогичное магнитному полю Земли с возможностью управления параметрами формируемого поля [8].

Роботизация спасательных операций. Спасательные операции в зонах техногенных катастроф и военных конфликтов все чаще полностью исключают присутствие спасателей в этих районах или же связаны с высокими рисками для их жизни и здоровья. Поэтому своевременное дистанционное получение достоверной информации о местонахождении пострадавших и показателях их жизнедеятельности позволяет лучшим образом спланировать операцию спасения силами бригады спасателей или, в ближайшем будущем, телеуправляемыми и автономными роботами-эвакуаторами.

Определить параметры жизнедеятельности пострадавшего, в первую очередь дыхания и пульса, нетривиальная задача даже для телеуправляемого поискового мобильного робота. Самые информативные для этих целей сенсоры – видеодатчики и тепловизоры требуют, при отсутствии проводного интерфейса, широкополосного канала радиосвязи. Использование исключительно «зрительных» данных может привести к ошибочным выводам относительно состояния пострадавшего. Особенно остро данный вопрос поднимается при отсутствии прямой видимости между приёмником и передатчиком, а также при сильных помехах в канале связи. Даже безжизненное тело может еще значительное время давать тепловое

изображение живого человека. Альтернативный способ, а именно контактное измерение пульса и дыхания с помощью накладываемых роботом электродов на определенные участки тела пострадавшего, связан с еще большим комплексом проблем дистанционного или автономного распознавания зон наложения датчика и безопасным управлением его наложением.

Успехи интегральной микроэлектроники, позволившие разместить передающий и приемный СВЧ-тракты для частот 77 ГГц и выше, а также канал низкочастотной обработки и аналого-цифровой преобразователь в одну микросхему, делают технологию малодистантных радиолокаторов многообещающей для бесконтактной оценки дыхания и пульса [9]. Однако в условиях электромагнитных помех и мешающих факторов для повышения надежности оцениваемых параметров эффективным является дополнительное использование данных от дублирующего бесконтактного измерительного канала, основанного на ультразвуке [10, 11].

Библиографический список

1. Голь С.А. и др. Первичная обработка данных радарного дальномера для обнаружения препятствий мобильным роботом экомониторинга при движении в густой растительности // Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы – 2016. материалы конференции. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 361–365.
2. Goll S., Zakharova E. An active beacon-based leader vehicle tracking system // ACTA IMEKO. 2019. Vol. 8, № 4. P. 33–40.
3. Голь С.А., Захарова Е.А. Система слежения спасательного мобильного робота за активным маяком // Биотехнические, медицинские, экологические системы и робототехнические комплексы – Биомедсистемы–2018. Сборник трудов XXXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань. 2018. С. 485–488.
4. Luksha S., Goll S. Mobile Robots for Outdoor Environment // 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). Budva, Montenegro: IEEE, 2019. P. 1–1.
5. Tikanmaki A. et al. The remote operation and environment reconstruction of outdoor mobile robots using virtual reality // 2017 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA). Takamatsu, Japan: IEEE, 2017. P. 1526–1531.
6. Goll S.A. et al. Construction of the local patency map on the data from Velodyne LiDAR // 2016 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). Bar, Montenegro: IEEE, 2016. P. 184–187.
7. Vallivaara I. et al. Simultaneous localization and mapping using ambient magnetic field // 2010 IEEE Conference on Multisensor Fusion and Integration. Salt Lake City, UT, USA: IEEE, 2010. P. 14–19.
8. Goll S., Borisov A. Interactive model of magnetic field reconstruction stand for mobile robot navigation algorithms debugging which use magnetometer data // ACTA IMEKO. 2019. Vol. 8, № 4. P. 47–53.
9. Saad A. et al. Remote monitoring of heart and respiration rate using a wireless microwave sensor // 12 th International Healthcare, Hospital Supplies and Medical Equipment Shows (Saudi Medicare 2009) Riad, Arabie Saudite, 2009.

10. Goll S., Maximova J. Ultrasonic rangefinder with resolution in hundredths of the probing signal's wavelength for the mobile rescue robot // ACTA IMEKO. 2019. Vol. 8, № 4. P. 41–46.
11. Голь С.А., Максимова Ю.С. Прецизионный ультразвуковой дальномер для поисково-спасательного мобильного робота // Биотехнические, медицинские, экологические системы и робототехнические комплексы – Биомедсистемы–2018. Сборник трудов XXXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань. 2018. С. 488–490.

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ОБЗОР БИБЛИОТЕК НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ЯЗЫКА PYTHON

Н.Р.Балабанов

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе даётся краткий обзор пяти самых популярных библиотек для работы с нейронными сетями на языке Python. Эти библиотеки дают возможность простой работы с нейронными сетями – создание, обучение и использование – без необходимости создавать свои механизмы для параллельных вычислений и ускорения обработки больших объёмов данных.

TensorFlow – созданная Google библиотека для обучения нейронных сетей. Для обработки больших объёмов данных использует многоуровневую систему узлов, что расширяет сферу применения далеко за научную область. Очень универсальна и имеет множество расширений и надстроек.

Keras – высокоуровневая библиотека, поддерживающая сети с обратными связями и сети прямого распространения. Использует возможности Theano и TensorFlow в качестве компонентов. Имеет хорошие методы обучения сетей, что делает эту библиотеку хорошим стартом для обучения работе с нейронными сетями.

Lasagne – библиотека для глубокого обучения, требует написания методов для циклов обучения, однако даёт больше возможности для настройки и изменения параметров.

Neon – поддерживает два типа нейросетей: с обратными связями и прямого распространения. Это библиотека глубокого обучения, написанная с использованием ассемблера и C++. Она может выполнять сложные вычисления не только на процессорах, но и на видеокартах.

Scikit-learn – библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом. Содержит реализации практически всех возможных преобразований, и нередко ее одной хватает для полной реализации модели.

Также следует отметить такие инструментальные среды, как Blocks (для Theano), Chainer, NuPIC. Они служат для разработки моделей на основе нейросетей. Все они позволяют избавиться от необходимости вручную писать реализацию нейронных сетей, алгоритмы обучения и оптимизацию их работы.

В задачах поиска и отслеживания движения зрачка на кадрах видеопотока можно рекомендовать к использованию библиотеку Keras, которая отличается простотой работы и качественной поддержкой архитектуры свёрточных нейронных сетей.

Библиографический список

1. Aurelien Geron – Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn & TensorFlow – 2017. – 751 с.
2. Я. Гундфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль Глубокое обучение – 2018. – 652 с.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПАТРУЛЕЙ ЭКСТРЕННЫХ СЛУЖБ

Л.А. Иванов

Научный руководитель – Пруцков А.В., д-р техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Применение алгоритма определения оптимального места расположения патрулей экстренных служб позволит минимизировать время прибытия патруля к месту вызова за счет учета в процессе вычисления таких факторов, как загруженность автомобильных дорог, статистика предыдущих вызовов и взаимное расположение патрулей [1]. Данный алгоритм основывается на минимаксном решении задачи о размещении объектов, которое заключается в минимизации максимальных расстояний мест размещения. Данное решение является простым в реализации и может быть использовано в параллельных вычислениях, что снизит время расчета.

На *первом* этапе расчета вычисляется оптимальное расположение относительно наиболее загруженных районов. Свойство загруженности определяется на основе статистики предыдущих вызовов. Если статистика отсутствует, начальное место расположения вычисляется как геометрический центр района –любой элемент из множества равноудаленных точек от границ района. Если в начальных данных указано несколько патрулей, в процесс определения начального расположения добавляется учет взаимного расположения. На *втором* этапе производится расчет места расположения с учетом времени прибытия в наиболее нагруженные районы, которое рассчитывается основе данных о загруженности автомобильных дорог. На этом этапе также учитывается взаимное расположение патрулей. Если полученные точки совпадают, то это и является оптимальным местом расположения патруля. Если расстояние между полученными точками превышает расстояние погрешности, происходит перерасчет расположения с условием максимизации рабочей области патруля в загруженных районах и минимизации времени прибытия.

Описанный выше алгоритм реализован с помощью объектно-ориентированного языка программирования *Java*. Данный язык предоставляет возможность параллельного выполнения различных подзадач. Алгоритм определения оптимального места расположения патрулей экстренных служб можно разбить на две независимые друг от друга задачи – получения данных на основе статистики и данных на основе времени прибытия. Если в процессе расчета участвует несколько патрулей, расчет для каждого также будет произведен параллельно, что позволяет еще снизить время вычисления. Описанные выше подзадачи реализованы с помощью механизмов *Callable* и *Future* [2].

Библиографический список

1. Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов,

молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. 2019. 212 с. [стр. 205]

2. Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020 [текст]: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.3./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020; Рязань. – 162 с.,: ил.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СЕМАНТИЧЕСКОГО ХАЙДЕРА ДЛЯ БИРЖ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

А.А. Столбова

**Самарский национальный исследовательский университет
имени С.П. Королева**

В настоящее время активно развивается концепция «Индустрия 4.0», цифровизация экономики, заключающиеся в разработке новых подходов к организации всех видов деятельности человека [1]. Данные направления предполагают оцифровку различных данных, вследствие чего развиваются возможности сбора и хранения данных, а востребованность и значимость анализа больших данных растет в таких сферах жизнедеятельности, как медицинская, социальная, экономическая.

В последнее время все чаще создаются биржи данных, представляющие собой электронные торговые площадки или порталы, где поставщики и потребители данных и алгоритмов могут подобрать для себя наилучшие решения, определить условия взаимодействия [2, 3]. Однако организация подобных бирж данных имеет проблему с репутацией и доверием поставщиков и потребителей друг к другу: не все поставщики данных хотели бы предоставлять свои данные в открытом доступе для общего использования, поскольку их могут использовать, например, конкуренты. В свою очередь, разработчики алгоритмов также должны быть защищены от использования и распространения своих наработок без их ведома.

В рамках работы планируется разработка семантического хайдера для бирж больших данных, позволяющего обеспечить деперсонификацию предоставляемых данных и повысить доверие поставщиков и потребителей данных и алгоритмов друг к другу.

Семантический хайдер представляет собой модуль, который изменяет исходные данные таким образом, что сохраняются все необходимые базовые характеристики, например, корреляционная функция, математическое ожидание, дисперсия. Изменения вносятся посредством определенных воздействий, оказанных на исходные данные, зависящих от набора неизменных характеристик и решаемой задачи, например, смещение или подмешивание данных. Работа семантического хайдера должна включать следующие действия:

- деперсонификация исходных данных;
- смена тематики исходных данных, то есть подмена семантического смысла;
- изменение исходных данных с сохранением необходимых характеристик;
- предоставление «испорченных» данных для всеобщего доступа;
- получение результатов;
- дешифрация полученных результатов.

Разработка и внедрение семантического хайдера позволит:

- разработчикам алгоритмов получать данные для обработки, но при этом не отдавать свои алгоритмы;
- поставщикам данных обеспечить полную конфиденциальность данных, включая деперсонафикацию и устранение семантической привязанности;
- установить, насколько семантическая составляющая влияет на выявление закономерностей;
- устранить ложную корреляцию, являющуюся одной из основных проблем больших данных за счет изменения тематики.

Разрабатываемое решение отличается от уже существующих тем, что

- устраняет семантическую привязанность данных, что позволяет обезопасить их передачу третьим лицам;
- предлагает механизмы изменения данных.

Библиографический список

1. Никонова А. А. «Новая системность» стратегического планирования в Индустрии 4.0 //Journal of new economy. – 2019. – Т. 20. – №. 2.
2. Liang F. et al. A survey on big data market: Pricing, trading and protection //IEEE Access. – 2018. – Т. 6. – С. 15132-15154.
3. Fernandez R. C., Subramaniam P., Franklin M. J. Data market platforms: trading data assets to solve data problems //Proceedings of the VLDB Endowment. – 2020. – Т. 13. – №. 12. – С. 1933-1947.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СЕТЕВЫХ РИТЕЙЛЕРОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИДЕОАНАЛИТИКИ

А.А. Альгашева

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

Университет ИТМО

Темп борьбы розничных сетей за покупателя нарастает с каждым днем, поскольку разнообразие рынка делает потребителей более требовательными при выборе продукции и места ее приобретения [1]. Технологии машинного зрения и видеоаналитики позволяют автоматизировать контроль за состоянием товара на полке магазина [2], в том числе с применением мобильных технологий.

В работе представлено разработанное мобильное приложение, предназначенное для проведения видеоаналитики в крупной торговой сети. Разработанное приложение основано на гибридной технологии, построенной по результатам проведенного анализа методов выделения объектов на изображениях [3].

Клиентская часть решения реализована на языке программирования Java и представляет собой Android-приложение, которое осуществляет сбор исходных данных о товарах на полках магазина и взаимодействие с пользователем по оказанию помощи в контроле за наличием товара, правильностью его выкладки на полке, а также правильностью ценника на конкретный товар.

Серверная часть решения реализована на языке программирования Python. В основу серверного приложения легла гибридная схема: нейронная сеть с пост-обработкой вероятностным методом. Используемая нейронная сеть

применима к объектам с изменяющимися и неизменяющимися признаками. Реализована схема с минимизацией ошибки за счет постоянного обучения сети. Вероятностный метод применен как дополнение к нейросетевому для повышения устойчивости к сложному динамическому фону и изменению характеристик объекта.

Таким образом, разработанное мобильное приложение-ассистент обеспечит быстрое реагирование персонала на изменение уровня качества торгового сервиса, а также, поможет спрогнозировать спрос на товар путем просмотра данных в архиве о том, как изменялась наполненность полок конкретным товаром за определенный период.

Библиографический список

1. Косарева О.А. Информационные технологии для розничных торговых предприятий // Вестник Академии. – 2019. – № 2. – С. 28-39.
2. Тропченко А.А., Тропченко А.Ю. Методы вторичной обработки и распознавания изображений. –СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 215 с.
3. Головнин О.К., Альгашева А.А. Анализ технологий видеоаналитики для обнаружения объектов на сложном динамическом фоне при решении задач в отрасли розничной торговли // Перспективные информационные технологии: труды Междунар. науч.-технич. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2020. –С. 103-105.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

А.А. Игонина

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Одной из наиболее активных форм экономики страны является предпринимательская деятельность, при этом значительную роль в успешном развитии малого бизнеса, не обладающего штатом бизнес-аналитиков и экономистов, играет выбор местоположения торговых точек [1-3].

В работе представлена разрабатываемая автоматизированная система, предназначенная для оценки востребованности территорий при развертывании на них объектов розничной торговли. Система осуществляет анализ данных о спросе с целью выявления мест, наиболее благоприятных для размещения объектов розничной торговли. В процессе своей работы система использует электронную карту местности, на которую накладываются результаты анализа доступных данных. В качестве источников первичных данных используются открытые источники, например, медиа и социальные сети, веб-сайты, базы данных.

Первичная обработка данных в системе осуществляется путем пространственно-временного анализа. Выявление взаимных влияний объектов спроса и предложения друг на друга осуществляется с помощью нейронной сети, обученной на доступных банках данных. Структура нейронной сети адаптируется под имеющийся набор данных.

Система реализуется как веб-приложение, функционирующее по принципу SaaS. Для реализации выбраны языки программирования Java и Python и среда разработки IntelliJ Idea.

Таким образом, разрабатываемая система позволит осуществлять выбор расположения объектов розничной торговли исходя из востребованности территорий по ряду критериев, характеризующих спрос на предлагаемый продукт. Система ориентирована на малый бизнес, где обеспечит сокращение рисков при открытии новых объектов торговли.

Библиографический список

1. Митюкова Д. Э. Роль малого бизнеса в экономике России // Молодой ученый. – 2019. – № 15 (253). – С. 215-217.
2. Иващенко А.В., Столбова А.А. Рекурсивная декомпозиция в бирже больших данных на примере анализа покупательской активности пользователей социальных сетей // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 4 (32). – С. 5-15.
3. Головнин О.К., Мокшин К.Ю. Система поддержки принятия решений при управлении ресторанным бизнесом на основе интеллектуального нейросетевого ядра // Перспективные информационные технологии. – 2020. – С. 105-107.

АСПЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Л.А. Демидова

Российский технологический университет – МИРЭА

М.А. Степанов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается задача кластеризации коротких временных рядов на примере показателей развития социально-экономической сферы Рязанской области [1].

Качество решения задачи кластеризации данных зависит от адекватного выбора алгоритма кластеризации и правильного предсказания числа кластеров, характерного анализируемому набору данных. В случае работы с группой временных рядов решение задачи кластеризации осложняется тем, что значения элементов временных рядов возникают одновременно, коррелируют между собой, подвергаются воздействию тех или иных неучтенных факторов. Очевидно, что визуальный анализ расположения данных относительно друг друга позволил бы выбрать из широкого перечня алгоритмов кластеризации наиболее адекватные алгоритмы, а также предсказать возможное число кластеров. Однако, в виду высокой размерности данных (большого числа элементов во временном ряде) невозможно выполнить визуализацию без каких-либо дополнительных преобразований.

В последние годы для визуализации данных высокой размерности активно применяются алгоритмы нелинейного снижения размерности, позволяющие выполнить «вложение» объектов из пространства высокой размерности в пространство низкой размерности (например, в двухмерное пространство, если требуется выполнить визуализацию данных). При этом, оперируя значениями параметров этих алгоритмов, можно выполнить визуализацию с учетом глобальных или локальных свойств анализируемых данных.

В настоящее время наибольшее применение из алгоритмов нелинейного снижения размерности находят t-SNE- [2] и UMAP-алгоритмы [3]. Применение их для визуализации временных рядов, характеризующих показатели развития социально-экономической сферы Рязанской области, позволило предположить число кластеров, характерное для группы временных рядов, а также выбрать наиболее предпочтительные алгоритмы кластеризации. В частности, по результатам экспериментов по кластеризации группы из 89 коротких временных рядов, длина которых выбиралась равной 4 и 5, удалось прийти к выводу о перспективности работы с DBSCAN-алгоритмом [4], решающим задачу кластеризации с учётом плотности расположения объектов в метрическом пространстве с выделением так называемых шумовых объектов. Применение FCM-алгоритма [5, 6] оказалось менее эффективным, очевидно, ввиду специфики реализованного в нем математического аппарата.

Библиографический список

1. Демидова Л.А., Степанов, М.А. Подход к решению задачи выявления структурных трансформаций в группах временных рядов // Cloud of Science. – 2019. – Т. 6 – № 2. – С. 201–226.
2. van der Maaten L.J.P., Hinton G.E. Visualizing Data Using t-SNE // Journal of Machine Learning Research. – 2008. – Vol. 9
3. McInnes L., Healy J. UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction // ArXiv e-prints 1802.03426. – 2018.
4. Ester M., Kriegel H.-P., Sander J., Xu X. A density-based algorithm for discovering clusters a density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // KDD'96: Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. – 1996. – pp. 226–231.
5. Bezdek J.C., Ehrlich R., Full W. FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm // Computers & Geosciences. – 1984. – Vol. 10 (2-3). – pp. 191–203.
6. Astakhova N.N., Demidova L.A., Nikulchev E.V. Forecasting of Time Series' Groups with Application of Fuzzy C-Mean Algorithm // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8. – no. 35. – pp. 1659–1677.

КАЛИБРОВКА СКОРОСТИ ОСЕДАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

Д.В. Болдырев

Научный руководитель – Проскурин С.Г.

д-р техн. наук, профессор

Тамбовский государственный технический университет

В докладе рассматривается разработка новых методов определения скорости оседания эритроцитов (СОЭ) на основе аналитического контроля, имеющие меньшую методическую погрешность по сравнению с известными способами. В анализируемых технических решениях математическое обеспечение не представляет модели процесса в явном виде, что диктует применение итерационных алгоритмов поиска решения с последующим построением статистической градуировочной характеристики и аппаратной реализацией в приборах с жесткой структурой примитивных тестеров с оценкой результатов постфактум. Недостатком известных

способов является низкая точность измерения из-за определения искомых значений по статистической градуировочной характеристике с множеством измерений. В настоящее время вектор развития синтеза инноваций направлен в сторону высокоэффективных метрологических средств с а priori оптимальными характеристиками и параметрами, нормируемыми мерами границ диапазона и адаптивными эквивалентами автоматического контроля, простыми алгоритмами и моделями в явной форме.

Доклад освещает одну из эффективных метрологических инноваций в сфере определения СОЭ - разработанный способ определения динамики изменения СОЭ [см. Пат. №2695072 РФ, МПК G 01N 33/49, 2019, Бюл. №20] описывающий определение действительной характеристики скорости $V(t)$ оседания эритроцитов при неизвестных информативных параметрах – максимальной величине оседания эритроцитов H и постоянной времени T для компенсации их нелинейности [1].

Данный способ определения динамики изменения скорости оседания эритроцитов включает определение постоянной времени и максимальной величины оседания эритроцитов по калибровочным характеристикам, калибровку проводят априори для двух измеренных и известных значений высоты слоя плазмы в два кратных момента времени, калибровочными характеристиками служат функция постоянной времени процесса и функция максимальной величины оседания эритроцитов, компенсирующие неопределенность максимальной величины оседания эритроцитов, выбранной произвольно, неопределенность постоянной времени, выбранной произвольно, и связывающая эталонную и измеренную характеристики высоты слоя плазмы за счет нормирования измеренных значений известными, по калибровочным характеристикам находят действительные значения постоянной времени и максимальной величины оседания эритроцитов, по которым последовательно строят калибровочные характеристики максимальной величины оседания эритроцитов и постоянной времени процесса и действительную характеристику скорости оседания эритроцитов. Способ обеспечивает повышение точности определения динамики изменения скорости оседания эритроцитов на 1 порядок.

Библиографический список

1. Пат. №2695072 Российская Федерация, МПК G01N 33/49. Способ определения динамики изменения скорости оседания эритроцитов / Д.В. Болдырев и др; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ТГТУ".- №2018108213 ; заявл. 06.03.2018; опубл. 19.07.2019, Бюл. №20.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ

С.О. Шумова

Научный руководитель – Соколова Ю.С.

канд. техн. наук

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается подход к решению многокритериальных задач принятия решений методом анализа иерархий (МАИ). При принятии

управленческих решений и прогнозировании возможных результатов лица, принимающего решение (ЛПР), обычно сталкивается со сложной системой взаимозависимых компонент (ресурсы, желаемые исходы или цели, лица или группа лиц и т.д.), которую нужно проанализировать [1].

МАИ является систематической процедурой для иерархического представления элементов, определяющих суть любой проблемы. Метод состоит в декомпозиции проблемы на все более простые составляющие части и дальнейшей обработке последовательности суждений лица, принимающего решение, по парным сравнениям. В результате может быть выражена относительная степень (интенсивность) взаимодействия элементов в иерархии. Эти суждения затем выражаются численно. МАИ включает процедуры синтеза множественных суждений, получения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений [2].

Целью работы является разработка программного обеспечения, которое реализует МАИ. Полученный программный продукт производит сбор данных, построение иерархий и анализ введенных данных.

Рассмотрим задачу принятия решения на примере выбора профессионального направления подготовки для выпускников школ и иных учебных заведений.

Проблема выбора направления подготовки абитуриента является классической многокритериальной задачей принятия решений, где критериями выступают субъективные предпочтения ЛПР, а альтернативами – направления подготовки.

Решение представленной задачи можно разбить на несколько этапов.

1. Построение иерархии для дальнейшего анализа. На рисунке 1 представлен возможный вариант построения иерархии. Первый уровень соответствует общей цели или сценарию. Уровнем ниже располагаются роли или же группы критериев. На третьем уровне указываются возможные критерии оценивания, а четвертому соответствуют предлагаемые альтернативы. Стрелками обозначается уровень принадлежности различных компонент друг к другу.

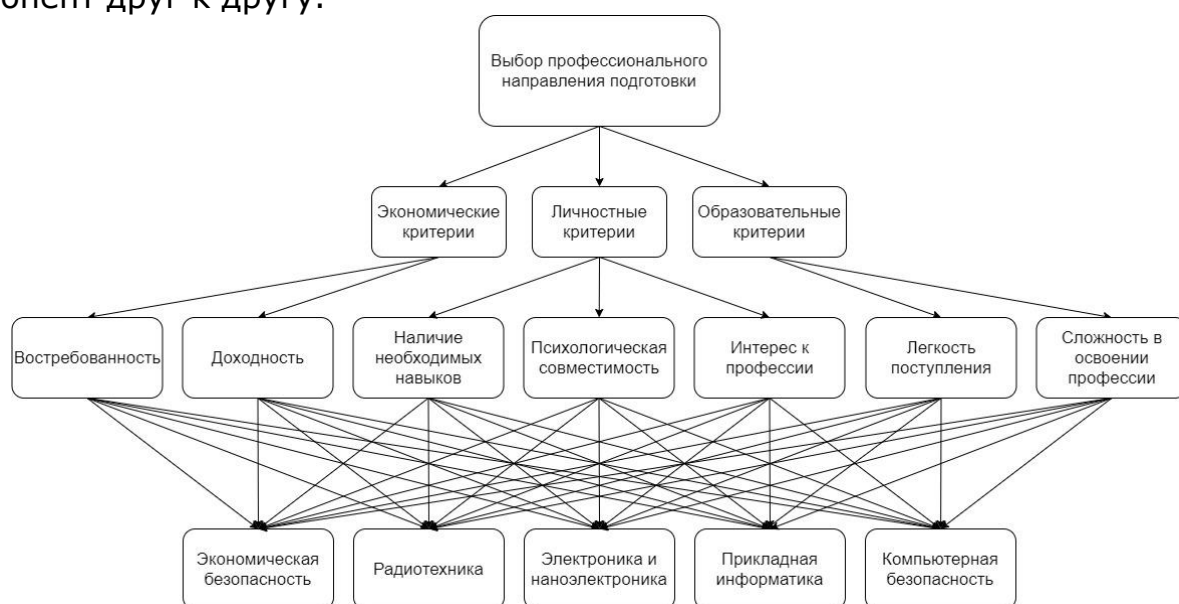


Рисунок 1 - Иерархия "Выбор профессионального направления подготовки"

2. После построения иерархии лицо или эксперты, принимающие решение, производят оценку важности критериев относительно друг друга, а

также принадлежность альтернатив к объявленным критериям. На этом этапе заполняются матрицы парных сравнений, рассчитываются векторы локальных паритетов, собственное значение матрицы, индекс согласованности и отношение согласованности.

3. На этапе иерархического синтеза, исходя из вычисленных приоритетов дочерних элементов, вычисляются приоритеты альтернатив относительно элементов вышележащих уровней иерархии вплоть до главной цели анализа. Результатом этого этапа являются значения приоритетов альтернатив относительно главной цели, которые представляют собой интегральные оценки их предпочтительности (глобальные приоритеты) и в большинстве случаев рассматриваются как решение исходной задачи.

4. В завершении анализа проводится процедура оценки согласованности на всю иерархию. Основная цель такого расширения – оценить общую несогласованность информации во всей иерархической модели, обусловленную накоплением погрешности, связанной с несогласованностью локальных суждений.

Из вышесказанного следует сделать вывод о том, что МАИ обладает следующими преимуществами:

- наглядность;
- простота вычислений;
- согласованность с принципами системного подхода;
- устойчивость к нарушениям согласованности суждений лиц, принимающих участие в анализе;
- предоставляет процедуры оценки и сравнения альтернатив по неизмеримым (выражающим качественные понятия), субъективным критериям.

Разработанное программное обеспечение может оказаться эффективным при решении задач любой отрасли в процессе принятия решений. Результатом будет являться наиболее предпочтительное сочетание из множества целей, которые могут быть достигнуты при имеющихся ресурсах. Результат анализа на примере выбора профессионального направления подготовки представлен на рисунке 2.

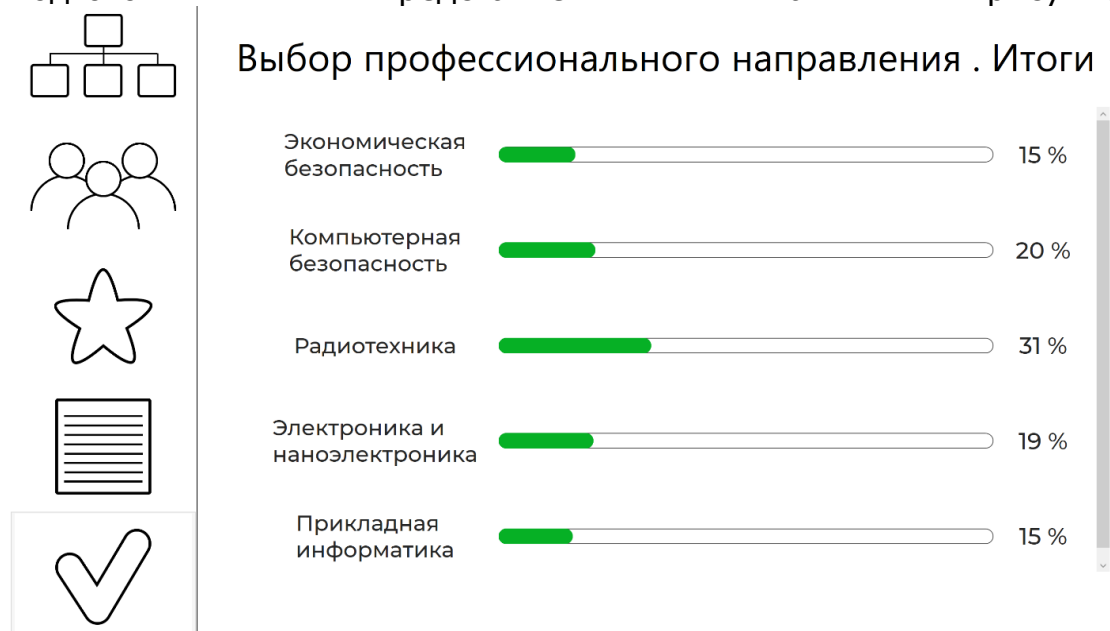


Рисунок 2 - Результат работы программы

Библиографический список

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Перевод с англ. Р.Г. Вачнадзе/ - М.: Радио и связь, 1993. – 117 с.
2. Саати Т., Кернс. К. Аналитическое планирование, организация систем / Перевод с англ. Р.Г. Вачнадзе/ - М.: Радио и связь, 1993. – 224 с.

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СПОСОБА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
РЕСУРСОВ МЕЖДУ МЕСТАМИ ХРАНЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
ПРИ СООТВЕТСТВУЮЩЕМ ЗАПРОСЕ**

А.В. Кузнецов

Научный руководитель – Каширин И.Ю.

доктор технических наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

При поддержке современного программного обеспечения логистические информационные системы позволяют предприятию рационально использовать имеющиеся у него ресурсы, доставляя большее количество грузов за меньшее время, что переводит компанию на более высокий уровень.

В докладе рассматривается программная реализация системы управления распределением ресурсов между местами хранения предприятия путём рекурсивного перебора всех подходящих вариантов.

Метод нахождения оптимального решения состоит из следующих этапов.

1. Составить все возможные пути из цели назначения до производственного помещения (бесконечная доступность ресурсов) в виде дерева. Исключаются места хранения, уже имеющиеся в дереве перевозок, и места хранения, на которых недостаточно ресурсов.

2. Циклически отбрасывать варианты, содержащие самый долгий переезд, пока не останется всего один путь. Если за одну итерацию можно отбросить несколько вариантов, оставляется вариант с наименьшим количеством переездов.

Рассматриваемый способ основан на возможности одновременного выезда транспорта из всех мест хранения в ближайший к ним. Это позволяет не только существенно сократить время доставки груза в пункт назначения, но и поддерживать требуемое количество ресурсов на всех остальных местах хранения.

Метод программно реализован в виде настольного приложения для ОС Windows 7 в программе *Microsoft Visual Studio 2017* с использованием языка программирования *C# 7.0*. Связь между различными местами хранения предприятия осуществляется с помощью общей информационной базы данных, из которой можно узнать количество различных ресурсов, находящихся в любом из мест хранения.

В связи с требованиями, предъявляемыми к подобной базе данных, была выбрана реляционная модель, как наиболее подходящая. Такая модель предоставляет средства описания данных на основе только их естественной структуры, т.е. без потребности введения какой-либо дополнительной структуры для целей машинного представления [1]. Разработка требуемой базы данных выполнена в программе *Microsoft Access 2016*.

В дальнейших исследованиях планируется модификация алгоритма с целью добавления возможности разбития одного большого запроса от места хранения на несколько мелких для прокладывания более быстрого и надёжного маршрута.

Библиографический список

1. Кодд Е.Ф., Модель «сущность-связь» – шаг к единому представлению данных. – М.: Журнал "СУБД" N3, 1995.

**МЕТОДИКА КРОСС-НОТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК
ОРИГИНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

И.В. Медведкова

Научный руководитель – Золотухина Е.Б.

к.т.н., доцент

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Значительные вложения в информационных технологиях (далее ИТ) и возросшая сложность ИТ-структуры ведут к повышению ответственности и роли руководителей, принимающих решения в этой области. Сегодняшние руководители знают, что эффективное управление и использование информации через ИТ является ключом к успеху в бизнесе, и это заставляет их внедрять новые методы управления развитием ИТ, позволяющие сформировать целостный взгляд на информационные системы предприятия. Архитектура предприятия и реализация системы для данного предприятия должны быть неразрывно связаны. Необходима гибкая методика, которая охватывает все аспекты проектирования системы, которая будет отталкиваться от рационального применения необходимых на каждом этапе проектирования нотаций:

1. Описание архитектуры предприятия (системы) с помощью нотации ArchiMate (должны использоваться 2 слоя: бизнес-слой, слой приложений, технологический слой)
2. Детализированное описание процессов BPMN (декомпазирует Archimate, используется диаграммы Business Process)
3. Описание компонентов (UML, диаграмма компонент)
4. Описание данных (UML, диаграмма классов)

Применение методики рассматривалось на примере проектирования комплекса сейсмотехнологического контроля промышленных объектов. Создание такого рода автоматизированных систем (далее АС) должно обязательно включать создание подсистемы поддержки принятия решений для классификации полученных сигналов с целью формирования рекомендательных мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций (далее ЧС).

При создании таких АС рациональным является подход, который позволит использовать несколько нотаций моделирования для построения моделей АС, используя лучшие практики моделирования каждой нотации. В связи с этим вводится новое понятие «cross-notation modeling» – кросс-нотационное моделирование. Данное понятие необходимо для обозначения совокупного (перекрестного) применения нескольких различных нотаций моделирования в рамках одного проекта для построения различных моделей АС, включая и

ее архитектуру [1]. Общее описание АС представлено с использованием нотации ArchiMate [2]. Формализованное описание на данном этапе позволит охватить предприятие в комплексе, а так же предоставить для руководства доступную схему для обоснования внедрения системы (см. Рисунок 3).

Для описания процессов, указанных на верхнем уровне применялась нотация BPMN. Данная нотация является гибким и эффективным средством при описании бизнес-процессов (см. Рисунок 4).

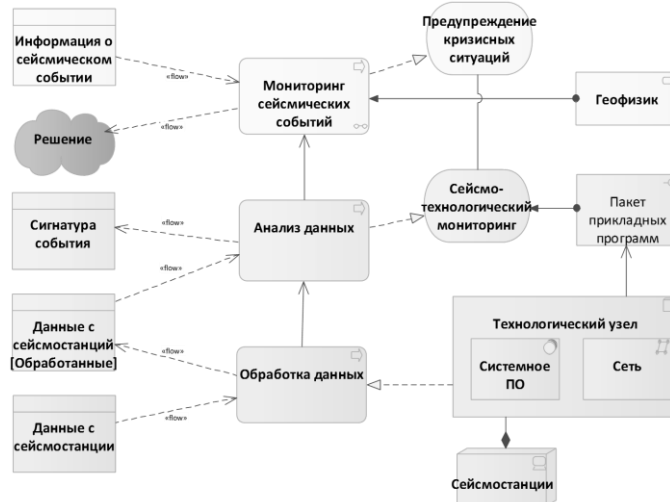


Рисунок 3. Общее описание АС в нотации ArchiMate

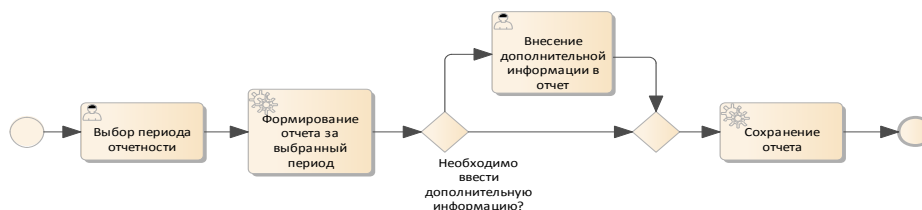


Рисунок 4. Описание процесса формирования отчетности

Однако стоит учитывать, что BPMN, не является нотацией для моделирования и проектирования компонентов системы, а так же схем баз данных. Для решения данной задачи необходимо использование унифицированного языка моделирования, который позволит одинаково доступно формализовать функции, компоненты АС и т.д. как и для аналитиков, так и для разработчиков. Такой нотацией является UML. Он не только обеспечивает формализацию и стандартизацию процесса моделирования и предоставляет удобные средства визуального моделирования и документирования, но и обеспечивает поддержку множества языков программирования [3].

Таким образом, использование кросс-нотационного моделирования при разработке архитектуры АС позволит рационально представить как АС, так и шаги выполнения автоматизируемых процессов. Детализация структуры АС позволит оказать существенную поддержку архитекторов и разработчиков в процессе создания АС от начальных ее набросков до детальных схем.

Библиографический список

1. Enterprise Architecture Process: Evolution 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gartner.com/doc/486246/gartner-enterprise-architecture-process-evolution>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Specification of the ArchiMate 3.0.1 modeling language from The Open Group. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://publications.opengroup.org/standards/archimate/c179>

3. Золотухина Е.Б. «Методика выявления функций создаваемого программного обеспечения, отображающая полноту предметной области» / Е. Золотухина, С.А. Красникова, А.С. Вишня // Наука молодых – интеллектуальный потенциал современности: сборник материалов Международной научной конференции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ БАНКОВСКИХ ТРАНЗАКЦИЙ

И.А. Новичков

Научный руководитель – Маскина М.С.

кандидат педагогических наук, доцент

Академия ФСИН России

Сегодня проблема обеспечения безопасности операций с банковскими картами весьма актуальной. В настоящее время в обнаружении правонарушителей помогают установленные повсеместно видеокамеры, однако процесс направлен на поиск мошенника, уже после совершения им правонарушения [1]. Намного эффективнее не расследовать уже допущенное правонарушение, а пресекать саму возможность его совершения. Для этого необходимо трансформировать камеры видеонаблюдения в «умное» устройство слежения, снабженное специально разработанным программным обеспечением на основе технологии искусственного интеллекта. Данная программа будет идентифицировать лица тех, кто попытается снять деньги с банковской карты. Для успешного функционирования такой системы необходимо при оформлении банковской карты пройти биометрическую идентификацию лица ее будущего владельца и тех лиц, которым он разрешит пользоваться этой картой. Полученные сведения заносятся в базу данных, на основе которой искусственный интеллект будет производить постоянный анализ лиц, пользующихся определенной картой, а в случае отклонения от нормы, блокировать транзакцию и сигнализировать о нарушении в службу безопасности банка и владельцу карты на его мобильное устройство. После чего владелец карты разрешает к ней доступ или сообщает о попытке мошенничества в банк и полицию. Начало создания банками биометрической базы данных своих клиентов уже положено, например, ПАО «Сбербанк» [2, 3].

В настоящее время системы распознавания образов подобного рода не только существуют, но и широко применяются на практике. Еще в 2014 году Google анонсировала систему Nest Cam, снабженную небольшой камерой, которая была призвана следить за безопасностью дома: распознавать лица людей, видеть в темноте, слышать голоса, а также передавать свои "впечатления" о происходящем на мобильное приложение хозяев [4]. На рубеже 2017 и 2018 гг. на рынок вышло несколько проектов (а на сегодняшний день их уже десятки), например, Lighthouse, созданные специально для разработки и продвижения «умных» камер. Эти устройства создают динамическую 3D-модель помещения и всех предметов в нем, а любое изменение в обстановке (движение, перемещение, появление нового объекта) фиксируется и отражается в модели [5].

Машинное обучение позволяет встроенной программе классифицировать как объекты, так и их действия. Чем дольше камера работает, тем быстрее и точнее идет распознавание тех, кто находится перед ней: человек или собака, взрослый или ребенок, свой или чужой. К идентификации людей внимание особое: программа распознает лица, создает базу посетителей с их фотографиями в высоком разрешении и под разными углами, сравнивает их и нумерует. Иногда устройство просит хозяина через приложение уточнить статус того или иного человека, демонстрируя его фото. Искусственный интеллект анализирует происходящее в режиме онлайн, передает данные в облачный сервис и в приложение клиента [6].

Аналогичным образом можно решить вопрос безопасности денежных средств и при электронных переводах с банковских карт в сети интернет. Для этого, правда, владелец карты должен ограничить возможность транзакции только с устройств, снабженных камерой, либо поставить пороговое значение суммы, до которой может быть совершен перевод без идентификации по лицу.

Постепенное внедрение предложенной системы безопасности может быть начато уже сегодня, причем, не только в банковскую систему, но и в любую другую (в том числе и УИС), где используются камеры видеонаблюдения, а спектр их применения достаточно широк.

Библиографический список

1. Степанова О.В., Маскина М.С. Безопасность бесконтактного платежа [Текст] // Актуальные вопросы экономики, права и образования в XXI веке: материалы III Международной научно-практической конференции. 2017. – С. 351-355.
2. Листратова Н.А., Маскина М.С. Платежная система «Мир»: достоинства и недостатки [Текст] // Актуальные вопросы экономики, права и образования в XXI веке: материалы III Международной научно-практической конференции. 2017. – С. 338-341.
3. Биометрия в Сбербанке [Электронный ресурс] // Официальный сайт ПАО «Сбербанк» – Режим доступа: sberbank.ru/ru/person/dist_services/bio (дата обращения – 06.10.2020).
4. Коньякова И.Е., Маскина М.С. О некоторых сферах применения роботов в современном мире [Текст] // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязанский государственный радиотехнический университет им. С.А. Есенина. 2016. С. 19-21.
5. John Mannes. Lighthouse tells you what happens in your home when you're not there [Электронный ресурс] // TechCrunch – новости стартапов и технологий – Режим доступа: <https://techcrunch.com/2017/05/11/lighthouse-tells-you-what-happens-in-your-home-when-your-not-there/> (дата обращения – 06.10.2020).
6. «Умное» видеонаблюдение: какой будет жизнь под камерами с искусственным интеллектом [Электронный ресурс] // Блог компании Toshiba. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/458094/?mobile=no> (дата обращения – 06.10.2020).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОШИБОК ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА

Д.П. Шалашова

Научный руководитель – Бубнов А.А.

канд. физ.-мат. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Для ускорения и упрощения разработки программного обеспечения применяется тестирование программного кода. В результате этого процесса тестировщик при обнаружении дефекта составляет отчёты об ошибках (bug-report), которые содержат информацию о дефектах, такую как дата и время обнаружения, его описание, версия продукта, в которой была обнаружена ошибка, текущий статус ошибки, имя человека, ответственного за обнаружение, а также имя разработчика, внёсшего дефект. [1]

Также в отчёте о дефекте требуется предоставлять информацию о критичности или важности ошибки. Важность показывает, как сильно дефект влияет на работоспособность системы.

Выделяются следующие степени критичности ошибки:

1. Критическая (critical) — существование дефекта приводит к масштабным последствиям катастрофического характера (например, к раскрытию персональных данных).

2. Высокая (major) — существование дефекта приносит ощутимые неудобства пользователям системы.

3. Средняя (medium) — существование дефекта слабо влияет на типичные сценарии работы пользователей.

4. Низкая (minor) — существование дефекта редко обнаруживается незначительным процентом пользователей и не влияет на работу системы. [2]

Отнесение имеющегося дефекта к одному из приведённых классов является задачей классификации, которую можно решать при помощи методов машинного обучения, в частности с помощью нейронных сетей. [3]

Данные из отчётов об ошибках в дальнейшем можно подвергнуть анализу для выявления глубинных закономерностей. К примеру, можно выявить разработчика, который вносит дефекты чаще всего, оценить сроки разработки при текущей интенсивности появления ошибок, спрогнозировать дальнейшее количество ошибок той или иной степени критичности, которые могут появиться в текущем проекте.

В итоге для решения задачи извлечения знаний из данных о результатах тестирования программной системы требуется разработать систему отслеживания ошибок (bug-tracking system), которая будет хранить и обрабатывать отчёты об ошибках, анализировать их и выявлять скрытые закономерности в появлении дефектов в программном коде. Система будет прогнозировать сроки разработки и интенсивность выявления ошибок в текущем проекте на основе базы данных, содержащей отчёты об ошибках. Также планируется оценивать надёжность программной системы, отчёты об ошибках для которой будут храниться в базе данных, по модели Бернулли, ранее выбранной для этой цели. [4]

Библиографический список

1. Канер, С. Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений / С. Канер, Дж. Фолк, Енг Кек Нгуен. — К.: Издательство «ДиаСофт», 2001. — 544 с.

2. Куликов, С. С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс / С. С. Куликов. — Минск: Четыре четверти, 2017. — 312 с.

3. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.

Шалашова Д.П. Обзор математических методов оценки показателей надёжности программного обеспечения // Материалы VI научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2020 - С. 330-331

ПРИМЕНЕНИЕ АНСАМБЛЕВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КЛАССИФИКАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

А.В. Ломаков

Научный руководитель – Соколова Ю.С.

кандидат технических наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Ансамблевые методы представляют собой раздел машинного обучения, в котором некоторое количество моделей обучаются для решения одной и той же классификационной задачи и агрегируются для получения лучших результатов.

В докладе рассматривается применение одного из самых часто используемых ансамблевых методов, называемого стекингом (stacking), который позволяет при решении задачи классификации объединять ответы нескольких алгоритмов первого уровня, характеризующиеся как базовые классификаторы, в один большой результат, именуемый мета-классификатором, при помощи нового алгоритма обучения [1]. Базовые классификаторы, независимо друг от друга, обучаются на некотором (или на одном и том же) множестве признаков, а мета-классификатор применяет предсказания базовых классификаторов как признаки.

Применение рассматриваемого ансамблевого метода можно описать следующими шагами [2]:

- 1) разбить обучающие примеры на два непересекающихся подмножества;
- 2) обучить некоторое количество базовых классификаторов на первом подмножестве;
- 3) протестировать базовые классификаторы на втором подмножестве;
- 4) используя предсказания из предыдущего пункта как входные данные, а истинные классы объектов как выходные, обучить мета-алгоритм.

Для проведения исследования был использован набор данных кредитных рисков для определенных банковских продуктов из системы организации конкурсов по исследованию данных Kaggle корпорации Google, который содержит информацию, связанную с транзакциями клиентов и демографическими данными [3]. В работе применялся язык программирования Python и Jupyter Notebook - инструмент для интерактивных вычислений.

В ходе опытов были использованы четыре алгоритма машинного обучения в качестве базовых классификаторов: градиентный бустинг, случайный лес и две логистические регрессии с разными параметрами. По итогам обучения моделей получены наборы признаков, которые затем были соединены с обучающей выборкой. В качестве мета-классификатора применялась

логистическая регрессия. Качество классификации при использовании стекинга составило 81,15%. При использовании, например, одного градиентного бустинга, качество классификации составило 77,25%.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение стекинга позволило повысить качество классификации, которое было ниже при использовании отдельных алгоритмов.

В дальнейших исследованиях планируется использование других сочетаний базовых и мета-классификаторов в целях повышения качества классификационных моделей.

Библиографический список

1. Стекинг (Stacking) и блендинг (Blending): [Электронный ресурс]. Анализ малых данных. URL: dyakonov.org/2017/03/10/стекинг-stacking-и-блендинг-blending/. (Дата обращения: 05.10.2020).

2. Wolpert, D. H.: Stacked Generalization. Neural Networks, 5, 241–259 (1992)

3. Credit Risk Classification Dataset: [Электронный ресурс]. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community. URL: www.kaggle.com/praveengovi/credit-risk-classification-dataset. (Дата обращения: 05.10.2020).

ОСОБЕННОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭКСТРЕМИСТСКОГО КОНТЕНТА «А.У.Е» В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

В.А. Минаев¹, А. В. Корячко², А. В. Симонов¹

Научный руководитель – Минаев В.А.

д-р техн. наук, профессор

**Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана**

**Рязанский государственный радиотехнический институт
имени В. Ф. Уткина**

Культивирование “блатной романтики” и её широкая пропаганда среди детей и подростков в социальных сетях стали одной из основных причин быстрого распространения, ставшего экстремистским, движения “А.У.Е”. Это – молодёжное движение, культивирующее тюремные и воровские понятия среди несовершеннолетних. Цитаты, жаргонизмы, тексты и рассказы “блатного” содержания находятся в свободном доступе для детей всех возрастов в популярных российских социальных сетях.

Учитывая возрастание преступлений несовершеннолетних против несовершеннолетних (в том числе – тяжких), причиной которых стало информационно-психологическое воздействие контента указанной тематики, социальную значимость и актуальность борьбы с распространением такого рода контента сложно переоценить.

Для решения поставленной задачи проведен анализ методов распознавания контента, делящихся на два типа, а именно на основе:

- 1) заранее заданных правил;
- 2) машинного обучения.

Как показано в [1], методы на основе машинного обучения более точны при распознавании контента узкой тематики, однако требуют весьма большой обучающей текстовой выборки. Методы, основанные на заранее

заданных правилах, имеют преимущество в том, что их реализация более проста, не требуя сбора большого корпуса текста.

Однако поиск контента "А.У.Е.", в отличие от контента других экстремистских движений и организаций, таких как "Исламское государство" или "Свидетели Иеговы", у которых существуют обширное количество выпускаемых ими книг, брошюр и другой литературы, гораздо сложнее, так как у движения "А.У.Е" нет такого объема текстовых данных. Поэтому методы машинного обучения для решения этой задачи не подходят.

Однако известно, что речь и тексты "А.У.Е" более наполнены тюремным жаргоном, с его специфическими выражениями, не встречающимися в других публикациях социальных сетей. Для поиска таких "специфичных" слов и словосочетаний авторами взят за основу "Словарь уголовных терминов" [2]. Из него взяты заголовочные единицы. И после удаления описания определений в полученном специфическом словаре осталось 2829 уникальных слов.

Далее из оставшегося набора слов и словосочетаний исключены слова, используемые и в обычном публицистическом контенте, например, такие, как, "аристократ", "капуста", "лещ", "мужик", "заколка", "флирт" и подобные.

После этого в специфическом словаре осталось 650 уникальных жаргонных слов (за исключением повторяющихся в словосочетаниях), например – "дербанить", "кукарешник", "моросня", "чекуха" и др.

Полученные результаты применены в рамках системы мониторинга социальных сетей. При наличии в группах и "пабликах" слов и словосочетаний, используемых в среде "А.У.Е", такие группы исследуются более глубоко в целях предотвращения дальнейшего распространения экстремистского контента.

Библиографический список

1. Allahyari M., Pouriyeh S., Assefi M., Safaei S., Trippe E.D., Gutierrez J. B., Kochut K.. A Brief Survey of Text Mining: Classification, Clustering and Extraction Techniques / In Proceedings of KDD Bigdas, Halifax, Canada. August 2017. – 13 p.
2. Феня. Словарь уголовных терминов. URL: <http://www.compromat.ru/page24482.htm>. (Дата обращения – 08.10.2020).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ЭКСТРЕМИСТСКИХ СТРУКТУР

В.А. Минаев¹, А. В. Корячко², А. О. Фаддеев¹

Научный руководитель – Минаев В.А.

д-р техн. наук, профессор

Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана

Рязанский государственный радиотехнический университет

имени В.Ф.Уткина

Рассмотрим результаты исследования одномерной модели [1, 2], которая, позволяет ответить на вопросы о том, как происходит эволюция террористической структуры, и как организовать и вести борьбу с терроризмом, включая меры информационного противодействия.

В качестве антитеррористических мер в модель включены две их категории, отражающие:

1. *Жесткие стратегии борьбы (ЖСБ)*. Они включают в себя нейтрализацию экстремистов радикальными методами вплоть до их физической ликвидации, тотальную проверку продвигающихся через определенные контрольно-пропускные пункты или блокпосты, и другие подобные меры. ЖСБ, обозначаемые как v , прямо сказываются на ликвидации действующих террористов, но имеют и отрицательный косвенный эффект от стимулирования процесса вербовки новых членов террористических структур, в частности, используя для этого социальные сети (СС).

2. *Интеллектуальные стратегии борьбы (ИСБ)* базируются на интеллектуальных решениях и направлены против лиц, виновность которых в экстремистской деятельности полностью доказана. Такие операции не затрагивают непричастное к экстремистской деятельности население. ИСБ, обозначаемые как u , выглядят более приемлемой мерой в глазах населения и не подпитывают дополнительную вербовку в экстремистские структуры.

При моделировании изменения численности террористической группировки от времени $S(t)$ примем, что определенная часть новичков τ приходит в организацию за счет постоянно ведущейся вербовки по сложившемуся годами сценарию (экстенсивный подход к развитию). Но большая часть вербуются действующими террористами, описываясь соотношением $kS(t)$, где $k > 0$. Однако при этом рост не является неограниченным. Он начинает замедляться из-за ограничений на число потенциальных рекрутеров, финансовую способность готовить новых членов. Степень замедления задается параметром $\alpha \leq 1$. Кроме того, следует учесть, что использование ЖСБ с терроризмом усиливает процесс вербовки новых членов. Математическая модель, описывающая зависимость прихода новых членов в террористическую организацию за счет процесса вербовки, включая использование СС, представляется следующим образом:

$$I(S, v) = \tau + (1 + \rho v) \cdot kS^\alpha, \quad (1)$$

где $\tau, \rho \geq 0, k > 0$ и $0 \leq \alpha \leq 1$.

Процессы оттока террористов из существующей террористической организации делятся на три типа:

- отток, связанный с деятельностью правоохранительных структур, и фатальными столкновениями с другими преступными группировками, характеризуется зависимостью $\mu S(t)$, где $\mu > 0$;

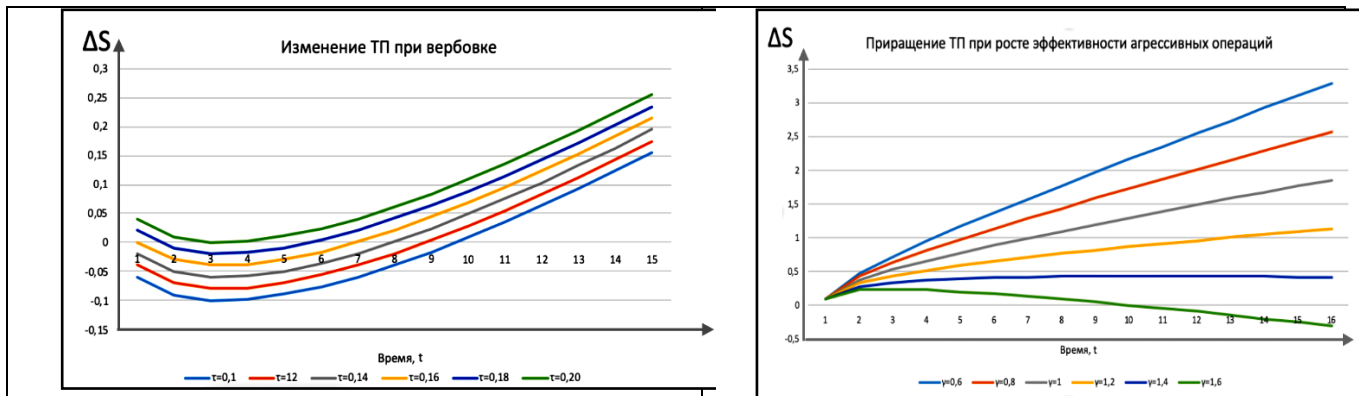
- отток, обусловленный ЖСБ, описывается зависимостью $\gamma \ln(1 + v)S$, $\gamma > 0$;

- отток, связанный с ИСБ, отражается зависимостью $\beta \ln(1 + u)S$, $\beta > 0, 0 \leq \theta \leq 1$;

Итоговая эволюция террористической организации отражается в модели следующим образом:

$$\dot{S} = \tau + (1 + \rho v) \cdot kS^\alpha - \mu S - \beta \cdot \ln(1 + u) \cdot S^\theta - \gamma \cdot \ln(1 + v) S. \quad (2)$$

Для наглядной интерпретации эволюции террористической структуры (2) приведем две характерные графические зависимости. Слева показано изменение ее размера в зависимости от постоянно ведущейся вербовки (параметр τ), справа – изменение ее размера из-за негативных последствий ЖСБ (параметр ρ).



Характер зависимости на левом рисунке наглядно свидетельствует о том, что на инициацию прихода новых членов в террористическую группировку тратится определенный материальный ресурс (в основном – в СС), который и объясняет первоначальную убыль ее террористического потенциала (ТП). На правом рисунке отражен негативный эффект использования ЖСБ. Выраженный рост ТП из-за непринятия местным населением ненаправленных способов борьбы. С помощью модели можно проигрывать различные сценарии противодействия терроризму и экстремизму.

Эффективность применения и сочетания ЖСБ и ИСБ следует оценивать и соотносить между собой не только в привязке к масштабу влияния на террористическую структуру в целом, но и обращать внимание на объекты влияния, их важность для экстремистских группировок и сложность восстановления сил после данного воздействия.

Библиографический список

1. Grass D., Caulkins J. and others. Optimal Control of Nonlinear Processes. With Applications in Drugs, Corruption and Terror. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – 552 p.
2. Андреев А.А., Бондарь К.М., Минаев В. А. Терроризм и экстремизм: моделирование информационного противодействия: Монография. Хабаровск: РИО ДВЮИ МВД России, 2020. – 251 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ЛЕВЕНБЕРГА-МАРКВАРДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АППРОКСИМАЦИИ

Пылькин А.Н. (доктор техн. наук, профессор), Е.И. Кокорев, В.Г. Макаров
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В машинном обучении применяется ряд математических методов нацеленных на решение задач аппроксимации, как одних из наиболее часто встречающихся классов задач в системах искусственного интеллекта, например, при нахождении экстремума целевой функции, задач приближения с помощью кривых.

Для решения таких задач существует множество методов. Один из них метод градиентного спуска и метод Ньютона. Данные методы имеют ряд недостатков: метод градиентного спуска характеризуется малой скоростью

схождения при движении по оврагу, а метод Ньютона может не сходиться при определенных условиях.

Находит применение метод Левенберга-Марквардта который относится к нелинейным методам наименьших квадратов. Он является дальнейшим развитием метода градиентного спуска и метода Гаусса-Ньютона и устраняет ряд их недостатков.

Стандартная форма метода Левенберга-Марквардта[1] для решения задачи наименьших квадратов опирается на выражение:

$$[J^T(\vec{x}_k)J(\vec{x}_k) + \lambda_k I] \vec{p}_k = -J^T(\vec{x}_k)f(\vec{x}_k),$$

где λ_k (параметр регуляции) – некая неотрицательная константа, своя для каждого шага;

J – матрица Якоби вектор-функции $\vec{f}(\vec{x}_k)$;

$\vec{p}_k$ – метод градиентного спуска.

Комбинация методов градиентного спуска и метода Гаусса-Ньютона позволяет добиться монотонного убывания минимизируемой функции с помощью параметра регуляции λ_k . Для больших значений λ_k используется метод градиентов, в случае λ_k приближенных к 0 — метод Гаусса-Ньютона.

Заменяя единичную матрицу I на диагональ матрицы Гессе $\text{diag}[J^T(\vec{x}_k)J(\vec{x}_k) + \lambda_k I]$, достигается уменьшение шага вдоль крутых спусков и увеличение вдоль пологих участков.

Применение метода доверительного региона позволяет отказаться от линейного поиска, а именно, найти такое $\lambda_k > 0$, при котором выполняется условие для вспомогательных функций $g(\vec{p}_k) < g(0)$. Марквардт предложил процедуру сужающую или расширяющую доверительный регион в зависимости от знака условия вспомогательной функции $g(\vec{p}_k) < g(0)$.

Для применения алгоритма Левенберга-Марквардта была построена искусственная нейронная сеть со следующими слоями [2,3]:

- 1) один входной слой;
- 2) один скрытый слой, содержащий 10 нейронов;
- 3) один выходной слой.

Для получения зависимости вида $T = f(X)$, в качестве входных и выходных данных выступают матрицы X, T размерностью 1×94 .

В результате проделанной работы реализована искусственная нейронная сеть, обучение которой реализуется на основе применения алгоритма Левенберга-Марквардта.

В процессе аппроксимации получены следующие характеристики:

- общее время обучения 2 секунды на стендовом компьютере;
- обучение завершено за 19 итераций;
- функционал ошибки (ФО) составил $9,25 \times 10^{-5}$;
- значение градиента составило 0,000292.

Таким образом в работе рассмотрен метод обучения искусственной нейронной сети с помощью алгоритма Левенберга-Марквардта. Экспериментальные исследования показали результаты работы алгоритма с

малой среднеквадратичной ошибкой (составляющей $9,25 \times 10^{-5}$) и скоростью обучения 2 секунды.

Библиографический список

1. Пархоменко С.С., Леднёва Т.М. Обучение нейронных сетей методом Левенберга-Марквардта в условиях большого количества данных. // Вестник ВГУ, Серия: системный анализ и информационные технологии, 2014, №2. С. 98-106.
2. Хайкин Саймон. Нейронные сети М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2019. 1104с.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БАНКОВСКОЙ СФЕРЫ

А. С. Танцев

Научный руководитель – Цуканова Н. И. к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

В настоящее время приобрели большую актуальность исследования применимости нейросетевых технологий к задачам банковской сферы. На рынке появилось огромное количество как универсальных нейропакетов, которые зачастую используются для решения задач технического анализа, так и специализированных экспертных систем и нейропакетов для решения сложных и трудно формализуемых задач из банковской сферы.

Банки и крупные финансовые организации, которые уже используют нейронные сети для решения своих задач, понимают, насколько эффективным средством могут быть нейронные сети для задач с хорошей статистической базой, например при наличии достаточно длинных временных рядов, в том числе и многомерных. Пока ситуация складывалась так, что в финансовой системе, сложившейся в настоящее время, наблюдается повышенный интерес к отдельным видам задач, например, предсказанию фьючерсных контрактов или курсов ГКО. В то же время мало внимания уделяется применению нейронных сетей к структурному макроэкономическому анализу. Лишь в последнее время начинает появляться интерес к использованию нейронных сетей для оценки ситуации, применению нечеткой логики для принятия решений и для других более сложных задач. При этом в качестве потребителя такой информации выступают либо люди, хорошо знающие потенциальные возможности нейронных сетей, либо решающие такие задачи традиционными методами и вынужденные искать другие, более эффективные способы решения задач [1].

Основными классами задач, возникающих в банковской области, которые эффективно решаются с помощью нейронных сетей, являются [2]:

- Прогнозирование временных рядов на основе нейросетевых методов обработки (валютный курс, спрос и котировки акций).
- Страховая деятельность банков.
- Прогнозирование банкротств на основе нейросетевой системы распознавания.

- Определение курсов облигаций и акций предприятий с целью вложения средств в эти предприятия.
- Применение нейронных сетей к задачам биржевой деятельности.
- Прогнозирование экономической эффективности финансирования экономических и инновационных проектов.
- Предсказание результатов займов.
- Определение возможности сделать предодобренное кредитное предложение по характеристикам клиента.

При этом стоит отметить, что сейчас на рынке существуют следующие готовые программные продукты для решения банковских задач: SAS Enterprise Miner, PolyAnalyst, STATISTICA Data Miner, Oracle Data Mining, аналитическая платформа Deductor. Преимуществами этого программного обеспечения являются большой набор инструментов и алгоритмов прогностического и описательного моделирования, работа с разными типами данных, различные средства визуализации.

Совершенствование вычислительных средств и внедрение новых программных продуктов, таких как язык Python вместе с библиотеками TensorFlow, Keras, а также использование ресурсов виртуальной среды Google Colab сделали разработку нейронных сетей значительно проще и доступнее многим программистам.

В дальнейшем в работе предполагается при решении задач банковской сферы использовать нейронные сети, разработка которых будет происходить на языке Python в виртуальной среде Google Colab.

Библиографический список

1. Головинов А.О., Климова Е.Н. Преимущества нейронных сетей перед традиционными алгоритмами // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: сб. ст. по матер. V междунар. науч.- практ. конф. № 5(5). – Новосибирск: СибАК, 2017. – С. 11-15.
2. Семенов А. М. Интеллектуальные системы: учеб. пособие / Семенов А.М., Соловьев Н.А., Чернопрудова Е.Н., Цыганков А.С. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 236 с.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ETL-ПРОЦЕССА

А.А. Новиков

Научный руководитель – Бакулева М.А.

кандидат технических наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

ETL процесс является одной из главных задач при создании хранилища данных (ХД) потому как передача больших массивов данных несёт в себе важную функциональную задачу, выступая мостом между разными системами, методами хранения данных и разными представлениями данных (рис.1)

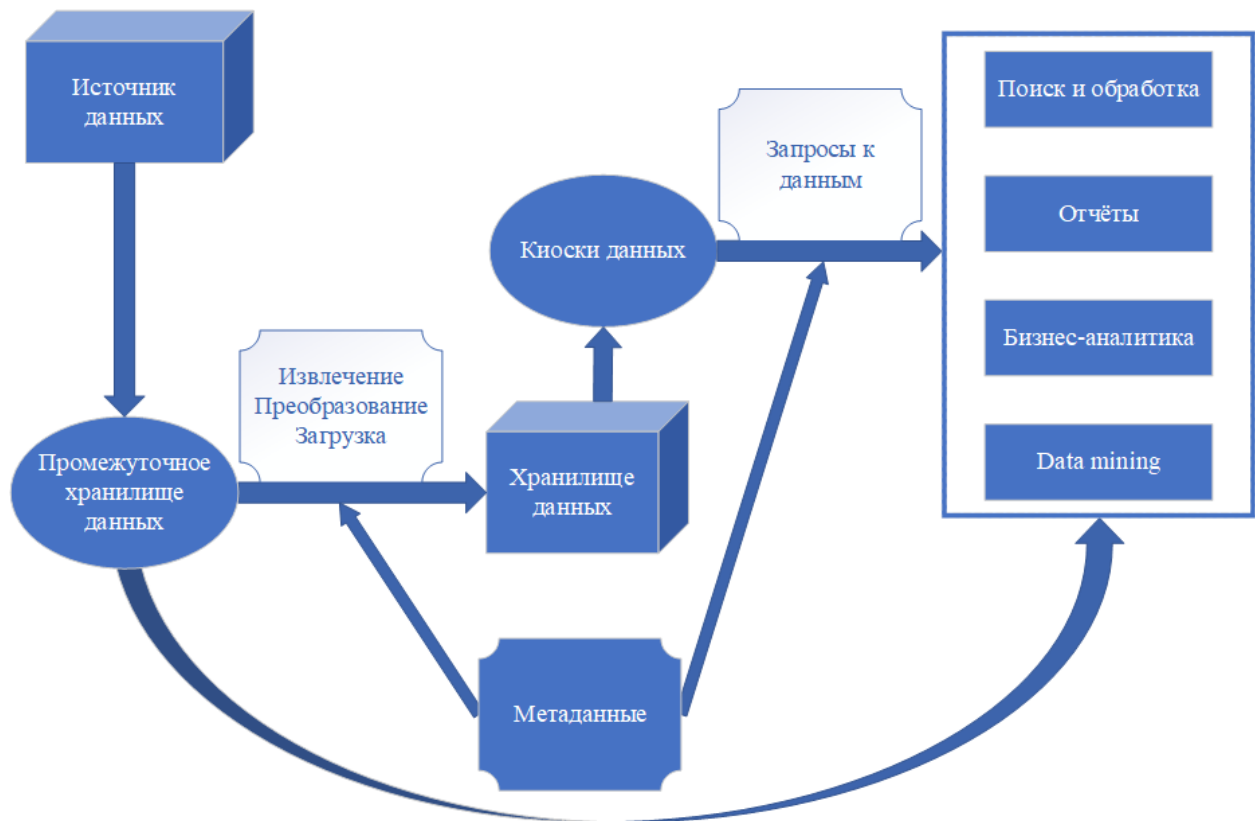


Рисунок 1 – Схема ETL процесса

В задачи ETL процесса входит не только перенос самих данных, но ещё и наполнение их метаданными (данными о данных) которые позволяют структурировать и отличить одни данные от других и организовать работу с ними. Для проведения аналитической обработки формируется массив данных готовый для обработки, аналитики, статистических выборок.

Аналитическая обработка подразумевает, что перед реализацией данной задачи необходимо провести всесторонний анализ и выявить то, в какой системе будут передаваться данные, те обработки которым они должны подвергнуться и формат, к которому их необходимо будет привести.

Представлением данного процесса занимаются потоки данных, с помощью них можно описать и наглядно показать, как данные проходят трансформацию на пути к конечному хранилищу, пример потока данных (рис.2)



Рисунок 2 – Поток данных

Разработанный алгоритм предусматривает выполнение следующих действий:

1. Захват данных (перенос в промежуточную область)
2. Трансформация (верификация, изменение формата)
3. Загрузка (внесение готовых данных в БД)

Автоматическая обработка данных позволяет ускорить процесс передачи данных, избавить его от человеческого фактора, когда одна небольшая ошибка может привести к нарушению работы ХД, что является основным фактором адекватной поддержки ETL процесса.

Библиографический список

1. ETL: обзор инструментов / А. С. Черняев, М. А. Балова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019 год.
2. Описание решения: выбираем решение по созданию единого хранилища данных - <https://www.rdtex.ru/press-center/publication/article20111024/>
3. Контроль качества данных - Майкл Л. Гонзалес (Michael L. Gonzales) - <https://www.softlab.ru/upload/iblock/4e5/4e56870cec31a38bea7192a8d02484d0.pdf>
4. Создание хранилищ данных IBM Майкл Л. Гонзалес (Michael L. Gonzales) - (Wiley, 2003 год).
5. Бакулева М.А. МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУР ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЧИСЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рязанская государственная радиотехническая академия. Рязань, 2007
6. Бакулева М.А.МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУР ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЧИСЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рязанская государственная радиотехническая академия. Рязань, 2007
7. Bakulev A., Bakuleva M.MOVING ENTERPRISE INTEGRATION MIDDLEWARE TOWARD THE DISTRIBUTED STREAM PROCESSING ARCHITECTURE В сборнике: 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2019 - Proceedings. 8. 2019. С. 8760002.
8. Бакулева М.А. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ХРАНИЛИЩА Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии. 2006. № 18. С. 80-85.

Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ВЫИГРЫШУ В ЛОТЕРЕЮ

Д.А. Курицин, А.С. Попов

Научный руководитель – Купцов М. И. к-т физ. мат. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В данной статье рассматривается возможность победить (под победой понимается увеличение вложенных денежных средств на любое значение) в государственной лотерее «Столото «7 из 49» при помощи аппарата теории вероятности [1-4].

Проблема выигрыша в лотерею остается актуальной, поскольку организаторы предлагают участникам возможность многократно преумножить свои вложенные средства за небольшой промежуток времени, что является основополагающим фактором популярности данного вида азартных игр.

Лотерея «Столото «7 из 49» примечательна тем, что в ней проводятся «Распределительные тиражи». Это тираж, в призовой фонд которого добавляется суперприз из других лотерей, где он не был разыгран. В таких лотереях, как правило, призовой фонд существенно больше стоимости числа купленных билетов и закладывается изначально, независимо от количества участников лотереи. Наличие таких лотерей и их периодичность регулируется законом «О лотереях», который предписывает их проведение не реже одного раза в год, если в течение всего года суперприз никто не выигрывает. Увеличение числа принудительных розыгрышей отведено на усмотрение организаторов лотереи.

В статье проводится сравнительный анализ как обычных тиражей, так и «распределительных».

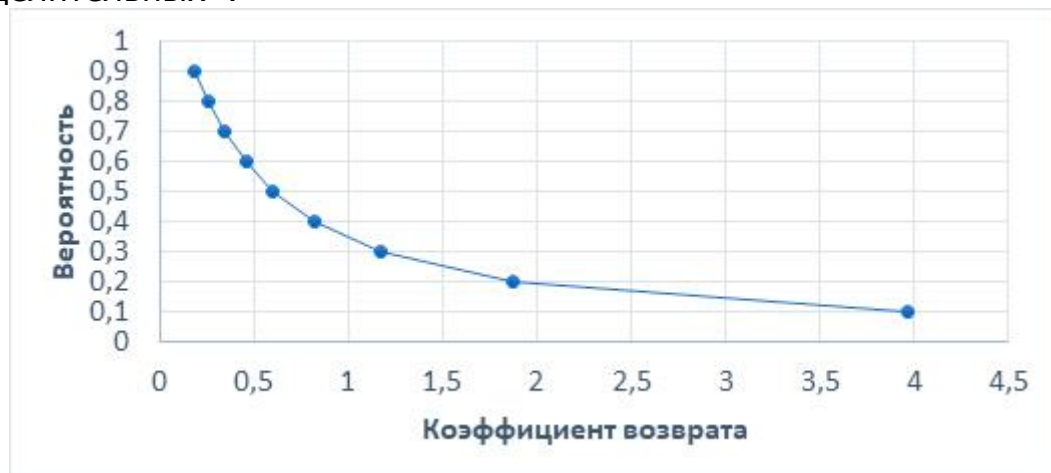


Рисунок 1. Зависимость коэффициента возврата от вероятности выигрыша для «распределительного» тиража

В ходе работы были проанализированы данные нескольких тиражей данной лотереи, в результате чего была разработана формула для прогнозирования получаемого выигрыша, исходя из следующих факторов:

формула расчета общего выигрыша S (в рублях), где: N - число приобретаемых билетов, p_i - вероятность победы с i числами для одного билета (например, p_3 - вероятность, с которой 3 числа из 49 будут угаданы), P - вероятность победы для N билетов, s_i - сумма, выплаченная за угаданные i чисел одного билета по итогам розыгрыша.

$$S = \sum_{i=2}^6 \frac{N}{\ln(1-p) / \ln(1-p_i)} \cdot s_i$$

Исходя из этой формулы, были получены графики, представленные на рисунках 1 и 2.

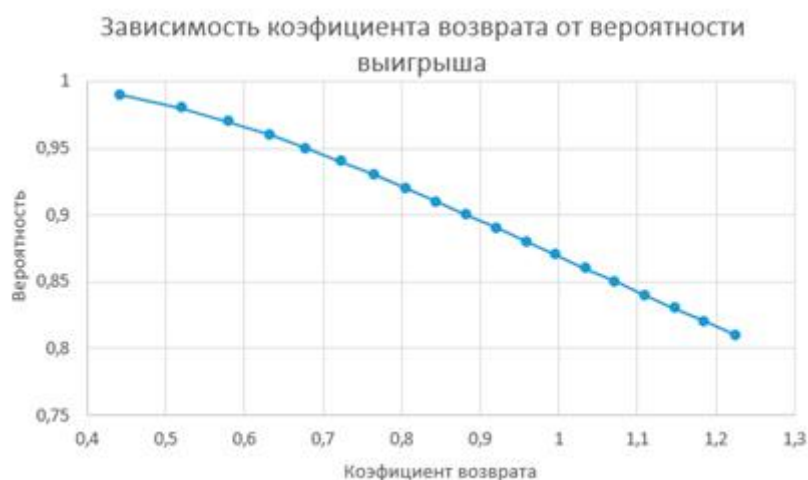


Рисунок 2. Зависимость коэффициента возврата от вероятности выигрыша для обычного тиража

Также была разработана программа языке NodeJS, реализующая данную формулу для анализа прошедших тиражей лотереи «Столото 7 из 49».

Программа выполняет загрузку и анализ данных с сайта «stoloto.ru». В качестве исходных данных принимаются: номера тиражей для анализа; вероятность, для которой рассчитывается коэффициент возврата; стоимость одного билета, одинаковая для всех тиражей. Под коэффициентом возврата понимается отношение полученных средств к затраченным, который позволяет оценить окупаемость прошедшего тиража при различных значениях вероятности выигрыша. Результатом работы программы является список тиражей с посчитанным математическим ожиданием и коэффициентом возврата для каждого запрашиваемого тиража.

Библиографический список

1. Геворкян П. С., Потемкин А. В., Эйсымонт И. М. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: «Физматлит», 2016 г. – 176 с.
2. Купцов М. И. Курс лекций по теории вероятностей и математической статистике. – Рязань: «Горизонт-РИУП», 2000 г. – 101 с.
3. Купцов М. И. и др. Математические методы в психологии: учебник для вузов. – М.: «Горячая линия линия–Телеком», 2017. – 156с.
4. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей. – М.: «Наука», 1978. – 224 с.

ОТБОР ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОЛЮ РАБОЧЕЙ СИЛЫ В ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО МЕТОДА ИСКЛЮЧЕНИЯ

Е.И. Давыдова

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В работах [1] и [2] исследовалось влияние различных экономических факторов на долю рабочей силы в общей численности населения по кросс-данным в каждом году наблюдаемого периода. В данной статье представлено продолжение этих исследований.

Объектами настоящего исследования являются регионы России без республики Крым и г. Севастополя, так как данные по этим субъектам федерации стали учитываться только с 2015 года. Данные по Архангельской области взяты вместе с Ненецким автономным округом. Данные по Тюменской области взяты вместе с автономными округами (Ханты-Мансийским – Югра и Ямало-Ненецким). Число регионов $n = 79$. По сравнению с работой [1] расширен набор первичных объясняющих переменных с 12 до 19 за счёт включения инфраструктурных факторов (в сфере транспортного обеспечения, обеспечения врачебной помощи и образования, исследованных в работе [2]), и увеличен период наблюдений: с 2006 по 2017 год ($T = 12$). Всего для каждой переменной рассматривается $nT = 948$ значений. В качестве первичных объясняющих переменных использованы следующие группы экономических факторов: макроэкономические (X_1 – инвестиции в основной капитал на душу населения; X_2 – валовой региональный продукт на душу населения; X_3 – фондовооружённость; X_4 – стоимость основных фондов на душу населения); рынка труда (X_5 – число свободных рабочих мест на душу населения); инфраструктурные (X_6 – число зарегистрированных предприятий и организаций на душу населения; X_7 – пассажирооборот автобусов общего пользования; X_8 – густота автомобильных дорог общего пользования с твёрдым покрытием; X_9 – густота железнодорожных путей общего пользования); здравоохранения (X_{10} – мощность врачебных амбулаторно-поликлинических учреждений; X_{11} – численность врачей всех специальностей на душу населения; X_{12} – численность населения на одного врача); образования (X_{13} – прием студентов в высшие учебные заведения на душу населения; X_{14} – численность студентов высших учебных заведений на душу населения; X_{15} – число образовательных организаций высшего образования и научных организаций на душу населения; X_{16} – выпуск учащихся государственными и муниципальными дневными общеобразовательными учреждениями на душу населения); качества жизни (X_{17} – общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя; X_{18} – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций; X_{19} – среднедушевые денежные доходы населения).

В отличие от исследования [3], для предотвращения эндогенности объясняющие переменные были взяты с временным лагом, равным 1. Источник статистических данных – Федеральная служба государственной статистики [4]. Для вычислений использовались табличный процессор MS Excel и пакет Eviews. Уровень значимости 0,05.

Цель данного исследования: отбор статистически значимых факторов, влияющих на целевую переменную на основе регрессионного метода исключения.

По собранным данным была построена панель с лагом, равным 1, между объяснённой переменной и регрессорами. Сначала были оценены корреляционные матрицы в каждой группе факторов, были выделены пары коллинеарных факторов. Затем рассматривалось уравнение общей линейной регрессии вида

$$Y_{i(t+1)} = a_0 + \sum_{j=1}^{19} a_{i,j} X_{i(t),j} + \varepsilon_{i(t)}, \quad t = \overline{2006; 2017}. \quad (1)$$

в котором $X_{i(t),j}$ – значение фактора X_j для i -го региона в момент времени t , $\varepsilon_{i(t)}$ – случайная составляющая i -го региона. На основе регрессионного метода исключения переменных из уравнения (1) были исключены статистические незначимые факторы $X_2, X_7, X_9, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{18}, X_{19}$.

Библиографический список

1. Лискина Е.Ю., Щукина И.П. Исследование динамики факторов, влияющих на трудовую привлекательность регионов России // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками: материалы VIII Международной молодежной научно-практической. – Саратов : Саратовский национальный исследовательский государственный университет, 2019. – 220 с. (2 Мб). – С. 62-67.

2. Давыдова Е.И. Влияние инфраструктурных факторов на трудовую привлекательность регионов России // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых. – Тольятти: Издатель Качалин Александр Васильевич, 2020.

3. Лискина Е.Ю., Щукина И.П. Исследование региональных различий рынка труда Российской Федерации методами анализа панельных данных // Математика и естественные науки. Теория и практика: Межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 15. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2020. – С. 168–173.

4. Регионы России. Социально-экономические показатели : статистический сборник [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения 18.08.2020 г.).

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ STL И OBJ– ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОСТЕЙШИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

М.Ю. Сидляр, О.А. Ковалева

**Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина,
Тамбовский государственный технический университет**

3D-моделирование — это сложный процесс создания трехмерной модели какого-либо объекта. Основной задачей 3D – моделирования является разработка визуального объемного образа объекта, который нам необходим. Благодаря использованию трехмерной графики можно и создать точную копию какого-то конкретного предмета, или возможно разработать совершенно новое представление не существующего объекта.

Рассмотрим в качестве примера построения горизонтальной плоскости. Иными словами, поверхности $z=0$. При этом, ограничим координаты по x и по y некоторыми отрезками.

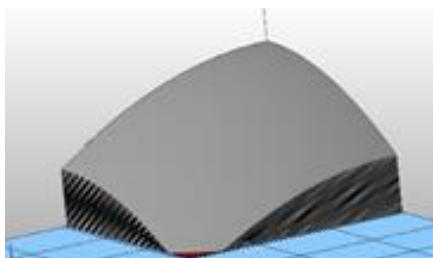
Пусть $0 \leq x \leq a$ и $0 \leq y \leq b$ при $z=0$. Зададим шаг $dx > 0$ и $dy > 0$, и разделим указанные отрезки с шагом dx и dy . Таким образом, плоскость $z=0$ разбивается на прямоугольники со сторонами dx и dy . У каждого прямоугольника легко рассчитать координаты вершин. Каждый прямоугольник при этом возможно разделить диагональю на треугольник, что в свою очередь приводит нас к возможности построения плоскости с помощью программирования в текстовый файл формата STL или OBJ, которые в свою очередь являются форматами для отображения трехмерных моделей.

В формат STL трехмерная модель записывается в виде поверхности, состоящей из граней - треугольников. Каждая грань записывается отдельно. Внутри каждой грани-треугольника показываются его координаты вершин в десятичном виде. Описав все грани модели – мы описываем покрывающую модель поверхность.

В формате OBJ– трехмерная модель представляет собой описание точек, вместе с их координатами, а также соединение точек в грани. При этом, в грани указываются только нумерация точек. В обоих форматах важным обстоятельством является правильная ориентация грани в пространстве. Иными словами, последовательность обхода точек может быть по часовой (или против часовой) стрелке. Но этот обход на каждой стороне плоскости должен быть единым.

Перейдем от горизонтальной плоскости, к поверхности. Для этого выберем уравнение кривой $z = f(x, y)$ и вычислим функцию от двух координат. Тогда третья координата точки будет вычисляться с помощью указанного выражения. В частности, на квадрате разделим равными отрезками на 50 равных условных единиц можно выбрать функцию $z = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}$, получим сферическую поверхность над первой четвертью в декартовых координатах. Кроме того, можно «занулить» значение координаты z в том случае, когда точка $(x; y)$ выходят за «радиус» R (при $x^2 + y^2 > R^2$ станет $z=0$) или, что будет удобно для трехмерной печати число будет не равным нулю, но меньше высоты слоя печати, например 0,02 (при слое в 0,25). Аналогичным образом можно выбрать гиперболическую поверхность, поверхность, зависящую от параметра и так далее. Для трехмерной печати построим треугольниками

боковые грани – и соединить прямоугольник двумя треугольниками, закрывающий поверхность снизу.



Поверхность $z=100-x^2-y^2$
программе просмотра Netfabb



в Распечатанная поверхность
 $z=(x+y)^2$ с боковыми гранями

Аналогичным образом можно построить и кривые. Для этого, можно поступать несколькими способами. Выбираем уравнения кривых $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$, где действительный параметр t меняется с шагом h от 0 до a . И строим точки ($L = [a/h]$ штук), записывая их в текстовый файл (например формата OBJ). одновременно с этим возможно «записывать» в тот же файл еще L точек, расположенных на расстоянии M над ними (их третья координата будет на величину M больше). Соединяя каждые две точки нижней кривой с точкой, расположенной над правой из точек, получим треугольники, нижней гранью, описывающие указанную параметрическую кривую. Для полноты картины, можно соединять обратными треугольниками (по две точки с верхней кривой с точкой левой с нижней кривой). При этом кривая «выродится» в вертикальную поверхность. Устремив M к нулю, получим стремление поверхности к кривой, а при $M=0$ эта поверхность вырождается в кривую окончательно. При экспорте вырожденной поверхности (при $M=0$) кривая экспортируется в графические редакторы, в частности в SketchUp (формат STL). По этой кривой были возможны передвижения-ведения и дальнейшие построения. В качестве кривых возможно взять уравнения окружности $x = R \cos(t)$ и $y = R \sin(t)$ и $z = 0$, а также построение спирали и винтовой линии.

Вторая возможность построения кривой, соединение пар точек с некоторой удаленной от кривой точкой. Соединяя треугольником-гранью две точки кривой с вершиной, получим фрагмент конусоидальной поверхности, при последующем экспорте в SketchUp возможно удаление вершины с направляющими ребрами, в результате остается лишь кривая, построить ее с такой точностью вручную в данном графическом редакторе не представляется возможным, а геометрические построения из начертательной геометрии обладают меньшей точностью.

Таким образом, нами рассмотрены особенности создания тестовых документов в форматах STL и OBJ, которые позволяют получить пространственное представление простейших 3D-поверхностей, заданных параметрическими уравнениями в декартовой системе координат, а также показаны способы построения кривых к поверхности. Данные кривые и поверхности возможно использовать в графических редакторах SketchUp, Unity, Blender как готовый 3D-объект или как вспомогательный объект для дальнейших модификаций иными инструментами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО РОСТА НАСЕЛЕНИЯ

А.С. Прохорцева

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Исследование динамики численности населения является актуальной задачей в связи со снижением численности населения России [1]. В исследованиях С.П. Капицы [2] показано, что рост населения Земли до последней четверти XX века можно описать гиперболической функцией. В это же время в динамику роста населения был введен новый фактор – бизнесберегающие технологии. Динамическая модель гиперболического роста населения имеет вид [3]:

$$\begin{cases} \dot{N} = PN, \\ \dot{P} = \frac{PN}{c}, \\ N = cP, \end{cases} \quad (1)$$

где N – численность населения в момент времени t , P – уровень бизнесберегающих технологий, которыми располагают люди в момент времени t . Первое уравнение отражает динамику численности населения, второе – процесс передачи технологий информационным путем от одной группы людей к другой. Константа c определяет трудозатраты, необходимые для увеличения уровня P в e раз при постоянном N , т.е. предполагается наличие в системе алгебраического уравнения связи.

Подставляя N из уравнения связи в первое уравнение системы (1), получим дифференциальное уравнение $\dot{N} = \frac{N^2}{c}$, которое называют уравнением Капицы. Решение задачи Коши $N(t_0) = N_0$ этого уравнения имеет вид $N(t) = -\frac{c}{t - (t_0 + \frac{c}{N_0})}$. Подставляя полученное решение во второе уравнение системы (1) и решая задачу Коши $P(t_0) = P_0$, получим решение $P(t) = -\frac{P_0 N_0}{c(t - (t_0 + \frac{c}{N_0}))}$.

Недостатком решения системы (1) является то, что оно не описывает динамику демографического перехода – явления возникшего в последней четверти XX века.

Библиографический список

1. Лискина Е.Ю. Математическая модель демографических волн на примере населения Российской Федерации // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020 [текст]: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.5./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020; Рязань. – 230 с. – С. 42–47.

2. Капица С.П. Модель роста населения земли и предвидимое будущее цивилизации // Мир России. Социология. Этнология. – 2002. – №3. – С. 22-43.

3. Романовский М.Ю., Романовский Ю.М. Введение в эконофизику. Статистические и динамические модели. – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. – 280 с.

ПОСТРОЕНИЕ ЛАГОВОЙ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ ФАКТИЧЕСКОГО КОНЕЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВ ОТ СРЕДНЕДУШЕВЫХ РАСХОДОВ НАСЕЛЕНИЯ

М.А. Говрякова

Научный руководитель – Коненков А.Н.

д-р физ.мат. наук, профессор

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Фактическое конечное потребление домашних хозяйств является одним из важных показателей, характеризующих социальное благополучие региона.

В предлагаемой работе методом Ш. Алмон построена модель с распределённым лагом зависимости конечного потребления домашних хозяйств от величины среднедушевых расходов населения в период с 2001 по 2017 г. В расчётах использовался пакет «Анализ данных. Регрессия» табличного процессора Microsoft Excel. Источник данных – Федеральная служба государственной статистики [1]. Максимальная величина лага равна 5.

Модель с распределённым лагом имеет вид:

$$y_t = a + \sum_{j=0}^5 b_j \cdot x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Так как структура лага неизвестна, было построено две модели с распределённым лагом: с линейной структурой и с квадратичной структурой, а затем выбрана лучшая модель.

1. Модель с линейной структурой лага. В соответствии с методом Ш. Алмон зависимость коэффициентов b_j от величины лага j в модели с линейной структурой лага имеет вид $b_j = c_0 + c_1 j$. Тогда

$$b_0 = c_0, \quad b_1 = c_0 + c_1, \quad b_2 = c_0 + 2c_1, \quad b_3 = c_0 + 3c_1, \quad (2)$$

Подставляя выражения (2) в уравнения регрессии (1) и выполняя перегруппировку относительно c_0 и c_1 , получено новое уравнение

$$y_t = a + c_0 \sum_{j=0}^5 x_{t-j} + c_1 \sum_{j=0}^5 j x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

В уравнении (3) введём обозначения для вспомогательных переменных $z_0 = \sum_{j=0}^5 x_{t-j}$, $z_1 = \sum_{j=0}^5 j x_{t-j}$ и пересчитаем исходные данные.

2. Модель с квадратичной структурой лага. В соответствии с методом Ш. Алмон зависимость коэффициентов b_j от величины лага j в модели с квадратичной структурой лага имеет вид $b_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2$. Тогда $b_0 = c_0$, $b_1 = c_0 + c_1 + c_2$, $b_2 = c_0 + 2c_1 + 4c_2$, $b_3 = c_0 + 3c_1 + 9c_2$ (4)

Подставляя выражения (4) в уравнения регрессии (1) и выполняя перегруппировку относительно c_0 , c_1 и c_2 получаем новое уравнение

$$y_t = a + c_0 \sum_{j=0}^5 x_{t-j} + c_1 \sum_{j=0}^5 j x_{t-j} + c_2 \sum_{j=0}^5 j^2 x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (5)$$

В уравнении (5) введём обозначения для вспомогательных переменных $z_0 = \sum_{j=0}^5 x_{t-j}$, $z_1 = \sum_{j=0}^5 j x_{t-j}$, $z_2 = \sum_{j=0}^5 j^2 x_{t-j}$, и пересчитаем данные.

На основании пересчитанных данных найдены коэффициенты уравнений (3) и (5) и их статистические характеристики, а затем с использованием формул (2) и (4) были вычислены коэффициенты b_j уравнения (1) с линейной и квадратичной структурой лага и определены статистические характеристики уравнений (таблица 1). Графики лагов линейной и квадратичной структуры представлены на рисунке 1. В данном случае лучшей является модель с линейной структурой лага:

$$y_t = 5,95x_t + 4,87x_{t-1} + 3,8x_{t-2} + 2,73x_{t-3} + 1,66x_{t-4} + 0,59x_{t-5} + \varepsilon_t$$

Графики наблюдаемых и предсказанных значений Y (конечного потребления домашних хозяйств) представлены на рисунке 2.

Таблица 1 – Сравнение моделей с распределённым лагом

	R^2	DW	A	a	c_0	c_1	c_2
Линейный	0,71	0,056	0,166	да	да	да	
Квадратичный	0,25	0,037	0,265	да	да	нет	нет

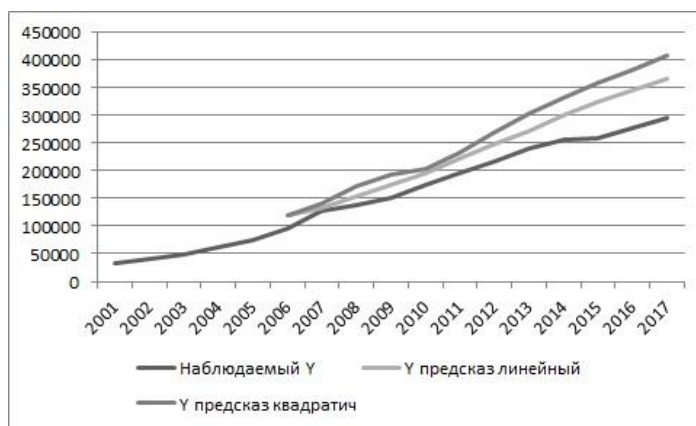
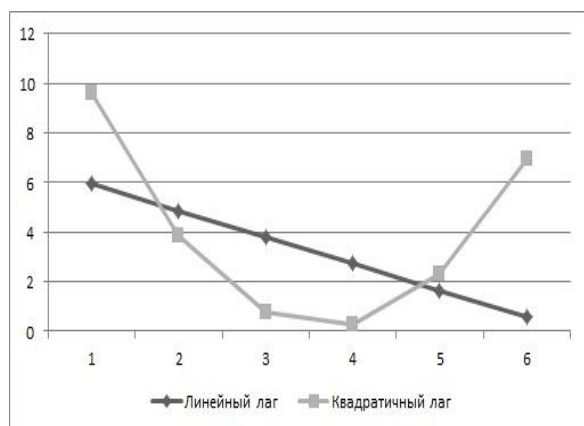


Рисунок 1– Графики структуры лага

Рисунок 2 – Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

Библиографический список

1. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2002–2017 гг. [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 4.07.2020).

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИВОЙ ЛАФФЕРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ФУНКЦИЙ СПРОСА И ИЗДЕРЖЕК

С.С. Бабиченко

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В пособии [1] рассматривается однофакторная модель фирмы в условиях налогообложения. Функция прибыли фирмы имеет вид

$$\Pi(Q) = QP(Q) - C(Q) - tQ, \quad (1)$$

где Q – объём выпуска продукта, $P(Q)$ – цена единицы продукции, $C(Q)$ – функция издержек, t – ставка налога на единицу продукции. Пусть Q_{onm} – оптимальный объём производства, определяемый из условий $\Pi'(Q_{onm}) = 0$, $\Pi''(Q_{onm}) < 0$. Сумма налоговых поступлений представляет собой функцию от ставки налога $G(t) = tQ_{onm}(t)$. График функции $G(t)$ называют кривой Лаффера. В экономике предполагается, что должен существовать оптимальный размер налоговой ставки, при которой сумма налоговых поступлений максимальна. Так как Q_{onm} зависит от цены $P(Q)$ и издержек $C(Q)$, то возникает исследовательская задача – получить зависимость формы кривой Лаффера от цены и издержек.

В докладе предполагается представить результаты моделирования кривой Лаффера для двух идеальных структур экономики: совершенной конкуренции и совершенной монополии. В частности, для совершенной конкуренции цена определяется рынком и не зависит от объёма производства данной фирмы ($P(Q) \equiv p$). Тогда прибыль $\Pi(Q) = Qp - C(Q) - tQ$ и кривая Лаффера определяется только налоговой ставкой и функцией издержек. В случае монополии цена является убывающей функцией спроса, а кривая Лаффера будет зависеть от налоговой ставки, функции спроса и функции издержек.

Библиографический список

1. Лискина Е.Ю. Экономико-математические модели: учебное пособие. – Рязань: Изд-во РГУ имени С.А. Есенина, 2009. – 10 с.

ПОСТРОЕНИЕ МОДИФИКАЦИЙ МОДЕЛИ УИЛСОНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДПОЛОЖЕНИЯХ О ПЛАНЕ ПОСТАВОК И ФУНКЦИИ ИЗЪЯТИЯ

М.С. Таптыгина

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Знакомство с приложениями математики к моделированию и исследованию явлений и процессов в различных науках повышает интерес к изучению математики. В пособии [1] рассматриваются приложения объектов и операций математического анализа в экономике. В качестве примеров использования интегрального исчисления в экономике приводится расчёт показателей инвестиционного проекта и индекс Джини. Дополнить эти

примеры можно детерминированными моделями управления запасами, в которых тоже может быть использовано интегральное исчисление. В частности, величина издержек на хранение партии товара на промежутке времени $[T_1, T_2]$ при постоянных затратах на хранение одной единицы товара в течение единицы времени s и непрерывной зависимости запаса от времени

$y(t)$ имеет вид $C = s \int_{T_1}^{T_2} y(t) dt$. В простейшей модели $y(t) = -\mu t + y_0$, где μ –

интенсивность равномерного изъятия товара, y_0 – начальный запас товара на складе. Это же предположение используется и в классической модели Уилсона [2]. Однако, изъятие товара со склада может быть неравномерным. Кроме того, склад может пополняться, и, следовательно, необходимо определить вид функции поставок.

Таким образом, возникает задача построить и исследовать модификации модели Уилсона при различных предположениях на функцию поставок и функцию изъятия товара.

В докладе будут представлены результаты исследования описанных модификаций модели Уилсона.

Библиографический список

1. Лискина Е.Ю. Экономико-математические модели: учебное пособие. – Рязань: Изд-во РГУ имени С.А. Есенина, 2009. – 110 с.
2. Математические методы и модели исследования операций/ под ред. Колемаева В.А. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 592 с.

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

П.В. Горшков

Научный руководитель - Абрамов В.В.

Канд.физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе решается задача о применении компьютерных вычислений для анализа свойств решений системы разностных уравнений. Уравнения такого типа используются для моделирования систем с дискретным временем, импульсных систем, для анализа устойчивости решений систем дифференциальных уравнений.

Для линейной системы

$$x_{n+1} = A_n x_n + f_n$$

рассматривается вопрос о построении решения, об устойчивости системы уравнений, также рассматривается вопрос о существовании N-периодических решений при условиях $A_N = A_0$, $f_N = f_0$.

С этой целью предложена вычислительная процедура, которая реализована в пакете Maple, для систем второго и третьего порядков.

Полученные результаты используются для изучения динамической модели Леонтьева с дискретным временем.

Определение 1. Система вида

$$x_{n+1} = A_n x_n + f_n, \quad (1)$$

где x_n и f_n – m -мерные вектор-функции, A_n – квадратная матрица называется *линейной системой уравнений в конечных разностях*.

Запишем систему (1.1.1) в виде

$$x(n+1) = A(n)x(n) + f(n),$$

Эту систему будем называть *однородной*, если $f(n) \equiv 0$, *неоднородной* в противном случае.

Линейная однородная система уравнений в конечных разностях имеет вид

$$x(n+1) = A(n)x(n).$$

Определение 2. *Дискретным решением системы (1), соответствующим начальной точке n_0 называется такая последовательность векторов $x_0, x_1, \dots, x_k, \dots$, что*

$$x_{k+1} = A(n_0 + k)x_k + f(n_0 + k)$$

для любого k .

ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О МАЛОМ ПЕРИОДИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

А.В. Земенков

Научный руководитель – Абрамов В.В.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается вопрос о применении компьютерных вычислений для решения задачи о ветвлении малого периодического решения системы дифференциальных уравнений второго порядка с параметром.

Этот вопрос важен в качественной теории дифференциальных уравнений и в приложениях для изучения «мягкого» режима возбуждения колебаний в моделях осцилляторов с одной степенью свободы [1–3].

Рассматривается система вида

$$\dot{x} = Ax + \mu^2 f_1(t, x) + \mu f_2(t, x) + f_3(t, x), \quad (1)$$

в которой функции $f_k(t, x)$ – векторные формы от x порядка k , μ – малый числовой параметр. Предполагается, что:

1) правая часть системы имеет период T по независимой переменной t ;

2) при нулевом значении параметра соответствующая матрица коэффициентов однородной системы линейного приближения

$$\dot{x} = Ax \quad (2)$$

имеет постоянные коэффициенты и все решения системы (2) являются T -периодическими.

Исследуется **проблема** поиска условий существования устойчивого малого T -периодического решения системы (1), то есть решения приближающегося к нулевому решению при стремлении параметра к нулю. Для этого вычисляется функция

$$p(a, \mu) = X(T) \int_0^T X(-t) f(t, X(t)a, \mu) dt, \quad (3)$$

как результат усреднения нелинейных слагаемых правой части системы (1) на решениях системы (2). Путем анализа коэффициентов функции (3) получен признак решения проблемы.

В результате в пакете Maple построена процедура вычисления и анализа свойств функции (3) для проверки достаточного признака разрешимости проблемы. Построены картины расположения интегральных кривых, иллюстрирующие устойчивость периодического решения. Получено приближенное выражение для периодического решения.

Библиографический список

1. Красносельский, М.А. Оператор сдвига по траекториям дифференциальных уравнений / М.А. Красносельский // М.: Наука, 1966.
2. Абрамов В.В. Ветвление периодического решения неавтономной системы с малым параметром // Вестник РАЕН. – 2015. – Т. 15. – № 3. – С. 3–7.
3. Абрамов В.В. О малых колебаниях маятника // Вестник РАЕН. – 2016. – Т. 16. – № 3. – С. 6–8.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПОДВИЖНЫХ МАСТЕРСКИХ

В.В. Гавзов

Научный руководитель – Куприянов Г.В.
кандидат технических наук, доцент

**Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное
командное училище**

Актуальностью научного исследования являются повышенные требования к тактико-техническим характеристикам и технологическому оснащению подвижных мастерских технического обслуживания и ремонта (ПМТОР), которые в настоящее время не в полном объеме обеспечивают восстановление современных и перспективных образцов вооружения и военной техники (ВВТ) Воздушно-десантных войск (ВДВ) [1, 2].

Таким образом, имеет место противоречие, которое состоит между необходимостью обеспечения требуемых возможностей ПМТОР ВДВ для их эффективного применения и отсутствием уточненного научно обоснованного методического аппарата (инструментария), позволяющего осуществлять корректировку состава технологического оборудования мастерской.

В докладе представлена математическая модель процесса формирования рационального состава технологического оборудования ПМТОР для совокупности объектов ВВТ (объектов ремонта) ВДВ.

При проведении исследований, систематизировано всё технологическое оборудование из эксплуатационной и ремонтной документации, и сформирована база данных [3].

Определено множество различных элементов (агрегатов и сборочных единиц) входящих в состав систем (составных частей) объектов ремонта $\mathbb{E} = \{e_1, e_2, \dots, e_q\}$ и задан набор (множество) различных инструментов и приспособлений $\mathbb{I} = \{i_1, i_2, \dots, i_g\}$, которые используются в процессе ремонта (замены) этих элементов.

В заданной матрице распределения технологического оборудования по элементам, определяется необходимость поиска такого количества различных инструментов и приспособлений определенных на множестве допустимых значений (ограничений) $a_j^- \leq x_j \leq a_j^+, j = \overline{1, g}$, которые доставляют экстремальные значения функциям:

- (1) минимизация времени ремонта объекта ($J_T(X) \Rightarrow \min$);
- (2) минимизация суммарной массы наборов ТО ($J_M(X) \Rightarrow \min$);
- (3) минимизация стоимости используемых наборов ТО ($J_C(X) \Rightarrow \min$);
- (4) максимизация вероятности восстановления объекта (p).

при дополнительном условии, что вероятность успешного ремонта будет не меньше величины p .

В результате проведенного анализа многокритериальных моделей принятия решения в условиях определенности был сделан вывод, что в основе решения поставленной задачи лежат методы оптимизации – поиска экстремума функционала. В силу особенностей предлагаемых функционалов и множества альтернатив выбраны стратегии покоординатного поиска экстремума [4]. Указанный метод выбора координатных шагов реализован в применяемом нами алгоритме с использованием метода покоординатного спуска.

В дальнейшем предполагается на основе математической модели получить программное обеспечение с последующей обработкой, визуализацией и интерпретацией результатов.

Библиографический список

1. ОТТ 7.1.10-18. Система общих технических требований к видам вооружения и военной техники. – М. : Воениздат, 2018. – 162 с.
2. Концепция развития подвижных средств восстановления бронетанкового вооружения и техники и военной автомобильной техники на период до 2025 года. – М.: Воениздат, 2016. – 175 с.
3. База данных для программ моделирования комплектации технологического оборудования в подвижных средствах восстановления вооружения и военной техники Воздушно-десантных войск [Текст]: Свидетельство о гос. регистрации базы данных 2020621425 Рос. Федерация / Гавзов В.В. [и др.]; Правообладатель РВВДКУ (RU); заявл. 2020621309 04.08.2020; опубл. 13.08.2020, Бюл. № 8 – 1 с.
4. Самарский А.А., Гилин А.В. Численные методы: Учеб. пособие для вузов. – М. – Наука. Гл. ред. физ-мат лит., 1989. – 432 с.,ил.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ С КВАНТОВОЙ ЯМОЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

А.В. Васин, Н.Б. Рыбин

Научный руководитель – Литвинов В.Г., к.ф.-м.н, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Создание квантово-размерных структур (КРС) с квантовой ямой (КЯ) является актуальной задачей современной науки и техники. Такие

полупроводниковые системы в настоящее время используются в производстве оптических излучателей (светодиоды, лазеры) во всевозможных отраслях промышленности. Работа таких устройств зачастую основана на использовании полупроводниковых соединений A_3B_5 и A_2B_6 . Для определённых областей спектра могут подбираться также тройные и даже четверные соединения, свойства которых определяются количеством того или иного компонента в составе твердого раствора.

Квантовые ямы в таких структурах позволяют получить излучатель с максимумом интенсивности излучения в необходимой области спектра (на определённой длине волны). Однако, количество комбинаций материалов для расчёта КРС с КЯ достаточно велико, что влечёт за собой необходимость повторного проведения объёмных расчётов для каждой пары, что в свою очередь занимает большое количество времени. Так же такой подход усложняется тем фактом, что подбор состава материалов проводится как для барьерного слоя, так и для КЯ, причём эти материалы могут существенно различаться по своим параметрам (например, по постоянной кристаллической решетки), что может затруднить их совместное использование. В данной работе для решения выше упомянутой проблемы был разработан алгоритм, апробированный в среде MathCAD, для унификации и облегчения подбора материалов при расчёте параметров КРС. Разработанный алгоритм состоит в следующем: необходимые для расчета параметрами основных полупроводниковых соединений A_3B_5 и A_2B_6 представляются в виде матрицы, в которой номера строки (i) соответствуют материалу, а номера столбца (j) его параметру. При этом расчёт КРС с КЯ, производимый с использованием стандартных формул, сводится к выбору из матрицы материалов барьерного слоя и слоя КЯ (задание индекса i), их соотношений в составе твердых растворов, а также толщины слоя КЯ. В результате в программе автоматически производится расчет положений уровней размерного квантования с учетом упругих напряжений, возникающих из-за рассогласования материалов по постоянной решетки; разрывов энергетических зон; энергии излучательного перехода в КЯ.

Таким образом, благодаря разработанной программе с использованием массива параметров соединений в виде матрицы, возможен быстрый и удобный расчёт параметров излучателей на основе КРС с КЯ. Исключается необходимости проводить заново весь объём работ для каждой возможной комбинации полупроводниковых соединений, что в значительной мере облегчает и ускоряет процесс моделирования КРС.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОЧЕЧНОГО БАРЬЕРНОГО НАНОКОНТАКТА МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИК

Н.А. Баскаков, В.Г. Мишустин

Научный руководитель – Литвинов В.Г., к.ф.-м.н, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время активно развиваются технологии изготовления полупроводниковых структур нанометровых размеров, в частности для

создания устройств, работающих в терагерцовом диапазоне. Понимание физических процессов, протекающих в таких структурах, очень важно для точного моделирования параметров полупроводниковых элементов и устройств. Целью работы является моделирование характеристик барьерной наноструктуры, образованной при контакте проводящего зонда атомно-силового микроскопа (АСМ) с поверхностью полупроводника.

В данной работе представлена математическая модель барьерной наноструктуры на основе точечного контакта металл-полупроводник. В модели используются следующие приближения и допущения: на поверхности полупроводника отсутствует пленка окисла; влияние поверхностных состояний на характеристики контакта не учитывается. Для учета особенностей точечного контакта используется сферическая модель распределения электростатического потенциала.

В работе получены расчетные вольт-фарадные характеристики (ВФХ) барьерного наноконтакта металл-полупроводник. Для расчетов были использованы три модели: 1) модель точечного контакта со сферическим распределением потенциала и резкой границей области пространственного заряда (ОПЗ); 2) та же модель с размытой границей ОПЗ; 3) модель плоского контакта. Рассчитанные ВФХ получены для различных значений концентраций легирующей примеси в диапазоне от 10^{15} до 10^{17} см⁻³, а также для различных значений площади точечного контакта (радиус закругления зонда АСМ составляет от 5 до 100 нм).

Отличие ВФХ точечного контакта от плоского заключается в увеличении емкости наноструктуры с ростом напряжения. Это можно объяснить сферической геометрией ОПЗ точечного контакта, при котором его площадь пропорциональна квадрату ширины ОПЗ.

По результатам моделирования ВФХ получено, что по мере увеличения площади контакта характерные особенности, присущие наноструктурам, пропадают. При этом характеристики наноструктуры приближаются к свойствам классического плоского контакта. Всё это ещё раз доказывает, что при размерах контактов порядка 1 – 10 нм большую роль играют квантово-размерные эффекты, и это необходимо учитывать как при теоретических расчетах, так и при экспериментальных измерениях.

Полученные результаты могут быть использованы для систем автоматизированного проектирования, ориентированных на разработку современной элементной базы с учетом квантово-размерных эффектов, возникающих в полупроводниковых структурах при уменьшении их размеров до нанометровых значений.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПАРАШЮТИСТА ДО ЭТАПА РАСКРЫТИЯ ПАРАШЮТА

И. Ю. Клочкова

**Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное
командное училище имени В.Ф. Маргелова**

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений, описывающую движение парашютиста на первых трех этапах прыжка: первый этап –

падение после отделения от самолета; второй этап – снижение на стабилизирующем парашюте; третий этап – наполнение купола основного парашюта. С помощью программы GPS Logger, установленной на мобильное устройство, получены результаты измерения каждого из трех этапов прыжка парашютиста. На основании полученных данных сформирован массив, отображающий зависимость трех координат от времени. В связи с тем, что каждый из этапов длится неравномерное количество секунд, и это влияет на число данных в каждом этапе, объединим все три этапа условно в один, при этом назовем этап до раскрытия основного парашюта [1–2].

Используя методы численного дифференцирования пакета прикладных программ Maple, определим скорость изменения пространственных координат для этапа до раскрытия парашюта. С помощью регрессионного анализа построим линейные зависимости скоростей от пространственных координат, полученные линейные зависимости определяют систему линейных дифференциальных уравнений [3–4]

$$\begin{cases} \dot{x} = -58,85 - 0,09 \cdot x + 0,11 \cdot z, \\ \dot{y} = -190,63 - 0,09 \cdot y + 0,33 \cdot z, \\ \dot{z} = 42,36 - 0,18 \cdot x - 0,08 \cdot y - 0,05 \cdot z. \end{cases} \quad (1)$$

Для системы (1) найдем решение в явном виде, для этого построим матрицу линейного приближения, которая будет иметь вид. Найдем собственные значения матрицы A и соответствующие собственные векторы матрицы

Возьмем действительный корень λ_1 и один из комплексных корней λ_2 , а также соответствующие им собственные векторы, и найдем фундаментальную систему решений. Общее решение системы (1), состоящее из суммы общего решения соответствующей однородной системы и частного решения неоднородной системы, имеет вид

$$\begin{aligned} X(t) = & C_1 \cdot e^{-0,087t} \begin{pmatrix} -0,394 \\ 0,918 \\ -0,003 \end{pmatrix} + C_2 \cdot e^{-0,068t} \begin{pmatrix} -0,474 \cdot \cos 0,212 \cdot t + 0,188 \cdot \sin 0,212 \cdot t \\ -1,397 \cdot \cos 0,212 \cdot t + 0,541 \cdot \sin 0,212 \cdot t \\ 0,271 \cdot \cos 0,212 \cdot t + 0,929 \cdot \sin 0,212 \cdot t \end{pmatrix} + \\ & + C_3 \cdot e^{-0,068t} \begin{pmatrix} -0,188 \cdot \cos 0,212 \cdot t - 0,474 \cdot \sin 0,212 \cdot t \\ -0,5417 \cdot \cos 0,212 \cdot t - 1,397 \cdot \sin 0,212 \cdot t \\ -0,929 \cdot \cos 0,212 \cdot t + 0,271 \cdot \sin 0,212 \cdot t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 74,10 \\ 12,89 \\ 581,6 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (2)$$

Отсюда найдем коэффициенты c_1, c_2, c_3 . Подставим начальные условия $x(0)=1,733, y(0)=2,228, z(0)=764,95$ в систему (2), и получим $c_1=98,518, c_2=133,812, c_3=-158,573$.

Получим частное решение системы (1) в явном виде, удовлетворяющее начальным условиям $x(0)=1,733, y(0)=2,228, z(0)=764,95$.

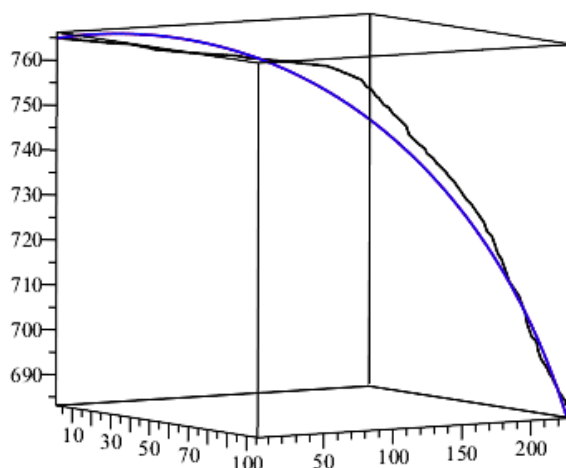


Рисунок 1. Сравнение фактической и теоретической траектории, построенной для системы 1.

На рис 1. построены теоретическая и фактическая траектории парашютиста. Произведено сравнение фактической и теоретической координат окончания первого этапа и начала второго этапа, получено расхождение в пределах 2 м.

Библиографический список

1. Клочкова И.Ю. Математическая модель плоского движения тяжелой точки. // Вестник российской академии естественных наук – 2016. – 16, № 3. – С. 28–33.
2. Клочкова И.Ю. Исследование системы дифференциальных уравнений, описывающей этап снижения на раскрытом парашюте. // Вестник российской академии естественных наук – 2017. – 17, № 4. – С. 26–30.
3. Клочкова И. Ю. Математическая модель движения парашютиста до этапа раскрытия парашюта. // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование. Межвузовский сборник научных трудов – 2020 – № 1. – С. 20–25.
4. Лялин В.В., Морозов В.И., Пономарев А.Т. Парашютные системы. – М.: Физматлит, 2009. – 506 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ИГР НА ПРИМЕРЕ РЫНКА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

Р.Н. Ахмадуллин

Научный руководитель – Якупов З.Я.

канд. физ.-мат. наук, доцент

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

Цель: исследование территориального ценообразования на товары в терминах теории игр в условиях совершенной конкуренции на примере рынка бытовой техники.

Процесс ценообразования на торговом предприятии на распределенных территориях логично представить в виде двухуровневой игровой модели. На первом уровне центральное место занимает стратегическая базовая модель, которая задает основу для последующих локальных динамических игр

второго уровня, реализующих явление живой конкуренции между участниками процесса ценообразования [1].

Как известно, экономико-математическое моделирование в области ценообразования, анализ различных динамик в этой области и типологизация в экономике осуществляется на основе широко известных экономико-математических методов и моделей. Рассмотрим рыночную систему, состоящую из четырех взаимосвязанных подсистем [2]. На рис. 1 показано взаимодействие вышеописанных подсистем.

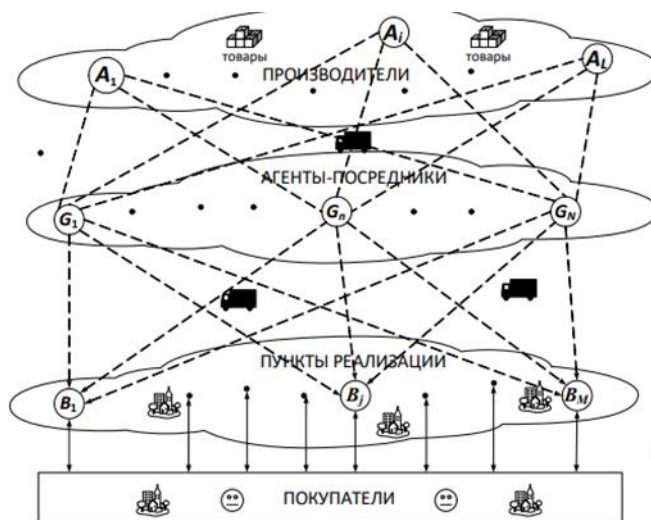


Рисунок 1. Общая схема конкурентного рынка

Предположим, что рыночная цена товара T_k в пункте реализации B_j является функцией общего предложения этого товара.

Пусть эта функциональная зависимость описывается следующей линейной функцией:

$$P_{kj}(X_{kj}) = (1 - X_{kj} / \alpha_{kj}) \beta_{kj}, \quad X_{kj} \in [0, \alpha_{kj}],$$

где α_{kj}, β_{kj} - некоторые положительные константы.

Тогда общий выигрыш H_n по формуле для n -го игрока G_n может быть вычислен:

$$H_n = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^K H_n(kj), \quad (1)$$

где $H_n(kj)$ - его выигрыш на k -м продукте T_k , полученный в пункте продажи B_j :

$$H_n(kj) = X_{kj}^n (1 - X_{kj} / \alpha_{kj}) \beta_{kj} - \sum_{i=1}^L X_{ikj}^n (\xi_{ikj} + p_{ik}), \quad X_{kj} \in [0, \alpha_{kj}] \quad (2)$$

Таким образом, формула (2) определяет стратегическую игру Γ^n для N лиц, в которой стратегии каждого n -го игрока G_n есть числовые массивы X_{ikj}^n с неотрицательными элементами, ограниченными значениями числовых параметров α_{kj} . Данная модель построена А.Л. Сивушиной [2].

Равновесие Нэша в игре представляет собой набор стратегий игроков, действующих в условиях высокой конкуренции без права на создание коалиций («каждый для себя»).

Тогда существует единственное равновесие Нэша. Равновесные значения поставок, соответствующие цены и прибыль игроков определяются по формулам:

$$\widetilde{X}_{kj}^n = \frac{1}{N+1} \delta_{q(k,j)}^l \alpha_{kj} \left(1 - \frac{\xi_{ikj} + p_{ik}}{\beta_{ik}} \right), \quad n = \overline{1, N} \quad (3)$$

$$\widetilde{P}_{kj} = \beta_{ik} - \frac{N}{N+1} \delta_{q(k,j)}^l \alpha_{kj} (\beta_{ik} - \xi_{ikj} + p_{ik}) \quad (4)$$

$$\widetilde{H}_n(kj) = \delta_{(k,j)}^l \frac{\alpha_{kj}}{\beta_{ik}} \frac{1}{N+1} (\beta_{ik} - \xi_{ikj}^n + p_{ik}^n)^2, n = \overline{1, N} \quad (5)$$

При этом и везде ниже принимаем:

$$\delta_m^l = \begin{cases} 1, l = m \\ 0, l \neq m. \end{cases}$$

Следуя условию 1, обозначим

$$c_{kj}^n \equiv \min_i (\xi_{ikj} + p_{ik}) = \xi_{q(k,j)kj}^n + p_{q(k,j)kj}^n \quad (6)$$

Заключение. Нами рассмотрена сетевая схема работы ритейлеров. В качестве игроков рассматриваются посредники между производителями товаров и покупателями, рассредоточенными в различных пространственно-разнесенных пунктах.

Согласно этой схеме сконструирована базовая стратегическая игровая модель формирования продажной цены в пунктах реализации товаров.

Наша модель предназначена для описания процесса ценообразования в условиях совершенной конкуренции. Для модели ценообразования в условиях совершенной конкуренции доказано существование равновесия Нэша. Получены равновесные по Нэшу стратегии игроков при выборе оптимальных объемов поставок товаров на продажу.

Библиографический список

1. Акерлоф Дж. А., Шиллер Р.Дж. Spiritus Animalis, или как человеческая психология управляет экономикой и почему это важно для глобального капитализма / пер. с англ.
2. Сивушина А. Л. Математическое моделирование территориального ценообразования / А. Л. Сивушина, А. О. Комбу; науч. рук. В. И. Рюкин // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 25-28 апреля 2017 г. : в 7 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 3: Математика. — [С. 89-91].

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КРЕДИТАМ, ПРЕДОСТАВЛЕННЫМ ФИЗИЧЕСКИМ ЛИЦАМ-РЕЗИДЕНТАМ

И.А. Силантьева

Научный руководитель – Коненков А.Н.,

д-р физ.-мат. наук, профессор

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Рассматривается вопрос о связи официальных статистических данных по кредитованию физических лиц и количеством соответствующих запросов в системе GoogleTrends; для этого формируется панель данных, взятых за период с 2010 по 2018 гг.

Для построения панели были собраны данные по кредитам, предоставленным физическим лицам-резидентам (сайт Центрального банка Российской Федерации), а также данные, показывающие уровень интереса к запросам по ключевому слову «Кредит» (сервис GoogleTrends).

Данные с Google Trends представляют собой числовые значения от 0 до 100 баллов в зависимости от уровня заинтересованности в указанной теме по отношению к наиболее высокому показателю в таблице для определенного региона и периода времени. Например, на сайте Google Trends указывается, что 100 баллов означают наивысший уровень популярности запроса, 50 –

уровень популярности запроса, вдвое меньший по сравнению с первым случаем. 0 баллов означает местоположение, по которому недостаточно данных о рассматриваемом запросе. Данные были взяты за период с 2010 г. по 2018 г. в регионах Центрального федерального округа Российской Федерации. [1]

На выбранных данных была построена модель общих регрессий (OR-модель), модель несвязанных регрессий (UR-модель), модель с фиксированными эффектами (FE-модель), модель со случайными эффектами (RE-модель). Результаты, полученные в ходе построения указанных моделей, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Статистические характеристики регрессионных уравнений различных моделей панельных данных

Модель	OR-модель	UR-модель	FE-модель	RE-модель
R^2	0,292	0,773	0,014	0,007
Остаточная сумма квадратов (RSS)	1,67E+08	96014653	1,02E+08	1,16E+08
Значимость F	0,133135	0,514754	0,48685	0,575419

После построения моделей было проведено сравнение:

- модели общей регрессии с моделью с фиксированными эффектами (тест Вальда);
- модели несвязанных регрессий с моделью с фиксированными эффектами (тест Вальда);
- модели несвязанных регрессий с моделью со случайными эффектами (тест Вальда);
- модели общей регрессии с моделью со случайными эффектами (тест множителей Лагранжа Бреуша-Пагана);
- модели с фиксированными эффектами с моделью со случайными эффектами (тест Хаусмана).

В таблице 2 показаны результаты тестов Вальда, Бреуша-Пагана и теста Хаусмана.

Таблица 2. Результаты тестов Вальда, Бреуша-Пагана, Хаусмана

Гипотеза	Полученные значения		Вывод о принятии нулевой гипотезы
OR-модель предпочтительнее FE модели (тест Вальда)	$F_{набл}$	27,8063	Отклонена
	$F_{кр}$	4,061706	
UR-модель предпочтительнее FE-модели (тест Вальда)	$F_{набл}$	-2,37376	Принята
	$F_{кр}$	1,85992	
UR-модель предпочтительнее RE-модели (тест Вальда)	$F_{набл}$	-6,63987	Принята
	$F_{кр}$	1,85992	
OR-модель предпочтительнее RE-модели (тест Бреуша-Пагана)	$LM_{набл}$	15,18289	Отклонена
	$LM_{кр}$	3,841459	
RE-модель предпочтительнее FE-модели (тест Хаусмана)	$P_{набл}$	0,31	Отклонена
	$P_{кр}$	0,05	

Из таблицы 2 видно, что:

- 1) модель с фиксированными эффектами предпочтительнее модели общей регрессии;
- 2) регионы не могут быть объединены в модель с фиксированными эффектами, т.к. коэффициенты при факторах не значимы (сравнение модели с фиксированными эффектами с моделью несвязанных регрессий);
- 3) регионы не могут быть объединены в модель со случайными эффектами, т.к. коэффициенты при факторах не значимы (сравнение модели со случайными эффектами с моделью несвязанных регрессий);
- 4) модель со случайными эффектами предпочтительнее модели общей регрессии (тест Бреуша-Пагана);
- 5) модель с фиксированными эффектами предпочтительнее модели со случайными эффектами (тест Хаусмана).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что для дальнейшего исследования зависимости между данными по кредитованию физических лиц, взятыми с сайта ЦБР и сервиса GoogleTrends, при уровне значимости 0,05 предпочтительнее оказалась модель несвязанных регрессий. Также полученные результаты говорят о том, что объем кредитов, предоставляемых физическим лицам-резидентам в регионах Центрального федерального округа, с вероятностью 0,95 зависит от собственных индивидуальных условий, не влияя при этом на объемы кредитования в других субъектах округа.

Библиографический список

1. GoogleTrends [Электронный ресурс] / Кредит – Анализ - GoogleTrends. – Режим доступа: <https://trends.google.ru/trends/?geo=RU>.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ФУНКЦИИ В РЯД ТЕЙЛОРА

М.А. Мартынова

А.Е. Тетерина

Научный руководитель – Давыдочкина С.В.

канд. техн. наук, доцент

Институт Академии ФСИН России

В докладе рассматривается возможность использования онлайн калькулятора Desmos при разработке лекционных и практических занятий при изучении дисциплины «Математика».

Сокращение времени, отводимого на аудиторные лекционные занятия, в пользу увеличения часов самостоятельной работы приводит к тому, что у многих обучающихся возникают трудности при освоении теории рядов в рамках дисциплины «Математика». Причина этого, на наш взгляд, – недостаточная наглядность подачи материала, в частности, отсутствие графического представления процессов разложения функции в степенной ряд.

В настоящее время имеется множество разнообразных инструментов для решения различных математических задач, от калькуляторов до Интернет-сервисов. И одним из самых простых и удобных, на наш взгляд, является Desmos Calculator [1].

Desmos Calculator – это онлайн-сервис, позволяющий строить самые сложные математические функции, решать системы уравнений, работать с неравенствами, вычислять производные и интегралы, находить сумму ряда и т.д. На сегодняшний день система Desmos для построения графиков стоит в ряду лучших программ, наиболее приспособленных для использования в целях обучения. Кроме того, работа с этим графическим калькулятором отличается простотой и не требует специальных навыков и дополнительного обучения.

Для демонстрации его возможностей нами была разработана визуализация разложения функции в ряд Тейлора, позволяющая упростить восприятие теоретического материала раздела «Степенные ряды» дисциплины «Математика». Благодаря динамической иллюстрации данного процесса обучающиеся могут получить наглядное представление о таких основополагающих понятиях теории рядов, как сумма ряда, частичная сумма, область сходимости степенного ряда, сходимость степенного ряда к функции, и т.д. Помимо этого можно качественно оценить погрешность разложения полученного ряда заданной функции.

На рис. 1 на примере разложения функции $y = x \cdot \cos \frac{x}{2}$ в ряд Тейлора показана демонстрация таких понятий, как частичная сумма степенного ряда и сходимость степенного ряда к функции, интервал сходимости. При этом сами графики не являются статичными, их положение и форма может плавно и непрерывно изменяться благодаря специальным возможностям Desmos Calculator.

Динамика процесса разложения функции в ряд реализуется введением изменяющихся с заданным шагом постоянных, используемых в расчётных формулах. В приведённом примере таких постоянных две: a – отвечающая за число слагаемых частичной суммы ряда и b – соответствующая абсциссе точки, в которой требуется получить разложение функции в ряд Тейлора. Изменение этих постоянных осуществляется с помощью специальных «бегунков», которые можно передвигать вручную или задавать плавное автоматическое смещение.

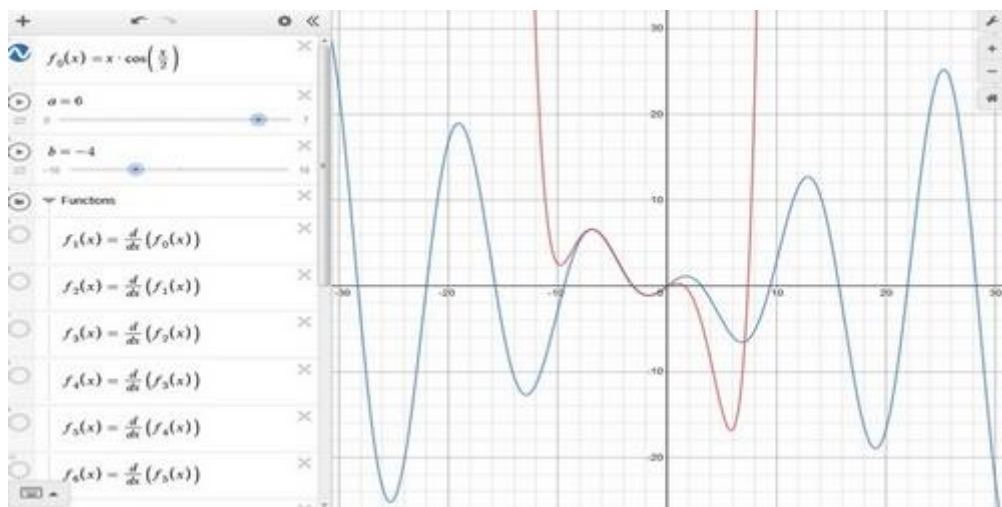


Рисунок 1.

На рис. 1 положения этих «бегунков» зафиксированы на значениях $a = 6$, $b = -4$ (верхняя левая часть рабочего поля окна калькулятора), при этом шаг параметра a задан единичным, b – равным 0,1. Изменяя параметр a можно увидеть, как график частичной суммы ряда постепенно приближается к графику функции в границах интервала сходимости; изменяя параметр b получаем наглядное представление о том, как точка, в которой требуется разложить функцию в ряд, влияет на интервал сходимости, сужая его или увеличивая.

Подобным образом можно показать не только динамику разложения функции в степенной ряд, но и отличительные особенности рядов Тейлора и Маклорена. Кроме того, инженерным специальностям будет интересна и визуализация процесса разложения функции в ряд Фурье.

Библиографический список

1. Desmos Graphing Calculator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.desmos.com/calculator> (дата обращения: 4.10.2020).

Секция 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОБРАТНЫЙ КАНАЛ В СИСТЕМЕ С ПОДВОДНЫМ ОТКРЫТЫМ ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

Л. В. Аронов

Научный руководитель – Кириллов С. Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Системы на основе подводного открытого оптического канала передачи информации (ПООКПИ) характеризуются значительными потерями, например, в "прозрачном море" (по классификации Н.Г. Жерлова) потери мощности в канале, с учётом потерь на трассе распространения и геометрических потерь, достигают от 34 дБ на расстоянии 10 м, до 58 дБ на расстоянии 100 м. Потери в "прибрежных водах" составят уже от 40 дБ на расстоянии 10 м, до 120 дБ на расстоянии 100 м [1]. Кроме того, морская вода, как среда распространения, обладает специфичной, по сравнению с атмосферными оптическими линиями связи, особенностью: наличием морской фауны, способной попадать в область распространения лазерного излучения. В этом случае произойдет скачкообразное падение мощности, в результате частичного или полного перекрытия луча, в следствии чего возрастет число ошибок, вплоть до полного отказа ПООКПИ.

Улучшить ситуацию позволит применение помехоустойчивого кодирования, например, применение кодов Рид-Соломона позволяет увеличить дальность работы канала в "прозрачном море" в 2 раза при скорости передачи данных 33 Мбит/с и в 1,7 раз при скорости передачи данных 330 Мбит/с. В "прибрежных водах" увеличение дальности составит 2,4 и 1,8 раза соответственно [2]. Недостатком данного технического решения является снижение кодовой скорости 2-16 раз. Достижения максимального выигрыша в расстоянии возможно при кодовой скорости 1/16, т.е. при работе канала на близком расстоянии его аппаратный ресурс будет использоваться неэффективно.

Решить эту проблему позволяет использование когнитивной подсистемы на основе обратного канала. В этом случае на приёмной стороне производится анализ количества ошибок и при изменении их числа свыше установленного порога происходит адаптивное изменение кодовой скорости. В основе адаптации в данном случае лежит многокритериальный подход, учитывающий расстояние, мутность воды, требуемое качество видеоданных, ширину полосы пропускания канала и иные факторы.

В качестве обратного канала предлагается использовать гидроакустический канал. Он обладает существенным достоинством по сравнению с оптическим и радиочастотным подводными каналами передачи информации - возможностью передавать данные на значительные расстояния в подводной среде. Основным его недостаток - на расстоянии 100 м скорость передачи данных не превысит 500 кбит/с, что недостаточно для передачи видеопотоков в реальном масштабе времени. Однако, для реализации обратного канала этот недостаток незначителен, т.к. в нём объем

информации незначителен, а на первое место выходит надежность канала [3].

Использование обратного гидроакустического канала позволит обеспечить рациональное использование аппаратных ресурсов и устойчивую работу системы с ПООКПИ. В качестве недостатка можно отметить достаточно большую временную задержку, связанную с тем, что скорость звука в воде составляет 1500 м/с. При этом на расстоянии 100 метров задержка гидроакустического канала составит 0,67 с. Это следует учитывать при проектировании системы с ПООКПИ.

Библиографический список

1. Аронов Л.В. Моделирование отношения сигнал-шум подводного открытого оптического канала передачи информации [Текст] / Л. В. Аронов // Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2018. – с. 7-10
2. Аронов Л.В. Оценка предельной дальности передачи информации в подводном открытом оптическом канале при использовании кодов Рида-Соломона [Текст] / Л. В. Аронов // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020 [текст]: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.1./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020; Рязань. – 208 с., с. 192-196.
3. Kaushal H. Underwater optical wireless communication [Текст] / H. Kaushal, G. Kaddoum // IEEEAccess, volume 4, 2016, p. 1518-1547

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЕСОВОГО СУММИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

П.Н. Сконников

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

К одной из разновидностей телекоммуникационных систем относятся системы телеуправления подвижными объектами. Для управления такими объектами в условиях недостаточной видимости, вызванных неблагоприятными метеорологическими условиями и малой освещённостью, применяются разноспектральные системы улучшенного видения. В данных системах, как правило, применяется телевизионная камера и сенсоры одного или нескольких инфракрасных диапазонов.

Среди разнообразных алгоритмов комплексирования изображений различных спектральных диапазонов можно выделить группу алгоритмов на основе весового суммирования [1]. Общий принцип, объединяющий такие алгоритмы, заключается в том, что комплексированное изображение представляет собой попиксельную сумму исходных изображений, умноженных на весовые коэффициенты. Принцип выбора весовых коэффициентов может быть различен, некоторые способы выбора приведены в работах [1...3].

Основным недостатком алгоритмов, основанных на весовом суммировании исходных изображений, является потеря контрастности, которая наблюдается в некоторых специфических ситуациях. Такие ситуации возникают, например, при комплексировании телевизионного и тепловизионного изображений, когда холодные объекты отражают больше видимого света, чем нагретые. Если в ходе применения системы улучшенного видения преимущественно наблюдается описанная ситуация, одно из исходных изображений инвертируют [4]. Однако, потеря контрастности в этом случае наблюдается в обратной ситуации.

Для решения данной проблемы предложена модификация алгоритма весового суммирования изображений различных спектральных диапазонов. Принцип данной модификации заключается в автоматическом определении каналов, изображения которых требуется инвертировать, а также необходимости таких инверсий. При этом одно из исходных изображений считается опорным и не инвертируется, а решение об инвертировании того или иного из оставшихся изображений принимается на основе разностного сопоставления с опорным изображением.

Экспериментальные исследования показали, что в описанных ситуациях контрастность уменьшается до 3 раз при комплексировании без использования предлагаемой модификации, а с автоматическим инвертированием изображения одного из каналов – не более чем на 22 %.

Библиографический список

1. Инсаров, В.В. Проблемы построения систем технического зрения, использующих комплексирование информационных каналов различных спектральных диапазонов / В.В. Инсаров, С. В. Тихонова, И. И. Михайлов. // Информационные технологии. – 2014. – № 3 (приложение). – С. 1-32.
2. Кириллов, С.Н. Алгоритмы формирования телевизионного изображения улучшенного качества для дистанционного управления робототехническими комплексами / С. Н. Кириллов, П. С. Покровский, А. А. Бауков, П. Н. Сконников // Радиотехника. – 2019.– Т.83.– № 5(II) .– С. 205-214.
3. Kirillov, S.N. Multispectral image processing algorithms for enhanced vision systems in the Arctic / S.N. Kirillov, P.S. Pokrovskij, A.A. Baukov, P.N. Skonnikov // 4th International Scientific Conference "Arctic: History and Modernity". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Saint Petersburg: IOP Publishing, 2019. – Vol. 302. – No. 1.– P. 1-8.
4. Зотин, А. Г. Улучшение визуального качества изображений, полученных в сложных условиях освещенности на основе инфракрасных данных / А. Г. Зотин, А. И. Пахирка, М. В. Дамов, Е. И. Савчина // Программные продукты и системы. – 2016. – Т. 29. – № 3. – С. 109-120.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОМЕХ НА РАДИОСИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ OFDM

А.И.Устинова

Научный руководитель – к.т.н., Лисничук А.А.

**Рязанский государственный радиотехнический университет им.
В.Ф. Уткина**

Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением (OFDM) привлекло внимание к технологии радиопередачи мобильных систем следующего поколения благодаря своим преимуществам, включая устойчивость к многолучевым замираниям и возможность адаптивного выбора вида модуляции на поднесущих [1]. Однако в полностью загруженном диапазоне частот имеет место быть высокая вероятность воздействия структурных помех (СП или Co-Channel Interference (CCI)).

Структурные помехи являются следствием большой загруженности сети и огромного количества абонентов в одной зоне. Большинство СП возникают, когда несколько сетей перекрываются и вызывают конфликт каналов. Особенность СП заключается в том, что ее параметры могут частично или полностью совпадать с параметрами принимаемого сигнала, что затрудняет выделение полезного сигнала в приемной части.

Для анализа вероятности битовой ошибки OFDM системы связи в пакете программ MATLAB разработана компьютерная модель, которая осуществляет передачу и прием OFDM сигналов и включает в себя

- формирование OFDM символов;
- добавление аддитивного белого гауссовского шума;
- добавление структурной помехи в виде аналогичного OFDM сигнала;
- обработку OFDM символов;
- обработку полученных результатов, заключающуюся в расчете вероятности битовой ошибки (P_b) для различных значений E_b/N_0 .

На основе разработанной компьютерной модели для параметров, представленных в таблице 1, получены зависимости P_b от E_b/N_0 и E_b/N_{SI} , представленных на рисунке 1 а) и 1 б) соответственно.

Таблица 1 – Параметры компьютерной модели

Параметр	Значение
Вид модуляции	QAM-16
N_{FFT}	1024
Длина защитного интервала	256
Количество виртуальных поднесущих частот	256
Количество ошибочно принятых бит	Не менее 100 для каждой точки графика BER

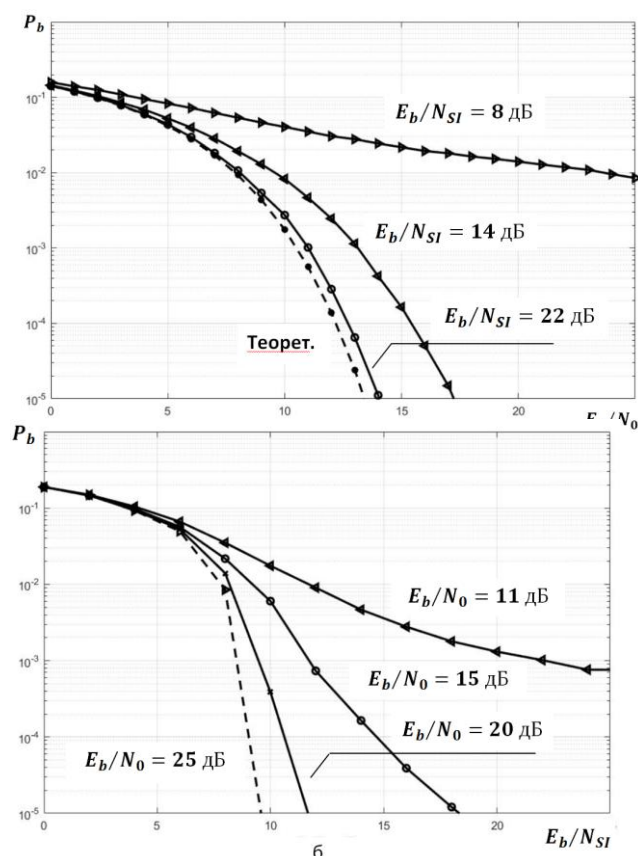


Рисунок 5- а) Зависимость вероятности битовой ошибки от E_b/N_0 (дБ)

б) Зависимость вероятности битовой ошибки от E_b/N_{SI} (дБ)

На приведенном рисунке:

- P_b – вероятность битовой ошибки;
- E_b/N_0 – отношение энергии бита к спектральной плотности мощности шума;
- E_b/N_{SI} – отношение энергии бита к спектральной плотности мощности помехи.

На рисунке 1 а) пунктирной линией обозначено теоретическое значение [2] зависимости P_b от E_b/N_0 . При $E_b/N_{SI} = 100$ дБ зависимость P_b на графике не приведена, так как совпадает с теоретическим значением, при $E_b/N_{SI} = 22$ дБ приводит к увеличению порогового значения E_b/N_0 на 0,6 дБ, при $E_b/N_{SI} = 14$ дБ – к увеличению E_b/N_0 на 3,6 дБ, а при $E_b/N_{SI} = 8$ дБ отношение $E_b/N_0 \rightarrow \infty$.

Аналогичное описание можно привести к рисунку б), пунктирной линией обозначено теоретическое значение [2] зависимости P_b от E_b/N_{SI} . Далее при увеличении мощности шума увеличивается E_b/N_{SI} соответственно на 1дБ, на 8 дБ и до значения $E_b/N_{SI} \rightarrow \infty$.

Из анализа приведенных рассуждений видно, что СП оказывает взаимное влияние на принимаемый сигнал. Представленные зависимости вероятности битовой ошибки подтверждают актуальность рассматриваемой задачи и целесообразности разработки алгоритма адаптации сигналов с OFDM при воздействии структурных помех.

Библиографический список

1. Cho Y.S., Kim J., Yang W.Y., Kang C.G. MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB. – Singapore: Wiley-IEEE Press, 2010. – 544 p.

2. Скляр Б. Цифровая связь Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е испр.: – Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1104 с.

ФАЗОВЫЙ ЦИРКУЛЯТОР СВЧ-ЧАСТИ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

А.Д. Семин

Научный руководитель – Аронов Л.В., ст. преподаватель

**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина**

Неотъемлемой частью каждой радиолокационной станции является система приема и передачи сигнала. В данной статье рассмотрим работу фазового циркулятора приемно-передающего тракта станции.

Это устройство обеспечивает передачу сигнала высокой мощности от передатчика к антенне, а сигнала низкого уровня мощности от антенны к приёмнику с минимальными потерями, развязку каналов 1–3 для защиты приёмника от проникающего сигнала передатчика (рисунок 1) [1].

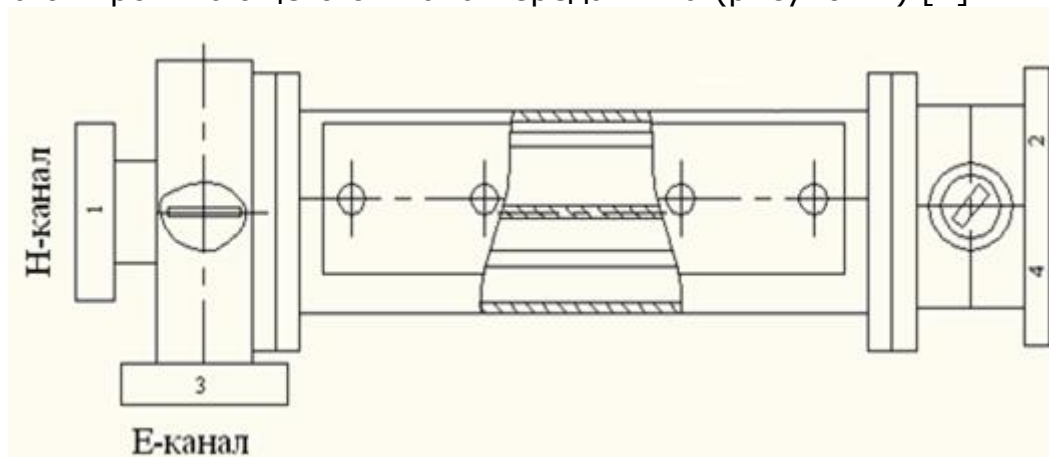


Рисунок 1 - Фазовый циркулятор

Фазовый циркулятор состоит из трех функциональных элементов: двойного свернутого тройника, фазовой секции и щелевого моста.

Работа фазового циркулятора может быть охарактеризована следующим образом [2]:

Сигнал Р, пришедший от передатчика в канал 1 циркулятора делится в тройнике пополам синфазно между двумя параллельными каналами фазовой секции.

Фазовая секция, состоящая из двух параллельно включенных невзаимных фазовращателей (волноводов с намагниченными ферритовыми пластинами) обеспечивает сдвиг по фазе между, проходящими по ним, сигналами $+90^\circ$ (синфазными на их входе). Допустим на выходе волновода А фаза $+90^\circ$, а на выходе волновода В – 0° .

Щелевой мост при возбуждении сигнала с одного из каналов обеспечивает деление мощности пополам между противоположными каналами с опережением фазы на $+90^\circ$ в диагональном канале.

Сигнал из волновода А поступает на выход щелевого моста в канал 2 с фазой $+90^\circ$, в канал 4 с фазой $+180^\circ$. Сигнал из волновода В поступает в канал 2 с фазой $+90^\circ$, в канал 4 с фазой 0° .

В результате в канале 2 сигналы складываются, в канале 4 сигналы вычитаются, т.е. обеспечивается передача сигнала Р из канала 1 циркулятора в канал 2 (с потерями α_{1-2}).

При движении в противоположном направлении от антенны к приёмнику (канал 2 $\rightarrow$ канал 3) сигнал, поданный в канал 2 щелевого моста, делится пополам, причём на вход волновода А фазовой секции поступает с фазой 0° , а на вход волновода В – с фазой $+90^\circ$.

При движении сигнала справа налево в фазовой секции вносимый сдвиг фазы противоположного направления, т.е. сигнал в волноводе А проходит без изменения фазы, в волноводе В приобретает дополнительный сдвиг $+90^\circ$. Таким образом в параллельные каналы тройника сигналы из волноводов А и В приходят в противофазе и возбуждают в сдвоенном сечении тройника волну H_{20} , возбуждающую канал 3, при этом канал 1 для волны H_{20} заперделен (развязан).

Таким образом, обеспечивается передача сигнала от антенны к приёмнику.

Сигнал, отражённый от входа приёмника (в режиме излучения), поступает в канал 3 циркулятора возбуждает волну H_{20} в сдвоенном сечении тройника. На входе волновода А фазовой секции сигнал имеет фазу 0° , на входе волновода В – фазу $+180^\circ$. После прохождения фазовой секции в волноводе А приобретается дополнительная фаза $+90^\circ$. На выходе фазовой секции сигнал в волноводе А имеет фазу $+90^\circ$, в канале 2 фаза $+90^\circ$, в канале 4 фаза $+180^\circ$. На выходе фазовой секции в волноводе В сигнал имеет фазу $+180^\circ$, по прохождении щелевого моста делится пополам, в канале 2 фаза $+270^\circ$, в канале 4 фаза $+180^\circ$.

Сигналы в канале 2 противофазны – вычитаются, в канале 4 синфазны – складываются. Таким образом, обеспечивается передача сигнала из канала 3 в канал 4 [3].

В волноводном тракте к каналу 4 циркулятора подключается нагрузка, в которую попадает сигнал, отражённый от разрядника, защищающего приёмник от проникающего сигнала передатчика.

Таким образом, исследовав работу фазового циркулятора, мы получили, что с помощью этого устройства можно обеспечивать передачу необходимого нам сигнала. Убедились, что циркуляторы можно использовать в режиме вентилей для защиты передатчика от отражений волноводного тракта.

Библиографический список

1. Д.И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, В. М. Максимов, Л. И. Пономарев Антенны и устройства СВЧ – М: Радиотехника, 2006. – 376 с.
2. Мейнке Х., Гудлах Ф.В. Радиотехнический справочник, т.1 – Государственное энергетическое издательство, 1960. – 417 с.
3. Карбовский С.Б., Шахгеданов В.Н. Ферритовые циркуляторы и вентили - М.: Советское радио, 1970г. – 72 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Д.Ю. Мамушев

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», г. Рязань

Речевой сигнал (РС) используется для выявления наличия или отсутствия заболеваний речевого тракта (РТ). При этом важно иметь возможность предварительной, дистанционной неинвазивной оценки состояния РТ обследуемого на основе параметров РС на выходе каналов передачи информации (КПИ).

Цель работы – исследовать влияние изменений параметров РС на выходе КПИ для определения наличия и отсутствия заболеваний РТ.

Диагностическая способность исследовалась для отдельно используемых параметров РС на основе методов статистической проверки гипотез [1] путем вычисления вероятностей ошибок 1 - рода P_α и 2 - рода P_β , при сравнении выборок параметров РС в случае наличия и отсутствия заболеваний РТ, составлявших 4,5 – 11 % без использования КПИ.

Так же диагностическая способность исследовалась для совокупности параметров РС на основе метода группового учета аргументов (МГУА) [2].

Применение МГУА для оценки диагностической способности параметров РС состоит в учете влияния совокупности параметров РС на принятие решения о конкретном диагнозе заболевания РТ путем определения вклада каждого параметра РС на основании значений коэффициентов модели, использующей явные зависимости диагноза заболевания от параметров РС.

Выборки параметров РС сформированы из групп дикторов, поступавших на операционное лечение в лор-отделение Государственного бюджетного учреждения «Областная клиническая больница им. Н.А. Семашко», г. Рязань (ГБУ РО «ОКБ им. Н.А. Семашко») [2].

В формировании выборок приняли участие 294 пациента (167 мужчин и 127 женщин). Возраст испытуемых находился в пределах от 18 до 75 лет. Речевая база дикторов, не имевших клинически диагностированных заболеваний ВДП, определяющая контрольную выборку включала 499 человек, 282 мужчин и 217 женщин.

Рассматривались наиболее широко применяемые в сотовой связи кодеки РС для КПИ: AMR-NB, AMR-WB (G.722.2), CELP (G.728), G.723.1, ADPCM (G.726), обеспечивающие скорости передачи РС в потоке данных от 4,47 до 48 кбит/с для широкополосных сетей стандартов 2G, 3G, 4G [3].

Исследовалась диагностическая способность параметров РС следующих групп [2]: параметры частоты основного тона; параметры формантных частот; энергетические характеристики РС; коэффициенты линейного предсказания; мел-частотные кепстральные коэффициенты; параметры нелинейной модели РС [4], позволяющей анализировать параметры РС, как во временной, так и спектральной областях.

Исследования показали увеличение ошибок 1-ого и 2-ого рода на 7,4 – 12,7 % для кодеков AMR-NB CELP, G.723.1, а для кодеков AMR-WB, ADPCM - на 5,5 – 8,5 %. и соответственно ухудшение диагностической способности параметров при прохождении РС через КПИ. Для уменьшения ошибок 1-ого и

2-ого рода возможна коррекция амплитудно - частотных характеристик кодеков речи.

Библиографический список

1. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука. 1969. 512 с.
2. Кириллов С.Н, Мамушев Д.Ю. Дистанционное диагностирование заболеваний верхних дыхательных путей на основе анализа параметров речевого сигнала. «Биомедицинская Радиоэлектроника», Т. 23. № 3. 2020. С. 68–74.
3. Речевые кодеки. [Электронный ресурс]: Retrieved from <http://celnet.ru/vocod.php> 04.04.20.
4. Кириллов С.Н Мамушев Д.Ю. Хахулин С.С., Распознавание и идентификация речевых команд на основе нелинейной модели голоса диктора // Сб. тр. XVIII сессии Российского акустического общества. 2006. С. 55-57.

АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА ПО ПРОРЕЖЕННЫМ ОТСЧЕТАМ СИГНАЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНОЙ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА

В.Т. Дмитриев, В.А. Дынькова

**Рязанский государственный радиотехнический
университет им. В. Ф. Уткина**

В настоящее время при разработке телекоммуникационных систем все чаще используются алгоритмы на основе представления Хургина-Яковлева, которое заключается в представлении сигнала в виде отчетов самого сигнала и его производных. Такой подход позволяет улучшить помехоустойчивость восстановленного сигнала, а также даёт возможность ускорения обработки сигнала за счет её распараллеливания.

Из-за наличия ошибок и задержек в канале связи возможна потеря не только отдельных отсчётов сигнала, но и потеря целых пакетов. В настоящее время при потере пакетов используют алгоритмы интерполяции отдельных отсчетов и целых пакетов или замена потерянных пакетов комфортным шумом.

При кодировании и передаче речевых сигналов согласно представлению Хургина-Яковлева возможно передавать отсчеты сигнала и производной в виде отдельных пакетов, разделенных определенным временным интервалом. При этом длительность временного интервала определяется задержкой речевого сигнала. Также возможна передача пакетов сигнала и его производной по отдельным каналам.

Представление Хургина-Яковлева, позволяет использовать N первых производных сигнала, а следовательно, допускает разделение передаваемого сигнала на N пакетов и каналов. Также использование производных с порядком, выше первого, позволяет в несколько раз ускорить обработку за счет распараллеливания обработки.

При отдельной передаче пакетов с отсчётами сигнала и производных возможно восстановление потерянных отсчетов производной по отсчетам сигнала и отсчетов сигнала по отсчетам производной.

Для восстановления сигнала требуется точное значение производной, но на практике расчёт производной сопровождается некоторой ошибкой, что не позволяет использовать разложения высокого порядка. Для решения этой проблемы можно использовать повторное разложение в каналах сигнала и производных, с использованием разложения низких порядков.

Также применение разложения высокого порядка осложняется тем, что при прореживании сигнала искажается. Для борьбы с этими искажениями требуется либо уменьшать ширину спектра передаваемого сигнала, что негативно сказывается на качестве восстанавливаемого сигнала, либо повышать частоту дискретизации, что увеличивает вычислительные затраты на реализацию системы.

В работе исследуется возможность восстановления потерянного пакета с отсчетами производной на приемной стороне в схеме с использованием одной производной. Рассмотренный алгоритм также можно применять для расчёта производных более высокого порядка.

В таблице 1 приведены СКО между сигналом восстановленным с использованием производной, рассчитанной по исходным отсчетам сигнала и по прореженным при использовании различных алгоритмов расчета производной, а также ОСШ для исходного сигнала и вносимого шума.

Таблица 1. Результат исследования

Алгоритм вычисления производной	СКО	ОСШ
В частотной области	5,01E-05	15,03711
Полиномиальный	4,97E-05	15,07285
Ряд Фурье 2 гармоники	5,40E-05	14,71248
Ряд Фурье 4 гармоники	5,02E-05	15,0228
Ряд Фурье 6 гармоники	4,95E-05	15,08232
Ряд Фурье 8 гармоники	4,97E-05	15,07248
Ряд Фурье 10 гармоник	4,96E-05	15,07755
Конечно-разностный	4,99E-05	15,05404

В результате проведенных исследований показано, что вносимая ошибка слабо зависит от алгоритма расчета производной. Качество восстановленной речи при использовании данного алгоритма на основе представления Хургина-Яковлева при N=2 составит 3,5 балла согласно ГОСТ Р 50840-95.

Библиографический список

1. Бахурин С.А., Дмитриев В.Т. Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах // Вестник РГРТА. – 2003. – Вып.13. – С.32-35.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева // Радиотехника. – 2003. – №1. – С. 73-75.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ЗОНДИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКИХ ЛОКАТОРОВ

Е.В. Васильев, А.А. Степанов

Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина

В докладе рассматривается проблема выбора основных параметров зондирующего акустического сигнала, имеющего внутриимпульсную линейно-частотную модуляцию (ЛЧМ). Основной задачей при этом является увеличение разрешения по дальности, которое в исследуемом акустическом локаторе достигается за счет сжатия на приемной стороне отраженных от препятствий ЛЧМ-импульсов. Сжатие отраженных импульсов осуществляется за счет их обработки в цифровом согласованном фильтре, импульсная характеристика которого является зеркальной копией отсчетов зондирующего сигнала. Результаты исследований, представленные в настоящей работе, были получены путем моделирования в пакете MATLAB процессов формирования зондирующего ЛЧМ-импульса, искажения его АЧХ в широкополосном акустическом излучателе и цифровой согласованной фильтрации отраженных импульсов.

Для достижения максимального разрешения по дальности необходимо обеспечить минимизацию уровня боковых лепестков сжатого импульса, который зависит от особенностей формирования зондирующего импульса, его искажений при излучении и параметров согласованного фильтра на приемной стороне локатора. В работе исследовалось подавление боковых лепестков в зависимости от длительности импульса и соотношения максимальной и минимальной частот в зондирующем импульсе (рисунок 1), с учетом практически достижимых максимальных частот широкополосных электродинамических излучателей, выпускаемых промышленностью, а также особенностей АЧХ таких излучателей в области верхних частот.

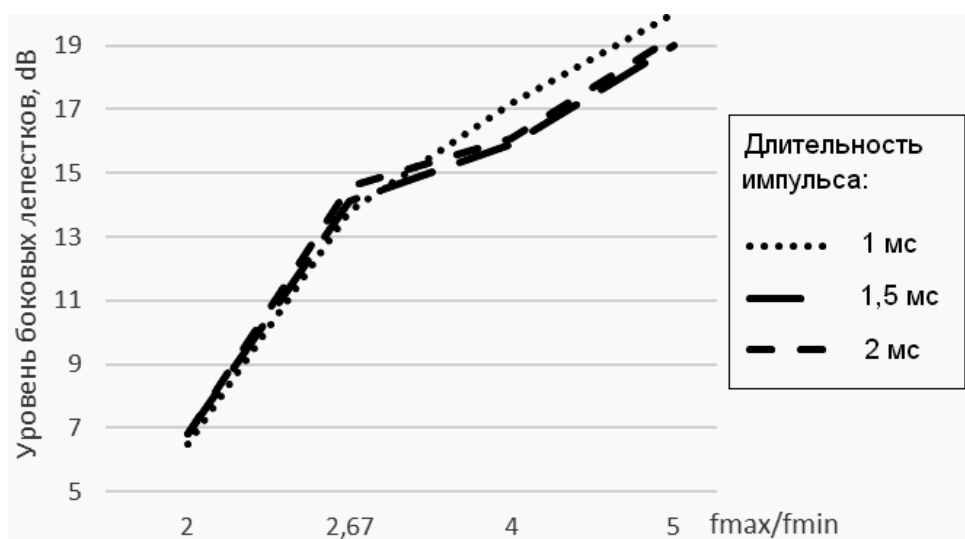


Рисунок 1 - Зависимость подавления боковых лепестков от параметров зондирующего импульса

Полученные результаты позволяют выбирать параметры зондирующего импульса акустического локатора для улучшения разрешения по дальности с учетом особенностей его искажений в электродинамическом излучателе.

Библиографический список

1. Васильев Е.В., Тимофеев М.И. Акустический локатор с высоким разрешением по дальности // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 53. С. 17-21.
2. Васильев Е.В., Степанов А.А.. Применение широкополосных зондирующих сигналов в акустических локаторах // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. 2019. Том 1. С. 123-124.

**РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ MELP
С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ**

Ю.О.Мартышина

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., к-т техн.наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет им
В.Ф.Уткина**

Целью данной работы является разработка модификации кодека MELP. Кодек MELP – это линейный предсказатель со смешанным многоимпульсным возбуждением. Вокодер со смешанным возбуждением с линейным предсказанием является одним из наиболее узнаваемых и широко используемых методов кодирования речи из-за его качества речи, степени сжатия и устойчивости к неблагоприятным условиям работы, таким как окружающие шумы или несовершенные каналы передачи - желаемое требование для военных и специальных приложений [1].

Для ее создания в работе подробно изучены различные виды низкоскоростные кодеры, сама структура и стандарты кодека MELP. Также подробно изучена и рассмотрена устойчивость кодеков к акустическим шумам и помехам в канале связи.

В процессе выполнения данной работы были рассмотрены и проанализированы алгоритмы кодеков и адаптация их к акустической обстановке. Проведено исследование алгоритма кодирования речевых сигналов MELP (Mixed Excitation Linear Prediction в пер. с англ. - Линейное предсказание со смешанным возбуждением). Показано, что данный вокодер обладает возможностями дальнейшей модернизации с точки зрения снижения скорости кодирования при незначительном изменении качества восстановленной речи на выходе кодека.

Проведены исследования модификаций данного кодека при воздействии ошибок в канале связи. Показано, что при ОСШ 0 дБ шумы оказывают минимальное воздействие, поэтому можно считать не только теоретически, но и экспериментально исследуемый кодек устойчив к шумам.

В результате экспериментальных исследований были выявлены зависимости качества сигнала и скорости на выходе от различных параметров данного кодека и его модификаций под воздействием различных видов акустических шумов при разных отношениях сигнал-шум.

На основании экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы: вокодер MELP-1200 обладает разборчивостью синтезированной речи близки вокодера MELP-2400 и может использоваться в каналах с пропускной

способностью 1200 бит / с. С битовыми ошибками в канале более 1% вокодер MELP_C-2400 обеспечивает значительно лучшее качество синтезированной речи.

Библиографический список

1. Мищенко В. Н. Системы подвижной радиосвязи и радиоопределения. – 2016.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТРИЦЫ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ СИСТЕМЫ MASSIVE MIMO

А.Э. Яковлев

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Massive MIMO – одна из новейших технологий беспроводной связи, которая в последние годы привлекла большой интерес исследователей и разработчиков систем передачи информации. Технология Massive MIMO подразумевает применение большого количества, от десятков до сотен антенн на базовой станции. Для сравнения, стандарт LTE допускает не более 8 антенн на базовой станции. На практике, это базовая станция позволяет обслуживать несколько пользователей с малым числом антенн в одном частотно-временном слоте [1]. Актуальность применения технологии Massive MIMO обуславливается значительным повышением производительности системы передачи информации, надежности связи, спектральной эффективности, а также дает возможность уменьшить внутриканальные помехи между пользователями, обслуживаемыми в одном и том же частотно-временном ресурсе [1].

Целью данной работы является разработка инструмента для моделирования и вычисления значения эргодической пропускной способности при наличии корреляции между каналами при различных пространственных структурах антенной системы и рассеивателей среды распространения.

Для разработки данного инструмента использована программная среда MATLAB. Исходными данными для моделирования являются функции углового спектра рассеивателей в окрестности приемной и передающей антенных систем $\rho(\theta)$, определяющие пространственные структуры антенных систем приемной и передающей сторон, количество антенн N_{TX}, N_{RX} и их координаты x_m, x_n , отношение сигнал-шум.

Для получения матрицы канальных коэффициентов необходимо определить корреляцию сигналов в элементах антенной системы, используя выражение:

$$r_{mn} = \int_0^{2\pi} \rho(\theta) e^{j \frac{2\pi}{\lambda} [(x_m - x_n) \sin(\theta)]} d\theta, \quad m, n = 1, \dots, N_{TX} (N_{RX}).$$

Используя встроенную в MatLab функцию кронекерова произведения матриц, рассчитаем матрицу корреляции канальных коэффициентов [2]:

$$\underline{\mathbf{R}}_{\text{MIMO}} = \underline{\mathbf{R}}_{\text{BS}} \otimes \underline{\mathbf{R}}_{\text{MS}} = \begin{bmatrix} r_{\text{BS1}1} \underline{\mathbf{R}}_{\text{MS}} & \text{K} & r_{\text{BS1}N_{\text{TX}}} \underline{\mathbf{R}}_{\text{MS}} \\ \text{K} & \text{K} & \text{K} \\ r_{\text{BSN}_{\text{TX}}1} \underline{\mathbf{R}}_{\text{MS}} & \text{K} & r_{\text{BSN}_{\text{TX}}N_{\text{TX}}} \underline{\mathbf{R}}_{\text{MS}} \end{bmatrix}.$$

Для получения необходимой корреляции матрица канальных коэффициентов формируется уравнением [2]:

$$\underline{\mathbf{H}} = \underline{\mathbf{C}} \underline{\mathbf{V}},$$

где $\underline{\mathbf{V}} = \begin{bmatrix} v_1 & \text{K} & v_{N_{\text{TX}}N_{\text{RX}}} \end{bmatrix}^T$ – вектор независимых комплексных гауссовских чисел с $\overline{|v_{ij}|^2} = 1$, матрица $\underline{\mathbf{C}}$ получается в результате факторизации по Холецкому корреляционной матрицы канальных коэффициентов $\underline{\mathbf{R}}_{\text{MIMO}} = \underline{\mathbf{C}} \underline{\mathbf{C}}^H$.

С использованием сформированной матрицы $\underline{\mathbf{H}}$ рассчитаны зависимости пропускной способности системы Massive MIMO от количества антенн, их пространственного расположения, построены гистограммы распределения пропускной способности в зависимости от форму углового спектра. Установлено, что технология Massive MIMO позволяет эффективно согласовать пространственную структуру антенных систем с соответствующими угловыми спектрами.

Библиографический список

1. Xiang Gao, Ove Edfors, Fredrik Rusek, Fredrik Tufvesson. Massive MIMO performance evaluation based on measured propagation data // IEEE Transactions on wireless communication, v.14, no. 7, 2015, pp. 3899-3911.
2. Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы. — М.: Горячая линия - Телеком, 2014. — 242 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ЗАРЕЗЕРВИРОВАННЫХ ТОНОВ OFDM-СИГНАЛА

А.В. Батищев, А.А. Лисничук

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., профессор каф. РУС

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Цель данной работы состоит в разработке алгоритма определения оптимального размещения зарезервированных тонов OFDM-сигнала с точки зрения снижения пик-фактора (ПФ). Актуальность работы заключается в том, что OFDM-сигналы обладают высоким ПФ, при этом OFDM-сигналы являются наиболее используемыми в современных коммерческих системах связи (применяется в таких стандартах связи как Wi-Fi, LTE, DVB-T2) [1]–[3]. Высокое значение ПФ является существенным недостатком радиосистем передачи информации ввиду нелинейных искажений и низкого КПД в усилителе мощности. Для устранения данного недостатка разработаны различные эффективные подходы снижения ПФ OFDM-сигналов [4], одним из которых является технология резервации тонов (TR – Tone Reservation).

Данный алгоритм получил широкое распространение, в частности используется в стандарте цифрового телевидения DVB-T2.

Идея технологии TR заключается в том, часть поднесущих (т.е. зарезервированные тона) OFDM-системы используется для создания корректирующего сигнала, который при сложении с исходным дает снижение ПФ суммарного радиосигнала [4], [5]. Также очевидно, что передача полезной информации в полосе частот, используемой для резервации тонов, не осуществляется.

Значительным недостатком метода TR является зависимость величины уменьшения ПФ от количества зарезервированных тонов и их местоположения в полосе частот OFDM-сигнала [4]. Суммарно, для OFDM-сигнала со 128 поднесущими из которых для алгоритма TR выделено 20% (26 тонов) число возможных сочетаний выбора зарезервированных тонов составляет $C_{128}^{26} \approx 9,95 \cdot 10^{26}$. Ввиду большого количества возможных сочетаний размещения зарезервированных тонов, определение оптимального размещения зарезервированных тонов методом Монте-Карло затруднено.

Алгоритм оптимального выбора зарезервированных тонов OFDM-сигнала при помощи генетического алгоритма. Для поиска оптимального выбора положения зарезервированных тонов OFDM-сигнала можно применить генетический алгоритм (ГА).

ГА – метод оптимизации с элементами адаптации, использующий случайный подбор, комбинирование и вариацию искоемых параметров с применением механизмов, аналогичных естественному отбору в природе; т.е. он сочетает как детерминистический, так и стохастический подходы. ГА обладает робастностью к априорно неопределенным внешним условиям, характерным для задач адаптации; однако в некоторых задачах при неверной настройке может сходиться к локальному экстремуму. Таким образом, ГА не гарантирует точного попадания в глобальный оптимум, но позволяет определить область глобального оптимума при синтезе структуры многопозиционных радиосигналов [6].

Для снижения ПФ реализован алгоритм метода TR, представленный в стандарте DVB-T2. Для работы данного алгоритма необходимо определить количество и установить местоположение зарезервированных тонов OFDM-сигнала, которые будут использованы для снижения пик-фактора. Поэтому, с целью оптимизации снижения ПФ, положение зарезервированных тонов является переменной величиной.

Условия эксперимента:

а) Параметры OFDM-сигнала: 128 поднесущих; вид цифровой модуляции: 64-QAM с нормированной средней мощностью сигнала к созвездия к 1;

б) Параметры ГА: количество особей (особь – одно пробное решение): 26 (20% от 128 поднесущих); размер популяции (набор всех пробных решений): 128 (по количеству поднесущих); максимальное число поколений: 1000;

в) Параметры алгоритма TR: количество итераций (TR_ITERATIONS): 30 [7]; уровень отсечения (V_CLIP): 0,15; допуск (peakTolerance): 0 [7].

При оптимизации получены наборы размещения зарезервированных тонов 1 и 2, см. Рисунок 6.

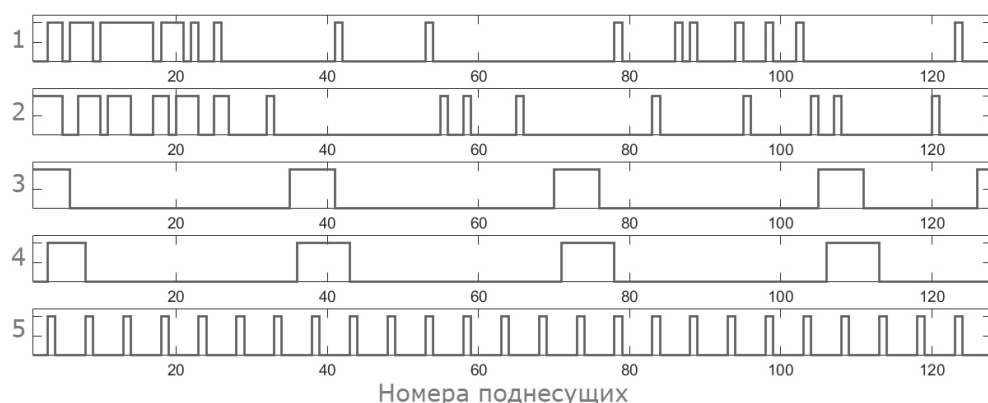


Рисунок 6 — Примеры наборов зарезервированных тонов

Для сравнения также представлены наборы тонов, которые получены эмпирическим путем на основе анализа характеристики CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function – комплементарная кумулятивная функция распределения) различных наборов зарезервированных тонов (наборы 3, 4 и 5).

Для данных наборов получены интегральные характеристики CCDF, см. Рисунок 7.

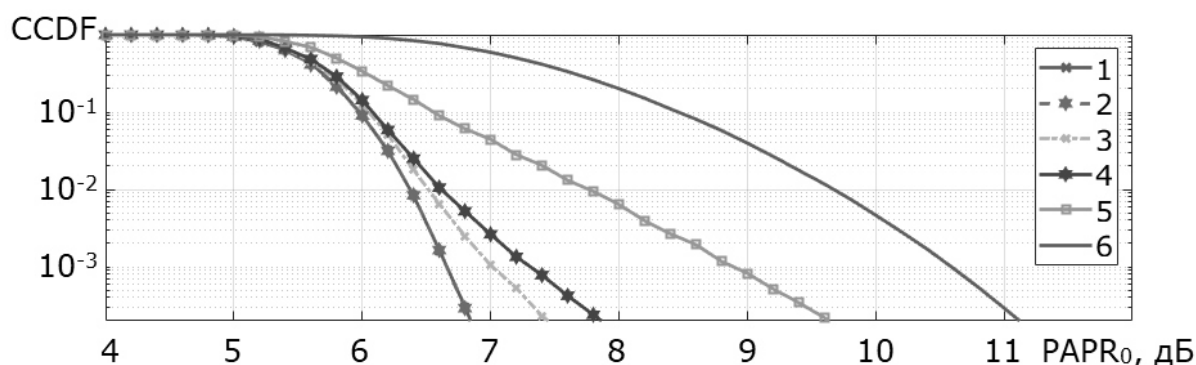


Рисунок 7 — Зависимость интегральных характеристик CCDF от пороговой величины PAPR₀

Здесь: линии 1 и 2 сливаются в одну, линия 6 получена для OFDM-сигнала без снижения ПФ. Линия 6 соответствует теоретической зависимости для 64-QAM сигнала со 128 поднесущими. Также видно, что при помощи ГА расстановка зарезервированных тонов (наборы 1 и 2) позволяет снизить величину CCDF по уровню 10^{-3} на 0,3 дБ по сравнению с набором 3, который получен на основе анализа характеристики CCDF различных наборов зарезервированных тонов эмпирическим путем.

Библиографический список

1. Khorov E. et al. A tutorial on IEEE 802.11 ax high efficiency WLANs //IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2018. – Т. 21. – №. 1. – С. 197-216.
2. Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA): Physical Channels and Modulation Layer (Release 8) //3GPP TS 36.211 V8.9.0 (2009-12).
3. ETSI E. N. 302 755 Digital Video Broadcasting (DVB) //Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2). – 2012. – Т. 1.

4. Tellado J. Multicarrier modulation with low PAR: applications to DSL and wireless. – Springer Science & Business Media, 2006. – Т. 587.
5. Cho Y. S. et al. MIMO-OFDM wireless communications with MATLAB. – John Wiley & Sons, 2010.
6. Кириллов С.Н., Покровский П.С., Лисничук А.А. Многокритериальный синтез четырехпозиционных радиосигналов на основе ансамбля кодовых последовательностей в интересах адаптации радиосистем передачи информации к структурным помехам // Радиотехника. – 2016. – №8. – С. 117-124.
7. DVB-T2 Common Simulation Platform: [Электронный ресурс] // SourceForge URL: <http://dvb-t2-csp.sourceforge.net> (Дата обращения: 12.02.2020).

КОМПЛЕКСНЫЙ АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ПАУЗ В РЕЧЕВОМ СИГНАЛЕ

М.Ю. Гришунькин

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

кандидат технических наук, доцент кафедры РУС

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Важным этапом обработки речевых сигналов (РС) от шумов и помех в телекоммуникационных системах, является их сегментация на основе обнаружения пауз. В современных телекоммуникационных системах для обнаружения пауз в РС используют алгоритмы VAD (Voice Activity Detection).

Известные алгоритмы VAD при воздействии акустическим шумов низко эффективны. Для решения проблемы выделения паузы в РС необходимо применить комплексный алгоритм выделения пауз в РС.

Отдельные критерии в зависимости от ситуации могут быть не эффективны, поэтому при действии акустического шума предложен комплексный алгоритм, который можно описать формулой:

$$K = K_1 A_1 + K_2 A_2 + \dots + K_N A_N,$$

1. где A_N - различные критерии, а KN - нормировочные коэффициенты, значение которых зависит от уровня акустического шума и его вида.

2. Известен ряд критериев наличия паузы в РС:

$$E = \int_{t_0}^{t_1} s^2(t) dt.$$

3. Энергетический критерий определения паузы Энергия речи выше, чем шум, но данное условие не работает при отношениях сигнал-шум, близких к нулю, и резких изменениях.

4. Количество переходов через ноль (ZCR). Это базовая акустическая характеристика, которую можно легко вычислить. Она равна количеству переходов через ноль формы сигнала в данном кадре.

$$5. \quad Z_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} |\operatorname{sgn}[x(m)] - \operatorname{sgn}[x(m-1)]| w(n-m),$$

$$6. \quad \text{где } \operatorname{sgn}[x(n)] = \begin{cases} 1, & x(n) \geq 0 \\ -1, & x(n) \leq 0 \end{cases}, \quad w(n) = \begin{cases} \frac{1}{2N}, & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}.$$

7. Отношение сигнал-шум (ОСШ): $\text{ОСШ} = 10 \lg \frac{\sum_{n=1}^{N_d} x^2(n)}{\sum_{n=1}^{N_d} (x(n)-y(n))^2}$, где $x(n)$ и $y(n)$ – n -е отсчеты исходного и декодированного РС, N_d – количество отсчетов

дискретного РС. ОСШ учитывает общие мощности сигнала и шума на всей длительности испытательного сигнала.

8. Кратковременная энергия сигнала (STE): $E_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [x(m)w(n-m)]^2$. Критерий основан на том, что амплитуда РС зависит от времени. Как правило, амплитуда невокализованных сегментов речи намного ниже амплитуды вокализованных сегментов. Энергия РС обеспечивает представление, которое отражает эти изменения амплитуды.

9. Функция средней величины: $M_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} |x(m)|w(n-m)$. Усреднение по амплитуде применяется редко из-за высокой скорости деградации при уменьшении ОСШ в РС.

10. Мера кратковременной автокорреляции: $R_n(k) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [x(n+m)w'(m)] \cdot [x(n+m+k)w'(k+m)]$. Этот критерий основан на том свойстве, что если говорит один диктор, спектр будет иметь регулярные разнесенные гармонические пики. Если говорят два и более диктора, эта структура будет искажена.

11. Спектральное отклонение мощности. Решение систем детектирования на основе Power Spectral Deviation (PSD) принимается на основе предположения, что PSD вокализованного участка речевого сообщения сосредоточена в низкочастотной части, в то время как в «шумном» окне имеет место более хаотическое распределение частот в спектре.

12. Статистика основного тона. Суть алгоритма состоит в том, что при детектировании на каждом этапе производится поиск положений максимумов спектра, соответствующих гармоникам основного тона (ОТ), по которым оценивается значение частоты ОТ.

13. U-преобразование. Сущность этого алгоритма заключается в формировании многоуровневого (грубо-точного) представления сигнала с помощью фильтров Уолша системы Хармута.

14. Спектральная плоскостность - является мерой, используемой в цифровой обработке сигналов для характеристики звукового спектра, и была введена как мера шумов синусоидальных сигналов. Шум обычно является продолжительным, со звуковой энергией размазанной достаточно плавно в пределах шумового диапазона, в то время как звуки речи, являются менее однородными со стороны частотной структуры.

15. Спектральная энтропия сигнала. Спектральная энтропия определяется путем интерпретирования кратковременного спектра как распределение вероятности одной дискретной случайной величины X и затем вычисления энтропии распределения. Спектральное распределение определяется путем нормализации значений кратковременного спектра: $p_x(f) = \frac{s(f)}{\sum_{k=1}^N s(k)}$, где $s(f)$ это спектральная энергия для частоты f .

16. Энергия Тигера. Энергия Тигера (E_T) также очень часто используется при распознавании тона, детектировании и распознавании речи благодаря своей простоте. Предположим, что РС представлен в виде $x_i = A \cos(\Omega_i + \varphi)$, где A - амплитуда, Ω - цифровая частота, а φ - начальная фаза сигнала. Тогда Энергия Тигера будет вычисляться последующей формуле: $E_T = x_i^2 - x_{i+1} * x_{i-1} = A^2 \sin^2(\Omega) \approx A^2 \Omega^2$.

Показано, что применение данного комплексного алгоритма позволит более точно определять паузы при действии акустических шумов.

Библиографический список

1. Рабинер Л. Р., Шафер Р. В. Цифровая обработка речевых сигналов: пер. с англ. / под ред. М.В. Назарова. Ю.Н. Прохорова. М.: Радио и связь. 1981. 495 с.
2. Симончик К.К. Алгоритм обнаружения речевой активности на основе статистик основного тона в задаче распознавания диктора / Симончик К.К., Галинина О.С., Капустин А.И. // «Научно-технические ведомости СПбГПУ», Издательство Политехнического университета, 2010, №4(103), стр. 18-23.
3. Утробин В.А. Алгоритм выделения вокализованных участков речевого сигнала / Утробин В.А., Гай В.Е. // Информационные технологии Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2012, № 6 (1), с. 175-179.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КОДИРОВАНИЯ АЛАМОУТИ ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕДАЮЩИХ АНТЕНН

В.В. Половинкин

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

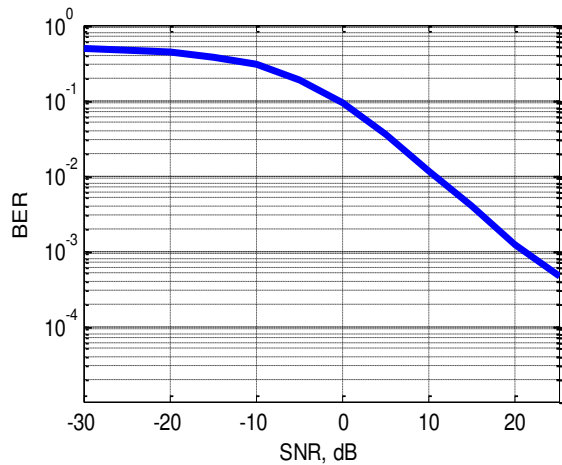
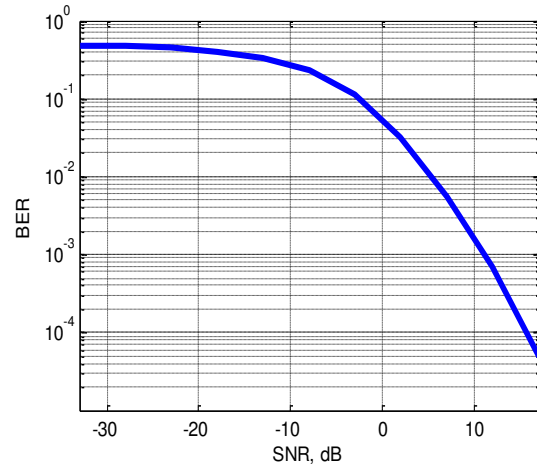
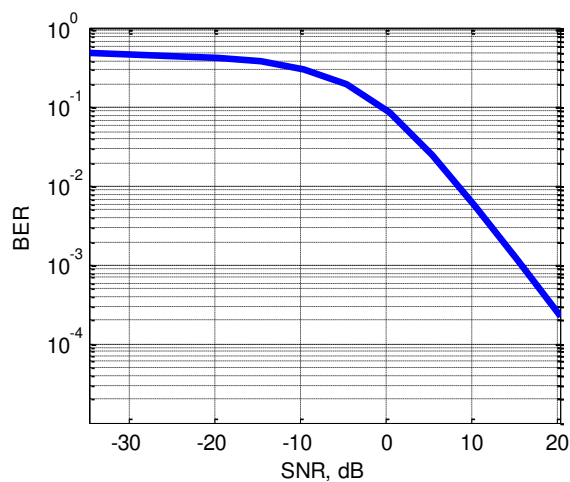
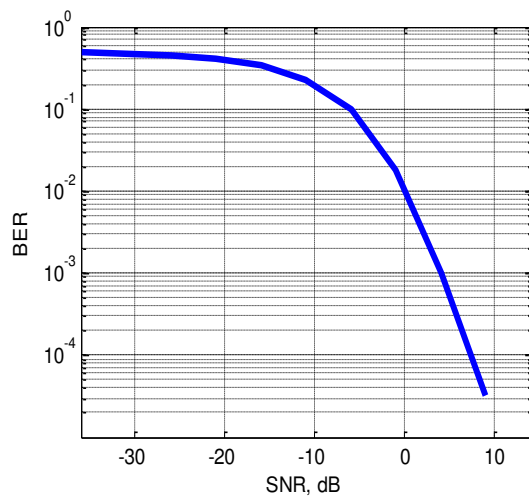
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Пространственно-временное блочное кодирования кодом Аламоути позволяет повысить пропускную способность и помехоустойчивость приёма сигналов в ММО-системах связи, таких как 4G, WI-FI, а также мобильных сетей пятого поколения. Так как требования к скорости передачи непрерывно возрастают, то исследования в области многоантенных систем передачи информации являются актуальными.

Цель работы – исследование эффективности пространственного кодирования Аламоути в случае с числом передающих антенн более двух, проведение моделирования вероятности ошибки от числа передающих антенн при кодировании Аламоути.

В методе пространственного кодирования Аламоути есть возможность использования числа антенн более двух при условии, что у этих антенн будет разнесённый приём. Известно [1], что разнесение на передачу не дает выигрыша в отношении сигнал-шум (ОСШ) при отсутствии информации о векторе канальных коэффициентов на передающей стороне. В данной работе использованы пространственные коды Аламоути, приведенные в [1] для различного числа антенн. На основе этих кодов получены алгоритмы декодирования для числа передающих антенн $N_{tx}=1...4$, при одной приёмной антенне.

Анализ эффективности ММО системы передачи информации увеличение числа передающих антенн совместно с пространственным кодированием и декодированием Аламоути. Все канальные коэффициенты являются независимыми гауссовскими числами. Для моделирование в среде MATLAB разработаны программы, с помощью которых производится оценка вероятности битовой ошибки (BER) при различном числе передающих антенн (N_{tx}), используя при этом только одну приёмную (N_{rx}).

 $N_{rx}=1, N_{tx}=1$  $N_{rx}=1, N_{tx}=2$  $N_{rx}=1, N_{tx}=3$  $N_{rx}=1, N_{tx}=4$

На графиках представлены результаты моделирования зависимостей вероятности битовой ошибки (BER) от отношения сигнал-шум (SNR). При этом полная мощность излучаемая всеми передающими антеннами поддерживалась постоянной. Вероятность ошибки получена усреднением по множеству реализаций канальных коэффициентов и значений передаваемых бит.

Моделирование и построение каждого из графиков выполнено в результате усреднения по 70000 опытов.

В таблице представлены пороговые величины ОСШ для различных значений вероятности битовой ошибки.

Таблица 1. Пороговое значение ОСШ, дБ при различном числе антенн.

Число антенн	$N_{rx}=1,$ $N_{tx}=1$	$N_{rx}=1,$ $N_{tx}=2$	$N_{rx}=1,$ $N_{tx}=3$	$N_{rx}=1,$ $N_{tx}=4$
BER				
10^{-1}	-1	-3	-1	-6
10^{-2}	11	5,5	8	0
10^{-3}	21	11,5	16	4

Установлено, что увеличение числа передающих антенн до 2-х даёт выигрыш 2..9,5 дБ, при 3-х передающих антеннах выигрыш составляет 0...5 дБ в зависимости от требуемого уровня качества. Наибольший выигрыш 16

дБ достигнут при моделировании ММО системы передачи информации с 4-мя передающими антеннами и величине ошибки $BER=10^{-3}$.

Библиографический список

1. Бакулин, М.Г., Варукина В.В., Крейнделин В.Б. Технология ММО: принципы и алгоритмы. - М. : Горячая линия - Телеком, 2014.
2. Зюко А.Г., Фалько А.И., Панфилов И.П., Банкет В.Л., Иващенко П.В. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации Под ред. А.Г. Зюко. — М.: Радио и связь, 1985.

АНАЛИЗ АТМОСФЕРНО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

М.И. Краюшина

Научный руководитель – Лисничук А.А., к.т.н.

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время, в связи с увеличением передаваемых объемов данных, в частности на участке "последней мили", возрастает актуальность применения атмосферных оптических линий связи (АОЛС). Их распространению также способствуют улучшение элементной базы оптических приемо-передатчиков, а также появление и внедрение новых алгоритмов кодирования и обработки сигналов.

Главными составными частями аппаратуры АОЛС являются компоненты, реализующие передачу данных по беспроводному каналу. Остальные подсистемы предназначены исключительно для того, чтобы обеспечить оптимальное функционирование канала и основную функцию оборудования – передачу информации на заданное расстояние с максимальной скоростью, достоверностью и надежностью. Поэтому параметры канала являются определяющими для разработки других частей аппаратуры [0].

Назначение оптического передатчика – формирование сигнала с заданными параметрами модуляции и выходной мощностью. Поскольку в оптическом диапазоне отсутствует проблема электромагнитной совместимости и ограничения на ширину спектра сигнала, то обычно применяется самый простой вид модуляции – кодоимпульсная модуляция. Типовая мощность волоконных передатчиков лежит в диапазоне 0,5-2 мВт. Этого недостаточно для открытых оптических линий передачи информации, поэтому широко применяются оптические усилители. Они бывают полупроводниковыми или волоконно-оптическими.

Приемник может быть выполнен на PIN фотодиоде или на APD фотодиоде. Для диапазона длин волн 1,55 мкм материал, из которого выполняется фотодиод – это InAsGa. Спектральная чувствительность этого материала лежит в диапазоне от 1200 до 1700 нм. [2].

Главной конструктивной особенностью оптического блока является ввод излучения приемного канала через торец оптического многомодового волокна градиентного типа с диаметром сердцевины 62,5 мкм и числовой апертурой NA 0,275. Угол между оптической осью вводимого излучения и оптической осью многомодового волокна должен соответствовать условию,

чтобы конус оптического вводимого излучения находился бы внутри конуса допустимых углов.

Формирование поля излучения происходит с помощью схемы разнесения оптических путей. Оно объединяет одномодовый выход с многомодовым входом оптического излучения, выполненных в виде оптического дуплексера. Его применение позволяет осуществлять приём и передачу световой информации по одной оптической оси. Такое решение существенно упрощает требование к стабильности конструкции в реальных условиях эксплуатации в отличие от систем с разнесёнными приёмниками и передатчиками, в целом уменьшаются габариты и стоимость устройства [3].

Атмосферно оптические линии связи обладают рядом преимуществ и недостатков. Применение АОЛС не требует разрешения на использование частотного диапазона, так как в системе используется инфракрасный диапазон электромагнитного спектра далеко за границей 400 ГГц. Возможность установки связи там, где затруднительно проложить проводную линию. Существующие системы АОЛС обеспечивают высокую пропускную способность и качество цифровой связи при скорости передачи данных до 40 Гбит/с при уровне задержки не более 100 мкс. Скорость и простота развёртывания этих систем связи также являются важным достоинством АОЛС. Наряду с основными преимуществами беспроводных лазерных оптических систем связи хорошо известны и их главные недостатки, например, зависимость канала связи от погодных условий, необходимости обеспечения прямой видимости между излучателем и приёмником, ограничения дальности связи (в пределах нескольких километров) [4].

Таким образом, атмосферно оптические линии связи выгодно отличаются от беспроводной связи в радиодиапазоне. Последняя ограничена перегруженностью и дефицитом частотного диапазона, недостаточной скрытностью, подверженностью помехам, в том числе и преднамеренным и с соседних каналов, повышенным энергопотреблением. Применение АОЛС снимает этот сложный вопрос.

Библиографический список

1. Вишневский В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М., 2003
2. Г.Г. Ишанин, Н.К. Мальцева, Учебное пособие, «Приёмники оптического излучения на внешнем фотоэффекте», ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 2013.
3. А.А. Боев, М.Ю. Керносов, С.Н. Кузнецов, Б.И. Огнев, А.А. Паршин «Беспроводный канал передачи информации со скоростью 40 Гбит/с» ISSN 1995-4565/ Вестник РГРТУ. 2017. №62. с. 44-48 DOI: 10.21667/1995-4565-2017-62-4-44-48
4. Огнев Б.И., Диссертация «Лазерный модуль для беспроводной оптической связи через атмосферу», 2019г., Рязань, РГРТУ.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ КОДЕКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ К ТЕМПУ РЕЧИ

Э.А. Бронникова

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический
университет им. В.Ф. Уткина**

Существующие системы передачи информации для обеспечения наилучшего качества на выходе кодека речевых сигналов (РС) требуют обеспечения нормального темпа речи. Эта проблема особенно актуальна для низкоскоростных кодеков со скоростью передачи ниже 2400 бит/с, таких как Codec2 и других низкоскоростных алгоритмов кодирования РС [1].

Темп речи – скорость произнесения элементов речи. Нормальным темпом согласно ГОСТ Р 50840-95 считается 8 звуков в секунду. В существующих системах передачи РС проблеме ускорения темпа речи не уделяется существенного внимания. Повышенный темп речи является причиной её искажений во многих известных системах первичного кодирования.

Повышение темпа выше 8 звуков в секунду приводит к более высокой скорости изменения параметров РС, следовательно, изменяется период, на котором производится анализ статических характеристик сигнала. В известной литературе он получил название «кадра». Его размер определяется исходя из периода квазистационарности РС, который определяется в интервале от 10 до 32 мс исходя из средних параметров речи. Особенно сильно этот эффект проявляется при повышении в РС границы ускоренного темпа выше 12 звуков в секунду.

Предложен алгоритм адаптации кодека речевых сигналов к темпу речи, который основан на двух процедурах:

1. Исключение пауз между фонемами и отдельными словами с помощью известных алгоритмов VAD, которые составляют до 30% общей длительности речевого сигнала.
2. Замедление речевого сигнала за счет освободившихся временных интервалов.

Показано, что с помощью предложенного метода можно снизить темп речи в 1,3...1,5 раза, что обеспечивает хорошую разборчивость даже при исходном темпе в интервале от 16 до 18 звуков в секунду.

Библиографический список

1. Цифровая обработка и передача речи / Под ред. О.И. Шелухина. – М.: Радио и связь, 2000. – 456 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АДАПТАЦИИ КОДЕКОВ С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ

М.С.Галстян

Научный руководитель - Дмитриев В.Т.
канд.тех.наук, доцент кафедры РУС

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В работе рассматривается ряд проблемных вопросов по исследованию механизмов адаптации ряда кодеков с переменной скоростью. Ниже приведены сравнительные описания основных кодеков.

Поддерживаются различные GSM аудиокодеки / вокодеры. Они были введены в разное время и имеют разный уровень производительности. Хотя некоторые из ранних аудиокодеков не так широко используются в наши дни, они все еще описываются здесь, поскольку они являются частью системы GSM.

Adaptive Multi-Rate, (AMR-NB или GSM-AMR) формат сжатия аудио, оптимизированный для кодирования речи. Речевой кодек AMR состоит из многоскоростного узкополосного речевого кодека, который кодирует узкополосные (200-3400 Гц) сигналы с переменной скоростью передачи битов в диапазоне от 4,75 до 12,2 Кбит/с с высоким качеством, начиная с 7,4 Кбит/с.

AMR был принят в качестве стандартной речи кодек Автор: 3GPP в октябре 1999 года и в настоящее время широко используется в ОСА и сеть UMTS. Он использует адаптация ссылок для выбора одной из восьми различных скоростей передачи данных в зависимости от условий соединения.[2]

Speex —это программное обеспечение с открытым исходным кодом/бесплатное программное обеспечение патентованный формат сжатия звука, предназначенный для речи. Кодек Speex направлен на снижение барьера входа для голосовых приложений предоставляя бесплатную альтернативу дорогим речевым кодекам. Кроме того, Speex хорошо адаптирован к интернет-приложениям и обеспечивает полезные функции, которых нет в большинстве других кодеков. Speex основан на CELP и предназначен для сжатия голоса при скорости передачи данных в битах в диапазоне от 2 до 44 Кбит/ с. Некоторые из функций Speex включают в себя:

- Узкополосное (8кГц), широкополосное (16кГц) и сверхширокополосное (32 кГц) сжатие в одном и том же потоке битов.
- Интенсивность стереокодирования.
- Сокращение потери пакетов.
- Переменная скорость передачи данных (VBR).
- Обнаружение голосовой активности (VAD).
- Прерывистая передача (DTX).
- Порт с фиксированной точкой.
- Акустический эхоподавитель.
- Подавление шума.

Обращаем внимание, что Speex имеет ряд функций, которых нет в других кодеках, такие как интенсивное стереокодирование, интеграция нескольких частот дискретизации в том же битовом потоке (встроенное кодирование) и режим VBR.[1]

Библиографический список

1. Кодек Speex [Электронный ресурс]. URL: m-gen.ru/raznoe-2/speex-a-free-codec-for-free-speech.html (Дата обращения 07.10.2020)
2. Кодек Speex [Электронный ресурс]. URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/Adaptive_Multi-Rate_audio_codec (Дата обращения 04.10.2020)

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОДЕКОВ НА ОСНОВЕ
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА**

И.Р. Боцман, Е.Р. Цирульникова, Н.В. Цуркан

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., к.т.н., доцент.

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Цель данной работы провести исследование воздействия акустических шумов на кодеки, основанные на представлении Хургина-Яковлева.

Существующие системы связи в целом функционируют в условиях действия разнообразных акустических шумов (АШ), которые очень сильно влияют на качество речи на выходе и подавить которые затруднительно. С этой целью возможно применение представления Хургина-Яковлева, обеспечивающего представление речевого сигнала в виде прореженных отсчетов сигнала и его первой производной, при этом обеспечивается выигрыш в качестве восстановленного речевого сигнала до 0,5...1 балла согласно ГОСТ Р 50840-95 [1].

В данной работе использовались первичные кодеки РС на основе представления Хургина-Яковлева: G.723.1 5,3; 6,3 кбит/с; G.726 16; 24; 32; 40 кбит/с; G.729a 8 кбит/с; G.728i 16 кбит/с; ММБЕ 1,2; 2,4 кбит/с; LBRAMR 1; 1,2; 2,4 кбит/с; CELP 6; 8 кбит/с. Для эксперимента проведен анализ ряда АШ различного вида: широкополосные (музыка, самолет, фен), узкополосные (стиральная машина, чайник, двигатель), импульсные (искусственно сгенерированный импульсный шум, поезд). Эксперимент производился при разных отношениях сигнал-шум: (-10дБ, 0дБ, 10дБ, 20дБ, 30дБ).

По результатам исследований определены наилучшие кодеки, обеспечивающие наилучшее качество восстановленного речевого сигнала для каждого вида шума: импульсного, широкополосного и узкополосного. Данные кодеки сведены в таблицы для каждого отношения сигнал-шум (ОСШ) и вида АШ.

Высокоскоростные кодеки:

ОСШ	-10	0	10	20	30
Широкополосный	G726 40 кбит/с	G726 40 кбит/с	G726 40 кбит/с	G726 40 кбит/с	G726 40 кбит/с
Узкополосный	G728i 8 кбит/с	G728i 8 кбит/с	G726 24 кбит/с	G726 40 кбит/с	G726 40 кбит/с
Импульсный	G726 40 кбит/с	G726 24 кбит/с	G726 40 кбит/с	G726 40 кбит/с	G726 40 кбит/с

Среднескоростные кодеки:

ОСШ	-10	0	10	20	30
Широкополосный	G729a 8 кбит/с	ICELP, 8 кбит/с	ICELP, 8 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с
Узкополосный	ICELP, 8 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с	G729a 8 кбит/с
Импульсный	G729a 8 кбит/с	G723.1 5,3 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с	G723.1 6,3 кбит/с

Низкоскоростные кодеки:

ОСШ	-10	0	10	20	30
Широкополосный	LBRAMR, 2,4 кбит/с	MMBE, 1,2 кбит/с	LBRAMR, 2,4 кбит/с	LBRAMR, 2,4 кбит/с	LBRAMR, 2,4 кбит/с
Узкополосный	LBRAMR, 1 кбит/с	LBRAMR, 1,2 кбит/с	MMBE, 2,4 кбит/с	MMBE, 2,4 кбит/с	MMBE, 2,4 кбит/с
Импульсный	LBRAMR, 1,2 кбит/с	LBRAMR, 1 кбит/с	MMBE, 2,4 кбит/с	MMBE, 2,4 кбит/с	MMBE, 2,4 кбит/с

Библиографический список

1. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Устойчивость первичных кодеков речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева к действию акустических шумов.// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. №3 – С.17-25.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОДЕРА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ РАДИОСИГНАЛОВ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

П. С. Писака, К. В. Грибко

Научный руководитель – С. Н. Кириллов

д-р. техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В процессе летных испытаний изделий ракетно-космической техники (РКТ) бортовая система телеметрических измерений (БСТИ) осуществляет формирование и передачу группового телеметрического радиосигнала, содержащего информацию о состоянии установленных на борту объекта систем. Данные радиосигналы регистрируются наземными приемными станциями и подвергаются дальнейшей обработке с целью определения текущего состояния объекта в целом.

При передаче по каналу связи информация может быть искажена за счет воздействия различных мешающих факторов, в том числе естественного и искусственного происхождения. Данная особенность приводит к ошибкам при обработке группового телеметрического сигнала, и, как следствие, к неточности определения состояния изделия РКТ. Отсюда актуальной

представляется задача повышения помехоустойчивости, передаваемой радиосигналами информации.

Одним из способов повышения помехоустойчивости, передаваемой радиосигналами информации, является использование кодеров. Так, в работе [1] рекомендован к применению в космических системах передачи ряд кодеров, среди которых коды с малой плотностью проверок на чётность (LDPC), коды Боуза – Чоудхури – Хоквингема, сверточные коды (CC) и последовательно соединенный сверточный код (SCCC). Отсюда целесообразно решение задачи выбора кодера телеметрического радиосигнала БСТИ изделий РКТ. Данная задача может быть решена за счет применения многокритериального выбора.

В работе выбраны следующие основные показатели качества, характеризующие эффективность применения указанных кодеров: частота ошибок кодового слова, частота необнаруженных ошибок кодовых слов, энергоэффективность передачи радиосигнала, количество вычислительных операций на бит. С целью применения многокритериального выбора осуществлена нормировка данных показателей и выбраны соответствующие весовые коэффициенты.

По результатам проведенного многокритериального выбора установлено, что в космических системах передачи целесообразно применение кодеров LDPC, SCCC, а также CC (7, 1/2), CC (9, 1/2). Дальнейший выбор конкретного вида кодера для телеметрических радиосигналов возможно осуществить на основе параметров отдельно взятой БСТИ, установленной на изделии РКТ.

Библиографический список

1. Next Generation Uplink, Green Book, Issue 1, Consultative Committee for Space Data Systems (CCSDS) Report Concerning Space Data System Standards 230.2-G-1, Jul. 2014.

РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ CELP С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ

Ю. В. Муравьева

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

кандидат техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В настоящее время системы передачи стараются достичь определенного баланса между качеством сигнала и скоростью передачи. Данная проблема исходит из того, что в процессе обработки сигнала происходят сложные преобразования, для реализации которых требуется обеспечить достаточно вычислительные затраты. Данные операции могут создать задержку сигнала или снизить быстродействие.

Использование низкоскоростного способа передачи позволяет сократить избыточность передаваемого речевого сигнала, скорость его передачи и сократить затраты телекоммуникационных предприятий за счет разработки более интеллектуальных систем кодирования. Используя данный подход были разработаны различные способы кодирования. Наиболее популярным в настоящее время является алгоритм кодирования CELP (Code Excited Linear

Prediction – кодирование на основе линейного предсказания и кодового возбуждения). [1]

В данной работе предложена модификация алгоритма кодирования CELP с переменной скоростью передачи на основе адаптации кодека к акустическим шумам.

Проанализировано качество восстановленной речи в зависимости от вида и уровня акустических шумов при изменении параметров кодека. Определены параметры, наиболее сильно влияющие на качество восстановленной речи на выходе декодера для различных акустических шумов. Получены совокупности различных параметров алгоритма кодирования CELP, обеспечивающие максимальное качество восстановленной речи.

Предложена схема адаптации первичного кодека на основе алгоритма CELP к акустическим шумам. Адаптация осуществляется за счет определения вида акустического шума в алгоритме VAD. [2]

Показано, что применение адаптации алгоритма кодирования позволит повысить качество восстановленной речи на 0,5 ...1 балл согласно ГОСТ Р 50840-95 при действии различных акустических шумов с различным отношением сигнал-шум.

Библиографический список

1. Дмитриев В.Т., Беликов В.А. Анализ и выбор алгоритма кодирования речевого сигнала при действии акустических шумов. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Том 1. РГРТУ. 2018. - С. 140-141.

2. Дмитриев В.Т., Беликов В.А. Разработка и исследование модификации алгоритма кодирования речевых сигналов CELP при действии акустических шумов. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ. 2017. – С. 98-99.

СРАВНЕНИЕ БОРТОВЫХ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВИДЕОКОНТРОЛЯ

П.С. Писака, С.О. Алексенко

Научный руководитель – С.Н. Кириллов

д-р. техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Оценка текущего состояния изделия РКТ (ракетно-космической техники) в процессе отработки осуществляется на основе анализа телеметрических радиосигналов, сформированных бортовой системой телеметрических измерений и переданных на наземные приемно-регистрирующие станции для дальнейшей обработки. Полученные по результатам такого анализа количественные показатели обеспечивают соответствующую количественную оценку. Вместе с тем, для инженеров-анализаторов представляет интерес изучение качественных показателей, характеризующих процессы, происходящие за бортом изделия РКТ, например, при летных испытаниях. С этой целью, на объекте устанавливается система видеоконтроля,

представляющая собой совокупность видеокамер и устройства сбора и формирования группового радиотелеметрического сигнала.

Таким образом, в процессе испытаний изделий РКТ осуществляется формирование и передача на наземные приемно-регистрирующие станции следующих типов радиосигналов: радиосигналов бортовой радиотелеметрической системы и радиосигналов бортовой системы видеоконтроля. Выбор структуры кадра для данных радиосигналов обуславливается сложностью изделия РКТ, и может, например, соответствовать структуре кадра бортовой системы телеметрических измерений «Орбита-IV» [1].

Принимая во внимание необходимость приема и обработки радиосигналов бортовой системы видеоконтроля с высокими показателями качества актуальной представляется задача сравнения современных радиотелеметрических систем видеоконтроля в части особенностей формирования радиосигналов с использованием различных критериев. Так, подобное сравнение, может быть проведено на основе применяемых в бортовых системах видеоконтроля методов кодирования и манипуляции радиосигнала.

В работе проведено сравнение радиотелеметрических систем видеоконтроля, характеристики которых представлены в работе [2]. Сравнение основано на анализе используемых видов манипуляции радиосигнала (BPSK и OQPSK) с применением различных методов кодирования (кодирование по методу Рида-Соломона, сверточное кодирование с задающими полиномами $g_1=171$, $g_2=133$ и длиной кода $k=7$). В качестве критерия сравнения выбрано обеспечение минимального значения вероятности битовой ошибки $P_{b.e.}$ при заданном значении среднего отношения сигнал-шум q в канале передачи информации. По результатам проведенного анализа установлено, что применение в бортовой радиотелеметрической системе видеоконтроля манипуляции типа OQPSK и сверточного кодирования с задающими полиномами $g_1=171$, $g_2=133$ и длиной кода $k=7$ обеспечивает достижение значения вероятности битовой ошибки $P_{b.e.}=10^{-4}$ при снижении значения q на 2,6 дБ (с 8,5 до 5,9 дБ) по сравнению с применением манипуляции типа BPSK без кодирования. Таким образом, перспективным направлением представляется создание бортовой радиотелеметрической системы видеоконтроля, использующей манипуляцию типа OQPSK и сверточное кодирование.

Библиографический список

1. Современная телеметрия в теории и на практике. Учебный курс / под ред. Г.И. Козырева. СПб.: Наука и техника, 2007. – 672 с.
2. Вылегжанин К.И. (2016). Бортовая система видеоконтроля для РН «Союз-2» – БСВК. Сборник трудов VIII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий»: 16-18 Oct. 2016 (pp. 446–450). Moscow, Russia: АО «Российские космические системы» (In Russian).

ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ВОЕННОЙ КОГНИТИВНОЙ ИНФОРЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

М.С. Смирнов

Научный руководитель – Буряков А.П.

к-т техн. наук

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассматривается объективный анализ перспектив развития военной связи в области обмена данными и автоматизированных систем управления применительно к военным системам (ВС), а также возможности построения военной когнитивной информационно-телекоммуникационной системы на основе когнитивного радио.

Важнейшей задачей любой системы управления является автоматизация ее процессов с целью повышения эффективности обмена. Чтобы реализовать такую систему потребуется счет комплекс аппаратных и программных средства, а также персонал, который управлял бы разными процессами в рамках технологического процесса. Применительно к вооруженным силам (ВС), процесс взаимодействия автоматизированных систем должен иметь четко выраженную структуру со своими подуровнями, каждая из которых бы отражала свою задачу по обеспечению обмена данными. Например, из открытых источников, в системе обмена данными в морском флоте ВС РФ, выделяют три иерархических подуровня: магистральный, зональный и абонентский. Каждый из уровней связан между собой высокоскоростными каналами передачи данных и согласован со стандартами и правилами обработки сообщений. Таким образом, разбитая на каждые элементы (подуровни) система, может эффективно взаимодействовать между собой и оперативно выполнять задачи управления войсками.

Военная когнитивная система является основным звеном, который обеспечивает интеграцию других военных подсистем, которые обеспечивали бы интеллектуализацию военного пространства и оказывали бы ключевое влияние на ход и исход любого вооруженного конфликта. Данная система должна иметь стратифицированное представление, представленная на рис. 1 [1].

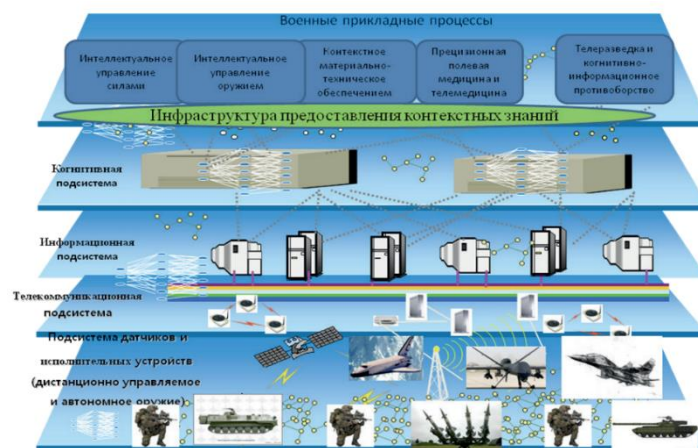


Рисунок 1. Стратифицированное представление когнитивной
инфотелекоммуникационной системы

Данные страты отражают подсистемы пользователей и встроенные сети датчиков, а также отображают сетевые устройства, сбор данных и структуризацию информации. Это необходимо для того, чтобы преобразовать их для процесса выработки решения с целью выполнить различного рода задачи на основе уже сформированных знаний. Проводится анализ и принимается решение на формирование команд управления.

В настоящее время развитие когнитивных информационных сетей является основой развития экономики, индустриально-промышленного комплекса и общества в целом.

Библиографический список

1. Малыгин И.Г., Комашинский В.И. От военной системы связи к военной когнитивной информационно-телекоммуникационной системе: журнал «Современные информационные технологии и IT-образование». – М: «Лига Интернет-медиа», 2018. – 633-638 с.

Секция 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ

Н.Н. Киндрук

Научный руководитель – Пискун Г.А.

канд. техн. Наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Стандарты ЭМС для конкретного типа оборудования включают ограничения для уровней промышленных радиопомех, методы испытаний и стандарты для испытательного оборудования. Требования могут быть разными, например, к медицинскому и автомобильному оборудованию, они крайне жесткие. Однако все коммерческие стандарты испытаний на ЭМС имеют некоторые общие особенности и соответствуют международным стандартам IEC 61000 и CISPR. Большинство этих стандартов имеют национальные аналоги в аутентичном переводе или с учетом национальных требований. Соответствие коммерческой продукции требованиям стандартов ЭМС, а также норм безопасности является обязательным, обеспечивает необходимую сертификацию и контролируется специальными органами. [5]

Тестирование ЭМС включает в себя тестирование уровней промышленных радиопомех (и связанных с ними ограничений) и применяется к коммерческому оборудованию, в первую очередь для обеспечения защиты радио- и телевидения, а также других служб радиосвязи. Хотя до широкого выхода персональных компьютеров на рынок существовало ограниченное количество стандартов, регулирующих уровни электромагнитного излучения, дальнейшее развитие таких стандартов и правил стимулировало распространение цифрового электронного оборудования. Это было связано с большим количеством жалоб на помехи, прямой причиной которых были как раз новые для рынка устройства. [6]

Промышленные помехи могут быть кондуктивными или излучаемыми электромагнитными помехами. Поэтому тесты ЕМИ обычно содержат два типа тестов: наведенные ЕМИ, которые индуцируются и присутствуют на линиях электропередач и телекоммуникационных портах устройства, и помехи, излучаемые самим устройством. Граница между этими двумя типами электромагнитных помех в стандартах коммерческого оборудования установлена на 30 МГц. Эта частота была выбрана исходя из того факта, что на типичных расстояниях для измерения уровней электромагнитного излучения (в настоящее время 3 и 10 м) частоты выше 30 МГц обеспечивают излучение в виде плоской волны. [4] Это так называемое состояние дальнего поля или дальнего поля - это область, в которой плотность потока мощности излучения приблизительно обратно пропорциональна квадрату расстояния от антенны. Это позволяет проводить достаточно точные воспроизводимые измерения, которые не зависят критически от оборудования конкретной лаборатории, в которой они проводятся, и условий испытаний.

Таким образом, мы достигаем высокой повторяемости результатов и не имеем набора каких-то случайных измерений. На частотах ниже 30 МГц этого бывает трудно достичь, и измеряются только кондуктивные излучения. [3]

Уровни наведенных помех на линиях электропередачи устанавливаются путем совместных испытаний источника помех и его приемника, подключенных к одной линии электропередачи. Максимально допустимые уровни кондуктивных излучений на телекоммуникационных портах устанавливаются с учетом преобразования дифференциальных сигналов (используемых для передачи) кабеля, частично преобразованных в синфазный сигнал, который затем излучается. Это связано с несовершенством характеристик ЛЭП, в большей степени - кабеля, реже из-за несовпадения импедансов его точек подключения.

В стандартах термин «телекоммуникационный порт» относится к коммуникационному порту - точке подключения, по которой передаются голос, данные и сигналы, которые соединяют широко разветвленные системы путем подключения оборудования к многопользовательским телекоммуникационным сетям - например, коммутируемым телефонным сетям общего назначения (PSTN).), цифровые сети с интеграцией услуг (ISDN), цифровые абонентские линии (xDSL), локальные сети (Ethernet, Token Ring и т. д.) и аналогичные сети связи. [1]

Однако, если такой порт предназначен только для связи между компонентами системы (например, интерфейс RS-232, универсальная последовательная шина USB и т. д.) и используется в соответствии со своими функциональными характеристиками с учетом максимально допустимой длины коммуникационного кабеля, то в соответствии с требованиями действующих в настоящее время Нормы ЭМС, кондуктивные излучения на таких линиях связи не учитываются.

Электромагнитная совместимость (ЭМС) технического оборудования означает не только соблюдение допустимых уровней промышленных радиопомех, но и способность технического оборудования функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии непреднамеренных электромагнитных помех. Ухудшение (производительность) относится к нежелательному изменению характеристик продукта из-за помех и не обязательно означает неисправность или отказ. [2]

Если речь идет о возможности правильного функционирования изделий в реальных условиях эксплуатации при воздействии непреднамеренных электромагнитных помех, то в этом случае товарные изделия обычно подвергаются следующим видам испытаний.

Существует два типа испытаний на невосприимчивость к электрическому разряду (иногда это называют на устойчивость) — контактный разряд и разряд по воздуху. При тестировании технических средств на воздействие электростатических разрядов применяются генераторы (имитаторы) электростатических разрядов (ЭР). Они программируются на точное воспроизведение ЭР в соответствии с требованиями стандартов. При проверке на устойчивость к контактному разряду наконечник имитатора ЭР помещается в выбранную точку и начинается разряд, который происходит внутри имитатора. Результаты таких испытаний имеют высокую степень достоверности и хорошо повторяемы. При испытаниях на воздушный разряд имитатор заряжается до указанного в стандарте напряжения, а затем

приводится в контакт с испытуемым оборудованием. В этом случае разряд происходит еще до прямого контакта по воздушному зазору между наконечником имитатора и изделием. [7]

Библиографический список

1. Электротехника и электроника: иллюстрированное учебное пособие / Под ред. Бутырина П.А.. - М.: Academia, 2018. - 892 с.
2. Электротехника и электроника / Под ред. Петленко Б.И.. - М.: Academia, 2017. - 31 с.
3. Плакаты: Электротехника и электроника. Иллюстрированное учеб. пособие. / Под ред. Бутырина П.А.. - М.: Academia, 2017. - 352 с.
4. Информационно-измерительная техника и электроника / Под ред. Раннева Г.Г.. - М.: Academia, 2010. - 448 с.
5. Алехин, В.А. Электротехника и электроника. Компьютерный лабораторный практикум в программной среде TINA-8: Учебное пособие для вузов. / В.А. Алехин. - М.: РиС, 2014. - 208 с.
6. Аливерти, П. Электроника для начинающих. Самый простой пошаговый самоучитель / П. Аливерти. - М.: Эксмо, 2014. - 160 с.
7. Астапенко, В.А. Фотоэлектроника. Часть 1. Прикладная электроника / В.А. Астапенко, С.М. Мовнин, Ю.Ю. Протасов. - М.: Янус-К, 2010. - 654 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫМИ СЕТЯМИ

А.И. Кожанов

Научный руководитель – Гостин А.М., канд. техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются проблемы, связанные с построением программно-конфигурируемых сетей (ПКС).

Центральной концепцией ПКС является снятие функций по управлению сетями с устройств, оставив им лишь функции по передаче данных.

Наиболее важным элементом ПКС является контроллер. На него ложатся функции поддержания актуального состояния сети, конфигурирования оборудования и реализации политик маршрутизации [1].

Таким образом, контроллер является связующим звеном между сетевым оборудованием и прикладными приложениями. Это подразумевает существование интерфейсов для обеих сторон.

Протокол OpenFlow реализует интерфейс взаимодействия контроллера и коммутаторов в ПКС. Его продвижением и стандартизацией занимается международная организация Open Networking Foundation (ONF) [1]. Данный протокол предоставляет унифицированный доступ к оборудованию и обладает всеми функциями, для решения задач, возникающих перед ПКС, и де-факто является стандартом.

Однако, протокол взаимодействия контроллера ПКС с приложениями не стандартизирован. Это связано с тем, что ПКС применяются для широкого спектра задач, в том числе, в программах для реализации гибких и функциональных политик маршрутизации, средствах балансировки нагрузки,

облачных сервисах и так далее. Поэтому, создание универсального интерфейса с контроллером ПКС представляет собой сложнейшую задачу.

При этом, существуют основные требования, предъявляемые к интерфейсу взаимодействия контроллера ПКС с приложениями, сформулированные рабочей группой I2RS (Interface to the Routing System), которые изложены в базовом документе [2]:

- множественные асинхронные операции;
- минимальная блокировка данных при записи;
- несколько управляющих клиентов;
- высокоскоростные дуплексные операции с минимальным временем отклика;

Несомненно, что с учётом текущих стандартов разработка приложений, взаимодействующих с произвольным контроллером, невозможна. Поэтому, стоит обратить на уже существующие разработки с открытым исходным кодом. В качестве таковых в [1] выделяются OpenDaylight, NOX и Floodlight.

Данные проекты полностью отвечают требованиям, а также могут быть свободно модифицированы. Поэтому на их основе могут быть созданы узкоспециализированные контроллеры для решения конкретных задач.

Библиографический список

1. Чугреев Д.А., Шкребец А.Е., Шевель А.Е., Власов Д.В., Грудинин В.А., Каирканов А.Б., Садов О.Л., Титов В.Б., Хоружников С.Э., Сомс Л.Н. РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КОНТРОЛЛЕРОМ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3.;

2. Atlas A., Ward D. Interface to the Routing System Problem Statement [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://datatracker.ietf.org/doc/draft-atlas-i2rs-problem-statement/> (дата обращения: 14.04.2020).

РАСЧЕТ ОБЪЕМА РЕСУРСОВ В GERT-СЕТЯХ

А.М. Фам

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В работе [1] было рассмотрено добавление в традиционную GERT-сеть нового параметра и получение оценки величины требуемого ресурса. Это дополнение является новым направлением в модернизации GERT-сети. Данный подход позволяет определить количество необходимого ресурса, если известно соотношение между временной и ресурсной характеристиками операции. Не всегда можно определить точное значение необходимого ресурса. Оно часто бывает случайным и характеризуется случайной величиной.

Функциональная зависимость между случайными величинами используется в качестве инструмента, способного показать связь времени выполнения каждой операции и ресурсов, требующихся для ее выполнения. В зависимости от сложности задачи функциональные зависимости могут выражаться в разных типах. Из-за своей простоты и распространенности в

качестве функциональной зависимости между этими случайными величинами чаще всего используется линейная зависимость.

Для определения выходной величины GERT-сети можно использовать программное обеспечение GERT Explorer. С использованием временного параметра GERT-сети и функциональной зависимости между случайными величинами можно рассчитать входные параметры ресурса GERT-сети [2-3]. С помощью них можно получить функцию распределения и плотность распределения вероятности.

Результаты, полученные с помощью программы GERT Explorer, представлены в виде графиков. Провести другие расчеты по ним было бы крайне непросто. Данная проблема была решена с помощью метода эквивалентных упрощающих преобразований и модели GERT-сети на основе теории вычетов [4]. Полученный в формульном виде результат позволяет выполнять различные математические операции. Это способствует повышению точности и эффективности исследований и разработки проектов.

Увеличение количества типов ресурсов в GERT-сети является следующим шагом в развитии данного исследования. Для многих процессов может потребоваться не один тип ресурса, а, возможно, два или более. Необходимо рассчитывать выходную величину каждого ресурса.

Библиографический список

1. Фам Ань Минь. Применение GERT-сетей для оценки функциональных зависимости по ресурсам / Фам Ань Минь // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV юбилейной Всероссийской науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов / Рязан. гос. радиотехн. ун-т. – Рязань, 2019. – С. 72 -73.
2. Фам А.М. Использование стохастических сетей при планировании прибыли с учетом возможных потерь / А.П. Шибанов, А.З. Нгуен, А.М. Фам // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2020. – № 71. – С. 60-70.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и её инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М: Высшая школа, 2000. – 480 с.
4. Шибанов А.П. Обобщенные GERT-сети для моделирования протоколов, алгоритмов и программ телекоммуникационных систем: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.13 / Шибанов Александр Петрович. - Рязань, 2003.-307 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДХОДА СЕТЕВОГО СЛАЙСИНГА В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ QOS-МАРШРУТОВ

В.П. Корячко, Д.А. Перепелкин, И.Ю. Цыганов

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются особенности реализации сетевых слайсов в программно-конфигурируемых сетях (ПКС) с помощью маршрутов, учитывающих метрики качества обслуживания трафика (Quality of Service, QoS).

Архитектура программно-конфигурируемой сети условно делится на три слоя [1]: физическая сеть передачи данных, слой сервисов управления сетью передачи данных, слой прикладных сервисов. Физическая сеть состоит

из программируемых коммутаторов. Слой управления представлен специализированными сервисами – контроллерами. Контроллеры являются центрами управления обслуживаемых ими участков сети. Одним из наиболее популярных протоколов обмена данными между программируемыми коммутаторами и контроллерами является OpenFlow 1.3 [2]. Средством управления согласно данному протоколу являются OpenFlow-сообщения, посылаемые контроллером в коммутаторы. OpenFlow-сообщения содержат инструкции по обработке пакетов в сети. В коммутаторе правила обработки пакетов хранятся в таблице потоков (Flow table).

Сетевым слайсом называют программируемую логическую подсеть, реализованную на физической инфраструктуре и предназначенную для предоставления определенной услуги или набора услуг конечному пользователю сети. Основной задачей сетевого слайсинга является распределение общих физических ресурсов между несколькими слайсами. Каждый слайс можно условно разделить на две части: набор виртуальных сетевых сервисов – функциональная часть, сеть передачи данных между сервисами – транспортная часть. Функциональная часть слайса реализуется с помощью технологии виртуализации сетевых функций, транспортная – с помощью ПКС. Каждый слайс определяется в специальном конфигурационном файле, называемом дескриптором слайса. В дескрипторе слайса указываются инструкции для автоматизированного развертывания сетевых сервисов и параметры транспортной сети.

Технология QoS предусматривает дифференцирование сетевого трафика и оптимизацию передачи пакетов каждого заданного типа трафика. QoS-маршрутизация – это механизм поиска оптимальных маршрутов для передачи трафика определенного типа. Для вычисления QoS-маршрутов используются специальные метрики, учитывающие количественные показатели используемых ресурсов сети [3].

Реализация алгоритмов построения сетевых слайсов в ПКС может быть выполнена как в виде дополнительного модуля контроллера, так и в виде отдельного прикладного сервиса. Рассмотрим второй вариант с применением протокола OpenFlow. В данной архитектуре системы контроллер выполняет две задачи: сбор данных о топологии ПКС и передача правил обработки пакетов в коммутаторы с помощью протокола OpenFlow. Для интеграции с сервисом слайсинга в контроллере реализуется модуль программных интерфейсов. Наиболее часто используются интерфейсы на базе протокола HTTP. Вычисление структуры слайсов происходит в сервисе слайсинга. Данные о структуре ПКС, полученные от контроллера, конвертируются в программные модели графа сети. Каждому ребру графа ПКС назначается набор количественных показателей QoS-параметров полученных с помощью средств сбора статистики протокола OpenFlow. В дескрипторах слайсов каждому слайсу задается тип трафика и QoS-параметры, позволяющие обеспечить данному трафику необходимый уровень качества обслуживания. В качестве QoS-параметров могут быть использованы задержка передачи пакетов, джиттер, процент потерь пакетов, битрейт, пропускная способность канала и другие параметры. На этапе развертывания слайса строятся маршруты передачи данных между сетевыми сервисами. В качестве метрик для QoS-маршрутов определенного трафика используются QoS-параметры назначенные в дескрипторе соответствующего слайса. Для поиска маршрута применяется алгоритм Дейкстры. Набор найденных маршрутов

конвертируется в набор правил передачи пакетов и передается контроллеру. Затем контроллер устанавливает эти правила в соответствующие коммутаторы.

Маршрут в ПКС с применением OpenFlow 1.3 можно представить в виде набора правил обработки пакетов. Каждое правило состоит из трех типов атрибутов: собственные атрибуты правила; набор классификаторов пакетов; набор действий, производимых над пакетами. Наиболее значимыми собственными атрибутами правила являются атрибуты времени существования правила в коммутаторе и приоритет по отношению к другим правилам в коммутаторе. В качестве классификаторов пакетов для реализации QoS-маршрута используются порт процесса отправителя и процесса получателя пакета, IP порт отправителя и получателя, MAC адреса отправителя и получателя, используемый транспортный протокол и другие. Действием, позволяющим передать пакет, принятый коммутатором, является передача пакета на некоторый заданный выходной порт. Правила передаются коммутаторам в соответствии с их идентификаторами DPID (Data Path ID).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-1826.2019.9 и гранта РФФИ (номер проекта 19-37-90100).

Библиографический список

1. McKeown N., Anderson T., Balakrishnan H. et al., «Openflow: enabling innovation in campus networks», ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008, vol. 38, no. 2, pp. 69-74.
2. Спецификация протокола OpenFlow 1.3 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.opennetworking.org/wp-content/uploads/2014/10/openflow-spec-v1.3.0.pdf> (дата обращения: 01.10.2020).
3. G. Deng and K. Wang, "An Application-aware QoS Routing Algorithm for SDN-based IoT Networking," 2018 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC), Natal, 2018, pp. 00186-00191, doi: 10.1109/ISCC.2018.8538551.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д.А. Перепелкин, А.Н. Сапрыкин

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается разработанный авторами распределенный облачный сервис видеоконференцсвязи на примере его апробации в системе высшего образования.

В настоящее время термины «облако» и «облачные вычисления» прочно вошли в употребление, и спрос на подобные технологии постоянно растет. Среди наиболее популярных сервисов, реализуемых в облаке, отдельно стоит отметить сервис видеоконференцсвязи.

При разработке распределенного облачного сервиса видеоконференцсвязи авторами была задействована технология веб-сокетов. Это вызвано тем, что основным требованием к сервису видеоконференций является наличие непрерывной и устойчивой связи между пользователями и сервером. На рис. 1 представлена общая схема работы данного сервиса.

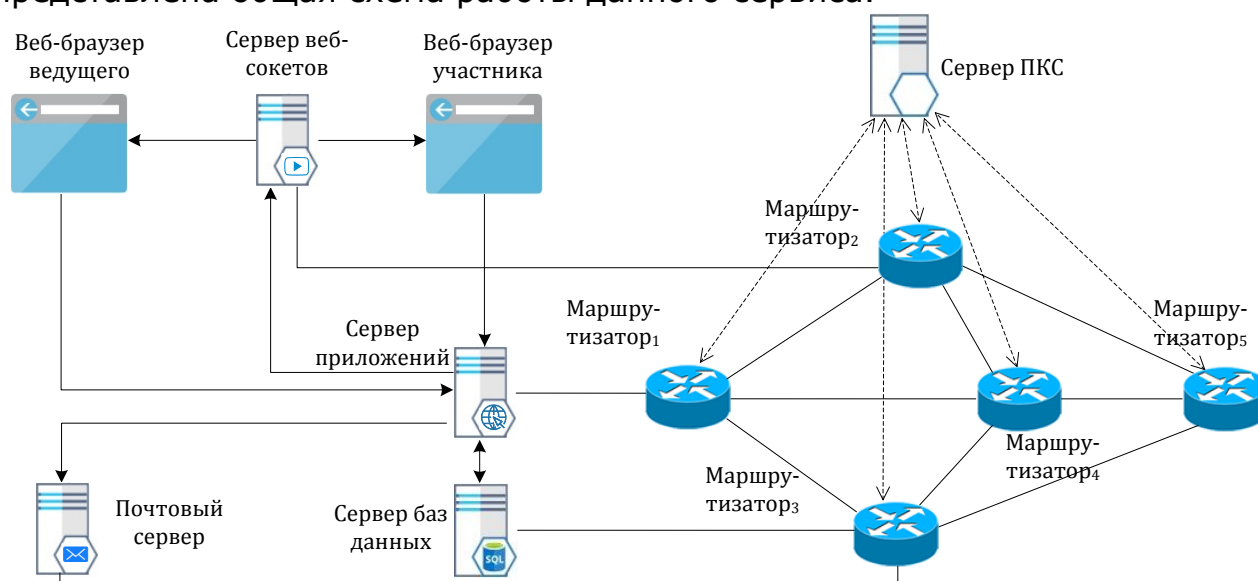


Рис. 1. Общая схема работы системы видеоконференцсвязи на основе облачных технологий

Данная система позволяет разделить пользователей на участников, которые могут участвовать в конференциях по приглашениям, и ведущих, способных создавать конференции и приглашать участников.

Всего в данном сервисе используется 5 видов серверов: сервер приложений, сервер баз данных, почтовый сервер, сервер веб-сокетов и управляющий сервер программно-конфигурируемой сети (ПКС). Вследствие использования одного или нескольких распределенных управляющих серверов ПКС процесс управления трафиком становится проще, индивидуальнее и эффективней.

Задействованные в сетевой инфраструктуре гибридные коммутаторы делают работу цифровой облачной платформы стабильной, понижают значения задержки и, наоборот, повышают буферизацию пакетов. Сервер и коммутаторы связаны с помощью протокола OpenFlow. Для управления потоками данных и балансировки нагрузки в сетевой облачной инфраструктуре применялись подходы, предложенные в работах [1-5].

На рис. 2 приведена диаграмма классов моделей рассматриваемого сервиса. Работа с подобными моделями была дополнительно оптимизирована за счет использования ORM Eloquent, в то время как архитектура приложения была выстроена с использованием принципа MVC.

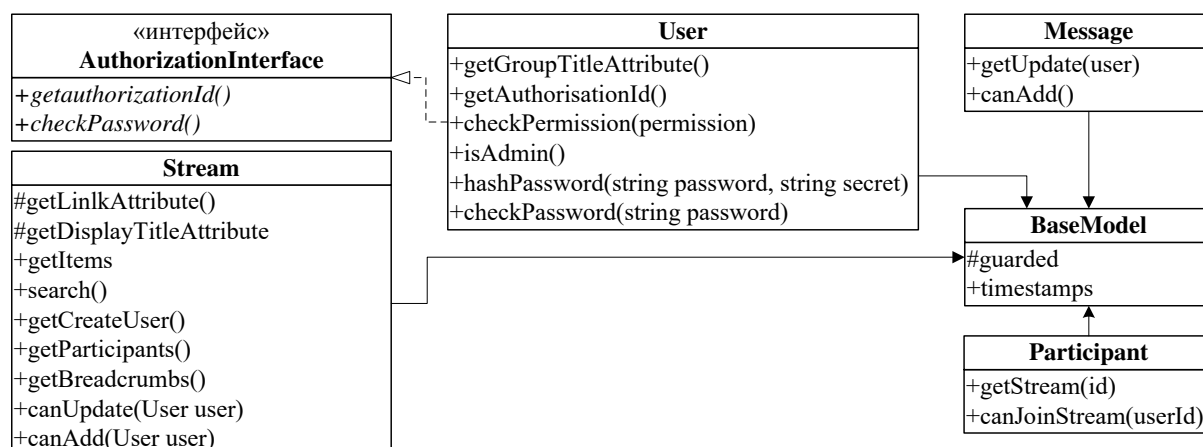


Рис. 2. Диаграмма классов моделей персональной системы видеоконференцсвязи на основе облачных технологий

Анализ проделанной работы показал высокую эффективность использования предложенного подхода в системе высшего образования, а также в других смежных областях.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-1826.2019.9.

Библиографический список

1. Perepelkin D., Tsyganov I. Proactive backup scheme of routes in distributed computer networks. - Proceedings SIBCON 2016 – IEEE 2016 International Siberian Conference on Control and Communications. - 2016, pp. 1-4.
2. Perepelkin D., Ivanchikova M. Improved adaptive routing algorithm in distributed data centers. - Advances in electrical and electronic engineering. - 2017, vol. 15, no. 3, pp. 502-506.
3. Koryachko V., Perepelkin D., Ivanchikova M. Adaptive rerouting of data flows in distributed data centers. - Microprocessors and Microsystems. - 2017, vol. 52, no. 7, pp. 505-509.
4. Koryachko V., Perepelkin D., Byshov V. Development and research of improved model of multipath adaptive routing in computer networks with load balancing. - Automatic Control and Computer Sciences. - 2017, vol. 51, no. 1, pp. 63-73.
5. Koryachko V., Perepelkin D., Byshov V. Enhanced dynamic load balancing algorithm in computer networks with quality of services. - Automatic Control and Computer Sciences. - 2018, vol. 52, no. 4, pp. 268-282.

ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТОКА АБИТУРИЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

М.А. Иванчикова, Д.С. Турбина

Научный руководитель – Корячко В.П., д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Одной из важнейших задач в системе высшего образования является набор студентов на направления подготовки в высших учебных заведениях. В связи

со значительным ослаблением российской экономики, изменениями правил приема в ВУЗы и реформами в сфере высшего образования, связанных с реорганизацией учебных заведений, а также сокращением бюджетных мест по отдельным направлениям подготовки, в настоящее время многие российские университеты стали испытывать нехватку абитуриентов, особенно это коснулось региональных вузов. Все чаще выпускники школ решаются воспользоваться возможностью поступления и обучения в столичных и других крупных вузах, покидая свои регионы. Данные обстоятельства приводят к возникновению конкуренции между ВУЗами, так как от интенсивности потока абитуриентов зависит рейтинг, имидж, благосостояние, независимость и существование учебного заведения. В связи с этим, каждое высшее учебное заведение должно развивать и совершенствовать работу, направленную на увеличение количества поступающих в него выпускников школ и средних специальных учебных заведений.

Одним из направлений такой работы является прогнозирование потока абитуриентов. Прогноз числа поступающих позволит спланировать будущую учебную и финансовую деятельность ВУЗа, оценить уровень «привлекательности» университета у абитуриентов, и в случае необходимости заранее принять меры по улучшению приемной кампании. Цель прогнозирования – разработка модели, позволяющей сделать выводы о динамике изменения численности абитуриентов, основанные на комбинациях влияющих характеристик. Поэтому основной задачей для достижения поставленной цели является сбор исходной информации, ее корректная предобработка и последующий анализ.

В данной работе и дальнейших исследованиях для решения поставленной задачи используются методы анализа образовательных данных (АОД, Educational Data Mining), направленных на решение проблем анализа данных в образовательном процессе, исследование уникальных данных, которые поступают из учебных заведений. Основными методами АОД являются инструменты и алгоритмы интеллектуального анализа данных (Data Mining) для исследования данных студентов, преподавателей и административного персонала ВУЗов, сотрудничества между студентами, административных и демографических данных [1, 2].

На первом этапе исследования был проведен сбор первоначальных данных. Были сформированы таблицы контрольных цифр приема по направлениям и данных о поступивших студентах. Полученные таблицы прошли очистку от некорректных и отсутствующих значений, дубликатов, а также выбросов. Проведено преобразование данных, все качественные показатели были преобразованы в количественные. Из полученных таблиц была составлена сводная таблица исходных данных.

Итогом предобработки исходных данных является таблица с полями-признаками для дальнейшего анализа и прогнозирования динамики изменений числа абитуриентов:

1. Год поступления (значение);
2. Количество бюджетных мест на направление (значение);
3. Количество заявлений на бюджетные места (значение);
4. Конкурс на бюджетные места (значение);
5. Количество мест на целевой прием (значение);
6. Количество заявлений на целевой прием (значение);

7. Конкурс на целевое обучение (значение);
8. Средний балл поступивших на направление (значение);
9. ФИО абитуриента/идентификатор (значение);
10. Сумма баллов по вступительным испытаниям (значение);
11. Количество баллов по физике (значение);
12. Количество баллов по математике (значение);
13. Количество баллов по русскому языку (значение);
14. Наличие медали (1 – есть, 0 – нет);
15. Количество дополнительных баллов за олимпиады (значение);
16. Целевое обучение (1 – да, 0 – нет);
17. Поступление после среднего специального учебного заведения (1 – да, 0 – нет);
18. Проживание в Рязани (2) / Рязанской области (1) / Другое (0);
19. Необходимость военной кафедры (1 – да, 0 – нет);
20. Необходимость предоставления общежития (1 – да, 0 – нет);
21. Абитуриент закончил профильный (физико-математический) класс (1 – да, 0 – нет);
22. Абитуриент увлечен информатикой, программированием и др. (1 – да, 0 – нет);
23. Абитуриент посещал подготовительные курсы (1 – да, 0 – нет);
24. Абитуриент сам решил поступать на направление (1); посоветовали/заставили/повлияли родители/родственники/друзья/знакомые (0);
25. Абитуриент поступил в исследуемый ВУЗ (1 – да, 0 – нет);
26. Заявление на другие направления или в другие ВУЗы (1 – да, 0 – нет);
27. Абитуриент не смог поступить в другой ВУЗ, который был в приоритете (1 – да, 0 – нет).

Следующим этапом исследования планируется интерпретация полученной базы данных, а именно визуализация и анализ данных для определения корреляции признаков и выявления дополнительных скрытых признаков с помощью методов машинного обучения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-1826.2019.9.

Библиографический список

1. Чубукова И. А. Data Mining. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 470 с.
2. Educational Data Mining [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://educationaldatamining.org/>

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СБОРА СТАТИСТИКИ И АНАЛИЗА СТРУКТУР ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ JAVA

А.В. Горкин

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.Уткина

Для того, чтобы сравнивать программы, выявлять их проблемные части используются метрики. Существует несколько видов метрик программного обеспечения (ПО), одним из которых являются метрики программного кода.

Значения метрик программного кода позволяют выявить проблемы в самой программе. Одной из важнейших таких проблем является отсутствие гибкости программного кода, что приводит к невозможному или затруднительному его изменению. Как следствие, чтобы повысить адаптируемость программ необходимо некоторое ПО для расчета метрик программного кода, а также наглядного представления структуры проекта. Для этого требуется вычислить частоту встречаемости операторов, количество команд, и другие метрики. ПО должно поддерживать возможность расширения количества метрик. Для достижения этой цели исследуемая программа должна быть представлена в виде древовидной структуры.

В настоящее время не существует такого ПО, которое полностью решает поставленную задачу. Одним из решений, которое частично отвечает поставленным требованиям, является библиотека JavaParser. К ее возможностям относятся распознавание синтаксических структур языка, а также составление модели класса в виде древовидной структуры. Древовидная структура не является полностью подходящей под нашу задачу, но функциональность данной библиотеки может быть взята за основу разрабатываемого решения, так как она позволяет решить фундаментальный вопрос по осуществлению «парсинга» исходного кода.

Целью данной работы является создание ПО, повышающим адаптируемость программного кода, его гибкости за счет выявления метрик и последующего рефакторинга программы.

В ходе разработки планируется построить унифицированную структуру программы, путем модификации древовидного решения, полученное средствами JavaParser. После чего будет написан алгоритм обхода дерева для получения метрик программного кода, на основе заданных условий. В зависимости от условий будут высчитываться те или иные метрики. Тем самым мы добьемся универсальности решения.

Следующей задачей исследования является составление списка метрик, которые влияют на качество программ. В дальнейшем планируется использование ПО в учебном процессе для анализа программ студентов по дисциплинам, связанным с объектно-ориентированным программированием.

Библиографический список

1. Smith N., van Bruggen D., Tomassetti F. JavaParser: Visited. Leanpub, 2019.
2. JavaParser: Home URL: <https://javaparser.org/> (дата обращения: 06.10.2020).

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ТРУДОЕМКОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

А.А. Жильников, Т.А. Жильников
Научный руководитель – Жулев В.И.
д-р техн. наук, профессор
Академия ФСИН России

В статье рассматриваются проблемы организации эффективного функционирования педагогических работников высших учебных заведений по направлениям деятельности. Особое внимание уделено вопросам

автоматизации учета и контроля трудоемкости по видам работ и разработке автоматизированной информационной системы, которая физически воплощена в структуре реляционных баз данных [1].

Существующая ситуация с реализацией необходимых требований повышения производительности труда педагогических работников высшей школы диктует участникам свои правила, требуя современной гибкости, мобильности и автоматизации процессов.

Автоматизированные информационные системы (АИС) являются обоснованной потребностью образовательных учреждений и в настоящее время составляют их неотъемлемую часть. Грамотно спроектированные и реализованные АИС, максимально полно адаптированные к предъявляемым требованиям, представляют собой основу совершенствования образовательного процесса и научного развития ВУЗа.

В работе предложено ввести количественную оценку эффективности выполнения плана по всем видам работ профессорско-преподавательского состава (ППС) высших учебных заведений. При этом обращается внимание, что указанная оценка представляет собой не конкретное численное значение, а систематический и четко формализованный процесс, направленный на учет трудоемкости по видам работ, контроль обоснованности временных затрат на выполнение и определение скрытых резервов повышения производительности умственного труда. По этой причине в данной работе получили развитие вопросы автоматизации учета и контроля трудоемкости по видам работ ППС, которые позволяют более рационально и обоснованно использовать человеческие ресурсы. Последнее достигается тем, что работник и его руководитель освобождены от необходимости выполнять трудоемкие и время-затратные монотонные операции. При этом они осуществляют функции по мониторингу, управлению и контролю. Перечисленные же трудоемкие и время-затратные операции перекладываются на сопутствующий вспомогательный персонал (методисты, лаборанты) без предъявления особых требований к их квалификации [1].

Умственный труд ППС связан с восприятием и переработкой большого количества информации, что преимущественно не может не отражаться на центральной нервной системе, органах чувств и эмоциональной сфере труда [2]. Требования к организации образовательной и эвристической деятельности для работников ВУЗа крайне индивидуальны. Найти механизмы, удовлетворяющие потребностям каждого, сделать эмоциональную сферу труда комфортной, снять напряжение в коллективе одна из основных задач руководителя. В этом ему призвана помочь разработанная автоматизированная информационная система, позволяющая объективно дозировать и распределять нагрузку по работникам и времени.

Библиографический список

1. Жильников Т.А., Жильников А.А., Голиков А.А. Автоматизированная информационная система учета трудоемкости и контроля временных затрат по видам работ профессорско-преподавательского состава образовательных учреждений силовых структур России // Вестник Воронежского института МВД России. 2020. №2. С. 108-115.

2. Жильников Т.А. О влиянии изучения прикладных информационных технологий на формирование профессиональных компетенций курсантов Академии ФСИН России // Современные тенденции развития образования:

компетенции, технологии, кадры: сборник материалов научно-методической конференции. Рязань: Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний. 2019. С. 132-135.

ПАРСИНГ КАК СПОСОБ СБОРА ДАННЫХ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ

П.А. Чистяков

Научный руководитель — Соколова Ю.С.

канд. тех. наук

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Основная задача компании и её менеджеров – максимизация прибыли и увеличение доходов собственного предприятия. Один из способов увеличения доходности заключается в максимально быстром поиске выгодных предложений, позволяющих купить товар по заниженной рыночной цене, а продать уже по рыночной, а если повезет – дороже.

Современная практика показывает, что для успешной организации операций купли-продажи коммерческой организации необходимо иметь свою «электронную страничку» на самостоятельном или арендуемом сервере с обстоятельным описанием продукции и услуг, предоставляемых потенциальным покупателям. Кроме того, использование сайтов объявлений («Авито», «ЦИАН», «Авто.ру» и пр.) стало традиционной практикой при поиске выгодных предложений и размещений собственных.

Если иметь возможность выявлять существующие предложения, в которых цена, указанная продавцом, ниже рыночной, то это значительно ускорит работу менеджеров и повысит прибыль компании или частного лица.

С помощью парсинга [1], под которым понимается процесс извлечения данных любого сайта в сети Интернет, можно упростить подобный сбор информации и даже получить доступ к данным, которые руками собрать невозможно.

Целью работы являлся сбор данных о товарах определенной категории посредством парсинга страниц веб-сайта «Move.ru».

Для достижения поставленной цели использовался язык программирования Python 3.8 [2], содержащий модули, позволяющие разрабатывать программы-парсеры, которые могут избавить от многих часов монотонной работы и расширить спектр собираемой информации:

- BeautifulSoup4 [3] – библиотека, позволяющая из сырого и необработанного HTML (или XML) кода страницы формировать структурированный массив данных, по которому удобно искать необходимые теги, классы, атрибуты, тексты и прочие элементы веб-страниц;
- Requests [4] – HTTP-библиотека Python для упрощения работы с HTTP запросами.

Кроме того для вывода собранных данных в CSV-таблицы использовалась высокоуровневая Python-библиотека Pandas, предназначенная для обработки и анализа данных.

При парсинге необходимо учитывать и обходить ограничения, свойственные практически всем системам, связанные с:

- ограничением на количество вызовов в единицу времени, которое сделано для того, чтобы избежать чрезмерной нагрузки на серверы системы;
- ограничением на количество выгружаемых строк за один запрос – чтобы отдельно взятые пользователи слишком сильно не перегружали сервер.

Для обхода этих ограничений использовались:

- паузы (временные задержки) после каждого запроса;
- распараллеливание запросов;
- генерация фейкового юзер-агента, позволяющего генерировать случайное сочетание операционной системы, спецификаций и версии браузера, которые можно передавать в запрос;
- прокси-серверы – посредники между пользователями и интернет-ресурсами: именно IP прокси-сервера будет фигурировать в запросах.

В результате парсинга данных с сайта «Move.ru» было получено 934 записей по продажам домов в г. Рязани и Рязанской области. На рисунке 1 представлен фрагмент CSV-таблицы с собранными данными.

	Заголовок	Тип строения	Площадь дома	Площадь участка	Цена	Ссылка
53	Продается дом 400 м²	дом	400 м²	8 соток	19 990 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
55	Продажа дома 30 м²	дом	30 м²	5 соток	345 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
218	Продажа дома дачи	дома, дачи	30.7 м²	5.5 соток	990 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
46	Продажа дома 62 м²	дом	62 м²	13 соток	2 600 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
804	Продаю дом дачу	дома, дачи	100 м²	17.6 соток	1 950 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
430	Продаю дом дачу	дома, дачи	50 м²	2.5 сотки	960 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
593	Продажа дома дачи	дома, дачи	36 м²	6.3 соток	450 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
761	Продаем дом дачу	дома, дачи	20 м²	None	350 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
413	Продам дом дачу	дома, дачи	66 м²	5.45 ra	3 400 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...
478	Продам дом дачу	дома, дачи	20 м²	6.6 соток	160 000 Р	https://ryazan.move.ru/objects/proda...

Рисунок 1 – Фрагмент таблицы с результатами парсинга

Если у компании есть прогностическая модель оценки стоимости товара по его характеристикам, то ее можно использовать для поиска среди найденных данных товара с ценой, которая заметно ниже предсказанной, с целью последующей его перепродажи для получения экономического эффекта.

Необходимо помнить о том, что перед «отправкой» данных в модель они нуждаются в чистке, поскольку могут содержать пропуски, значения признаков в других единицах измерения, выбросы и другие несоответствия. Например, если при поиске информации цена на некоторую единицу товара указана в долларах, а модель предсказывает цену товара в рублях, то необходимо дополнительно парсить данные о текущем курсе доллара и заменить цену товара на его рублевый эквивалент. Или как в случае данных по продажам домов: для большинства данных площадь участка указана в сотках, но есть пропуски и другие единицы измерения площади.

Поэтому после сбора данных из открытых источников необходима процедура их очистки для последующего анализа.

Библиографический список

1. Райан Митчелл. Скрапинг веб-сайтов с помощью Python. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 280 с.
2. Python: документация. – URL: <https://www.python.org/doc/> (дата обращения: 28.09.2020). – Текст: электронный.
3. BeautifulSoup4: документация. – URL: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc.ru/bs4ru.html> (дата обращения: 29.09.2020). – Текст: электронный.
4. Requests: документация. – URL: <https://requests.readthedocs.io/en/master/> (дата обращения: 29.09.2020). – Текст: электронный.

**ПРОГРАММНЫЙ АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА
ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ В ПОДВИЖНЫХ СРЕДСТВАХ РЕМОНТА**

Ю.Б. Щенёва

Рязанский технологический колледж

В.В. Гавзов

**Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное
училище**

В докладе представлены основные принципы разработки программного алгоритма моделирования процесса формирования оптимального состава (алгоритма) технологического оборудования (ТО) в подвижных средствах ремонта для совокупности образцов вооружения и военной техники (ВВТ) Воздушно-десантных войск (ВДВ).

Алгоритм позволяет обеспечить комплексный учет потребности в восстановительных работах, а также предлагает варианты оптимальных комплектов ТО для выполнения технологического процесса войскового ремонта совокупности образцов различных видов и типов ВВТ ВДВ.

На первоначальном этапе формирования алгоритма, из эксплуатационной и ремонтной документации объектов ремонта было систематизировано всё ТО в базу данных (БД) [1].

База данных предназначена для обеспечения информацией специалистов ВДВ и промышленности на стадии проектирования функционального модуля подвижных средств восстановления, о наличии ТО в существующих подвижных мастерских, а также потребности рассматриваемых объектов в ТО с целью решения производственных задач и осуществления экспериментальных работ. Функциональные возможности БД: структурирование информации по заданным критериям, анализ информации о наполнении мастерских, в зависимости от потребности объектов в ТО.

Программное обеспечение реализует оптимизационную математическую модель процесса формирования рационального комплекта ТО, взаимодействуя с БД. Определяются основные критерии минимизации затрат, и на основании выбранного критерия формируются целевые функции, которые минимизируют время на ремонт оборудования, суммарную массу комплекта ТО, стоимость, максимизирует вероятность восстановления объекта.

Библиографический список

1. База данных для программ моделирования комплектации

технологического оборудования в подвижных средствах восстановления вооружения и военной техники Воздушно-десантных войск [Текст]: Свидетельство о гос. регистрации базы данных 2020621425 Рос. Федерация / Гавзов В.В., Щенёва Ю.Б. [и др.]; Правообладатель РВВДКУ (RU); заявл. 2020621309 04.08.2020; опубл. 13.08.2020, Бюл. № 8 – 1 с.

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕГО ВЕБ-КУРСА ПО ФРЕЙМВОРКУ DJANGO С РЕАЛИЗАЦИЕЙ СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ НА PYTHON

М.С. Асташкин, П.А. Агафонов

Научный руководитель — Соколова Ю.С.

канд. техн. наук

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В 2020 году пандемия и режим самоизоляции привели к настоящему «буму» в сфере онлайн-образования, резкому повышению спроса на дистанционные обучающие веб-курсы. У образовательных учреждений возникла острая потребность в наличии гибкой настраиваемой платформы с поддержкой всех видов учебных материалов, возможностью проведения вебинаров, сбором подробной статистики и встроенным редактором, позволяющим быстро создать учебные курсы и тренажеры из офисных документов и видео.

Теоретическая подготовка является одним из важнейших этапов обучения, поскольку для успешного практического решения возникающей задачи необходимо изучение ее теоретических аспектов.

Цель работы заключалась в разработке обучающего онлайн курса по созданию сайта (блога) на Django [1], ориентированного на людей, знающих язык программирования Python [2]. Данный курс должен размещаться на веб-сайте, серверная часть которого реализована на фреймворке Django.

Для достижения поставленной цели было решено использовать свободно распространяемые наборы инструментов для создания сайтов и веб-приложений: Bootstrap 4.5.0 [3] – для разработки клиентской части и Django 3.0.5 [5], с поддержкой Python 3.8 [4], – для разработки серверной части.

Разработанный Веб-курс позволяет обучающемуся:

- проходить регистрацию и авторизацию пользователя с валидацией аккаунта;
- вести личный кабинет пользователя для отслеживания прогресса обучения;
- структурировать теоретическую часть курса в виде модулей и уроков;
- проходить тестирование по пройденному материалу;
- организовать последовательное прохождение курса, с открытием новых уроков после завершения практической части предыдущих;
- изучить материал, необходимый для создания и ведения собственных веб-сайтов.

Управление курсом осуществляется при помощи панели администрирования сайта, предоставляемой фреймворком Django. Расширенная функциональность стандартной панели управления позволяет администратору курса:

- создавать учебные модули;

- создавать и редактировать теоретические уроки, располагающиеся в учебных модулях, при помощи плагина для Django SKeditor 4.14.1 и надстройки Code Snippets;
- создавать тесты по пройденному в модулях материалу;
- предоставлять доступ к курсу студенческим группам.

Таким образом, разрабатываемый веб-курс должен помочь в обучении разработке серверной части сайта на Python с использованием фреймворка Django.

Библиографический список

1. Форсье Дж., Биссекс П., Чан У. Django. Разработка веб-приложений на Python. – Символ-Плюс, 2018. – 456 с.
2. Лутц, Марк. Изучаем Python, том 1, 5-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: «Диалектика», 2019. – 832 с.
3. Сильвио Морето. Bootstrap в примерах. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 314 с.
- 4 Python: документация. – URL: <https://www.python.org/doc/> (дата обращения: 25.09.2020). – Текст: электронный.
5. Django: документация. – URL: <https://django.fun/docs/django/ru/3.0/> (дата обращения: 30.04.2020). – Текст: электронный.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТЕРЖНЯ

И.Г. Паненков

Научный руководитель – Митрошин А.А.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются программные средства моделирования теплопроводности стержня.

Для моделирования используется численное решение уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + f$$

Рассматриваются явная и неявная разностные схемы решения этого уравнения в частных производных параболического типа.

Приводятся блок-схемы алгоритмов, реализующих явную и неявную разностные схемы.

Для решения систем линейных уравнений, возникающих при реализации неявной разностной схемы, используется метод Зейделя.

Программные средства разработаны на языке программирования Java с использованием платформы JavaFX, GUI-компоновщика Scene Builder и языка FXML. Для построения графиков используется DISLIN.

Для работы приложения используются следующие данные:

- длина стержня (L);
- количество интервалов по L;
- интервал времени (T);
- количество интервалов по T;
- коэффициент теплопроводности материала стержня;

- удельная теплоемкость материала стержня;
- плотность материала стержня;
- значение погрешности (для неявной схемы решения дифференциального уравнения в частных производных);
- функция начального распределения температур;
- функция, моделирующая процесс нагревания стержня.

Разработанные программные средства могут использоваться как непосредственно для моделирования процесса теплопроводности стержня, так и для организации учебного процесса в учебных заведениях.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНТРОЛЛЕРОВ ПРОГРАММНО- КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ

Е.А. Благодаров

Научный руководитель – Перепёлкин Д.А.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются характеристики контроллеров программно-конфигурируемых сетей (ПКС).

ПКС – это архитектура построения сетей, в которой все управление вынесено из сетевых устройств на отдельный сервер или набор серверов. Управление трафиком происходит на основе специальных протоколов (например, OpenFlow), которые оперируют понятием поток (flow) и могут совершать различные действия с ним.

Обзор контроллеров ПКС на основе протокола OpenFlow: Контроллеры ПКС – это операционная система ПКС. Она следит за обязательным прохождением через контроллер любых соединений между приложениями и устройствами. Контроллер располагается между сетевыми устройствами и уровнем приложений, он интерпретирует запросы уровня приложений и распределяет потоки между сетевыми устройствами (южный API-интерфейс), а также сообщает приложениям информацию о состоянии сети (северный API-интерфейс).

Основные контроллеры ПКС:

NOX: первый OpenFlow контроллер, первоначально был разработан с поддержкой двух языков: C++ и Python в 2008 г. NOX предназначен для обеспечения логики управления всей сетью, однако сам NOX просто предоставляет программный интерфейс для сетевых компонентов, которые выполняют полезную функциональность.

POX: контроллер POX разработан на языке Python в 2011 году. Основная цель - позволить пользователям писать свои собственные приложения, которые используют контроллер в качестве посредника между сетевыми приложениями и сетевым оборудованием.

OpenDaylight: был основан на архитектуре Open Services Gateway Initiative (динамическую модульную систему разработки приложений на языке Java). Данный контроллер – модульная открытая платформа для настройки и автоматизации сетей любого размера и масштаба.

Open Network Operations System (ONOS): представляет собой распределенный контроллер, который предназначен для обеспечения масштабируемости и высокой применимости.

FloodLight: это контроллер корпоративного уровня, разработан на основе контроллера Beacon, написан на Java и имеет лицензию Apache. Floodlight включает в себя услуги, начиная от обнаружения сетевых состояний и событий и заканчивая поддержкой коммутационной связи с такими утилитами, как хранилище, потоки и веб-интерфейс.

Trema: контроллер, разработанный в NEC, написан на Ruby и C. Данный контроллер - это скорее программная платформа OpenFlow для разработчиков OpenFlow, а не производственный контроллер.

Ryū: контроллер Ryū представляет собой ПО с открытым исходным кодом, основанное на сетевой программной платформе, реализован на языке Python.

RUNOS: Runos - первый российский контроллер OpenFlow, реализованный на языке программирования C++, разрабатывается с 2014 года. В RUNOS реализованы балансировка нагрузки, согласованное видение всей сети, работа с распределенными сетевыми приложениями, безопасность и противодействие внешним нагрузкам.

Сравнительная характеристика контроллеров приведена в Таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение контроллеров ПКС

Рассматриваемый контроллер	NOX	POX	OpenDaylight	ONOS	FloodLight	Trema	Ryū	RUNOS
Язык программирования	C++, Python	Python	Java	Java	Java	C, Ruby	Python	C++ 11, QT
Активная разработка	+	+	+	+	+	+	+	+
Наличие подробной документации	+	+	+	-	+	+	-	-
Безопасная авторизация	-	+	+	+	+	+	-	+
Тип лицензии	GPL	GPL	Eclipse Public	Apache 2.0 license	Apache License	GNU GPL v2	Apache 2.0 license	Apache 2.0 license
Поддержка TLS	+	+	+	+	+	+	+	-
Наличие открытого API	+	+	+	+	+	+	+	+
Поддержка многопоточности	+	+	+	+	+	+	+	+
Динамическая загрузка сетевых приложений	+	-	+		+	-	-	+
Расширяемость	+	+	+	+	+	+	+	+
Поддержка распределенной работы	+	+	+	+	-	+	-	+
Версия стандарта OpenFlow	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3 (1.4 в тестовом режиме)	1.3	1.0 - 1.3, Nicira, 1.5	1.3

Библиографический список

1. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Программно-конфигурируемые сети. Учебник для вузов. М.: Горячая-линия Телеком. 2020. – 288 с.

СТАНДАРТЫ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Д.Л. Лобовиков

Научный руководитель – Паршин А.Ю., канд. техн. наук

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время широкое распространение получили автономные устройства сбора и передачи информации, в том числе медицинских датчиков, счетчиков потребления ресурсов, устройств умного дома и т. п. В быту такие системы связи получили обобщающее наименование «Интернет вещей» (англ. Internet of Things (IoT)). Возникает задача определения положения отдельных датчиков в структуре сети. Для обеспечения связи между датчиками и базовыми станциями широко применяют несколько следующих стандартов IoT: LoRa, NB-IoT, LTE-M.

Сокращение LoRa (англ. Long Range) обозначает вид модуляции. Протокол канального уровня носит имя LoRaWAN. Но чаще всего этот стандарт называют совокупную систему, использующую LoRa на физическом и LoRaWAN на канальном уровне. [1]

Базовая станция принимает сигнал в заданном диапазоне частот. Затем поступает запрос от какого-либо из устройств, и станция отвечает ему на частоте обращения. Ширина спектра сигнала при этом составляет 125 кГц, максимальная скорость – чуть более 5 килобит/с. Этот стандарт Интернета вещей не предназначен для просмотра потокового видео. Его задача максимально быстро и гарантированно передать небольшое сообщение от датчика на базовую станцию. В зависимости от помеховой обстановки выбирается оптимальный набор параметров связи. За это отвечает SF (англ. spreading factor) – коэффициент, к которому привязываются параметры передачи и приема. Чем выше SF, тем лучше помехозащищенность линии, но тем ниже скорость и тем больше времени в эфире занимает передача.

Существуют системы LoRa для диапазона 433 МГц, однако в России используются частоты в диапазоне 864-865 МГц и 868,7-869,2 МГц.

Стандарт связи LoRa имеет значительный радиус действия, позволяет принимать информацию от устройств в подвале дома или на расстоянии километра от базовой станции при работе в условиях плотной городской застройки. [1] Однако, сильное затухание сигнала и многолучевость приводят к потере пакетов данных при увеличении расстояния между базовой станцией и датчиком.

NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) — стандарт сотовой связи для устройств телеметрии с низкими объёмами обмена данными. Предназначен для подключения к цифровым сетям связи широкого спектра автономных устройств. [2] Обладает большой пропускной способностью и разворачивается на оборудовании LTE. NB-IoT сеть может быть развернута как на оборудовании сотовых сетей LTE, так и отдельно.

Среди достоинств стандарта NB-IoT: довольно много несущих частот, на которых его можно использовать, а ширина спектра достигает порядка 200 кГц, а также огромная ёмкость сети (десятки-сотни тысяч подключенных устройств на одну базовую станцию).

Стандарт LTE-M, в том числе eMTC (англ. Enhanced Machine Type Communication), представляет собой технологию маломощной радиосвязи в глобальной сети (LPWAN), разработанный 3GPP для поддержки широкого

спектра сотовых устройств, а также протоколы взаимодействия, в частности, для приложений "машина-машина" и Интернета вещей. [3] Преимущество LTE-M перед NB-IoT заключается в более высокой скорости передачи данных, мобильности и передаче голоса по сети. К недостаткам относятся большая полоса пропускания, высокая цена оборудования и сложность размещения спектра частот стандарта в защитных полосах спектров сигналов LTE. [3] В марте 2019 года Глобальная ассоциация поставщиков мобильной связи сообщила, что более 100 операторов развернули сети NB-IoT или LTE-M.

Дальнейшая исследовательская работа планируется в направлении изучения методов определения положения датчика с учетом особенностей распространения сигналов системы Интернета вещей стандарта LoRa.

Библиографический список

1. Журнал «Руководство разработчика устройств LoRaWAN сети LARTEX Версия 1.1», 62 с.
2. Журнал 3GPP LOW POWER WIDE AREA TECHNOLOGIES GSMA WHITE PAPER
3. Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Sköld and Per Beming «3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband», 457 с.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ТОКОПРОХОЖДЕНИЯ

А.С. Чернобровкина, В.Г. Литвинов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Метод измерения и анализа температурной зависимости вольт-амперных характеристик (ВАХ) полупроводниковых барьерных структур является давно известным. С помощью метода ВАХ можно установить преобладающий механизм токопрохождения, определить параметры зонной диаграммы [1]. Однако по мере развития средств измерения и автоматизации эксперимента позволяют повысить аналитические возможности уже известных методов исследования материалов и структур электроники. Актуальное значение имеет также разработка и развитие методик для обработки результатов измерения.

В данной работе предлагается с помощью метода нелинейной регрессии определять механизмы токопрохождения в сложных полупроводниковых барьерных структурах, моделировать вольт-амперные характеристики и их зависимости от температуры.

Авторами отмечаются следующие механизмы транспорта носителей заряда: эмиссия Шоттки, эмиссия Пула-Френкеля, туннельная или полевая эмиссия, ток ограниченный пространственным зарядом (ТОПЗ), омическая проводимость, ионная проводимость. В основе модели токопереноса, связанного с механизмом эмиссии по Шоттки, лежит предположение, что границы полупроводниковых структур представляют собой барьеры Шоттки. Ток по эмиссии Пула-Френкеля обусловлен термоэлектронной эмиссией носителей при опустошении поверхностных состояний под воздействием высоких напряжений. Туннельной или полевой эмиссии соответствуют туннельные переходы или полевая ионизация носителей заряда в зону

проводимости полупроводника. В случае ТОПЗ результирующий ток наблюдается в ходе монополярной инжекции в слаболегированный полупроводник или диэлектрик при отсутствии в нем подвижных компенсирующих носителей противоположного знака. Ток на омическом контакте определяется подвижностью и концентрацией носителей заряда на поверхности контакта. Если концентрация носителей велика, то в результате изгиба зон становится доминирующей полевая эмиссия через обедненную область. Согласно модели ионной проводимости, постоянная ионного тока при воздействии внешнего поля с течением времени уменьшается, поскольку инжекция и экстракция ионов из диэлектрика затруднены. Моделирование ВАХ с изменяемыми весовыми коэффициентами, учитывающими вклад каждого механизма токопереноса, позволяет выделить условия доминирования того или иного механизма токопереноса.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)".

Библиографический список

1. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: В 2-х книгах. Кн. 1. М.: Мир. 1984. 456 с.

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВРЕМЯПРОЛЕТНОГО МЕТОДА

М.Ф. Мانتья, В.Г. Мишустин, В.В. Гудзев

**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина**

В статье рассматривается алгоритм обработки данных модифицированного времяпролетного метода. Данный метод разработан специально для исследования полупроводниковых материалов с высоким омическим сопротивлением, таких как a-Si:H и родственные ему материалы.

Для расчетов параметров полупроводниковых структур принимаются допущения, что локализованные состояния, лежащие вблизи уровня Ферми, являются электрически- и фотоактивными и могут выступать в роли донорных (при энергии выше уровня Ферми E_F , т.е. в интервале между E_F и уровнем валентной зоны E_v) или акцепторных (при энергии меньше E_F , т.е. в интервале между E_F и уровнем зоны проводимости E_c) состояний [1]. Здесь используется концепция модели Козна-Фрицше-Овшинского [2], где распределение плотности состояний обуславливается перекрытием хвостов валентной зоны и зоны проводимости. С учетом этого, можно принять, что темновая проводимость обеспечивается электронами с концентрацией:

$$n_0 = N_d^+ - N_a^-, \quad (1)$$

где n_0 – концентрация электронов в нейтральной области a-Si:H, N_d^+ и N_a^- – концентрация ионизированных доноро- и акцептороподобных состояний. Величины N_d^+ и N_a^- определяются по (2) и (3) в зависимости от координаты:

$$N_d^+(x) = \int_{E_c}^{E_v} g_d(E)[1 - f_n(E, x)]dE, \quad (2)$$

$$N_a^-(x) = \int_{E_c}^{E_v} g_a(E) f_n(E, x) dE. \quad (3)$$

Здесь $g_d(E)$ и $g_a(E)$ – плотность локализованных донороподобных и акцептороподобных состояний соответственно, $f_n(E, x)$ – функция Ферми для электронов.

Ввиду размытости края зон подвижности энергия в расчетах отсчитывается от состояния вакуума $E_0 = 0$.

При расчетах используется обобщенная модель распределения плотности состояний, локализованных в щели подвижности [3]. Плотность состояний такова, что квазиуровень Ферми в ОПЗ не может значительно изменять свое положение, поэтому в расчетах можно использовать экспоненциальную аппроксимацию плотности состояний в зависимости от энергии вида:

$$g(E) = g_{F0} \exp(\beta(E - E_{F0})), \quad (4)$$

где g_{F0} – плотность состояний на уровне Ферми, E_{F0} – глубина залегания уровня Ферми в объеме a-Si:H, β – наклон аппроксимирующей прямой в полулогарифмических координатах; $[\beta] = \text{эВ}^{-1}$.

Используется приближение полного обеднения. С учетом допущений выше при $E > E_F$ $f_n = 1$ и при $E < E_F$ $f_n = 0$.

МВПМ основывается на модифицированной методике Гехта, которая заключается в измерении коэффициента собирания заряда, генерированного коротким импульсом света. Модификация заключается в том, что внешнее поле прикладывается навстречу внутреннему полю ОПЗ таким образом, что коэффициент собирания равен нулю. Величина внутреннего электрического поля рассчитывается через амплитуду напряжения внешнего компенсирующего поля и толщину структуры. Координата, в которой определяется поле, рассчитывается через толщину структуры и коэффициент поглощения света.

На основе данного физико-математического аппарата разработан алгоритм, необходимый для измерения напряженности электрических полей в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников. Он реализует модифицированный времяпролетный метод исследования материалов с низкой подвижностью носителей заряда. Первой операцией данного алгоритма является решение одномерного уравнения Пуассона для контакта металл – аморфный гидрогенизированный кремний (Me/a-Si:H). В нем учитывается определяющая роль плотности состояний в щели подвижности a-Si:H на процесс формирования барьера. Из решения одномерного уравнения Пуассона получены аналитические выражения для распределения электростатического потенциала $\phi(x)$, внутреннего электрического поля $F(x)$ и ширины ОПЗ на контакте Me/a-Si:H в зависимости от электрофизических параметров контактирующих полупроводника и металла.

Следующим этапом алгоритма учитывается эффект экранирования электрического поля в a-Si:H ионизированными «глубокими» состояниями, локализованными в щели поверхности. Длина экранирования является величиной переменной, зависящей от координаты (потенциала) в ОПЗ. Еще она зависит от температуры, параметров распределения ионизированных состояний, локализованных в щели подвижности, и от концентрации электронов проводимости.

Алгоритмом находится распределение состояний, локализованных в щели подвижности и рассчитывается по экспериментально измеренному профилю внутреннего поля $F_i(x)$ в ОПЗ. Определяется значение длины экранирования L_S в зависимости от координаты в ОПЗ, по которой рассчитывается плотность состояний $g(E)$ и их энергетическое положение относительно уровня Ферми.

МВПМ обладает повышенной точностью по сравнению с традиционным времяпролетным методом, поскольку на измеряемые величины не влияют параметры контакта и особенности переноса носителей, учитывается также потеря части фотогенерированного заряда в процессе их дрейфа.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)

Библиографический список

1. Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мишустин В.Г. и др. Электрически активные состояния в неупорядоченных полупроводниках // Тезисы докладов IV Международной конференции по физико-техническим проблемам электротехнических материалов и компонентов. Москва, Институт электротехники МЭИ (ТУ). 2001. С. 93 – 94.
2. Меден А., Шо М. Физика и применение аморфных полупроводников: Пер. с англ. - М.: Мир, 1991. – 670 с.
3. Вихров С.П., Вишняков Н.В., Гусев Д.Н. Барьеры Шоттки на кристаллич. и аморфных полупроводниках / Учеб. пособие. Рязань, 1995. 95 с.

МЕТОД CELIV ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ

Д.Р. Назимов, В.Г. Мишустин

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В настоящее время неупорядоченные полупроводники нашли широкое применение в электронике в качестве материалов солнечных элементов, датчиков электромагнитного излучения, тонкопленочных полевых транзисторов и др. Исследования кинетических характеристик неупорядоченных полупроводников необходимы для разработки соответствующих физических моделей для систем автоматизированного проектирования (САПР), ориентированных на разработку современной элементной базы изделий электроники на основе неупорядоченных полупроводниковых материалов.

Применение большинства экспериментальных методов определения подвижности носителей заряда затруднительно для исследования неупорядоченных полупроводников, особенно для тонких пленок толщиной менее 100 нм. Это связано с принципиальными отличиями между кристаллическими и неупорядоченными материалами, а также с существенным изменением электрофизических свойств.

Одним из эффективных методов, позволяющих измерять подвижность равновесных носителей заряда в пленках с толщиной менее 100 нм, является метод CELIV (Charge Extraction by Linearly Increasing Voltage).

Суть метода заключается в том, что к электродам образца прикладываются два импульса напряжения, которые линейно возрастают со временем. В

результате через измерительную схему протекает переходной ток, который включает в себя ток смещения и ток проводимости, связанный с экстракцией носителей из слоя полупроводника. При этом ток обусловлен преимущественно транспортом собственных равновесных носителей заряда, а не инжектированных через электроды.

Согласно экспериментальным данным переходный ток проходит через максимум, время достижения которого связано с подвижностью носителей заряда. Экстракция заряда определяется нестационарными процессами, связанными с токами смещения и проводимости, при малом времени задержки t_{del} между двумя импульсами линейно нарастающего напряжения. Назначение второго импульса напряжения заключается в контроле характеристик запирающего контакта, а изменение t_{del} позволяет оценить время релаксации заряда в исследуемой структуре.

Подчеркнем, что исследование материалов методом CELIV существенно упрощает анализ сигнала по сравнению с традиционным времяпролетным методом, в котором присутствует резкий всплеск тока смещения.

Таким образом, метод CELIV предоставляет для исследователей возможность разработки физических моделей для САПР, необходимых для моделирования параметров современных и перспективных полупроводниковых структур и электронных компонентов на основе неупорядоченных полупроводников.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003).

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЛАКСАЦИИ ТОКА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ С ГЛУБОКИМИ ЦЕНТРАМИ

А.С. Нюхова, В.Г. Литвинов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Глубокие центры (ГЦ) играют важную роль в генерационно-рекомбинационных процессах в полупроводниковых барьерных структурах [1]. С одной стороны наличие ГЦ приводит к увеличению уровня низкочастотного шума, тока утечки через обратно-смещенный р-п-переход. С другой стороны, ГЦ с определенными параметрами можно использовать для уменьшения времени рассасывания при работе диодных и транзисторных структур в импульсном режиме. Управление энергетическим спектром ГЦ и их пространственным распределением в активных слоях фотоэлектрических преобразователей открывает дополнительную возможность для увеличения квантовой эффективности. Указанное делает актуальным моделирование релаксационных явлений в полупроводниковых барьерных структурах с ГЦ. В процессе перезарядки ГЦ с разными параметрами в структуре возникает ток релаксации, зависящий от времени t и температуры T :

$$i(t, T) = \frac{qSw_R}{2} \sum_j \frac{N_{t_j}}{\tau_{n(p)_j}(T)} \exp\left(-\frac{t}{\tau_{n(p)_j}(T)}\right) + I_L,$$

где q – элементарный заряд; w_R – ширина слоя объемного заряда, в котором происходит перезарядка ГЦ, S – площадь барьерной структуры, N_t –

концентрация ГЦ, τ – постоянная времени релаксации, j – номер ГЦ, индексы n и p относятся к ГЦ, являющимся ловушками для электронов и дырок соответственно, I_L – ток утечки. Величина времени релаксации ГЦ равна [2]:

$$\tau_{n(p)} = \left(\frac{g_0}{g_1} \sigma_{n(p)} < v_{n(p)T} > N_{C(V)} \right)^{-1} \exp \left(\frac{\Delta E_t}{k_B T} \right),$$

где g_0 – фактор вырождения глубокого энергетического уровня (ГУ) соответствующего ГЦ перед эмиссией носителя заряда с ГУ, g_1 – фактор вырождения ГУ после эмиссии носителя заряда с ГУ, $\sigma_{n(p)}$ – сечение захвата электрона (дырки), $N_{C(V)}$ – эффективная плотность состояний в зоне проводимости (валентной зоне), $v_{n(p)T}$ – средняя тепловая скорость электрона или дырки, ΔE_t – энергия активации ГУ, k_B – постоянная Больцмана.

В данной работе рассмотрены результаты моделирования температурной зависимости тока и времени релаксации для полупроводниковой барьерной структуры, содержащей несколько ГЦ. Показано, что подбором параметров ГЦ можно добиться заданной амплитуды и времени релаксации обратного тока в заданном диапазоне температур.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)".

Библиографический список

1. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: В 2-х книгах. Кн. 1. М.: Мир. 1984. 456 с.
2. Берман Л.С., Лебедев А.А. Емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках. Л.: Наука. 1981. 176 с.

ПОЛУЧЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НІТ-СТРУКТУРЫ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ AFORS-HET

А.Ю. Судакова, Н.В. Вишняков, Е.С. Трофимов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Потребность в альтернативной энергетике выводит на передовые позиции солнечную энергетику, в которой широкое применение нашли высокоэффективные гетеропереходные элементы, более известные как НІТ (Heterojunction with Intrinsic Thin layer). В настоящее время для изучения основных параметров и характеристик солнечных элементов используются не только экспериментальные методы исследования структур, но и средства компьютерного моделирования. Для этого применяются специализированные пакеты программ. Благодаря использованию такого рода программ стало возможно в значительной степени сократить материальные и временные затраты при разработке фоточувствительных структур и получать предварительные расчеты электрооптических и электрофизических характеристик разрабатываемых структур.

Для исследования и моделирования выбрана многослойная гетероструктура с чередующимися слоями: ІТО – прозрачный электрод (80 нм), а-Si:H(p) – эмиттер (3 нм), а-Si:H(i) – буферный слой (3 нм), с-Si – область генерации (200 мкм), а-Si:H(i) – буферный слой (3 нм), а-Si:H(n) – коллектор (10 нм). С фронтальной и тыльной стороны структуры сформированы омические серебряные контакты (рисунок 1). НІТ-структура

выращена в НТЦ «Тонкопленочные технологии в энергетике» Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург, Россия).

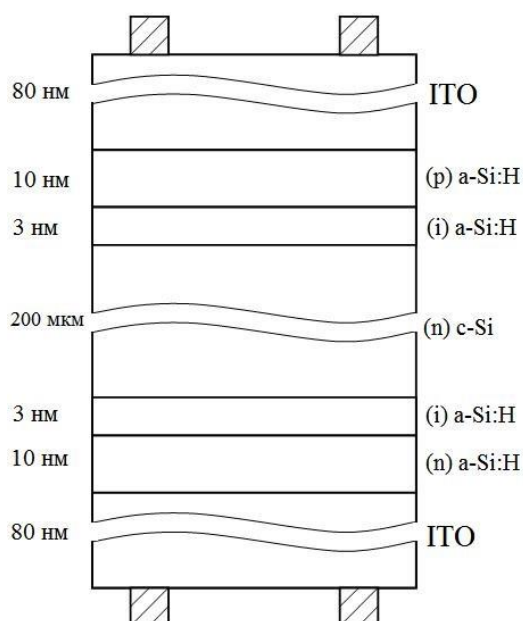


Рисунок 1 – Модель исследуемой НИТ-структуры

Экспериментальные значения внутренней квантовой эффективности получены с помощью измерительного макета для исследования спектральной квантовой эффективности (QE) на базе сканирующего монохроматора МДР-206. Для моделирования НИТ-структуры использован специализированный программный пакет AFORS-HET [1]. Засветки исследуемой структуры производилась с лицевой стороны солнечным светом интенсивностью AM1.5G. В модель структуры были введены слои a-Si:H с «глубокими» электронными состояниями и без них (дефекты). На рисунке 2 показаны данные, полученные с помощью экспериментального измерения и моделирования НИТ-структуры.

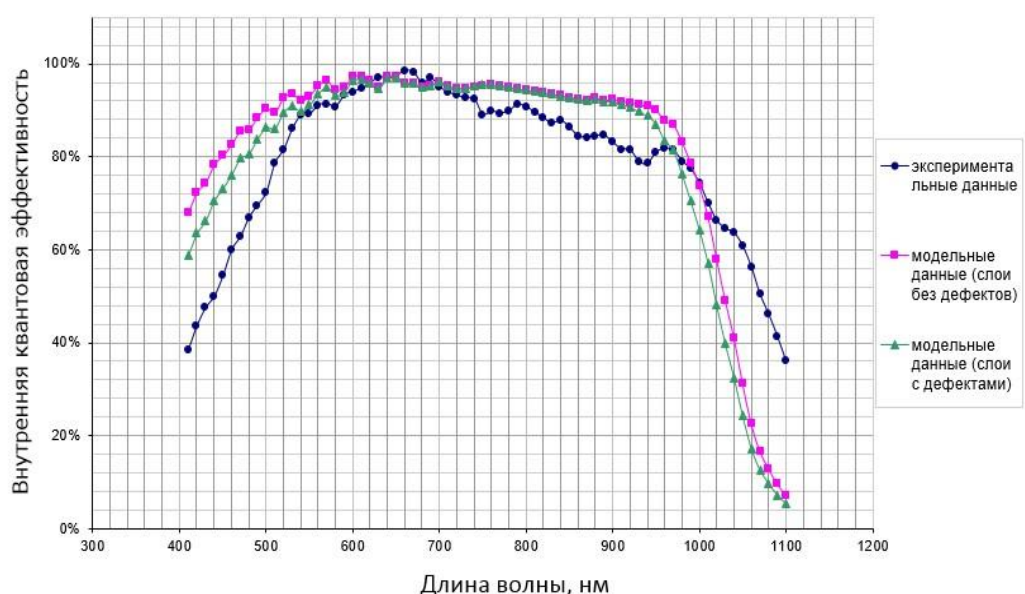


Рисунок 2 – Зависимость внутренней квантовой эффективности от длины волны

Сравнение модельных и экспериментальных спектральных зависимостей квантовой эффективности НИТ-структуры показывает достаточно хорошее соответствие в диапазонах длин волн от 550 нм до 950 нм. В коротковолновой (до 500 нм) и длинноволновой (свыше 1000 нм) частях спектра наблюдается заметное расхождение теоретических и экспериментальных результатов. Это можно объяснить различием механизмов (скоростей) рекомбинации фотогенерированных носителей заряда в различных областях многослойной гетероструктуры, что может не учитывать физическая модель структуры, заложенная в основу теоретических расчетов в программной среде AFORS-HET.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)

Библиографический список

1. R. Varache, C. Leendertz, M. E. Gueunier-Farret, J. Haschke, D. Muñoz, and L. Korte. "Investigation of Selective Junctions Using a Newly Developed Tunnel Current Model for Solar Cell Applications." *Solar Energy Materials and Solar Cells* 141 (2015) 14-23

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЛУБОКИХ ЦЕНТРОВ

Я.С. Шипилов, А.В. Ермачихин, В.В. Гудзев

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В работе рассматривается структура программного обеспечения автоматизированного комплекса для измерения параметров глубоких центров в барьерных полупроводниковых структурах. Данный комплекс реализует метод релаксационной спектроскопии глубоких уровней (РСГУ). Разработанное программное обеспечение реализовано в среде инженерного программирования LabVIEW. Структура данного программного обеспечения состоит из трех модулей (подпрограмм):

- модуля управления терморегулятором,
- модуля сбора данных,
- модуля обработки экспериментальных данных.

Модуль, управляющий процессом изменения температуры в измерительной ячейки, сконструирован на основе пропорционально – интегрально – дифференциального регулятора. Главная часть регулятора – система автоматического регулирования с обратной связью (ОС)[1]. ОС состоит из следующих элементов:

- дифференцирующее звено с постоянной времени T_d ,
- интегрирующее звено с постоянной времени интегрирования T_i ,
- усилитель сигнала ошибки с коэффициентом K_c .

Модуль сбора данных состоит из системы управления аналого-цифровым преобразователем и цифро-аналоговым преобразователем синхронизация осуществляется от внешнего генератора. Модуль обработки полученных данных представляет собой программный код который включает в себя взвешивающую функцию "lock-in". Функционал разработанной программы дает возможность вручную устанавливать количество отсчетов РСГУ-сигнала

в течение одного переходного процесса и может формировать вид взвешивающей функции[3].

Особенностью разработанного программного обеспечения является связь программного дискриминатора и системы анализа спектров с базой данных по центрам, образующим ГУ. Это дает возможность в реальном времени получать параметры ГУ и одновременно идентифицировать эти ГУ с физически существующими центрами[2].

Структура, разработанной базы данных (рис. 1) позволяет производить гибкий мультипараметрический поиск по параметрам ГУ, по названию глубокого центра, по энергии активации ГУ. В зависимости от выполняемых задач далее производится выборка данных низкого уровня (сечение захвата на ГУ, концентрация ГУ и прочее, к примеру, постоянные времени дискриминатора). Данные низкого уровня могут быть полезны при РСГУ, связанной не с задачей измерения параметров ГУ, а с задачей контроля полупроводникового материала по заранее заданным центрам. Если это случается, то в алгоритм обработки релаксационного сигнала РСГУ вносится наиболее оптимальная постоянная времени дискриминатора для заранее выбранного контроля ГУ. База данных содержит не только описание 120 видов ГУ для монокристаллического кремния, но и имеет возможность расширения, если необходимо, работать с другими материалами[4].

Таким образом, разработанное программное обеспечение комплекса для измерения параметров глубоких центров позволяет проводить измерение параметров ГУ, и в одно время идентифицировать их, так и можно осуществлять контроль полупроводникового материала на наличие ГУ.

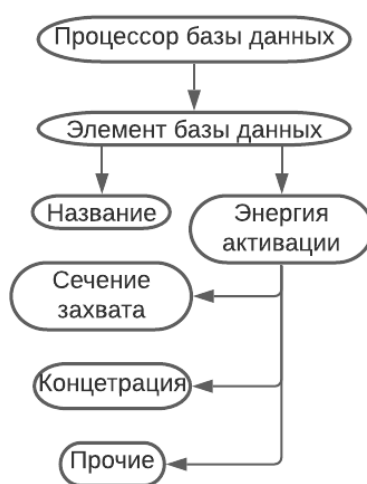


Рисунок 1 - Иерархическая структура базы данных по глубоким уровням

Разработанное программное обеспечение постоянно обновляется, вносятся новые технологии виртуальных инструментов, позволяющие реализовать дополнительные методы исследования ГУ, такие как спектроскопия адмиттанса, частотная спектроскопия ГУ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)

Библиографический список

1. Гудзев В.В., Краснов К.Н. Установка емкостной спектроскопии глубоких уровней. В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2018. Сборник трудов международного научно-технического форума: в 11 томах. Под общ. ред. О.В. Миловзорова. 2018. С. 118-123.
2. Гудзев В.В. Исследование глубоких энергетических уровней в барьерных структурах на основе кристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния. Автореферат дис. кандидата физико-математических наук / Рязан. гос. радиотехн. акад. Рязань, 2015.
3. Litvinov V.G., Vishnyakov N.V., Gudzev V.V., Mishustin V.G., Karabanov S.M., Vikhrov S.P., Karabanov A.S. Measuring complex for analysis of recombination deep traps in semiconductor solar cells. В сборнике: Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology. 2015. С. 1071-1074.
4. Гудзев В.В., Литвинов В.Г., Зубков М.В. Автоматизированный измерительно – аналитический комплекс релаксационной спектроскопии глубоких уровней. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2012. № 1 (34). С. 157-166.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИИ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ

Д.С. Киселев, В.А. Будусов
Научный руководитель – Орехов В.В.
д.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

На сегодняшний день интернет является наиболее быстро развивающейся средой обмена информацией в истории человечества. Трудно назвать какую-либо область деятельности, которая не имела бы своего полного и всестороннего отражения в интернете.

Из-за большой конкуренции в сфере интернет-сервисов, малейшие ошибки, допущенные при разработке, могут оказать негативное влияние на выбор предпочтительного сервиса. Вследствие чего, предварительное тестирование играет важную роль при разработке любого продукта.

Тестирование - это процесс планирования, подготовки и измерения, направленный на установление характеристик информационной системы и демонстрацию разницы между фактическим и требуемым статусом [1].

Различают два вида тестирования: ручное и автоматизированное. При ручном тестировании тестирующий выполняет действия, прописанные в сценарии тестирования, повторяя поведение обычного пользователя на веб-странице. По ходу выполнения отмечаются все ошибки и недочеты тестируемого объекта. Выявленные проблемы заносятся в отчет о тестировании для дальнейшего анализа и исправления. Кроме того, большое преимущество автоматизированного тестирования заключается в том, что одни и те же моменты всегда тестируются одинаково. Тестирование в одной и

той же среде и в одном и том же состоянии важно для обеспечения точности и сопоставимости результатов испытаний. По окончании тестирования, программа формирует отчет о выявленных дефектах, на основании которого вносятся изменения в проект и тестовую программу. На разработку каждого автотеста требуется куда больше времени, чем выполнение подобного теста вручную. Выгода от автоматизации проявляется при многократном выполнении теста, позволяя экономить время на выполнение и анализ собранных данных. Автоматизированное тестирование же заключается в написании специализированных программ, цель которых – локализация ошибок в работе тестируемого объекта [2]. Такие программы выполняют задачи прописанные в тест-кейсе и только их. По окончании тестирования, программа формирует отчет о выявленных дефектах, на основании которого вносятся изменения в проект и тестовую программу. Выгода от автоматизации проявляется при многократном выполнении теста, позволяя экономить время на выполнение и анализ собранных данных.

Одна из идей, активно развиваемая в рамках автоматизированного тестирования, — это создание информационной системы способной автоматически генерировать код программы тестирования, на основании тест-кейсов или сценариев тестирования. Это позволит значительно уменьшить финансовые затраты на разработку программ тестирования, а так же уменьшит общее время на тестирование веб-ресурсов.

Библиографический список

1. Test Case [Электронный ресурс] // Сайт Softwaretestingfundamentals – 2019 – Режим доступа: URL: <http://softwaretestingfundamentals.com/test-case/> (10.09.2019)
2. Fewster M., Graham D. Software Test Automation: effective use of test execution tools – London: Addison-Wesley, 1999 – 600 p.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО КЛАСТЕРА С ИЗБЫТОЧНОЙ СЕТЕВОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

А.В. Кантышева, канд. техн. наук

Д.Е. Григоров

Дальневосточный юридический институт МВД России

Разработка надежного, единого производительного аппаратно-программного кластера виртуализации с общим хранилищем данных была предметом проектно-технологических изысканий Дальневосточного юридического института МВД России в период пандемии. Переход на дистанционное обучение предполагает под собой развертывание в производство системы управления обучением (LMS). На базе серверов института была установлена система управления курсами электронного обучения Moodle 3.6. При переходе на дистанционное обучение возросла нагрузка. Вертикального масштабирования не хватило, ввиду отсутствия технических средств модернизации – RAM, CPU и HDD (SSD).

Администрирование подобного рода системы из множества несвязанных серверов в различных стендах довольно нетривиально и абсолютно не оптимально. В этих условиях требовалось найти решение проблемы и в дальнейшем рекомендовать алгоритм оптимального построения локального

децентрализованного кластера виртуализации с общим отказоустойчивым хранилищем данных.

С учетом аппаратной разнородности имеющихся серверов и отсутствия возможности на приобретение дорогостоящего коммутационного оборудования был предложен следующий алгоритм решения кейса.

Любая система виртуализации должна базироваться на определенной однородной операционной системе, единой версии для всех устройств. Для этих целей была выбрана ОС Debian 10 Buster на ядре Linux 5.3.18.

Гипервизором системы Linux является KVM. Управление данным программным решением по умолчанию осуществляется через консоль, что не является удобным для администрирования. Это послужило основанием для выбора проекта «Proxmox Virtual Environment (Proxmox VE)», основанного на Debian GNU/Linux – сервиса по настройке системы виртуализации [1].

Для создания виртуальных машин предоставляется: гипервизор, тип хранилища (файл образа или LVM), тип эмулируемой дисковой подсистемы (IDE, SCSI или VirtIO), тип эмулируемой сетевой карты, количество доступных процессоров и т.д. Развертывание кластера виртуализации осуществляется посредством графического веб-интерфейса Proxmox VE с использованием демонов corosync и pve-cluster, реализующих систему группового общения для отказоустойчивых систем.

Рекомендуются избыточные кольца из нескольких соединений (линков) для отказоустойчивости сети при взаимодействии единиц кластера на транспортном уровне KNET. Единое хранилище для каждой из нод представляется в виде свободной объектной сети хранения Ceph с обеспечением файлового и блочного интерфейсов доступа в логических пулах [2]. В отличие от распределённых файловых систем (GFS, OCFS2 и GPFS) в Ceph обработка данных и метаданных разделена на различные группы узлов в кластере.

При настройке кластерной системы возникли следующие трудности. Во-первых, чем больше OSD дисков используется на одной ноде, тем больше требуется оперативной памяти. Эмпирически было установлено, что оптимальным соотношением количества дисков с их объемом является 1 ТБ на 3 osd. На каждый osd в последних версиях CEPH выделяется по 4ГБ RAM, что является избыточным значением. Нами определено, что значение «osd_memory_target» является оптимальным при 2147483648 байтах.

Во-вторых, необходимо обеспечить бесперебойную и высокоскоростную передачу данных по сетевым протоколам. Для этого была осуществлена агрегация 4-х Ethernet портов с подключением в Гигабитный интерфейс маршрутизатора. В теории балансировка обеспечивает высокоскоростной доступ со скоростью до 3,5 Gbps. На практике данная реализация позволила лишь распараллелить нагрузку, предоставив возможность оперировать данными на скорости не менее 1 Gbps.

В-третьих, автоматический подбор значений группы размещения не всегда корректно отрабатывал при добавлении и изъятии osd из общего пула хранения. Средство автотаскирования анализирует пулы и настраивает их для каждого поддерева. В кластере количество групп размещения практически не влияет на надежность данных. Это количество может быть 128 или 8192, и восстановление не будет медленнее или быстрее.

Таким образом, для разработки эффективного отказоустойчивого кластера с избыточной сетевой архитектурой в образовательных организациях на

основе полученного опыта можно рекомендовать использовать оптимальные модели развертывания бесплатного программного обеспечения. Это экономит финансы, решает вопрос с лицензированием. Технология KVM предоставляет полную виртуализацию на аппаратном уровне. Свободная программная объектная сеть хранения CEPH поддерживает как несколько Linux-машин, так и систему из тысяч узлов. Встроенные механизмы продублированной репликации данных обеспечивают высокую живучесть системы: при добавлении или удалении новых узлов массив данных автоматически перебалансируется с учётом изменений. Виртуальная инфраструктура на базе Proxmox VE, KVM и CEPH реализует проекты параллельных вычислений: учебной лаборатории программирования, обработки компьютерной графики и т.д.

Библиографический список

1. Proxmox - Powerful open-source server solutions [Электронный ресурс] URL: <https://www.proxmox.com/en/> (дата обращения: 02.10.2020).
2. Ceph Documentation [Электронный ресурс] URL: <https://docs.ceph.com/en/latest/> (дата обращения: 02.10.2020).
3. Бобров А.В., Семёнов Д.А. Повышение надёжности сервера // Вестник науки и образования. 2018. №16-2 (52). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-nadyozhnosti-servera> (дата обращения: 05.10.2020).

ПЕРЕХОД НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОФИСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АКАДЕМИИ ФСИН РОССИИ

Е.Б. Кузин

Преподаватель кафедры математики и информационных технологий
управления

Академия ФСИН России

Для федеральных органов исполнительной власти и государственных внебюджетных фондов планируется в 2017-2020 году поэтапный переход на использование отечественного офисного программного обеспечения [1]. В соответствии с распоряжением ФСИН России от 18 декабря 2017 года №335-р утвержден план-график перехода до 2020 года территориальных органов и учреждений на использование отечественного офисного программного обеспечения. Компьютерный парк академии составляет около 1100 компьютеров. То есть по план - графику к 2020 году требуется перевести на отечественное офисное программное обеспечение более 200 компьютеров.

В Академии ФСИН России были внесены изменения в концепцию развития, рабочие программы дисциплин, планы информатизации, предусматривающие среднесрочные и долгосрочные приоритеты и мероприятия по информатизации на период 2017-2020 годов и последующие периоды, предусмотрев включение положений и мероприятий, направленных на приоритетное использование российских информационно-коммуникационных технологий, в том числе по переходу на использование отечественного офисного программного обеспечения [2].

К офисному программному обеспечению относятся:

- операционная система;
- коммуникационное программное обеспечение;

- почтовые приложения, органайзер;
- средства просмотра, интернет-браузер;
- редактор презентаций;
- табличный редактор;
- текстовый редактор;
- программное обеспечение файлового менеджера;
- справочно-правовая система;
- программное обеспечение системы электронного документооборота;
- средства антивирусной защиты.

В данной статье рассматривается опыт использования применения отечественного офисного программного обеспечения на рабочих станциях в локальной сети учебного заведения на основе ОС Linux.

На предварительном этапе выбора операционной системы на основе ОС Linux было централизовано проведено тестирование периферийного оборудования и специального программного обеспечения, применяемого в практике территориальных органов и учреждений УИС, по методикам ФСИН России.

В настоящее время закупка новых компьютеров проводится с операционной системой специального назначения Astra Linux Special Edition релиз «Смоленск» версии 1.6. Эта отечественная ОС, предназначенная для построения автоматизированных систем в защищенном исполнении, обрабатывающих информацию, содержащую сведения, составляющую государственную тайну с грифом не выше «совершенно секретно».

В состав ОС входят офисные программные продукты и утилиты:

- офис LibreOffice;
- таблица LibreOffice;
- презентация LibreOffice;
- база данных LibreOffice;
- почта Thunderbird;
- веб браузер Firefox;
- сертифицированные ФСБ России средства криптографической защиты конфиденциальной информации (СКЗИ). Программа «управления ключами-KGpq» - графический интерфейс к программеGnuPG, которая позволяет шифровать и расшифровывать файлы и электронные письма.

В учебном процессе компьютеры с операционной системой Astra Linux Special Edition релиз «Смоленск» используются при проведении практических занятий по дисциплинам «Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности», «Информационные технологии в юридической деятельности», «Информационная безопасность».

Если пользователь использует специфичное ПО, его аналога может не быть в ОС под Linux и отказаться от ОС Windows полностью не удастся. Тогда стоит не забывать о эмуляторе Wine, который позволяет запускать в Ubuntu софт из Windows. Операционная система *Ubuntu* имеет понятный интерфейс и ориентирована на обычных пользователей. По умолчанию в Ubuntu входит набор необходимых приложений для работы с документами и Интернетом. Одним словом, Ubuntu хорошая бесплатная альтернатива MicrosoftWindows.

В ФСИН России проводятся исследование вопросов адаптации операционных систем на базе Linux для безустановочного запуска.

Библиографический список

1. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 июля 2016 г. № 1588-р; Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 27.07.2016
2. Приказ Минкомсвязи России от 25.09.2017 N 495 «О внесении изменений в приказ Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 29.06.2017 № 334 «Об утверждении методических рекомендаций по переходу федеральных органов исполнительной власти и государственных внебюджетных фондов на использование отечественного офисного программного обеспечения, в том числе ранее закупленного офисного программного обеспечения»

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА BIG DATA

И.Г. Осин.

Научный руководитель – Перепелкин Д.А.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Big Data — обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объёмов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемых горизонтально масштабируемыми программными инструментами, появившимися в конце 2000-х годов и альтернативных традиционным системам управления базами данных и решениям класса Business Intelligence. Но большие данные мало просто собрать — их нужно как-то использовать, например, чтобы строить прогнозы развития бизнеса или проверять маркетинговые гипотезы. А для использования данные требуется структурировать и анализировать.

Краудсорсинг - привлечение к решению какой-либо проблемы большой группы людей. Краудсорсинг хорош, если задача разовая и для ее решения нет смысла разрабатывать сложную систему искусственного интеллекта. Если анализировать большие данные нужно регулярно, система, основанная на Data Mining или машинном обучении, скорее всего, обойдется дешевле краудсорсинга. Кроме того, машины лучше справятся со сложным анализом, основанном на математических методах, например, со статистикой или имитационным моделированием.

Смешение и интеграция данных - процесс приведения разнородной информации к единому виду. Смешение и интеграция данных нужны, если есть несколько разных источников данных, и нужно анализировать эти данные в комплексе. Чтобы использовать данные из разных источников, используют следующие методы:

- Приводят данные к единому формату: распознают текст с фотографий, конвертируют документы, переводят текст в цифры.
- Дополняют данные. Если есть два источника данных об одном объекте, информацию от первого источника дополняют данными от второго, чтобы получить более полную картину.

- Отсеивают избыточные данные: если какой-то источник собирает лишнюю информацию, недоступную для анализа, ее удаляют.

Машинное обучение и нейронные сети. Нейронные сети работают по единому алгоритму — получают на входе данные, «прогоняют» их через сеть своих нейронов и на выходе выдают результат, например, относят входные данные к определенной группе.

Предиктивная (прогнозная) аналитика и big data. Задача предиктивной аналитики — выделить несколько параметров, которые влияют на данные. Предиктивная аналитика нужна везде, где требуется строить прогнозы. Одними из первых ее начали использовать трейдеры, чтобы предсказывать колебания курсов на бирже.

Имитационное моделирование. Имитационную модель можно построить и без big data. Но чем больше данных, тем точнее модель, так как она учитывает больше факторов. Важно помнить, что даже в масштабной модели часто бывают учтены не все факторы. Поэтому моделирование может дать неверный результат, переносить модель в реальность нужно с учетом всех рисков.

Статистический анализ. Суть статистики в том, чтобы собрать данные, посчитать их по определенным критериям и на выходе получить конкретный результат, обычно в процентах. Одна из проблем статистики — недостоверные результаты на маленьких выборках. Сделать статистику достовернее помогают большие данные. Чем больше информации вы собрали, тем точнее результат.

Data mining - процесс поиска полезных закономерностей: сходств, различий, общих категорий и так далее.

Визуализация аналитических данных - представление результатов аналитики в виде графиков, диаграмм, гистограмм, 3D-моделей, карт и пиктограмм. Обычно визуализация — это конечный этап, демонстрация результатов анализа, проведенного другими способами.

Библиографический список

1. Силен Д., Мейсман А. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. – Санкт-Петербург: Питер, 2018. – 336 с.

1. Технологии big data: как анализируют большие данные, чтобы получить максимум прибыли [Электронный ресурс] // Журнал Mail.ru Cloud Solution. URL: <https://mcs.mail.ru/blog/tekhnologii-big-data-kak-analiziruyut-bolshie-dannye> (дата обращения: 14.10.2020).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕВЫХ РАЗВЯЗОК

А.В. Андросов

Научный руководитель – Бакулева М.А.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается актуальная тема. В наше время важной задачей является проектирование развязок, таких как развязки дорог. Современные САПР не предусматривают оптимизацию развязок, в то время

как решение данных задач очевидно имеет положительный эффект как с экономической точки зрения, так и с точки зрения сохранения ресурсов.

Для оптимизации развязок нужно обратиться к теории графов, а точнее, проверке их планарности. Для рассмотрения возможности исключения развязки необходимо доказать, что граф отображающий проектируемую сеть является планарным.

Для этого был разработан алгоритм:

Шаг 1. Формируется и проверяется матрица смежности.

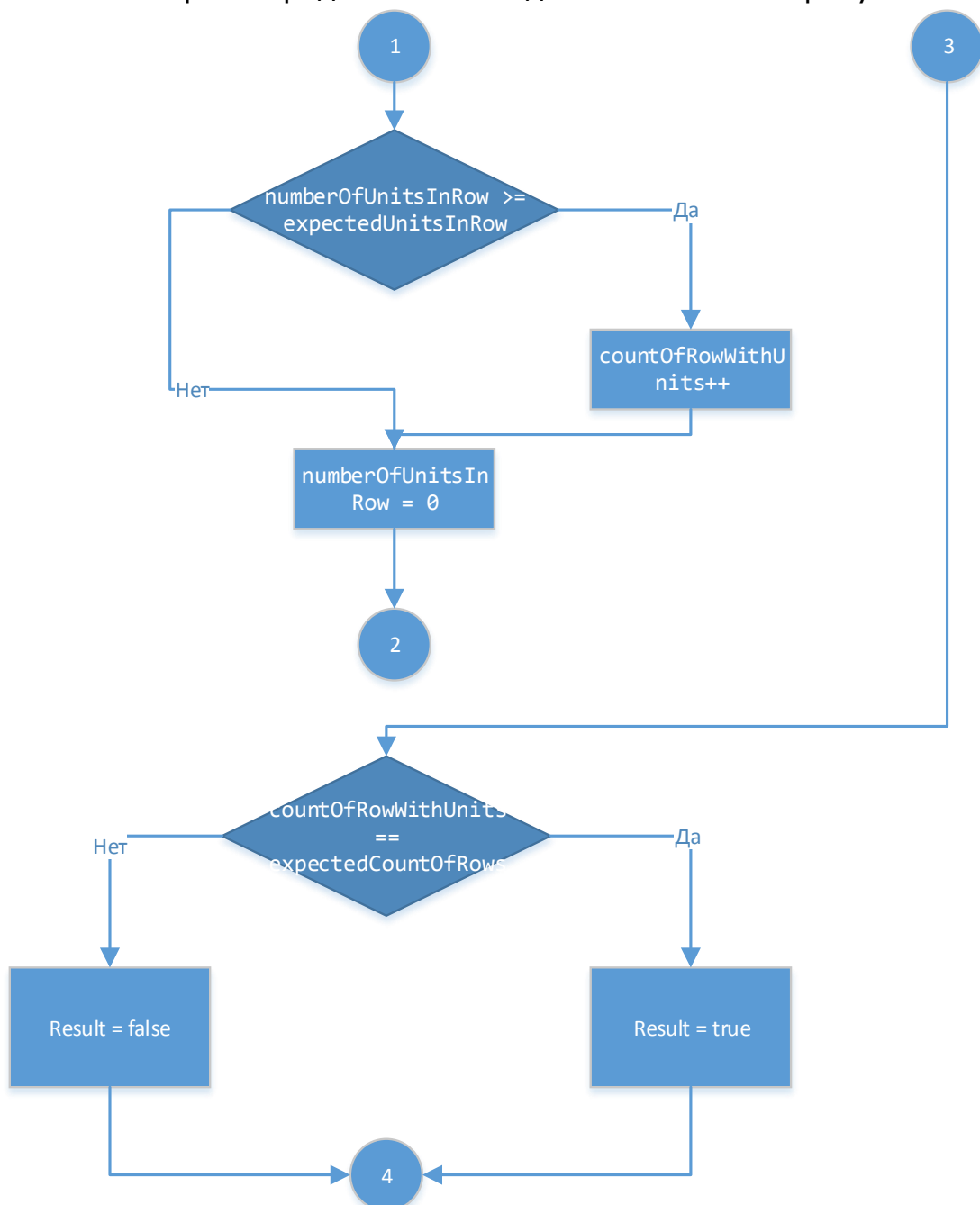
Шаг 2. Поиск подграфов, гомеоморфных K_5 и $K_{3,3}$.

Шаг 3. Если есть, то составление таблицы минимального покрытия.

Шаг 4. Выбор минимального количества рёбер, которые покрывают все выделенные подграфы.

Шаг 5. Вывод результатов.

Алгоритм представлен в виде блок-схемы на рисунке 1.



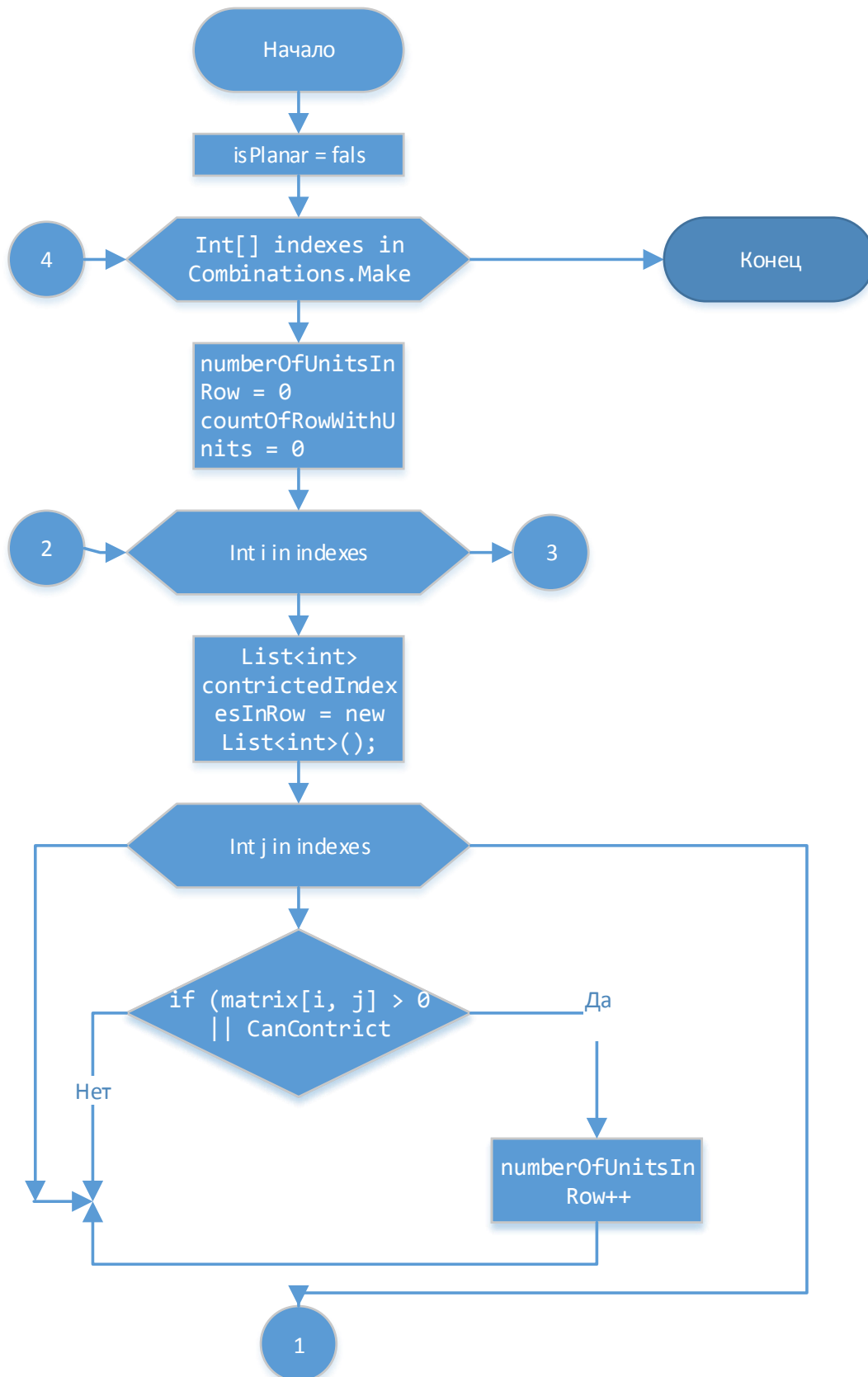


Рисунок 1 – Блок схема алгоритма проверки планарности

Но данный алгоритм не оптимален с точки зрения внедрения в САПР, так как сравнение графов – трудоёмкая задача для программиста. Также, обычно, уже существующее ПО не проводит полного анализа с полным прогоном графа и окончательным решением, что может нивелировать

ошибки, совершаемые человеком. Работа проводится в полуавтоматическом режиме.

Библиографический список

1. Гостин А.М., Корячко В.П. Дискретная математика, 2006
2. Sokolov A., Fetisova T., Bakulev A., Bakuleva M. DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR FINDING THE OPTIMAL PATH IN A TRANSPORT NETWORK WITH DYNAMIC PARAMETERS BASED ON THE MULTIDIMENSIONAL DATA MODEL В сборнике: 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2019 - Proceedings. 8. 2019. С. 8760179.
3. Бакулева М.А., Соколов А.В. МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В сборнике: Материалы II Всероссийской научно-технической конференции "Актуальные проблемы современной науки и производства". 2017. С. 163-168.

ПРИМЕНЕНИЕ GERT-СЕТЕЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАВИСИМЫМИ СЛУЧАЙНЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ

Д.А. Перепелкин, А.З. Нгуен

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается использование GERT-сетей для решения задачи подсчета реальной прибыли с учетом возможных потерь, которые определяются или функциональной зависимостью между случайными величинами или независимы на основании статических данных.

В процессе выполнения операций могут получаться непроизводительные затраты, которые уменьшают прибыль. Причиной возникновения этих непроизводительных затрат может быть брак комплектующих, несовершенство технологических норм, неквалифицированные или даже злонамеренные действия персонала и т.п. [1].

Путь имеется непрерывная случайная величина X с плотностью $f(x)$; случайная величина потерь Y выражается через случайную величину X функциональной зависимостью: $Y = \phi(X)$. Требуется найти закон распределения случайной величины Y . Рассмотрим случай, когда функция $\phi(X)$ строго монотонна, непрерывна и дифференцируема в интервале (a, b) всех возможных значений случайной величины X . Функция распределения $G(y)$ случайной величины Y определяется по формуле $G(y) = P\{Y < y\}$ и

$$g(y) = dG(y)/dy = f[\phi(y)]\phi'(y), \quad (1)$$

где $\phi(y) = x$ есть функция обратная функции $\phi(X) = Y$; $g(y)$ – плотность распределения вероятностей случайной величины Y [2-4].

Пример. Операция должна принести прибыль, описываемую нормальным распределением с $m_x = 20$ ед., $\sigma_x = 3$ ед. Наносятся потери, линейно зависящие от прибыли: $Y = 0,2X$. Найти реальную прибыль с учетом потерь.

По формуле (1) мы получим плотность распределения вероятностей потерь с параметрами $m_y = km_x = 0,2 \cdot 20$ ед. = 4 ед., $\sigma_y = |k|\sigma_x = 0,2 \cdot 3 = 0,6$ ед.

Сеть GERT для данного примера изображена на рисунке 1, а плотности нормы прибыли до и после учета потерь показаны на рисунке 2.

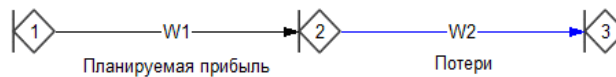


Рисунок 1 – GERT-сеть примера

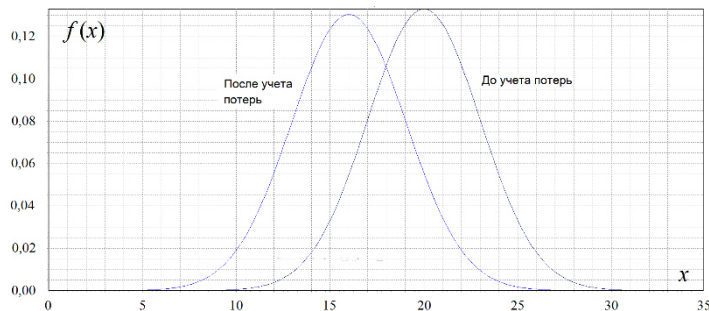


Рисунок 2 – Плотности нормы прибыли до и после учета потерь

Результат можно представить одной эквивалентной дугой с положительной случайной величиной. Мы сможем преобразовать структуры GERT-сетей с положительными и отрицательными случайными величинами и приводить к единственной эквивалентной дуге. Эквивалентная дуга образуется:

- из последовательных преобразований с положительными и отрицательными случайными величинами;
- преобразований параллельных дуг с положительными и отрицательными случайными величинами
- преобразований «дуга-петля» с положительными и отрицательными случайными величинами.

Выводы. Потери относительно планируемой прибыли связываются либо функциональной зависимостью одной случайной величины от другой, либо определяются независимо.

Использование планируемой прибыли и учет понесенной части ее потери возможен при любой структуре GERT-сети, которая приводится к единственной эквивалентной дуге.

Библиографический список

1. Сафаргалиев М.Ф. Бережливое производство на машиностроительном предприятии // Российское предпринимательство, № 18 (216), 2012.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения – М.: Высшая школа, 2000. 480 с.
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей – М.: Радио и связь, 1983. 416 с.
4. Мешалкин Л.Д. Сборник задач по теории вероятностей – М.: МГУ, 1972. –160 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КАНАЛОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАВИСИМЫМИ КОНТРОЛЬНЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ

Д.А. Перепелкин, А.З. Нгуен

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается модель передачи пакетов по телекоммуникационному каналу связи с выполнением контрольных операций над функционально связанными величинами. Время выполнения контрольных операций функционально зависят от времени передачи кадра.

Для получения распределения времени передачи сообщения используется теория аналитических функций комплексных переменных.

Типовая модель передачи файла по каналу связи изображена на рисунке 1.

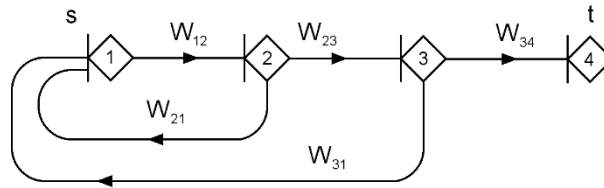


Рисунок 8 – Типовая модель передачи файла

Ветвь (1,2) описывает время передачи кадра (пакета) от передатчика к приемнику. Ветви (2,3), (2,1) задают случайное время передачи относительно коротких положительных или отрицательных квитанций (контроль правильности передачи кадра) от приемника к передатчику. Узел 3 отражает состояние системы в момент проверки номера кадра. Определяется, является ли переданный кадр промежуточным или последним. Через ветвь (3,1) эта информация сообщается передатчику.

Ветви (2,3), (2,1) естественно характеризуют одним и тем же параметром распределения, так как они задают схожие операции передачи контрольную информацию от приемника к передатчику. Операция (3,4) определяет проверку циклической суммы, и также является контрольной.

Характеристики ветвей модели представлены в таблице 1.

Таблица 2 – Характеристики ветвей модели

№ п/п	Ветвь	W-функция	Операция контроля	Вероятность	Производящая функция моментов
1	(1,2)	W_{12}	Нет	1	$1/(1-s)$
2	(2,3)	W_{23}	Да	0,95	$5/(5-s)$
3	(2,1)	W_{21}	Да	0,05	$5/(5-s)$
4	(3,1)	W_{31}	Нет	0,9	$1/(1-s)$
5	(3,4)	W_{34}	Да	0,1	$5/(5-s)$

Эквивалентная W-функция времени передачи файла равна

$$W_E(s) = \frac{W_{12} W_{23} W_{34}}{1 - W_{12} W_{21} - W_{12} W_{23} W_{31}} = \frac{2,375(1-s)}{s^4 - 12s^3 + 45,75s^2 - 54,225s + 2,375}.$$

С помощью теории вычетов мы получаем плотность распределения времени передачи файла:

$$\varphi(t) = 2,901e^{-5t} - 3,133e^{-4,765t} + 0,182e^{-2,19t} + 0,045e^{-0,046t}.$$

Плотность распределения вероятностей GERT-сети приведена на рисунке 2.

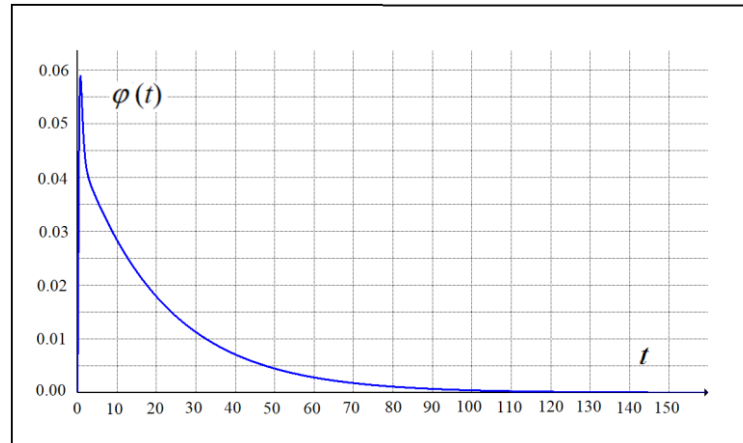


Рисунок 2 – Плотность распределения вероятностей GERT-сети

Выражение для плотности $\varphi(t)$ используется для:

- расчета времени передачи файла по каналу связи вместе с проверкой достоверности и значимости содержимого файла (без учета проверки по контрольной последовательности);
- оценки вероятностно-временных характеристик систем с потерей ценности с информацией с течением времени (систем со старением информации);
- моделирования систем массового обслуживания $M/G/1$.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-1826.2019.9.

Секция 5. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДБОРА КРЕДИТНЫХ ПРОДУКТОВ

К.Г. Шитова

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В ВКР магистранта разработана интеллектуальная система подбора кредитных продуктов для предприятий [1]. Основой этой системы является полносвязная нейронная сеть, так как при проведенных опытах и сравнении некоторых моделей машинного обучения у нее были выявлены наиболее высокие показатели качества [2]. С помощью выбранной модели система определяет, можно ли заемщику выдать кредит на основе его характеристик, а также предлагает клиенту наиболее подходящий кредитный продукт.

Можно выделить следующие продукты, которые банк может предложить своим клиентам:

1. Оборотный кредит – финансирование Банком затрат на исполнение обязательств по действующим контрактам Заемщика.

2. Инвестиционный кредит предоставляется для таких целей, как вложения во внеоборотные активы, приобретение внеоборотных активов, строительство, на рефинансирование кредитов сторонних банков, досрочное погашение задолженности перед лизинговыми компаниями, финансирование на любые бизнес-цели.

3. Овердрафтный кредит – кредит, предоставляемый Банком для оплаты расчетных документов Клиента при отсутствии или недостаточности средств на его Счете.

4. Гарантия – способ обеспечения обязательств, при котором банк (Гарант) выдает по просьбе должника (Принципала) обязательство, в письменном или электронном виде, уплатить контрагенту Принципала (Бенефициару) денежную сумму при представлении Бенефициаром письменного требования о платеже и других документов, указанных в гарантии.

Чтобы получить рекомендацию системы, ей необходимо предоставить некоторые характеристики кредитной сделки, а именно: срок кредита, наличие поручителя, код отрасли, гражданство поручителя, гражданство заёмщика, сумма кредита, система налогообложения, является ли владелец поручителем, тип города заёмщика, ОПФ (организационно-правовая форма), семейное положение заёмщика. Эти параметры были выявлены при экспериментальном анализе данных сделки, как наиболее влияющие на кредитный продукт.

При этом наиболее подходящие сумма и срок кредита подбираются системой. Например, если исходя из начальных данных заемщика, система отказывает в выдаче кредита, то она пытается снизить сумму или увеличить срок кредита, с которыми кредит будет одобрен конкретному заемщику. И если такие значения найдены, то система, используя подобранные значения,

определяет кредитный продукт. Если же система изначально принимает решение о выдаче кредита, она всё равно пытается подобрать условия кредитования, которые возможно заинтересуют заемщика. Она, например, может предложить большую сумму при том же сроке. При этом заемщику предлагаются все возможные варианты кредитного продукта.

К сожалению, бывают такие клиенты, которым ни при каких условиях не стоит выдавать кредит, в этом случае система откажет заемщику в выдаче кредита, так как подобрать другие параметры кредитного продукта не удастся.

Разработанная система поможет банку не только повысить скорость обработки данных заемщика и определения условий кредитования, которые ему подходят, но и существенно уменьшить нагрузку на сотрудников. Это позволит получить больше кредитоспособных клиентов и сэкономить на рабочей силе, требуемой при традиционной обработке данных заемщиков.

Библиографический список

1. Шитова К.Г. Разработка интеллектуальной рекомендательной системы подбора кредитных продуктов для предприятий // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Том 1. – РГРТУ имени В.Ф. Уткина. 2019. – С. 172-173.

2. Шитова К.Г. Разработка интеллектуальной рекомендательной системы подбора кредитных продуктов для предприятий на основе нейронных сетей // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020 [текст]: сб. тр. III меж-дунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.5./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020; Рязань. – С. 112-115.

ВЛИЯНИЕ ОПЕРАТОРА КРОССИНГОВЕРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МНОГОПОТОЧНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Т.А. Фетисова, С.В. Скворцов

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Ускорение работы программных средств, повышение эффективности выполнения алгоритмов являются наиболее перспективными научными направлениями исследования на сегодняшний день. Существует большое количество способов и механизмов достижения данных целей с помощью аппаратных или программных средств, на центральном или графическом (ресурсы видеокарты) процессоре. В работе исследуется модификация оператора скрещивания (кроссинговера), реализованная в параллельном генетическом алгоритме (ПГА) для поиска глобального минимума целевой функции с помощью технологии CUDA (на графическом процессоре).

В качестве основы для разработки ПГА был взят классический генетический алгоритм, состоящий из следующих этапов [1]: формирование подпопуляции, вычисление фитнес-функции, селекция, кроссинговер, мутация и миграция. Оператор выбора родительских особей реализован в виде турнирной селекции. Кроссинговер рассматривается в трех вариациях:

одноточечный, двухточечный и однородный. Мутация задается случайной величиной (вероятностью).

В параллельном генетическом алгоритме используется островная модель, где каждая подпопуляция развивается самостоятельно, а миграция особей между ними осуществляется «по кольцу» [2]. Предложенный ПГА реализует два уровня параллелизма: на нижнем (поточном) уровне вычисляется только значение фитнес-функции особи, на верхнем (блочном) уровне выполняются все остальные операторы.

Оператор кроссинговера является одним из основных генетических операторов, с помощью которого осуществляется обмен генетическим материалом между особями [3]. Одноточечное скрещивание предполагает, что родительские хромосомы разрезаются только в одной случайной точке и обмениваются генами. В двухточечном кроссинговере точек разрыва две. Особенность однородного кроссинговера заключается в том, что значение каждого гена в хромосоме потомка определяется по заданной маске и соответствующих генов родителей.

Для оценки эффективности применения ПГА поиска глобального минимума целевой функции, который реализован по технологии CUDA, проведены экспериментальные исследования разработанных программных приложений в четырех версиях: последовательная реализация на центральном процессоре; одноуровневая поточная, одноуровневая блочная и двухуровневая блочно-поточная реализация на графическом процессоре. Эксперимент проводился с использованием видеоплаты NVIDIA GeForce GTX 1070, процессора Intel Core i5 6500. Исходные данные, которые представлены в виде одномерных массивов целых чисел, формировались случайным образом. Параметры для проведения экспериментальных исследований следующие:

- количество особей: 2000-8000;
- количество блоков: 128-512;
- количество потоков: 128-512;
- сложность целевой функции: от кубического многочлена до трансцендентной функции с наличием нескольких тригонометрических слагаемых;
- кроссинговер: одноточечный, двухточечный, однородный.

В таблице показаны итоги эксперимента: время работы последовательных программ и достигаемое ускорение их параллельных версий.

Таблица. Экспериментальные результаты

Тип кроссинговера	Количество особей			
	2000		8000	
Сложность функции	Простая	Сложная	Простая	Сложная
Время работы для последовательных версий программ				
Одноточечный, сек	141	314	246	644
Двухточечный, сек	149	317	252	657
Однородный, сек	154	321	254	661
Ускорение для параллельных версий программ				
Блочный	1,47 раз	1,49 раз	1,55 раз	1,56 раз
Поточный	1,48 раз	1,47 раз	1,54 раз	1,55 раз
Блочно-поточный	2,71 раз	2,73 раз	3,20 раз	3,11 раз

Таким образом, в результате проведения экспериментальных исследований было установлено:

- все ПГА дают улучшение по времени по сравнению с последовательными версиями;
- сложные функции замедляет работу алгоритма в 2-3 раза;
- с увеличением численности популяции производительность ПГА повышается;
- при организации блочно-поточного параллелизма происходит улучшение времени в 3 раза и более;
- применение многопоточного генетического алгоритма целесообразно при большем количестве особей.

Разработанные и исследованные параллельные генетические алгоритмы с многопоточным оператором «кроссинговер» значительно повышают производительность алгоритма. Дальнейшие исследования планируется проводить с операторами «селекция» и «кроссинговер» совместно.

Библиографический список

1. Панченко, Т. В. Генетические алгоритмы [Текст]: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 [3] с.
2. Сковцов С.В., Фетисова Т.А Направления исследований параллельных генетических алгоритмов // Сборник трудов III Международной научно-технической и научно-методической конференции «Современные технологии в науке и образовании», СТНО - 2020. Рязань, 2020. – Том 3, с. 98-105.
3. Яминов Б. Генетические алгоритмы: Дискретная математика: алгоритмы / Б. Яминов // Санкт-Петербургский государственный университет. — 2005.

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ УНИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

П.С. Киреев

Научный руководитель – Сковцов С.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблем, связанных с работой с большими электронными таблицами, имеющими сложную структуру, а также вопросы автоматизации данного процесса.

В настоящее время автоматизация различных областей человеческой деятельности является важнейшей частью технического прогресса. Одной из таких областей, которая на сегодняшний день нуждается в автоматизации, и с которой людям приходится наиболее часто иметь дело, является работа с электронными таблицами.

Существует достаточно много различных программ для работы с электронными таблицами. Примером может служить лицензионное программное обеспечение Microsoft Office Excel, а также его бесплатные аналоги: OpenOffice Calc, LibreOffice Calc, FreeOffice PlanMaker, Calligra Sheets и др. Данные программы позволяют просматривать, создавать и редактировать электронные таблицы, а также выполнять простейшую обработку табличных данных.

Интерфейс вышеуказанных приложений удобен в использовании, практичен и имеет приятный визуальный дизайн, но лишь при работе с

простыми электронными таблицами. Чем больше данных необходимо обработать пользователю, и чем сложнее структура самих таблиц, тем труднее становится работать с данными программами. В текущих реалиях очень часто требуется работать со сложными и объёмными электронными таблицами, размеры которых могут превышать тысячи строк/столбцов. Применение различных средств автоматизации позволит облегчить и ускорить данный процесс.

Удобный интерфейс для обработки больших массивов данных может быть реализован в составе автоматизированных информационных систем (АИС) различного назначения. Однако особый интерес для пользователя представляют возможности, связанные с автоматизированной генерацией больших электронных таблиц уникальной структуры. Такие функции АИС позволят не только ускорить работу с электронными таблицами, но и сделают более удобным хранение больших объёмов данных, за счёт того, что пользователю не нужно будет сохранять множество электронных таблиц в памяти компьютера. Все используемые данные будут храниться в базе данных АИС, а нужную электронную таблицу на основе этих данных можно будет сгенерировать в любой момент времени.

Одной из наиболее популярных сред разработки клиентских приложений информационных систем в настоящее время является Visual Studio. В её состав входят такие интерфейсы программирования приложений (API), отвечающие за графический интерфейс пользователя, как Windows Form и WPF [1]. Помимо этого, Visual studio имеет встроенные библиотеки для взаимодействия с различными программами, работающими с электронными таблицами.

В частности, для работы с Microsoft Office Excel в Visual Studio имеется библиотека Microsoft.Office.Interop.Excel.dll. Она даёт возможность выполнять все операции над файлами электронных таблиц xls и xlsx, предоставляемые средой Microsoft Office Excel, а именно просмотр, создание и удаление, средствами Visual Studio [2]. Также методы данной библиотеки дают доступ к большому количеству функций редактирования электронных таблиц, таким как объединение ячеек, создание и редактирование шрифтов, выполнение различных агрегатных функций над определёнными наборами данных, построение графиков и диаграмм и т.д. [3].

Таким образом, воспользовавшись средствами библиотеки Microsoft.Office.Interop.Excel.dll, при помощи программного кода можно использовать все возможности, предоставляемые программой Microsoft Office Excel для работы с электронными таблицами, в среде разработки Visual Studio, за счёт чего реализовать автоматизированную генерацию электронных таблиц, в том числе и таблиц уникальной структуры. К недостаткам данной библиотеки можно отнести то, что она имеет строгую привязку к определённой версии Microsoft Office Excel, которую программист должен выбрать в момент подключения библиотеки к проекту.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что автоматизация процесса работы с электронными таблицами является важной и востребованной задачей в настоящее время. Разработка АИС, поддерживающих данную функцию, сильно облегчит и ускорит работу пользователя с большими электронными таблицами уникальной структуры и решит проблему с их хранением.

Библиографический список

1. Чарльз Петцольд. Программирование для Microsoft Windows на С#. В 2-х томах. Том 1 - М.: Русская редакция, 2002. - 624 с.
2. Руководство по программированию на С#. Получение доступа к объектам взаимодействия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/interop/how-to-access-office-interop-objects>, свободный – (20.07.2015).
3. Пошаговое руководство. Программирование для Office (С# и Visual Basic) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/interop/walkthrough-office-programming>, свободный – (20.07.2015).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫМ МЕТОДОМ

В.Г. Соколов

Научный руководитель – В.П.Корячко, д-р технических наук, профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Мониторинг подземных коммуникаций, как правило, проводится с целью оценки их фактического состояния и определения мест повреждений. Значительную часть подземных коммуникаций в настоящее время составляют трубопроводы различного назначения.

В коммунальном хозяйстве для поиска мест повреждения трубопровода чаще других используется акустический метод, который основан на приеме акустического сигнала, возникающего при утечке транспортируемой среды под давлением. Развитием акустического метода является корреляционный, который предусматривает размещение датчиков по обе стороны от утечки и вычисление взаимной корреляционной функции (ВКФ) от сигналов с обоих датчиков. Максимум ВКФ будет соответствовать задержке между сигналами, что позволяет, зная скорость распространения звука в трубопроводе, определить место утечки с высокой точностью.

В реальных условиях в сигналах от датчиков, помимо собственно сигнала утечки, присутствуют следующие помехи:

- шум проходящего транспорта, промышленные шумы;
- сигналы от шумов, возникающие при течении жидкости вблизи конструктивных неоднородностей трубопровода (стыки, повороты, сварные швы и т.д.);
- переотражения сигналов утечки от перечисленных неоднородностей.

В процессе поиска утечки с использованием корреляционного течеискателя оператор с использованием накопленного опыта последовательно решает следующие задачи:

1. Выбор граничных частот аналоговых и цифровых фильтров для максимально возможной отстройки от помех;
2. Распознавание, какие участки корреляционной функции связаны с реальными утечками, а какие - с неоднородностями трубопровода.

Те же задачи может выполнять интеллектуальная вычислительная система, в которой роль накопленного опыта выполняет обучение с использованием набора эталонных сигналов утечки от различных источников. Такой подход хорошо зарекомендовал себя в смежных областях

- распознавание изображений, речи и т.д. Наиболее перспективным направлением в интеллектуальных системах в настоящее время, безусловно, являются искусственные нейронные сети (ИНС). Среди преимуществ, которыми обладает применение ИНС, часто выделяют возможность решения трудно формализуемых задач, для которых трудно найти точный алгоритм решения [1].

В сложившейся практике использования ИНС одним из наиболее важных действий является выбор структуры (архитектуры, топологии и т.д.). Поставленные в данной работе задачи можно отнести к области распознавания образов и классификации, в которой наибольшее распространение в настоящее время получили следующие структуры ИНС:

- перцептрон;
- сверточные ИНС;
- ИНС с глубоким обучением [2].

ИНС в виде перцептрона имеет относительно простую структуру. В то же время, возможности перцептрона считаются сильно ограниченными в тех случаях, когда распознаваемый образ может менять свое положение и масштаб в распознаваемой области. Т.е. если распознаваемый участок корреляционной функции смещен или сжат/растянут относительно эталонного, вероятность правильного распознавания утечки будет значительно ниже.

Архитектура сверточной ИНС основана на операции свертки, т.е. умножении каждого элемента выборки на некое ядро, после чего результат суммируется. Над полученными данными выполняется операция субдискретизации, когда из соседних данных выбирается максимальное значение (или производится их суммирование). Это позволяет ускорить вычисления и сделать ИНС более инвариантной к масштабу входных данных. Однако в сравнении с перцептроном сверточная ИНС имеет большее количество настраиваемых параметров, которые приходится выбирать опытным путем.

ИНС с глубоким обучением можно рассматривать как комбинацию различных архитектур ИНС и принципов их обучения с существенно большим количеством слоев. Практическое применение таких ИНС связано с двумя факторами:

- существенно выросшая размерность доступных эталонных наборов данных;
- резко возросшая мощность вычислительных средств, позволившая сократить время обучения до приемлемых значений.

В целом, решаемая задача обработки данных корреляционного течеискателя и распознавания сигналов утечки с точки зрения применения интеллектуального анализа на основе ИНС может решаться в следующей последовательности:

- получение достаточно большого набора акустических сигналов от реальных утечек для последующего использования в качестве эталонных данных для обучения ИНС;
- проверка эффективности работы ИНС различной структуры при решении поставленной задачи, в том числе определение минимально необходимой размерности входных данных, количества слоев ИНС, степени уменьшения размерности в процессе обработки;

- выбор и сравнение эффективности средств для программно-аппаратной реализации ИНС с использованием возможностей встраиваемых систем (микроконтроллеры, многоядерные процессоры, процессоры цифровой обработки сигналов), программируемой логики (FPGA, SoC), клиент-серверных технологий и т.д.

Библиографический список

1. Бакулева М.А., Корячко В.П., Орешков В.И. Интеллектуальные системы и нечеткая логика - Москва, КУРС, ИНФРА-М, 2017 - 352 с.
2. Николенко С., Кадуринов А., Архангельская Е. Глубокое обучение. - СПб: Питер, 2019 - 480 с.

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ
МОДЕЛИРОВАНИЯ БЛОКА КОММУТАЦИИ
БОРТОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ «БАРС»**

А. С. Субботкина

Научный руководитель – Мылов Г. В., д-р техн. наук, профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Бортовая радиолокационная станция (БРЛС) является одной из важнейших частей современных истребителей и служит основным средством обнаружения, сопровождения целей, а также позволяет наводить на них управляемое вооружение. Следовательно, для моделирования блока коммутации БРЛС «Барс» необходимо тщательно выбирать системы автоматизированного проектирования (САПР), чтобы сократить время разработки и внедрения изделия, а также, чтобы избежать нежелательных ошибок.

Для разработки конструкторской документации и моделирования блока коммутации бортовой радиолокационной станции «Барс» будем использовать следующие САПР:

- nanoCAD – это базовая система автоматизированного проектирования, которая предназначена для разработки и выпуска различного рода документации. Основными достоинствами этой системы являются классический интерфейс и прямая поддержка формата DWG. nanoCAD имеет базовые функции, однако на базе данной САПР могут создаваться приложения для выполнения конкретных задач.

- SolidWorks – это система автоматизированного проектирования, предназначенная для автоматизации этапов конструкторской и технологической подготовки производства на промышленном предприятии. В данном случае эта система будет применяться для построения 3D-модели блока коммутации и проведения над ним динамических испытаний.

Для осуществления технологической подготовки производства изготовления печатных узлов применяются следующие системы автоматизированного проектирования:

- P-Cad – это САПР, которая выполняет весь цикл разработки печатной платы (ПП).

Ключевыми достоинствами этой системы являются:

- 1) поддержка формата ODB+;
- 2) простота в освоении, невысокая стоимость;
- 3) интерактивная и автоматическая трассировка проводников;

4) контроль ошибок в схеме и печатной плате, анализ целостности сигналов и перекрестных искажений.

- InCAM – это САПР, предназначенная для решения задач проектирования маршрутной и операционных схем, выполнения расчетов режимов для технологического процесса и осуществления подготовки управляющих файлов для технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). К преимуществам данной системы относятся:

- 1) усовершенствованные инструменты подготовки производства;
- 2) обеспечение целостности данных, применимость ко всем типам печатных плат;
- 3) адаптируемость под особенности производства;
- 4) простой пользовательский интерфейс;
- 5) удобные в использовании инструменты, алгоритмы анализа и реконструирования;
- 6) 64-разрядная система с технологией многоядерных процессоров [1].

Поток данных при технологической подготовке производства печатных плат представлен на рис. 1.

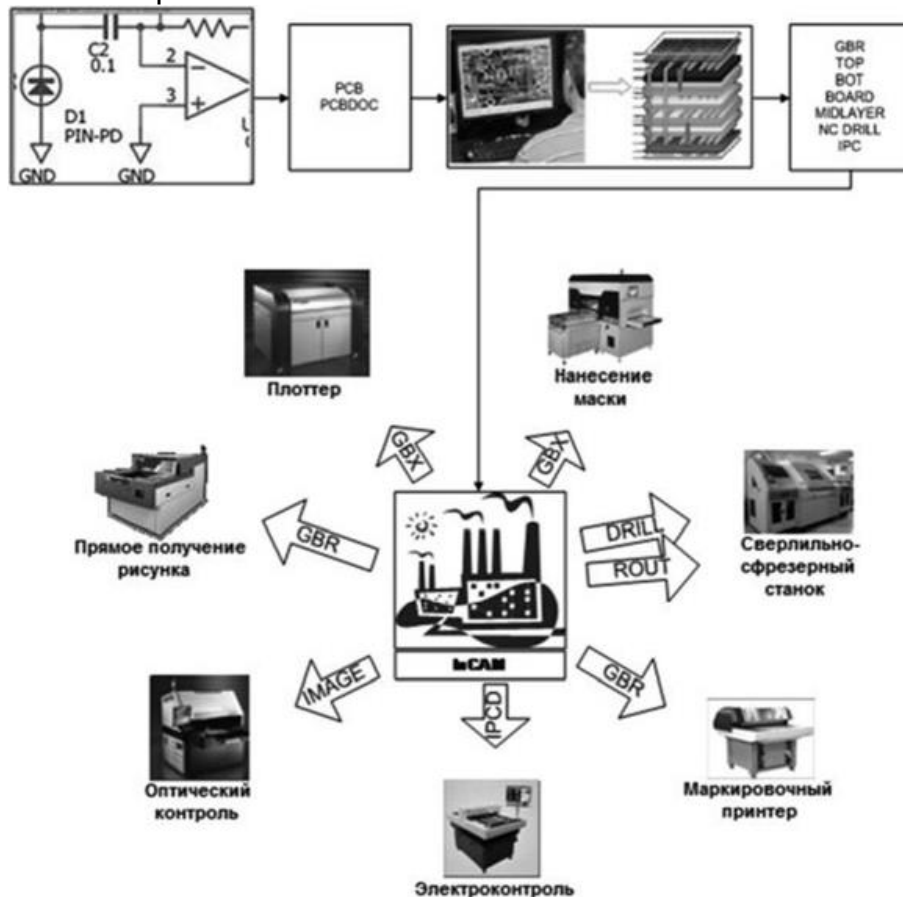


Рис. 1. Поток данных при технологической подготовке производства ПП

Для модернизации САПР InCAM необходимо разработать такие скрипты, которые автоматизируют нижеперечисленные операции:

- идентификация, регистрация и реорганизация входных файлов;
- оптимизация размеров переходных отверстий и инструментов с учетом допусков и типов отверстий;
- топологическая проверка слоев печатных плат;
- определение параметров фрезерования слоев в ПП;
- выпуск управляющих файлов с параметрами, которые используют на оборудовании с ЧПУ и т. д.

Таким образом, вышеперечисленные САПР позволяют существенно сократить затраты времени на разработку конструкторской и технологической документации, наглядно представить внешний вид и изучить физические свойства проектируемого изделия, осуществить подготовку управляющих файлов для технологического оборудования с ЧПУ, а также уменьшить риск возникновения ошибок из-за человеческого фактора.

Библиографический список

1. Мылов Г. В., Таганов А. И. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 168 с.: ил.

ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ФИНАНСОВО-БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

М.А. Лащилин, Е.В. Селиванов

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В банковской сфере существуют задачи, которые могут быть автоматизированы в той или иной степени при помощи машинного обучения. Основная цель подобной автоматизации – максимизация прибыли в условиях конкуренции с другими игроками финансового рынка.

Однако не всегда понятно, каким образом соотносятся задачи и применяемые модели. В данной работе была поставлена цель проанализировать модели машинного обучения и соотнести с решаемыми ими задачами.

Одной из основных моделей машинного обучения, применяемых в банковской сфере, является регрессионная модель [3]. Она позволяет решать классическую задачу кредитного скоринга. Задача кредитного скоринга заключается в оценке заемщика кредитной организацией. Результатом выполнения скоринга для заемщика является такой интегральный показатель как его скоринговый балл. Данная модель имеет определенное достоинство: она хорошо интерпретируема, т. е. можно достаточно просто показать, как определенные коэффициенты в модели влияют на конечный результат. Порой это важно для регуляторов финансового рынка, например Центрального Банка Российской Федерации. Каждая кредитная организация, как правило, пользуется своей моделью оценки.

Модели машинного обучения, связанные с использованием искусственных нейронных сетей, применяются при решении задач компьютерного зрения. К категории таких задач относится, например, распознавание документов. Как правило, для распознавания изображений используются сверточные нейронные сети [7]. Одной из значимых проблем при распознавании документов является, к примеру, распознавание текста, написанного прописью.

ИИ широко применяется в финансово-банковской сфере для задач обработки текстов на естественном языке. Решаются две категории проблем

– анализ текста и его синтез. Например, нейросетевые технологии распознавания речи [1] позволяют решить проблему хранения большого объёма данных, а также дают возможность автоматизированного анализа.

Из текста на естественном языке извлекаются знания или некоторые необходимые факты, например: "Клиент Z – просрочил платёж за Y месяц". Например, инфраструктура Apache UIMA получает на вход неструктурированный текст, а на выходе предоставляет размеченный XML [6]. Получаемая информация хорошо структурирована и доступна для обработки классическими программными средствами. Дополнительно может проводиться анализ тональности текста [4] для его классификации по шкале "негативный – нейтральный – позитивный". Классический подход в ИИ для этой задачи – машинное обучение с учителем.

Ещё одной областью применения ИИ в финансово-банковской сфере являются вопросно-ответные системы [5]. Это могут быть как консультативные системы для внутренних сотрудников (например, справка по работе с программным обеспечением) так и чат-боты информаторы для клиентов. В этой области можно выделить две проблемы – понять, что хотел сказать пользователь и синтезировать подходящий ответ.

Обе озвученные проблемы сложны и решаются существующими на данный момент технологиями ИИ не полностью, разрабатываются новые методы в этой сфере [2]. Проблема понимания на текущий момент часто сводится к проблеме классификации и этого бывает достаточно для решения узкоспециализированной задачи. Проблема синтеза текста иногда решается с помощью шаблонизированных фраз. Однако также применяются современные решения на основе ИИ, такие как Open AI GPT-2 [8].

В целом, несмотря на то, что озвученные проблемы работы с текстами на естественном языке ещё не решены полностью, для конкретных узкоспециализированных задач существующие технологии ИИ применяются успешно.

Таким образом, был осуществлен обзор основных моделей машинного обучения, выявлены задачи, для решения которых данные модели могут использоваться. В дальнейшем предполагается использовать выполненный анализ для постановки проблемы исследования в области разработки собственной модели искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. Ле, Нгуен Виен. Распознавание речи на основе искусственных нейронных сетей / Нгуен Виен Ле, Д. П. Панченко. — Текст : непосредственный // Технические науки в России и за рубежом : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Москва, май 2011 г.). — Москва : Ваш полиграфический партнер, 2011. — С. 8-11. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/3/712/> (дата обращения: 04.10.2020).
2. Селиванов Е.В. Новые методы в предсказательной аналитике. // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020 [текст]: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.5./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020. – С. 152-155.
3. Allen, M. P. Understanding Regression Analysis, Springer Science & Business Media, 2007.
4. Thelwall, M., Buckley, K., Paltoglou, G., Cai, D., Kappas, A.. Sentiment strength detection in short informal text (англ.) // Journal of the American

Society for Information Science and Technology : журнал. — 2010. — P. 2544–2558.

5. Wong, W. (2005) Practical Approach to Knowledge-based Question Answering with Natural Language Understanding and Advanced Reasoning. In: Master; National Technical University College of Malaysia. URL: <https://arxiv.org/abs/0707.3559> (дата обращения: 04.10.2020).

6. Apache UIMA project [Электронный ресурс]. URL: <http://uima.apache.org/index.html> (дата обращения: 04.10.2020).

7. Convolutional Neural Networks (LeNet) – DeepLearning 0.1 documentation [Электронный ресурс]. URL: <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html> (дата обращения: 06.10.2020).

8. Open AI. Better Language Models and Their Implications [Электронный ресурс]. URL: <https://openai.com/blog/better-language-models/> (дата обращения: 04.10.2020).

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

П.А. Салынов

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются основные особенности реализации методов обучения с подкреплением и их отличия от обучения с учителем и без учителя.

На текущий момент времени в сфере машинного обучения существует 3 основных типа обучения искусственного интеллекта (далее ИИ): обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с подкреплением.

В обучении с учителем требуется «обучающая выборка», которая представляет собой множество пар входных/выходных значений, которые ИИ должен научиться повторять. По мере обучения ИИ определяет закономерности в значениях данных пар.

В обучение без учителя требуются лишь входные данные. По мере обучения ИИ определяет закономерности между входными данными и может их различать.

Основным отличием таких подходов является то, что при обучении с учителем заранее известен результат, к которому должен стремиться ИИ, в то время как при обучении без учителя для этого в принципе нет данных.

Обучение с подкреплением является промежуточным вариантом между указанными выше. Оно основывается на том, что обучаемый ИИ рассматривается как «агент», который взаимодействует с некоторой «внешней средой». Главная особенность среды заключается в том, что она представляется в виде «чёрного ящика», логика работы которого зачастую неизвестна, поэтому для обучения ИИ осуществляется анализ лишь действий агента и отклика на них среды.

Внешняя среда рассматривается как абстрактное понятие, которое может представлять из себя что угодно - от симуляционной программы до пользователей какого-либо web-ресурса. После совершения какого-либо действия агент анализирует выходные данные, полученные из среды, и на их основе определяет оценку r (r - «reward»). Эта оценка показывает численное

значение, определяющее степень полезности каждого действия агента, которое как раз и является «ориентиром» для ИИ в методах обучения с подкреплением. Требуется организовать обучение таким образом, чтобы максимизировать эту оценку.

Математически внешнюю среду можно представить в виде конечного автомата (S, A, X) , где S – множество состояний автомата (т.е. среды), A – входной алфавит, задающий множество действий, которые может совершить агент, X – выходной алфавит, определяющий множество характеристик, которые можно получить из внешней среды (они используются для вычисления оценки r , а также в качестве входных данных при определении следующего действия агента).

Агент также рассматривается как некоторая система, которая может воздействовать на внешнюю среду путем выполнения множества действий A . Каждое действие $a \in A$ определяется агентом на основе функции $P(x)$ по текущим входным данным $x \in X$, получаемым из среды.

Функция $P(x)$ называется «политикой» («policy») агента и описывает предположительное действие, которые нужно совершить с учетом входных данных, передаваемых агенту, для максимизации оценки полезности r следующего действия. В зависимости от реализации она может представлять собой нейросеть, или простую матрицу, определяющую предположительную степень полезности каждого действия при каждом наборе входных данных. Корректировка функции $P(x)$ называется обучением.

Таким образом, обучение с подкреплением вне зависимости от выбранной реализации происходит по следующей схеме.

1. Среда отправляет некоторый набор данных на вход агента.
2. Агент на основе политики $P(x)$ и входных данных определяет действие, которое требуется совершить.
3. В зависимости от выбранного действия $a \in A$, среда меняет своё текущее состояние $s \in S$ и отправляет выходные данные агенту.
4. Агент получает новые входные данные от среды и определяет оценку r , далее возврат к пункту 2.

В зависимости от используемого алгоритма обучения с подкреплением, корректировка функции $P(x)$ может происходить как сразу после определения оценки r , так и лишь после сбора определённой статистики взаимодействия агента и среды. Так, например при использовании Q-обучения [2], в котором $P(x)$ представляет собой матрицу предположений полезности каждого действия при определённых входных данных, её корректировка происходит сразу после определения r . В случае же обучения нейросети методом обратного распространения ошибки [3], сначала происходит сбор статистики действий агента и реакций среды, а затем выбирается лишь малый процент лучших по оценке r вариантов, на основе которых и происходит обучение.

Таким образом, суть обучения с подкреплением заключается в изменении политики $P(x)$ таким образом, чтобы максимизировать значение оценки r , вычисляемой на основе выходных данных внешней среды x . При этом для практического использования обучения с подкреплением необходимо реализовать структуру «агент - среда», а также иметь возможность сформулировать функцию для определения оценки r таким образом, чтобы минимизировать количество одинаковых оценок для разных действий.

Библиографический список

1. Саттон Ричард С., Барто Эндрю Г. Обучение с подкреплением — 2-е издание. — М.: ДМК пресс, 2020. — 552 с.
2. Стюарт Рассел, Питер Норвиг, «ИИ — современный подход»
3. Флах П. Машинное обучение. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САПР ALTIUM DESIGNER ПРИ
РАЗРАБОТКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Е. С. Сеницына

Научный руководитель – Скворцов С. В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассмотрены основные функции и главные преимущества системы автоматизированного проектирования Altium Designer, предназначенной для создания и работы с многослойными печатными платами вычислительных и радиоэлектронных устройств. Печатные платы широко применяются в различной продукции. Поэтому многие предприятия нашей страны заняты разработкой и производством печатных плат. Для качественной и эффективной работы инженера-конструктора требуется использовать современные САПР.

Altium Designer представляет собой систему сквозного автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств (РЭС) на базе печатных плат и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Эта САПР состоит из нескольких структурных модулей и охватывает все основные этапы проектирования РЭС - от разработки электрической схемы и описания ПЛИС до подготовки платы к производству. Принцип сквозного проектирования подразумевает передачу результатов одного этапа проектирования на следующий этап в единой проектной среде (Altium Designer использует интегрированную платформу Design Explorer). При этом изменения, вносимые на любом этапе, должны отображаться во всех частях проекта. Такой принцип позволяет разработчику контролировать целостность проекта, отслеживать и синхронизировать изменения.

Одним из основных направлений работы Altium Designer является построение иерархических схем. Все подсхемы иерархической структуры привязаны к определенной области на плате (Room), что значительно упрощает работу конструктора. Библиотеки программы содержат более 80 тыс. компонентов, которые постоянно обновляются. Предусмотрен импорт готовых библиотек из других программ. Кроме того, существует возможность создавать собственные библиотеки символов, посадочных мест, трехмерных моделей и текстовых SPICE моделей.

В состав Altium Designer включена программа моделирования, которая позволяет анализировать аналоговые, цифровые и смешанные схемы. Для моделирования проектов на ПЛИС компания Altium Ltd предлагает использовать плату отладки и макетирования NanoBoard. Реализованная в этом решении инновационная технология Live Design (так называемое

«живое проектирование») позволяет отладить проект на этапе создания принципиальной схемы. При реализации ПЛИС-проекта на NanoBoard рабочее место разработчика фактически превращается в электронную лабораторию, что обеспечивает возможность протестировать проект в рамках Altium Designer.

С помощью мощной, полностью наглядной системы задания и проверки правил проектирования конструктор получает полный контроль над процессом трассировки. Все правила проектирования, учитываемые в редакторе печатных плат, сгруппированы в десять категорий: правила трассировки, производства, проектирования высокочастотных блоков, разводки дифференциальных пар и т.п. Используя технологию запросов, пользователь может описать область действия правила, а также определить его приоритет.

Возможен режим интерактивной трассировки использованием следующих технологий: Push and Shove, позволяющей «расталкивать» уже проложенные проводники переходные отверстия; Walkaround, располагающей трассы максимально близко к существующим; Hugging, уплотняющей существующую топологию вновь прокладываемой дорожкой.

Для автоматической трассировки встроен топологический трассировщик Situs, основным преимуществом которого является полностью управляемый и настраиваемый вручную алгоритм. Процесс трассировки платы управляется сложными наборами правил проектирования, регламентирующими зазоры между проводниками на разных слоях платы, их ширину, типы переходных отверстий, приоритетное направление на слое и многое другое.

Готовый проект печатной платы в виде наборов Gerber и NC Drill файлов передается в специальный модуль CAMtastic, где осуществляется первичная подготовка производства. Здесь реализована возможность технологического анализа топологии и автоматического устранения большинства ошибок. CAMtastic позволяет редактировать топологию, выполнять мультиплицирование и выпускать управляющие файлы для аппаратуры электроконтроля и монтажа компонентов.

Таким образом, проектируя индивидуально или работая в команде пользователи САПР Altium Designer могут создавать электронные (РЭС) устройства без ограничений - простые и сложные платы, одно-и многослойные устройства, от проработки схемы устройства до конструирования платы и формирования состава изделия, ускоряя время проектирования более чем на 20%.

Библиографический список

1. Суходольский В. Ю. функциональных узлов РЭС на печатных платах: учебное пособие.-М.: БХВ-Петербург, 2017.-560с.
2. Кумбз Клайв Ф. Печатные платы: справочник.- М.: Техносфера, 2020. Altium Designer. Сквозное проектирование - 1080с.

ПРЕДИКТИВНАЯ ЗАГРУЗКА МОДУЛЕЙ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ

А.Р. Белов

Научный руководитель – Куликовских И.М.

канд. техн. наук, профессор

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

Машинное обучение открывает возможности для будущего во многих областях информационной сферы. Одно из новейших направлений – адаптация интерфейса приложения к поведению пользователя. Это стало возможным при помощи предсказательной аналитики и «цепей Маркова». Основная идея данного направления – прогнозировать действия и перемещения пользователя в рамках конкретного приложения.

Как правило, структура разрабатываемого приложения является субъективной и не учитывает по какому принципу приложение разделяется на модули и что может понадобиться пользователю в интерфейсе приложения в первую очередь.

Масштабирование принятия решений по данным вопросам для каждого конкретного случая – затратный процесс, который коррелирует с размерами кодовой базы. Более того, такие решения основаны на субъективных суждениях, которые могут быть неактуальным по ряду причин.

Заметим, что у нас уже есть набор данных, которые помогут нам оптимизировать работу с принятием актуальных предиктивных решений – это API аналитических источников (например – «Яндекс.Метрика» или «Google Analytics»). Если объединить аналитические данные с хорошей вероятностной моделью, это позволит автоматизировать процесс, используя машинное обучение. Решения, которые принимаются с учётом аналитики, будут гораздо точнее субъективных суждений.

На данном этапе развития экосистемы уже существуют программные реализации, которые своей основной задачей ставят сокращение времени ожидания пользователя в приложении. Ведущая стратегия предварительной загрузки модулей веб-приложения приложения сейчас – это инициализация загрузки и элементов интерфейса только на основе их появления на экране. Это решение является хорошим компромиссом, ведь пользователи, с большей вероятностью посетят ссылки, которые видны на странице в данный момент. Данный подход несовершенен и требует высокого качества интернет-соединения пользователя. Исследуемая же стратегия предиктивной загрузки вышеупомянутого недостатка лишена.

Ключевой задачей данного исследования является определение того, какие последующие модули могут понадобиться пользователю с учетом конкретного запроса страницы. Достигается это за счёт моделей прогнозирования и составления предиктивной выборки. Это позволит серверу или клиенту предварительно получить последующий набор модулей и поместить их в кэш устройства пользователя, прежде чем он перейдет непосредственно в модуль.

Основная цель предиктивной аналитики, в рамках данного исследования, заключается в том, чтобы сократить общее время ожидания пользователя в приложении. Стоит отметить, что существует ряд исследований, подтверждающих, что снижение данной метрики однозначно увеличивает преследуемые конверсии и сатисфакцию пользователя от приложения.

Итогом исследования является программный комплекс, который заранее предугадывает возможные пути посещения модулей веб-приложения и заранее осуществляет предварительную загрузку данных. Тем самым, при переходе на конкретный «экран» приложения, у пользователя будет отсутствовать время ожидания, так как данные были загружены заранее.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОСТУПА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕР

И.А. Цепулин

Научный руководитель – Орешков В.И.

к-т техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Целью является разработка клиент-серверного приложения для доступа к базе данных информационной системы. Её внедрение поможет быстрее обрабатывать информацию и добавлять новые данные.

Так как тема связана с разработкой информационной системы и технологией клиент-сервер, то и работать предстоит, прежде всего, с программированием на известном мне языке программирования - C# [1], а также с базой данных.

В результате анализа предметной области мною был сформирован план по разработке информационной системы, который предполагает несколько этапов.

Этап 1 – проектирование и создание небольшой базы данных. Этот этап не такой важный, но все же необходимый, так как разработка подразумевает наличие сервера базы данных. Тематика хранящихся данных – предположительно будет связана с банком, так как это обширная тема. В такой базе можно будет хранить для демонстрации работы, придуманные мною или взятые из открытых источников данные. Например, таким источником можно считать бесплатную базу организаций Рязанской области – в качестве клиентов банка [2].

Предположительно, при проектировании базы данных будет осуществлена проверка отношений на соответствие нормальным формам до нормальной формы Бойса – Кодда. Но такие вещи как нормализация, скорее всего, будут опущены в пояснительной записке, ведь суть научно-исследовательской работы в разработке, а не в проектировании базы данных.

Этап 2 - создание системы. В данном случае под системой понимается несколько приложений, связанных друг с другом то есть несколько подсистем. Первая такая подсистема – приложение для контроля допуска. Она будет оперировать матрицей допуска с целью обеспечения разграничения доступа и обеспечения должного уровня безопасности. Вторая подсистема будет связана исключительно с логикой обработки данных из базы. На этот счет идей много и со временем может стать еще больше – от простого вывода определенных данных для анализа, до формирования данных и запросов для их занесения в базу данных. В любом случае, интерфейс и логика второй подсистемы находятся в прямой зависимости от выбранной тематики данных, хранящихся в базе.

Так как ранее я занимался только разработкой не связанных приложений, то это будет непростой задачей. Мне придется брать свои наработки по этой

теме, углублять, в смысле перехода от приложения к системе, и расширять, в смысле расширения функционала.

Для достижения цели был осуществлен подбор базы литературных источников и была проанализирована предметная область. Далее планируется реализация перечисленных выше этапов при помощи популярной интегрированной среды разработки Visual Studio 2019 и РСУБД SQL Server.

Библиографический список

1. Герберт Шилдт. С# 4.0: полное руководство [Текст]: пер. с англ. - М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. - 1056 с. - ISBN: 978-5-907114-49-4.

2. Бесплатная база организаций Рязанской области [Сайт]. URL: <https://firmy-ryazan.ru/g-ryazan>.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИТОСФЕРНЫХ ГЕОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Т.М. Невдах

Научный руководитель - А.О. Фаддеев, д.т.н., доцент

Академия ФСИН России

Основа OLAP-технологии является построение гиперкубического (многомерного) представления данных. При таком подходе данные организовываются не в форме реляционных таблиц, а в виде упорядоченных многомерных массивов, которые могут быть представлены в двух видах [2]:

1) гиперкубов (все хранимые в базе данных (БД) ячейки должны иметь одинаковую мерность, то есть находиться в максимально полном базисе измерений);

2) поликубов (каждая переменная хранится с собственным набором измерений, и все связанные с этим сложности обработки перекладываются на внутренние механизмы системы).

К построению БД предположим, что задана некоторая её схема $RD = \{R_1, R_2, \dots, R_k\}$, где R_i – отношения, определённые на множестве атрибутов $\Lambda = \{L_1, L_2, \dots, L_n\}$ (в фигурных скобках в таблице уточнены области определения некоторых атрибутов).

В таком случае для определённых нами атрибутов установим следующие зависимости:

$$\begin{aligned} DEP = \{ & L_2 L_3 L_{16} \rightarrow L_1, L_4 L_5 L_{16} \rightarrow L_1, L_6 L_7 L_{16} \rightarrow L_1, L_8 L_9 L_{16} \rightarrow L_1, L_{10} L_{11} L_{16} \rightarrow L_1, \\ & L_{12} L_{13} L_{16} \rightarrow L_1, L_{14} L_{15} L_{16} \rightarrow L_1 \} \end{aligned} \quad (1)$$

Зависимости (1) соответствуют следующим отношениям:

координаты ячейки $= R_1 \{L_2, L_3, L_{16}, L_1\};$

экспериментальные характеристики литосферных геодинамических процессов $= R_2 \{L_4, L_5, L_{16}, L_1\};$

расчётные характеристики литосферных геодинамических процессов $= R_3 \{L_6, L_7, L_{16}, L_1\};$

нормальные геодинамические напряжения $= R_4 \{L_8, L_9, L_{16}, L_1\};$

сдвиговые геодинамические напряжения $= R_5 \{L_{10}, L_{11}, L_{16}, L_1\}$;
 смещения в геологической среде $= R_6 \{L_{12}, L_{13}, L_{16}, L_1\}$;
 величина геодинамического риска $= R_7 \{L_{14}, L_{15}, L_{16}, L_1\}$.

Гиперкуб определяется в виде совокупности измерений $\{D_1, D_2, \dots, D_h\}$ (где D_s – множество измерений атрибутов) и множества имён атрибутов M , которые называются мерами. Значения D_s являются значениями координат гиперкуба, значения M располагаются в рабочей области гиперкуба.

Для того чтобы в одной ячейке гиперкуба было гарантированно не более одного значения атрибута меры, предполагается выполнение функциональной зависимости:

$$D_1, D_2, \dots, D_h \rightarrow M$$

(2)

Для динамического формирования реализации гиперкуба исходные множества измерений D_s и мер M будем задавать в виде расширенных имён атрибутов, а именно: $R_i.L_j, L_j \in [R_i]$ (где R_i – наименование i -го отношения и $[R_i]$ – схема i -го отношения).

Тогда схема гиперкуба, если ограничиться двумя измерениями, может быть представлена, например, в следующем виде:

$$\{R_1.L_1\} \times \{R_2.L_5(R_2.L_{16})\},$$

(3)

где $D_1 = \{R_1.L_1\}$, $D_2 = \{R_2.L_5\}$ – измерения; $M = \{R_2.L_{16}\}$ – мера,
 или $\{R_1.L_1\} \times \{R_3.L_7(R_3.L_{16})\},$

(4)

где $D_1 = \{R_1.L_1\}$, $D_2 = \{R_3.L_7\}$ – измерения; $M = \{R_3.L_{16}\}$ – мера.

После того, как сформирована схема гиперкуба с установлением иерархий в измерениях и присоединением мер к атрибутам измерений, воспользуемся простейшим методом решения задачи формирования гиперкуба по множеству отношений $\{R_1, R_2, \dots, R_k\}$ при отсутствии логических ограничений F (т.е. $F = \emptyset$), а именно, выполним операцию естественного соединения отношений для формирования промежуточного представления БД:

$$TJ = R_1[V_1] \oplus R_2[V_2] \oplus \dots \oplus R_k[V_k], \quad (5)$$

где $\oplus$ – операция соединения; V_i – множество атрибутов $L_j \in [R_i]$, для которых либо существует измерение D_s такое, что $R_i.L_j \in D_s$, либо $R_i.L_j \in M$.

Затем значения координат формируются в виде проекций по соответствующим атрибутам: $TJ[D_s]$, с необходимой сортировкой кортежей каждого измерения в соответствии с иерархией. Завершается построение гиперкуба присваиванием значений мер M в рабочей области гиперкуба, т.е. для каждого кортежа $t \in TJ$ на пересечении значений координат $t[D_s]$ (где $s = \overline{1, h}$) ставится значение $t[L_j]$, $R_i.L_j \in M$.

Описанная выше технология применена при построении БД характеристик литосферных геодинамических процессов.

Библиографический список

1. Илюшин А.И., Колмаков А.А., Меньшов И.С. Построение параллельной вычислительной модели путем композиции вычислительных объектов // Математическое моделирование. 2011. Т. 23. № 7. – С. 97-113.
2. Кудрявцев Ю. OLAP-Технологии: обзор решаемых задач и исследований // Бизнес-информатика. 2008. № 1. – С. 66-70.

ЗАПРЕЩЕННЫЕ ФИГУРЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

В.И.Потапов

Научный руководитель – Сускин В.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Проектирование конструкции односторонних (ОПП) или двухсторонних печатных плат (ДПП) без перемычек является одной из самых сложных задач на этапе проектирования. Задача в такой постановке особенно актуальна для бортовых ЭС, выполненных по технологии поверхностного монтажа, где, например, по причине металлического теплоотвода или керамического основания, структура соединений которых возможна только в одном или двух слоях.

Для её решения предложено большое число различных алгоритмов, однако ни один из них не может практически реализовать тактику и стратегию человека-разработчика. Основным недостатком всех используемых алгоритмов является заложенный в них принцип последовательного и фрагментарного просмотра коммутационного пространства. Сложность алгоритмов синтеза подобных структур обусловлена также необходимостью учета большого числа различных требований, связанных со спецификой их изготовления и особенностями разрабатываемого конструктивно-технологического решения.

Рассмотрим классический подход к разработке ОПП и ДПП, использующих электро-радиоэлементы (ЭРЭ) с жесткой логикой функционирования. Вначале разрабатывается принципиальная электрическая схема, а затем создается конструкция за счет решения задач размещения ЭРЭ и трассировки соединений на монтажном поле. Этот подход сложился исторически за счет того, что каждый вывод ЭРЭ несет свое функциональное значение.

На основе анализа проведенного в [1] для решения данной задачи будем использовать графо - теоретический метод, который предполагает планаризацию графа для ОПП и расслоение графа на две стороны для ДПП и предварительный анализ планарности графа схемы с последующей ликвидацией пересечений, назначая конфликтное звено трассы на обратную сторону печатной платы.

Основной задачей создания топологии схемы соединений выводов ЭРЭ является необходимость расположения соединений на плоскости без пересечений, что облегчает условия проведения трасс любому трассировщику современных программ проектирования.

Среди критериев планарности графа наиболее известен критерий Понтрягина-Куратовского.

Задача трассировки соединений выводов элементов в схеме заключается в синтезе графа схемы, не содержащего подграфов гомеоморфных K_5 или $K_{3,3}$.

В [1] приведен алгоритм планаризации графа, основанный на теории характеристического управления и нахождении запрещенных фигур и перевода их из класса запрещенных в класс разрешенных.

Основным требованием, предъявляемым к системам автоматизированного проектирования плоских конструкций электронных схем в виде печатных плат с различным количеством слоев, является обеспечение 100% эффективности трассировки соединений, под которой понимается отношение количества реализованных соединений на одном слое к общему количеству соединений.

В настоящей работе предлагается выполнить проектирование ПП с высокой эффективностью трассировки соединений за счет решения задачи расслоения исходного графа-схемы и построения плоского графа-схемы как на стороне установки ЭРЭ, так и на обратной стороне платы - стороне пайки, исключая запрещенные фигуры по теореме Потрягина-Куратовского. Задача расслоения представляет собой задачу раскраски графа в два цвета, решение которой базируется на теореме Кенига, определяющей запрещенную фигуру в виде циклов нечетной длины.

Рассмотрим решение задачи расслоения ребер исходного графа-схемы на две стороны печатной платы в виде задачи раскраски графа-схемы в два цвета используя теорему Кенига. Граф является двухцветным тогда и только тогда, когда он не содержит циклов нечетной длины [1].

Алгоритм расслоения ребер на две стороны.

1. Поиск запрещенных фигур (циклов нечетной длины).
2. Построение семантической таблицы.
3. Нахождение минимального покрытия строк таблицы столбцами. Все строки таблицы покрыты хотя бы одним столбцом? Если да, то переход к п. 7. Иначе к п.4.
4. Нахождение компоненты запрещенной фигуры для приведения исходной модели к интерпретируемому виду.
5. Удаление компоненты из исходного графа на основании семантической таблицы минимального покрытия.
6. Переход к п.1.
7. Полученное минимальное покрытие является оптимальным решением, удаление этих компонент (сигнатур) переводит запрещенные фигуры в класс разрешенных, т.е. формирует двухцветный граф.
8. Конец алгоритма.

Основным критерием эффективности построения плоских структур является 100 % трассировка соединений между элементами структуры в одном или нескольких слоях. Оценивая результаты синтеза плоских структур электронных схем, построенных с применением разработанной модели и алгоритма, для проведения эксперимента по трассировке соединений использовался современный пакет прикладных программ DipTrace и Altium Designer (P-CAD) со специализированным программным приложением. Проведенный сравнительный анализ представленных результатов трассировки (возможность 100 % трассировки) применяемых САПР, полученных «До» (без участия планаризации) и «После» (планаризации) использования предлагаемого подхода планаризации исходных графов для

проектирования плоских структур электронных схем, позволяет повысить эффективность трассировки соединений в среднем на 2-5%.

Библиографический список

1. В.А. Горбатов. Фундаментальные основы дискретной математики. М.: Наука. Физматлит, 2000. - 544 с.

СВЁРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В БАНКОВСКОМ ДЕЛЕ

С.В. Засимов

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Свёрточные нейронные сети являются одной из специализированных версий обычного перцептрона, где, в отличие от перцептрона, каждый нейрон не связан с каждым нейроном предыдущего уровня. Вместо этого свёрточная сеть оперирует ограниченной матрицей весов – небольшой матрицей заданного (и гораздо меньшего, чем размерность сети) размера.

Именно на этой матрице основан принцип работы свёрточной сети – уменьшение размерности сети к более высоким уровням, благодаря которому происходит переход от частного (мелким деталям изображения) к общему (образам и объектам). То есть каждый следующий слой меньше предыдущего и даже слой распознавания изображения меньше его самого. В процессе свёртки ограниченная матрица весов проходит по каждой точке (которой может быть как пиксель, так и небольшая область) изображения, учитывая не только эту точку, но и точки изображения вблизи, что позволяет выделять закономерности, избавляясь от мелких деталей или малых образов.[1]

Таким образом, переходя к одному слою к другому, свёрточная сеть превращает чёткое изображение в более образное. Этот принцип работы, являясь простым и понятным на бумаге, в реальных сетях настолько сложен для понимания, что вдаваться в него и пытаться вмешаться в него непосредственно крайне нежелательно. И любую настройку таких нейронных сетей производят изменением алгоритмов обучения, данных обучения или размерности сети.

Стоит отметить, что ограниченная матрица весов не едина для всей сети, являясь лишь неким «шаблоном», позволяющим выделять на изображении разные закономерности – например, линии под определённым диапазоном углов, углы и области одного цвета.

Из-за этого процесс обучения такой сети весьма сложен и несколько интуитивен, а также может иметь ряд проблем – например, переобучение, когда сеть плохо работает с изображениями, которых не было в данных обучения. Однако основным алгоритмом обучения свёрточных нейронных сетей остаётся метод обратного распространения ошибки, который упрощает и стандартизирует обучение для любого типа изображений, что является несомненным плюсом нейронных сетей этого типа. Из-за всего сказанного наборы данных для обучения должны содержать пары изображение-ожидание, среди которых должны быть не только полные

изображения, но и образы того, что сеть должна искать на изображениях. К примеру, если сеть должна искать лица, то в данных для обучения должны присутствовать схематичные и упрощённые изображения лиц.[2]

Также к плюсам свёрточных сетей можно отнести удобное распараллеливание вычислений, которое очень важно, учитывая большие объёмы входных данных. Также подобные сети, ввиду отсутствия жёстких связей между нейронами соседних уровней, весьма устойчивы к поворотам изображения. Из этой же особенности вытекает меньшее количество настраиваемых весов нейронов.

Из недостатков стоит упомянуть большую степень непонятности конкретной реализации свёрточной сети, а именно то, что даже создатели сети не знают, на что точно влияет каждая из настроек сети – к примеру число слоёв, размер матрицы весов, шаг её сдвига и так далее.

На сегодняшний день свёрточные нейронные сети получили широкое распространение, например, они применяются в системах распознавания лиц и текста. Кроме этого, этот тип нейросетей может найти применение в банковском деле, например, для более точного распознавания банкнот, а также для выявления поддельных экземпляров. Также может быть создана система идентификации пользователей банков по лицам, что, вкупе со сканированием сетчатки глаза и системой паролей, позволит создать более надёжные системы безопасности для пользователей.

Основанные на нейронных сетях системы телеметрии человека уже начинают вводиться в медицине и спорте, поэтому разумно предположить, что вскоре подобные системы будут внедрены и в банковском деле для более точной идентификации пользователей.

Библиографический список

4. Deshpande A. A Beginner's Guide To Understanding Convolutional Neural Networks. <https://adeshpande3.github.io/> Электронный ресурс. Дата обращения 17.10.2018.
5. Hubel D.H. Brain mechanisms of vision / D.Hubel, T. Wiesel // Scientific American, 1979. P.150-162.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ НА ЭТАПЕ КОМПОНОВКИ УЗЛОВ.

Н.С. Лебедева

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В нашем мире технологии все сильнее продолжают развиваться, и все чаще появляются потребности в создании ЭВС – электронно-вычислительных средств. Причем от них требуется с каждым разом все более высокое качество, быстродействие и надежность, а также уменьшение денежных и временных затрат в процессе производства.

При создании ЭВС, конструкторское проектирование является наиболее трудоемким и ответственным. Оно включает в себя: компоновку узлов, размещение элементов в пределах каждой отдельной конструктивной

единицы, трассировку межсоединений и выпуск документации. Так как задача компоновки выполняется в первую очередь, и от нее зависят последующие шаги, то автоматизацию конструкторского проектирования мы рассмотрим на данном этапе.

Компоновка – это размещение на плоскости или в пространстве элементов электронных средств.

Уменьшить число узлов при компоновке, мы можем за счет введения избыточности на элементном уровне. Для этого рассмотрим эвристический алгоритм, основанный на работе Руссо. Он включает в себя два этапа: формирование элементов в группы и затем распределение этих групп по узлам. Сократить перебор вариантов представляется возможным за счет введения специальных эвристических правил на каждом из этих этапов.

Если учитывать, что на каждом узле имеется относительно небольшое число выводов, перед началом компоновки следует выделить цепи, которые целесообразно вывести из узлов. Выбор таких цепей, впоследствии называемых фундаментальными, производится с учетом упрощения процесса проверки схем. Естественно, что внешние входы и выходы схемы входят в множество фундаментальных цепей. С точки зрения процесса проверки схем желательно иметь доступ к элементам памяти, поэтому выходные сигналы элементов памяти также включаются в множество фундаментальных цепей J . Множество J используется для образования функционально связанных групп элементов $\{Gs\}$, которые впоследствии распределяются по узлам с учетом ограничений на компоновку. Каждая из фундаментальных цепей используется для образования одной группы элементов.

Назначение групп в узлы осуществляется параллельно-последовательным способом. Сначала из имеющихся групп выбирается у относительно слабо связанных, каждая из которых назначается в один из узлов. Выбор может быть осуществлен либо разработчиком, либо алгоритмически на основании расчета «меры связанности» групп.

Библиографический список

1. Илюшкин В.А. – Основы проектирования электронных устройств: Учебное пособие. В 2-х разделах. – Томск: ТУСУР, 2012. – Раздел 1. – 192 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНОЙ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Г.А. Альгашев

Научный руководитель – Солдатова О.П.

к.т.н., доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Задача реконструкции поврежденного участка изображения означает заполнение этого участка данными, на основе информации из оставшейся не повреждённой части изображения. В результате решения задачи происходит замена поврежденного участка на новые данные, с целью получить новое изображение без визуальных дефектов и искажений.

Сейчас большой популярностью обладают методы обработки изображений с помощью свёрточных нейронных сетей [1]. Изначально с помощью них решали задачу классификации изображений, но сейчас с развитием

генеративно-состязательных сетей [2] нейронные сети используют для генерации новых изображений и для восстановления изображений.

Для решения поставленной задачи было решено использовать глубокую генеративно-состязательную сеть [3] и свести задачу реконструкции изображения к задаче генерации нового участка изображения, который будет заменой повреждённому участку. Сеть состоит из двух искусственных нейронных сетей (генеративная и дискриминативная модель), которые соперничают друг с другом.

Выбранная архитектура дискриминативной модели представлена на рисунке 1. На вход модели поступают настоящие изображения из обучающей выборки или изображения, созданные генеративной моделью.

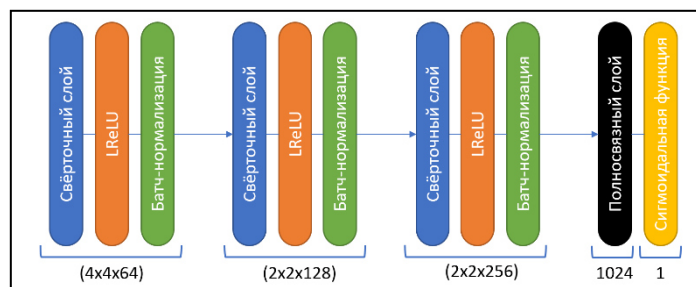


Рисунок 1 – Архитектура дискриминативной модели

Архитектура генеративной модели представлена на рисунке 2. Генератор представляет из себя свёрточный автоэнкодер и состоит из энкодера и декодера.

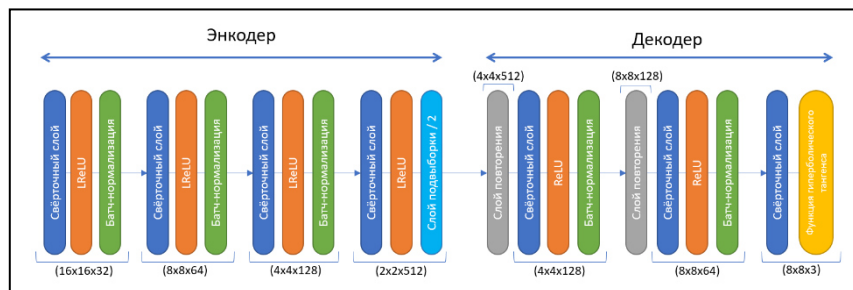


Рисунок 2 – Архитектура генеративной модели

На вход генеративной модели поступает изображение с недостающей областью. На выходе модель генерирует эту недостающую область и сравнивает с настоящей вырезанной частью, после чего происходит корректировка весов сети.

В качестве данных для обучения было решено взять два класса изображений из набора CIFAR-10, а именно класс кошек и собак.

Для оценки обучения дискриминативной модели было решено использовать в качестве функции погрешности бинарную перекрёстную энтропию, т.к. на выходе модель является бинарным классификатором. Для генеративной модели было решено в качестве функции погрешности использовать среднеквадратичную ошибку.

На рисунке 3 представлены графики изменения функции погрешности генеративной и дискриминативной модели во время обучения.

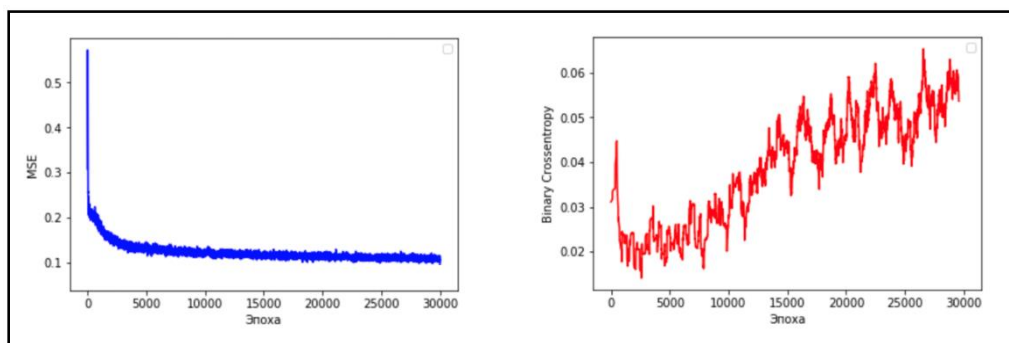


Рисунок 3 – Графики изменения функции погрешности генеративной и дискриминативной модели

Функция погрешности генеративной модели уменьшает своё значения во время обучения, из чего можно сделать вывод, что модель с каждой новой эпохой обучения генерирует недостающий фрагмент всё более похожим на оригинальную вырезанную часть. Функция погрешности дискриминативной модели сначала уменьшает своё значения, но на поздних эпохах обучения функция погрешности постепенно увеличивает своё значения. Это связано с тем, что в начале обучения генеративная модель плохо создаёт недостающие фрагменты, а затем качество генерируемых фрагментов возрастает и дискриминативной модели становится сложнее различить, является фрагмент настоящим или сгенерированным

Библиографический список

1. LeCun, Y., Boser, B. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition [Текст] Y. LeCun, B. Boser, // Neural Computation (Volume: 1, Issue: 4, Dec. 1989) / – 1989. – 541-551 с.
2. Goodfellow, I.J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M. Generative Adversarial Nets [Электронный ресурс] I.J. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza // Neural Information Processing Systems (NIPS). – <https://papers.nips.cc/paper/5423-generative-adversarial-nets.pdf>.
3. Radford, A., Metz, L., Chintala, S. Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks [Электронный ресурс] A. Radford, L. Metz // <https://arxiv.org/abs/1511.06434>.

МЕТОД РАСЧЕТА ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВАКАНСИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

И.С. Лебедева

Научный руководитель – М.А. Бакулева
канд.техн.наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Для рекомендации выпускникам вакансии по их трудоустройству в зависимости от того, как они учились в университете, используется метод компетентностного подхода.

В ходе собеседования выпускника с работодателем не всегда получается показать все знания и практические навыки. Работодатель опирается в

основном на аттестат, в котором содержатся оценки по предметам, а ему необходимо учитывать уровень освоения компетенций. Избежать этой проблемы помогает математическая модель и алгоритм на ее основе, который ставит соответствие: уровень освоения компетенции – оценка.

Но за освоение одной компетенции могут отвечать разные дисциплины. При этом оценки за дисциплины также могут отличаться, поэтому возникает неравномерное соответствие двух множеств, была разработана модель, распределяющая выпускников автоматизировано, опираясь на их оценки по компетенциям.

Однако для разных профессий одни и те же компетенции будут иметь различный вес. Возникает задача расчета весовых коэффициентов. Он можно производиться методом экспертных оценок, путем выполнения следующих шагов:

1. Выбирается объект для экспертной оценки;
2. Выбираются параметры для сравнения;
3. Определяется вес каждого параметра;
4. Задается сравнительная шкала;
5. Производится сравнение.

Можно задать строгие значения весовых параметров, чтобы коэффициенты менялись с определенным шагом и не было двух равных весовых коэффициента, или не строгие, когда допускаются равные веса для разных параметров, но при этом необходимо соблюдать, чтобы суммарное значение всех параметров равнялось единице.

После подсчета всех оценок может устанавливаться минимальный порог для них, если того потребует работодатель. Тогда будет производиться сравнение оценки с этим порогом и выпускники, не проходящие его, не будут принимать участие в распределении на определенную должность.

Библиографический список

1. Мединцева И. П. Компетентностный подход в образовании [Текст] // Педагогическое мастерство: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Москва, декабрь 2012 г.). — М.: Буки-Веди, 2012.
2. Методы обработки экспертной информации: учебнометод. пособие/ А. Н. Павлов, Б. В. Соколов; ГУАП. СПб., 2005. 42 с.: ил.
3. Авилкина С.В., Бакулева М.А., Клейносова Н.П. Математическая модель формирования базовой статистической выборки для оценки уровня освоения цифровых компетенций преподавателей Статистика и Экономика. 2018. Т. 15. № 6. С. 26-35.
4. Авилкина С.В., Бакулева М.А., Клейносова Н.П. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2019. Т. 12. № 2. С. 40-51.
5. Авилкина С.В., Бакулева М.А., Клейносова Н.П. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ КВАЛИФИКАЦИОННОГО СООТВЕТСТВИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ. В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2020. Сборник трудов III Международного научно-технического форума: в 10 т.. Рязань, 2020. С. 211-214.
6. Авилкина С.В., Бакулева М.А., Клейносова Н.П. МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ

ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2020. № 4. С. 23-34.

7. Лебедева И.С., Музюкин И.А. ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВАКАНСИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА. В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2019. С. 9-11.

ПОВЫШЕНИЕ ЖИЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К ВРЕДОНОСНЫМ АТАКАМ

И.М. Куликовских, С.А. Прохоров

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

Недавние исследования в области машинного обучения выявили существенный недостаток современных моделей, который препятствует их широкому использованию и внедрению в различных отраслях. Ввиду отсутствия способности к жизнеустойчивости модели неспособны различить шум и едва заметные, но значительные вариации в данных, которые делают их уязвимыми к вредоносным (состязательным) атакам. Жизнеустойчивые модели могут распознавать вредоносный шум, намеренно внедренный во вновь поступающие входные данные, и, таким образом, предохранить себя от ошибочных прогнозов и некорректно распознанных образов.

Предыдущие исследования приводят убедительные доводы в пользу создания алгоритмов машинного обучения с более "естественным" восприятием информации. Такой прогресс в базовых алгоритмах может позволить моделям более эффективно решать проблемы устойчивости, получая вдохновение от природы. Фундаментальные аспекты биологического интеллекта, такие как самовосстановление, эволюция и обучение, делают биологические организмы успешными для выживания в неизвестных и меняющихся условиях. Надежность и адаптивность биологических систем усиливают мотивацию к реплицированию механизмов естественной эволюции в попытке создать модели машинного обучения с характеристиками, сопоставимыми с характеристиками биологических систем. Однако в биологической эволюции приспособленность индивида определяется его репродуктивностью в отличие от искусственной эволюции, где приспособленность индивида измеряется его способностью решать предопределенную проблему. Тем не менее, алгоритмы, основанные на биологической эволюции, могут достигать лучших результатов в тех случаях, когда процедура оптимизации требует значительных вычислительных затрат для нахождения приемлемого решения.

Данное исследование нацелено на создание жизнеустойчивых моделей машинного обучения, имитирующих свойства устойчивости и адаптируемости биологических систем к неизвестным и изменяющимся средам для повышения устойчивости систем машинного обучения к вредоносным атакам. Предлагаемое решение направлено на создание жизнеустойчивых алгоритмов машинного обучения, которые эволюционно обучены быть менее восприимчивыми к внешним воздействиям и более приспособленными к часто изменяющемуся окружению. Такие алгоритмы позволяют достичь лучших

результатов в случаях, когда стандартная процедура оптимизации требует большей адаптивности для получения приемлемого решения.

Большинство подходов к решению проблемы уязвимости моделей машинного обучения построены на градиентных методах 2-ого порядка, что подразумевает нахождение вторых производных и является вычислительно затратным. Жизнеустойчивые градиентные методы являются методами 1-ого порядка с двумя параметрами, интерпретируемыми в терминах обобщенного уравнения роста популяций как критический и максимальный размеры популяции. Оптимизация данных параметров позволяет моделировать процесс адаптации алгоритмов, положенных в основу систем искусственного интеллекта, к вновь поступающей информации, приближая величину градиента к нулю. Вредоносные шумовые отклонения малой магнитуды, которые главным образом генерируются с помощью градиента и, как результат, скрыты внутри него, становятся видимыми, что исключает их влияние на результат распознавания. Полученный результат существенно минимизирует вероятность успешных кибератак на интеллектуальные системы, построенные на алгоритмах машинного обучения.

ТРАССИРОВКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В САПР TOPOLOGICAL ROUTER (TOROR) ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

А. Р. Плаксина

Научный руководитель – Мылов Г. В. д. т. н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассмотрены основные функции и главные преимущества системы автоматизированного проектирования ТороR, используемой для трассировки печатных плат.

Трассировка печатных плат – один из этапов проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), заключающийся в определении мест расположения проводников на печатной плате вручную или с использованием САПР. Она выполняется после компоновки и размещения компонентов, однако в процессе разводки положения компонентов могут меняться в целях оптимизации конструкции.

По мнению специалистов, отечественная САПР печатных плат ТороR входит в десятку лучших САПР мира [1]. В отличие от зарубежных аналогов, ТороR является топологическим автотрассировщиком, то есть стадии трассировки и метризации разделены.

Первое существенное отличие САПР ТороR от других систем – практически мгновенная (до нескольких секунд) 100%-ная разводка цепей. Конечно, начальный вариант далек от совершенства: может быть завышены число межслойных переходов и суммарная длина проводников, однако все соединения будут проложены, можно будет запускать процедуру оптимизации топологии.

На плотных дизайнах это свойство имеет решающее значение, поскольку позволяет оценить как принципиальную возможность, так и трудоемкость ручной доводки дизайна.

Второе существенное отличие – два режима редактирования топологии. Первый режим – это традиционный графический редактор. Второй – редактор, который не позволяет редактировать форму проводников (она

рассчитывается автоматически с учетом необходимых зазоров), но зато дает возможность перемещать компоненты без нарушения целостности разводки. Это позволяет в процессе прокладки или редактирования проводников не заботиться об их точной форме, а лишь обозначать топологические маршруты.

Третье существенное отличие – вид топологии. В ТороR реализована трассировка под произвольными углами (не только 45° и 90°), которая обеспечивает наиболее экономичное использование коммутационного пространства.

Таким образом, эффективность трассировки ТороR достигается за счет сочетания следующих характеристик:

- высокая скорость трассировки, сокращающая время проектирования электронных устройств в десятки раз;
- широкий набор инструментов, обеспечивающий разработку плат с повышенной надежностью;
- гладкие без изломов проводники, позволяющие более эффективно использовать свободное пространство ПП;
- уникальные алгоритмы, помогающие найти нетрадиционные решения и упростить выполнение сложных задач.

ТороR отлично взаимодействует с другими САПР, среди которых PCAD 2000-2006, Altium Designer, DipTrace, KiCad, Eagle и другие менее известные. Система поддерживает следующие форматы: PADS ASCII PCB, PCAD ASCII PCB, DSN/SES и HKP. Результаты работ могут быть представлены в форматах Gerber, DXF и Drill. Все это делает данную САПР универсальной.

Из недостатков ТороR стоит отметить отсутствие собственных редакторов схем и библиотек, из-за чего при подготовке ПП приходится обращаться к сторонним САПР.

Использование современной САПР ТороR значительно увеличивает качество выпускаемой продукции, уменьшает стоимость на разработку изделия, повышает производительность всего предприятия.

Библиографический список

1. А. С. Уваров. Проектирование печатных плат. 8 лучших программ. М.: ДМК Пресс, 2009 – 60с.
2. С. Ю. Лузин, Ю. Т. Лячек, О. Б. Полубасов. Автоматизация проектирования печатных плат. Система топологической трассировки ТороR. СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005 – 42с.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МНОГОМЕРНОЙ ТРАССИРОВКИ

Ю.С. Морозова

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Многомерная трассировка – это прокладка пути в пространстве с препятствиями. Трехмерная трассировка применяется в таких предметных областях, как компьютерные игры, инженерные сети, в робототехнике.

В разработанном ранее программном продукте, предназначенном для трассировки в трехмерном пространстве используется алгоритм слежения за целью [2], модифицированный для трехмерного пространства.

На данный момент реализована возможность построения элементарных трасс, то есть нет следующих функциональных возможностей, который необходим для проектирования инженерных сетей:

1. Нет возможности прокладывать несколько трасс одновременно;
2. Разбиение пространства на параллелепипеды не позволяет осуществлять построение трассы под каким-либо углом, кроме как 90 градусов.
3. Невозможно задать безопасное расстояние между уже существующими трассами или препятствиями и рассчитываемым путем.
4. Нельзя задать контрольные точки, через которые должна проходить трасса.

Для построения нескольких трасс одновременно необходим учет динамических объектов. Следующие приемы позволяют учитывать их [3]:

1. Механизм разрешения коллизии в момент следования по пути;
2. Изменение состояния проходимости ячейки;
3. Учет динамических объектов, расположенных около ячейки статистического объекта.

Для построения трассы под определенным углом, например, под углом 60 градусов, необходимо разбивать трехмерное пространство на правильные тетраэдры. То есть для реализации данной функциональной возможности необходимо ввести дополнительный параметр, который определяет на какой угол может изменять свое направление прокладываемая трасса.

Для создания безопасного расстояния между прокладываемыми трассами необходимо ввести дополнительные параметры, например, угол поворота для рассчитываемой трассы около уже созданных объектов, расстояние между трассами, расстояние между трассой и препятствиями и т.д.

Для создания контрольных точек перед прокладкой трассы, необходимо реализовать алгоритм, аналогичный тому, по которому задаются препятствия в трехмерном пространстве с помощью графического интерфейса.

Таким образом, решение задач, рассмотренных в докладе, позволит расширить функциональные возможности разработанного ранее программного продукта для выполнения автоматизированной трассировки в трехмерном пространстве. Эти улучшения программы позволят ее использовать для более точного определения трассы инженерных сетей, а также позволит использовать в других предметных областях (например, в робототехнике для расчета пути по снятым с помощью камер данным).

Библиографический список

1. Морозова Ю.С. Разработка алгоритма многомерной трассировки для решения проектных задач / Ю.С. Морозова, С.В. Скворцов // Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2019. – С. 161-167.

2. Системы автоматизированного проектирования. Курс лекций: Уч. пособие для студ. спец. «Медицинская электроника», «Электронно-оптические системы и технологии» дневной и заочной форм обуч./ В.М. Бондарик. – Мн. БГУИР, 2006. – 272 с.

3. Поиск пути в 3D-пространстве с учетом динамических объектов. С. Винокурова. - 2011 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.graphicon.ru/en/conference/2011/proceedings>. Дата просмотра: 04.10.2020.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОИСКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОМПОНОВКИ

И.А. Музюкин.

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к-т. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Одним из основных этапов конструкторского проектирования является компоновка блоков ЭВС. В настоящее время разработано огромное количество алгоритмов генетического поиска для решения данной задачи, поэтому возникает необходимость в их модификации с целью уменьшения времени поиска и улучшение результатов работы алгоритма.

Рассмотрим главные принципы, ориентированные на решение задач компоновки блоков ЭВС [1-3], которые необходимо учитывать при разработке модифицированного алгоритма генетического поиска:

- **Принцип нераздельности.** В задачах разбиения графа и гиперграфа на части значение целевой функции (отношение числа внутренних ребер к внешним) альтернативного решения не сводится к сумме целевых функций частичных решений.

- **Принцип упрощения.** При повышении сложности анализируемой задачи компоновки элементов, резко возрастает сложность точной модели. Поэтому следует использовать приближенные модели на основе графов и гиперграфов.

- **Принцип соответствия.** Описанная исходная задача компоновки элементов ЭВС на языке графов и гиперграфов должна соответствовать имеющейся информации о конструктивно-технологических ограничениях.

- **Принцип иерархии управления.** Генетические алгоритмы и алгоритмы эволюционного поиска могут выстраиваться как сверху вниз, так и снизу вверх под влиянием внешней среды.

- **Принцип «Бритвы Оккама».** Без необходимости не рекомендуется увеличивать сложность моделей, количество дополнительных конструкторско-технологических ограничений, число частичных целевых функций, эвристик проектирования, генетических и эволюционных алгоритмов.

- **Принцип баланса.** Генетические алгоритмы компоновки создаются таким способом, при котором любое полученное решение не выходило за рамки возможных допустимых значений.

Применение данных принципов позволяет создать оптимальный алгоритм генетического поиска, который эффективно решает задачу компоновки блоков ЭВС.

Библиографический список

1. Ищенко С. Н. Модифицированная архитектура генетического поиска / Известия ЮФУ. Технические науки. 2007. №2. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/modifitsirovannaya-arhitektura-geneticheskogo-poiska> (дата обращения: 01.10.2020).

2. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие / Под ред. В.М. Курейчика. – Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2004. – 400 с.

3. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

И.Г. Осин.

Научный руководитель – Перепелкин Д.А.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Сегодня компании любого профиля сталкиваются с необходимостью обработки большого количества данных. От качества и скорости их анализа зависит эффективность принятия решений и уровень поддержки клиентов. Справиться с растущими информационными потоками помогают технологии искусственного интеллекта. В их основе лежат алгоритмы глубокого машинного обучения, сочетающие в себе нейросети определенных типов. Давайте посмотрим, какое применение они нашли в разных отраслях.

Может сложиться впечатление, что искусственные нейронные сети (ANN) — это какая-то прорывная технология, однако на уровне алгоритмов они были описаны еще во второй половине прошлого века. Просто сейчас появилась техническая возможность реализовать их в конечных продуктах — человечество накопило достаточные объемы информации и создало средства для ее быстрого анализа. К настоящему времени наибольшее распространение получили следующие виды нейросетей: – сверточные нейронные сети (CNN) имитируют работу зрительной коры головного мозга и частично выполняют функцию абстрактного мышления. Они прекрасно справляются с задачей распознавания изображений, а их вычисления легко распараллелить на графических процессорах, что позволяет создавать относительно дешевые аппаратные платформы с элементами ИИ.

Виды нейронных сетей:

- Рекуррентные нейронные сети (RNN) обладают кратковременной памятью, за счет чего легко анализируют последовательности произвольной длины. RNN разбивают поток данных на элементарные части и оценивают взаимосвязи между ними.

- Сети с долговременной и кратковременной памятью (LSTM) стали дальнейшим развитием RNN. Они хороши для прогнозирования изменений любой величины (например, биржевых курсов или покупательского спроса) путем экстраполяции.

- Управляемые рекуррентные блоки (GRU) — сравнительно недавняя модификация RNN, появившаяся только в 2014 году. Их используют для синтеза речи, которая обладает эмоциональной окраской и звучит как настоящая.

- Глубокие нейронные сети (DNN) — любая сеть более чем с тремя слоями. Они лежат в основе механизмов глубокого машинного обучения, находя неявные взаимосвязи между разнородными данными.

- Генеративно-состязательные сети (GAN). Это комбинация нейросетей, одна из которых генерирует варианты, а другая отсеивает их (выступает в качестве арбитра). Такое сочетание позволяет реализовать машинное обучение без учителя, что повышает автономность ИИ.

Нейронные сети могут помочь компаниям стать лучше сразу по нескольким направлениям: оптимизировать бизнес-логистику, улучшить прогнозирование и взаимодействие с клиентами. В конечном счете они дают возможность повысить конкурентоспособность за счет более глубокого анализа всех доступных данных. Ожидания клиентов постоянно растут, и они выбирают сервисы на базе ИИ, поскольку они быстрее и полнее удовлетворяют их запросы.

Библиографический список

1. Нейронные сети. Глубокое погружение [Электронный ресурс] // URL: <https://dx.media/articles/how-it-works/neyroseti-v-biznese-zachem-i-dlya-chego/> (дата обращения: 14.10.2020).

2. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ В УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

К.В. Шульгин

Научный руководитель – Бакулева М.А.

к-т техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблем, связанных с составлением расписания при конфликте ресурсов, а также вопросы автоматизации данного процесса.

Автоматизация процесса составления расписаний при высокой степени вероятности возникновения пересечения во времени и пространстве является актуальной задачей, имеющей большое практическое значение в различных прикладных областях.

Рассмотрим процесс составления расписания с точки зрения теории графов. Можно сказать, что процесс составления расписания – это составление графов, в которых переходы между множествами преподавателей, аудиторий и группами не пересекаются во времени. В качестве примера приведем графы переходов в момент времени t и $t+\Delta t$ (рисунок 1).

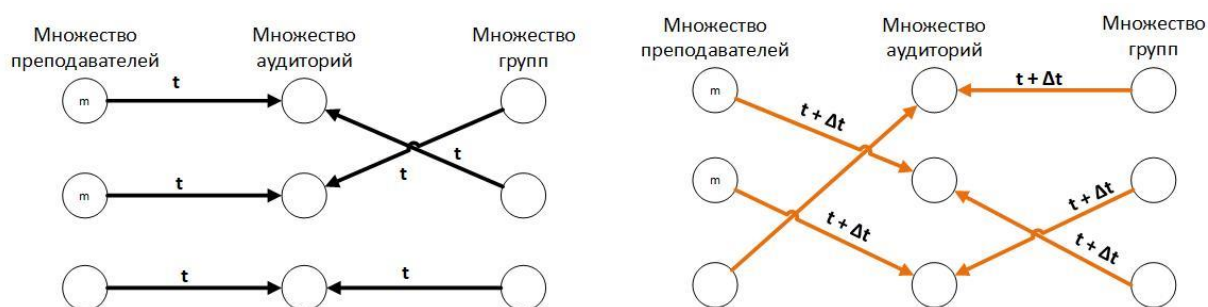


Рисунок 1. Графы переходов в момент времени t и $t+\Delta t$

Поскольку преподаватели, аудитории и учебные группы являются отдельными множествами, то для организации множеств в расписание используем аппарат теории множеств, в частности, аппарат трансверсалей.

Представим аудитории, группы, преподаватели и т.д. в виде множеств. Построим для них трансверсаль или покажем, что трансверсали не существует, если условие не выполняется [1].

Для множеств $S_1 \dots S_n$ определим произвольный, не являющийся представителем в другом множестве элемент $a_i \in S_i$, который будет являться представителем данного множества. Трансверсаль будет построена, если процесс определил представителя для множества S_n [2].

При достижении множества S_r , в котором все элементы множества $b_1, b_2, \dots, b_t$ использованы другими множествами, необходимо провести проверку существования трансверсали с помощью вспомогательных множеств.

Проверка осуществляется до получения одного из вариантов:

1. Найден альтернативный представитель множества S_r . Построение трансверсали продолжается.
2. Последовательность T_0 исчерпывается элементами $b_1, \dots, b_s$ как представителями множеств. Значит построение с.р.п. невозможно.

Используя математическую модель, основанную на свойствах трансверсали, получим алгоритм составления расписания со следующими шагами:

Шаг 1. Задание множества временных параметров $\tau_i, \overline{i=1, r}$;

Шаг 2. Задание множества аудиторий $\alpha_j, \overline{j=1, w}$;

Шаг 3. Задание множества преподавателей $\beta_u, \overline{u=1, e}$;

Шаг 4. Задание множества учебных групп $\gamma_g, \overline{g=1, h}$;

Шаг 5. Проверка достаточности существования трансверсалей $r \wedge w \wedge e \wedge h \geq 4$

Шаг 6. На основе описанной выше математической модели формируются трансверсали. Ясно, что максимально число систем различных представителей определяется как $\max(|\gamma| \vee |\tau| \vee |\alpha| \vee |\beta|)$;

Шаг 7. Отображения переходов в расписании. То есть описание регламента взаимодействия выявленных систем различных представителей (трансверсалей).

Таким образом, применив трансверсали при составлении расписания можно решить проблемы, связанные с составлением расписания при конфликте ресурсов.

Библиографический список

1. Холл М. Комбинаторика. - М.: Мир, 1970. - 421 с.
2. Журавлев Ю.И., Флеров Ю.А. Дискретный анализ часть 1. - М.: МФТИ, 1999. - 137 с.
3. Бакулева М.А., Шульгин К. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ТРАНСВЕРСАЛЕЙ. В сборнике: Современные технологии в науке и

образовании - СТНО-2020. Сборник трудов III Международного научно-технического форума: в 10 т.. Рязань, 2020. С. 126-129.

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА КАСКАДОВ НА ЯЗЫКЕ JAVA

Бакулева М.А., Струков А. М.

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Метод каскадов основан на разложении Шеннона, согласно которому любая логическая функция, не тождественная нулю, приводима к виду дизъюнкции конъюнкций. Он позволяет свести реализацию булевой функции от n переменных к реализации функции от $n-k$ переменных, исключив последовательно k переменных. Критерием исключения служит вес частной производной первого порядка от логической функции. Частная производная первого порядка – результат сложения по модулю два единичной и нулевой остаточных функций, а вес частной производной равен числу конституэнт этой производной.

Результат работы метода каскадов можно представить в виде двоичного дерева, где исключенные переменные являются узлами, а логические константы или остаточные функции от двух переменных – листьями. Пример схемной реализации результата работы алгоритма представлен на рисунке 1.

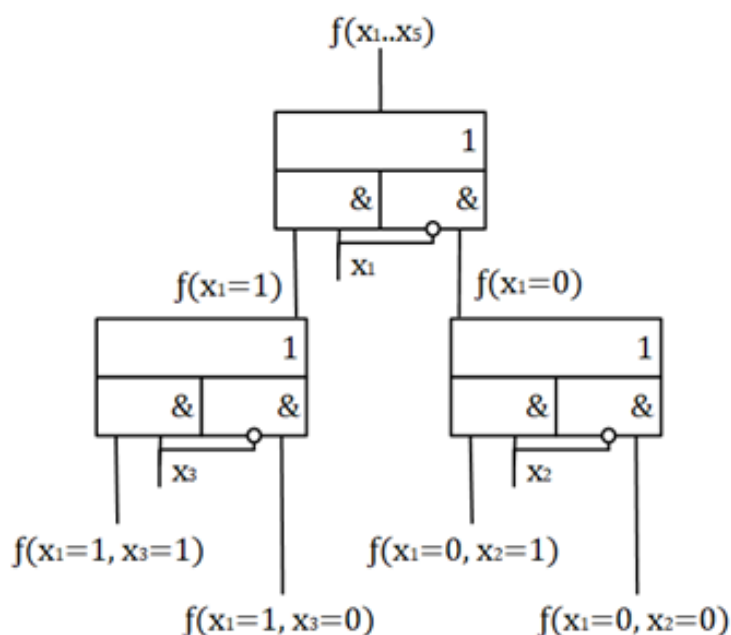


Рисунок 1. Двухъярусная каскадная схема в базисе И-ИЛИ-НЕ

Таким образом, синтез схемы можно свести к последовательному вычислению остаточных функций путем исключения переменной из функции, полученной на предыдущем этапе или же заданной в качестве исходной. Для сокращения количества блоков в генерируемой схеме целесообразно упрощать промежуточные функции на каждом шаге, используя дистрибутивный закон и закон исключенного третьего. Наиболее трудоемкой операцией при реализации данного метода является вычисление частной

производной. Для вычисления частной производной функции от n переменных придется посчитать ее значение на 2^n наборах.

Операции по расчету логических значений отдельных групп переменных являются независимыми друг от друга, а входные данные не изменяются алгоритмом в ходе работы и их объем растет экспоненциально вместе с количеством переменных. Таким образом, этот шаг алгоритма может эффективно выполняться на графических процессорах, реализуя параллелизм на уровне данных.

Простейшие решения, позволяющие графический параллелизм в Java – библиотеки JOCL и JCuda, распространяемые под свободной лицензией и обеспечивающие поддержку CUDA и OpenCL соответственно. Код, выполняемый графическим процессором в данном случае представляется в программе простой строкой и передается из JVM в соответствующий компилятор, а затем – на устройство для выполнения.

В примерах выше код для выполнения на устройстве – низкоуровневый, так как написан на подмножестве языка C. Такой код сложнее разрабатывать, отлаживать и поддерживать. Библиотека AparaPi (от англ. A Parallel Api) напрямую конвертирует байт-код Java в код для выполнения на ядрах OpenCL. Эту возможность предоставляет класс Kernel из библиотеки: логику необходимо реализовывать путем переопределения метода run(). Конечно, для возможности такой конверсии на Java-код накладывается ряд ограничений:

- На типы данных – доступны для использования только примитивы и массивы примитивов, тип char не поддерживается, как и объектные типы.
- На методы – из главного метода можно вызывать только методы, описанные в классе ядра. Статические методы не поддерживаются, за исключением большинства функций стандартного пакета Math – в процессе компиляции они заменяются реализациями на OpenCL.
- На массивы – поддерживается только использование массивов единичной размерности. Не поддерживается расширенный синтаксис цикла for, появившийся в пятой версии Java, так в ходе его выполнения создается копия исходного массива.
- Прочие ограничения – не поддерживаются рекурсия, исключения и работа с ними, конструкция switch, операции break и continue.

Как альтернативу AparaPi можно рассмотреть проект TornadoVM, являющийся плагином для виртуальной машины Java GraalVm, действующий аналогичным образом (компиляция байт-кода Java в код, выполняемый OpenCL) и со схожими ограничениями. К достоинствам проекта можно отнести динамический выбор устройств выполнения и явную поддержку примитивного типа char. Из недостатков следует отметить более сложную установку и настройку по сравнению с подключаемой библиотекой, отсутствие поддержки ОС семейства Windows.

Таким образом, библиотека AparaPi благодаря удобному программному интерфейсу и компиляции байткода в C-подобный код предоставляет оптимальное решение для реализации алгоритмов с помощью Java с возможностью выполнения на графическом процессоре.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003).

Библиографический список

1. Дискретная математика: Учеб. пособие / А. М. Гостин, В. П. Корячко, М. А. Бакулева, А. В. Бакулев - РГРТУ, 2011. - 135 с.
2. Численные методы, параллельные вычисления и информационные технологии: Сборник научных трудов /Под ред. Вл. В. Воеводина и Е. Е. Тыртышников. – М.: Издательство Московского Университета, 2008. – 320 с.
3. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova ,Vladimir Hrukin. Modern Approaches to the Development Parallel Programs for Modern Multicore Processors. Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp. 38–4.
4. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Mikhail Golovanov. Using Apache Spark to Collect Analytic from the Streaming Data Processing Application Logs. Proceedings of 7th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2018, pp.56-4
5. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.
6. Бакулева М.А., Соколов А.В ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС "АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ КОМБИНАЦИОННОЙ СХЕМЫ МИНИМАЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ БУЛЕВОЙ ФУНКЦИИ". Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018619753, 10.08.2018. Заявка № 2018617299 от 11.07.2018.

ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ КАСКАДНОГО МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ В ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПАРАДИГМЕ

А.В. Бакулев к.т.н., доцент
М.А. Бакулева к.т.н., доцент
А.М. Струков магистрант

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Согласно каскадному методупроектирования синтез схемы можно свести к последовательному вычислению остаточных функций путем исключения переменной из функции, полученной на предыдущем этапе или же заданной в качестве исходной. Для сокращения количества блоков в генерируемой схеме целесообразно упрощать промежуточные функции на каждом шаге, используя дистрибутивный закон и закон исключенного третьего. Наиболее трудоемкой операцией при реализации данного метода является вычисление частной производной. Для вычисления частной производной функции от n переменных придется посчитать ее значение на 2^n наборах.

Операции по расчету логических значений отдельных групп переменных являются независимыми друг от друга, а входные данные не изменяются алгоритмом в ходе работы и их объем растет экспоненциально вместе с количеством переменных. Таким образом, этот шаг алгоритма может эффективно выполняться на графических процессорах, реализуя параллелизм на уровне данных (рисунок 1). Однако данный подход оправдан

только при больших размерностях исходных логических функций. Этим и объясняется актуальность рассмотрения гибридного подхода.

В качестве эксперимента было измерено время, требуемое на синтез схем функций от 4 до 20 переменных с шагом в 4 переменные. Пусть количество групп в каждом примере соответствует количеству переменных, а минимальное количество переменных в группе не будет меньше чем $0.8 \cdot n$, где n – количество переменных. Для каждого из наборов была синтезирована схема как с использованием мощностей центрального, так и графического процессора. Время синтеза схемы для каждого из наборов изображено на рисунке 1.

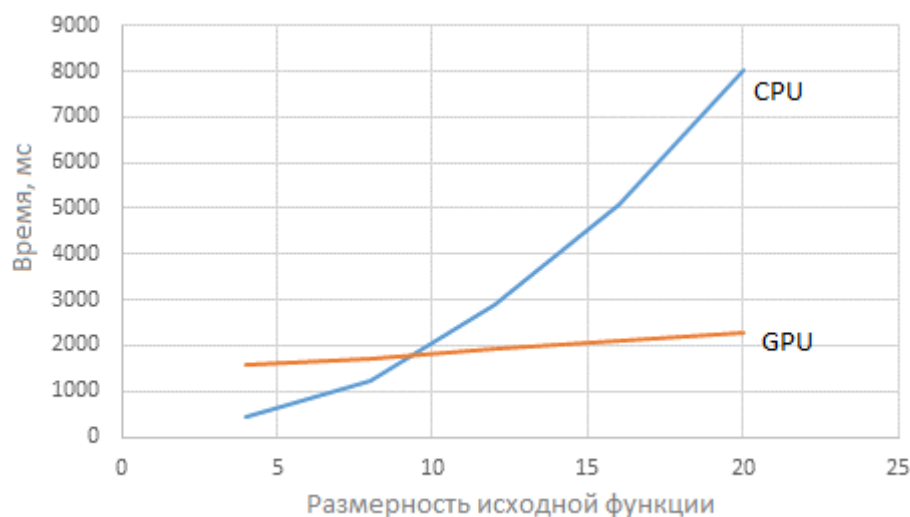


Рисунок 1. Время синтеза на GPU и CPU

График демонстрирует, что при малой размерности функций эффективнее выполнение алгоритма центральным процессором из-за трудоемких операций по копированию памяти на графический процессор.

Установим режим работы программы в CPU+GPU – в таком случае вычисление веса переменных от функций с переменными менее десяти будет выполняться на центральном процессоре. Время синтеза схемы в данном случае отображено на рисунке 2.



Рисунок 2. Время синтеза на GPU+CPU

Из полученных результатов следует, что наиболее эффективно вычислительные ресурсы компьютера используются в гибридном режиме что в полной мере удовлетворяет требованиям каскадного синтеза схем

слабоопределенных булевых функций, так как не только была построена каскадная схема, но и оптимизированы имеющиеся блоки исключения переменных: блоки с константами на одном из входов заменяются более простой реализацией, блоки с константами на двух входах вырождаются в константу.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003).

Библиографический список

1. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova, Vladimir Hrukin. Modern Approaches to the Development Parallel Programs for Modern Multicore Processors. Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp. 38–4.
2. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Mikhail Golovanov. Using Apache Spark to Collect Analytic from the Streaming Data Processing Application Logs. Proceedings of 7th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2018, pp.56-4
3. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.
4. Бакулев А.В., Бакулева М.А. ИНТЕГРАЦИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ НА АРХИТЕКТУРУ ОБРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПОТОКОВ В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2019. С. 126-127.
5. Бакулева М.А., Бакулев А.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СПЕКУЛЯТИВНОЙ МНОГОПОТОЧНОСТИ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ПРОГРАММ. Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 5. С. 149-153.
6. Bakulev A., Bakuleva M. MOVING ENTERPRISE INTEGRATION MIDDLEWARE TOWARD THE DISTRIBUTED STREAM PROCESSING ARCHITECTURE. В сборнике: 2019 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2019 - Proceedings. 8. 2019. С. 8760002.

Секция 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.А. Павлова

Академия ФСИН России

В служебной деятельности психологов при выявлении тех или иных качеств личности приходится обращаться к ряду психологических тестирований, опросникам, после проведения которых необходимо провести подсчет баллов, расшифровку согласно ключам соответствующих методик, провести математическую обработку результатов, для установления влияния факторов, выявления корреляционных связей, прослеживания динамики в развитии и т.п.

Опишем опыт автоматизации сбора и обработки данных при проведении психологических исследований на примере изучения психологической устойчивости учащихся высшего учебного заведения.

С целью изучения респондентов, на предмет реализации склонности их к отклоняемому поведению, была выбрана методика «Определение склонности отклоняемого поведения» Н.А. Орел, которая является стандартизированной при подобном измерении готовности, либо возможной склонности молодых людей к осуществлению отклоняющегося поведения [1].

Ценностные ориентации личности выявлялись с помощью методики, разработанной С.С. Бубновой[1].

На первом этапе исследования вопросы обеих методик были загружены в программный комплекс «Альтаир», с помощью которого проводилось тестирование респондентов. Программный комплекс обусловлен возможностями гибкой настройки системы при загрузке вопросов различных методик и обработке результатов тестирования. Программа «Альтаир» позволяет проводить компьютерное тестирование одновременно у нескольких групп учащихся, база данных хранится на сервере, к которому по локальной сети подключены рабочие станции, находящиеся в компьютерных классах. Итоговые баллы сохраняются также на сервере и по каждому испытуемому рассчитываются в программе с помощью запросов, составленных в соответствии с ключевыми правилами соответствующей методики. Выводы формируются в сводные отчеты с возможностью группировки испытуемых по интересующим исследователя критериям.

Следует отметить, что вопросы с ответами тестовых методик загружаются в тестирующий программный комплекс с помощью специального шаблона, что существенно сокращает временные затраты и подготовку теста к запуску.

Обработка результатов тестирования реализуется пакетами прикладных программ MS Office Excel и SPSS Statistic, которые позволяют импортировать выгрузку из тестирующего комплекса и проводить дальнейший математический анализ данных.

В проведенном исследовании анализ и обработка полученных в ходе тестирования данных позволили сформировать следующие выводы.

В результате опроса были выявлены приоритеты ценностных ориентаций у учащихся: на первом месте «Помощь и милосердие к другим людям», на втором месте «Признание и уважение людей и влияние на окружающих». Минимальное количество баллов соответствует ценностной ориентации «Высокое материальное благосостояние» (рис.1).



Рис. 1. Круговая диаграмма ценностных ориентаций учащихся

Диаграмма на рисунке 2 отражает уровень социального контроля в поведенческих реакциях. У большинства испытуемых (81%) практически отсутствуют агрессивные тенденции и недопустимость насилия как средства решения проблем. Проявление агрессивных тенденций прослеживаются у 19% учащихся. Среди участников эксперимента не оказалась тех, у кого имеется предрасположенность к решению проблем посредством насилия; с наличием садистских и невротических тенденций.



Рис.2. Шкала склонности к агрессии и насилию

В статье изложены далеко не все результаты, которые удалось получить в ходе эксперимента, реализованного с помощью описанного комплекса программ, позволяющего проведение подобного рода исследований с минимальными временными затратами и высокой степенью надежности.

Библиографический список

1. Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. – М. Изд-во Института Психотерапии. 2002. С. 18, С. 253.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

А.А. Корнеев, А.В. Ермачихин, В.Г. Литвинов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В современных измерительно-аналитических комплексах человек выступает чаще в роли наблюдателя, так как сами измерения происходят в автоматическом или автоматизированном режимах. Зачастую от наблюдателя необходимо только внесение параметров эксперимента: граничные условия, шаги изменения факторов влияния на исследуемый образец, выбрать название файла, куда сохраняются данные и т.д. За проведение эксперимента отвечает программное обеспечение, которое содержит алгоритмы, отвечающие за правильную последовательность действий. Например, при температурных измерениях вольт-амперных характеристик сперва необходимо выставить нужную температуру, затем необходимое напряжение смещения, и только после этого частоту измерительного сигнала. Таким образом получается три цикла изменения внешних факторов: внутри – изменение частоты, так как это вносит минимальное воздействие на исследуемый образец, более верхний цикл – цикл изменения напряжения смещения (здесь влияние на образец заметно выше), и самый внешний цикл отвечает за изменение температуры – самое затратное по времени влияние на образец [1].

Внутри каждого цикла существует множество условий, и алгоритмы, лежащие в основе программного обеспечения, должны корректно обрабатывать любые вариации условий. Для этого в правильно написанной программе управления существуют фрагменты кода, отвечающие за проверку возникновения ошибок при измерениях. Глобально решение возникающих ошибок можно возложить на саму программу, либо на наблюдателя. Программное обеспечение корректно может обработать только часть ошибок, например, зависшее измерительное оборудование невозможно перезапустить по удаленному управлению (если не брать в расчет выключение/включение питания) или возможность прекращения подачи воды для охлаждения гелиевой станции и т.д. То есть существует большое число ситуаций, когда решение необходимо принять наблюдателю.

При затратных по времени экспериментах иногда физически нет возможности находиться всё время рядом с измерительно-аналитическим комплексом, поэтому логичным кажется решение о создании системы, позволяющей в реальном времени отправлять сообщения наблюдателю на любое расстояние. В качестве таких сообщений могут выступать смс на номер мобильного телефона наблюдателя или электронное письмо на заданный электронный адрес почты. Хорошим способом оповещения могут служить мессенджеры, так как они позволяют обмениваться не только текстовыми данными, но и медиа данными, например, изображениями снятых зависимостей. То есть, используя возможности мессенджера, можно сообщать не только об ошибках, но и присылать сообщения с оповещениями или предупреждениями. А при существовании обмена сообщениями (использование бота) появляется возможность оперативно отдавать заранее определенные команды, что может быть полезно при экстренных ситуациях.

Упрощенно данную систему сообщений можно представить в виде, показанном на рисунке 1.

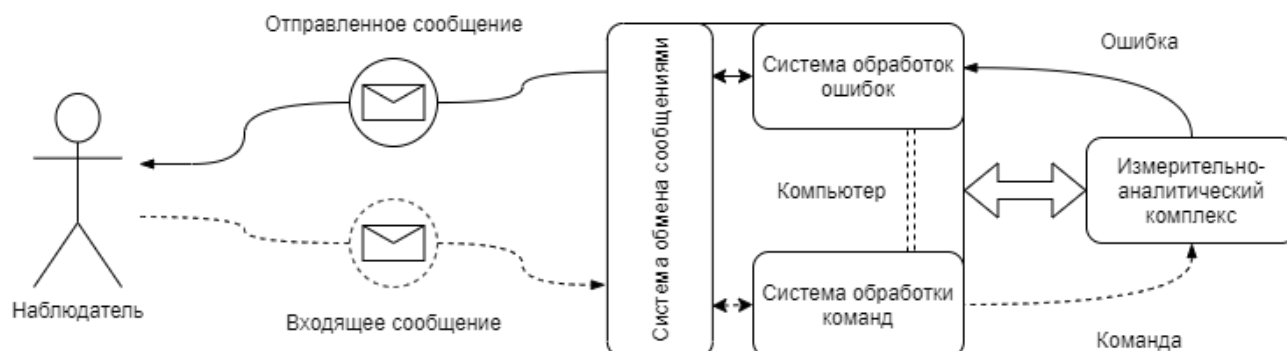


Рисунок 1 – Схематическое изображение системы оповещения

Такой подход позволяет обрабатывать всю поступающую информацию о проведении измерений на управляющем компьютере, при необходимости отправлять сообщения наблюдателю и получать команды, которые будут обработаны и переданы приборам, входящим в измерительно-аналитический комплекс.

Хотя можно выявить у данной системы один недостаток: при отключении электричества она не может функционировать, но и нахождение наблюдателя непосредственно около измерительно-аналитического комплекса в этот момент времени ничего не даст. Все измеренные до отключения данные будут сохранены, при условии реализации правильной записи измеренных значений.

В качестве аналога можно привести использование удаленного подключения к рабочему столу компьютера с управляющим программным обеспечением, например TeamViewer. Такой метод реально применяется не один год, но он имеет ряд недостатков, в число которых входят: отсутствие мгновенных сообщений при аварийных ситуациях, необходимость постоянного мониторинга рабочего стола, необходимость использования компьютера в качестве удаленного наблюдателя и т.д. Предложенная система лишена этих недостатков и позволяет наладить двустороннюю коммутацию «человек-машина».

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003) с использованием оборудования регионального центра зондовой микроскопии коллективного пользования (РЦЗМкп) при Рязанском государственном радиотехническом университете им. В. Ф. Уткина в научно-образовательном центре неупорядоченных и наноструктурированных материалов и устройств на их основе.

Библиографический список

1. Ermachikhin A.V., Litvinov V.G., Maslov A.D. The Measuring System of Semiconductor Structures and Its Software // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). 2015. P. 1-5.

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНФИГУРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ САЙТОВ

А.П. Сальников

Научный руководитель – Пылькин А.Н., д-р техн. наук, профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

Большинству организаций, а также большому количеству частных лиц, для ведения бизнеса или рекламы чего либо, необходимо иметь как можно больше источников, рассказывающих о них. Успешный бизнес начинается с интереса аудитории к товару или услуге, поэтому реклама – это неотъемлемая часть при разворачивании нового дела. Один из самых популярных вариантов размещения информации является интернет.

Конструктор сайтов – программно реализованная сложная система для создания веб-страниц без знания языков программирования. Данная система будет предоставлять возможность создавать одностраничные информационные сайты для дальнейшего размещения в сети. Пользователю ресурса будет нужно лишь представление, как будет выглядеть его проект, чтобы создать привлекательный и продающий сайт, удовлетворяющий его требованиям. На выходе системы пользователь будет получать файл с исходным кодом сайта, который можно выложить на любом хостинг ресурсе, какой пользователю будет интересен.

В качестве основы для разработки клиентской части приложения взят язык JavaScript, так как позволяет запускать программу в браузере на любой платформе, что изначально делает проект кроссплатформенным и позволяет пользователю работать с конструктором с любой операционной системы, на которой установлен браузер. Для того, чтобы приложение работало максимально быстро и комфортно с точки зрения пользователя, для разработки использовалась JavaScript библиотека ReactJs, которая позволяет делать single page application (одностраничные приложения). Одностраничное приложение — это веб-приложение или веб-сайт, использующий единственный HTML-документ как оболочку для всех веб-страниц и организующий взаимодействие с пользователем через динамически подгружаемые HTML, CSS, JavaScript. Для написания серверной части был выбран язык Java, так как является самым популярным языком программирования в мире, позволяет создавать быстрые легко масштабируемые приложения.

РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ ПОВТОРА И ОТМЕНЫ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ГРАФИЧЕСКОМ РЕДАКТОРЕ

О.Л. Желтиков

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

При работе в графическом редакторе некоторые действия пользователя могут быть совершены ошибочно и возникает потребность отменить их и вернуться к предыдущему состоянию. Однако, может возникнуть ситуация, когда пользователь хочет вернуться к состоянию после отмены действия.

Таким образом графический редактор должен обладать функционалом отмены и повтора действий тем самым упрощая работу пользователя.

Для обеспечения такого функционала графический редактор должен быть реализован на основе обработчика команд. Любое действие пользователя для рисования или изменения свойств объекта рисования должно формировать команду, а обработчик команд графического редактора должен выполнять сформированную команду. Таким образом возникает возможность хранить действия пользователя, а значит и по необходимости выполнять ранее сформированные команды.

Для использования команд графический редактор должен реализовывать интерфейс, определяющий команду `ICommand`. Такой интерфейс должен содержать свойство `Name` для возвращения именованной команды, а также определять метод `Execute` для реализации функции графического редактора над объектом рисования и метод `UnExecute` для возврата объекта рисования к предыдущему состоянию. Таким образом функции для рисования объектов или изменения свойств объектов должны быть наследниками интерфейса `ICommand` и реализовывать описанные выше методы.

Реализация функционала отмены и повтора действия предполагает использование менеджера команд `CommandManager`, который будет содержать стек команд для отмены `UndoStack` и стек команд для повтора `RedoStack`, а также методы `Undo` и `Redo` для реализации отмены и повтора действия. Если пользователь отменяет действие, то вызывается метод менеджера команд `Undo`. В этом методе выполняется проверка на наличие команд в стеке `UndoStack`. Если стек не пустой, то извлекается команда из стека и выполняется метод `UnExecute` этой команды. Затем изъятая команда помещается в стек `RedoStack`. Аналогично если пользователь использует функцию графического редактора повторить, то вызывается метод менеджера команд `Redo`. Данный метод также проверяет наличие команд в стеке `RedoStack`, после успешной проверки извлекает команду и выполняет метод этой команды `Execute`, а затем помещает команду в стек `UndoStack`.

Такой подход позволяет удобное хранение команд, реализующих функции графического редактора, а также возможность реализации отмены и повтора нескольких действий пользователя подряд.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПЕРЕВОЗКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ MICROSOFT DYNAMICS AX

К.Ю. Коноплич

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Оптимальный способ упростить планирование, маршрутизацию и оценку затрат в сфере грузоперевозок – это внедрение TMS-системы управления перевозками. Сегодня TMS-системы – это ключевое решение для больших грузоотправителей, перевозчиков, брокеров и внешних подрядчиков.

TMS-системы предоставляют широкий спектр возможностей по оптимизации транспортной логистики, планированию маршрутов на всех уровнях управления: стратегическом, тактическом и операционном.

Популярным решением является использование ERP Microsoft Dynamics AX с TMS-модулем.

Однако TMS-модуль ERP-системы Microsoft Dynamics Ax не покрывает всех требований к современному процессу транспортировки грузов.

Во-первых, необходима разработка HTTP-сервисов для построения оптимальных маршрутов, расчета матрицы времени и расстояния между точками с использованием Web API. Такими сервисам могут являться любые сервисы, имеющие библиотеку открытого кода. К ним относятся сервисы OSRM, Here, MapBox. Данные сервисы могут быть развернуты локально на сервере компании. Чтобы рассчитать оптимальный маршрут необходимо знать координаты начальной и конечной точек маршрута, а также промежуточных точек доставки. Сервис вернет последовательность, в которой необходимо проходить эти точки, а также траекторию маршрута. При поиске матриц расстояний и времени в сервис необходимо передавать координаты двух точек, между которыми будет рассчитываться расстояние и время.

Во-вторых, не решена задача оценивания стоимости маршрутов с учетом способов доставки, протяженности маршрута и времени, затрачиваемого на маршрут. Рекомендуются использование библиотеки DLL, что позволит рассчитать транспортные затраты по маршруту, созданному в функциях расчета оптимального маршрута. Расчет затрат выполняется по стандартным настройкам тарифов услуг перевозчиков, которые хранятся в системе и зависят от способа доставки. Рассчитанный маршрут уже не требует расчета расстояний и транзитного времени по сегментам.

В-третьих, текущая реализация TMS-модуля в ERP-системе Microsoft Dynamics Ax работает только с одним грузом и не позволяет управлять мультимодальными грузоперевозками и выстраивать приемлемый алгоритм действий. Для использования эшелонного планирования необходима организация справочников заказов и транспортных средств, с указанием времени, затрачиваемого на доставку одного груза.

Таким образом, все вышеперечисленное требует необходимости доработки TMS-модуля в ERP-системе Microsoft Dynamics Ax под потребности бизнеса в сфере грузоперевозок.

СПЕЦИФИКА ВЫБОРА И ВНЕДРЕНИЯ CRM-РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ АВТОБИЗНЕСА

А.А. Булойчик

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Бизнес по обслуживанию и ремонту автомобилей представляет собой довольно сложную структуру. И самая главная задача – заставить эти части работать в едином ритме с ориентацией на интересы клиентов. Распространенной практикой является внедрение CRM-системы в процессы управления автосервисом.

Функциональные возможности CRM для автосервиса выбираются исходя из уровня процессов, которые планируется автоматизировать. Чем шире набор инструментов, тем большую результативность она внесет в бизнес.

При выборе CRM-решения учитывается следующая классификация [1]:

- направленность (универсальные «вручную» адаптируются под любой бизнес, а отраслевые – преднастроены под конкретную сферу);
- способ организации (облачные CRM, в которых доступ осуществляется через Интернет-соединение, и коробочные версии, требующие определенного технического оснащения);
- функциональность (модульные CRM-решения и CRM без доработки);
- цена (платные и бесплатные решения).

Однако большинство даже крупных компаний отказывается от использования привилегий CRM-систем. Одной из причин является неправильный запуск, в результате чего CRM забрасывается, а все операции учета и продаж продолжают вестись на Excel листе.

При внедрении CRM-решений следует исходить из следующих шагов [2]:

- написание карты бизнес-процессов (входы и выходы системы, контролируемые единицы в процессе продаж, ответственные лица);
- перенос всех процессов, связанных с продажами;
- контроль заполненности системы (как недостаточной, так избыточной);
- определение «испытательного» срока системы, в рамках которого менеджеры активно предлагают изменения процесса работы;
- создание единой инструкции, определение степени свободы процессов.

Ремонт автомобилей – сервис специфический, связанный с большой ответственностью и рисками. В свою очередь, правильное внедрение CRM-системы помогает повысить число успешных сделок и снизить отток клиентов, облегчает ведение учета заказов и контроль их выполнения, анализ удовлетворенности клиентов.

Библиографический список

1. Якименко, А.В. Автоматизированные системы технического обслуживания и ремонтов / А.В. Якименко // ИСУП. – 2005. – №1. – С. 5
2. SALERS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. https://salers.ru/osnovnye-pravila-vnedreniya-crm-sistemy/#article-top](http://www.salers.ru/osnovnye-pravila-vnedreniya-crm-sistemy/#article-top). – Дата доступа: 06.10.2020.

ОБЗОР АРХИТЕКТУРЫ APACHE AIRFLOW

А.В. Свирновский

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Продукт Apache Airflow как платформа доминирует в разработке потоков данных. В его возможности входит планирование и перезапуск как частичных, так и целых потоков данных.

Направленный ациклический граф [1].

Большинство менеджеров рабочих процессов требуют, чтобы графы были ациклическими, что означает, что они не могут содержать циклы. Ациклические рабочие процессы гарантируют начало и конец, запуск которых можно запланировать на определенное время. Из-за этого ациклического свойства рабочие процессы моделируются как направленные ациклические графы (НАГ). Airflow позволяет создавать и планировать

потоки данных путем создания НАГ. НАГ состоит из операторов и зависимостей между ними. Операторы могут выполнять любую задачу с использованием любой технологии, необходимой для Airflow.

Пакетная обработка [2].

Airflow использует пакетную обработку данных. Пакет данных – серия конечных задач с четко определенным началом и концом, запускаемых через определенные интервалы или посредством триггеров. Фреймворк Apache Spark, часто используется как одна задача в рабочем процессе Airflow.

Весь НАГ определяется скриптом Python. Задачи в НАГ могут быть сгенерированы из различных источников, таких как список имен файлов, в результате чего создаются небольшие динамические сценарии. Платформа представляет собой фреймворк Python с открытым исходным кодом, который позволяет легко реализовывать собственные операторы и хуки. Такая гибкость позволила Airflow набрать популярность.

Airflow отличается от других систем рабочих процессов своей «полнотой функций» – он содержит длинный и постоянно растущий список операторов и хуков, может работать распределенно, имеет простой в использовании пользовательский интерфейс для управления рабочими процессами и позволяет создавать динамические рабочие процессы скриптами Python.

На рисунке 1 представлена общая архитектура Airflow. Веб-сервер обслуживает интерфейс, планировщик обеспечивает состояние всех рабочих процессов и задач, рабочие выполняют фактическую работу.

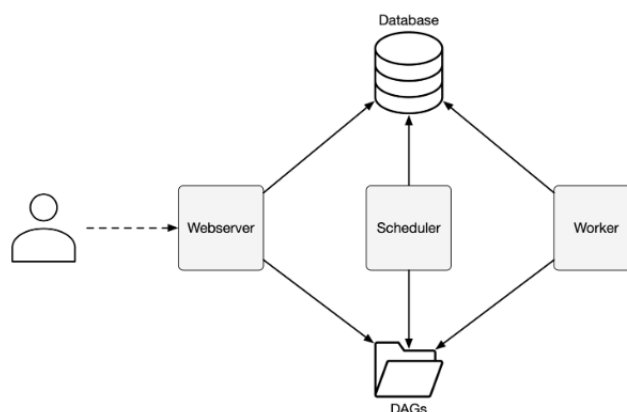


Рисунок 1 – Общая архитектура Airflow

Поскольку рабочие процессы Airflow определены в коде Python, это позволяет создавать гибкие и динамические рабочие процессы. В результате имеется возможность применить те же принципы программирования, что и для любого другого кода. Также имеется возможность хранить конфигурацию в том же репозитории, стиле и соглашениях, что и логика приложения. Отслеживание изменений с помощью кода с контролем версий и откат в случае возникновения проблем делают код повторяемым в любой момент времени.

Планирование и обратное заполнение [1].

Рабочие процессы Airflow можно запускать различными способами: вручную, с помощью внешних триггеров или по расписанию. Во всех случаях при каждом запуске рабочего процесса выполняется ряд задач. В какой-то момент времени может появиться необходимость в изменении логики,

например, если необходимо, чтобы ежедневный рабочий процесс по-разному вычислял выражения трех входных таблиц.

В данном случае можно изменить рабочий процесс для вычисления новых значений и с этого момента запускать новый рабочий процесс. Было бы целесообразно также запустить новую логику для всех ранее завершенных рабочих процессов, для всех исторических данных. Это возможно в Airflow с механизмом, называемым обратным заполнением, запускающим рабочие процессы в прошлом. Помимо обратного заполнения, Airflow предоставляет несколько конструкций для управления жизненным циклом и выполнением задач и рабочих процессов.

Библиографический список

1. Jules S. Damji, Brooke Wenig, Tathagata Das, Denny Lee Learning Spark, 2nd Edition – O'Reilly Media, Inc, 2020. – 300 p.
2. Towards data science [Электронный ресурс]: база данных. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/a-complete-introduction-to-apache-airflow-b7e238a33df>. – Дата доступа: 10.10.2020.

КЛЮЧЕВЫЕ КОНЦЕПЦИИ APACHE SPARK

А.В. Свирновский

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Apache Spark является мощным дополнением к Hadoop, оригинальной технологии обработки больших данных. Spark – более доступный и мощный инструмент для решения задач, связанных с большими данными. Он стал распространенным и наиболее востребованным фреймворком обработки больших данных.

Архитектура Apache Spark основана на двух основных абстракциях [1, 2]:

- устойчивый распределенный набор данных (УРНД);
- направленный ациклический граф (НАГ).

Устойчивый распределенный набор данных (УРНД).

УРНД содержит произвольную коллекцию объектов. Каждый набор данных в УРНД логически распределяется между узлами кластера для того, чтобы их можно было обрабатывать параллельно.

Физически УРНД хранится как объект в драйвере JVM в постоянном хранилище, либо в кеше, либо на другом УРНД.

УРНД хранит следующие метаданные:

- разделы – набор разделов данных, связанных с этим УРНД. Они расположены в узлах кластера. Один раздел – минимальный пакет данных, который может обработать каждый узел кластера;
- зависимости – список родительских УРНД, участвующих в вычислении (так называемый граф происхождения);
- вычисление – функция для вычисления дочернего УРНД из родительского УРНД;
- предпочитаемое место – где лучше всего разместить вычисления по разделам (локальность данных);

– партиционер – деление данных на разделы (по умолчанию они разбиваются с помощью хеш партиционера);

УРНД может быть воссоздан таким же образом, как и данные, на которые он ссылается, потому что каждый УРНД знает, как он был создан (путем сохранения графа происхождения). Кроме того, УРНД может быть материализован в памяти или на диске.

Через УРНД могут выполняться преобразования и действия.

Преобразования – это преобразования элементов данных.

Действия применяются, когда необходимо материализовать результат – сохранить данные на диск, записать данные в базу данных или вывести часть данных на консоль.

На картинке 1.1 представлены шаги работы УРНД.

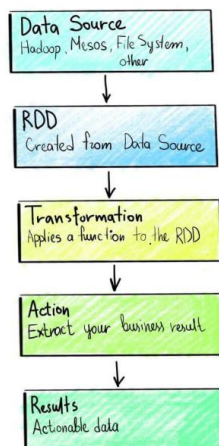


Рисунок 1 – Шаги работы УРНД

Направленный ациклический граф (НАГ).

В отличие от Hadoop, где пользователь должен разбить все операции на более мелкие задачи и связать их вместе, чтобы использовать MapReduce, Spark определяет задачи, которые могут быть вычислены параллельно с разделением данных в кластере. С помощью этих определенных задач Spark выстраивает логический поток операций, который может быть представлен как направленный ациклический граф, где узел представляет раздел УРНД, а ребро – преобразование данных.

На рисунке 2 представлен процесс выполнения НАГ.

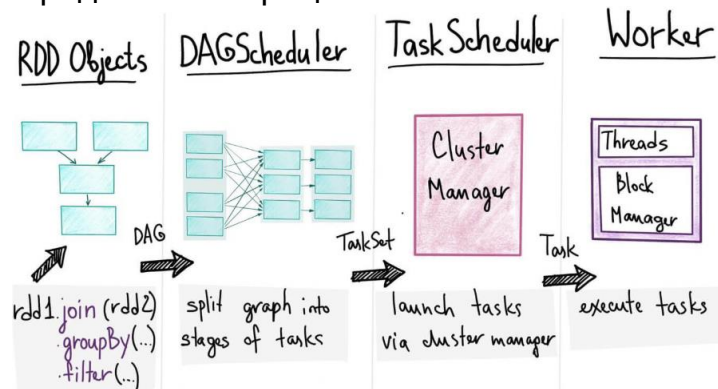


Рисунок 2 – Процесс выполнения НАГ

Библиографический список

1. Bas P. Harenslak, Julian Rutger de Ruiter Data Pipelines with Apache Airflow – Manning Publications, 2020. – 325 p.

2. Mike Frampton Mastering Apache Spark – Packt Publishing, 2015. – 318 p.

ГРАФИЧЕСКОЕ ШИФРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СООБЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ QR-КОДИРОВАНИЯ

Т.Ю. Голиков

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

До сих пор актуальным остается вопрос о безопасности данных на основе кодирования, под которым понимают процесс формирования сообщения из кодированных комбинаций и наоборот. В рамках исследования были рассмотрено QR-кодирование методом цифрового шифрования сообщения. QR-код является промежуточным закодированным состоянием информации, которую может расшифровать любой пользователь, обладающий необходимой программой или устройством. Рассмотрим QR-кодирование методом цифрового шифрования сообщения.

Первым шагом создания QR-кода является кодирование данных. Цифровое кодирование использует 10 бит на 3 символа. Всю последовательность символов, как правило, разбивают на группы по 3 цифры, и далее каждую группу (представленную в виде трёхзначного числа) переводят в 10-битное двоичное число и добавляют к последовательности бит. Полученное двузначное число кодируется 4 или 7 битами в зависимости от того, сколько в конце остаётся символов 1 или 2 (если общее количество символов не кратно 3) [1].

Вторым шагом создания QR-кода является добавление служебной информации. В процессе выполнения данной процедуры определяются такие параметры как уровень коррекции ошибок и версия кода. Кроме того, выполняется добавление служебных полей, в которых указывают способ кодирования, а также количество данных [2].

Далее выполняется процедура разбиения данных на блоки, для которых определяются корректирующие байты. На заключительном шаге используют алгоритм Рида-Соломона, разработанный Ирвингом Ридом и Густавом Соломоном, который применяют к каждому блоку информации. В результате выполнения вышеприведенных действий получают объединенный в единый байтовый поток блок исходных данных и данных коррекции.

QR-матрица имеет обязательные поля: отступ, поисковые узоры, выравнивающие узоры, полосы синхронизации, код маски и уровня. Эти поля служат для позиционирования и несут в себе данные необходимые для дешифровки сообщения.

Следует заметить, что несмотря на практичность и доступность, некоторые сообщения остаются довольно громоздкими. Поэтому необходимо использовать иные варианты шифрования сообщения с другим методом или алгоритмом.

Библиографический список

1. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: m.habr.com/ru/post/172525/. – Дата доступа: 05.10.2020.

2. Ковалёв, А.И. QR-коды, их свойства и применение /А.И. Ковалев //Молодой ученый. — 2016. — № 10 (114). — С. 56-59.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ФЕЙКОВЫХ АККАУНТОВ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Р.М. Ганеев

Научный руководитель – Столбова А.А.

канд. техн. наук

**Самарский национальный исследовательский университет
имени С.П. Королева**

Социальные сети играют важную роль для современного человека. С каждым годом количество различных данных в социальных сетях растёт, а вместе с ними растёт и число фейков. Фейковые новости существовали задолго до появления интернета, однако их масштаб и эффективность поднялись на беспрецедентные уровни благодаря развитию социальных сетей [1]. Поддельную новость возможно обнаружить, определив основные характеристики фейковых сообщений, например репутацию веб-сайта или качество лексики языка. [2, 3]. Фейковые аккаунты создаются с разной целью: личное использование, продвижение чего-либо, мошенничество, спам и т.д. [4]. Пользователь сети при общении с незнакомым человеком не может быть уверен в том, что его собеседник именно тот, за кого себя выдаёт. Определить фейковый аккаунт можно вручную, но на это потребуется много времени и определённых навыков, которыми обладает не каждый пользователь [5].

В рамках данной работы предлагается разработать автоматизированную систему, позволяющую решить проблему обнаружения фейковых аккаунтов в социальных сетях. Основными модулями данной системы являются:

- модуль ввода-вывода данных;
- модуль сбора данных в социальных сетях;
- модуль аналитики аккаунтов;
- база данных, содержащей сведения об аккаунтах.

Разрабатываемая автоматизированная система позволит реализовать следующие возможности:

- сбор и хранение данных о проверяемом аккаунте выбранной социальной сети;
- анализ персональных данных;
- анализ фотографий аккаунта;
- анализ друзей аккаунта;
- анализ групп и подписок;
- анализ постов;
- возможность просмотра полученных данных;
- возможность сохранения, просмотра, удаления истории анализа аккаунтов;
- осуществление оценки аккаунта на предмет его «фейковости».

Библиографический список

1. Жук Д.А., Жук Д.В., Третьяков А.О. Методы определения поддельных

новостей в социальных сетях с использованием машинного обучения // Информационные ресурсы России. 2018. № 3. 29 с.

2. Некрасов Г.А., Романова И.И. Разработка поискового робота для обнаружения веб-контента с фейковыми новостями // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. 2017. № 1. 129 с.

3. Arsenii O. Tretiakov, Olga G. Filatova, Denis V. Zhuk, Natalia N. Gorlushkina, Antonina A. Puchkovskaya. The Method of Identify the Russian-Language Fake News Using Artificial Intelligence // International Journal of Open Information Technologies. 2018. Vol 6. No 12. 103 p.

4. Свириденко В.С., Якель А.О. Место фейка в виртуальной коммуникации новых медиа // Наука и мир в языковом пространстве: сборник научных трудов II Республиканской очно-заочной научной конференции. 2016. 552 с.

5. Кавеева А.Д., Гурин К.Е. Искусственные профили «ВКонтакте» и их влияние на социальную сеть пользователей // Журнал социологии и социальной антропологии. 2018. 21(2). 216-218 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗВЛЕЧЕНИЯ И СУММАРИЗАЦИИ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ

Д.В. Батаев

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

С развитием информационных технологий количество производимой человечеством текстовой информации растет экспоненциально [1], в связи с чем становится всё труднее сформировать поисковый запрос и получить релевантный ответ [2]. Большие объемы циркулирующих данных и современные технологии открывают новые возможности для извлечения из данных скрытой полезной информации для различных сфер науки, бизнеса и производства [3, 4].

В работе представлена автоматизированная система, предназначенная для проведения аналитики рассматриваемой предметной области и поддержки принятия решений. Выполнено проектирование системы по автоматическому сбору, извлечению, суммаризации фактов и составлению аналитических отчетов для помощи специалистам различных сфер деятельности. Технологии, примененные в процессе проектирования системы, базируются на комбинированных методах обработки естественного языка (NLP), методах математической статистики и алгоритмах машинного обучения [5].

Система реализуется на языке программирования Python с использованием библиотек numpy, scipy, matplotlib, scikit-learn, BeautifulSoup, OpenCV и pandas.

Разработанная система позволит извлекать необходимую информацию из большого массива открытых данных, составлять аналитические обзоры и осуществлять прогнозы, что, в свою очередь, позволит сократить время, необходимое пользователям на обработку данных.

Библиографический список

4. Wafaa S.E.-K., Cherif R.S., Ahmed A.R., Hoda K.M. Automatic text summarization: A comprehensive survey // Expert Systems with Applications. – 2020. – P. 113679.
5. Головнин О.К. Система поддержки принятия решений в процессе анализа правил внутреннего контроля на основе прецедентного подхода // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 6-2 (86). – С. 293-300.
6. Инновационная среда Самарского Политеха: Кампус 2.0 / Быков Д.Е., Ситников П.В., Франк Е.В. [и др.] // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – 2019. – С. 15-20.
7. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP // Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В. [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – С. 67-71.
8. Review of automatic text summarization techniques & methods / Adhika P.W., Supriadi R., Guruh F.S. [et al.] // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – 2020.

ФЕДЕРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ И ВЕРИФИКАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

О.К. Головнин

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Интеллектуальные транспортные системы нового поколения опираются в своей работе на детализованные данные, содержащие сведения об объектах транспортной инфраструктуры и процессах, протекающих в транспортно-логистической системе региона внедрения [1, 2]. При этом проблема обработки накопленных массивов данных выходит на первый план при реализации эффективных стратегий управления [3, 4]. Кроме того, передовые средства управления системами «транспортной средство – транспортная инфраструктура» V2I/V2X требуют обработки поступающих данных в режиме онлайн [5, 6]. В работе предложен федеративный подход к интеграции и верификации данных в транспортных системах, при котором данные не накапливаются в едином хранилище, а обрабатываются непосредственно при их поступлении из различных источников, реализуя обработку «на лету».

Реализация федеративного подхода требует построения информационного операционного пространства, что выполняется путем развертывания программной интеграционной шины передачи данных. Реализуются интеграционные шлюзы для внешних систем, предоставляющих данные для актуализации. Внедряется конфигуратор и подсистема мониторинга для настройки и отслеживания процессов интеграции, при этом взаимодействие осуществляется по унифицированному протоколу обмена данными и утвержденному регламенту передачи данных. Выполняется обработка больших данных, поступающих через программную интеграционную шину, для соотнесения множества исходных данных с конкретным объектом или событием в транспортной системе. Используется нечеткая векторная продукционная модель, обеспечивающая принятие решений по верификации и актуализации данных. При этом, разработана интеллектуальная технология

машинного обучения, обеспечивающая актуализацию модели принятия решений на основе действий оператора и выявленных типичных ошибок в исходных данных, для минимизации сверки данных в ручном режиме оператором.

Таким образом, предложенный федеративный подход к получению верифицированной записи данных в режиме онлайн можно представить следующими шагами:

- Шаг 1. Получение множества разнородных исходных данных, получаемых из различных источников, через интеграционную шину в режиме онлайн.
- Шаг 2. Использование подхода обработки больших данных MapReduce на множестве разнородных исходных данных для выявления кластера, содержащего данные об одной записи.
- Шаг 3. Обработка кластера, содержащего данные одной записи, с помощью нечеткой продукционной векторной логики. При этом учитывается степень достоверности источников данных.
- Шаг 4. Сбор статистики по ошибкам в исходных данных для выявления типичных ситуаций с целью дообучения нечеткой векторной продукционной модели принятия решений.
- Шаг 5. Данные, по которым не удалось принять машинное решение, поступают для верификации оператору. Решения оператора дообучают нечеткую векторную продукционную модель принятия решений.

Выполнено автоматизированное тестирование предлагаемого подхода на устойчивость с помощью провокаций: с помощью подмены, искажения и дублирования исходных данных. Такое тестирование позволило вычислить значения настроечных коэффициентов и допусков, при которых решение является устойчивым.

Результаты работы предлагается использовать в составе интеллектуальных транспортных систем нового поколения, где основой управления являются данные, порождаемые множеством взаимодействующих подсистем.

Библиографический список

1. Филяев М.П., Якшин А.С. Актуальные вопросы имитационного исследования транспортных систем // Информационные системы и технологии: теория и практика. – 2019. – С. 86-95.
2. Головнин О.К. Атрибутно-ориентированное моделирование транспортных систем // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса. – 2020. – С. 53-57.
3. Лёвин Б.А., Цветков В.Я. Развитие интеллектуальных транспортных систем // Наука и технологии железных дорог. – 2020. – Т. 4. – № 1. – С. 15-25.
4. Безденежных В.М., Капустина Н.В., Абрамян А.Э. Перспективы и риски развития интеллектуальной транспортной системы в транспортной инфраструктуре современных мегаполисов // Финансовая экономика. – 2019. – №. 11. – С. 762-766.
5. Соковишин М., Литвиненко С. Проблемы тестирования V2X и их решения // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2019. – № 6. – С. 92-99.

6. Михеев С.В., Осьмушин А.А., Головнин О.К. Обмен информацией V2I в геоинформационной транспортной системе в условиях критических ситуаций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 4-2. – С. 399-403.

ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГОВЫХ СИСТЕМ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

Е.В. Сидорова

Научный руководитель – О.К. Головнин

к.т.н., доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

В настоящий момент существует ряд нерешенных проблем обеспечения безопасности дорожного движения: низкая социальная сознательность участников дорожного движения, несовершенство принятых нормативно-правовых документов и устаревание дорожно-транспортной сети, разнообразные случайные социальные, природные и человеческие факторы [1]. Для разрешения указанных проблем организуются ситуационные центры, в которые внедряются мониторинговые системы, позволяющие собирать наиболее полную информацию о происходящих событиях [2, 3]. В них происходит накопление большого количества информации, вследствие этого возникает потребность в ее систематизации и обработке для обеспечения возможности быстрого принятия решения о поведении дорожных и экстренных служб в сложившейся обстановке.

В настоящей работе представлен разработанный программный инструментальный, предназначенный для эксплуатации в составе мониторинговых систем ситуационных центров и решающий задачи прогнозирования рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий (рисунок 1). Инструментарий разработан на основе предложенных техник машинного обучения, применяемых к большим данным [4, 5].

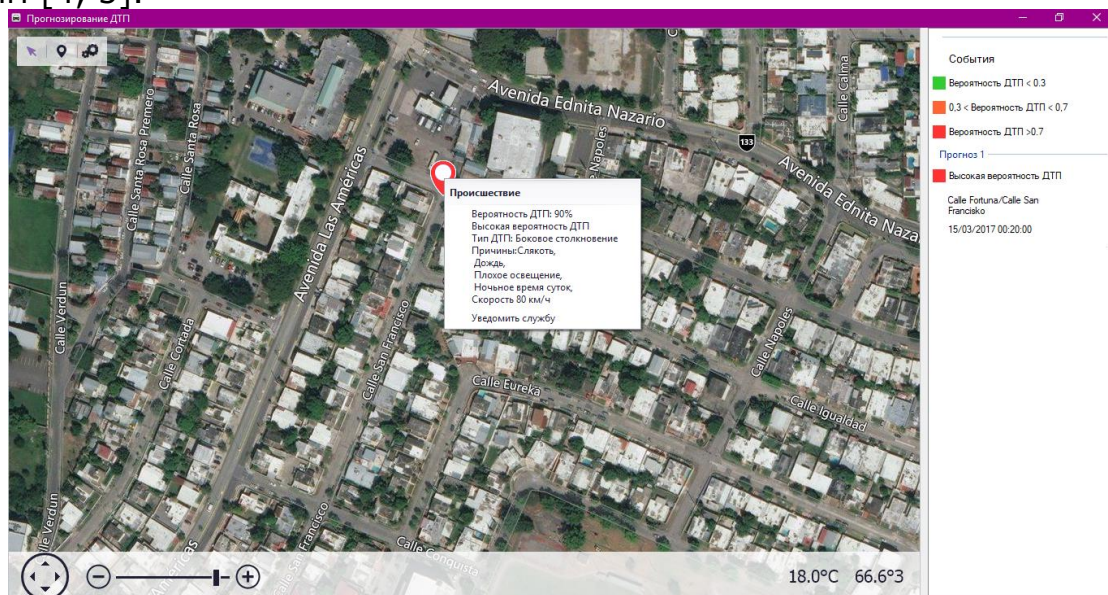


Рисунок 1 – Интерфейс оператора

Инструментарий прогнозирования обладает как графическим интерфейсом управления для оператора, так и набором API, что обеспечивает возможность функционирования инструментария в составе других систем. Взаимодействие с инструментарием осуществляет оператор мониторингового центра. Ему доступен запуск прогнозирования в двух режимах: прогнозирование в режиме онлайн и прогнозирование на основе выбранных данных. Системному администратору доступны другие функции: обучение и переобучение нейронной сети, а также настройка пользовательского интерфейса.

В процессе работы инструментарий взаимодействует с хранилищем данных, в которое в оперативном режиме поступают данные с датчиков и камер, расположенных на дорожно-транспортной сети.

Инструментарий реализован на языке программирования Python, в среде PyCharm. Для разработки интерфейса использовался набор библиотек DevExpress для WinForms. Проектирование выполнено в рамках паттерна MVC. Работа с нейронной сетью осуществлялась с помощью фреймворка TensorFlow и библиотеки Keras. В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL. Доступ к данным осуществляется с использованием библиотеки psycopg2.

Разработанный инструментарий прогнозирования рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий на основе нейронных сетей позволяет повысить безопасность дорожного движения в результате повышения информированности дорожных служб о возможных происшествиях.

Библиографический список

1. Солодкий А.И., Горев А.Э., Бондарева Э.Д. Транспортная инфраструктура. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 290 с.
2. Микрюков А.А., Мазуров М.Е. Моделирование функционирования информационно-аналитической системы ситуационного центра на основе нейронной сети глубокого обучения // Нейрокомпьютеры и их применение. – 2019. – С. 257-259.
3. Мешков А.В., Новикова В.В. Ситуационные центры: перспективы цифровых технологий // Теория и практика управления социально-экономическим развитием территорий на различных хозяйственных уровнях. – 2020. – С. 46-49.
4. Сидорова Е.В., Головнин О.К. Мониторинг и обработка оперативных данных дорожной обстановки на основе машинного обучения в задаче выявления причин возникновения транспортных происшествий // Транспортный бизнес и логистика: актуальные аспекты развития : сб. тезисов Всерос. науч.-практ. конф. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2020. – С. 15–17.
5. Головнин О.К., Сидорова Е.В. Оперативное прогнозирование рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий на основе нейросетевого анализа больших данных // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2020): сборник трудов. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2020. – Т. 4. – С. 212-219.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В ОРГАНИЗАЦИИ

А.А. Чернова

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

Университет ИТМО

В современном мире система электронного документооборота становится обязательным элементом инфраструктуры любого крупного предприятия или организации, позволяя не только заменить традиционные способы обмена информацией, но и осуществлять цифровизацию бизнес-процессов [1]. В целях повышения эффективности систем документооборота видится разумным внедрение технологий поддержки принятия решений, позволяющих учесть предыдущий опыт обработки документов и генерировать рекомендации на основе предыдущих успешных действий [2].

В работе представлена разработанная система электронного документооборота, в которую внедрен интеллектуальный блок поддержки принятия решений.

Разработанная система выполняет следующие основные функции:

1. планирование цифрового процесса документооборота с использованием графических графовых схем обработки;
2. оптимизация маршрута перемещения документа;
3. контроль за сроками и качеством исполнения.

Планирование документооборота осуществляется с использованием календаря задач и модуля делегирования задач сотрудникам. Оптимальный маршрут следования документа определяется интеллектуальным блоком системы, при этом учитываются следующие стадии: регистрация, создание, согласование, исполнение документа. Интеллектуальный блок построен на прецедентной технологии поддержки принятия решений. В целях повышения эффективности процесса перехода к электронному документообороту встроен поиск документации по QR-кодам или штриховым кодам, а также встроены инструментальные средства распознавания текста. Для контроля за сроками исполнения разработана отдельная подсистема оповещений.

Система построена как кроссплатформенное web-приложение. Основная разработка велась на языке программирования Java.

Таким образом, разработанная система позволит сократить время обработки документов, обеспечивая оперативность и эффективность принимаемых управленческих решений по исполнению документа.

Библиографический список

1. Мокрый В.Ю. Системы электронного документооборота. – СПб.: Инфо-да, 2018.
2. Перевозчиков Н.Д., Головнин О.К. Информационная поддержка принятия решений для надзорного контроля над некредитными финансовыми организациями // Информационные технологии и системы. - 2020. С. 126-133.

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ
В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ
НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ВИДЕОПОТОКА**

Р.В. Ярмов

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Человеческий мозг не всегда способен своевременно обрабатывать полученную информацию, особенно во время действий, требующих повышенной концентрации внимания, например, в процессе вождения автотранспортного средства [1, 2]. Современный уровень развития интеллектуальных технологий позволяет использовать их применительно к обработке видеопотока в режиме онлайн [3, 4].

Разрабатывается мобильное приложение, предназначенное для помощи водителю в процессе вождения: приложение осуществляет захват видеопотока с камеры мобильного устройства для дальнейшего обнаружения на нем дорожных знаков и сигналов светофора; при обнаружении событий, требующих реакции водителя, активируется голосовой помощник, который предупреждает о возможном совершении опасных маневров. Решение представляет собой клиент-серверное приложение. Со стороны клиента – мобильного приложения – осуществляется сбор и обработка информации с видеокamеры мобильного устройства. Нейросетевое распознавание данных осуществляется непосредственно на мобильном устройстве. Серверная часть обеспечивает анализ информации и пополнение базы данных дорожных знаков с целью дальнейшего дообучения нейросети и формирования пакетов обновлений весов для клиентского приложения. Мобильное приложение и его серверные компоненты разрабатываются на языках программирования Java и Python соответственно; в процессе разработки используются библиотеки OpenCV и TensorFlow.

Таким образом, разработанное мобильное приложение обеспечит снижение нагрузки на водителя и позволит сократить количество опасных маневров на улично-дорожной сети.

Библиографический список

1. Тинчурин Р.Ф., Фарахов И.Р., Хузиахметов И.И. Использование смартфонов и мобильных устройств в качестве ассистентов водителей и грузоотправителей // Современные проблемы БЖД. – 2018. – С. 443-446.
2. Головнин О.К., Столбова А.А., Хоружников С.Э. Информационные технологии, вычислительная техника и компьютерные сети в транспортных системах. – Самара: НПЦ ИТС, 2019. – 88 с.
3. Панков А.В., Дашкевич Я.В. Интеллектуальный анализ данных для задач идентификации состояний объектов контроля в условиях неопределенности // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2019.
4. Головнин О.К. Интеллектуальная информационно-аналитическая система оперативного мониторинга характеристик транспортных потоков // Перспективные информационные технологии. – 2019. – С. 427-429.

ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ С ДАТЧИКАМИ ДВИЖЕНИЯ

Яковлев Н.В.

Научный руководитель – Саблина В.А.

кандидат техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по использованию движения тела как способ управления ЭВМ. Человек всегда находился в постоянном движении- своим трудом он строил дома, возделывал земли для посева культур, собирал урожай, выращивал животных и сражался во время войн. За десять тысяч лет прогресса человечество своим трудом постепенно обеспечило себе более комфортную жизнь. С современными технологиями люди стали двигаться реже. Этому способствует малоподвижный образ жизни. В рабочие дни практически нет времени, чтобы обеспечить себе активный отдых. Сейчас проблема низкой физической активности стала ещё более актуальной во время ограничений при карантине 2020 года в связи с пандемией COVID-19. Не у всех людей есть такие большие квартиры, чтобы обустроить подобие фитнес-зала. В связи с этим у многих людей существует физическая потребность в активной релаксации даже в условиях эпидемиологических ограничений. Дополнительную мотивацию к занятиям физической культуры придает соревновательный дух, присущий большинству людей. На мой взгляд, одним из выходов сложившейся ситуации является организация двигательной активности под контролем компьютера. Техническим решением является использование контроллеров с датчиком движения и компьютерные программы, предназначенные для них.

Первые контроллеры с датчиками движения появились ещё в 80-е годы прошлого века, однако широкого распространения не получили. Примером служит Power Glove (перчатка силы) от Mattel. Из-за недостаточной точности игровой консоли Nintendo Entertainment System в то время и плохой ориентации в пространстве. Поначалу идея управления движением была связана с движением рук, но идея движения всем телом появилась с панелью со светодиодами излучающими ИК-волны Activator от компании Sega[1]. Всё изменилось с тех пор, когда японская компания Nintendo выпустила свою игровую консоль Nintendo Wii [2],[3]. Это устройство было прогрессивным за счёт следующих решений: контроллер с датчиком движения как основной, который с помощью акселерометра, позволявшего контроллеру ориентироваться в пространстве, гироскопа, помечающего угол наклона относительно разных осей и инфракрасных датчиков на отдельной панели, подключаемой к консоли [4]; много дополнений как пластиковый руль, нунчак (дополнительный контроллер со стиком, акселерометром и двумя шифтами (кнопками на задней панели под указательным и средним пальцами)), пластиковая форма для оружия. Самой успешной игрой в коммерческом плане была Wii Sports, которая показывала людям управление в качестве движения их телом, в частности руками .

Вскоре за Nintendo подросли и конкуренты- Sony с PlayStation Move как система с пультом с улучшенным датчиком движения и Microsoft со своим Kinect, который отслеживал движение всего тела, не требуя специфических пультов. Для ПК был создан контроллер Razer Hydra, но распространения не снискал из-за неширокого применения. Сейчас есть в свободной продаже

DualShock 4 и Джой-коны для Nintendo Switch. Однако такие устройства стоят дорого.

Сейчас Wiimote актуален как периферийное устройство для персональных компьютеров по следующим признакам: цена (1140 рублей на AliExpress), гибкость использования (световая указка для презентаций, демонстрация физических явлений на уроках физики без покупки спецоборудования [5], спортивные компьютерные игры, которые симулируют движение рук). Так как шлем виртуальной реальности, несмотря может вызвать головную боль, не дает ориентироваться в пространстве и стоит дорого.

Библиографический список

1. <https://habr.com/ru/post/198370/>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Wii>
3. <https://www.giantbomb.com/motion-control/3015-474/#:~:text=History,motion%20control%20in%20the%201980s.>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=ETAKfSkec6A>
5. https://www.researchgate.net/publication/220106207_Nintendo_Wii_Remote_Controller_in_Higher_Education_Development_and_Evaluation_of_a_Demonstrator_Kit_for_e-Teaching

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.В. Чистотин

Научный руководитель – Пруцков А.В., д-р техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Сфера информационных технологий является крайне востребованной в наши дни, а каждый работодатель должен иметь представление о кадровом обеспечении. Кадровое обеспечение является важным фактором, который влияет на эффективность предприятия в рамках рыночных условий и его конкуренцию. Политика кадрового обеспечения определяет количество сотрудников в штате предприятия в целом, необходимость привлечения новых работников и увольнения персонала, порядок продвижения трудящихся по кадровой лестнице, имеющийся перечень должностей и множество других вопросов.

Информационная система кадрового обеспечения проектов в сфере информационных технологий обеспечивает частичную автоматизацию работы отдела кадров и помогает в выполнении ежедневных задач. Она позволяет проводить анализ и прогнозирование потребности предприятия в кадрах, подбирать персонал на новые проекты, оценивать работу сотрудников, а также отслеживать развитие персонала. Кроме этого, информационная система предоставляет возможность просмотреть подробную информацию о сотрудниках предприятия, их загруженность на проектах и получить полное описание проектов. Пользовательский интерфейс информационной системы выполнен в соответствии с современными стандартами и прост в использовании.

Пользователями информационной системы являются сотрудники компании, которые выкладывают информацию о себе, включая свои навыки и опыт

работы, а также менеджеры проектов, которые размещают информацию о проектах и осуществляют подбор персонала.

Описанная выше информационная система реализована на основе клиент-серверной архитектуры с использованием языков программирования JavaScript и Node.js, а также библиотеки для создания сложных пользовательских интерфейсов React. Информационная система сделана с использованием интернет технологий, что позволяет взаимодействовать с ней с разных устройств и в любое время, а её современный пользовательский интерфейс и высокая скорость работы обеспечивают быстрое выполнение задач.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕНДЕРИНГА WEB-СТРАНИЦЫ НА ЭКРАНЕ

А.А. Балабанов, А.Н. Пылькин

А.Н. Пылькин – доктор технических наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с рендерингом web-страницы на экране:

- методы повышения скорости рендеринга;
- профилирование JavaScript кода на клиенте;
- анализ производительности web-страницы.

К вопросу применимости программируемых интегральных логических схем в задачах обработки и распознавания изображений

С.А. Новиков

Научный руководитель – М.Б. Никифоров к. т. н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Обработка изображений, а также выделение на них определенных признаков это одна из самых актуальных задач современной техники. При этом данная задача являться ресурсоемкой, так как алгоритмы, используемые для работы с изображениями, требуют много вычислений, а также памяти.

В некоторых задачах для оценки психофизиологического состояния человека необходимо осуществлять обработку изображений в реальном времени, что требует применять для этих задач, высокопроизводительные компьютерные системы, которые имеют высокую стоимость и имеют сравнительно большие габаритные размеры.

Для решения этих проблем предлагается использовать аппаратные средства программируемых интегральных логических схем (ПЛИС). ПЛИС позволяет реализовывать на своей базе как цифровые фильтры, так и нейронные сети, а возможность параллельных вычислений позволяет ускорить обработку изображений, а также выделение признаков по которым можно оценить состояние человека, запечатленного на фото.

В работе [1] рассматривается применение алгоритма сверточной нейронной сети и его реализация в ПЛИС, целью данной работы было распознавание эмоции человека по маленьким (48x48 пикселей) фотографиям. Результаты работы показывают, что сверточная нейронная

сеть хорошо работает на ПЛИС и может осуществлять распознавание эмоций на 500 лиц в кадре.

Однако такая производительность доступна для маленьких изображений, по которым тяжело определить психофизиологическое состояние человека. Так как факторы, которые отражают различные состояния могут в малой степени отражаться на лице, для этого необходимо большее разрешение изображений чем в работе[1]. Для обработки изображений с высоким разрешением предлагается использовать подход разделения лица человека на различные области, которые согласно физиогномике отражают те или иные психофизиологические параметры [2].

Для определения границ лица можно применять LoG (Laplacian of Gaussian) оператор. Для его применения, изображение сначала сглаживается (с помощью функции Гаусса), а затем применяется фильтр Лапласа, который выделит границу.

В современных ПЛИС имеются специализированные модули DSP, которые могут выполнять такие операции как умножения с накоплением (MAC). Что позволяет реализовывать алгоритмы требующие умножения и накопления (нейронные сети и адаптивная фильтрация). При этом максимально возможные частоты работы ПЛИС достаточно высоки (400МГц), что означает высокую скорость вычислений. Так же современная архитектура ПЛИС предусматривает наличие встроенного микропроцессора. Это позволяет оптимизировать ПЛИС для обработки изображений, так как микропроцессор позволяет динамически реконфигурировать сопроцессор, построенный на элементах ПЛИС в зависимости от размеров изображений и выполняемой операцией.

Исходя из выше сказанного можно сделать вывод что ПЛИС являются прекрасной системой для обработки изображений, которая позволит выполнять необходимые нам задачи. При этом позволит проводить обработку и оценку психофизиологического состояния человека. Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

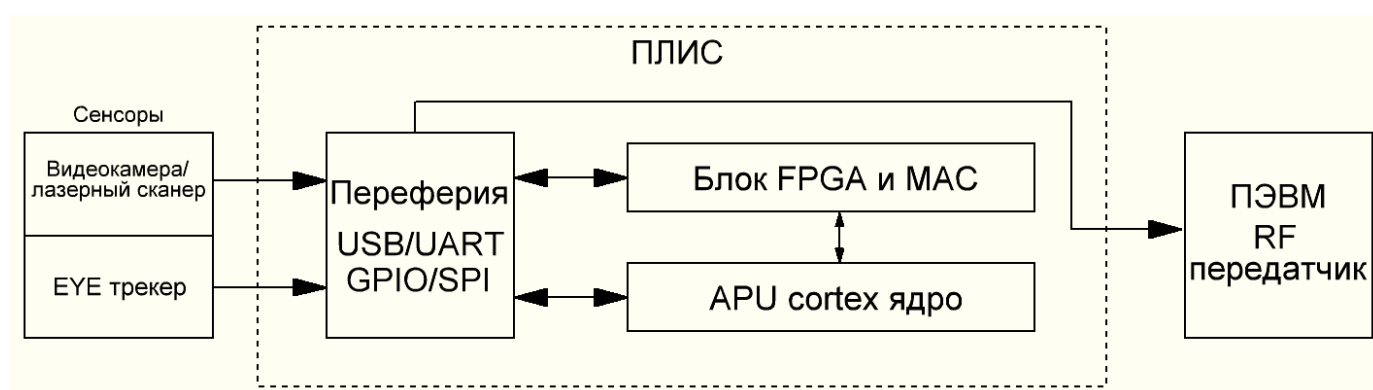


Рисунок 1 Структурная схема системы оценки психоэмоционального состояния человека по изображению его лица

Библиографический список

1. Hanh Phan-Xuan ,Thuong Le-Tien, Sy Nguyen-Tan, FPGA Platform applied for Facial Expression Recognition System using Convolutional Neural Networks. Procedia Computer Science 151 (2019) 651–658;
2. З.П. Лемешевская, С.В. Михальчик, В.П. Водоевич, Диагностика психического состояния человека по мимике лица Журнал ГрГМУ 2010 № 1

3. А.Н. Заливин И.В. Зуев Использование производительных ПЛИС для обработки изображений; Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2014 № 8 (179). Выпуск 30/1

4. <https://www.intechopen.com/books/image-processing/hardware-architectures-for-image-processing-acceleration>

ВИДЕОСИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.В. Пчелкин

Научный руководитель – Никифоров М.Б.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический
университет имени В.Ф. Уткина**

С развитием технологий постоянно повышаются требования к безопасности и осведомлённости групп и отдельных лиц, поэтому задача мониторинга нашла своё применение в различных сферах деятельности человека [5]. Существенную роль в решении задач мониторинга составляют видеосистемы сопровождения подвижных объектов. В настоящее время они широко применяются на дорогах, в системах коммерческой, военной, общественной безопасности, электро-обеспечения и других областях [1].

Рассмотрим первый вариант такой системы - система **IProject** разработанная компанией «Satvision» [2]. Эта система представляет собой - высокопроизводительное профессиональное программное обеспечение, позволяющее строить масштабируемые системы видеонаблюдения, включающие произвольное количество серверов, IP-камер и рабочих мест. Принцип работы заключается в том, что интеллектуальный программный детектор регистрирует и отслеживает траекторию движения объектов в поле зрения камеры и подаёт сигнал при срабатывании заранее настроенного тревожного события: при пересечении заданной линии или проникновении в контролируемую зону [6]. Минус такой система в том, что она идеальна лишь в охранных системах.

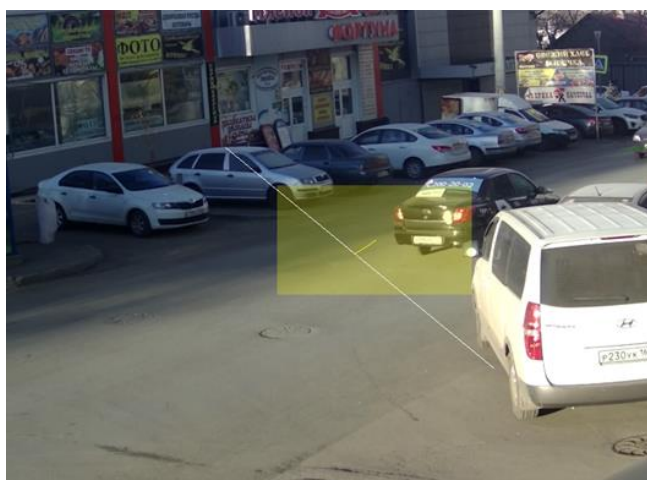


Рисунок 1 – Работа системы «IProject»

Вторым вариантом такой системы можно отметить систему сопровождения от компании «Синезис». Эта система использует алгоритм многокамерного сопровождения [3], при котором происходит непрерывное сопоставление данных о положении объектов с различных камер, с учетом

взаимного расположения и привязке камер к карте местности. Алгоритм строит обобщенную траекторию объекта при движении от камеры к камере и проецирует эту траекторию на карту. При этом объект может наблюдаться несколькими камерами одновременно или находиться в слепой зоне. Многокамерная траектория позволяет реализовать гео-визуальные средства поиска, автоматический выбор ракурса и другие функции системы безопасности, которые часто показывают в фантастических фильмах [4]. Большой недостаток такой системы – более высокая стоимость из-за большого количества видеокамер слежения.



Рисунок 2 – Работа системы многокамерного анализа

И третьим вариантом видеосистемы сопровождения является семейство систем сопровождения «Охотник» разработанная на АО ГРПЗ [8]. В этих системах решаются задачи улучшения видения изображений, обнаружения воздушных и наземных объектов, оценки их параметров, построения траекторий движения и др. При этом обеспечивается решение всех задач в реальном режиме времени.

Изделия предназначены для решения следующих основных задач:

- улучшения видения фоноцелевой картины, выдаваемой датчиками изображений, для повышения эффективности обнаружения и распознавания целей оператором;
- автоматического и визуального обнаружения целей и их захвата на автосопровождение;
- автосопровождения воздушных целей в подвижном (с управлением в замкнутом контуре) и неподвижном (электронное слежение) полях зрения;
- электронной стабилизации изображений;
- формирования сигналов управления для приводов поворотных платформ с установленными датчиками изображений.

Выбор видеосистемы для сопровождения подвижных объектов будет зависеть от объема данных, задачи и планируемых затрат [7]. Поэтому нельзя выбрать одну лучшую систему и всегда использовать её. Каждая видеосистема заложена под свою определённую задачу.

Библиографический список

1. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин. М.: Радиотехника, 2008. 176 с.
2. IProject // URL: <https://satvision-cctv.ru/base/blog/obzory-tovarov/soprovozhdenie-obektov-treking/>
3. Многокамерный анализ // URL: <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/117746/>
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. М.: Мир,

1982. Кн.2. 480 с.

5. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 928 с.

6. Методы построений траекторий // URL: <https://macroscop.com/o-kompanii/blog/otslezhivanie-obektoy-v-videopotoke-metody-postroeniya-traektoriy>

7. А.С. Тарасов, М.Б. Никифоров Разработка видео системы сопровождения объектов //Известия ТулГУ-2019-2

8. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения / Под ред. Л.Н. Костяшкина, М.Б. Никифорова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. 240 с.

ОПИСАНИЕ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ TINYYOLOV2

Гуськов П.А.

Научный руководитель – Никифоров М. Б.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Обнаружение объектов — одна из важнейших задач обработки изображений. Поэтому большинство моделей глубокого обучения, предназначенных для решения этой проблемы, имеют архитектуру свёрточной нейронной сети (СНС или CNN).

Рассматриваемая модель обучена на наборе данных Pascal VOK. Искусственные нейронные сети имеют два основных гиперпараметра, которые управляют архитектурой или топологией сети: количество слоев и количество узлов в каждом скрытом слое. Самый надежный способ настроить эти гиперпараметры для конкретной задачи прогнозного моделирования - это систематические эксперименты с надежной системой испытаний. В результате подобных испытаний архитектура модели состоит из 15 уровней, которые могут прогнозировать 20 различных классов объектов. Структуры данных, используемые для описания входных и выходных данных модели, называются тензорами. Их можно рассматривать как контейнеры, в которых данные хранятся в N измерениях. В случае Tiny YOLOv2 имя входного слоя — image, и он ожидает 3 x 416 x 416 измерений в тензоре, изображение 3(RGB) x 416px x 416px. Имя выходного слоя — grid; он создает выходной тензор из 125 x 13 x 13 измерений.

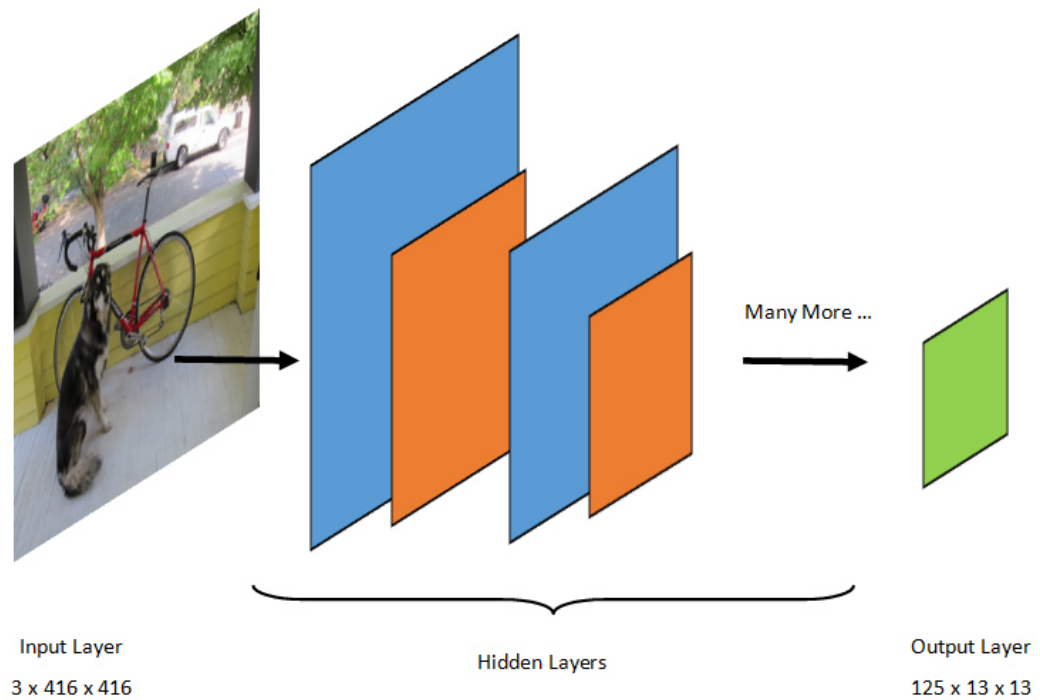


Рисунок 1 – Уровни рассматриваемой модели

Модель разделяет изображение на сетку 13 x 13, где каждая ячейка сетки — это 32px x 32px. Каждая ячейка сетки содержит 5 возможных ограничивающих прямоугольников объекта. Ограничивающий прямоугольник содержит 25 элементов (Рисунок 2):

- X, Y — координаты для центра ограничивающего прямоугольника относительно ячейки сетки, с которой он связан,
- W, H — ширина и высота ограничивающего прямоугольника,
- O — значение достоверности того, что объект существует в пределах ограничивающего прямоугольника, также известный как оценка объекта,
- p_1-p_{20} — вероятности для каждого из 20 классов, прогнозируемых моделью.

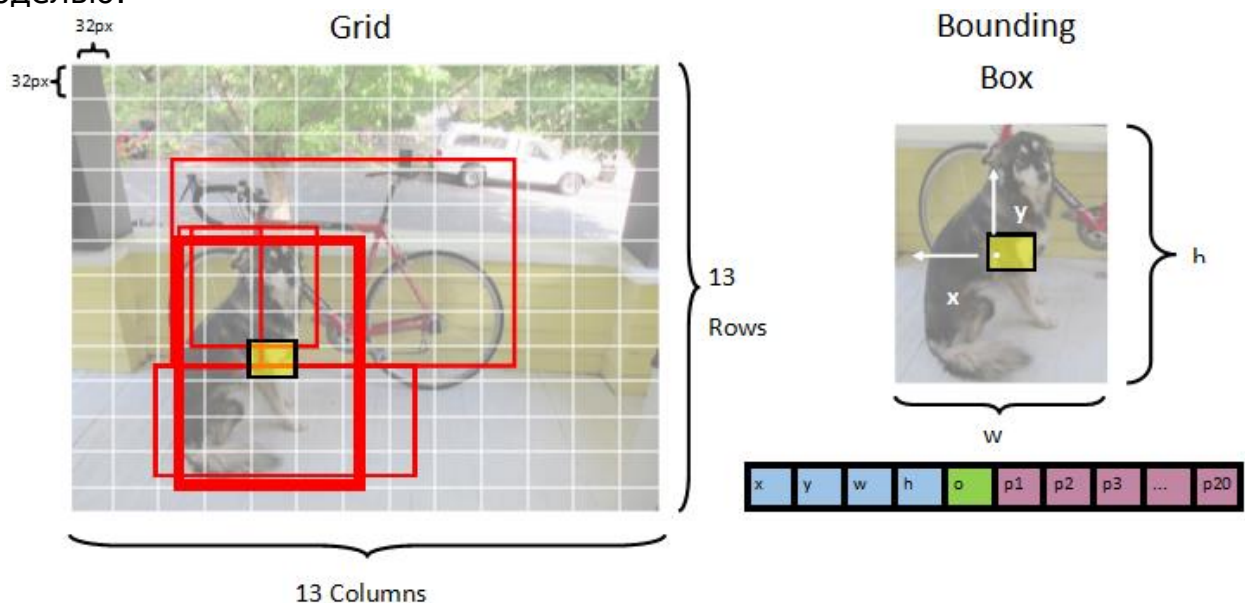


Рисунок 2 – Выходные данные рассматриваемой модели

В итоге 25 элементов, описывающих каждый из пяти ограничивающих прямоугольников, составляют 125 элементов, содержащихся в каждой ячейке сетки.

Результаты этого исследования можно понимать, как фундамент необходимый для понимания, как нейронные сети решают задачу обнаружения объектов на изображении.

Библиографический список

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс = Neural Networks: A Comprehensive Foundation. 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с. — ISBN 0-13-273350-1.
2. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект. — М.: Издат. центр «Академия», 2005. — 176 с. — ISBN 5-7695-1958-4.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика = Neural Computing. Theory and Practice. — М.: Мир, 1992. — 240 с. — ISBN 5-03-002115-9. Архивная копия от 30 июня 2009 на Wayback Machine

Секция 7. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ФОНЕ НЕБА

П.Н. Сконников^{1,2}, Д.В. Трофимов²

¹**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**
²**АО «РИФ»**

Для обеспечения безопасности воздушных транспортных средств при взлёте и посадке необходимо производить мониторинг воздушного пространства вблизи аэродромов. Одним из способов такого контроля является видеонаблюдение за определённым сектором неба. При этом необходимо отличать малоразмерные низколетящие объекты (такие как птица или беспилотный летательный аппарат) от крупных объектов, находящихся на большой дальности (самолёт, вертолёт). В связи с этим актуальна задача автоматического обнаружения и распознавания объектов на фоне неба.

В настоящее время наилучших результатов в распознавании образов на изображении удаётся достичь при помощи одно- и двухэтапных детекторов на основе искусственных нейронных сетей (ИНС). Для решения поставленной задачи выбраны детекторы YOLOv2 [1] и Faster R-CNN [2], построенные на основе предобученных ИНС MobileNet v2 и ResNet-50 [3].

Для обучения новой ИНС в задачах распознавания образов требуется порядка 10 миллионов изображений, причём приемлемые качественные характеристики распознавания достигаются по прошествии сотен эпох обучения. Таким образом обучение новой сети требует значительных вычислительных мощностей и временных затрат. Данную проблему можно решить с использованием принципа «переноса обучения», согласно которому производится не обучение новой сети, инициализированной случайными значениями, а переобучение обученной ИНС для решения поставленной задачи [4]. С применением данного принципа, использованные предобученные сети были переобучены для решаемой задачи распознавания объектов на фоне неба в приемлемые сроки на видеокарте.

База изображений, используемая для обучения данных сетей, включает более чем 800 самолётов, 700 вертолёт, 300 птиц и 500 беспилотных летательных аппаратов. В результате предобработки размер этих изображений составил 224x224 пикселей, при этом размер объектов составлял не более 64 пикселей.

В результате экспериментальных исследований качества работы применяемых детекторов получены зависимости точности от полноты обнаружения объектов для тестового набора изображений. Анализ данных зависимостей показал, что применение детектора Faster R-CNN на основе нейронной сети ResNet-50 позволяет обнаруживать объекты с точностью 70%. Детектор YOLOv2 уступает детектору Faster R-CNN по полноте и точности, но требует меньшего времени, требуемого для выполнения расчётов.

Библиографический список

1. Redmon J., Farhadi A. YOLO9000: Better, Faster, Stronger // Pro-ceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2017. pp. 7263-7271.
2. Ren S., He K., Girshick R., Sun J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks [Электронный ресурс] // arXiv. 6 января 2016. URL: <https://arxiv.org/pdf/1506.01497.pdf> (дата обращения: 22.07.2020).
3. Pretrained Deep Neural Networks [Электронный ресурс] // Math-Works Help Center. 2020. URL: <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ug/pretrained-convolutional-neural-networks.html> (Дата обращения 22.07.2020).
4. Коротеев М. В. Обзор некоторых современных тенденций в тех-нологии машинного обучения // E-Management. 2018. Т. 1. №. 1. С. 26-35.

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ СЛЕЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ**

М.Д. Ершов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Одной из распространенных проблем в области обработки изображений является обнаружение объектов. В данной работе рассматривается случай, когда наблюдение осуществляется неподвижной камерой и требуется выполнять подсчет и оценку параметров (размер и скорость) движущихся объектов. Для решения данной задачи необходимо выделять объекты в видеопоследовательности, с этой целью ранее был разработан алгоритм на основе оценки и вычитания фона и сегментации с последующим разбиением точек на 4 категории: объект, фон, тень, засветка [1].

Выделение объектов выполняется в размеченных областях изображения. Каждая область разбита на два участка (въезд и выезд), работа которых синхронизируется. Таким образом, выполняется проверка, что основная часть точек, принадлежащих объекту, находилась на участке выезда позже, чем на участке въезда. Подобный принцип работы в некоторых случаях приводит к пропускам объектов, кроме того, не позволяет с достаточной точностью выполнять оценку параметров.

Предлагается использовать алгоритмы слежения для повышения качества работы алгоритма обнаружения. Во-первых, результат работы алгоритма слежения может служить дополнительным подтверждением прохождения объекта через область. Во-вторых, алгоритмы слежения позволяют оценивать межкадровое перемещение объекта, а данная информация может быть использована для оценки скорости и размеров объекта. Слежение за объектом начинается с кадра, на котором алгоритм выделения объекта зафиксировал въезд в область.

С целью улучшения результатов работы ранее созданного алгоритма обнаружения разработано два алгоритма слежения: слежение на основе оптического потока и слежение за сегментами объекта на бинарном изображении, полученном на этапе сегментации.

Алгоритм слежения на основе оптического потока предполагает задание расширенной области, охватывающей область выделения движения. Данный алгоритм включает следующие подходы: применение детектора особых точек на участке въезда, инициализация алгоритма слежения на основе метода Лукаса-Канаде выделенными точками, использование пирамидального алгоритма Лукаса-Канаде для вычисления оптического потока, фильтрация особых точек в процессе слежения [2].

Алгоритм слежения за сегментами объекта обладает меньшей вычислительной сложностью, не требует задания расширенной области и обрабатывает только бинарное изображение, полученное алгоритмом выделения движущегося объекта [3]. Слежение выполняется сначала только на участке въезда, затем при движении через оба участка. Для расчета параметров движения и определения характера движения на каждом кадре вычисляются расстояния до соответствующих линий въезда и выезда из области.

Для проведения экспериментальных исследований использовалась база видеосюжетов, на которых наблюдается движение транспортных средств по полосам движения. Эталонное число объектов ($n_{\text{э}}$), число верно обнаруженных объектов ($n_{\text{во}}$), число ложных обнаружений ($n_{\text{ло}}$) и число необнаруженных объектов (пропусков; $n_{\text{п}}$) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Информация по суммарному числу объектов на видеосюжетах

Алгоритм	$n_{\text{э}}$	$n_{\text{во}}$	$n_{\text{ло}}$	$n_{\text{п}}$
[1]	4955	4519	61	436
[2]		4777	29	178
[3]		4761	17	194

Обобщенные результаты экспериментальных исследований алгоритмов обнаружения движущихся объектов представлены в таблице 2. В таблице приведены следующие показатели: $P_{\text{во}}$ – частота правильных обнаружений объектов; P_{I} – частота ошибок первого рода (отношение числа ложных обнаружений к эталонному числу объектов); P_{II} – частота ошибок второго рода (отношение числа пропусков объектов к эталонному числу объектов).

Таблица 2 – Обобщенные результаты обнаружения движущихся объектов

Алгоритм	Характеристики		
	$P_{\text{во}}, \%$	$P_{\text{I}}, \%$	$P_{\text{II}}, \%$
[1]	91,2	1,23	8,79
[2]	96,41	0,59	3,59
[3]	96,09	0,34	3,92

Экспериментальные исследования показали, что алгоритм слежения за сегментами объекта позволяет добиться результатов, сравнимых со слежением на основе метода оптического потока. При этом слежение за сегментами менее требовательно к вычислительным ресурсам и не требует задания дополнительной зоны прослеживания.

Разработанные алгоритмы слежения за объектом на основе метода оптического потока и прослеживания сегментов позволяют увеличить частоту правильных обнаружений по сравнению с базовым алгоритмом на 5% при уменьшении суммарной частоты ошибок на 6%.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-2578.2018.5).

Библиографический список

1. Alpatov B.A., Babayan P.V., Ershov M.D. Vehicle detection and counting system for real-time traffic surveillance // 7th Mediterranean conference on embedded computing. – IEEE, 2018. – P. 120-123.
2. Смирнов С.А., Бабаян П.В., Ершов М.Д., Муравьев В.С. Разработка и оптимизация алгоритма слежения за транспортным средством в видеопотоке на основе пирамидального метода Лукаса-Канаде // Журнал «Вестник кибернетики». – Сургут: Сургутский государственный университет, 2020. – № 2 (38). – С. 58-67.
3. Ershov M.D., Smirnov S.A., Strotov V.V. Segmentation-based vehicle tracker for real-time parameter estimation on smart camera // 9th Mediterranean conference on embedded computing. – IEEE, 2020. – P. 401-404.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ НАБЛЮДЕНИЯ

А.Ю. Овчинников, С.Е. Корепанов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Решение задачи слежения за объектом состоит в определении координат объекта слежения на каждом кадре наблюдаемой видеопоследовательности. Однако изображение объекта, как правило, не является одинаковым на протяжении всей видеопоследовательности, оно может изменяться ввиду особенностей наблюдаемой сцены. Например, объект может быть заслонён, или изображение объекта может изменять размер на кадрах, поворачиваться от кадра к кадру. В данном докладе представлен алгоритм, который адаптируется под изменения наблюдаемой сцены и успешно справляется с задачей слежения за объектом небольшого или среднего размеров. В работе представлен модифицированный алгоритм минимизации выходной суммы квадратичной ошибки MOSSE (Minimizing the Output Sum of Squared Error) на основе адаптивной фильтрации эталона.

Адаптивным фильтром называют фильтр с изменяемыми в процессе работы параметрами, набор которых зависит от критерия работы адаптивного фильтра. Зачастую таким критерием выступает достижение минимума целевой функции [2], это означает, что выходной сигнал адаптивного фильтра приближается к требуемому сигналу. Данное приближение происходит за счет изменения весовых коэффициентов, так как состояние адаптивного фильтра меняется в процессе настройки весовых коэффициентов, то считается, что он приспособливается (адаптируется) к существующим условиям функционирования. Поэтому такой фильтр, и алгоритм вычисления его весовых коэффициентов называют адаптивными. Примером адаптивного фильтра является фильтр MOSSE [3].

Фильтр MOSSE – это искусственно генерируемый шаблон, корреляция которого с исходным кадром позволяет получить заранее заданную желаемую реакцию(отклик) при обнаружении объекта слежения. Так как фильтр MOSSE применяется для обработки сигналов в частотной области, то корреляцию можно записать в виде:

$$G = H \odot F^*, \quad (1)$$

где F – фурье-образ входного изображения, G – фурье-образ выходного изображения (отклика), H – фурье-образ фильтра, $\odot$ – обозначает поэлементное умножение, $*$ – обозначает комплексное сопряжение.

В качестве отклика в работе был использован низкочастотный фильтр Гаусса. Фильтр Гаусса был выбран ввиду того, что прямое и обратное Фурье-преобразование функции Гаусса также является гауссовой функцией.

Общий вид фильтра MOSSE представляется следующим выражением:

$$H = \frac{\sum_i G \odot F_i^*}{(\sum_i F_i \odot F_i^*)}, \quad (2)$$

где i – номер кадра.

Таким образом, задается фильтр в частотной области – G , вычисляется его прообраз g в пространственной области, а затем использовать полученный пространственный фильтр как ориентир для построения частотного фильтра H , и его прообраза h в пространственной области. Тогда именно к нахождению такого фильтра H и сведется задача слежения за объектом.

Модификация алгоритма MOSSE заключалась в изменении алгоритма таким образом, чтобы срыва слежения не происходило не только в условиях поворота изображения объекта, но и при изменении масштаба изображения объекта. Таким образом к исходному изображению объекта применяют преобразования поворота и преобразование масштаба. В результате вместо одного изображения объекта получается набор из изображений объекта, каждое из которых повернуто на определенный угол и масштабировано (в рамках данной задачи повернутые изображения объекта были увеличены в масштабе).

Разработанное алгоритмическое обеспечение было реализовано в научно-исследовательской среде MATLAB. Модифицированный алгоритм MOSSE позволил учитывать изменение масштаба изображения объекта.

Библиографический список

1. Алпатов Б. А. и др. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление // М.: Радиотехника. – 2008. – С. 176.
2. Джиган В. И. Адаптивная фильтрация сигналов. – 2013.
3. Bolme D. S. et al. Visual object tracking using adaptive correlation filters // 2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – IEEE, 2010. – С. 2544-2550.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ НА СЛОЖНОМ ФОНЕ

А.В. Михина, В.М. Строев

Тамбовский государственный технический университет

Обнаружение движущихся объектов осложняется за счет изменчивости внешнего фона, а так же нестабильности условий наблюдения. Особенно это проявляется в горных условиях.

Целью данной работы является повышение эффективности способа обработки изображений для выделения движущихся объектов на сложном фоне, за счет применения предварительной расфокусировки.

Было проведено исследование эффективности ряда алгоритмов предварительной обработки по стабилизации изображения сцены при нескольких наблюдениях и выделению в нем движущегося малоразмерного объекта. Обработке подвергалась серия изображений парашютиста на фоне населенного пункта в горной местности (см. рис. 1).

На первом этапе эксперимента решалась подзадача стабилизации изображений сцены при нескольких наблюдениях. В этом случае использовался простейший метод корреляции, предполагающий нахождение значения D минимума функции среднеквадратичной невязки (ФСН) путем последовательного перебора возможных значений взаимного смещения кадров. Конечный результат совмещения изображений кадров отображался в виде яркостного изображения разности двух кадров (рис. 1б). В каждом кадре подсчитывалось число P пикселей с яркостью более 10 единиц. Порог в 10 единиц был выбран по значениям яркости изображения парашютиста в разности двух кадров [1].



(а)



(б)

Рисунок 1 – (а) Изображение парашютиста на фоне населенного пункта в горной местности (б) Яркостное изображение разности двух кадров.

Как видно из рис. 1б, наряду с выделением парашюта, произошло формирование большого количества ложных отметок. Выделение самого парашютиста в таких условиях не возможно.

В дальнейшем производилась проверка необходимости коррекции геометрических искажений изображений. При обработке без коррекции геометрических искажений показатели критериев эффективности имеют следующие значения: максимальное значение I градации ложных отметок 45-64, число пикселей P с яркостью больше порогового уровня - 4500-6200. При обработке с коррекцией геометрических искажений показатели критериев эффективности составили: I - 41-59, P - 3600-4300.

На втором этапе эксперимента решалась задача проверки расфокусировки.

На основании полученных результатов можно выработать следующие рекомендации: сначала необходимо произвести определение величины смещения расфокусированных кадров, а на потом - коррекцию геометрических искажений. Такая очередность позволит уменьшить число операций, производимых процессором, и в некоторых случаях исключит необходимость коррекции геометрических искажений.

Эксперимент показал, что применение расфокусировки с радиусом в 1 пиксель и коррекцией геометрических искажений позволило уменьшить значение I до 26-37, а P до 1100-1300. Увеличение радиуса расфокусировки до 2,5 пикселей дала гораздо лучшего результата: I равно 19-23, P - 140-250.

Следует отметить, что применение расфокусировки с таким радиусом незначительно повлияло на качество отображение парашютиста.

Эффективность применения расфокусировки проверялась также при косвенном обнаружении парашютиста.

Эксперимент проводился по следующей схеме: каждый кадр разбивался на 100 окон; проводилось совмещение соответствующих окон двух кадров, используемых при обнаружении; вычислялось среднее значение уровня яркости для каждого окна; формировались новые изображения с подавленной низкочастотной составляющей; производилось сравнение значений максимумов разности Фурье - спектров изображений соответствующих окон кадров.

Обработка изображений с исходным разрешением показала, что величина фоновой составляющей не превышает 97.5, в то время как спектральная разность фон – парашютист (цель) находится в пределах от 147,4 до 170,5.

Таким образом, отношение парашютист/фон находится в пределах от 1,51 до 1,71.

Применение расфокусировки обработки изображений с исходным разрешением показало, что величина фоновой составляющей не превышает 80.5, в то время как спектральная разность фон – парашютист находится в пределах от 143,0 до 149,9. Таким образом, отношение парашютист/фон находится в пределах от 1,78 до 1,87.

Результаты исследований показали, что применение расфокусировки позволило снизить значения критериев эффективности обработки более чем в два раза и, соответственно, уменьшить число, площадь и яркость ложных объектов, а также повысить эффективность выделения парашютиста на сложном фоне.

Библиографический список

1. Ким А.К., Колесса А.Е., Лагуткин В.Н., Лукьянов А.П., Репин В.Г. Проблемы и принципы обработки информации в космических сенсорах с мозаичным фотодетектором. Проблемы обнаружения и сопровождения космических объектов в околоземном космическом пространстве: Научно - технический семинар молодых ученых, 27 сентября 2007 г. – Москва: ОАО «Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел».

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ СО СТРУКТУРИРОВАННЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

И.Е. Евтеев

Научный руководитель – Бабаян П.В., заведующий кафедрой АИТУ, канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время в различных областях деятельности в производстве, медицине, компьютерной графике, робототехнике, техническом зрении активно используется трехмерное сканирование, информация о форме объектов реального мира. В связи с этим все более актуальной становится разработка программного обеспечения для моделирования этого процесса.

Системы оценки параметров трехмерных объектов могут быть построены на различных принципах, одним из которых является стереоскопический

принцип. Однако, нерешенным остается ряд вопросов, связанных с принципиальными ограничениями данного метода, такими как стереотождество точек объектов, не обладающих ярко выраженной текстурой или имеющих большие нетекстурированные (однородные) области [1].

Помимо стереоскопических существуют методы с использованием структурированной подсветки, обеспечивающие возможность восстановления трехмерных координат точек объектов без ярко выраженной текстуры и с большими однородными областями [2]. В стереоскопической системе одну из камер стереопары можно заменить проектором и получить устройство регистрации трехмерных образов объектов, основанное на активном параллаксе принципе. В такой системе на объект проецируется некоторая картина (структурированная подсветка), и ее искажения, вызванные формой объекта, регистрируются камерой.

Обычно, при разработке системы со структурированным освещением используют полунатурное моделирование [3], но это не всегда возможно и целесообразно. Компьютерное моделирование в задачах разработки системы технического зрения со структурированным освещением ранее не применялось. В публикациях на эту тему моделирование использовалось только для оценки качества работы реальной системы [4].

Целью данной работы является разработка метода моделирования системы технического зрения со структурированным освещением, позволяющего обеспечить моделирование в реальном масштабе времени при высоком качестве моделирования. Из большого количества инструментов моделирования не удалось найти единственный, который смог бы удовлетворить всем требованиям. Поэтому было решено разделить процесс моделирования на два этапа. На первом производится моделирование сцены в симуляторе полетов, а на втором осуществляется расчет и наложение лучей структурированного освещения. Для рендеринга сцены было решено выбрать симулятор полётов, что позволило моделировать правдоподобное поведение самолетов и беспилотных летательных аппаратов.

При помощи возможностей DirectX из среды моделирования извлекается информация о дальности до каждого пикселя изображения (карта дальности) и само изображение сцены. Карта дальности позволяет рассчитать места пересечения лучей структурированного освещения и объектов сцены. Для оптимизации расчета точек пересечения в настоящей работе используется алгоритм Брезенхема. Найденные точки накладываются на полученное из среды моделирования изображение сцены.

Моделирование в симуляторе полетов не позволяет симулировать некоторые специфические для решаемой задачи детали. Поэтому изображения, полученные из среды моделирования должны быть дополнительно обработаны. Наибольшее влияние на качество работы системы технического зрения оказывают искажения, из которых можно выделить:

1. Смаз изображения при повороте камеры, который возникает из-за того, что экспонирование реальной камеры занимает некоторое время, за которое камера может повернуться на определенный угол. Для моделирования необходима информация о направлении камеры в каждый момент времени. Данные сведения легко получить из Orbiter.

2. Аддитивный шум. Еще один неотъемлемый вид искажений в реальных камерах. Он возникает из-за термодинамического взаимодействия электронов с чувствительной частью матрицы камеры.

Были проведены эксперименты, в ходе которых выполнена оценка зависимости скорости отрисовки кадров сцены от двух основных параметров, влияющих на производительность - разрешения изображения и количества лучей структурированного освещения. Помимо этого, оценивалось влияние стадии постобработки (производилось наложение искажений) на производительность алгоритма.

Экспериментальные исследования подтвердили эффективность рассмотренного метода моделирования. Показано, что применении этого алгоритма позволяет осуществить моделирование структурированного освещения в реальном масштабе времени.

Библиографический список

1. Scharstein D., Szeliski R. A taxonomy and evaluation of dense two frame stereo correspondence algorithms // International Journal of Computer Vision. 2002. Vol. 47(1–3). P. 7–42
2. Salvi J., Pages J., Batlle J. Pattern codification strategies in structured light systems // Pattern Recognition. 2004. Vol. 37(4). P. 827–849.
3. Tang Suming, Song Zhan, Jiang Hualie, Nie Lei. Three-dimensional surface reconstruction via a robust binary shape-coded structured light method // Optical Engineering. 56. 2017
4. Rachakonda P.K., Muralikrishnan B., Sawyer D. Sources of errors in structured light 3D scanners // Defense + Commercial Sensing, 2019

ОБЗОР РАЗНОВИДНОСТЕЙ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ С ПРОГНОЗИРУЮЩИМИ МОДЕЛЯМИ ВОЗДУШНЫМ МАНИПУЛЯТОРОМ

А. А. Исаев

Научный руководитель – А. И. Бобиков,
к. т. н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Широкое применение в области управления воздушными манипуляторами [1, 2] получил метод управления с прогнозирующими моделями (Model Predictive Control, MPC) [9]. MPC использует модели для прогнозирования будущего поведения управляемых переменных. На основе прогноза регулятор рассчитывает управляющие воздействия, решая задачи оптимизации в масштабе реального времени. В этом случае регулятор пытается минимизировать ошибку между предсказанным и фактическим значением по горизонту управления, т.е. реализуется первое управляющее действие. В основе работы контроллеров MPC лежат динамические модели процесса, чаще всего линейные эмпирические модели, полученные путем идентификации системы [4].

Поведение системы MPC может быть весьма сложным, поскольку управляющее воздействие определяется как результат решения задачи оптимизации [3] в масштабе реального времени. Задача управления построена на основе модели и измерений параметров процесса. Измерения параметров процесса создают обратные связи в структуре MPC. Как правило,

различные виды MPC предлагают различные подходы к решению следующих задач:

- модели «ввода - вывода»;
- прогнозирования неисправностей;
- целевой функции;
- измерения;
- ограничений;
- периода дискретизации (как часто решается задача оптимизации).

Независимо от конкретного выбора вышеуказанных элементов, их объединяет задача оптимизации в режиме реального времени.

Ниже представлены различные виды управления с предсказанием.

Нелинейное MPC (Nonlinear MPC, NMPC) представляет собой вариант управления с предсказанием, характеризующийся использованием нелинейных моделей. Метод NMPC, как и линейный MPC, требует итеративного решения задач оптимального управления на конечном горизонте прогнозирования. Однако эта задача не всегда является выпуклой. Это создает ряд проблем как для устойчивости NMPC, так и для численного решения. [5]

Явное MPC (Explicit MPC (EMPC)) – данный метод позволяет быстрее вычислять закон управления за счет использования методики параметрического программирования, где решение задачи управления с предсказанием, сформулированной как задача оптимизации, предварительно (заранее) вычисляется автономно [6, 7]. Автономное решение принимает вид кусочно-аффинной функции (PWA), поэтому регулятор EMPC содержит коэффициенты PWA для каждого подмножества пространства состояний, где PWA постоянна. Каждая область представляет геометрически выпуклый многогранник [7]. Серьезным недостатком EMPC является экспоненциальный рост общего числа областей управления относительно некоторых ключевых параметров управляемой системы, например, количества состояний, что резко увеличивает требования к памяти регулятора.

Адаптивное (Робастное) MPC (Adaptive (Robust) MPC) – данный метод используется для компенсации неопределенных нелинейных характеристик, неучтенной динамики реального объекта управления, так как позволяет в процессе работы системы управления корректировать предсказанную модель объекта [8]. Для реализации адаптивного MPC необходимо спроектировать традиционный MPC-регулятор для нулевых начальных условий работы системы управления, а затем обновить модель объекта. После адаптации модель объекта управления остается постоянной в течение всего горизонта прогнозирования.

Библиографический список

1. Исаев А.А. Робастное управление ориентацией квадрантора. - Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. 2019. - 180 с.
2. Исаев А.А. Математическая модель квадрокоптер-робот-манипулятор. - Материалы VI научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2020. - 404 с.

3. Бобиков А. И. Субоптимальные нелинейные системы управления: метод расширенной линеаризации. Рязань: РГПУ, 2015.

1. Bemporad, A. Robust model predictive control: A survey / A. Bemporad, M. Morari, In A. Garulli, A. Tesi, and A. Vicino (eds.) // Robustness in Identification and Control, volume of Lecture Notes in Control and Information Sciences Springer-Verlag. -1999, p.207- 26.

2. Emre Yilmaz. Modeling and Nonlinear Adaptive Control of an Aerial Manipulation System. - Stambul: Sabanci University, 2019.

3. Bemporad, Alberto; Morari, Manfred; Dua, Vivek; Pistikopoulos, Efstratios N. "The explicit linear quadratic regulator for constrained systems". Automatica. 38 (1): 3–20. doi:10.1016/s0005-1098(01)00174-1, 2002.

4. Klaučo, Martin; Kalúz, Martin; Kvasnica, Michal. "Real-time implementation of an explicit MPC-based reference governor for control of a magnetic levitation system". Control Engineering Practice. 60: 99–105. doi:10.1016/j.conengprac.2017.01.001, 2017.

5. Ben-Tal and Nemirovski. Lectures on modern convex optimization / Ben-Tal and Nemirovski. - Philadelphia, 2001, p. 302 с.

6. Sebastian Chavez-Ferrer Marcos, Dr. Carlos Ocampo Martinez, Controlling a Quadrotor with a Robotic Arm using Nonlinear Model Predictive Control, Institut de Robotica i Informatica Industrial (CSIC-UPC), 2015.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В МНОГОПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРИЕМНИКОВ

А. С. Ушанов

Научный руководитель – Ключко В. К.

Д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассматривается сравнение двух алгоритмов обнаружения движущихся объектов в многопозиционной системе приемников.

Алгоритм первого подхода реализуется как N ($N > 3$) взаимно ориентированных приемников, параллельно выполняющих N однотипных операций в единой системе координат. При этом приемники работают попарно. В каждом из $N-1$ вариантов соединения k -го и q -го приемников находятся орты векторов направлений на источники сигналов. Из всех возможных вариантов распределения ортов по сопряженным парам выбираются только неповторяющиеся варианты соединений $a_k(i)$ и $a_q(j_i)$, $i = 1..m_{kq}$, где номер j_i поставлен в соответствие номеру i с наименьшими показателями сопряжения $J(i, j_i)$. Обнаруживаются объекты и вычисляются их усредненные по двум приемникам пространственные координаты. Найденные для всех $N-1$ вариантов соединения k -го приемника с остальными приемниками векторы пространственных координат подвергаются операциям кластеризации. В результате выделяются m_k кластеров, где m_k - оценка числа объектов. Запоминаются пространственные координаты кластеров и нормированные показатели J . В случае отказа приемника выбирается следующий наилучший по показателям вариант с другим приемником.

Также рассматривается алгоритм второго подхода. Из N приемников ($N > 3$), ориентированных в единой прямоугольной системе координат базовыми векторами b_k и матрицами s_k поворота осей координат, составляются n пар

так, чтобы взаимные положения ортов векторов направлений на объект в зоне видимости каждой пары приемников были близки к ортогональным. Этого можно достичь путем расположения приемников вдоль окружности с определенным радиусом, зависящим от дальности наблюдения. В каждой паре приемников определяются орты векторов направлений на источники сигналов в локальных системах координат, а после координаты ортов пересчитываются в единую систему. Для каждой пары ортов записывается условие сопряжения векторов и находятся оценки дальностей. В каждой паре приемников выбираются m_{kq} неповторяющихся пар векторов $a_k(i)$ и $a_q(j_i)$, $I = 1..m_{kq}$, где номер j_i поставлен в соответствие номеру i с наименьшими значениями показателей сопряжения. Координаты объектов, обнаруженных во всех стереопарах приемников, подвергаются операциям кластеризации, как и в первом алгоритме. Координаты центров кластеров передаются на сопровождение объектов.

Было произведено моделирование работы данных алгоритмов в среде MATLAB. А также вычислены следующие показатели работы алгоритма: оценка вероятности обнаружения всех m объектов системой, вероятность обнаружения всех m объектов в q -х приемниках, средняя погрешность m оценок положения без кластеризации и средняя погрешность m оценок положения с учетом кластеризации.

Далее для сравнения двух подходов было проведено исследование на множестве реализаций алгоритмов обнаружения объектов в многопозиционной системе приемников и построены графики зависимостей, показанных на рисунках 1 и 2.

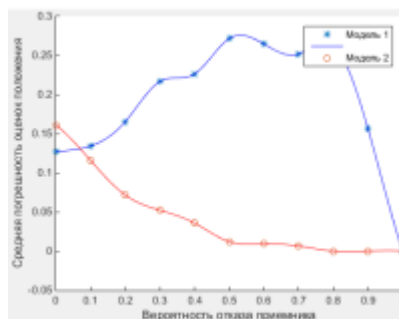


Рисунок 1 – Зависимости средней погрешности оценок положения объектов от вероятности отказа приемника

На основании полученных результатов становится видно, что во втором алгоритме средняя погрешность оценок положения объекта менее зависима от вероятности отказа приемника, чем в первом алгоритме.

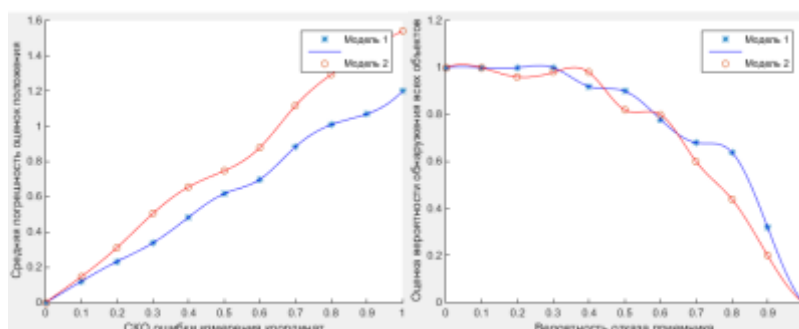


Рисунок 2 – Зависимость средней погрешности оценок положения объектов от СКО ошибки определения координат и зависимость оценки вероятности обнаружения всех объектов от вероятности отказа приемника

Зависимость средней погрешности оценок положения объектов от СКО ошибки определения координат и зависимость оценки вероятности обнаружения всех объектов от вероятности отказа приемника практически одинаковы для обоих алгоритмов.

Библиографический список

1. Клочко В. К., Нгуен К. Х. Алгоритмы траекторного сопровождения нескольких объектов в пассивных системах радиовидения // Радиотехника. 2019. № 6. С. 168 – 173.
2. Математические методы восстановления и обработки изображений в радиотеплооптоэлектронных системах / В.К. Клочко. Рязань: РГРТУ, 2009. 228 с.

ИММУННЫЙ ПИ-ПД РЕГУЛЯТОР ДЛЯ НЕУСТОЙЧИВЫХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

А.И. Бобиков, Т.С. Бубнова

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Рассматривается алгоритм управления неустойчивыми объектами с запаздыванием, при помощи переоборудования ПИД-регулятора в сложную систему с иммунным ПИ-ПД регулированием. Ранее в работах [1, 2] ПИ-ПД регулятор использовался для неустойчивых объектов управления с запаздыванием и доказал свою эффективность, однако в этих работах не упоминается о влиянии возмущающих воздействий на работу системы. Несмотря на значительное повышение качества управления относительно входного воздействия, ПИ-ПД регулятор уступает ПИД-регулятору с точки зрения уменьшения возмущающих воздействий. Поэтому в данной работе предложено воспользоваться структурой с иммунным ПИ-ПД регулированием. Такой подход позволяет объединить положительные качества всех задействованных регуляторов.

В традиционном алгоритме ПИД-регулирования пропорциональная, интегральная и дифференцирующая части реализованы в прямом контуре, таким образом воздействуя на ошибку между задающим воздействием и реакцией замкнутой системы. Эта реализация ПИД-регулятора может привести к нежелательному явлению, а именно к «выбросам» в сигнале управления, обусловленных его дифференциальной составляющей. Кроме того, перемещая ПД-регулятор во внутреннюю петлю обратной связи, можно стабилизировать неустойчивый объект или объект с интегратором и влиять на возмущающие воздействия, происходящие непосредственно на входе объекта управления. При этом на вход ПИ-регулятора поступает ошибка управления.

В данной работе предложено переоборудовать стандартный ПИ-ПД регулятор из работы [1], добавляя в цепь каждого из каналов регулятора при его параллельной реализации иммунный регулятор. Такая структура позволяет в процессе работы системы наиболее гибко реагировать на ошибку системы управления, изменяя сигнал управления, опираясь не только на

пропорциональную, интегральную или дифференциальную составляющие ПИ-ПД регулятора, но и преобразуя каждую из них с помощью иммунного регулятора, в основе которого лежит алгоритм работы иммунной системы человека.

Впервые структура иммунного регулятора была предложена Такахаши и в дальнейшем показала хорошие результаты при различных модификациях [3]. Однако во известных работах иммунный регулятор реагирует на выходной сигнал ПИД-регулятора, оказываясь в последовательном соединении, что позволяет улучшить качество регулирования, но мало влияет на величину возмущающих воздействий, которые возникают непосредственно при передаче сигнала управления на объект. Иммунный ПИ-ПД-регулятор за счет ПД-регулятора в обратной связи способен значительно снизить влияние возмущающего воздействия и сохранить устойчивость системы управления даже при неустойчивости объекта.

С учетом наличия иммунного регулятора в контуре обратной связи параметров ПИ-ПД регулятора законы управления иммунных ПИ-регулятора (u_{PIIm}) и ПД-регулятора (u_{PDIm}) можно записать в следующем виде:

$$u_{PIIm}(t) = K_{p1}e(t)(1 + K_{p1_im}W_i(t)) + K_i \int e(t)dt(1 + K_{i_im}W_i(t)), \quad (1)$$

$$u_{PDIm}(t) = K_{p2}y(t) \left(1 + K_{p2_im}W_i(t)\right) + K_d \frac{dy}{dt}(1 + K_{d_im}W_i(t)), \quad (2)$$

где $e(t) = v(t) - y(t)$ есть ошибка между задающим $v(t)$ и выходным сигналом $y(t)$ системы, K_{p1} , K_{p2} , K_i и K_d – пропорциональные, интегральный и дифференциальный параметры ПИ-ПД регулятора соответственно, K_{p_im} , K_{p2_im} – пропорциональные параметры соответствующих иммунных регуляторов, K_{i_im} и K_{d_im} – интегральный и дифференциальный параметры соответствующих иммунных регуляторов. При этом выходной сигнал иммунного регулятора [3] для ПИ-регулирования имеет вид:

$$W_i(t) = K[1 - \eta f(u_s(t))]u_{pi}(t), \quad (3)$$

где иммунная моделирующая функция

$$f(u_s(t)) = \frac{\exp(-cu_s(t)) - 1}{\exp(-cu_s(t)) + 1}, \tau > 0 \quad (4)$$

есть нелинейная функция, лежащая в диапазоне $[-1;1]$, а K, η и c – параметры непрерывного иммунного регулятора.

В качестве примера рассмотрим неустойчивый объект управления из работы [2] с ПФ $W(p) = \frac{0,5}{p-0,5} e^{-0,2\tau}$ и сравним результаты управления системой при помощи обычного ПИД-регулятора, ПИ-ПД регулирования и иммунного ПИ-ПД регулирования (таблица 1).

Таблица 1.

Параметр	ПИ-ПД регулятор	Иммунный ПИ-ПД регулятор
Перерегулирование	3%	0,8%
Время нарастания	1.48 с	1.92 с
Максимальное отклонение при постоянном возмущающем воздействии	23%	14%

Из результатов моделирования видно, что иммунный ПИ-ПД регулятор позволяет не только улучшить качество управления с точки зрения

постоянного входного воздействия, но и уменьшить влияние возмущающего воздействия в сравнении с обычным ПИ-ПД регулятором. При этом обеспечивается устойчивость системы даже при неустойчивости объекта управления.

Библиографический список

1. Kaya Ib. Simple and optimal PI/PID tuning formulae for unstable time delay processes. Turkey. 2017.
2. Onat C. A new design method for PI-PD control of unstable processes dead time. Turkey. ISA Transactions 84 (2019) 69-81.
3. Бобиков А.И., Бубнова Т.С., Управление неустойчивыми объектами и объектами с интегратором при помощи непрерывного иммунного ПИД-регулятора. Вестник РГРТУ. Рязань. 2020. 116-128 с.

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

К.А. Верхов

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Обнаружение объектов на изображении является актуальной задачей в компьютерном зрении. Например, с развитием технологий умных городов, требуется наличие быстрых и эффективных систем для распознавания объектов, чтобы минимизировать требования к аппаратному обеспечению данных технологий, а также повысить точность результатов их работы. Области применения алгоритмов обнаружения объектов на изображении разнообразны: автоматизация оказания медицинской помощи, автоматизация розничной торговли, автоматизированные охранные системы, идентификация личности, виртуальные помощники и многое другое.

Машинное обучение – область информационных технологий, которая на текущий момент активно развивается. Машинное обучение позволяет обучить искусственный интеллект решать задачи, путем применения решений множества сходных задач. Это помогает увеличить точность результатов работы искусственного интеллекта, так как при обучении происходит выявление общих закономерностей, что позволяет уменьшить количество ошибок.

Использование алгоритмов обнаружения объектов в совокупности с машинным обучением дает возможность применять эти алгоритмы в любых ситуациях, для которых есть обучающая выборка. Наличие обучающей выборки поможет быстрее внедрить и ввести в эксплуатацию систему с алгоритмами обнаружения объектов.

На данный момент основным программным обеспечением, предоставляющим алгоритмы компьютерного зрения, являются библиотеки OpenCV и PCL.

OpenCV – библиотека алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом. Существуют реализации для языков программирования C, C++, Python, Java. Применяется для утверждения общего стандартного интерфейса компьютерного зрения для приложений в этой области.

PCL – библиотека алгоритмов для задач обработки облаков точек и обработки трехмерной геометрии, то есть сфокусирована на трехмерном компьютерном зрении. Написана на языке C++. Разделена на различные модули:

- модуль фильтрации облака точек;
- модули визуализации и распознавания образов в облаке точек;
- модуль ввода и вывода информации об облаке точек;
- модули хранения облака точек;
- модули оценки параметров облака точек;
- модули сегментирования и согласования облаков точек.

Использование данных библиотек и методов машинного обучения может упростить создание программного продукта с самообучающимся алгоритмом обнаружения объектов на изображении, что позволит без проблем интегрировать их в различные системы.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА КОМПЛЕКСИРОВАННЫМ АЛГОРИТМОМ

Е.В. Слонов

Научный руководитель – Паршин А.Ю., канд. техн. наук

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Задача глобального позиционирования на открытом пространстве решается достаточно эффективно на современном этапе развития технологий. В то же время определение местоположения объекта в помещении затруднена из-за сильного поглощения сигнала спутниковой и сотовой связи стенами и крышей помещения. Таким образом, возникает проблема позиционирования в помещении, причем в ряде случаев необходимо достаточно точное определение координаты устройства в помещении большой площади. В работе рассматривается комплексированный алгоритм определения местоположения мобильной станции по мощности сигнала (RSS) и по времени его прихода (TOA).

Оценка мощности выполняется путем сравнения мощности сигнала, наводимого в антенне, с картой распределения мощности сигнала в пространстве, составленной на этапе настройки. Составление карты мощности возможно как методом непосредственного измерения, так и моделированием с учетом модели распространения сигнала. Для простой ситуации можно воспользоваться следующим выражением:

$$RSS_d = RSS_0 - 10 \lg \left(\frac{d}{d_0} \right),$$

где RSS_d – мощность сигнала на расстоянии d , d_0 – калибровочное расстояние, RSS_0 – мощность сигнала на калибровочном расстоянии.

Определение местоположения по времени прихода сигнала осуществляется методом трилатерации на основе измеренного времени распространения сигнала от трех базовых станций. Время распространения сигнала определяется расстоянием между базовой и мобильной станцией.

К достоинствам трилатерации можно отнести:

- ослабление влияний погрешностей за редукцию и центрировку при малых расстояниях между пунктами;

- отсутствие потребности в одновременной видимости между пунктами сети;
- отсутствие необходимости в видимости между конечными точками.

Недостаткам трилатерации возникают из-за ряда причин:

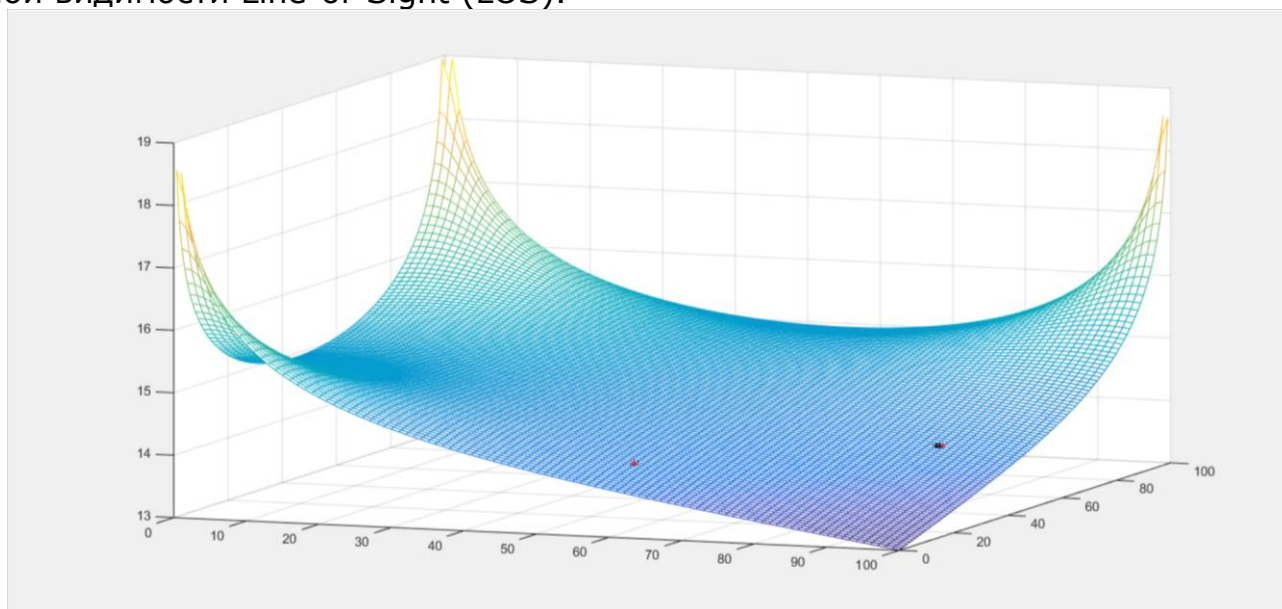
- не удобных форм рельефа на местности для ее использования по сравнению с более гибким в этом плане полигонометрическим способом;
- экономического, как более затратного способа, и технического характеров из-за менее точных измерений и результатов.

ToA (Time of Arrival)

Обычно подразумевает измерение времени распространения сигнала до объекта и обратно. Если объектом осуществляется ретрансляция сигнала с задержкой, метод называют TWR (Two-Way Ranging). Также иногда метод именуют RTT (Round Trip Time), RToA (Return Time of Arrival) — все зависит от сферы применения.

Метод очень простой и эффективный, так как не требует синхронизации времени приемника и передатчика. Его недостаток заключается в сильной зависимости от стабильности генераторов устройств, что определяет погрешности измерения времени ретрансляции на ведущем устройстве за счет некоторой нестабильности времени ответа ведомого. Это приводит к тому, что погрешность в реальных системах обычно больше метра.

Во многих источниках методы TDoA и ToA рассматривают как конкурирующие. Хотя каждый из них просто эффективнее в определенной ситуации. Метод TDoA больше подходит при работе по каналу без прямой видимости Non-Line-of-Sight (NLOS). При этом метод ToA превосходит метод TDoA, когда доминируют каналы прямой видимости Line-of-Sight (LOS).



График, показывающий точки оцененных координат

Исходными данными для определения местоположения являются координаты базовых станций $(x_1; y_1) = (0; 0)$, $(x_2; y_2) = (100; 0)$, $(x_3; y_3) = (100; 100)$, располагающихся на территории размером 100x100 метров. На этой же территории размещена мобильная станция с истинными координатами $(x_{MS}; y_{MS}) = (43; 90)$. Мощность сигнала каждой станции на расстоянии 1 м $P_0 = 10$ дБм. Тогда в точке расположения мобильной станции суммарная мощность сигналов от каждой станции равна $P_{MS} = 14$ дБм.

Измеренная мощность соответствует трем точкам на карте распределения мощности, а значит однозначно определить положение невозможно. Выполняется оценка положения по методу ТОА. Время распространения сигнала оценивается с ошибкой, СКО оценки $\sigma_t = 0.0001$ с. Тогда среднее значение оценки положения мобильной станции $(\hat{x}_{MS}; \hat{y}_{MS}) = (42.6125; 89.6518)$, СКО оценки $\sigma_{MS} = 0.01$ м. При сопоставлении оценок по двум методам можно сделать вывод о расположении мобильной станции. При этом погрешность оценки комплексированным методом ниже, чем для каждого метода в отдельности.

Библиографический список

1. Рашич А. В, Сети беспроводного доступа. – Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2011.
2. Бакулин М. Г., Крейделин В. Б., Шумов А. П. Повышение скорости передачи информации и спектральной эффективности и беспроводных систем связи. – Цифровая обработка сигналов №1/2006.

ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ЖИДКОСТИ В ДВУХ СВЯЗАННЫХ СФЕРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ

О.Н. Буркина, А.И. Римар

Научный руководитель – Бобиков А.И., к-т техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В работах [1], [2] были построены и исследованы на качество цифровые системы управления уровнем жидкости в резервуарах, используемых в нефтехимической промышленности, а именно, в сферическом и коническом резервуарах. Данная работа является продолжением исследования линейки резервуаров различной геометрической формы.

В докладе предлагается цифровая реализация непрерывного регулятора для нелинейного объекта второго порядка в виде двух связанных сферических резервуаров (см. рисунок 1) в контексте согласования управления/функции Ляпунова.

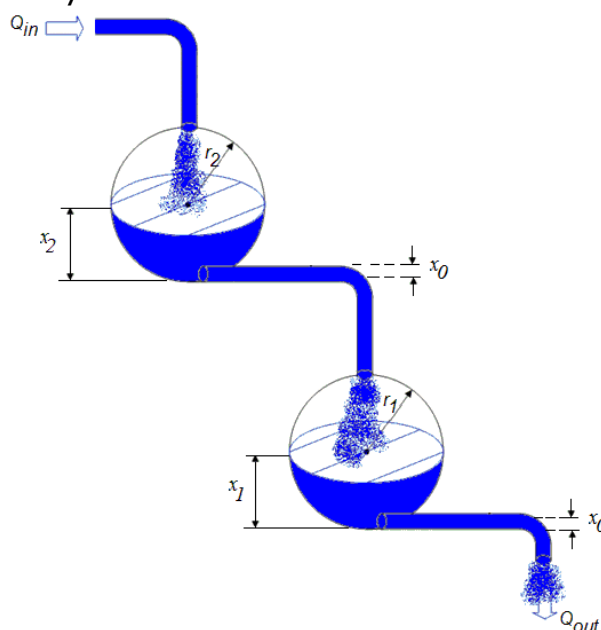


Рисунок 1. Модель двух связанных сферических резервуаров

На рисунке 1 x_1, x_2 – уровни жидкости в первом и втором резервуарах соответственно (м), r_1, r_2 – радиусы первого и второго резервуара соответственно (м), u – приток жидкости (м³/с), g – ускорение свободного падения. Нелинейная динамика объекта управления главным образом обусловлена сферической формой резервуаров. Управление $u(t)$ представляет собой регулирование притока жидкости Q_{in} и осуществляется через верхнюю трубу. Выходом системы является уровень жидкости x_1 нижнего резервуара.

Непрерывное управление объектом, представляющим собой два связанных сферических резервуара, имеет вид:

$$u_c = \frac{1}{g} \left(-\frac{F_1}{KX_2} X_1 - F_2 - \text{sign}(X_2) \sqrt{F_2^2 + F_1^2 \cdot \left(\frac{q_2 + 2K}{K^2} \right)} \right). \quad (1)$$

Тогда закон управления с обратной связью для цифрового регулятора до m приближений в T , где T -период дискретизации, имеет вид [3]:

$$u_k = u_d^T = u_{d0} + \sum_{i \geq 1}^m \frac{T^i}{(1+i)!} u_{di}, \quad (2)$$

при этом $u_{di}(t)|_{t=kT}$ находится с помощью производной по времени от непрерывного сигнала $u_c(t)$.

Для анализа качества используемого метода вычислена интегральная абсолютная ошибка и интегральная квадратическая ошибка между выходом непрерывной и цифровой системы для двух порядков приближения m при различных периодах дискретизации T (см. таблицы 1 и 2).

Таблица 1. Вычисление интегральной абсолютной ошибки

Порядок приближения m	Период дискретизации T		
	$T=0.01c$	$T=0.1c$	$T=0.4c$
$m=0$	$J=0.001131$	$J=0.01141$	$J=0.04797$
$m=1$	$J=0.001119$	$J=0.009902$	$J=0.01051$
$m=2$	$J=0.001119$	$J=0.009889$	$J=0.01007$

Таблица 2. Вычисление интегральной квадратической ошибки

Порядок приближения m	Период дискретизации T		
	$T=0.01c$	$T=0.1c$	$T=0.4c$
$m=0$	$J=5.221 \cdot 10^{-8}$	$J=5.342 \cdot 10^{-6}$	$J=9.583 \cdot 10^{-5}$
$m=1$	$J=5.114 \cdot 10^{-8}$	$J=4.003 \cdot 10^{-6}$	$J=2.64 \cdot 10^{-6}$
$m=2$	$J=5.114 \cdot 10^{-8}$	$J=3.991 \cdot 10^{-6}$	$J=2.39 \cdot 10^{-6}$

В таблицах 1 и 2 представлены результаты, свидетельствующие о том, что при увеличении порядка приближения m цифровая реализация системы становится более близкой к непрерывной реализации.

Библиографический список

1. Бобиков А.И., Буркина О.Н. Цифровой ЗСУР-регулятор уровня жидкости для объектов нефтехимической промышленности//Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018.№ 66.
2. Бобиков А.И., Буркина О.Н. Цифровой ЗСУР-регулятор для нелинейного объекта управления в виде конического резервуара // II Международный научно-технический форум СНТО-2019. Рязань. 2019.
3. S. Monaco and D. Normand-Cyrot. Nonlinear optimal stabilizing control in discrete-time. In Proc. ACC, Montreal, Canada, 2012, pp. 208-213.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ОБЪЕКТА ДЛЯ СТЕРЕОСИСТЕМЫ

М.А. Смирнов

Научный руководитель – Смирнов С.А.

к-т техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

На сегодняшний день широко распространены системы технического зрения решающие задачи определения пространственных параметров объектов наблюдения для различных беспилотных систем. Одной из важных задач таких систем является задача определения дальности до объекта. Решение данной задачи может быть основано на использование стереоскопической системы технического зрения [1].

Расстояние от объекта до стереосистемы, состоящей из двух разнесенных на определенное расстояние цифровых камер, работающих в синхронном режиме, определяется величиной смещения объекта интереса на изображениях, полученных с этих камер [2]. Две камеры одновременно формируют изображения $l_1(i, j, n)$ и $l_2(i, j, n)$ одинакового размера. На основании этих изображений вычисляется дальность до объекта по формуле [2]:

$$D(n) = \frac{B * Z}{2 * Q(n) * \operatorname{tg}\left(\frac{f}{2}\right)}, \quad (1)$$

где B – база стереосистемы в метрах;

Z – разрешение изображения в пикселях;

$Q(n)$ – значение диспаратности в пикселях, вычисленное на n -м кадре;

f – ширина поля зрения камеры в градусах.

Для установления соответствия между точками или фрагментами двух изображений стереопары, отвечающих одним и тем же элементам сцены, был разработан алгоритм, в котором применяется способ расчета диспаратности на основе таких методов определения особых точек изображения, как SIFT, FAST, SURF, BRISK. Его основными этапами является:

- 1) Применение детектора и дескриптора особых точек к стереопаре изображений, полученных пассивной стереоскопической системой;
- 2) Оценка диспаратности между пикселями объекта интереса на основе найденных совпадающих пар особых точек на двух изображениях;

- 3) С помощью найденных оценок диспаратности производится расчет по формуле (1) расстояния от объекта интереса до стереоскопической системы.

В качестве критерия оценки качества разработанного алгоритма выступала величина, определяющая ошибку измерения расстояния. Данная величина рассчитывалась как разность эталонной и измеренной дальности в метрах.

Экспериментальные исследования проводились на свободно распространяемом наборе данных. Результаты экспериментальных исследований алгоритма стереозрения при различных методах обнаружения особых точек для расчета диспаратности, таких как SIFT, FAST, SURF, BRISK показали, что наилучший результат, с точки зрения ошибки оценивания расстояния до объекта интереса, показали методы SURF и SIFT.

Библиографический список

1. Старовойтов, Е. Современные технические средства пассивной оптической локации / Е.А. Старовойтов // Современная электроника. - 2011, № 2. - С. 40 - 43.
2. Корепанов С.Е., Смирнов С.А., Стротов В.В. Алгоритм определения дальности до объекта для стереоскопической системы технического зрения реального времени // Цифровая обработка сигналов. - 2011, №3. - С. 57 - 61.

ВЫБОР СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ТОЧЕК ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МИКРОВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦА

Д.М. Сахаров

Научный руководитель – Саблина В.А.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается проблема автоматического анализа микровыражений лица. Обоснована важность выбора подходящего инструмента для исследований в этой области.

Точная идентификация ориентиров (антропометрических точек) на изображениях лица является важным шагом в выполнении ряда задач компьютерного зрения высшего порядка, таких как распознавание лица и анализ выражения лица. Будучи интуитивно понятной и простой задачей для человеческого зрения, потребовались десятилетия исследований, увеличение доступности качественных наборов данных и значительное улучшение вычислительной мощности для достижения почти точной локализации антропометрических точек [1]. Точная идентификация определенных черт лица и ориентиров является основополагающим процессом, с помощью которого решается ряд более сложных проблем анализа изображений (такие задачи, как идентификация лица, анализ выражения лица, оценка возраста и гендерная классификация). Точное определение положения антропометрических точек является, пожалуй, самым важным шагом в процессе построения модели. С этой задачей хорошо справляется пакет OpenFace [2], написанный на языке программирования Python. В данном программном средстве за обнаружение и постановку антропометрических точек лица отвечает библиотека dlib [3], которая реализована на языке

программирования C++. В свою очередь, эта библиотека проводит выравнивание лица. Для этого регистрируется изображение лица, а затем оно трансформируется, чтобы обеспечить единообразие с другими имеющимися изображениями. Далее по заданному алгоритму выставляются граничные точки (рисунок 1).

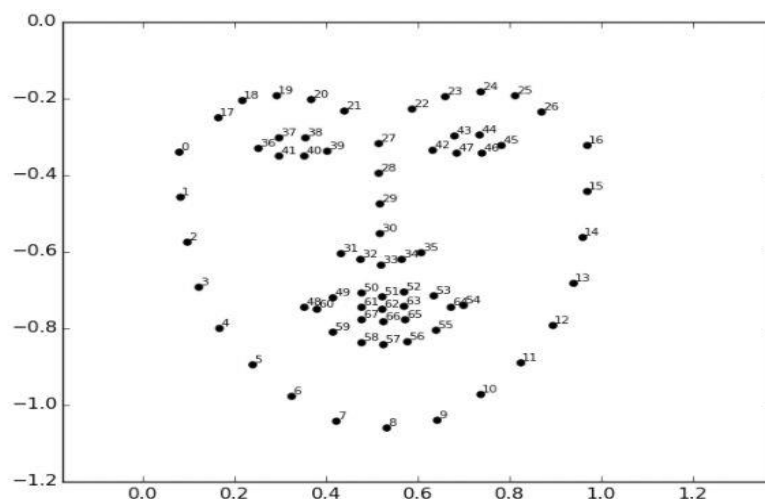


Рисунок 1 – Расстановка ориентиров лица библиотекой dlib

После изучения программных средств, освещенных выше, можно сделать вывод о том, что программный комплекс OpenFace с интегрированной в него библиотекой dlib как нельзя лучше подходит для задачи расстановки лицевых ориентиров. Поэтому в дальнейшем исследовании предполагается продолжить с помощью этих средств с целью более глубокого изучения технологий анализа микровыражений по изображениям.

Библиографический список

1. Пол Экман, Психология лжи, 4-е издание. – СПб: Питер, 2016. – 304 с.
2. OpenFace api documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://openface-api.readthedocs.io/en/latest/openface.html> (дата обращения: 20.09.2020).
3. Dlib C++ library documentation [Электронный ресурс]. – URL: <http://blog.dlib.net/2014/08/real-time-face-pose-estimation.html> (дата обращения: 20.09.2020).

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ

Ершов М.Д., Смирнов С. А., Стротов В.В.

**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина**

Одной из актуальных задач, возникающих при управлении дорожным движением крупных городов, является сбор информации о загруженности дорог. Для получения такой информации используются системы транспортной видеоаналитики, которые включают в себя большое количество сенсоров, основанных на различных принципах. В частности, широко

используются механические, акустические и пьезоэлектрические детекторы транспортных средств (ТС), измерители скорости ТС на основе радаров. Подобные устройства, как правило, дополняются видеосенсорами, осуществляющими функции регистрации транспортной обстановки. Активное развитие методов обработки изображений и появление интеллектуальных видеосенсоров («умных» камер) позволяет выполнять задачи одновременного обнаружения, оценки параметров ТС и регистрации транспортной обстановки без использования сенсоров другого типа.

В данной работе предлагается подход, базирующийся на обнаружении объектов на основе пространственно-временной фильтрации нескольких последовательных кадров [1]. В результате формируется оценка фонового изображения, представляющего собой проезжую часть и прилегающую территорию. На основании данной оценки осуществляется сегментация очередного видеокadra. Полученное бинарное изображение зачастую требует дальнейшей морфологической обработки. В результате такой обработки искажаются контуры выделенных сегментов и, как следствие, центр выделенного объекта смещается относительно истинного центра. Такое «блуждание» параметров выделенных объектов приводит к существенной погрешности при определении их скорости. Для повышения точности определения скорости предлагается осуществлять слежение за обнаруженными объектами алгоритмом на основе выделения особых точек. При этом для повышения качества может применяться подход на основе оценивания ожидаемой работоспособности алгоритмов [2,3]. Повышение точности определения координат позволяет проводить анализ параметров выделенных объектов для определения их типа.

Для проведения экспериментальных исследований сформирована база тестовых видеосюжетов, содержащие изображения автотранспортных средств разных типов. Проведенные исследования показали эффективность разработанного алгоритмического обеспечения.

Исследования выполнены при использовании Гранта Президента РФ МК-2737.2019.9.

Библиографический список

1. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.
2. Бабаян П.В., Смирнов С.А. Оценивание ожидаемой работоспособности алгоритмов измерения координат объектов // ГрафиКон' 2010: 20-я Международная конференция по компьютерной графике и зрению.– Санкт-Петербург.– 2010.– С. 329-330.
3. Boris Alpatov, Pavel Babayan, Sergey Smirnov, "Object tracking in the video sequence based on the automatic selection of the appropriate coordinate estimation method", Proc. SPIE 8542, Electro-Optical Remote Sensing, Photonic Technologies, and Applications VI, 85420N, DOI: 10.1117/12.974603.

СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА, ОСНОВАННОГО НА ВЫЧИСЛЕНИИ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА

Д.В. Ловкин, С.Е. Корепанов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В. Ф. Уткина**

Задача слежения за объектами на видеопоследовательности является одной из наиболее важных задач в области видеоаналитики. В общем случае, слежение за объектом заключается в определении координат объекта слежения на каждом кадре видеопоследовательности при неподвижном видеодатчике.

Существуют различные методы, решающие задачу слежения за объектом. Один из таких методов основан на вычислении оптического потока. Оптический поток — это изображение видимого движения, представляющее собой сдвиг каждой точки между двумя изображениями.

Методы вычисления оптического потока делят на глобальные (оценка оптического потока производится по всему изображению) и локальные (оценка оптического потока производится в локальной области изображения). При решении задачи слежения за объектом, с точки зрения вычислительных затрат, наиболее подходящими являются локальные методы. В настоящее время среди алгоритмов оценки оптического потока локальным методом выделяют алгоритм Лукаса–Канаде, Farneback, блочные методы и другие [1].

В данном докладе рассматривается алгоритм слежения за объектом с использованием алгоритма оценки оптического потока Лукаса–Канаде [2]. На первом кадре видеопоследовательности положение объекта известно и задается соответствующими координатами его центра и размерами или целеуказанием оператора. Благодаря известному положению объекта на первом кадре, формируется зона поиска объекта относительно его центра на изображении. Рассмотрим пошагово работу алгоритма на последующих кадрах.

На первом шаге формируется зона поиска объекта на текущем изображении, положение которой соответствует положению зоны на предыдущем кадре.

На втором шаге алгоритма происходит вычисление оптического потока в области поиска объекта с использованием метода Лукаса–Канаде. Данный метод предполагает, что смещение соседних пикселей осуществляется на равное расстояние, поэтому считаем, что оптический поток одинаков для всех пикселей, находящихся в некоторой области. Тогда вектор оптического потока (V_x, V_y) в точке p должен быть решением системы уравнений:

$$\begin{cases} I'_x(q_1)V_x + I'_y(q_1)V_y = -I'_t(q_1), \\ I'_x(q_2)V_x + I'_y(q_2)V_y = -I'_t(q_2), \\ \dots \\ I'_x(q_n)V_x + I'_y(q_n)V_y = -I'_t(q_n). \end{cases},$$

(1)

где $q_1, q_2, \dots, q_n$ – пиксели внутри окна, $I'_x(q_i)$, $I'_y(q_i)$, $I'_t(q_i)$ – частные производные изображения I по координатам x , y и времени t , вычисленные в точке q_i . После записи уравнения (1) в матричной форме и его решения по

методу наименьших квадратов, получается решение оптического потока. Решив аналогичные уравнения для соседних пикселей в зоне поиска объекта, формируется карта скоростей.

На третьем шаге происходит поиск особых точек. При вычислении оптического потока во всей области изображения, часть точек может вычисляться неправильно, поэтому полезно иметь информацию о локальных особенностях изображения – особых точках. Особыми точками являются углы, которые находит на изображении детектор Харриса [3].

На четвертом шаге происходит сегментация изображения зоны поиска с использованием пороговой обработки. Для того чтобы отделить точки объекта от точек фона, необходимо выбрать пороговое значение для скорости объекта. В данном алгоритме пороговое значение определяется на основе найденных особых точек и их векторов движения, так как эти точки относятся к объекту слежения. Такой подход позволяет более точно определить порог. Пороговое значение рассчитывается как среднее значение модулей векторов на карте скоростей. В результате сегментации получается бинарное изображение.

На пятом шаге осуществляются такие морфологические операции с бинарным изображением, как эрозия и закрытие, необходимые для объединения распавшихся близкорасположенных сегментов, заполнения дыр внутри сегментов и сглаживания краев выделенных областей.

На шестом шаге производится анализ полученных сегментов. Формируется список параметров сегментов: координаты и размеры.

На седьмом шаге осуществляется поиск объекта. В качестве объекта выбирается сегмент с наибольшей площадью. Вычисляются координаты объекта на изображении. В соответствии с найденными координатами, на текущем кадре строится вторая зона поиска, обновляющаяся на всех последующих кадрах.

Алгоритм разрабатывался на высокоуровневом языке программирования MATLAB. Экспериментальные исследования алгоритма проводились на трех натурных видеопоследовательностях при отсутствии заслонений объекта. Целью экспериментальных исследований являлось сравнение алгоритма без использования особых точек с алгоритмом, описанным в данном докладе. Результаты экспериментальных исследований показали, что качество слежения в алгоритме, использующем особые точки, выше. Это объясняется более точно найденным благодаря особым точкам значением порога.

Библиографический список

1. Barron J. L., Fleet D. J., and Beauchemin S. S. Performance of optical flow techniques. *International Journal of Computer Vision*, 12, pp. 15–77, 1994.
2. B. D. Lucas and T. Kanade. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 1-679, 1981.
3. Mike Stephens Chris Harris, A combined corner and edge detector// Plessey Research Roke Manor, pp. 147-151, 1988.

АНАЛИЗ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ ДВУМЕРНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Е.Н. Люфт

Научный руководитель – Рыбина Н.В.

к.ф.-м.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Материалы, применяемые в микро- и нанoeлектронике, часто имеют повышенные требования к их свойствам. Одним из следствий этого является наличие у них сложной многокомпонентной структуры. Для изучения корреляционных свойств поверхности таких систем был разработан метод флуктуационного анализа с исключенным трендом (Detrended Fluctuation Analysis, DFA[1]). Метод DFA позволяет получить зависимость флуктуационной функции F от масштаба s .

Целью данной работы была апробация метода DFA на модельных двумерных профилях поверхности различной структурной сложности.

Были промоделированы двумерные профили поверхности различной сложности, включая двумерные синусоиды с разными периодами и амплитудами, а также поверхности с различными вариациями хаотичности. Также исследованы поверхности с добавлением к ним шума различной интенсивности.

При изучении синусоидального профиля с несколькими гармониками (рис.1) затруднительно определить все периоды гармоник. Поэтому была использована методика scale-space [2].

Преимущество методики scale-space в том, что за счет многократного сглаживания поверхности на определенных масштабах удается выявить периодичность сигнала. Как показывают результаты, изначально синусоиды воспринимались как шумы (черные линии), но по мере сглаживания (синие, красные, зеленые линии) стали проявляться изгибы, показывая, что изображение имеет упорядоченность.

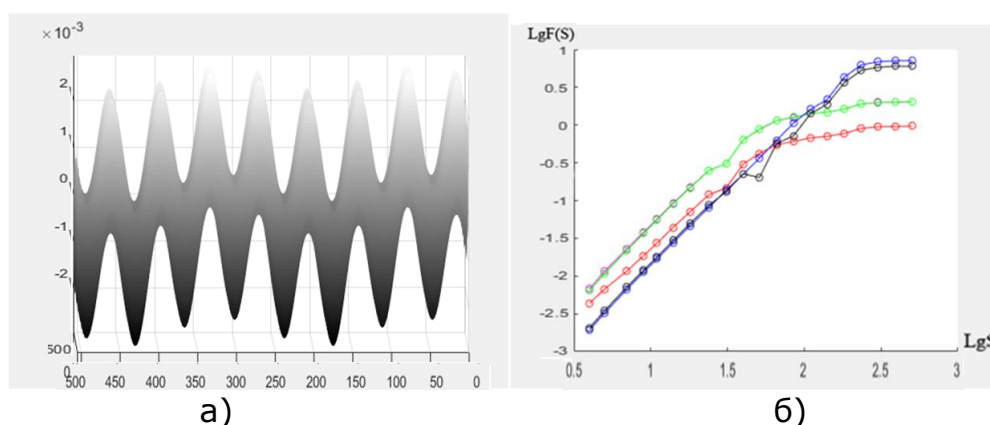


Рисунок 1 – а) 2 Гармоники с амплитудами 100 и 25, периодом 2 и 8; б) результаты, полученные при помощи scale-space

На рис. 2 изображены структуры типа отверстия с наложенным на них шумом. По полученным результатам видно, что наличие шума никак не затрудняет определение периодов самих отверстий.

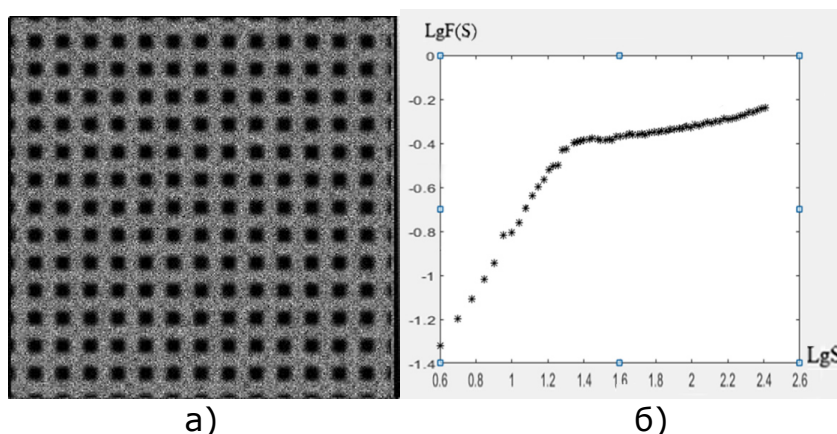


Рисунок 2 – а) Поверхность с шумом б) результаты, полученные с помощью DFA

В работе показано, что метод DFA целесообразно применять для анализа гармонических структур. При наличии в структуре нескольких гармонических составляющих (≥ 3) следует также применять методику scale-space.

Библиографический список

1. Алпатов А.В., Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мурсалов С.М., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП, т. 50, вып. 1, 2016 г. С. 23-29.
2. Алпатов А.В., Рыбина Н.В. Применение методики Scale-Space к исследованию самоорганизующихся структур // ПОВЕРХНОСТЬ. РЕНТГЕНОВСКИЕ, СИНХРОТРОННЫЕ И НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. №7, 2019. С. 92-98.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕКСТУРЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ЦЕЛЬЮ ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

С.Е. Школин

Научный руководитель – Рыбина Н.В.

к.ф.-м.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Важной характеристикой при обработке визуальной информации является текстура, которую можно наблюдать в любых изображениях. Текстура может возникнуть за счет направленных воздействий на материал, таких как напряжения деформации, тепловые, электрические и магнитные поля и др. Также зачастую возникает задача классификации материалов по их текстуре.

На данный момент не существует универсальной методики различия и описания текстур. В данной работе предлагается использовать комбинацию методов для анализа текстуры поверхностей:

- метод двумерного флуктуационного анализа с исключенным трендом (2D DFA). Метод 2D DFA позволяет определить корреляционный вектор, показывающий периодичность в структуре, и скейлинговый показатель, отражающий тип структуры [1].
- метод средней взаимной информации (СВИ). Метод СВИ позволяет оценить степень упорядоченности поверхности, а также информационную

емкость [1]. Таким образом, на основе методов 2D DFA и СВИ можно производить классификацию материалов.

■ могут использоваться и другие методы [2], например, преобразование Фурье, вейвлет-преобразование, расчет параметров шероховатости, фрактальный анализ. Смысл метода преобразования Фурье заключается в том, что любой периодический сигнал можно описать в виде суммы разных гармонических составляющих. Вейвлет-преобразование заключается в разложении по базису, созданному из солитоноподобной функции (вейвлета).

Методика анализа текстуры поверхностей в первую очередь предназначена для материалов со сложной структурой (рельефом), например, неупорядоченных, нанокпозиционных, нанокристаллических. На рис. 1 представлен алгоритм исследования изображения поверхности (текстуры). С помощью предложенных методов исследования изображений материалов можно получить более обширную информацию о текстуре.

Под классификацией поверхностей подразумевается причисление неизвестного образца изображения к одному из заранее определённых классов. Для создания классификации текстур необходимо задать для неё описание и меру близости изображений, которые соответствуют этому описанию. Методы анализа текстур бывают статические, структурные, геометрические, спектральные, модельные и комбинированные.

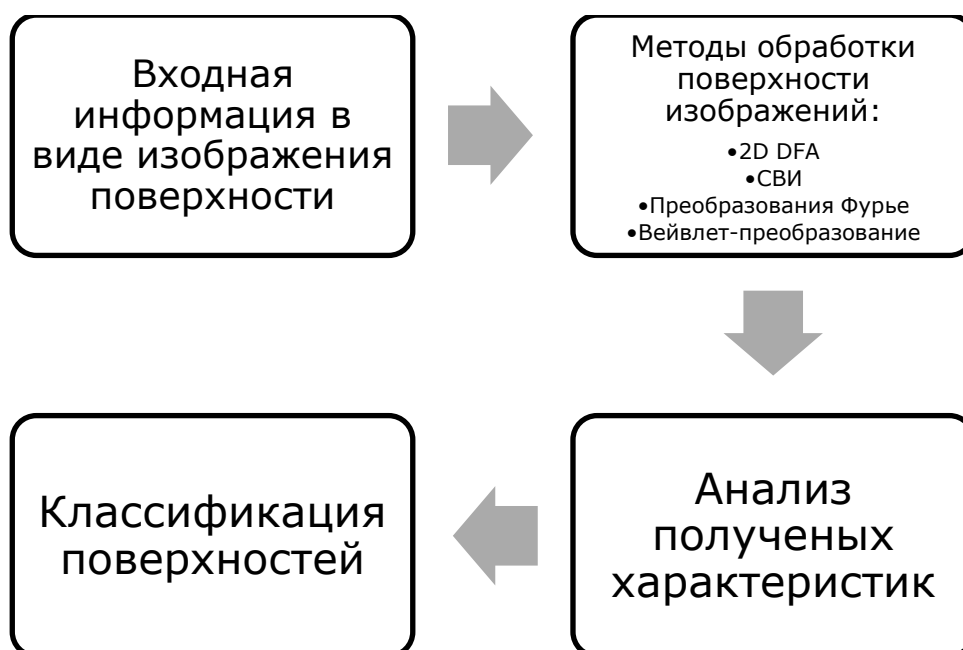


Рисунок 1 – Алгоритм исследования изображения поверхности (текстур)

Статические характеристики связаны со статистическими вычислениями второго порядка. Их можно определить путём расчёта матрицы смежности Харалика [3]. Структурные методы представляют собой текстуру, состоящую из простых текстурных примитивов, размещённых по определённому правилу с регулярной или почти регулярной повторяемостью [4]. Геометрические методы включают локальные дескрипторы на основе автокорреляционной функции, позволяющей оценить степень регулярности и зернистости текстуры [5]. Спектральные методы могут определить присутствие в текстуре периодических структур на основе Фурье и вейвлет-анализа [6]. Анализ

Фурье идеально подходит для описания направленности присутствующих в изображении периодических и квазипериодических двумерных структур.

Библиографический список

1. Алпатов А.В., Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мурсалов С.М., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП, т. 50, вып. 1, 2016 г. С. 23-29.
2. Павлов А.Н. Методы анализа сложных сигналов. Саратов: Научная книга, 2008. –С. 120.
3. Haralick, R.M. Statistical and structural approaches to texture / R.M. Haralick // Proceedings of the IEEE. – 1979. Vol. 8, pp. 768-804.
4. Gonçalves, W. N. A complex network approach for dynamic texture recognition / W. N. Gonçalves, B.B. Machado, O.M. Bruno // Neurocomputing. – 2015. Vol. 153, pp. 211-220.
5. Bay, H. SURF: speeded up robust features / H. Bay, T. Tuytelaars, L.V. Gool // Computer Vision and image Understanding. – 2008. Vol. 110, no. 3, pp. 346-359.
6. Афонский, А.А. Цифровые анализаторы спектра, сигнала и логики / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. – М.: Солон-пресс. – 2009. –С. 248.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ДВУМЕРНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ МАССИВА ЗНАЧЕНИЙ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ В КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АЛГОРИТМАХ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ю.Р. Алланазарова

Научный руководитель – Фельдман А.Б.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический
университет им. В.Ф. Уткина**

Развитие технологий компьютерного зрения способствует распространению систем и средств обработки изображений при решении широкого круга задач, связанных, например, с обеспечением безопасности городской среды, контролем качества продукции на производстве, управлением беспилотными средствами, анализом спутниковых снимков.

Бортовые системы обработки изображений устанавливаются на подвижных носителях и решают задачи обнаружения, оценки параметров, прослеживания и распознавания различных объектов интереса [1]. При этом, в отличие от большинства других систем компьютерного зрения, они должны функционировать в сложных и непредсказуемых условиях, обусловленных быстрой сменой ракурсов, многообразием наблюдаемых объектов и фонов, наличием мешающих погодных явлений и т.д.

Как показала практика, корреляционно-экстремальные подходы являются одними из наиболее надежных для решения задачи слежения за объектами в сложных условиях наблюдения, при малых размерах и низких контрастах объектов интереса [2]. Принцип действия подобных алгоритмов основан на сопоставлении фрагментов наблюдаемого изображения с эталонным изображением объекта интереса. Местоположение объекта определяется как точка наилучшего совмещения в смысле выбранного критерия сходства или различия фрагмента изображения и эталона. Следует заметить, что несмотря

на название, в корреляционно-экстремальных алгоритмах используют самые различные критерии сопоставления [3], которые уже давно вышли за рамки классического корреляционного критерия, а в качестве эталонного изображения может использоваться не только само изображение объекта, но и карты вычисленных на его основе дескрипторов, таких как, например, гистограммы ориентированных градиентов [4].

Важную роль играет выбор способа адаптации эталонного изображения, чтобы оно оставалось актуальным на протяжении всего интервала наблюдения объекта интереса. Для корреляционных алгоритмов, реализуемых в пространственной области, в свое время были разработаны алгоритмы адаптации на основе процедур рекуррентной фильтрации изображений [1]. В алгоритмах, реализуемых в спектральной области, применяются различные варианты методов оптимальной фильтрации [5], позволяющие не только эффективно отслеживать изменения во внешнем виде объектов интереса, но и обеспечивающие устойчивость алгоритмов слежения при быстрых поворотах объекта. Существуют также методы адаптации, позволяющие работать при изменении масштаба объекта [4].

Однако в случае изображений невысокого разрешения и при низких контрастах объектов точность корреляционно-экстремальных алгоритмов может страдать в виду наличия ошибок дискретизации и действия аддитивного шума. Одним из способов повысить точность слежения в этом случае является двумерная интерполяция массива значений целевой функции, что позволяет определить точку наилучшего совмещения изображения с эталонном с повышенной (субпиксельной) точностью.

В данной работе исследовано влияние различных способов интерполяции на точность слежения в ряде корреляционно-экстремальных алгоритмов, реализуемых как в пространственной, так и в частотной областях. Экспериментальные исследования проведены на натурных видеосюжетах, полученных с узкопольных видеодатчиков видимого и теплового диапазонов спектра. Объекты интереса – движущиеся автомобили, наблюдаемые на фоне городского ландшафта и пересеченной местности на расстояниях 2,5-3,5 км. Показано, что применение интерполяции позволяет увеличить не только точность, но и длительность слежения без срывов за счет исключения случайных блужданий при рекурсивном обновлении эталона.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В. Методы обработки и анализа изображений в бортовых системах обнаружения и сопровождения объектов. // Цифровая обработка сигналов. – 2006. – №2. – С. 45-51.
3. Баклицкий В. К., Бочкарев А. М., Мусьяков М. П. Методы фильтрации сигналов в корреляционно-экстремальных системах навигации //М.: Радио и связь. – 1986. – Т. 216
4. Danelljan M. et al. Discriminative scale space tracking //IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2016. – Т. 39. – №. 8. – С. 1561-1575.

5. Bolme D. S. et al. Visual object tracking using adaptive correlation filters //2010 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. – IEEE, 2010. – С. 2544-2550.

СТАБИЛИЗАЦИЯ УРОВНЕЙ И ФОРМЫ КАНАЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ

М.Ю. Яблоков

Научный руководитель – Бехтин Ю.С.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический
университет**

Данная задача возникает в робототехнике при обработке сигналов матричных фотоприемников (МФП), которые преобразуют световые сигналы переменной яркости в электрические импульсы колоколообразной формы, амплитуды которых должны быть восстановлены. Действие электронного коммутатора, опрашивающего фотоэлементы МФП, приводит к тому, что полезный импульс представлен ограниченным числом дискретных отсчетов, которые суммируются со структурной помехой (пьедестальные напряжения на выходе фотоэлементов), значение которой определяется рабочей точкой МФП, и некоррелированным гауссовским шумом.

Предлагаемое решение базируется на работе [1], где задача радиотехники по стабилизации импульсных последовательностей на фоне помех решается с помощью «вероятностного реле». Показано, что постановку решаемой задачи можно свести к постановке задачи в [1], где в качестве мультипликативной помехи выступает неоднородность коэффициентов передачи фотоэлементов МФП, низкочастотная помеха представлена через структурную помеху МФП, а тепловой шум МФП определяет коррелированный гауссовский процесс. Однако в отличие от [1], в данной работе производится оценка амплитуды канальных импульсов МФП вместо их стабилизации. В связи с этим, предложенное решение [1] было переработано с учетом вышесказанного, где в качестве входного сигнала выступали импульсы, форма которых описывалась через функцию $\sin^2$ и моменты появления которых были случайными.

Результаты статистического моделирования в среде Matlab полученного решения показали следующее. Во-первых, использование «вероятностного реле» позволяет обнаруживать канальные импульсы МФП, не имея априорной информации о моментах времени их появления. Во-вторых, «вероятностное реле» позволяет относительно точно оценивать величину структурной помехи, поскольку оценка проводится только во время существования импульса. Кроме того, искаженная последовательность импульсов в одном канале МФП может рассматриваться как высокочастотная помеха по отношению к его структурной помехе, что помогает ее эффективно отделять и фильтровать. В-третьих, коэффициент усиления усилителя незначительно изменяется на интервале существования импульса и, следовательно, форма восстановленных импульсов будет повторять форму исходных, неискаженных импульсов.

1. Y. S. Bekhtin, Y. A. Filatov and A. A. Lupachev, "Digital Stabilizing Pulse Signals on the Base of their State Estimators under Noise Environment," 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), Vladivostok, Russia, 2019, pp. 1-7.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ

Ю. И. Баранова

Научный руководитель – Смирнов С. А., к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина**

Последние два десятилетия предпринимаются активные попытки создания полностью беспилотного автомобиля, где участие человека в процессе вождения минимизируется до полного его отсутствия. На сегодня при наличии средств видеоаналитики можно разработать алгоритм оценки внешней среды, по результатам которого управлять движением автомобиля будет безопасно для других участников дорожного движения. Предполагается, что беспилотные автомобили будут точно и корректно исполнять правила дорожного движения, и потому распознавание дорожных знаков также необходимо.

Перед осуществлением распознавания дорожного знака его необходимо локализовать на изображении. С этой целью можно воспользоваться алгоритмом, основанном на сегментации цветного изображения в пространстве HSV [1]. Для определения вида дорожного знака предлагается вычислять коэффициент корреляции между матрицами изображений объекта и эталона на основе алгоритмов, описанных в [2].

Алгоритм распознавания дорожных знаков состоит из следующих основных этапов:

1. Локализация дорожного знака на изображении;
2. Масштабирование эталонного изображения до размеров локализованного знака;
3. Вычисление значений коэффициента корреляции между изображением локализованного знака и эталонными изображениями из базы данных;
4. Поиск максимального значения коэффициента корреляции для определения названия дорожного знака.

В результате выполнения алгоритма для водителя информация о дорожном знаке будет выводиться на дисплей: дорожный знак будет ограничиваться цветной рамкой с подписью соответствующего названия.

Экспериментальные исследования описанного алгоритма распознавания проводились на базе данных, которая включала 110 изображений дорожных знаков с контуром красного цвета и эталонную информацию о названии знака. Частота правильного распознавания составила 88%.

Библиографический список

1. Баранова Ю.И., Смирнов С.А. Разработка алгоритма локализации дорожных знаков для системы транспортной видеоаналитики// Новые информационные технологии в научных исследованиях: Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань, 2019. С. 30.

2. Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов: учеб. пособие / Рязан. гос. радиотехн. ун-т, сост.: Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин, Рязань, 2011. – 236 с.

Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
«КРАСНАЯ КНИГА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ»**

Н.А. Кононенко

Научный руководитель – Столбова А.А.

канд. техн. наук

**Самарский национальный исследовательский университет
имени С.П. Королева**

Современный век диктует свои правила, одним из которых является автоматизация и компьютеризация всех процессов деятельности людей, в том числе и образовательного. В Самарской области в состав обязательной школьной программы введен предмет «Самароведение», посвященный изучению природы области. Важную роль при изучении данного предмета, как и для культурно-образовательного процесса в целом, играют музеи. Так, актуальным становится применение интерактивных карт в музейных экскурсиях, созданных как дополнение к программам обучения школьников и студентов.

В рамках работы предлагается создание геоинформационной системы «Красная книга Самарской области», позволяющей получить информацию о распространении редких растений и животных в районах Самарской области. Похожие системы используются многими музеями, например, на официальном сайте музея Архангельское, находящегося в Московской области имеется интерактивная карта: по нажатию на флажки с номерами пользователь видит вблизи скульптуры, памятники архитектуры и красивые виды музея. В рамках экологического проекта «Природа Перми» была создана интерактивная карта растений, животных и природных объектов города. Данная карта позволяет увидеть справочную информацию о конкретном растении или животном, места их обитания. Кроме того, на карте отображаются сведения о важных природных событиях. Недостатком карты является невозможность увидеть список всех растений и животных для конкретного района.

Основными функциональными возможностями разрабатываемой геоинформационной системы являются:

- визуализация электронной карты Самарского региона, разделённой на районы;
- работа с базой данных растительного и животного мира Самары;
- получение справочной информации о флоре и фауне района;
- получение справочной информации о том или ином представителе флоры и фауны;
- разграничение прав доступа.

Разрабатываемая геоинформационная система предназначена для использования на стендах в музеях, аэропортах, на вокзалах, площадях города и крупных смотровых площадках, в зоопарках. Она позволит привлечь туристов, что, в свою очередь, положительно отразится на экономике региона.

ЭВРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СРЕДЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ITSGIS

Е.В. Чекина

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д-р. техн. наук, профессор

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) все чаще используются для выполнения сложных технологических процессов и операций, поскольку они способны заменить человека-оператора в опасных условиях работы. Для выполнения этих технологических процессов возникает необходимость управления полетом. Согласно мировой тенденции увеличения уровня автономности БПЛА при решении поставленных задач возрастает роль использования интеллектуальных автопилотов, реализуемых, например, на базе интеллектуальных транспортных систем.

В работе представлен плагин построения рациональных маршрутов полета БПЛА, реализованный на базе интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS. Определение рационального маршрута БПЛА при выполнении поставленных задач в различных условиях функционирования ведется при учете множества факторов, таких как соблюдение заданного эшелона и коридора полёта, облёт препятствий на пути, расстояние до аварийной посадочной платформы, расстояние от запретных для полётов зон. Основой для построения маршрута служит математическая модель транспортной сети, представляющая собой ориентированный взвешенный графа, визуализированный на интерактивной электронной карте геоинформационной системы.

В качестве метода поиска маршрута выбран эвристический метод муравьиной колонии, так как он более целесообразен при выборе кратчайшего маршрута с использованием БПЛА при наличии значительного количества препятствий на маршруте, воспринимаемых как дополнительные опорные точки.

Библиографический список

1. Чекина, Е.В. Метод построения маршрутов беспилотного летательного аппарата на интерактивной электронной карте / Е.В. Чекина, Т.И. Михеева, Н.А. Остроглазов, С.В. Михеев // Труды VII Всероссийской научной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS-2019)». – Т. 1. - Уфа, 2019. – С. 1-6.
2. Штовба, С.Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях. - 2013. – Вып. №4. - С. 70–75.
3. Карцев Н.В., Салыкова О.С. Планирование траектории полёта БПЛА // Образование и наука в современных условиях. - 2016. – Вып. №1(6). - С.266-268.

АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RPC-ПОЛИНОМОВ

М.М. Егин

Научный руководитель – А.Е. Кузнецов

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Мозаичное изображение – это изображение, сформированное из набора перекрывающихся снимков. Задача формирования мозаичного изображения возникает при создании изображений земной поверхности современными системами ДЗЗ высокого разрешения, съемочная аппаратура которых имеет ограниченную полосу захвата. Технология создания мозаичного изображения включает следующие шаги: блочное уравнивание исходного набора снимков, ортотрансформирование каждого изображения и формирование мозаичного изображения.

В докладе рассматривается алгоритм получения мозаичных изображений с использованием RPC-полиномов. Входными данными алгоритма является набор изображений уровня обработки 1, сопровождающихся RPC-полиномами. RPC-полиномы используются в качестве модели камеры в момент съемки и позволяют преобразовывать трехмерные координаты пространства объектов в двумерные координаты пространства изображения [1]. RPC-модель представляется в виде отношения двух кубических полиномов координат пространства объектов.

С целью компенсации взаимных несостыковок в мозаичном изображении используется блочное уравнивание снимков, привязанных по RPC-модели [2]. Блочное уравнивание заключается в уточнении привязки изображений с использованием опорных или одноименных точек. Для уравнивания в RPC-модель каждого изображения вносятся дополнительные параметры, определяемые в результате решения системы линейных уравнений методом наименьших квадратов.

С учетом дополнительных параметров RPC-модели осуществляется ортотрансформирование каждого изображения в единую картографическую систему координат. В областях пересечения изображений выполняется поиск линии совмещения снимков. Линия совмещения определяет правило объединения совмещаемых изображений. Мозаичное изображение формируется с учетом найденной линии совмещения. Результатом выполнения алгоритма является бесшовное мозаичное изображение целевой площади.

Библиографический список

1. Jacek Grodecki. Ikonos Stereo Feature Extraction – RPC Approach // Proceedings of ASPRS 2001 Conference. — 2001.
2. Jacek Grodecki и Gene Dial. Block Adjustment of High-Resolution Satellite Images Described by Rational Polynomials // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. — 2003. — Том 69, Номер 1. — С. 59—68.

ПУТИ ИНТЕГРАЦИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСКРЫТИЯ И РАССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

К.М. Бондарь, канд. техн. наук, доцент,

В.С. Дунин, канд. техн. наук

Дальневосточный юридический институт МВД России

Геоинформационные системы в силу ряда уникальных функциональных возможностей находят разнообразное применение. Одним из перспективных направлений становится использование таких систем в деятельности МВД России по раскрытию и расследованию преступлений.

Это обусловлено возможностями спутниковых навигационно-временных и картографических систем обеспечивать оптимальное управление мобильными нарядами полиции, привязанными к единому картографическому ресурсу, эффективно оценивать оперативную обстановку, обосновывать варианты принимаемых управленческих решений и контроля за их исполнением. Кроме того, данные системы предоставляют точные данные о местоположении и других параметрах автотранспортных средств, индивидуальных телефонных и иных видов гаджетов, использующих позиционные координаты. Наличие такой новой структурной и смысловой информации позволяет более точно решать служебные задачи оперативно-розыскного и процессуального направлений. В силу сказанного МВД России разворачивает активное и долгосрочное использование спутниковых систем [1].

Вместе с тем, необходимо рассмотрение особенностей комплексной интеграции применяемых информационных систем, их гармоничного сочетания, что, в конечном итоге, должно обеспечить оптимизацию многих сервисных процедур, поддержку их логических и физических составляющих, приводящих к сбору розыскных и доказательственных данных [2–4].

Кратко раскроем содержание наиболее значимых вопросов, которые требуют своего разрешения при создании нового уровня информационно-аналитической поддержки принятия оперативно-служебных и управленческих решений в сфере раскрытия и расследования преступлений на основе современных технологических возможностей спутниковых геоинформационных систем.

1. Совершенствование систем сервисов, потенциально перспективных в правоохранительной сфере, в обеспечении охраны, профилактики катастроф, поддержании нормального функционирования и управления основными эксплуатационными параметрами транспортных средств. На основе данных наработок расширение аналогичного функционала на любые мобильные устройства, использующие данные спутниковых геоинформационных систем и входящих в соответствующие технологические процедуры.

2. Информационно-логическое, технологическое, сервисное и иное мультисервисное объединение информационно-телекоммуникационной инфраструктуры правоохранительных органов с трафиками данных, предлагаемых спутниковыми геоинформационными системами, нормативно-правовое и документационное регламентирование циркулирующих информационных потоков и, самое главное, результатов их комплексной интеграции.

3. Включение информационных и технологических аспектов пространственно-временных данных в систему распознавания, регистрации (в том числе, автоматической), логической обработки, предоставления разнообразных сервисных услуг действующей информационно-телекоммуникационной инфраструктуры правоохранительных органов.

4. Разработка и внедрение на указанной платформе новых сервисов комплексного решения задач раскрытия и расследования преступлений широкого круга (обеспечение перспективных видов информационно-аналитической поддержки причастности лиц к совершенным правонарушениям, применяемым объектам противоправной деятельности, выявления связей между материальными и идеальными следами, их криминалистически значимого уровня закрепления и т.д.).

Таким образом, нами оценены основные особенности интеграции, которые при успешном целенаправленном развитии геоинформационных систем смогут обеспечить эффективную информационно-аналитическую поддержку сбора и закрепления розыскных и доказательственных данных в сфере раскрытия и расследования преступлений.

Библиографический список

1. Ляшенко С.Н., Бокова О.И., Канавин С.В. Использование спутниковых каналов связи в интересах МВД России. // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии. Воронежский институт МВД России. Воронеж, 2016. №1-2. С. 189–194. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27250295> (дата обращения: 12.09.2020).

2. Тарчоков Б.А., Бураева Л.А. Практика использования навигационно-мониторинговых систем подразделениями органов внутренних дел // Проблемы экономики и юридической практики 4, 2017 № 4 С. 132–134.

3. Дусева Н.Ю. Использование современных программно-технических комплексов систем навигации в раскрытии и расследовании преступлений // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14294> (дата обращения: 20.09.2020).

4. Якимов А.А. Использование возможностей навигационных спутниковых систем в расследовании преступлений. URL: <https://docplayer.ru/75129224-Ispolzovanie-vozmozhnostey-navigacionnyh-sputnikovyh-sistem-v-ras-sledovanii-prestupleniy-a-a.html> (дата обращения: 20.09.2020).

КОРРЕКЦИЯ РАСФОКУСИРОВКИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМЛИ

Н.А. Егошкин

Научный руководитель – Еремеев В.В., д-р техн. наук, профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Одной из проблем современных Российских систем дистанционного зондирования Земли является расфокусировка изображений, особенно заметная в инфракрасном диапазоне. Действительно, в пределах одного опто-электронного блока сложно добиться качественной фокусировки во всем спектральном диапазоне. Для теплового диапазона в съёмочных системах применяются массивные радиационные холодильники, поэтому в процессе вывода спутника на орбиту из-за неизбежных перегрузок возможны

деформаций фокальной плоскости и конструкции датчика, снижающие точность фокусировки. Для мультиспектральных изображений наличие расфокусировки снижает точность геометрического совмещения снимков в различных каналах и осложняет (или даже делает невозможным) решение тематических задач. Возникает актуальная задача коррекции расфокусировки спутниковых изображений.

Как известно, расфокусировка изображений математически описываются свёрткой сигнала с некоторой функцией рассеяния точки [1]. Соответственно задача коррекции сводится к решению обратной задачи, в общем случае некорректно поставленной.

Однако применение известных методов коррекции расфокусировки для спутниковых изображений затруднительно. Во-первых, из-за свойственных процессу съёмки Земли из космоса геометрических искажений форма функции рассеяния точки оказывается зависящей от параметров съёмки и может изменяться во времени и в пределах поля изображения [2]. Во-вторых, современные съёмочные системы формируют изображения в виде отдельных фрагментов (сканов), что требует особого учета краевых эффектов. В-третьих, радиометрическое качество изображений в тепловом диапазоне обычно не очень высокое, что делает особо актуальной задачу подавления шумов.

В докладе рассматривается новый метод коррекции мультиспектральных изображений, основанный на совместной обработке изображений в различных поддиапазонах. Некоторые изображения в группе могут быть расфокусированы существенно, другие – в меньшей степени. Сопоставление нескольких изображений одной и той же сцены позволяет оценить функцию рассеяния точки, увеличить качество коррекции расфокусировки по сравнению с независимой обработкой изображений, а также получить мультиспектральные изображения с высокой точностью геометрического совмещения, пригодные для автоматической тематической обработки. Представлены результаты практической апробации предложенного метода на изображениях от спутников «Электро-Л» №2 и №3.

Библиографический список

1. Pratt W.K. Digital Image Processing. Hoboken, New Jersey, 2007. 807pp.
2. Егошкин Н.А. Коррекция смаза и расфокусировки спутниковых изображений с учетом геометрических искажений // Цифровая обработка сигналов. 2016. №3. С. 37-41.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ КОНТРАСТИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

В.А. Еремеев

Научный руководитель – Князьков П.А.

к.т.н., в.н.с. НИИ «Фотон»

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Изображения от современных космических систем наблюдения Земли имеют формат представления 10, 12 и более бит на пиксель и зачастую характеризуются достаточно большим контрастом (например, облачность и снежный покров имеют яркость близкую к максимуму диапазона, а водная поверхность – минимуму). Для отображения таких изображений на экране

монитора требуется выполнение операции контрастирования, то есть приведения диапазона изображения к 8 битам. При этом неизбежно теряется информативность данных.

В работе рассмотрено применение алгоритмов, основанные на технологии ретинекс для выполнения процедуры контрастирования изображений от космических систем наблюдения Земли. Технология ретинекса основывается на модели формирования изображения f_i , которая представлена как произведение освещения l_i на коэффициент отражения r_i :

$$f_i(x, y) = l_i(x, y) * r_i(x, y), i \in (R, G, B). \quad (1)$$

1. *Single-Scale Retinex (SSR)* [1].

В *SSR* освещение $l_i(x, y)$ оценивается путем применения линейного фильтра низких частот (ФНЧ) Гауссовой формы к входным компонентам изображения. Выходное изображение получается путем вычитания из логарифмического сигнала входного изображения логарифм оцененной освещенности:

$$SSR_i(x, y) = \log f_i(x, y) - \log(f_i(x, y) \otimes G(x, y, sigma)), \quad (2)$$

где, $G(x, y, sigma)$ - ядро Гаусса с коэффициентом размытия $sigma$, $\otimes$ - оператор свертки.

2. *Multi-Scale Retinex (MSR)* [2].

Результат работы *MSR* определяется как взвешенная сумма выходных данных нескольких *SSR* с разными коэффициентами размытия:

$$MSR_i = \sum_{n=1}^N w_n * SSR_i, \quad (3)$$

где, N - количество выходов *SSR*, w_n - масштабирующий коэффициент.

3. *Color Restoration of Multi-Scale Retinex (MSRCR)* [2].

Описанный выше алгоритм может приводить к деградации интенсивности цвета изображения или искажениям цветового баланса, нарушим положение «Серый мир» [2], предполагающее, что средняя яркость должна быть одинаковой для каждого компонента цветного изображения (при условии разнообразного сюжета снятой подстилающей поверхности). Для решения данной проблемы на завершающей стадии *MSR* производится процедура «восстановления цвета»:

$$MSRCR_i(x, y) = C_i(x, y) * MSR_i(x, y), \quad (4)$$

$$C_i(x, y) = \beta * \log(\alpha * f'_i(x, y)), \quad (5)$$

$$f'_i(x, y) = \frac{f_i(x, y)}{\sum_{j=1}^s f_j(x, y)}, \quad (6)$$

где, α - коэффициент контролирующий силу нелинейности, β - коэффициент усиления.

Результаты применения приведенных алгоритмов на модельных изображениях и натурной спутниковой информации приводятся в докладе.

Библиографический список

1. Properties and performance of a center/surround retinex, IEEE Transactions on Image Processing, 6 (1997), pp. 451–462.
2. D.J. Jobson, Z. Rahman, and G.A. Woodell, A multiscale retinex for bridging the gap between color images and the human observation of scenes, IEEE Transactions on Image Processing, 6 (1997), pp. 965–976.

ОБЪЕДИНЕНИЕ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

В.А. Еремеев, А.А. Макаренков

Научный руководитель – А.Э. Москвитин

к-т техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В современных отечественных и зарубежных системах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) широко используется космическая съемка с различными пространственными, радиометрическими и спектральными характеристиками. Естественно возникает задача - как объединить такие изображения от одной и той же наблюдаемой сцены в виде снимка, по которому можно получить адекватные оценки указанных характеристик.

Решение такой задачи базируется на патенте № 2579046 РФ «Способ повышения детальности материалов гиперспектральной съемки Земли на основе привлечения многозональных изображений высокого пространственного разрешения». Рассмотрим два изображения одной и той же сцены: многозональное D высокого пространственного разрешения и гиперспектральное B с многократно более низким пространственным, но высоким спектральным разрешением:

$$D = \{D_{rsp}; r = \overline{1, R}, s = \overline{1, S}, p = \overline{1, P}\}, \quad B = \{B_{mnk}; m = \overline{1, M}, n = \overline{1, N}, k = \overline{1, K}\},$$

где (m, n) и (r, s) – номера строк и столбцов, k – номер спектрального канала гиперспектрального изображения, p – номер спектрального канала многозонального снимка.

Комплексирование таких изображений включают последовательное выполнение следующих этапов.

Этап 1. Формируется новое изображение $\bar{B} = \{\bar{B}_{mnp}; m = \overline{1, M}, n = \overline{1, N}, p = \overline{1, P}\}$, путем приведения B к спектральному диапазону изображения D :

$$\bar{B}_{mnp} = \sum_{k=1}^K \left(\frac{B_{mnk}}{\lambda_{k2} - \lambda_{k1}} \int_{\lambda_{k1}}^{\lambda_{k2}} \delta_p(\lambda) d\lambda \right),$$

где $[\lambda_{k1}, \lambda_{k2}]$ - диапазон k -го спектрального канала; $\delta_p(\lambda)$ - спектральная характеристика спектрального канала P датчика, сформировавшего D .

Этап 2. Для каждого пикселя $\bar{B}_{mnp}$ анализируются множество пикселей из D , попавших в его апертуру. Если эти пиксели схожи с B_{mnp} , то B_{mnp} считается "чистым", а соответствующая ему спектральная характеристика $S_i = (S_{ik}; k = \overline{1, K})$ заносится в список опорных характеристик $S = \{S_i; i = \overline{1, I}\}$.

Этап 3. В списке S удаляются все дублирующиеся спектральные характеристики: S_i удаляется, если она по некоторому правилу близка S_j , $j \neq i$. В результате формируется список уникальных опорных спектральных характеристик $S^* = \{S_i^*; i = \overline{1, I^*}\}$.

Этап 4. Спектральные характеристики S_i^* из списка S^* приводятся к диапазону длин волн панхроматического изображения D по аналогии с выше приведенной формулой. В результате формируется список $\bar{S}^* = \{\bar{S}_i^*; i = \overline{1, I^*}\}$.

Этап 5. Для каждого пикселя $\bar{B}_{mn}$ в его апертуре выполняется анализ попавших в нее пикселей D_{rs} путем их сопоставления с опорными спектрами $\bar{S}_i^*$, $i = \overline{1, I^*}$. В результате для каждого D_{rs} находятся наиболее близкие спектры из $\bar{S}^* = \{\bar{S}_i^*; i = \overline{1, I^*}\}$. Таким образом, формируется изображение $D^* = D_{rsk}^*$.

Этап 5. Исходя из физического принципа съемки результат интегрирования полученных отсчетов изображения D^* должен быть равен исходным отсчетам D . На основе этого для каждой точки D_{rsk}^* на основе МНК рассчитывается поправочный коэффициент γ_{rsk} , такой, что выполняется равенство:

$$D_{mnp} = \sum_{k=1}^K \left(\frac{D_{rsk}^* \cdot \gamma_{rsk}}{\lambda_{k2} - \lambda_{k1}} \int_{\lambda_{k1}}^{\lambda_{k2}} \delta_p(\lambda) d\lambda \right).$$

Таким образом, каждому пикселю высокодетального изображения D поставлена в соответствие спектральная характеристика того или иного объекта наблюдаемой сцены.

В докладе приводятся результаты работы алгоритма комплексирования на модельной и натурной информации.

РАЗБИЕНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКОВ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НА ОТДЕЛЬНЫЕ СМЫСЛОВЫЕ ОБЛАСТИ

С.М. Ларионов, А.А. Макаренков

Научный руководитель – В.В. Еремеев

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Важным элементом современных космических систем мониторинга поверхности Земли и атмосферы являются спектрометрические датчики,

позволяющие получить представление о спектрах поглощения и отражения солнечного света наблюдаемых объектов [1]. По мере расширения круга решаемых задач спектрометрическая аппаратура совершенствовалась, и появились мультиспектрометры, а затем и гиперспектрометры [1].

Результат гиперспектральной спутниковой съемки представляет собой совокупность значений спектральной плотности энергетической яркости в узких смежных спектральных каналах, покрывающих широкий диапазон частот. Такая детальная информация, полученная от оптико-электронной аппаратуры при дистанционном зондировании Земли, дает возможность судить о физической природе объектов подстилающей поверхности [1]. Поэтому гиперспектральные изображения зачастую используются для решения задачи сегментации, то есть разбиения снимаемой сцены на отдельные группы точек, обладающие некоторой степенью общности [2].

Для сегментации спутниковых снимков могут быть использованы как обучаемые, так и "слепые" алгоритмы [3]. Однако в виду широкого разнообразия спектральных характеристик объектов подстилающей поверхности сложно сформировать адекватную обучающую выборку. К тому же сам процесс формирования эталонов разбиения, то есть "ручной" разметки снимков, является трудоемким и времязатратным [3]. Поэтому разработка алгоритмов, использующих для сегментации данные, полученные исключительно по одному конкретному изображению, на сегодняшний день представляет собой актуальную задачу [3].

Существуют различные подходы к решению задачи сегментации без учителя. Однако во многих случаях адаптация таких методов для гиперспектральных изображений приводит либо к высоким вычислительным затратам, либо к низкому качеству результатов. Одним из подходов к разметке гиперспектральных снимков является метод GWENN [4]. Этот способ разбиения изображения на отдельные смысловые области основан на вычислении плотности ближайших соседей каждой точки снимка в многомерном пространстве характеристик, в роли которых выступают значения интенсивности света для каждого спектрального канала. Процесс разметки точек начинается с самых плотных, так как такие точки считаются наиболее типичными экземплярами сегментов, присутствующих на анализируемом снимке. Каждая точка получает метку, исходя из меток её ближайших соседей и их плотностей. Если же среди ближайших соседей рассматриваемой точки нет размеченных, то данная точка назначается первым элементом нового сегмента. Метод GWENN в качестве основного настраиваемого параметра имеет число k ближайших (в смысле выбранной метрики) соседей. При этом, как показали экспериментальные исследования, выбор малого k приводит к снижению точности сегментации, выбор большого k - к проблеме "проклятия размерности", то есть к экспоненциальному росту требуемого времени обработки или объемов оперативной памяти в зависимости от логики программной реализации. Развитием данного подхода является алгоритм $kNNSelect$ [5], позволяющий анализировать плотность многомерного пространства признаков между помечаемой точкой и её потенциальным соседом. Если при этом обнаруживается "провал" плотности данный потенциальный сосед не учитывается при определении метки точки.

В докладе предлагается следующая модификация метода GWENN. На первом этапе производится сегментация исходного гиперспектрального снимка с очень малым k_1 . Значение k_1 может быть определено в зависимости

от желаемого минимального размера сегмента. Затем выделяются экземпляры первичных сегментов: либо средние значения спектров, либо спектры наиболее плотной точки в каждом первичном сегменте. После чего эти экземпляры сегментируются. Находится матрица D (размером $N \times N$, где N - число первичных сегментов) расстояний "каждый с каждым" для экземпляров. По матрице D рассчитывается вектор $\bar{d}$ средних расстояний размером $1 \times N$. Значение k_2 ближайших соседей для сегментации экземпляров выбирается максимально возможным, при котором сумма первых k_2 элементов вектора $\bar{d}$ меньше суммы остальных элементов вектора $\bar{d}$. Такой подход позволяет: снизить вычислительные затраты за счет выбора малого k_1 ; улучшить качество результатов сегментации путем отбрасывания менее вероятных ближайших соседей; автоматизировать процесс сегментации путем расчета k_1 и k_2 , что позволяет избежать проблемы настройки параметров для каждого изображения в отдельности.

В докладе приведены результаты экспериментальных исследований предлагаемого алгоритма и его аналогов [4-5]. Произведено их сравнение в части качества результатов сегментации и вычислительных затрат. Даны рекомендации по области применения алгоритма. Обозначены пути дальнейших исследований и совершенствования предлагаемого подхода.

Библиографический список

1. Третьяков, В.А., Основные тенденции развития гиперспектральной аппаратуры в мире / В.А. Третьяков // Космонавтика и Ракетостроение. – 2013. – № 4 (73). – С. 36–40.
2. Иванов, Е.С., Сегментация мультиспектральных снимков с применением свёрточных нейронных сетей / Е.С. Иванов, И.П. Тищенко, А.Н. Виноградов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019 – Т. 16. – №1. – С. 25–34.
3. Ghamis, P., Advances in Hyperspectral Image and Signal Processing: A Comprehensive Overview of the State of the Art. / P. Ghamisi, N. Yokoya, J. Li, W. Liao, S. Liu, J. Plaza, B. Rasti, A. Plaza // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. – 2017. – December. – Volume 5, Issue 4 – P. 37–78.
4. Cariou, C., A new k-nearest neighbor density-based clustering method and its application to hyperspectral images / C. Cariou, K. Chehdi // International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). – 2016.
5. Halle, P., Towards a Completely Blind Classifier for Hyperspectral Images / P. Halle, S. Le Moan, C. Cariou // International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ). – 2017. – DOI: 10.1109/IVCNZ.2017.8402444

ОРГАНИЗАЦИЯ МНОГОСЕРВЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

А.С. Рыжиков

Научный руководитель – А.Е. Кузнецов, д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В последние годы ужесточаются требования к оперативности формирования продуктов ДЗЗ. Даже при полном использовании ресурсов современной ЭВМ с многоядерным центральным процессором и графическим сопроцессором невозможно обеспечить создание выходной продукции высоких уровней обработки (снимки, ортотрансформированные с учетом

ЦМР, ЦММ) за требуемое время. В связи этим актуальна задача эффективной программной организации многосерверной параллельной обработки данных.

Существует ряд технологий, ориентированных на параллельное выполнение программ, работающих на многомашинных кластерах. Изучена возможность использовать готовую программную реализации технологии MapReduce из экосистемы Apache Hadoop для решения задачи многосерверной обработки фрагментированного маршрута. В наиболее известной реализации, Hadoop MapReduce, промежуточные результаты работы (и входные/выходные данные) каждого этапа сохраняются на накопителях. Эти избыточные операции ввода/вывода приводят к значительным задержкам, которых можно было бы избежать, с применением парадигмы резидентных вычислений (in-memory computing).

Реализации Apache Spark и Tez позволяют организовать хранение всех данных в ОП, но также обладают несколькими серьезными недостатками с точки зрения решаемой задачи.

В докладе рассмотрена архитектура специализированного программного решения для управления распределенной обработкой фрагментированного маршрута. Структурно это решение состоит из нескольких программных компонент. Программа подготовки исходных данных выполняет декомпозицию непрерывного маршрута съемки на перекрывающиеся фрагменты. Управляющая программа распределяет эти фрагменты по серверам, отслеживает прогресс обработки на каждом сервере. Программный менеджер обеспечивает межсерверный обмен данными, синхронизацию этапов обработки на разных серверах и оповещение управляющей программы о текущем прогрессе. Программа обработки фрагмента маршрута работает под управлением менеджера и реализует алгоритмы обработки данных маршрута для каждого этапа.

В предложенной реализации, в отличие от шаблонных решений на базе Apache Spark и Tez, минимизированы операции ввода/вывода и пересылка данных по сети. Исходный фрагмент маршрута один раз передается на сервер обработки и загружается в ОП. Создаваемые далее в процессе обработки промежуточные изображения фрагмента не передаются по сети на другие машины, а хранятся в ОП сервера, обрабатывающего данный фрагмент. Программа обработки фрагмента, написанная на языке C++, имеет прямой доступ к этим данным, что позволяет задать требуемое выравнивание для векторных операций AVX(параллелизм на уровне данных), обеспечить DMA (прямой доступ к памяти) доступ при использовании графических ускорителей (CUDA) и т. п.

В докладе показано, что известные технологии не подходят для решения поставленной задачи. Предложена решение, обеспечивающее эффективную организацию многосерверной параллельной обработки данных ДЗЗ.

ПРОЕКТНЫЙ ОБЛИК ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО СОЗДАНИЯ БАНКА АБРИСОВ

А.С. Рыжиков

Научный руководитель – А.Е. Кузнецов, д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Для контроля и устранения грубых ошибок геодезической привязки (от сотен метров до километров) в Научном центре оперативного мониторинга

Земли (НЦ ОМЗ, г. Москва) применяется технология, основанная на поиске одноименных объектов на снимке и опорном растровом покрытии, созданном по данным КА Landsat-8. Эта технология гарантирует точность привязки не хуже 30 метров. Для ее повышения до 1 – 1,5 метров необходимо привлечение абрисов (фрагментов опорных снимков высокого разрешения) с контрольными точками (КТ) – координатами хорошо распознаваемых и локализуемых участков земной поверхности. В настоящее время в НЦ ОМЗ по детальным снимкам от КА «Ресурс-П» создается банк абрисов, при этом поиск КТ выполняется вручную операторами.

В докладе рассмотрены требования к КТ:

1. Устойчивость. Окрестность КТ должна мало различаться на ортотрансформированных изображениях, полученных при различных углах съемки, в том числе разновременных.

2. Уникальность. Окрестность КТ должна содержать характерный объект, не представленный в других частях абриса.

3. Детектируемость. Должна быть обеспечена возможность надежной субпиксельной идентификации положения КТ в системе координат анализируемого изображения.

Проведен анализ двух методов поиска КТ. Первый основан на детектировании точечных/угловых (детектор Харриса, автокорреляционная функция) характерных объектов на изображениях. Второй метод связан с определением координат перекрестков дорог и иных характерных объектов дорожной сети, аэродромов, стадионов по векторным данным OpenStreetMap.

Предложен проектный облик технологии автоматического создания банка абрисов. В ее основе лежит алгоритм детектирования КТ по данным OpenStreetMap и опциональный механизм поиска характерных объектов на изображении, применяемый в регионах без достаточного количества нанесенных на карту техногенных объектов. Указаны способы отбраковки КТ, не удовлетворяющих требованиям устойчивости или уникальности. Основным способом отбраковки является анализ автокорреляционной функции в окрестности абриса. Наличие нескольких пиков на графике автокорреляционной функции свидетельствует о высокой вероятности нарушения пункта 2 требований к КТ. Дополнительно для отбраковки можно применять статистический анализ количества успешных идентификаций положений каждого абриса на анализируемых снимках.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ В ЦИФРОВУЮ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

Н. А. Райков

Научный руководитель – Кузнецов А. Е.,

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

К числу востребованных продуктов дистанционного зондирования Земли относятся ортопланы и трёхмерная визуализация поверхности.

Трёхмерная визуализация снимаемой поверхности может быть выполнена в двух видах:

1. Цифровая модель рельефа (ЦМР) – матрица высот снимаемой поверхности, включающая в себя только высоты земной и водной поверхности;

2. Цифровая модель местности (ЦММ) – матрица высот снимаемой поверхности, включающая в себя, помимо земной поверхности и водной глади, высоты других объектов – например, деревьев и искусственных сооружений (зданий и других антропогенных объектов).

Входными данными для построения указанных продуктов является набор из двух или более маршрутов, снятых под разными углами. Для получения качественных ортопланов и требуемой цифровой модели необходимо выполнить следующие этапы обработки:

1. Совместное ориентирование маршрутов;
2. Построение законов координатного соответствия между всеми маршрутами, т.е. вычисление карт диспарантности;
3. Построение ЦММ по картам диспарантности, их синтез в единую ЦММ;
4. Формирование ЦМР по данным объединённой ЦММ;
5. Ортотрансформирование маршрутов с использованием сформированной ЦМР.

Необходимость ортотрансформирования маршрутов с использованием именно ЦМР обусловлена погрешностями ЦММ. Эти погрешности в основном являются следствиями ошибок в карте диспарантности. Известные на сегодняшний день алгоритмы построения карты диспарантности имеют проблемы с надёжностью идентификации пикселей в больших однородных по цвету областях, областях, являющихся мелкодисперсным шумом (например, вода или тени), а также в тех участках, где на изображениях маршрутов объекты с разной высотой накладываются друг на друга. Наличие таких областей на снимках напрямую влияет на качество ЦММ, сильно искажая модель в этих местах.

Для получения ЦМР из ЦММ необходимо определить на ЦММ растительность и здания, замаскировать их и интерполировать замаскированные области. Фундаментальная проблема, с которой сталкиваются исследователи в этой области и которая не позволяет точно решить задачу преобразования ЦММ в ЦМР, заключается в том, что по одной матрице высот ЦММ невозможно однозначно отделить сторонние объекты от рельефа.

В настоящее время основными идеями, лежащими в основе алгоритмов преобразования модели местности в модель рельефа, являются:

1. Идея направленной фильтрации: данные ЦММ обрабатываются в скользящем окне заданного размера – для каждого положения окна в нём выбирается пиксель с минимальной высотой, который считается пикселем рельефа; после чего для центрального пикселя окна определяется его принадлежность рельефу в зависимости от разницы высот между ним и пикселем рельефа;

2. Идея использования уклона местности: на ЦММ накладывается ограничение гладкости – пиксель считается принадлежащим рельефу в том случае, если наклон местности в этом пикселе меньше определённого предельного значения.

В докладе представлен анализ алгоритма рельефа по многим направлениям (multi-directional slope dependent, MSD), который предложен в [1].

MSD совмещает изложенные выше идеи по преобразованию ЦММ в ЦМР. Его особенностью являются способ вычисления уклона рельефа – авторы предлагают использовать эвристический способ вычисления уклона как разницы между соседними пикселями на ЦММ, отфильтрованной фильтром Гаусса с окном большого размера. Другой особенностью является использование направленной фильтрации по восьми одномерным окнам, скользящим по ЦММ в восьми направлениях вместо одного двумерного окна.

В докладе рассмотрены достоинства, недостатки и особенности реализации алгоритма, а также предлагаются способы его улучшения для повышения качества преобразования.

Библиографический список

1. Perko R., Raggam H., Roth P. Mapping with Pléiades—End-to-End Workflow. Remote Sensing, September 2019.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКОМ WEB-СЕРВИСЕ

А.М. Кочергин, С.А. Ларюков

Научный руководитель — Кузнецов А.Е., д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время в НИИ «Фотон» РГРТУ ведётся разработка программных средств удалённого доступа потребителей к данным дистанционного зондирования Земли — геопортала с использованием свободно распространяемых картографических инструментов.

Одной из основных функций разрабатываемого геопортала является визуализация картографической основы и отображение на её фоне спутниковых данных. Для этих целей используются решения с открытым исходным кодом — клиентская картографическая библиотека OpenLayers, серверная геоинформационная система GeoServer и собственный тайловый сервер [1].

Для отображения детальных спутниковых снимков предварительно осуществляется трансформирование исходного изображения в проекцию Web Mercator с дальнейшим построением пирамиды. Каждый слой пирамиды разделяется на тайлы формата TIFF размером 256 на 256 пикселей и заносится в базу данных (БД) согласно тайловой сетке. Использование формата TIFF позволяет сохранить в тайле исходную глубину цвета, а также все каналы спутникового изображения.

При публикации нового слоя высокодетальных данных спутниковой съёмки OpenLayers формирует запрос на получение изображений размером 256 на 256 пикселей с указанием номеров строк, столбцов и уровней приближения тайловой сетки. Тайловый сервер осуществляет выборку тайла из БД согласно заданным параметрам и возвращает результат в клиентскую часть. Одновременно происходит загрузка атрибутивных параметров спутникового снимка, в том числе предварительно сформированная гистограмма изображения. Далее осуществляется декодирование тайла из формата TIFF, выбор комбинации каналов изображения и преобразование тайла в поддерживаемый браузером пользователя формат PNG.

Такой подход отображения высокодетальных спутниковых снимков позволяет выполнять обработку нанесённых данных в клиентской программе геопортала без дополнительного обращения к серверу, поскольку в браузер пользователя загружаются атрибутивные данные снимка и информация обо всех каналах изображения.

В разрабатываемом геопортале реализована динамическая система обработки изображений, основанная на модульном принципе построения. Для реализации новой функции обработки требуется создать модуль (фильтр) обработки и зарегистрировать его в системе. После этого его интерфейс автоматически станет доступен пользователю. Такой подход позволяет развивать функциональность геопортала без изменения изменений в основную программу.

В настоящий момент реализованы следующие фильтры.

1. *Синтез спектральных каналов.* Инструмент позволяет синтезировать изображение, используя комбинации каналов, соответствующих различным спектральным диапазонам съёмки.

2. *Кривые контрастирования.* Являются инструментом цветокоррекции, позволяющим осуществить операции, связанные с изменением яркости и контрастности, как для изображения в целом, так и для отдельных каналов. Наличие переданной в атрибутивной информации гистограммы всего отображаемого спутникового снимка позволяет выполнять автоматическое контрастирование выводимых на экран тайлов без загрузки всего изображения.

Перед отрисовкой тайла на экране менеджер фильтров передаёт указатель на данный тайл каждому из зарегистрированных модулей, которые выполняют соответствующую обработку раstra с использованием имеющейся атрибутивной информации. В результате на экран выводится тайл с наложенными на него фильтрами.

Для увеличения производительности системы библиотека OpenLayers была сконфигурирована таким образом, чтобы запрашивать у менеджера фильтров только те тайлы, которые в данный момент отображаются на экране.

Таким образом, предложенный подход позволяет уменьшить нагрузку на сервер за счёт перемещения части обработки видеоданных на сторону клиента. Это позволяет избежать повторной передачи с сервера на клиент подвергшихся обработке тайлов, тем самым уменьшить потребляемый системой интернет-трафик и существенно повысить скорость визуализации.

В докладе более подробно представлена информация о предлагаемом способе организации обработки детальных изображений в разрабатываемом геопортале.

Библиографический список

1. Кочергин А.М., Ларюков С.А. Отображение спутниковых снимков высокого пространственного разрешения в картографическом WEB-сервисе. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2019. Материалы конференции. Том II. Рязань, 2019. С. 72 — 73.

Секция 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГАВИРОВКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Д.В.Плотников, А.В.Богатов

Научный руководитель – Куличенко Т.А. к.т.н, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В настоящее время широкое применение получили алгоритмы искусственного интеллекта, которые позволяют решать задачи, решение которых представляется сложным и громоздким. Одной из таких задач является гравировка изображения, т.к. одно и то же изображение можно нанести множеством способов. Важно подобрать путь хода гравировального инструмента, предусматривающий минимальное количество остановок и смену направлений хода инструмента, т.к. на смену направления хода тратится значительное время в сравнении с обычным ходом по-прямой.

В качестве основного алгоритма для оптимизации процесса гравировки будем использовать случайный лес. Данный алгоритм предполагает использование набора различных алгоритмов вычисления конечного значения с последующим его усреднением. Однако, т.к. целью оптимизации является не вычисление конкретного значения, а выработка последовательности управляющих команд, то конечными алгоритмами, будут стандартные подходы к гравировке изображений.

Выделим три основных типа изображений и соответствующих алгоритмов их оптимальной гравировки:

1. Изображения, растянутые в ширину (рисунок 1а)
2. Изображения, растянутые в высоту (рисунок 1б)
3. Тонкостенные (с тонким контуром) изображения (рисунок 1в)



Рисунок 1а

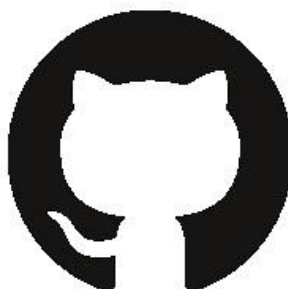


Рисунок 1б

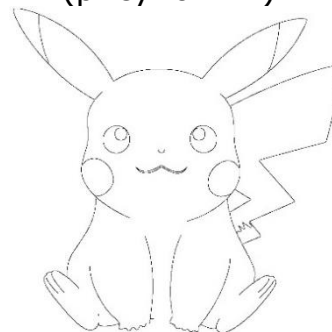


Рисунок 1в

Изображение на рисунке 1а будем наносить движениями справа налево и слева направо. Изображение на рисунке 1б будем наносить аналогично сверху вниз. Изображение на рисунке 1в целесообразно наносить с минимальным отрывом инструмента от рабочей поверхности, передвигаясь последовательно вдоль контура изображения.

Для выработки оптимальной последовательности операций, необходимой для гравировки изображения, будем последовательно генерировать

алгоритмы гравировки желаемого изображения, а затем выберем тот, который содержит меньшее количество операций.

Использование случайного леса в данном случае позволит в дальнейшем легко расширить список алгоритмов гравировки.

Таким образом, использование случайного леса в совокупности с различными детерминированными алгоритмами гравировки изображений позволяет оптимизировать процесс гравировки по времени.

РАСЧЕТ ГЛУШЕНИЯ СКВАЖИНЫ ПРИ ГНВП В СРЕДЕ DELPHI

Т.М. Торопов

Научный руководитель – Двойников М.В.

д-р техн. наук, профессор

Санкт-Петербургский горный университет

При строительстве скважины газонефтеводопроявление (ГНВП) является наиболее опасным осложнением. Причиной его возникновения является превышение пластового давления над скважинным, в результате чего пластовый флюид начинает открыто фонтанировать, вызывая пожары, аварии и т.д. Не менее важным вопросом является процесс ликвидации ГНВП, который, порой, является неуспешным из-за слабой профессионально-технической подготовки буровой бригады к управлению скважиной [1].

Ключевым моментом в обучении производственного бурового персонала является заполнение листов глушения скважин, в результате чего производятся необходимые расчеты, и строится график зависимости давления в скважине от числа двойных ходов бурового насоса. При глушении скважины необходимо строго придерживаться этого графика, чтобы не возникло новое проявление или не произошел гидроразрыв пласта, что опять же приведет к ГНВП.

Поскольку процесс расчетов довольно-таки монотонный и стандартный, в котором есть несколько входных данных, подставляющихся в различные формулы, то возникла идея создания программы для ЭВМ, которая бы позволила ускорить вычисления (а в промысловых условиях при аварии это необходимо) и исключить фактор человеческой ошибки или просчета. В качестве среды программирования была выбрана Delphi [2], в которой можно сделать формы (рабочие окна), визуально напоминающие листы глушения скважин.

Рабочие листы глушения в программе составлены в соответствии с Международным Форумом Контроля Скважин (International Well Control Forum – IWCF). Их образцы были скачаны с официального сайта организации, где они представлены в открытом доступе [3]. Часть из них – на английском языке, что также было сделано в программе для соответствия общепринятым в буровой среде стандартам. Это позволяет пользоваться программой не только на территории РФ, но и за рубежом. Кроме того, в процессе обучения это позволяет российским пользователям познакомиться с международной буровой терминологией.

Программа представляет собой проект, который состоит из нескольких рабочих (диалоговых) окон. При запуске программы открывается первое окно, на котором есть 2 кнопки для выбора типа рассматриваемой скважины. Пользователь, кликая мышкой на необходимые ему кнопки, вызывает то или

иное окно для дальнейшей работы. Блок-схема программы, описывающая связь между окнами, представлена на рис. 1.

Кликавая на любую из кнопок: API, SI или BL, которые соответствуют трем системам измерений: АНИ (Американский нефтяной институт – API), СИ (Система интернациональная – SI) и BL (Внесистемные единицы, где давление выражено в барах, плотность раствора в кг/л, диаметр в дюймах и т.п.), пользователю открывается соответствующее окно, на котором представлена форма листа глушения для выбранного типа скважины с ячейками для ввода (подсвеченные голубым цветом) и вывода (подсвеченные белым цветом) данных с пояснениями, рисунками, таблицами и местом для вывода графика изменения давлений.



Рисунок 1 – Блок-схема программы

На каждой из 12 форм с листами глушения присутствуют 5 кнопок. Кнопка «Вычислить», в случае корректного ввода начальных данных пользователем, производит расчеты, заполнение листа глушения и построение графика. Кнопка «Отчет» позволяет перенести форму со всеми введенными/выведенными значениями в документ MS Word. Кнопка «Очистить» очищает лист глушения целиком, удаляя все значения из ячеек и таблицу с графиком. Кнопки «Назад» и «Выйти» присутствуют на всех рабочих окнах программы, первая из которых позволяет вернуться к предыдущему окну, согласно блок схеме (рис. 1), а вторая закрывает программу.

Таким образом, разработанная программа может быть использована для расчетов и заполнения листов глушения скважин при ГНВП подрядными организациями по бурению нефтегазовых скважин, как на промысле, так и в целях обучения или повышения квалификации своих сотрудников. Ее можно также использовать в учебном процессе студентов.

Библиографический список

1. Контроль и управление процессом бурения в условиях аномальных пластовых давлений В.П. Овчинников, В.М. Гребенщиков: Учеб. пособие для вузов. - Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2010. - 123с.;
2. Фленов М.Е. Библия Delphi. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб: БХВ-Петербург, 2011. – 688 с;

3. Learning resources: Kill sheets / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.iwcf.org/learning-resources/> (дата обращения: 20.09.2020).

РАЗРАБОТКА СТЕНДА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕНИТНО-РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ

А.В.Богатов, Д.В.Плотников

Научный руководитель – Куличенко Т.А. к.т.н, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В настоящий момент на оборонных предприятиях России ведется активная работа по разработке новых комплексов и оборудования. Некоторые изделия представляют собой совершенно новые решения, позволяющие точно и качественно выполнять стоящие задачи. Некоторые изделия представляют собой «новый взгляд» на старые разработки. Иными словами, разрабатываются изделия и модули, которые включают в себя те функции, которые выполнялись некоторым изделием ранее, а также новые возможности и производственные решения, которые призваны улучшить работу изделия и добавить некоторый новый функционал.

Необходимость проектирования стенда для разработки программного обеспечения системы управления зенитно-ракетного комплекса ближнего действия (далее ЗРК БД) заключается в следующем: для отладки алгоритмов и программного обеспечения возникает необходимость принимать, регистрировать и осуществлять обмен информацией со смежными блоками комплекса. Такая же задача стоит при проведении контроля функционирования блоков, входящих в систему управления, в рамках приемосдаточных, предварительных и других видов испытаний.

Разрабатываемый стенд является универсальным и допускает возможность применения реальных существующих блоков комплекса для отладки необходимых параметров системы. Основным компонентом стенда – цифровая вычислительная система, реализующая информационный обмен со смежными блоками и рассчитывающая режим выдачи команд на вышестоящий командный пункт.

Обмен данными между командным пунктом и тыловыми подразделениями, осуществляется по интерфейсу Ethernet, поскольку существует возможность реализации с использованием различных типов кабеля и схем прокладки кабельной системы, и по интерфейсу CAN (1 мбит/с), что дает простоту реализации и минимальные затраты на использование.

Использование стенда позволит проводить контроль функционирования смежных блоков, а также снизит затраты на дополнительное технологическое оборудование, необходимое для проведения отладочных работ.

Таким образом, проектирование стенда для разработки программного обеспечения ЗРК БД является обоснованным, как с экономической, так и с технической точки зрения.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА SCADA-СИСТЕМЫ

Н.В. Бодров, М.М. Еремин

Научный руководитель – Лашин В.А.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В данный момент на рынке присутствует множество как коммерческих SCADA-систем, так и систем с открытым исходным кодом. Также некоторые крупные компании обладают возможностью использования программного обеспечения собственной разработки, однако дублирование результатов деятельности специализированных фирм-разработчиков SCADA – дорогое удовольствие, отвлекающее ограниченные ресурсы программистов. В этой связи появляется вопрос – что должна включать в себя хорошая SCADA-система.

В первую очередь разработчика системы автоматизации верхнего уровня должны интересовать следующие аспекты приложения, упорядоченные по степени важности:

Качественная документация — является ключевой характеристикой при выборе системы. Отсутствие описания работы ключевых компонентов системы, встроенного учебника, описания и способов устранения типовых ошибок, а также примеров проектов, демонстрирующих возможности пакета, может превратить тривиальную задачу в недельный поиск решения. Желательно, чтобы справочная система была полно и качественно переведена на русский язык: программисты по факту должны знать английский язык, однако локализация пакета и её отсутствие в эксплуатационной документации может вызвать сложности.

Техническая поддержка — её наличие и компетентность лиц, призванных отвечать на запросы, определяет потраченное время и трудозатраты на реализацию функций, задуманных интегратором. Этот аспект коррелирует с изложенным аспектом выше: всеобъемлющее руководство пользователя нивелирует потребность в технической поддержке и сводит общение с ней только по специфичным вопросам.

Как системный интегратор, у вас могут быть проекты разных масштабов: от автоматизации системы водоснабжения в бассейне (до сотни сигналов) до наблюдения и управления процессом нефтеперерабатывающего завода (десятки тысяч сигналов). Иметь различные SCADA-пакеты применяемые только для малых или только для больших систем непрактично. В этом заключается требование масштабируемости

АСУ предприятия является многоплановым и сложным комплексом, включающим в себя помимо SCADA-системы ERP, MRP, MES и другие. Как правило, над связью систем нижнего уровня и систем планирования задумываются, когда эти системы автоматизации уже установлены. В таком случае архитектура АСУП не продумывалась изначально как единая система, и возможность интеграции SCADA-системы со сторонними программами (бухгалтерскими и складскими программами, внешние СУБД и др.) позволяет использовать её как среду для обмена информацией между уровнями автоматизации. В этом заключается принцип открытости системы.

Под полнофункциональностью понимается способность пакета решать весь комплекс задач промышленной автоматизации, выдвигаемых перед

программным обеспечением на верхнем уровне АСУ ТП, а не некоторое их подмножество. В пакет должны входить мощные и гибкие средства, обеспечивающие пользователю эффективное создание экранных форм с минимальными затратами труда и времени. Мнемосхема SCADA-системы верхнего уровня может содержать большое количество динамических объектов. Возможность создания собственных библиотек символов в данном случае упрощает разработку как в пределах одного проекта, так и смежных. Однако в погоне за информативностью форм не стоит забывать наглядности и удобстве интерфейса пользователя. Перегруженность экранных форм также может вести к отъему ресурсов вычислительной машины от систем архивирования, сетевого и межзадачного взаимодействия, что недопустимо.

Надежность — это не столько отсутствие ошибок в программном коде самого пакета либо программы конфигурации, сколько устойчивость самой SCADA к ошибкам во внешних компонентах и к некорректным действиям обслуживающего персонала. Наличие встроенной и гибкой системы контроля и управления доступом, ограничение доступа извне к объектам системы (таким как архивы, управление технологическим процессом), отслеживание сделанных оператором действий является необходимым минимумом в АСУ для критической инфраструктуры.

В цену системы входит не только явная стоимость пакета исполнительного модуля и модуля разработки, которая может зависеть от количества тегов и запрошенного набора функций, но и цена обучения работе с пакетом. Для малобюджетных проектов вопрос стоимости зачастую является определяющим. Большинство компаний предоставляют различные цены на исполнительные модули в зависимости от масштаба системы автоматизации.

Библиографический список

Герасимов А.В., Титовцев А.С., Проектирование АСУТП с использованием SCADA-систем/ М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. – 128 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BUILDROOT ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБРАЗА ОС НА БАЗЕ LINUX

М.М. Еремин, Н.В. Бодров
Научный руководитель – Дятлов Р.Н.
к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Linux является членом большого семейства Unix-подобных операционных систем. Одной из наиболее привлекательных ее черт является некоммерческий статус — по условиям GNU GPL исходный код ОС является достоянием общества разработчиков и открыт абсолютно любому для изучения и модификации. Одним из способов модификации ОС является buildroot.

Buildroot - это совокупность Make-сценариев и патчей, которые ускоряют и автоматизируют процесс создания полноценной и загружаемой среды Linux для встроенной системы, при этом используется кросс-компиляция, позволяющая создавать несколько целевых платформ в одной системе

разработки на основе Linux. Конфигурация Buildroot является процессом, выполняемым в несколько итераций.

При запуске конфигурации Buildroot необходимо настроить различные элементы, такие как целевая платформа, набор инструкций целевой платформы, набор инструментов, таких как GCC, GDB и MMU[1], настроек ядра, версий пакетов BUSYBOX, SSH.

Утилита make определяет в какие части проекта были внесены изменения, и соответственно, какие части должны быть перекомпилированы. А также выполняет действия, необходимые для обеспечения этого. Причем область применения make не ограничивается только сборкой программ, так её можно использовать и для решения других задач, где существует зависимость одних файлов над другими. Утилита make доступна для разных операционных систем, и из-за особенностей выполнения наряду с «родной» реализацией во многих ОС присутствует GNU реализация gmake.

Buildroot не пытается определить, какие части системы следует перестроить, когда конфигурация системы изменяется через make menuconfig, make xconfig или один из других инструментов настройки.

В некоторых случаях Buildroot необходимо восстановить всю систему, в некоторых случаях только определенное подмножество пакетов. Но обнаружить это абсолютно надежным способом очень сложно, и поэтому разработчики Buildroot решили просто не пытаться это сделать. Вместо этого пользователь должен знать, когда необходима полная перестройка. Вот несколько практических правил, которые следует использовать при работе с Buildroot:

- При изменении конфигурации целевой архитектуры требуется полная перестройка. При изменении варианта архитектуры, например, двоичный формат или стратегия с плавающей точкой влияет на всю систему.
- При изменении конфигурации инструментальной цепочки обычно требуется полная перестройка.
- Изменение конфигурации инструментальной цепочки часто включает изменение версии компилятора, типа библиотеки C или ее конфигурации, или какой-либо другой фундаментальной конфигурации элемент, и эти изменения влияют на всю систему.

В статье были рассмотрены аспекты работы с утилитой buildroot, которые не часто описываются в литературе, но могут оказаться крайне полезными в практической работе, связанной с поставкой и сборкой программного обеспечения в ОС Linux.

Библиографический список

1. Д.Бовет, М. Чезатти Ядро LINUX // BHV.– 2007.–1107 стр.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ПОИСКА ПОСТАВЩИКА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Н.Ю. Залукаева

Научный руководитель – Грибков А.Н.

д-р техн. наук, доцент

Тамбовский государственный технический университет

Основными критериями выбора поставщика продукции и услуг потребителем является минимальное время выполнения заказа и

оптимальная стоимость логистических услуг. При обеспечении топливными ресурсами энергозависимых предприятий очень важно соблюдение бесперебойности поставок. Но и соблюдение перечисленных выше критериев не менее важно для потребителя топливных ресурсов. Соблюдение временных ограничений продиктовано двумя причинами: первая - отказ от непроизводительных запасов на местах, с целью оптимизации расходов за отчетный период, вторая - поддержание оптимального уровня стратегического запаса, для обеспечения бесперебойной работы предприятия даже в случае возникновения непредвиденных обстоятельств [1].

При наличии большого количества поставщиков однотипного товара, распределенных по территориальному признаку, потребителю при возникновении необходимости в очередной поставке топлива необходимо проводить мониторинг поставщиков на наличие необходимого объема партии, по оптимальной конечной стоимости продукта с учетом стоимости доставки, а также готового выполнить доставку в допустимые сроки. С целью сокращения трудоемкости по выбору поставщика и подходящего продукта возможно применение информационных технологий. Предложение заключается в создании прикладного программного обеспечения, основными задачами которого будут оценка состояния каждого поставщика относительно конкретного потребителя и формирование алгоритма решения поставленной задачи. Например: существует несколько производителей топливных пеллет, которые практически равноудалены от конкретного потребителя. Потребитель при поиске поставщика должен провести поиск информации о стоимости единицы продукции, сроках поставок, в которые они гарантируют поставить пеллеты, а также о наличии необходимого объема продукции. Человеку, который мало связан с логистикой и особенностями потребления топлива котлами в зависимости от внешних температур, придется затратить большое количество времени. Упомянутое программное обеспечение будет анализировать поставщиков и потребителей на основании запросов, и предлагать варианты в порядке релевантности и оптимальности.

Для адекватной работы программы необходимо внести в базу данных информацию по каждому поставщику и потребителю. Задать ограничения по объемам складских площадей, по объемам неуменьшаемого запаса, по объемам сжигания биотоплива в зависимости от внешних температур и т.д. Программа будет решать как транспортные задачи (по поиску поставщика находящегося на наименьшем расстоянии от потребителя, с целью сокращения затрат на доставку биотоплива), так и задачи выбора поставщика, который предлагает топливные пеллеты по наименьшей цене за единицу. Логика программы будет складываться таким образом, что оценив совокупную стоимость требуемого объема топливных пеллет с логистическими и временными затратами, она выдаст список поставщиков с ранжированием по конечным затратам начиная с наиболее подходящего. Также программа будет в рекомендательном режиме, следуя определенному алгоритму, выдавать напоминания потребителю о необходимости поставки очередной партии топливных пеллет с указанием рекомендуемого объема партии. Человек самостоятельно будет принимать решение, когда и в каком количестве стоит приобрести топливные пеллеты. На рисунке 1 представлена схема пользовательского интерфейса разрабатываемой программы.

Рисунок 1 – Схематичное изображение интерфейса программы

Разработка и внедрение данного программного обеспечения позволит решить такие задачи как поиск поставщиков и потребителей с соблюдением условий минимальности материальных и временных затрат.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-70001

Библиографический список

1. Никонова, Н.В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ / Н.В. Никонова, Н.В. Гамулинская // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 4, № 10. – С. 156-158.

СОЗДАНИЕ МАКРОСА ПО СРОКАМ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕОГРАНИЧЕННОГО ПРОМЫСЛА

Е.С. Клыкова

Научный руководитель – Быкова О.Г.

кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский горный университет

Цель данной работы: изучение программы Excel и разработка макроса для оперативного получения сведений об оборудовании.

Для достижения поставленной цели следует решить ряд задач: самостоятельное изучение макроса и некоторых его функций, создание макроса с оперативной информацией об оборудовании.

Актуальность работы заключается в том, что написанная программа в макросе позволяет обрабатывать большой объем информации во избежание выполнения однообразных действий и расчета «вручную», который может привести к большому количеству механических ошибок, а также трудоемкой работы. Применение макроса оптимизирует работу.

Большинство специалистов используют операционную систему Windows на рабочих местах предприятия и на индивидуальных компьютерах. Жизнь показала, что стандарты предприятия на использование операционных систем и приложений, отстают от тех возможностей, которые предоставляют

пользователям разработки системы Windows. Например, широко распространённое приложение для работы с данными MS Excel, постоянно добавляется новыми возможностями, претерпевает некоторые изменения в интерфейсе[1].

Excel – это программный продукт, похожий на калькулятор. Он представляет собой большую электронную таблицу с множеством функций, входит в состав пакета Microsoft Office[2]. При работе с большим объемом информации пользуются макросами. Макрос – это программа, которая содержит набор инструкций, которые выполняют любое действие автоматически по запросу пользователя, то есть выполняются явно и неявно.

На промысле и в реальной жизни часто пользуются программным продуктом Excel. Любой промысел – это большое хозяйство, количество самого разного оборудования исчисляется тысячами. Оно эксплуатируется в тяжелых условиях, поэтому часто требуется ремонт или замена.

С помощью созданной программы будет проще найти среди огромного количества нужное оборудование и узнать о нем информацию.

Первым шагом создания программы было составление таблицы, которая содержит информацию о замене аппаратуры на складе, а также о дате списания. В качестве оборудования были взяты различные виды насосов.

Далее работа по написанию кода. Сначала объявлены переменные. Используем тип Variant, так как это общий тип данных, содержащий не только числа[3]. Переменные: oborud – название оборудования, sklad – информация о замене на складе, datasp – дата списания, nstr – номер ячейки в таблице Excel, где находится это оборудование.

Для ввода названия оборудования с клавиатуры используем функцию InputBox(), в которую задается аргумент, а результаты ввода сохраняются в переменной oborud, при нажатии на кнопку «ОК» в диалоговом окне. При нажатии кнопки «Cancel» будет сгенерирован код конца работы.

Далее следует найти номер строки ячейки, в которой находится предмет, поскольку вся информация будет находиться в этой же строке, но соседних столбцах. Для этого используем функцию поиска на листе – Find.

После нахождения нужной строки, присваиваем переменным sklad и datasp столбцы с необходимой информацией этой строки.

Результат поиска выводим на экран в отдельном окошке с помощью функции MsgBox(). Для визуального вывода информации используем Chr(13). Окно вывода информации – это результат поиска по одному из насосов из исходной таблицы.

Созданный макрос:

```
Sub Оборудование()
Dim oborud As Variant 'oborud - название оборудования
Dim sklad As Variant 'sklad - информация есть ли на складе
Dim datasp As Variant 'datasp - дата списания
Dim nstr As Variant 'nstr номер строки ячейки
oborud = InputBox("Введите название оборудования", "Ввод
оборудования")
Sheets("Лист1").Select
Set fcell = Columns("A:A").Find(oborud)
'ищем строку, в которой находится оборудование
If Not fcell Is Nothing Then
nstr = CStr(fcell.Row)
```

```

Else
MsgBox ("Не найдено"), vbOKOnly
End
End If
sklad = Cells(nstr, "B")
datasp = Cells(nstr, "C")
MsgBox ("Результат поиска по ") & oborud & (":") & Chr(13) & sklad &
Chr(13) & datasp
End Sub

```

Библиографический список

1. А.Ю. Гарнаев. Самоучитель VBA. – 2-е изд. Перераб. И допю – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. URL: <https://docplayer.ru/58423966-Samouchitel-vba-2-e-izd-pererab-i-dop-spb-bhv-peterburg-s-il-isbn-dlya-programmistov.html> (Дата обращения: 18.02.2020)
2. А.Н. Павлов. Методические материалы для поддержки проведения дополнительных разделов в практических работах по информатике и информационным технологиям. Использование Visual Basic for Application для автоматизации работ с приложениями MS Office. Москва, 2011 . URL: http://pavlov-rags.narod.ru/VBA/MS_Office/Practiks.htm (Дата обращения: 18.02.2020)
3. PS – школа программирования. URL: http://www.programm-school.ru/macros_excel_info.html (Дата обращения 23.02.2020)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 КВ С ПОМОЩЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АВР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕКЛОУЗЕРОВ

П.А. Добрынин

Научный руководитель – Левин П.Н.

к.т.н., доцент

Липецкий государственный технический университет

На сегодняшний момент в цепочке: генерация электроэнергии, передача, распределение, потребление, мало внимания уделяется распределительным сетям среднего и низкого уровня напряжения. Распределительные сети зачастую работают на пределе своих возможностей, что сказывается на надежности и эффективности работы сети. Поэтому обеспечение стабильной работы распределительной сети актуален, особенно для потребителей с I или II категорией электроснабжения.

Основным вариантом структур распределительных сетей является совокупность однолинейных сетей с подключёнными потребителями разных категорий с уже предусмотренной системой автоматического ввода резерва (АВР), например, приведенный на рисунке 1. [1]

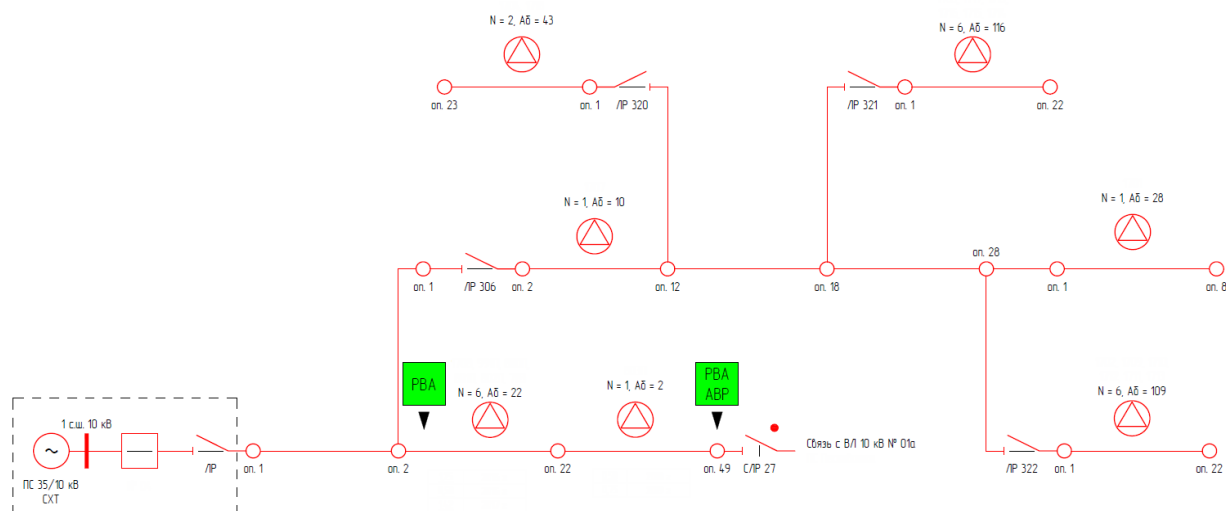


Рисунок 1 – Схема автоматизации радиально-магистральной сети 10 кВ
РВА – реклоузер вакуумный автоматический; ЛР – линейный
разъединитель

По данной схеме видно, что питание всего участка сети (фидера) производится от одной подстанции ПС-35, но предусмотрен АВР, от другой подстанции через реклоузер РВА расположенном на 49 опоре и силовой линейный разъединитель (СЛР27). Все реклоузеры с двухсторонним питанием. [2,3]

Такая структура позволяет запитать весь фидер от другого источника только при аварии на подстанции ПС-35. Но если авария происходит, к примеру, на участке возле линейного разъединителя ЛР 306, то все потребители подключения по сети после линейного разъединителя, так же будут отключены от источника.

Возможны ситуации, когда необходимо произвести ремонт или реконструкцию сети на середине фидера и таким образом может возникнуть ситуация, в которой без электропитания останется большая часть потребителей.

Так же в данной структуре не представляется возможным подключить, в конце фидера, потребителя высокой категории электроснабжения.

У такой структуры существует несколько вариантов модернизации, которые могут повысить надежность и эффективность сети.

При наличии возможности прокладки нового участка линии от сторонней подстанции и до крайней опоры рассматриваемого фидера, есть целесообразность — это сделать и реализовать еще одно АВР.

При такой структуре выполняются необходимые требования для подключения особой группы электроприемников I категории. Так же при возникновении аварии на участке фидера в середине имеется возможность переключить часть потребителей (к примеру, тех, которые подключены после линейного разъединителя ЛР 306) к новой питающей сети.

В другом варианте можно установить секционирующие пункты, которыми могут быть так же реклоузеры (рисунок 2).

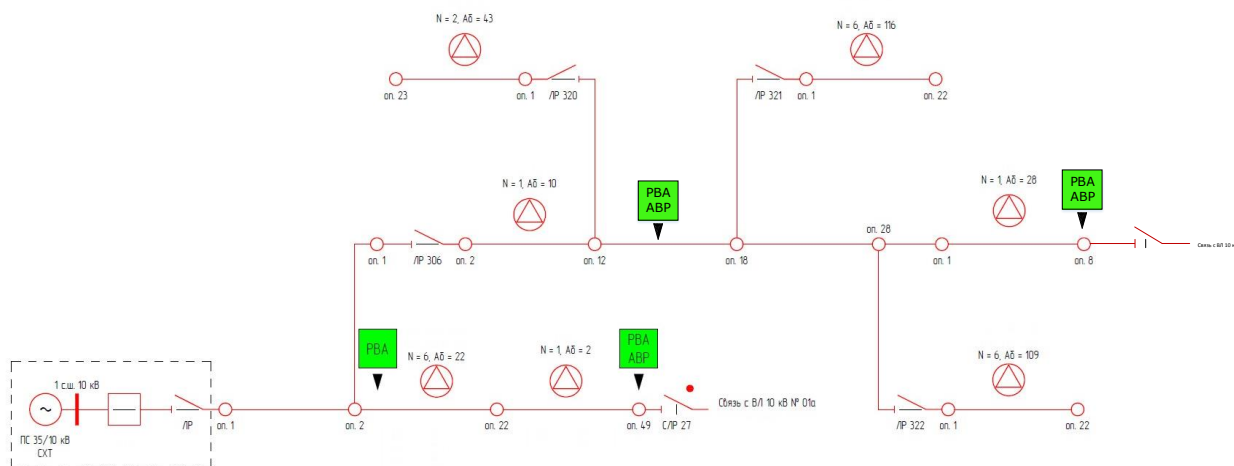


Рисунок 2 – Схема автоматизации с двумя АВР и секционирующим пунктом

Такая структура позволит разделить фидер на участки и при необходимости производить отключение выводить из сети часть потребителей.

Итоговая модернизация сети должна производиться исходя из детального анализа множества вариантов и поиска оптимального для данной конкретной структуры по ключевым критериям.

Библиографический список

1. Гловацкий В.Г. Современные средства релейной защиты и автоматики электросетей [Текст] / В.Г. Гловацкий, И.В. Пономарев. – Москва: АНО «Сотрудничество», 2003. – 535 с.
2. СТО 34.01-2.2-033-2017 Сборник типовых технических решений ПАО «Россети». Линейное коммутационное оборудование 6-35 кВ – секционирующие пункты (реклоузеры) – Москва: ПАО «Россети», 2017. – 22 с.
3. РВА/TEL Вакуумный реклоузер. Техническая информация. – ООО «Таврида электрик», 2016, – 164 с.

МАКРОС ПОДБОРА УЭЦН

И. И. Сураков

Научный руководитель – Быкова О. Г.

Кандидат техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский горный университет

При составлении проекта разработки нефтяного месторождения производится расчет всех параметров и подбор необходимого оборудования на промысле. В этом расчете используются специальные программные комплексы. Выбор осуществляется на основе анализа физических характеристик нефтяного пласта (плотность, газоотдача, давление, и т. д.), геометрических параметров скважины (диаметр, глубина и т. д.) и технологических параметров (коэффициент продуктивности, дебит и т. д.). Правильно подобранный насос позволяет максимизировать один из основных технологических параметров – дебит, от значения которого зависит получаемый от добычи доход. Насос также влияет на различные показатели: межремонтный период, наработка на отказ. Это ведет к сокращению текущих

и капитальных расходов, таких как расходы на проведение операций по замене погружного оборудования, упущенная выгода от проста скважины, повышенный расход электроэнергии и ряд других. Подбор насоса к скважине - это определение типоразмера установок, позволяющих поддерживать данный уровень добычи пластовой жидкости из скважины при оптимальных рабочих показателях.

Оборудование на промысле эксплуатируется круглосуточно, поэтому не удивительно, что ремонтные бригады постоянно занимаются как капитальным, так и текущим ремонтом оборудования. В частности, ремонта и замены требуют и насосы. Для извлечения нефти из пласта на землю используют различные типы насосов, но, как правило, большая часть добываемой нефти приходится на электроцентробежные. Для их замены имеются новые или отремонтированные, но иногда их тип не соответствует тем, что предусмотрены в проекте. На промыслах, как правило, отсутствуют специальные программные комплексы, и поэтому есть потребность в программе, дающей ответ на вопрос о возможности применении другого насоса.

Табличный процессор Microsoft Excel широко используется на нефтедобывающих промыслах. В этой программе хранятся различные данные о работе промысла и выполняются различные расчеты [1]. Причем востребованы не только прямые вычисления в программе, но и возможность реализовывать простые программы. Начиная с 1993 года, в состав Microsoft Excel входит Visual Basic для приложений - язык программирования, основанный на Basic, позволяющий автоматизировать решение различных задач в Microsoft Excel [2]. VBA является мощным дополнением к приложению и в более поздних версиях Microsoft Excel доступна полнофункциональная интегрированная среда разработки. Поэтому для промысла будет полезен макрос, производящий расчет как оптимально, так и работающего с запасом, насоса. Он может рассматриваться как своего рода помощник для быстрого, приблизительного расчета, который не требует перехода из Microsoft Excel – основного хранилища информации – в другую программу. И для его расчета не требуется ввод исходных данных, так как они уже хранятся в таблице.

Библиографический список

1. Арсланов И.Г. Применение электронных таблиц в расчетах нефтегазопромыслового оборудования. /И.Г.Арсланов, М.Я. Хабибуллин. Современные технологии в нефтегазовом деле 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала Уфа, 25.03.2016, т.2.- Уфа, 2016.-. С. 10-13.
2. Гайдышев И.П., Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
3. Мищенко И. Т. Расчеты в добыче нефти. – М., 1989. – 268 с.

АНАЛИЗ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТКО НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ГРАФОВ

А.В. Куликова

Научный руководитель - Маркин А.В.

кандидат техн. наук, старший научный сотрудник, доцент, почетный работник высшего профессионального образования РФ

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Согласно постановлению Правительства РФ от 12 ноября 2016 г. № 1156 «Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641» требуется утвердить правила обращения с отходами и организовать общую структуру их вывоза и утилизации, выбрать и уполномочить единого оператора по обращению с ТКО. Поскольку единый региональный оператор работает относительно недавно существующая схема расположения контейнеров ТКО представляет собой совокупность схем, разработанных ранее различными операторами обращения ТКО [1].

– Целью настоящей работы является применение методов теории графов для анализа существующей схемы обращения с ТКО с помощью графовой СУБД Neo4j [2].

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- 1) оценить возможности применения методов теории графов для анализа территориальной схемы;
- 2) выполнить сравнение методов теории графов и методов территориального планирования;
- 3) построить существующую схему расположения контейнеров ТКО г. Рязани;
- 4) проанализировать существующую схему расположения контейнеров ТКО г. Рязани;
- 5) разработать информационную систему, позволяющую получать теоретические данные для расположения, расчета объемов и выбора типов контейнеров ТКО и построения оптимизированной схемы расположения контейнеров.

Для оценки возможности применения методов теории графов при анализе территориальной схемы проведено сравнение основных характеристик традиционных методов территориального планирования и методов теории графов [3]. Анализ литературы и других источников по методам теории графов, показал, что наиболее применимыми в сфере территориального планирования могут являться:

- 1) кластеризация;
- 2) выделение главных компонент;
- 3) экспертное прогнозирование.

Для анализа схемы обращения с ТКО выбрана схема г. Рязани. Данные по всем мусорным площадкам, количеству контейнеров на них и географическим координатам хранятся в базе данных СУБД ОДАНТ компании «Инфостандарт» [4]. Для последующего анализа и наглядности расположения схемы контейнеров с помощью методов теории графов выполнен импорт данных в графовую СУБД Neo4j.

На рисунке 1 представлен фрагмент набора узлов, построенного в Neo4j по исходным данным, существующего расположения контейнеров и их характеристик, без привязки к географическим координатам.

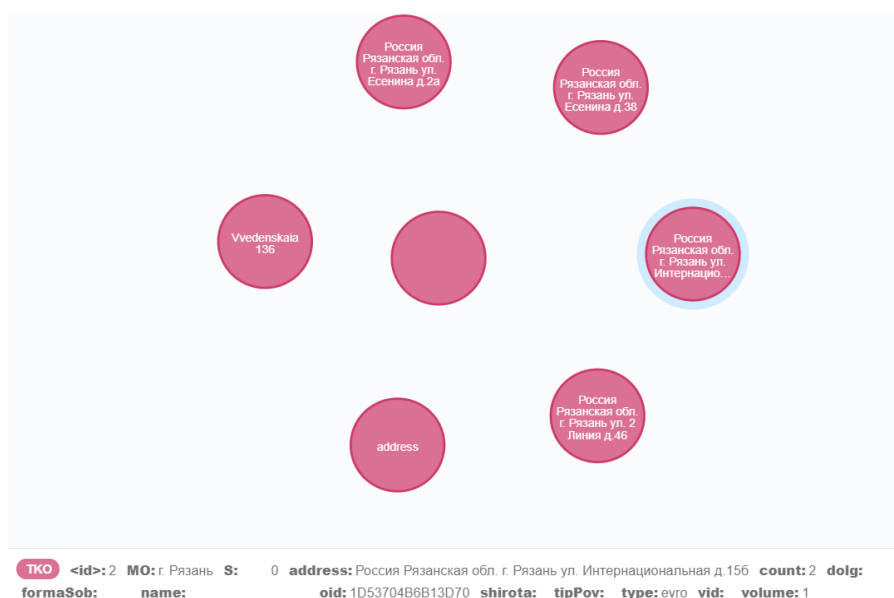


Рисунок 1 – Узлы исходного положения контейнеров

В ходе проведенного сравнительного анализа выявлены следующие главные недостатки существующей схемы расположения контейнеров ТКО:

- 1) расположение разных типов контейнеров на одной площадке;
- 2) отправление нескольких контейнеровозов на одну площадку.

Для устранения выявленных недостатков разрабатывается информационная система, позволяющая:

- 1) получать сведения о количестве граждан, проживающих в домах;
- 2) получать географические координаты площадок ТКО;
- 3) рассчитывать плановый (нормативный) объем ТКО на каждый дом;
- 4) распределять плановый (нормативный) объем ТКО по контейнерам;
- 5) распределять по площадкам контейнеры различных типов.

Библиографический список

1. Правительство Рязанской области [Электронный ресурс] URL: <https://www.ryazangov.ru/documents/tso/> (дата обращения: 27.09.2020).
2. Neo4j [Электронный ресурс] URL: <https://neo4j.com/> (дата обращения: 27.09.2020).
3. Алгоритмы на графах: учеб. пособие/ Землянухин В.Н., Землянухина Л.Н. – г. Ростов-на-Дону 2004.
4. Инфостандарт [Электронный ресурс] URL: <https://www.infostandart.com/> (дата обращения: 27.09.2020).

ИНТЕГРИРОВАННОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ POWER APPS ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКАМИ В ERP-СИСТЕМЕ MICROSOFT DYNAMICS AX

О.В. Хмель, В.М. Голунова, В.О. Жиров
Научный руководитель – Поляковский В.В.
магистр технических наук, старший преподаватель

**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

В докладе рассматривается решение ряда задач транспортной логистики с помощью интегрированного мобильного приложения Power Apps.

Модуль Transport Management System в Microsoft Dynamics AX - инструмент, позволяющий предприятиям эффективно управлять сложными процессами планирования и выполнения входящих и исходящих перевозок. В модуле решаются следующие задачи:

- расчет оптимального маршрута, охватывающего все точки назначения;
- визуализация маршрута;
- определение прогнозируемого времени и расстояния;
- вычисление предполагаемой стоимости доставки в соответствии с действующими ценовыми соглашениями с перевозчиками;
- расчет транспортных расходов по строкам заказа на продажу и размещенным заказам на покупку [1].

Однако данный модуль не предполагает работу с мобильного устройства. Также не каждому сотруднику требуется доступ к широким возможностям модуля, а достаточно лишь ряда функций, обеспечивающих необходимый уровень управления грузопотоками системы. Таким образом авторами разработано мобильное приложение для водителей с использованием Power Apps.

Microsoft Power Apps - набор программных служб и приложения для быстрого создания многоплатформенных мобильных бизнес-приложений и обеспечения доступа к ним через Internet. Приложения, созданные с использованием Power Apps, могут использовать данные из корпоративных баз данных и других источников, а также получать информацию из облачных служб [2].

Интегрированное мобильное приложение Power Apps позволяет:

- просматривать запланированные маршруты, а также полную информацию о перевозимом грузе (адрес доставки, время прибытия, объем и вес товара и др.);
- обновлять статус доставки на всех сегментах маршрута, а также фактическое время прибытия и загрузки/разгрузки;
- добавлять информацию о состоянии поврежденного груза: фотографии или комментарии;
- построить маршрут в системе навигации GPS.

Библиографический список

1. Allware. Business solutions [Электронный ресурс] / Allware. Business solutions. – Allware Business Solutions, 2019. – Режим доступа: <https://www.allware.ru/index.php?id=723>. – Дата доступа: 13.10.2020
2. Industry Consulting Service [Электронный ресурс] / Industry Consulting Service. – Industry Consulting Service, 2020. – Режим доступа: <https://www.ic->

service.by/about/blog/2019/calculation-of-dynamic-routes-for-load-in-ax-2012-r3-and-d365fo/. – Дата доступа: 13.10.2020

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ В ERP-СИСТЕМЕ MICROSOFT DYNAMICS AX ПОСРЕДСТВОМ MICROSOFT POWER AUTOMATE

В.М. Голунова, О.В. Хмель, В.О. Жиров
Научный руководитель – Поляковский В.В.
магистр технических наук, старший преподаватель

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В докладе описывается применение сервиса Microsoft Power Automate для автоматизации ряда задач управления складом.

Модуль управления складом в Microsoft Dynamics AX используется для отслеживания и автоматизации процессов склада. Он позволяет управлять процессами склада в производственных компаниях, компаниях-дистрибьюторах и компаниях розничной торговли и решает такие задачи, как комплектация и упаковка, инвентаризация запасов, контейнеризация и многие другие [1].

Однако параллельно основным процессам, реализованным в существующем модуле Warehouse management ERP-системы Microsoft Dynamics AX, возникают задачи быстрого выполнения типовых процедур обмена информацией между приложениями и WEB-службами, ее синхронизации на локальных и облачных ресурсах, сбора данных, получения уведомлений и т.д. Авторами рассмотрено использование Microsoft Power Automate для решения такого рода задач.

Microsoft Power Automate – облачный сервис автоматизации рутинных и повторяющихся действий и рабочих процессов, позволяющий создавать быстрые и эффективные инструменты сбора и обработки данных из различных источников. Microsoft Power Automate сервис разработан на основе Microsoft Power Platform и входит в линейку Power сервисов, включающих также Power Apps, Power BI и Power Virtual Agents [2].

В качестве примера можно рассмотреть ячейки-ящики с весами, где датчики веса объединены в одну сеть. По заданному графику датчики должны передавать значения в ERP-систему Microsoft Dynamics Ax, что позволит системе определять наличие товара в ячейке. На основе полученных данных возможно автоматическое создание заявки на поставку. Использование Power Automate в данном случае позволяет собирать необходимые данные и на их основе пополнять склад необходимой продукцией без участия человека.

Таким образом, использование Microsoft Power Automate позволяет значительно увеличить эффективность ряда рутинных процессов за счет их автоматизации.

Библиографический список

1. Microsoft Dynamics AX [Электронный ресурс] / Microsoft Dynamics AX. – Microsoft Dynamics AX, 2020. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dynamicsax-2012/appuser-itpro/warehouse-management>. – Дата доступа: 14.10.2020

2. Allware. Business solutions [Электронный ресурс] / Allware. Business solutions. – Allware Business Solutions, 2019. – Режим доступа: <https://www.allware.ru/index.php?id=2796>. – Дата доступа: 14.10.2020

Секция 10. КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОДСИСТЕМЫ ПОИСКА ЗАСТРАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКАХ СПУТНИКА LANDSAT 5

В.А. Трубин

Научный руководитель – Москвитин А.Э., канд. техн. наук, доцент

Дистанционные методы исследования окружающей среды – это многосложная и разносторонняя область науки и техники. В настоящее время большую часть данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) получают с искусственных спутников Земли, например, Landsat 5.

Данные ДЗЗ в настоящее время – это аэрокосмические снимки, которые представляются в цифровой форме в виде растровых изображений, поэтому проблематика обработки и интерпретации данных ДЗЗ тесно связана с цифровой обработкой изображений [1].

Одной из разновидностей аэрокосмических снимков являются мультиспектральные снимки. Мультиспектральные изображения – серия изображений одного и того же объекта в разных спектральных диапазонах, полученные с использованием цветных полосовых светофильтров [2].

Графический интерфейс – способ наглядного представления данных в виде какого-либо геометрического образа, количественно соответствующего числовым данным, и изображения его на чертеже, рисунке. Наглядность и быстрота восприятия графических изображений дают возможность оценки качественных характеристик, поэтому графическое представление данных позволяет существенно повысить эффективность анализа данных.

При разработке графического интерфейса применялись принципы построения интуитивно понятного интерфейса для упрощения работы с разрабатываемым приложением. Для создания такого интерфейса использовалась библиотека языка программирования Python – streamlit.

В результате был разработан интуитивно понятный графический интерфейс, позволяющий загружать изображения в формате «.tif» для распознавания на них застроенных территорий с помощью нейронной сети.

Графический интерфейс позволяет:

1. Загружать собственное изображение для распознавания или использовать тестовое для ознакомления с системой обработки мультиспектральных снимков.
2. Видеть загруженное изображение, которое необходимо обработать.
3. Запускать обучение нейронной сети и обработку изображения.
4. Получать уведомления об успешном или ошибочном завершении обучения и обработки изображения.
5. Видеть полученное, в ходе распознавания застроенных территорий, изображение.

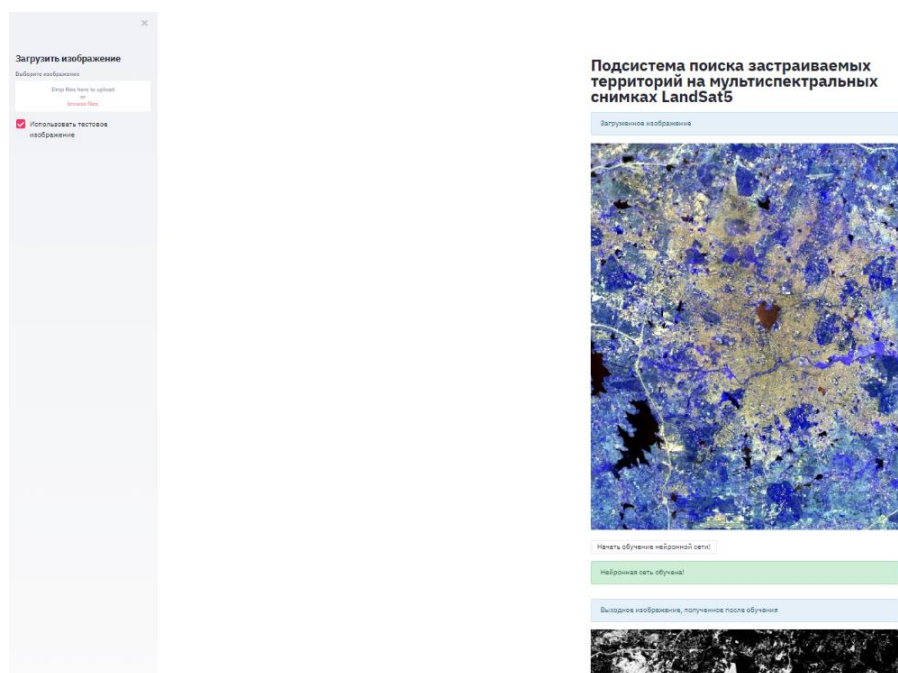


Рисунок 1 – Графический интерфейс

Библиографический список

1. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.
2. Li Y., Zhang H., Shen Q. Spectral-spatial classification of hyperspectral imagery with 3D convolutional neural network // Remote Sensing. 2017. V. 9. No. 1. P. 67.

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ И РИСКУ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Н.В. Макарова, А.И. Таганов, М.И. Цыцына

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе приводится анализ процесса формирования требований, предъявляемых к функциональной надежности и риску критически важных информационных систем (КВС), с учетом влияния рисков различной степени идентификации на надежность системы в условиях неполноты информации. При этом под функциональной надежностью КВС здесь понимается способность информационной системы правильно выполнять предусмотренные функциональные задачи с приемлемым уровнем безошибочности и риска в реальных условиях эксплуатации при взаимодействии с внешними объектами [1, 2].

В процессе проектного анализа и формирования требований к функциональной надежности ВКС на практике формируют две группы требований – количественные и качественные требования. Для

формирования количественных требований к КВС рациональным считается использование специального процесса управления рисками в КВС, который концептуально содержит целый набор процедур этого процесса: процедуру определения области применения и критерия риска, процедуру идентификации риска, процедуру анализа риска, процедуру мониторинга риска и процедуру обработки риска. При этом центральными задачами управления рисками в проекте КВС считаются задачи идентификации, анализа и обработки риска в условиях неполноты и нечеткости информации [3-5].

При процедурном анализе и мониторинге рисков в условиях неполных статистических данных или данных экспертной оценки могут использоваться на практике следующие методы: метод анализа видов и последствий отказов (FMEA), метод анализа видов, последствий и критичности отказов (FMECA), метод анализа дерева неисправности (FTA), метод анализа дерева событий (ETA), булевы методы, Марковские методы, логико-вероятностные методы, имитационное моделирование и сети Петри [1-4].

Для случаев, когда значительная часть проектной информации в процессе управления рисками в КВС не является структурированной и строго достоверной, или не самая достоверная информация является единственно доступной и не работают строгие математические или алгоритмические методы, то возникают задачи принятия решений по проектным рискам в нечетких условиях. Для решения этих задач предлагается использовать и исследовать вопросы применения новых методов, основанных на положениях теории нечетких множеств и нечеткой логики, теории искусственного интеллекта и бионических методов [5-8].

Библиографический список

1. ГОСТ Р 56526-2015 «Требования надежности и безопасности космических систем, комплексов и автоматических космических аппаратов единичного (мелкосерийного) изготовления с длительными сроками активного существования».. – М.: Стандартинформ, 2015.
2. ГОСТ Р ИСО 31010:2011. «Менеджмент риска. Методы оценки риска». – Введ. 2011-12-01. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2012. – 69 с.
3. Шубинский И.Б. Функциональная надежность информационных систем. Методы анализа. - М.: «Журнал Надежность», 2012. - 216 с.
4. Таганов А.И. Представление правил нечетких продукций в нечеткой системе анализа и сокращения рисков проекта на основе нечетких сетей Петри // Системы управления и информационные технологии. 2009. № 4 (38). С. 46-51.
5. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
6. Таганов А.И., Таганов Р.А. Метод определения оптимальной альтернативы реагирования на этапе мониторинга рисков проекта // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии. 2003. № 11. С. 115-118.
7. Таганов А.И. Способы построения графических моделей рисков проекта на основе структурно-символьного метода представления // Системы управления и информационные технологии. 2010. № 2 (40). С. 43-47.

8. Таганов А.И. Анализ и классификация рисков проекта методами нечеткой кластеризации // Информационные технологии моделирования и управления. 2010. № 4 (63). С. 455-461.

9. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Гибридные алгоритмы и бионические методы для анализа рисков и управления программными проектами. // Межвузовский сборник научных трудов «Информационные технологии в научных исследованиях». Рязанский государственный радиотехнический университет, 2010.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ НАНОСПУТНИКА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

К.В. Анисимов

Научный руководитель – Конюхов А.Н.

канд. пед. наук, доцент каф. ВМ РГРТУ

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В последнее время отмечается возрастание интереса к малым космическим аппаратам, в частности, к наноспутникам (НС), характеризующимся относительно небольшой массой (1-10 кг.), непродолжительным временем активного существования (около 1 года), нацеленностью на решение узкоспециализированных задач [1].

НС имеют ряд преимуществ перед полноразмерными аппаратами, ключевыми из которых следует признать относительно невысокие материальные и временные издержки по созданию аппарата, затраты по выводу на орбиту и эксплуатацию. Одним из узлов, оказывающим влияние на совокупную стоимость проекта, является система трехмерной стабилизации НС в пространстве. Весьма распространенный вариант – гироскопическая стабилизация, основанная на использовании быстро вращающегося массивного маховика и законе сохранения момента импульса замкнутой системы.

Математическое моделирование гиросtabilизации – весьма непростая задача, связанная с построением сложной нелинейной системы дифференциальных уравнений второго порядка [2,3]. При этом инженерная реализация таких моделей часто требует их упрощения за счет принятия некоторых допущений [3].

В докладе описывается альтернативный способ управления процессом стабилизации НС на основе системы нечеткого вывода типа Мамдани [4].

Для исследования создана физическая модель наноспутника с системой одноосевой гиросtabilизации (СОГС) по углу вращения, работающей под управлением нечеткой логики. Математическая модель стабилизации реализована на языке программирования Python.

Основной элемент СОГС – маховик, который может вращаться в обе стороны. Если маховик вращается по часовой стрелке, то модель вращается против, и наоборот. То есть, если сама модель вращается в каком-либо направлении, то для стабилизации необходимо, чтобы маховик вращался в том же направлении.

Для наискорейшей остановки вращения модели НС маховик должен обладать соответствующей собственной угловой скоростью. На скорость вращения маховика влияет ШИМ (широтно-импульсная модуляция) сигнал, коэффициент заполнения которого может изменяться от 0% (маховик

покоится) до 100% (маховик вращается с максимальной возможной скоростью).

Для определения коэффициента заполнения используется система нечёткого вывода типа SISO, antecedентом которой служит угловая скорость модели (считывается с гироскопа), а консеквентом – коэффициент заполнения ШИМ-сигнала, задающий скорость вращения маховика.

Термы лингвистических переменных описаны нормальными треугольными функциями принадлежности $tr(x, a, b, c)$, где $[a, c]$ – носитель треугольного терм-множества, $\{b\}$ – его ядро [4]. Один из термов представлен бесконечной крайней правой функцией принадлежности $ir(x, a, b)$, где $[a, +\infty]$ – носитель, $[b, +\infty]$ – ядро.

Заданы термы лингвистической переменной «Угловая скорость» (°/с): малая скорость $tr(x, 0, 0, 100)$; умеренная скорость $tr(x, 10, 100, 200)$; большая скорость $ir(x, 100, 200)$.

Термы лингвистической переменной «ШИМ» (%): малый ШИМ $tr(x, 15, 15, 40)$; средний ШИМ $tr(x, 30, 50, 70)$; большой ШИМ $tr(x, 50, 100, 100)$.

Нечёткий вывод осуществлялся по алгоритму Мамдани [4]. Произведена дискретизация универсума значений консеквента, дефаззификация выполнена методом центра тяжести. Полученное четкое значение ШИМ-сигнала использовалось для управления угловой скоростью вращения маховика.

Результаты эксперимента. Начальная угловая скорость 1100 (°/с): время нерегулируемой стабилизации (за счет сил трения) – 11 минут. При тех же начальных условиях время регулируемой стабилизации всего 37 секунд.

Можно сделать вывод, что предложенная система одноосной стабилизации на нечеткой логике, несмотря на ее простоту, имеет перспективу. Дальнейшим развитием данного исследования может стать повышение эффективности стабилизации за счёт подбора терм-множеств, усовершенствования базы нечетких правил стабилизации, применения альтернативных алгоритмов нечеткого вывода.

Библиографический список

1. Ключников В. Ю., Клементьев С. А. Наноспутники — наиболее перспективный класс малых космических аппаратов // Инноватика и экспертиза. 2016. Вып. 2 (17). С. 97-105.
2. Миронов В.В., Северцев Н.А. Методы анализа устойчивости систем и управляемости движением. Монография. / ВЦ РАН им. А.А. Дородницына.- М.: Изд-во РУДН, 2002. 165 с.
3. Кузьмина Л. К. К задаче о разделении движений в динамике систем гиросtabilизации // Инженерный журнал: наука и инновации. 2016. Вып. 9(57). С. 1–14.
4. Анисимов К.В., Конюхов А.Н. Формирование навыков нечеткого моделирования в курсе «Основы теории нечетких множеств» // III Международный научно-технический форум СТНО-2020. Сборник трудов / под ред. О.В. Миловзорова. Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020. Т. 10. С. 87-94.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ПОЛЯХ ГАЛУА

А.В. Бендарский, О.А. Бодров

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

На сегодняшний день применение вейвлет-преобразования в современной теории и практике сигналов является широко распространённым. Технологии вейвлет-преобразования доказали свою эффективность в области спектрального анализа и сжатия сигналов.

Вейвлет-преобразования обычно определяются как функции одной вещественной переменной с вещественными значениями. Существуют дискретные и непрерывные вейвлеты, которые различаются структурой области определения, а также структурами области возможных значений и вида преобразований. Однако, исходя из того, что разложение сигналов в вейвлет-базисе происходит при использовании арифметики с плавающей точкой, то неизбежно возникают ошибки округления. Величины данных ошибок напрямую связаны со степенью приближения сигнала.

Выходом из этой ситуации является использование математики полей Галуа. Поле Галуа – поле, которое состоит из конечного числа элементов, количество которых является порядком поля. Поле Галуа является всегда степенью простого числа, т.е. порядок поля Галуа это

$$q = p^n,$$

где p – простое число, n – любое натуральное число, а q является порядком поля. В [1] показано, что использование поля Галуа для дискретного вейвлет-преобразования Хаара устранило ошибки округления. Кроме того, прямое и обратное преобразование осуществляется абсолютно точно. Битовый состав восстановленного вектора является идентичным исходному.

Данный подход получил небольшое распространение из-за большой вычислительной сложности. Однако использование этого подхода может дать преимущество над другими методами в случае одновременной реализации сжатия и помехоустойчивого кодирования благодаря использованию полей Галуа как для кодирования, так и для вейвлет-преобразования.

В [2,3] Ф. Фекри показал свою реализацию помехоустойчивых кодов при использовании биортогональных вейвлетов в поле Галуа. В данной работе показано, что данный подход эквивалентен реализации самодвойственного кода и показана эффективность данного подхода.

Исходя из этого, применение вейвлет-преобразования в арифметике поля Галуа может быть более эффективным в случае, если требуется сжатие без потерь.

Библиографический список

1. Жарких А. А. Обработка изображений на основе вейвлет-преобразования в базисе Хаара над конечным полем нечетной характеристики // Вестник МГТУ. 2009. №2. Т.12, С.197-201
2. Fekri F., Mersereau R.M., Shafer R.W. Theory of wavelet transform over finite fields // Proc. IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Phoenix, 1999. V. 3. P. 1213-1216.

3. Fekri F., McLaughlin S.W., Mersereau R.M., Schafer R.W. Block error correcting codes using finite-field wavelet transforms // IEEE Transactions on Signal Processing. 2006. V. 54. No. 3. P. 991-1004

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Е. В. Тишковец

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются методы, решающие задачу по увеличению изображения с наименьшими потерями детальности, основанные на сверточных нейронных сетях. Статья может быть полезна тем, кто интересуется машинным обучением и искусственным интеллектом.

1. Плотные сети глубокой обратной проекции D-DBPN

Архитектуру сети придумал М. Харис и др. [1]. Ее можно разделить на 3 составляющие части: извлечение начальных признаков, проекция и реконструкция. Первая часть формирует карты признаков – набор матриц с характерными чертами на входном изображении. Во второй части используются проекционные блоки – основные строительные конструкции сети, реализующие увеличение и уменьшение разрешения карт признаков, за счет чего итеративно высчитывается и постепенно удаляется ошибка. На этапе реконструкции карты признаков конкатенируются и после этого реконструируется выходное изображение с высоким разрешением.

2. Очень глубокие сверточные сети VDSR

Архитектура сети была предложена Дж. Ким и др. [2] как модификация сети SRCNN. Принцип работы сети следующий: на вход поступает изображение низкого разрешения, увеличенное с помощью бикубической интерполяции. Сеть предсказывает остаточное изображение, суммирование которого с входным, дает на выходе изображение с высоким разрешением. При этом размеры изображения на входе и выходе одинаковые, что реализуется за счет добавления нулей по краям карт признаков на сверточных слоях нейронной сети. Сеть поддерживает масштабирование изображения без переобучения.

3. Улучшенная сеть глубокого сверхвысокого разрешения EDSR

Данная архитектура была предложена Б. Лимом и др. [3]. Она является модификацией SRResNet с улучшенной производительностью. Принцип работы сети следующий: на вход поступает изображение низкого разрешения. После прохождения первого сверточного слоя формируются карты признаков, которые затем проходят через остаточную сеть – последовательность остаточных блоков, основных строительных единиц сети. Полученные карты признаков суммируются с картами признаков, полученными до прохождения остаточной сети. После этого происходит процесс масштабирования в 2, 3 или 4 раза. Далее карты признаков, проходя сверточный слой, формируют изображение с высоким разрешением.

4. Сравнительный анализ работы разобранных нейронных сетей

Исходя из материалов работы А. Сааримаки [4], можно сделать выводы о работе разобранных нейронных сетей. В таблице 1 показан количественный анализ нейронных сетей и интерполяции с метриками PSNR и SSIM путем расчета как на канале яркости ($PSNR_Y$, $SSIM_Y$), так и на полном изображении ($PSNR_{RGB}$, $SSIM_{RGB}$). Тестирование работы сети проводилось на нескольких наборах данных: Set5, Set14, Urban100. Вычислительная сложность сетей сравнивалась путем вычисления среднего времени обработки одного изображения и приведена в таблице 2.

Набор данных	Метрика	Интерполяция	VDSR	EDSR	D-DBPN
Set 5	$PSNR_Y$	33.68	37.56	38.21	38.32
	$PSNR_{RGB}$	31.80	35.17	36.03	36.02
	SSM_Y	0.9306	0.9591	0.9614	0.9614
	$SSIM_{RGB}$	0.9093	0.9404	0.9450	0.9449
Set 14	$PSNR_Y$	30.24	32.99	33.86	33.89
	$PSNR_{RGB}$	28.68	31.11	32.16	32.19
	SSM_Y	0.8694	0.9123	0.9198	0.9207
	$SSIM_{RGB}$	0.8468	0.8864	0.8995	0.9004
Urban100	$PSNR_Y$	26.88	30.75	32.98	32.71
	$PSNR_{RGB}$	25.44	29.05	31.32	31.06
	SSM_Y	0.8412	0.9144	0.9361	0.9330
	$SSIM_{RGB}$	0.8280	0.9017	0.9271	0.9248

Таблица 1. Результаты количественного анализа

Обучающее множество	Масштаб	VDSR	EDSR	D-DBPN
Set 5	2	0.79	5.22	7.37
	4	0.60	5.13	6.86
Set 14	2	0.66	5.61	9.02
	4	0.65	5.22	7.68
Urban100	2	0.85	7.94	16.79
	4	0.88	5.97	11.13

Таблица 2. Результат анализа вычислительной сложности

Исходя из полученных результатов, сеть VDSR обладает лучшим временем обработки одного изображения, а сети EDSR и D-DBPN являются лучшими с точки зрения детализации выходного изображения.

Библиографический список

1. M. Haris, G. Shakhnarovich, N. Ukita, Deep Back-Projection Networks for SuperResolution, in: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018.
2. J. Kim, J.K. Lee, K.M. Lee, Accurate Image Super-Resolution Using Very Deep Convolutional Networks, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 38, Iss. 2, Nov. 2015, pp. 295–307.]

3. B. Lim, S. Son, H. Kim, S. Nah, K.M. Lee, Enhanced Deep Residual Networks for Single Image Super-Resolution, in: 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), July 2017
4. A. Saarimaki. Single Image Super-Resolution using convolutional neural networks, in: 2018, Tampere University of Technology, vol. 68.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ СИНТЕЗА КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Д.И. Лбов О.А. Бодров

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современных спутниковых системах передачи информации, обеспечивающих телевидением, телефонной связью, а также услугами Интернет практически любую точку Земли, широко используется кодовое разделение каналов (CDMA). Такие системы позволяют обеспечить надежность и высокую скорость передачи информации, при этом количество абонентов сети можно увеличивать за счет незначительного ухудшения корреляционных свойств [1].

Свойства CDMA систем во многом зависят от используемых кодовых последовательностей, на основе которых строится сигнал. Использование сложных дискретных сигналов позволяет одновременно достичь высокой помехоустойчивости, а также энергетической и структурной скрытности. В современных CDMA системах чаще всего применяются псевдослучайные двоичные последовательности. Известно большое количество различных видов кодовых последовательностей таких как, например, коды Баркера, М-последовательности, коды Голда, коды Касами и другие. Однако не всегда существующие кодовые последовательности удовлетворяют требованиям системы, что приводит к необходимости синтеза [2]. Большинство существующих алгоритмов синтеза кодовых последовательностей опирается на один показатель качества, учитывающий корреляционные, либо спектральные свойства. Известны различные критерии приближения, например, минимаксный, критерий среднеквадратичного отклонения, а также и критерии, основывающиеся как на корреляционных, так и спектральных свойствах [3], например, критерий (1):

$$M[R, G] = \alpha \max_{t_i \in T} (|R_1(t_i) - R_0(t_i)|) + (1 - \alpha) \{ \max_{i=\overline{1, N_G}} |G_1(f_i) - G_0(f_i)| \} \quad (1)$$

Наряду с известными методами синтеза предлагается также использовать генетический алгоритм. Реализация критерия (1) на основе генетического алгоритма позволяет формировать большой объем кодовых последовательностей с корреляционными свойствами сравнимыми с последовательностями максимальной длины при меньших вычислительных затратах.

Библиографический список

1. Стеценко О. А. Радиотехнические цепи и сигналы / О. А. Стеценко – М.: Высш ШК, 2007. – 432 с.

2. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин – М.: Радио и связь – 1985. – 384 с

3. Бодров О. А. Синтез фазо-и частотноманипулированных сигналов в радиотехнических схемах. / О. А. Бодров – Горячая линия -Телеком, 2015. – 132 с

ТЕКСТОВЫЙ ЯЗЫК РАЗРАБОТКИ ОНТОЛОГИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ IDEF5

Н.В. Куликов

Научный руководитель – Таганов А.И.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются основные объекты, используемые в методологии IDEF5, а конкретно в текстовом языке описания онтологий. Цель данного доклада — знакомство с основными объектами, используемыми в методологии IDEF5, а также структурой текстового языка IDEF5.

Онтологии находят применения в различных сферах, начиная описанием конкретных предметных областей, заканчивая хранилищами разнородных данных. Также онтологии применяются в области «осмысления» текстов на различных языках [1].

Текстовый язык IDEF5 - это структурированный язык, который обеспечивает качественное и подробное создание онтологий. Сила языка в его теоретически обоснованной основе и богатой выразительной структуре. Разработка текстового языка IDEF5 была вызвана необходимостью создания и представления сложных онтологических структур самых разнообразных предметных областей [2].

В основе языка лежит язык KIF (Knowledge Interchange Format). Это язык, предназначенный для того, чтобы системы могли обмениваться и повторно использовать информацию о знаниях.

В KIF примитивом является объект, называемый *словом*. Из слов образуются *выражения*. Выражение — это набор слов или других выражений, объединенных единой функцией, оператором и т.д. [3] Синтаксис KIF:

<слово> ::= синтаксический примитив

<выражение> ::= <слово> | (<выражение>)*

В IDEF5 (в текстовом языке) в основном используются выражения. Например, для объявления цели разработки онтологии используется следующее выражение:

(I5-ontology-purpose shop_floor_control_system "Цель этой онтологии - установить, какая информация на самом деле требуется в системе управления цехом в рабочей среде цеха.")

В данном выражении используется слово *I5-ontology-purpose*, означающее выражение для задания цели разработки онтологии и слово *shop_floor_control_system*, обозначающее саму онтологию.

В текстовом языке IDEF5 используется несколько видов различных объектов. Далее будут кратко рассмотрены каждый из объектов.

1. **Онтология** — основной объект в данной структуре. Содержит сведения об онтологии, такие как описание, цель создания онтологии, контекст использования и т.д.

2. **Вид** — отдельная категория объектов в онтологии. Под видами может пониматься совокупность объектов со схожими свойствами в рассматриваемом контексте.

3. **Экземпляр вида** — отдельный объект из совокупности схожих объектов. Содержит информацию не только о самом экземпляре, но также содержит ссылку на вид, к которому относится данный экземпляр.

4. **Атрибут** — некая характеристика, которая относится к отдельному экземпляру. Например, цвет автомобиля или диаметр колеса. Содержит тип данных атрибута, его значение и ссылку на экземпляр, к которому относится данный атрибут.

5. **Отношение** — сущность, иллюстрирующая взаимодействие между двумя другими сущностями (видами, экземплярами или другими отношениями). Содержит сведения об объектах, которые связаны данным отношением, а также описание самого отношения.

6. **Функция** — некая программа, содержащаяся в онтологии и используемая для вычисления каких-либо данных. Содержит формулу или алгоритм для вычисления, разрядность (число входных и выходных параметров) и типы входных и выходных данных.

7. **Утверждение** — предложение, имеющее смысл в данной онтологии, на основе которого можно сделать новые выводы. Являются базой для других объектов онтологии (отношений, функций и т.д.). Содержит описание, статус (активное/неактивное, исходное/выведенное)

8. **Термин** — некое понятие, используемое в онтологии. На основе терминов оформляется основной словарь онтологии и образуются виды онтологии.

9. **Источник** — ресурс, из которого были взяты данные для формирования онтологии. По сути является ссылкой на некий материал. Содержит сведения об источнике (автор, откуда взят), описание и ссылки на термины и утверждения, которые были взяты из данного источника.

Как видно из списка и описания объектов, онтология, построенная на основе методологии IDEF5 хранит информацию не только о реальных объектах предметной области, но и об источниках информации об онтологии, терминологии и утверждениях, на основе которых была организована структура онтологии.

Таким образом, в данной работе были рассмотрены основные объекты языка IDEF5, синтаксис и два базовых компонента языка KIF, приведен пример использования KIF при разработке онтологии в рамках методологии IDEF5.

Библиографический список

1. Добров Б.В., Соловьев В.Д., Иванов В.В. Лукашевич Н.В. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения. – М.: Интернет-университет информационных технологий — ИНТУИТ.ру, 2009.
2. IDEF5 Method Report. – Texas: Knowledge Based Systems, Inc., 1994.

3. Genesereth M.R., Fikes R.E. Knowledge Interchange Format Version 3.0 Reference Manual. - Stanford, California: Computer Science Department Stanford University, 1992.

ТЕХНОЛОГИИ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ИСКАЖЕННЫХ АТМОСФЕРОЙ

Г. С. Никоноров

Научный руководитель – Никифоров М.Б.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с видеокomпьютерными технологиями улучшения изображений, искаженных атмосферой.

Введение

На сегодняшний день абсолютное большинство астрономических наблюдений, а также получение изображений удаленных объектов, производится сквозь земную атмосферу с характерными для неё случайными неоднородностями показателя преломления. Их влияние приводит к значительному снижению разрешающей способности оптического сенсора по сравнению с его дифракционным пределом. Алгоритмические технологии по восстановлению искаженных изображений, позволяют получить данные, пригодные для обработки и анализа.

Постановка задачи и цель работы

В целом ряде отраслей науки наблюдаемая и получаемая информация от оптических сенсоров, как правило, искажена влиянием среды распространения, а также шумами приемной аппаратуры. В настоящее время, помимо основных средств восстановления искаженной информации (адаптивная оптика), также применяются методы постдетекторной обработки изображений, искаженных атмосферными факторами. К этим факторам можно отнести как погодные условия (снегопад, туман, дождь), так и атмосферные течения (турбулентное движение слоев воздуха). Для изучения и анализа полученных изображений необходимо устранить влияние атмосферных факторов. Вследствие этого возникает задача обработки изображений с целью устранения атмосферных искажающих факторов.

Технологии коррекции изображений, искаженных атмосферой

Используемые для коррекции технологии можно разделить на два класса: **аппаратные** и **алгоритмические**. Аппаратные технологии представляют собой системы, в которых корректировка получаемого изображения производится с помощью набора зеркал, закрепленных на массиве из пьезоэлектрических датчиков. Однако, данный способ коррекции является достаточно дорогим в реализации. Другой путь достижения положительных результатов по улучшению качества получаемого изображения подразумевает собой использование алгоритмических технологий.

Алгоритмические методы обработки изображений можно условно разделить на методы коррекции *астрономических изображений* (наблюдение через телескоп с Земли, ДЗЗ) и методы коррекции *изображений удаленных объектов* (видеонаблюдение, цифровые оптические прицелы).

В случае с коррекцией астрономических изображений обычно применяются такие методы, как: метод Лабейри, метод Нокса - Томпсона, метод метода тройных корреляций. Получаемые изображения, математически можно представить в виде свертки неискаженного изображения $o(x)$ и импульсного отклика системы атмосфера-оптический сенсор $h_n(x)$:

$$i_n(x) = \int o(r)h_n(x+r)dr + n_n(x),$$

где $i_n(x)$ - получаемые изображения; x, r - координаты в плоскости изображения, $n = 1...N$ - общее число полученных изображений, $n_n(x)$ - аддитивный шум. Это уравнение ставит задачу неизменности изображения, которое не было искажено случайными неоднородностями атмосферы. При решении уравнений подобного рода, обычно переходят к их Фурье-образам. Далее происходит накопление сигнала по серии из N изображений, деление накопленного сигнала на среднюю передаточную функцию. Разрешение, предоставляемое этим методом, соответствует среднему арифметическому разрешению. Недостатками астрономических методов являются наличие длинной серии изображений с постоянным ракурсом на объект (100-10000 кадров), а также различие точности восстановления фазы и модуля Фурье-спектра изображения.

Для постдетекторной коррекции изображений, искаженных атмосферой, обычно применяются метод слепой денконволюции, метод совместной денконволюции, метод последовательных проекций, метод кепстральной обработки.

В настоящее время разрабатывается все больше алгоритмических средств, способных удовлетворить потребности той отрасли, в которой они применяются, что позволяет сэкономить время и средства. В рассмотренных алгоритмах, применяющихся для обработки изображений, есть как положительные стороны, характеризующие стабильно четкое изображение, так и отрицательные, которые влекут за собой наличие мощных вычислительных машин для такой обработки.

Библиографический список

1. Вирт А., Гонсировский Т. Согласование атмосферной турбулентности // Фотоника. Адаптивная оптика. 2007, №6. – С. 6
2. Корниенко Ю. В., Скуратовский С. И. О реконструкции неискажённого изображения объекта по серии его изображений, искажённых средой со случайными неоднородностями показателя преломления // Доп. АНУкрани.— 2010.— № 2.—С. 83—89.
3. Hofmann K.H., Weigelt G.S. Astronomical speckle masking: triple reconstruction by cross triple correlation // Applied Optics 1987, V 26, №10, P. 2011 - 2015.
4. Потапов А.А., Гуляев Ю.В. Новейшие методы обработки изображений /М: ФИЗМАТЛИТ, 2008 - 496 с. - ISBN 978-5-9221-0841-6.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПОНОВКИ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

И.А. Музюкин.

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к-т. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Компоновка модулей низшего порядка в более крупные конструктивные модули является одной из наиболее важных задач конструкторского проектирования. Применение параллельного генетического алгоритма позволяет эффективно учитывать, при этом обладая малой временной сложностью, множество входных ограничений [1].

В докладе рассматривается описание прототипа разрабатываемого программного обеспечения, диаграмма классов которого представлена на рисунке 1. Данная реализация позволяет осуществлять компоновку блоков электронных средств за полиномиальное время.

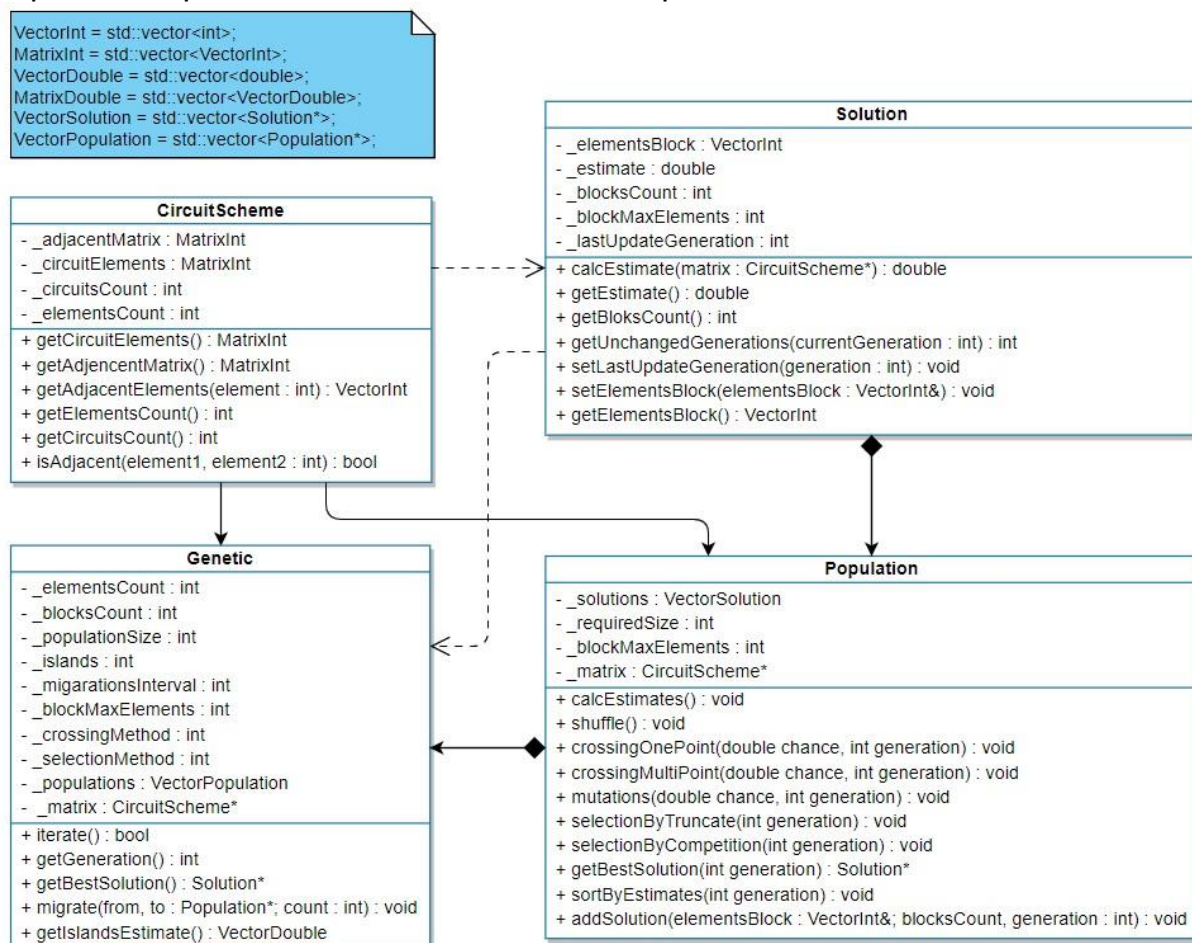


Рисунок 1 - Диаграмма классов разрабатываемого ПО для компоновки блоков ЭВС

Библиографический список

1. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие / Под ред. В.М. Курейчика. – Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2004. – 400 с.

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПОНОВКИ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСТРОВНОЙ МОДЕЛИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

И.А. Музюкин.

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к-т. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе представлен интерфейс программного обеспечения компоновки модулей ЭВС с использованием островной модели генетического алгоритма, который представлен на рисунке 1.

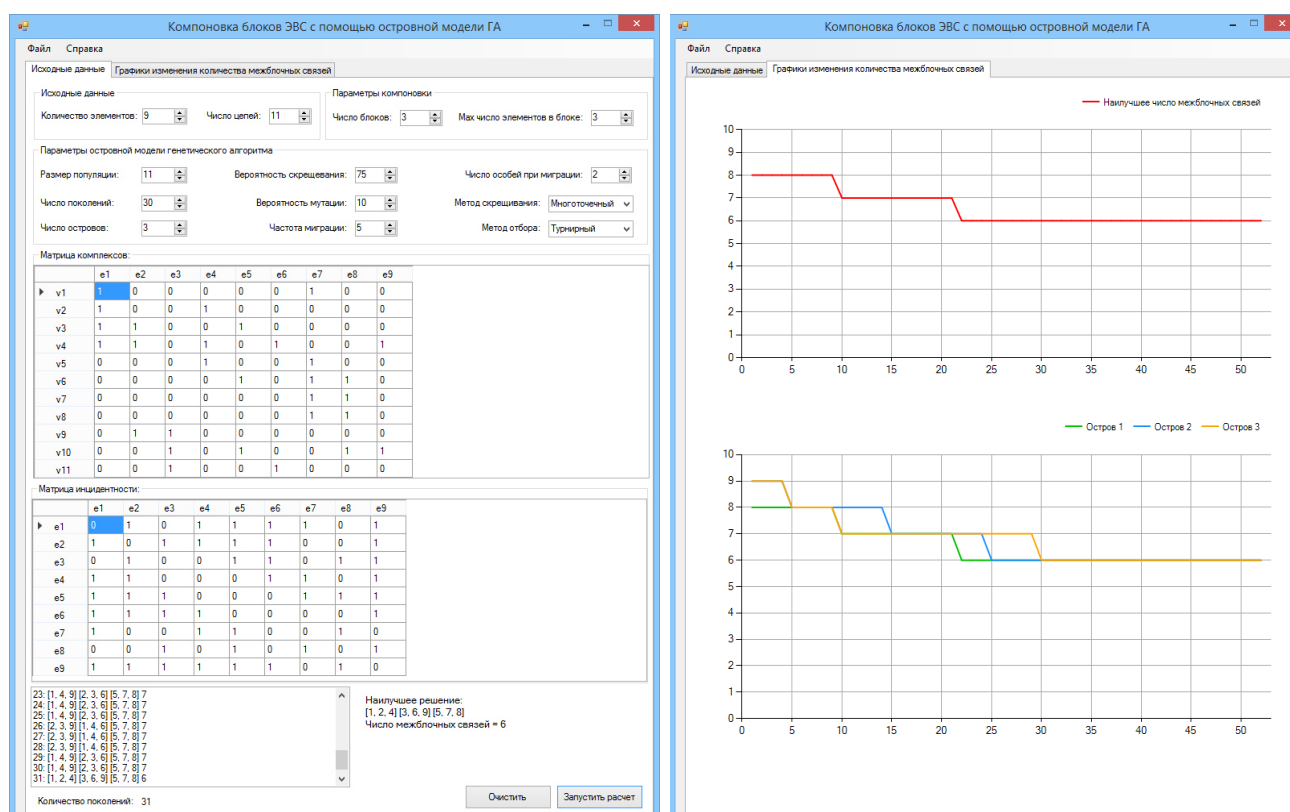


Рисунок 1 - Интерфейс ПО компоновки модулей ЭВС

В верхней части оконного интерфейса находятся две вкладки:

- «Исходные данные»;
- «Графики изменения количества межблочных связей», в которых можно отследить историю получения наилучшего значения функции полезности в каждом поколении генетического алгоритма.

Средняя часть оконного интерфейса предназначена для установки размерности исходных данных; параметров компоновки блоков ЭВС; настройки параметров генетического алгоритма и вывода матрицы комплексов. Самыми важными исходными данными для программы являются данные матрицы комплексов, которые загружаются в виде заранее подготовленного текстового файла с данными.

В нижней части оконного интерфейса отображается матрица инцидентности, которая построена на основании матрицы комплексов, а также история получения наилучшего решения и полученное значение параметра компоновки.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАУЗ РЕЧИ ДЛЯ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИКТОРА

А.О. Михайлин

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

На сегодняшний день очень широкое применение в повседневной жизни получили системы связи. Данные системы применяются в различных сферах деятельности человека (начиная от радиовещания и заканчивая криминалистикой, экономикой, безопасностью и других применениях).

Информация, содержащаяся в речевом сигнале, позволяет решать одну из наиболее актуальных проблем современных речевых технологий – задачу распознавания диктора. Так одним из методов решения данной проблемы является алгоритм идентификации диктора на основе определения пауз из речи [1].

Для улучшения работы алгоритма идентификации диктора в реальных условиях и снижением вероятности ошибки важную роль играет детектор речевой активности с английского Voice Activity Detection (VAD). В данной работе предлагается модификация алгоритма VAD. За основу был взят алгоритм VAD G.729 для определения границ пауз, поскольку он объединяет анализ спектральной формы сигнала и анализ энергии поддиапазонов, что повышает надежность работы алгоритма.

Для повышения точности детектора речевой активности, предложен анализ следующих параметров речевого сигнала:

- Линейные предсказатели
- Нормированная автокорреляция
- Частота основного тона
- Коэффициенты Mel-частоты (MFCCs).

После анализа свойств речевого сигнала на некотором промежутке времени принимается решение о наличии речи или паузы.

В рассмотренной задаче необходимо тщательно контролировать характер звуковых данных, подаваемых на вход системы, не допуская обработки неречевых фрагментов сигнала. Поскольку рассматриваемая система очень чувствительна к подобному роду ошибкам, то принимается решение уже к ранее выбранному алгоритму VAD G.729, для дальнейшей обработки добавить уточняющий этап на котором происходит разделение фрагментов пауз и речевого сигнала на основе вышеперечисленных параметров.

Итогом работы такой совокупности алгоритмов является полное выделение пауз из речевого сигнала, до момента пока не останется одна речь.

Таким образом, в результате проведенных исследований при использовании данной системы можно повысить вероятность определения и снизить время идентификации диктора.

Библиографический список.

1. Сорокин, В.Н. Распознавание личности по голосу: аналитический обзор / В.Н.Сорокин, В.В.Вьюгин, А.А.Тананыкин // Информационные процессы. – Том 12. – №1. – С. 1–30. –

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАБОТЫ С ЦЕПЯМИ МАРКОВА С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ

В.А. Будусов, Д.С. Киселев

Научный руководитель – Митрошин А.А. к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Марковские процессы находят широкое применение в различных областях. В большинстве случаев производить необходимые расчеты приходится вручную, что является трудоемкой задачей. Поэтому эти процессы нуждаются в автоматизации. Разработка программных средств облегчит эту задачу и позволит производить расчеты на моделях больших масштабов.

Найти программное обеспечение в открытом доступе для получения необходимых расчетов Марковских процессов достаточно проблематично. В открытом доступе практически нет программных средств, которые бы обеспечивали решение задач, связанных с Марковскими процессами. Функциональных возможностей существующих средств зачастую не достаточно для проведения необходимых расчетов и удобного визуального представления цепи Маркова. Встречается и программное обеспечение, сочетающее в себе и мощный вычислительный инструмент, и визуальное представление модели, но стоимость таких продуктов достаточно высока.

Особую роль для анализа цепей Маркова играет фундаментальная матрица. Для ее расчета необходима единичная матрица, а также матрица финальных вероятностей. Для эргодических цепей Маркова важными характеристиками являются среднее время первого достижения состояния и дисперсия времени первого достижения состояния. Отличием поглощающих цепей Маркова от эргодических является наличие поглощающих состояний, попадая в который процесс остается в нем. Определив фундаментальную матрицу, можно определить среднее число шагов до достижения поглощающего состояния, что является важной характеристикой для анализа рассматриваемой системы.

Для решения задачи расчета важнейших характеристик цепей Маркова с дискретным временем необходима разработка программных средств, вычисляющих миноры, детерминанты, алгебраические дополнения матриц и обеспечивающих решение систем линейных уравнений.

Библиографический список

1. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова – Главная редакция физико-математической литературы «Наука», 1970.
2. Казаков В.А. Введение в теорию Марковских процессов и некоторые радиотехнические задачи. – М., «Сов. радио», 1973.

ОДНОКЛАССОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ SVM-АЛГОРИТМА В ЗАДАЧЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Я.Ю. Пичиенко

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д-р техн. наук, профессор

МИРЭА – Российский технологический университет

В докладе исследуются защитные механизмы в информационной сфере. Одним из таких механизмов является одноклассовая классификация.

Рассматривается одноклассовая классификация на основе SVM-алгоритма и анализируются ее преимущества перед классической. Приводятся примеры, подтверждающие эффективность одноклассовой классификации.

В отличие от многоклассового одноклассовый классификатор способен решать такие проблемы, как:

- достижение необходимой эффективности при анализе близких по структуре данных;
- принадлежность исследуемых данных одновременно к нескольким классам (каждый элемент поочередно проверяется на идентичность к каждому из них) [1].

Одноклассовая классификация с помощью SVM-алгоритма – модификация исходного алгоритма, в которой при моделировании одноклассового классификатора алгоритм фиксирует плотность и определяет экстремумы функции плотности как выбросы.

Основное отличие от стандартного SVM-алгоритма состоит в том, что имеется гиперпараметр, равный соотношению выбросов данных и контролирующей чувствительность опорных векторов.

Оценить качество классификации можно с помощью показателей точности и полноты. Для получения наилучшего классификатора реализуется многократное обучение и тестирование на различных выборках.

С помощью библиотеки машинного обучения в Python scikit-learn можно реализовать одноклассовую SVM-классификацию [3].

Рассматривая одноклассовый классификатор на основе SVM-алгоритма на различных примерах [2], можно прийти к выводу, что одноклассовая классификация с помощью SVM-алгоритма – быстрый способ разработки классификаторов приемлемого качества в сфере информационной безопасности, так как в современном мире обнаружение угроз является одной из наиболее острых проблем сетевых технологий.

Библиографический список

1. Большев А.К., Яновский В.В. Применение нейронных сетей для обнаружения вторжений в компьютерные сети // Вестник Санкт-Петербургского Университета. Сер.10. 2010. Вып.1. С. 129 – 135.
2. Dawson C. Outlier Detection with One-Class SVMs [Электронный ресурс] URL: <https://towardsdatascience.com/outlier-detection-with-one-class-svms-5403a1a1878c> (Дата обращения: 02.05.2020)
3. Sklearn.svm.OneClassSVM [Электронный ресурс] URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.svm.OneClassSVM.html> (Дата обращения: 03.05.2020)

Содержание

Пленарные доклады

В.А. Минаев, А. О. Фаддеев, А. Э. Киракосян. Моделирование региональных различий информационного обмена в социальных сетях	3
Р.А. Исаев. Информационная технология поддержки когнитивного моделирования при управлении сложными социально-экономическими системами	9
А.Г. Борисов, С.А. Голь, В.С. Леушкин, Ю.С. Максимова, С.В. Чернышев. Сенсорные системы в экстремальной робототехнике.....	11

Секция 1

Информационные технологии в социальных и экономических системах

Н.Р.Балабанов. Обзор библиотек нейронных сетей языка Python	19
Л.А. Иванов. Алгоритм определения оптимального места расположения патрулей экстренных служб.....	20
А.А. Столбова. Разработка концепции семантического хайдера для бирж больших данных	21
А.А. Альгашева. Мобильное приложение для сетевых ритейлеров на основе гибридной технологии видеоаналитик.....	22
А.А. Иголина. Автоматизированная система определения оптимального расположения объектов розничной торговли	23
Л.А. Демидова. Аспекты интеллектуального анализа данных в задаче кластеризации временных рядов	24
Д.В. Болдырев. Калибровка скорости оседания эритроцитов.....	25
С.О. Шумова. Использование метода анализа иерархий при выборе профессионального направления подготовки	26
А.В. Кузнецов. Программная реализация способа распределения ресурсов между местами хранения предприятия при соответствующем запросе	29
И.В. Медведкова. Методика кросс-нотационного моделирования как оригинальный подход к проектированию автоматизированных систем	30
И.А. Новичков. Применение искусственного интеллекта для обеспечения безопасности банковских транзакций.....	32
Д.П. Шалашова. Разработка системы отслеживания ошибок для анализа результатов тестирования программного кода	34
А.В. Ломаков. Применение ансамблевых методов для повышения качества классификационных моделей	35
В.А. Минаев, А. В. Корячко, А. В. Симонов. Особенности распознавания экстремистского контента «А.У.Е» в социальных сетях	36
В.А. Минаев, А. В. Корячко, А. О. Фаддеев. Моделирование эволюции экстремистских структур	37
Пылькин А.Н., Е.И. Кокорев, В.Г. Макаров. Использование алгоритма Левенберга-Марквардта при обучении искусственных нейронных сетей для решения задач аппроксимации	39

А.С. Танцев. Применение нейросетевых технологий для решения задач банковской сферы	41
А.А. Новиков. Аналитическая обработка для поддержки ETL-процесса	42

Секция 2

Математические модели в информационных технологиях

Д.А. Курицин, А.С. Попов. Вероятностный подход к выигрышу в лотерею....	45
Е.И. Давыдова. Отбор факторов, влияющих на долю рабочей силы в общей численности населения на основе регрессионного метода исключения.....	47
М.Ю. Сидляр, О.А. Ковалева. Особенности создания STL и OBJ– трехмерных моделей простейших геометрических поверхностей	49
А.С. Прохорцева. Исследование динамической модели гиперболического роста населения	51
М.А. Говрякова. Построение лаговой модели зависимости фактического конечного потребления домашних хозяйств от среднелюшевых расходов населения	52
С.С. Бабиченко. Моделирование кривой Лаффера в зависимости от вида функций спроса и издержек	54
М.С. Таптыгина. Построение модификаций модели Уилсона при различных предположениях о плане поставок и функции изъятия.....	56
П.В. Горшков. Изучение системы разностных уравнений с помощью компьютерных вычислений.....	55
А.В. Земенков. Применения компьютерных вычислений для решения задачи о малом периодическом решении системы дифференциальных уравнений второго порядка	56
В.В. Гавзов. Математическая модель процесса формирования рационального состава технологического оборудования в подвижных мастерских	57
А.В. Васин, Н.Б. Рыбин. Моделирование полупроводниковой гетероструктуры с квантовой ямой, предназначенной для создания оптических излучателей.	58
Н.А. Баскаков, В.Г. Мишустин. Моделирование электрофизических параметров точечного барьерного наноконтакта металл-полупроводник	59
И.Ю. Клочкова. Моделирование движения парашютиста до этапа раскрытия парашюта	60
Р.Н. Ахмадуллин. Моделирование ценообразования с помощью теории игр на примере рынка бытовой техники	62
И.А. Силантьева. Анализ данных по кредитам, предоставленным физическим лицам-резидентам	64
М.А. Мартынова, А.Е. Тетерина. Визуализация разложения функции в ряд Тейлора	66

Секция 3

Телекоммуникационные технологии

Л.В. Аронов. Обратный канал в системе с подводным открытым оптическим каналом передачи видеоинформации	69
П.Н. Сконников. Модификация алгоритма весового суммирования изображений различных спектральных диапазонов для систем телеуправления	70

А.И. Устинова. Исследование влияния структурных помех на радиосистемы передачи информации на основе OFDM	72
А.Д. Семин. Фазовый циркулятор СВЧ-части приема-передающего тракта сантиметрового диапазона	74
Д.Ю. Мамушев. Исследование влияния каналов передачи информации на изменение параметров речевого сигнала	76
В.Т. Дмитриев, В.А. Дынькова. Алгоритм восстановления речевого сигнала по прореженным отсчетам сигнала и его производной на основе представления Хургина-Яковлева	77
Е.В. Васильев, А.А. Степанов. Выбор параметров широкополосных зондирующих сигналов акустических локаторов	79
Ю.О.Мартышина. Разработка модификации алгоритма кодирования MELP с переменной скоростью передачи	80
А.Э. Яковлев. Исследование влияния матрицы канальных коэффициентов на пропускную способность системы MASSIVE MIMO	81
А.В. Батищев, А.А. Лисничук. Разработка алгоритма оптимального выбора зарезервированных тонов OFDM-сигнала	82
М.Ю. Гришунькин. Комплексный алгоритм выделения пауз в речевом сигнале	85
В.В. Половинкин. Эффективность пространственного кодирования Аламоути для нескольких передающих антенн	87
М.И. Краюшина. Анализ атмосферно-оптической линии передачи данных ...	89
Э.А. Бронникова. Разработка алгоритма адаптации кодека речевых сигналов к темпу речи.....	91
М.С.Галстян. Исследование методов адаптации кодеков с переменной скоростью	92
И.Р. Боцман, Е.Р. Цирульникова, Н.В. Цуркан. Рекомендации по использованию кодеков на основе представления Хургина-Яковлева.....	93
П.С. Писака, К. В. Грибко. Обоснование выбора кодера телеметрических радиосигналов изделий ракетно-космической техники	94
Ю.В. Муравьева. Разработка модификации алгоритма кодирования CELP с переменной скоростью передачи	95
П.С. Писака, С.О. Алексенко. Сравнение радиотелеметрических систем видеоконтроля.....	96
М.С. Смирнов. Возможности построения военной когнитивной информационно-телекоммуникационной системы	98

Секция 4

Информационные ресурсы и программно-инструментальные средства

Н.Н. Киндрук. Методика испытаний радиоэлектронных средств на электромагнитную совместимость	100
А.И. Кожанов. Исследование интерфейсов взаимодействия с программно-конфигурируемыми сетями	102
А.М. Фам. Расчет объема ресурсов в GERT-сетях	103
В.П. Корячко, Д.А. Перепелкин, И.Ю. Цыганов. Реализация подхода сетевого слайсинга в программно-конфигурируемых сетях на основе QOS-маршрутов	104

Д.А. Перепелкин, А.Н. Сапрыкин. Разработка системы видеоконференцсвязи на основе современных облачных технологий	106
М.А. Иванчикова, Д.С. Турбина. Предобработка данных для прогнозирования потока абитуриентов по направлениям подготовки высшего образования .	108
А.В. Горкин. Программное обеспечение сбора статистики и анализа структур программ на языке Java	110
А.А. Жильников, Т.А. Жильников. Разработка автоматизированной информационной системы учета и контроля трудоемкости педагогических работников высших учебных заведений	111
П.А. Чистяков. Парсинг как способ сбора данных из открытых источников	113
Ю.Б. Щенёва, В.В. Гавзов. Программный алгоритм моделирования процесса формирования оптимального состава технологического оборудования в подвижных средствах ремонта.....	115
М.С. Асташкин, П.А. Агафонов. Разработка обучающего веб-курса по фреймворку Django с реализацией серверной части на Python	116
И.Г. Паненков. Моделирование теплопроводности стержня.....	117
Е.А. Благодаров. Анализ особенностей контроллеров программно-конфигурируемых сетей	118
Д.Л. Лобовиков. Стандарты связи в системе Интернета вещей	120
А.С. Чернобровкина, В.Г. Литвинов. Особенности моделирования вольт-амперных характеристик полупроводниковых барьерных структур для идентификации механизмов токопрохождения.....	121
М.Ф. Мантя, В.Г. Мишустин, В.В. Гудзев. Алгоритм обработки данных модифицированного времяпролетного метода.....	122
Д.Р. Назимов, В.Г. Мишустин. Метод CELIV для исследования неупорядоченных полупроводников и моделирования электрофизических характеристик барьерных структур на их основе	124
А.С. Нюхова, В.Г. Литвинов. Особенности моделирования релаксации тока в полупроводниковых барьерных структурах с глубокими центрами	125
А.Ю. Судакова, Н.В. Вишняков, Е.С. Трофимов. Получение спектральной зависимости квантовой эффективности НИТ-структуры в программной среде AFORS-NEТ	126
Я.С. Шипилов, А.В. Ермачихин, В.В. Гудзев. Структура программного обеспечения комплекса для измерения параметров глубоких центров.....	128
Д.С. Киселев, В.А. Будусов. Разработка информационной системы имитации действий пользователя для тестирования графического интерфейса веб-приложения.....	130
А.В. Кантышева, Д.Е. Григоров. Оптимальное построение отказоустойчивого кластера с избыточной сетевой архитектурой	131
Е.Б. Кузин. Переход на использование отечественного офисного программного обеспечения в академии ФСИН России	133
И.Г. Осин. Методы и технологии анализа BIG DATA	135
А.В. Андросов. Проектирование сетевых развязок.....	136
Д.А. Перепелкин, А.З. Нгуен. Применение GERT-сетей для планирования проектов с функционально зависимыми случайными операциями	139
Д.А. Перепелкин, А.З. Нгуен. Математическая модель телекоммуникационных каналов с функционально зависимыми контрольными операциями	140

Секция 5

Технологии искусственного интеллекта в проектировании

К.Г. Шитова. Интеллектуальная система подбора кредитных продуктов ...	143
Т.А. Фетисова, С.В. Скворцов. Влияние оператора Кроссингвера на эффективность многопоточного генетического алгоритма	144
П.С. Киреев. Средства автоматизированной генерации электронных таблиц уникальной структуры	146
В.Г. Соколов. Интеллектуальный мониторинг подземных коммуникаций корреляционным методом.....	148
А.С. Субботкина. Системы автоматизированного проектирования для моделирования блока коммутации бортовой радиолокационной станции «БАРС»	150
М.А. Лащилин, Е.В. Селиванов. Основные модели машинного обучения в финансово-банковской сфере.....	152
П.А. Салынов. Особенности реализации обучения с подкреплением.....	154
Е.С. Сеницына. Особенности применения САПР Altium Designer при разработке и подготовке производства многослойных печатных плат.....	156
А.Р. Белов. Предиктивная загрузка модулей веб-приложения	158
И.А. Цепулин. Разработка системы доступа и обработки данных на основе технологии клиент-сервер	159
Т.М. Невдах. Технология построения базы данных характеристик литосферных геодформационных процессов в литосфере Земли	160
В.И.Потапов. Запрещенные фигуры в проектировании конструкций электронных модулей.....	162
С.В. Засимов. Свёрточные нейронные сети и их применение в банковском деле.....	164
Н.С. Лебедева. Автоматизация конструкторского проектирования электро-вычислительных средств на этапе компоновки узлов	165
Г.А. Альгашев. Реконструкция изображений с использованием свёрточной генеративно-состязательной сети	166
И.С. Лебедева. Метод расчета весовых коэффициентов в модели автоматизированного распределения вакансий на основе компетентностного подхода	168
И.М. Куликовских, С.А. Прохоров. Повышение жизнеустойчивости систем машинного обучения к вредоносным атакам	170
А. Р. Плаксина. Трассировка печатных плат в САПР Topological Router (TopoR) при проектировании радиоэлектронной аппаратуры	171
Ю.С. Морозова. Анализ вариантов расширения функциональных возможностей многомерной трассировки	172
И.А. Музюкин. Основные принципы разработки модифицированного генетического поиска для решения задачи компоновки.....	174
И.Г. Осин. Нейронные сети и современные области их применения.....	175
К.В. Шульгин. Автоматизация процесса составления расписания в учебном заведении	176
М.А. Бакулева, А.М. Струков. Исследование средств параллельной реализации метода каскадов на языке Java	178

А.В. Бакулев, М.А. Бакулева, А.М. Струков. Гибридный подход к реализации каскадного метода проектирования сложных логических схем в параллельной парадигме	180
--	-----

Секция 6

Информационные системы и процессы

С.А. Павлова. Возможности автоматизации проведения психологических исследований	183
А.А. Корнеев, А.В. Ермачихин, В.Г. Литвинов. Использование систем оповещения при проведении экспериментов на измерительно-аналитических комплексах.....	185
А.П. Сальников. Программная система для конфигурации информационных сайтов.....	187
О.Л. Желтиков. Реализация функций повтора и отмены действий пользователя в графическом редакторе	187
К.Ю. Коноплич. Совершенствование модуля управления грузоперевозками предприятия на базе Microsoft Dynamics Ax	188
А.А. Булойчик. Специфика выбора и внедрения CRM-решений на предприятии автобизнеса	189
А.В. Свирновский. Обзор архитектуры Apache Airflow	190
А.В. Свирновский. Ключевые концепции Apache Spark	192
Т.Ю. Голиков. Графическое шифрование электронных сообщений на основе QR-кодирования	194
Р.М. Ганеев. Разработка автоматизированной системы выявления фейковых аккаунтов в социальных сетях.....	195
Д.В. Батаев. Автоматизированная система извлечения и суммаризации текстовой информации из открытых источников	196
О.К. Головин. Федеративный подход к интеграции и верификации данных для интеллектуальных транспортных систем нового поколения	197
Е.В. Сидорова. Программный инструмент прогнозирования нештатных ситуаций для мониторинговых систем ситуационных центров	199
А.А. Чернова. Система электронного документооборота с элементами поддержки принятия решений для ведения делопроизводства в организации	201
Р.В. Ярмов. Мобильное приложение для помощи водителю в процессе управления автотранспортным средством на основе нейросетевого анализа видеопотока	202
Яковлев Н.В. Применение игровых контроллеров с датчиками движения...	203
В.В. Чистотин. Информационная система кадрового обеспечения проектов в сфере информационных технологий.....	204
А.А. Балабанов, А.Н. Пылькин. Исследование процесса рендеринга web-страницы на экране	205
С.А. Новиков. К вопросу применимости программируемых интегральных логических схем в задачах обработки и распознавания изображений.....	205
А.В. Пчелкин. Видеосистемы сопровождения подвижных объектов.....	207
Гуськов П.А. Описание метода обнаружения объектов на изображении на примере модели TinyYOLOv2.....	209

Секция 7

Обработка изображений в системах управления

П.Н. Сконников, Д.В. Трофимов. Применение искусственных нейронных сетей для распознавания объектов на фоне неба	212
М.Д. Ершов. Применение алгоритмов слежения для повышения качества обнаружения объектов	213
А.Ю. Овчинников, С.Е. Корепанов. Автоматическое слежение за объектом в сложных условиях наблюдения	215
А.В. Михина, В.М. Строев. Повышение эффективности способа обработки изображений для выделения движущихся объектов на сложном фоне	216
И.Е. Евтеев. Моделирование работы системы технического зрения со структурированным освещением	218
А. А. Исаев. Обзор разновидностей метода управления с прогнозирующими моделями воздушным манипулятором	220
А.С. Ушанов. Исследование алгоритмов обнаружения объектов в многопозиционной системе приемников	222
А.И. Бобиков, Т.С. Бубнова. Иммунный ПИ-ПД регулятор для неустойчивых объектов управления с запаздыванием	224
К.А. Верхов. Обнаружение объектов на изображении с использованием машинного обучения	226
Е.В. Слонов. Оценка погрешности определения местоположения объекта комплексированным алгоритмом	227
О.Н. Буркина, А.И. Римар. Цифровое управление уровнем жидкости в двух связанных сферических резервуарах	229
М.А. Смирнов. Разработка алгоритма определения дальности до объекта для стереосистемы	231
Д.М. Сахаров. Выбор средства обнаружения антропометрических точек для автоматического анализа микровыражений лица	232
Ершов М.Д., Смирнов С. А., Стротов В.В. Разработка алгоритмического обеспечения для системы транспортной видеоаналитики	233
Д.В. Ловкин, С.Е. Корепанов. Слежение за объектом с использованием метода, основанного на вычислении оптического потока	235
Е.Н. Люфт. Анализ многокомпонентных структур на примере двумерных профилей	237
С.Е. Школин. Методы анализа текстуры поверхностей с целью их классификации	238
Ю.Р. Алланазарова. Исследование способов двумерной интерполяции массива значений целевой функции в корреляционно-экстремальных алгоритмах слежения за объектами в последовательности изображений ...	240
М.Ю. Яблоков. Стабилизация уровней и формы канальных импульсов матричных фотоприемников	242
Ю.И. Баранова. Разработка алгоритма распознавания дорожных знаков для системы видеоаналитики	243

Секция 8

Геоинформационные технологии

Н.А. Кононенко. Разработка геоинформационной системы «Красная книга Самарской области»	245
Е.В. Чекина. Эвристический метод построения маршрутов беспилотных летательных аппаратов в среде геоинформационной системы ITSGIS.....	246
М.М. Егин. Алгоритм получения мозаичных изображений, с использованием RPC-полиномов	247
К.М. Бондарь. Пути интеграции геоинформационных систем для аналитического обеспечения раскрытия и расследования преступлений ...	248
Н.А. Егошкин. Коррекция расфокусировки мультиспектральных изображений Земли.....	249
В.А. Еремеев. Анализ алгоритмов контрастирования изображений от космических систем наблюдения земли	250
В.А. Еремеев, А.А. Макаренков. Объединение видеоинформации от различных систем космического наблюдения земли	252
С.М. Ларионов, А.А. Макаренков. Разбиение гиперспектральных снимков поверхности земли на отдельные смысловые области	253
А.С. Рыжиков. Организация многосерверной обработки данных ДЗЗ	255
А.С. Рыжиков. Проектный облик технологии автоматического создания банка абрисов.....	256
Н.А. Райков. Анализ алгоритма преобразования цифровой модели местности в цифровую модель рельефа	257
А.М. Кочергин, С.А. Ларюков. Организация обработки спутниковых снимков высокого пространственного разрешения в картографическом Web-сервисе.....	259

Секция 9

Информационные технологии в промышленности

Д.В.Плотников, А.В.Богатов. Оптимизация процесса гравировки изображений с помощью искусственного интеллекта.....	261
Т.М. Торопов. Расчет глушения скважины при ГНВП в среде Delphi	262
А.В.Богатов, Д.В.Плотников. Разработка стенда, обеспечивающего функционирование программного обеспечения системы управления зенитно-ракетного комплекса ближнего действия.....	264
Н.В. Бодров, М.М Еремин. Особенности выбора SCADA-системы.....	265
М.М. Еремин, Н.В. Бодров. Использование BUILDROOT для создания образа ОС на базе LINUX.....	266
Н.Ю. Залукаева. Перспективы применения информационных технологий для решения вопросов поиска поставщика энергоресурсов	267
Е.С. Клыкова. Создание макроса по срокам ремонта оборудования для неограниченного промысла	269
П.А. Добрынин. Повышение надежности электрической распределительной сети напряжением 10 кВ с помощью организации дополнительного АВР с использованием реклоузеров.....	271
И. И. Сураков. Макрос подбора УЭЦН	273

А.В. Куликова. Анализ схемы обращения с ТКО на основе методов теории графов	275
О.В. Хмель, В.М. Голунова, В.О. Жиров. Интегрированное мобильное приложение Power APPS для управления грузопотоками в ERP-системе Microsoft Dynamics AX	277
В.М. Голунова, О.В. Хмель, В.О. Жиров. Автоматизация процессов управления складом в ERP-системе Microsoft Dynamics Ax посредством Microsoft Power Automate.....	278

Секция 10

Космические информационные технологии

В.А. Трубин. Разработка графического интерфейса подсистемы поиска застраиваемых территорий на мультиспектральных снимках спутника LANDSAT 5	280
Н.В. Макарова, А.И. Таганов, М.И. Цыцына. Процесс формирования требований к функциональной надежности и риску критически важных информационных систем	281
К.В. Анисимов. Оценка возможности управления стабилизацией наноспутника на основе нечеткой логики	283
А.В. Бендарский, О.А. Бодров. Обработка данных на основе вейвлет-преобразования в полях Галуа	285
Е.В. Тишковец. Анализ существующих решений задачи увеличения разрешения изображений на основе сверточных нейронных сетей.....	286
Д.И. Лбов О.А. Бодров. Применение генетических алгоритмов для синтеза кодовых последовательностей спутниковых систем передачи информации	288
Н.В. Куликов. Текстовый язык разработки онтологии на основе методологии IDEF5.	289
Г.С. Никоноров. Технологии коррекции изображений, искаженных атмосферой	291
И.А. Музюкин. Разработка прототипа программного обеспечения компоновки модулей электронных средств с использованием параллельного генетического алгоритма	293
И.А. Музюкин. Интерфейс программного обеспечения компоновки модулей электронных средств с использованием островной модели генетического алгоритма.....	294
А. О. Михайлин Разработка алгоритма определения пауз речи для систем идентификации диктора.....	295
В.А. Будусов , Д.С. Киселев Разработка программных средств для работы с цепями Маркова с дискретным временем.....	296
Я.Ю. Пичиенко Одноклассовая классификация на основе SVM-алгоритма в задаче информационной безопасности	296

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2020

XXV ЮБИЛЕЙНАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции

Подписано в печать 30.10.19. Формат 60х84/16

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 19,375

Тираж 200 экз. Заказ № 1854

Компьютерный дизайн: Бакулев А.В.

Компьютерная верстка: Бакулева М.А., Алексеев А.А., Шаронов Д.,
Григорьев Д., Осин С.

Отпечатано в типографии Book Jet
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д.18

Сайт: <http://bookjet.ru>

Почта: info@bookjet.ru

Тел.: +7(4912)-466-151

ISBN 978-5-907400-01-6





КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ (САПР ВС)

Кафедра САПР ВС осуществляет подготовку бакалавров и магистров по направлениям 11.03.03 (11.04.03) «Конструирование и технология электронных средств» и 09.03.01 (09.04.01) «Информатика и вычислительная техника».

По направлению 11.03.03 (11.04.03) подготовка ведется по двум профилям (специальностям) «Информационные технологии конструирования электронных средств» и «Конструирование и технология электронно-вычислительных средств», а по направлению 09.03.01 (09.04.01) - по профилю «Системы автоматизированного проектирования».

Выпускники кафедры, получившие дипломы инженера или магистра, имеют возможность продолжить обучение в аспирантуре с целью подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

На кафедре работают 5 профессоров, докторов технических наук и 16 доцентов, кандидатов технических наук.

Выпускники кафедры работают в IT-компаниях на предприятиях оборонно-промышленного комплекса; на предприятиях радиоэлектронной промышленности; в организациях среднего и малого бизнеса, занимающихся разработкой, созданием и эксплуатацией вычислительной и цифровой аппаратуры; на предприятиях сотовой связи; в банках и коммерческих структурах; в научно-исследовательских организациях Рязани, Москвы, Подмосквья и других регионов России.

<http://sapr.rsreu.ru>



<http://nit.rsreu.ru>

