

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

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2024

XXXIX ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции



С 2019 года конференция проводится при поддержке
Блока Технологии Сбера и АО «СберТех»



Рязань 2024

УДК 681.512.001.56:6 21.37.39

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. ИП Коняхин А.В., 2024 г - 260 с.

ISBN 978-5-907811-70-6 (том 2)

ISBN 978-5-907811-68-3

Сборник включает материалы XXIX 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.

Программный комитет:

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

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

Бабаян П.В. – заведующий кафедрой АИТУ РГРТУ, к.т.н., доцент;

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

Гостин А.М. – директор ЦНИТ РГРТУ, к.т.н., доцент;

Дмитриев В.Т. – зав. кафедрой РУС РГРТУ, д.т.н., доцент;

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

Жуков Д.О. – профессор РТУ МИРЭА, д.т.н., профессор;

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

Ленков М.В. – заведующий кафедрой АИТП РГРТУ, к.т.н., доцент;

Новиков А.И. – профессор кафедры ВМ РГРТУ, д.т.н., доцент;

Овечкин Г.В. – заведующий кафедрой ВПМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Скворцов С.В. – профессор кафедры САПР ВС РГРТУ, д.т.н., профессор;

Стружанцев А.И. – руководитель регионального офиса АО «Сбербанк-Технологии»;

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

Секретари: Периго Н.Б.

Кошелева М.С.

ISBN 978-5-907811-70-6 (том 2)

ISBN 978-5-907811-68-3

© Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, 2024

© ИП Коняхин А.В., 2024

**Секция 5. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В ПРОЕКТИРОВАНИИ**

**РАСШИРЕННЫЙ СОСТАВ СВОЙСТВ УЧЕБНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

П.О. Ахремчик

Научный руководитель – Кузин П.К. к.т.н., доцент

Тверской государственный технический университет

Средства проектирования электронных устройств (в англоязычной терминологии EDA системы) при переходе в класс интеллектуальных систем требуют рассмотрения иерархического представления с привлечением методов онтологического инжиниринга. Доклад посвящен выделению базовых и дополнительных функциональных свойств в описании средств учебного проектирования электронных устройств. Объектом исследования являются программные продукты класса EDA для разработки технического обеспечения управляющих систем.

Анализ опыта работы в импортных системах Multisim, Proteus, Quartus, а также в отечественной среде DeltaDesign показывает, что для реализации функционала средства проектирования электронных устройств использует: базу данных компонентов; эмулятор схем для тестирования; приложение для разработки печатной платы; графический редактор. В целом средство проектирования применяется для конструкторского проектирования, расчета и моделирования работы устройства, формирования отчетов и документации. Программная система моделирования, входящая в состав средства, имитирует работу устройств с возможностью имитации контроля параметров виртуальными измерительными приборами [1].

Представление об электронных компонентах в ходе проектирования организуется на основе таксономии, определяющей: название базы данных, в которой хранятся данные о компонентах; название группы, к которой принадлежит элемент; название семейства, к которому принадлежит данный элемент; название компонента; графическое обозначение (ANSI или DIN), отображающее элемент на схеме; назначение компонента; сведения об изготовителе, номере и типе компонента.

В ходе разработки устройств применяется программная реализация алгоритма SPICE с возможностью настройки параметров элементов. Во всех средствах компьютерного проектирования, включая учебные, для моделирования работы электронного устройства библиотеку элементов необходимо дополнять описанием функций на языках типа VHDL, которое позволяет получать список соединений. Подобные описания для элементной базы отечественных производителей (кроме элементов АО «Миландр») в учебных САПР отсутствуют.

Возможность создания программ функционирования микроконтроллера и прошивки для программируемой логической матрицы имеется не во всех средствах проектирования, но именно это свойство является важным с точки зрения учебного проектирования, позволяющим представить единство программного и аппаратного обеспечений.

Основные свойства средств проектирования характеризуют состав получаемых при проектировании продуктов: результаты моделирования схемотехнической реализации устройства; комплект конструкторской документации в виде принципиальной электрической схемы, перечня элементов, ведомостей покупных изделий и чертежей

печатной платы. В ходе учебного проектирования при разработке документации создаются три ветви: «Схема», «Плата», «Габаритный чертеж» [2].

В учебных средствах проектирования целесообразно в качестве дополнительного свойства предлагать возможность получения 3D представления платы и компоновку в составе прибора. В рассмотренных средствах проектирования рассматриваются три уровня представления устройств: схемный, логический и визуальный [3]. На схемном уровне представляется схема (либо набор компонентов, которые используются при выполнении лабораторной работы), а на визуальном уровне отображаются изображения измерительных приборов.

Базовым свойством средств проектирования является множество поддерживаемых форматов. Представление в форматах для непосредственного изготовления в учебных средствах неважно из-за отсутствия в большинстве вузов производственных линий. Зато важным свойством является формат файлов для обмена данными с другими САПР. Например, в ряде средств передача анализуется с помощью XML [3]. Многие средства реализуют экспорт в PDF-файлы для получения комплекта документации. Список компонентов можно экспортировать в форматах XLS и CSV. Схемы и изображения могут быть импортированы из форматов DXF.

В последнее время используются при проектировании средства визуализации данных с представлением 3D изображений. Автоматически обеспечивается трансформация конструкторских документов в файлы, описывающие перемещение сверла в ходе изготовления. Это обуславливает появление дополнительных свойств - наличие на поле чертежа символов для отверстий и привязок их к правилам разводки платы и условным графическим обозначениям.

Методическое и информационное обеспечения учебного средства проектирования электронных устройств дополняется словарем основных терминов. Цикл учебного проектирования электронных устройств включает: использование и дополнение базы данных компонентов; разработку принципиальных электрических схем; моделирование работы устройств; размещение электронных компонентов на наружных слоях печатной платы и проектирование сети электрических соединений (печатных проводников, межслойных переходов) в соответствии с заданной электрической схемой и правилами проектирования структуры печатного монтажа; выпуск конструкторской документации в соответствии с ГОСТ; получение 3D вида платы; оформление документации, в том числе необходимой для производственных линий; составление перечня закупаемых изделий и материалов.

Библиографический список

1. Ищук А.А., Оболонин И.А. Схемотехническое моделирование в среде Multisim: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2024. – 124 с.
2. Чекманова А. Практические приёмы эффективной работы в САПР Delta Design // Современная электроника. – 2023. – №3. С.8–10
3. Зайченко Т.Н., Дмитриев В.М., Ганджа Т.В. Организация учебного компьютерного эксперимента в системе многоуровневого моделирования MAPS // Доклады ТУСУР. – 2023. – Т. 26, № 4. – С. 84–88. DOI: 10.21293/1818-0442-2023-26-4-84-88

ГЕНЕРАТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Е.И. Бавбель

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В статье обсуждается, как использовать генеративный дизайн для оптимизации конструкций беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и различных методов оценки генеративной политики. Одна из проблем генеративного подхода в проектировании – оптимизация и контроль всех возможных решений, которые заведомо включены в так называемое «дизайн-пространство». Оптимизация конструкций БПЛА позволяет автоматически улучшить характеристики БПЛА. Наглядно метод оценки генеративного дизайна демонстрируется с учетом нескольких тематических исследований непосредственно из аэрокосмических направлений. Автором предлагается объяснение рабочего процесса и возможностей генеративного метода и алгоритмов для предоставления ряда потенциальных решений для статической задачи структурного проектирования.

Генеративный дизайн представляет собой комбинацию компьютерных алгоритмов, которые стремятся удовлетворить заданному набору граничных условий. Критериями проектирования всегда будут снижение веса и улучшение нагрузок напряжения что позволит оптимизировать характеристики БПЛА [1].

Во время разработки проектов инженеры и дизайнеры сталкиваются с проблемой оптимизации процессов, участвующих в их разработке, с целью снижения стоимости конечного продукта. Хотя традиционный дизайн достиг значительного сокращения с появлением 3D-печати, он по-прежнему имеет некоторые уникальные преимущества и аспекты, которые делают его важным в современном мире. Вместе с тем высокие затраты и время обработки при традиционном дизайне существенно влияют на отрасль беспилотных летательных аппаратов. Опыт проектирования показывает, что многие ручные задачи больше не должны выполняться непосредственно людьми поскольку многие из этих задач подвергают риску физической целостности. При разработке профиля крыла БПЛА целесообразно применение генеративного дизайна, который благодаря использованию искусственного интеллекта представляет собой отличный инструмент при оптимизации и генерации нескольких вариантов дизайна, поиске сокращения затрат, времени и использования альтернативных материалов. Изменения посредством креативного дизайна предполагает, что как только разработчик создает грубый концептуальный дизайн, а затем вводит концептуальный дизайн в систему генеративного дизайна, компьютер предоставляет базовую форму дизайна. После того, как искусственный интеллект представляет несколько дизайнов, проектировщики выбирают подходящий и желаемый. Затем искусственный интеллект выдвигает оптимальное предложение по материалу с учетом его функции и экономики. Проектировщик рассматривает эту альтернативу. После обзора дизайнера компьютер выдвигает окончательное предложение. Большая часть дизайна выполняется искусственным интеллектом [1–4].

Генеративный дизайн выделяется как метод исследования дизайна, включающий параметрическое изменение геометрии дизайна для оценки выходных характеристик.

Процесс генеративного дизайна охватывает четыре этапа:

- установка параметров и целей дизайна;

- создание проектов посредством оптимизации топологии с различными параметрами;
- изучение вариантов, итерация и выбор оптимального дизайна;
- использование методов 3D-печати.

На рисунке представлена подробная методология генеративного дизайна, которая включает в себя пошаговую алгоритмическую ветвь, в соответствии с которой происходит этот процесс проектирования.

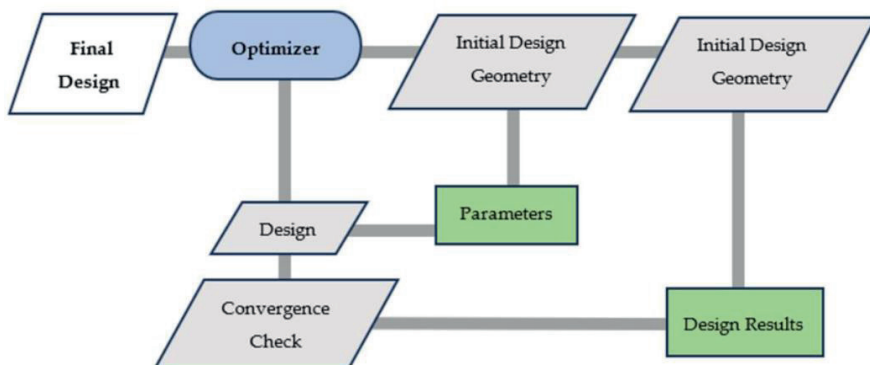


Рисунок 1 – Системный процесс генеративного проектирования

Процесс генеративного дизайна может осуществляться «вручную» или с помощью программного обеспечения, которое автоматизирует процесс. Технология генеративного дизайна может использовать различные алгоритмы, такие как эволюционные алгоритмы, алгоритмы роевого интеллекта или искусственные нейронные сети, для генерации вариантов дизайна. Инженеры-конструкторы могут изучить различные варианты и выбрать те, которые обладают наибольшим потенциалом, после чего они могут их модифицировать и улучшить.

Инструменты генеративного дизайна, которые могли бы полагаться на решение CFD в реальном времени, продемонстрировали бы явное преимущество работы над одновременным исследованием новых форм и их моделированием. Таким образом, процесс исследования дизайна может решать сложные задачи и обеспечивать ускоренные сроки проектирования, что невысказимо при традиционных процессах [3].

Существует несколько проблем проектирования, влияющих на проектирование БПЛА. БПЛА имеют ограниченную грузоподъемность, и большая ее часть должна быть отведена для источника питания (например, аккумулятора). Это означает, что вес аэродинамической конструкции должен быть сведен к минимуму, чтобы максимизировать вес, доступный для источника питания. Поэтому цели проектирования включают легкие детали, предусматривая при этом технологические конструкции [3].

Генеративный дизайн может использоваться для проектирования БПЛА с аэродинамической оптимизацией. Алгоритмы генеративного дизайна могут исследовать широкий спектр вариантов и находить наиболее аэродинамически эффективную форму для БПЛА. Это может помочь уменьшить сопротивление и увеличить общую автономность транспортного средства. Пример использования

показывает аэродинамическую оптимизацию БПЛА с точки зрения увеличения его аэродинамического отношения.

Генеративный дизайн имеет потенциал для полной модификации всего рабочего процесса проектирования. Поскольку этот процесс, который автоматически преобразует требования в геометрию на основе предоставленных ограничений, инженер может сосредоточиться на задаче изучения представленных проектов. Кроме того, инструменты генеративного дизайна могут учитывать такие переменные, как производственный процесс, затраты на разработку и планирование. Таким образом, избегаются итерационные циклы между различными отделами, что сокращает время и стоимость разработки продукта.

Генеративное проектирование и анализ характеристик БПЛА – это комплексные процессы, использующие современные вычислительные методы и технологии. Применение этих методов позволяет значительно ускорить процесс разработки и повысить эффективность, повышая эксплуатационные характеристики и надежность БПЛА. Эффективное взаимодействие между проектированием, испытаниями и анализом является ключом к созданию высококачественных и конкурентоспособных беспилотных летательных средств.

Библиографический список

1. C. Hyunjin, A Study on Application of Generative Design System in Manufacturing Process, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., vol. 727, p. 012011, ene. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/727/1/012011.

2. Oh, S.; Jung, Y.; Kim, S.; Lee, I.; Kang, N. Deep Generative Design: Integration of Topology Optimization and Generative Models. J. Mech. Des. 2019, 141, 111405

3. Balaji, K.; Babu, V.; Sulthan, S. Design and Development of Multipurpose Agriculture Drone Using Lightweight Materials. SAE Int. J. Aerosp. 2022, 16, 177–183.

4. Алексеев, В. Ф. Оценка облаков точек БПЛА с помощью искусственного интеллекта / В. Ф. Алексеев, Е. И. Бавбель // BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции, Минск, 13 марта 2024 г. : в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2024. – С. 12–18.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Ф.И. Башкин

Научный руководитель – Скворцов С.В. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Современное образование сталкивается с серьезными проблемами, среди которых особенно выделяется нехватка педагогических кадров и необходимость в адаптируемом обучении. Увеличение количества учащихся, диверсификация образовательных стилей и учёт индивидуальных потребностей учащихся ставят перед системой образования задачи, решением которых может стать комплекс программ на основе нейронных сетей, позволяющих создать “виртуального” учителя. Разрабатываемая программа поможет компенсировать нехватку педагогов, обеспечивая каждому ученику персонализированное обучение, соответствующее его индивидуальным потребностям и стилю восприятия информации.

Функционал программной системы должна позволять вести занятия с помощью синтеза речи и визуализации, представляющей собой изображение учителя. Программа должна быть способна воспроизвести опыт реального обучения, адаптируя содержание и методы преподавания под нужды студентов. Данная задача требует интеграции нейронных сетей и алгоритмов обработки естественного языка.

Использование технологий текст-в-речь (TTS) позволяет "виртуальному" учителю "говорить" с учащимися. Нейронные сети Tacotron и WaveNet должны обеспечить естественность и выразительность синтезируемой речи. Эти алгоритмы анализируют текстовые данные и создают звуковую дорожку, что позволяет улучшить восприятие информации.

Функционал "виртуального" учителя должен использовать технологии генерации изображений GAN (Generative Adversarial Networks). Это позволит создать визуальный облик учителя, который будет адаптироваться в зависимости от контекста урока, настроения учащихся и других факторов.

Для персонализации процесса обучения будут использованы алгоритмы машинного обучения, которые будут адаптировать учебный контент. Система должна анализировать успехи студентов через их взаимодействие с тестами и заданиями, а затем корректировать сложность материала.

Нейронные сети будут использованы для обработки больших объемов данных о ходе обучения и выявлять наиболее эффективные стратегии. Программа будет использовать рекуррентные нейронные сети (RNN) для анализа временных рядов успеваемости студентов и выявления тенденций.

На основе анализа, программа будет автоматически подстраивать учебный план под каждого студента, предлагая дополнительные материалы или изменяя темп преподавания.

Важно, чтобы виртуальный учитель не просто передавал материал, но и считывал реакции студентов. Использование технологий распознавания лиц и анализа настроения через нейронные сети позволит системе адаптировать свои методы общения в зависимости от эмоционального и психологического состояния учащихся.

ПРОГРАММА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Д.А. Борзых

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современном мире системы мониторинга инженерных конструкций становятся неотъемлемой частью управления безопасностью и надежностью различных объектов. Системы мониторинга инженерных конструкций – система мониторинга инженерных (несущих) конструкций, опасных природных процессов и явлений, осуществляющая в режиме реального времени контроль изменения состояния оснований, несущих конструкций зданий и сооружений в зоне строительства и эксплуатации объекта мониторинга с целью предупреждения чрезвычайных ситуаций. Системы мониторинга инженерных конструкций играют критически важную роль в обеспечении безопасности, функциональности и долговечности особо важных сооружений. К таким сооружениям могут относиться: мосты, жилые здания, заводские сооружения и т.д. Системы мониторинга инженерных конструкций состоят из нескольких ключевых

компонентов, каждый из которых играет важную роль в обеспечении эффективного сбора и анализа данных.

1. Датчики. Системы используют различные датчики для сбора данных в режиме реального времени. Используются следующие основные виды датчиков:

- Датчики измерения угла наклона (инклинометры и др.), позволяющие измерять угол наклона несущих конструкций в двух плоскостях.

- Датчики вибрации (акселерометры) для выявления аномальных колебаний, которые могут указывать на структурные проблемы.

- Датчики температуры и влажности применяют для контроля стабильности параметров окружающей среды и условий эксплуатации конструкций из древесины и других материалов.

- Датчики деформации для измерения изменений в форме или размере конструкций, что может указывать на их ослабление или повреждение.

2. Системы передачи данных. После сбора данных датчики передают информацию на центральный сервер или в облачное хранилище. Для передачи данных зачастую используются проводные решения.

3. Центральный сервер или облачное хранилище. Здесь происходит обработка, хранение и анализ полученных данных. В зависимости от объема и сложности данных, может использоваться локальный сервер или облачные решения, которые обеспечивают масштабируемость и доступность данных.

4. Программное обеспечение для обработки данных. Это специализированные программы, которые позволяют анализировать собранные данные, визуализировать их и генерировать отчеты.

Планируется разработать программу, осуществляющую сбор и обработку данных, получаемых с датчиков системы мониторинга инженерных конструкций. Данные планируется получать с датчиков измерения угла наклона, так как они являются наиболее распространенными в СМИК.

Основные требования, предъявляемые к программе:

1. Получение данных с датчиков измерения угла наклона.

2. Выявление критических значений и оповещения пользователя

3. Сохранение полученной информации в базе данных.

4. Визуализация полученных данных в удобном для пользователя виде, с явным выделением критических значений.

5. Ведение записей о событиях в системе.

Разработку планируется производить на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring. Основной вид датчиков для получения информации – инклинометр цифровой. Данные с датчиков планируется получать в режиме реального времени через COM-порт, обрабатываются программой и сохраняются в БД для возможности последующего доступа. Планируется разработать программу для установки возможной установки на сервер, а также реализовать эргономичный интерфейс пользователя. В перспективе возможно внедрение технологии искусственного интеллекта, которая будет способна самостоятельно принимать решения на основе собранных данных, что позволит повысить эффективность предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Программа сбора и обработки данных является неотъемлемой частью системы мониторинга инженерных конструкций, позволяющей специалистам осуществлять постоянный контроль за состоянием объектов и оперативно реагировать на любые изменения. Она обеспечивает надежный контроль за состоянием объектов, помогает своевременно выявлять проблемы и принимать меры для их устранения, что

способствует повышению безопасности и долговечности сооружений. В условиях современного строительства и эксплуатации инфраструктуры внедрение таких программ становится необходимым шагом для обеспечения надежности и устойчивости инженерных решений.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

С.Н. Бурцева

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В условиях стремительного роста объёмов данных, поступающих из различных источников, необходимость в эффективных методах их обработки и визуализации становится все более актуальной. Телеметрическая информация, получаемая от датчиков, систем мониторинга и других устройств, требует специализированных инструментов для её анализа и интерпретации. Неправильная интерпретация данных может привести к ошибочным решениям, что в свою очередь может негативно связаться на безопасности и эффективности работы систем.

В данной работе рассматривается проблема, связанная с тем, что существующие инструменты часто не поддерживают различные форматы данных или требуют значительных усилий для интеграции, а ручной анализ данных может быть трудоёмким и подвержен ошибкам. Без надлежащих инструментов визуализации пользователю сложно извлекать инсайты из сложных наборов данных.

Основной целью данной разработки является создание программного обеспечения, которое будет иметь: эффективную графическую визуализацию телеметрической информации, интуитивно понятный интерфейс для пользователей с различным уровнем подготовки, возможность поддержки внедряемых форматов данных.

Модуль будет разработан с использованием высокоуровневого языка программирования C++ в среде разработки Qt Creator. Qt позволяет создавать приложения, которые могут работать на различных операционных системах с минимальными изменениями в коде, предлагает богатый набор инструментов для создания графических пользовательских интерфейсов и анимации. В ходе разработки планируется создание динамически загружаемых библиотек (DLL), которые позволяют модулю работать с различными форматами входных файлов. Модуль будет включать разнообразные инструменты для работы с графиками, в нём пользователи смогут настраивать параметры отображения в зависимости от своих нужд. Для обеспечения удобства работы будет разработан интуитивно понятный интерфейс, который позволит пользователям легко взаимодействовать с модулем и настраивать параметры визуализации.

Уникальность данного модуля заключается в его способности к мультиформатной поддержке и адаптивности. Это позволит использовать его в различных отраслях – от авиации до здравоохранения.

Разработка данного программного модуля позволит упростить процесс анализа телеметрических данных, повысить эффективность принятия решений на основе получения информации, обеспечить гибкость и адаптивность решения под различные задачи и сферы применения.

Таким образом, в условиях современного мира, учитывая рост разнообразия форматов, важно иметь решение в виде эффективного инструмента для работы с телеметрической информацией, которое будет адаптироваться под современные требования пользователей.

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА С ПОМОЩЬЮ TESSERACT OCR, ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА ОТ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

И.А. Ветринцев

Научный руководитель – Чесноков Р.А. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В рамках данного исследования я ставлю перед собой цель изучить, как разрешение изображения влияет на скорость распознавания текста программой Tesseract OCR, и определить оптимальные параметры изображения для ускорения этого процесса.

Для решения поставленной задачи я провожу эксперимент с использованием программы Tesseract OCR на изображениях с разным разрешением. В качестве тестовых данных я использую несколько изображений с одинаковым текстом, но различного качества и разрешения. Для повышения точности распознавания и ускорения процесса применяются методы предобработки изображения, такие как пороговая обработка и гауссовое размытие. Эти методы позволяют уменьшить шум и ненужные детали изображения, что способствует более точной и быстрой работе OCR.

Tesseract OCR — это программа открытого исходного кода для OCR, поддерживаемая Google. Она распознаёт текст на изображениях и преобразует его в цифровой формат. Tesseract использует нейронные сети, повышающие точность. Процесс включает предобработку изображений, сегментацию, распознавание символов и постобработку для исправления ошибок.

Главное преимущество — работа с разными языками и шрифтами. Он гибок, позволяет настраивать параметры, поддерживает множество форматов изображений и интеграцию с OpenCV.

В ходе эксперимента было рассмотрено влияние размера изображения и методов предобработки на скорость распознавания текста с помощью Tesseract OCR. Для тестирования использовались пять изображений, с одинаковым текстом с размерами, показанными в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры изображения и время распознавания текста

Разрешение	Время распознавания текста, с
300*300	0.512
650*476	1.334
1000*1000	2.101
2500*1200	5.123
4392*2542	10.051

На изображении с самым большим разрешением были применены методы обработки изображения, такие как: «Пороговая обработка» «Гаусовский блюр»

Пороговая обработка — это **операция преобразования изображения в бинарное, двухградационное**. Такое преобразование осуществляется для того, чтобы сократить информационную избыточность изображения, оставив ту

информацию, которая нужна для решения конкретной задачи, и исключив несущественные особенности.

Гауссовский блюр – это **результат размытия изображения с помощью гауссовой функции**. Этот эффект широко используется в графическом программном обеспечении для уменьшения шума изображения и снижения детализации.

Это позволило добиться более качественного распознавания на изображении с высоким разрешением, при этом время работы программы сократилось до 10 секунд.

Исходя из данного графика, можно вычислить аппроксимацию зависимости времени распознавания текста от площади изображения.

$y = -8,25 * 10^{-14} * x^2 + 1,77 * 10^{-6} * x + 0,524$, где y – время распознавания в секундах, а x – площадь изображения в пикселях.

Исходя из этого, скорость определения текста на изображения сильно зависит от разрешения изображения и используемых методов предобработки, рисунок 1.

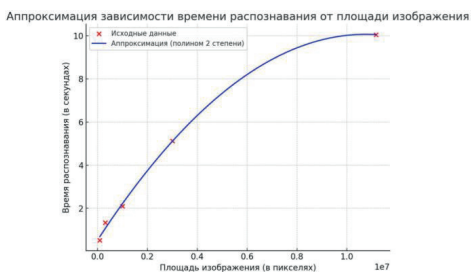


Рисунок 1 – График аппроксимации зависимости времени распознавания от площади изображения

В результате проведенного эксперимента было установлено, что разрешение изображения оказывает существенное влияние на скорость работы Tesseract OCR. При увеличении разрешения увеличивается время распознавания, однако применение методов предобработки помогает частично нивелировать этот эффект. Таким образом, для быстрого и качественного распознавания текста необходимо находить баланс между разрешением изображения и методами предобработки.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

С.Д. Викулин

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

С развитием цифровых технологий роль интеллектуальных систем в материаловедении значительно возрастает. Машинное обучение и нейронные сети предоставляют мощные инструменты для прогнозирования и оптимизации характеристик материалов, что позволяет ускорить инновации и улучшить производство материалов [1]. Интеллектуальные системы способны анализировать большие объемы данных, полученных из экспериментов и моделирования, что ускоряет исследования и упрощает создание новых материалов [2].

Основные направления применения интеллектуальных систем в материаловедении охватывают широкий спектр задач:

- Прогнозирование свойств материалов. Интеллектуальные системы, такие как машинное обучение и нейронные сети, позволяют моделировать поведение материалов при различных условиях, что помогает создать материалы с заданными свойствами.
- Оптимизация процессов производства. Благодаря алгоритмам интеллектуальных систем возможно выявление ключевых параметров, влияющих на качество и надежность материалов. Это позволяет повысить эффективность производственных процессов, сделать их более устойчивыми к изменениям и обеспечить стабильные результаты на протяжении всего жизненного цикла материала.
- Моделирование и прогнозирование свойств материалов. Машинное обучение и нейронные сети позволяют моделировать поведение материалов на основе их структуры и состава. Это позволяет ученым и инженерам прогнозировать механические, термические и электрические свойства новых материалов без необходимости проведения длительных экспериментов.
- Ускорение исследований с помощью автоматизации экспериментов. Автоматизированные экспериментальные установки, управляемые алгоритмами машинного обучения, ускоряют процесс получения данных. Эти системы могут самостоятельно настраивать параметры экспериментов в зависимости от результатов, повышая точность и объем данных.
- Поиск новых материалов. Системы на основе искусственного интеллекта помогают исследователям находить новые материалы, анализируя большие базы данных химических соединений и материалов. Методы, такие как кластеризация и регрессия, позволяют выявлять потенциальных кандидатов в материалы с желаемыми свойствами.
- Классификация и идентификация материалов. Использование методов классификации помогает исследователям точно определять категории материалов и проводить анализ их состава [3].

Внедрение интеллектуальных систем в материаловедение обещает значительные инновации, но также сопряжено с рядом проблем и вызовов, которые необходимо учитывать для успешного применения этих технологий:

- Интеграция в существующие процессы. Одним из основных вызовов остаётся интеграция интеллектуальных систем в существующие производственные процессы. Это требует создания моделей, которые будут точно описывать поведение материалов при реальных условиях эксплуатации.
- Адаптация алгоритмов. Чтобы соответствовать меняющимся требованиям индустрии, интеллектуальные системы должны обладать гибкостью. Это требует адаптивных алгоритмов, способных изменять свои параметры в зависимости от внешних факторов и требуемых характеристик материалов.
- Междисциплинарный подход. Совместные усилия специалистов в области машинного обучения, химии и физики материалов необходимы для полноценной интеграции и применения интеллектуальных систем в материаловедении.

Таким образом, интеллектуальные системы одновременно выступают как катализатор, трансформируя подходы к изучению и созданию нового поколения материалов и открывая значительные перспективы для инновационных открытий. Однако они также бросают перед человечеством новые вызовы, связанные с

необходимостью оптимизации, интеграции и адаптации существующих технологических процессов для эффективного создания и применения подобных систем.

Библиографический список

1. Kakani S. L. Material Science. — New Age International (P) Ltd., Publishers, 2004. — 744 с.
2. Callister W. D. An introduction: Material Science and Engineering. — New York, 2007. — Т. 106. — С. 139.
3. Корячко В. П., Викулин С. Д., Волков А. В. Применение методов кластеризации для анализа свойств материалов // Вестник РГРТУ. — 2024. — № 89. — С. 77–83.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

С.Д. Грашин

Научный руководитель – Каширин И.Ю. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данном докладе проводится анализ и обзор существующих исследований в области рекомендательных систем. Также будет кратко рассмотрена тема основных методов и алгоритмов, применяемых в рекомендательных системах.

Благодаря быстрому развитию технологий и развитию Интернета мы перешли от эпохи дефицита информации к эпохе больших данных. Рост объема доступной информации привел к проблеме «информационной перегрузки». В эпоху цифровых технологий возникли рекомендательные системы (РС). РС анализируют данные, чтобы определить предпочтения пользователей в отношении элементов, и помогают пользователям эффективно анализировать информацию, направляя их к контенту, который наиболее актуален и ценен для их интересов. В настоящее время РС получили широкое распространение и принесли много экономических выгод. По сути, РС основаны на предположении, что, когда пользователи демонстрируют схожие оценки или поведение предметов, они, скорее всего, будут демонстрировать аналогичные оценки или действия в отношении других предметов.

В последнее время, благодаря постоянному совершенствованию вычислительных возможностей, искусственные нейронные сети (ИНС) начали привлекать всеобщее внимание. Это привело к тому, что глубокое обучение превратилось в развивающуюся область компьютерных наук. ИНС состоит из слоев узлов. Нейронные сети приобретают предпочтения, используя обучающие данные и со временем повышая их точность. Глубокое обучение строится на основе машинного обучения, включающего концепцию нейронных сетей. Используя методы глубокого обучения, мы можем эффективно обрабатывать сложные данные и обнаруживать глубоко скрытые функции и связи между этими функциями, тем самым значительно улучшая представление данных.

Ранние рекомендательные системы в основном основывались на совместной фильтрации и рекомендациях на основе контента. Методы совместной фильтрации на основе пользователей были представлены в 1992 году, а методы совместной фильтрации на основе элементов появились в 1999 году. В этот период также начали появляться методы рекомендаций на основе контента, использующие атрибуты

элементов и предпочтения пользователя для рекомендаций. В 21 веке, с появлением социальных сетей и развитием технологий глубокого обучения, методы социальных рекомендаций постепенно завоевали внимание. Аналогичным образом начали появляться методы междоменных рекомендаций, позволяющие применять историческое поведение пользователя в одном домене к рекомендациям в других доменах. В последние годы, с распространением мобильных устройств и онлайн-покупок, методы рекомендации последовательности становятся все более важными. Эти методы учитывают последовательность поведения пользователя, например историю покупок или историю посещений, чтобы предоставить более персонализированные рекомендации.

Таким образом, рекомендательные системы решают проблему информационной перегрузки, предлагая пользователям релевантный контент. Развитие методов, от совместной фильтрации до глубокого обучения, повысило точность рекомендаций, и будущее направлено на еще более персонализированные и адаптивные решения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОКАЗАНИЯ СЕТЕВЫХ УСЛУГ

Д.В. Драничкин

Научный руководитель – Бубнов С.А. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В эпоху цифровизации интернет стал фундаментальной услугой, предоставляемой провайдерами связи. С увеличением объемов трафика и ростом требований пользователей к качеству соединения, компании сталкиваются с необходимостью оптимизации предоставления сетевых услуг. Технологии искусственного интеллекта предлагают новые решения для повышения эффективности и надежности сетевых услуг.

В рамках студенческой НИР была рассмотрена роль искусственного интеллекта для оптимизации предоставления услуг интернета.

Роль искусственного интеллекта в работе компаний, оказывающих сетевые услуги, заключается в использовании алгоритмов машинного обучения для анализа больших объемов сетевых данных, оптимизации работы сотрудников. Это позволяет:

Прогнозировать нагрузки: определять пики потребления и заранее распределять ресурсы.

Оптимизировать маршрутизацию: выбирать наиболее эффективные пути передачи данных в реальном времени.

Улучшать качество обслуживания: обеспечивать стабильную скорость и минимальные задержки для критически важных приложений.

Анализ пользовательского поведения: с помощью искусственного интеллекта провайдеры могут предлагать персонализированные тарифы и услуги.

Предиктивное обслуживание клиентов: прогнозирование возможных проблем у клиентов и их проактивное решение.

Искусственный интеллект позволяет оптимизировать распределение нагрузки на работников компании, помогает управлять трафиком:

Классификация трафика: определение типов данных (видео, голос, игры) для приоритизации.

Динамическое распределение полосы пропускания: адаптация к текущим потребностям пользователей.

Распределение работы: определяет наиболее эффективных сотрудников, которым отдает предпочтение для общения с пользователями.

Прогнозирование потребления: использование исторических данных для прогнозирования будущих нагрузок.

Моделирование сетевых сценариев: оценка влияния различных факторов на производительность сети.

Существуют свои преимущества и вызовы внедрения искусственного интеллекта в предоставления сетевых услуг компаниями.

К преимуществам можно отнести:

Повышение эффективности: автоматизация рутинных задач и оптимизация использования ресурсов.

Улучшение качества обслуживания: снижение задержек, повышение скорости и надежности соединения.

Снижение операционных затрат: уменьшение необходимости в ручном управлении и обслуживании.

При описанных выше преимуществах, вытекают следующие вызовы:

Инвестиции в инфраструктуру: необходимость обновления оборудования и внедрения новых технологий.

Кадровые ресурсы: потребность в специалистах по искусственному интеллекту и анализу данных.

Безопасность данных: обеспечение конфиденциальности и защиты пользовательской информации.

Внедрение технологий искусственного интеллекта в сферу оказания сетевых услуг компаниями находится на ранней стадии, но уже демонстрирует значительный потенциал. Рассмотрим подробнее ключевые направления и перспективы развития в этой области.

Улучшение пользовательского опыта через персонализацию: прогнозирование возможных проблем у клиентов и их решение до того, как они повлияют на качество услуг, использование виртуальных помощников для улучшения коммуникации с клиентами и предоставления им оперативной поддержки.

Развитие новых бизнес-моделей: монетизация аналитических данных, полученных с помощью искусственного интеллекта, для предоставления дополнительных услуг клиентам, динамическое изменение цен на услуги в зависимости от спроса и предложений,

Глобальная конкуренция и инновации: компании, активно внедряющие искусственный интеллект, смогут предлагать более качественные услуги и опережать конкурентов.

Применение технологий искусственного интеллекта открывает перед компаниями широкие возможности для улучшения сетевых услуг. Оптимизация инфраструктуры, автоматизация управления и персонализация сервисов позволяют не только повысить удовлетворенность клиентов, но и усилить конкурентные преимущества на рынке. Однако успешное его внедрение требует стратегического подхода, инвестиций и преодоления ряда технических и организационных вызовов.

Библиографический список

1. Cisco Press. The AI Revolution in Networking, Cybersecurity, and Emerging Technologies / Cisco Press. – В.: Pearson, 2022. – 185 p.

2. Erkinson Y. Communication Networks and Service Management in the Era of Artificial Intelligence and Machine Learning / Y. Erkinson. – B.: IEEE Press, 2023. – 120 p.

3. Nagarajan R. Networked Artificial Intelligence: AI-Enabled 5G Networking / R. Nagarajan. – B.: Taylor & Francis, 2024. – 130 p.

4. Roy R. R. Artificial Intelligence-Based 6G Networking / R. R. Roy. – B.: Taylor & Francis, 2023. – 155 p.

ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ GIGACHAT В СИСТЕМУ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

А.С. Ениватов

Научный руководитель — Бакулев А.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

GigaChat – это нейронная сеть, разработанная компанией Sber для обработки естественного языка и генерации текста. Она помогает пользователям решать разнообразные задачи, такие как анализ текстов, ответы на вопросы и создание контента.

GigaChat обладает несколькими ключевыми особенностями, делающими его привлекательным для использования в образовательных системах:

- Высокая точность ответов: нейронная сеть способна генерировать точные и релевантные ответы на запросы.
- Интерактивность: взаимодействие в реальном времени.
- Масштабируемость: легкая интеграция и адаптация под конкретные проекты.
- Многофункциональность: технология поддерживает выполнение широкого спектра задач, таких как анализ текстов, решение математических уравнений, помощь в программировании и создании художественного контента.

Использование GigaChat открывает новые горизонты для улучшения образовательного процесса. Рассмотрим несколько возможных сценариев применения этой технологии:

- Помощь в изучении сложных тем.
- Автоматическая проверка домашних заданий.
- Генерация тестовых вопросов.
- Консультации и поддержка.
- Поиск литературы и источников.

Среди преимуществ, которые может дать интеграция GigaChat в систему поддержки образовательного процесса, можно выделить повышение качества и доступности учебного материала, а также ускорение некоторых учебных процессов. Нейронная сеть может взять на себя функции ассистента для интеллектуального поиска и подбора учебного материала, а также автоматизации проверки решений, представленных студентами.

Интеграция направлена на оптимизацию временных затрат на учебные процессы, а также улучшение качества подачи учебного материала.

Для интеграции в образовательный проект необходимо установить соответствующие библиотеки и настроить подключение к API. Пример реализации нейронной сети GigaChat при помощи языка программирования Python:

1. Устанавливаем библиотеку `gigachain-community`.
2. Выполняем авторизацию в сервисе GigaChat, чтобы получить API.

3. Создаем скрипт (см. рисунок 1).

```
chat = GigaChat(credentials='<Key>', verify_ssl_certs=False)

messages = [
    SystemMessage(
        content="Отвечай как ИИ созданный университетом РГРТУ."
    )
]

while(True):
    user_input = input("Пользователь: ")
    messages.append(HumanMessage(content=user_input))
    res = chat(messages)
    messages.append(res)
    print("GigaChat: ", res.content)
```

Рисунок 1 – Пример реализации на языке Python

Есть множество способов предоставления пользователям доступа к GigaChat. Это может быть интерактивный чат, в котором пользователь может отправлять запросы к системе в свободной форме. GigaChat может быть дополнением к поисковой системе. Также его можно интегрировать в автоматизированную систему проверки учебных материалов.

Рассмотрим пример реализации на платформе системы поддержки образовательного процесса.

На главной странице в правой части может находиться окно с чатом, в котором пользователь может делать запросы к нейронной сети, как к ассистенту. На странице "Задолженности" также может находиться окно с чатом, в котором пользователь сможет делать запросы для поиска нужного материала. Например, это могут быть методические материалы или учебники.

Библиографический список

1. Русскоязычная мультимодальная нейросеть от Сбера [Электронный ресурс] // Код Дурова: сайт. URL: <https://kod.ru/gigachat-sber-neuro> (дата обращения: 24.10.2024).

2. GigaChain | Документация для разработчиков. / [Электронный ресурс] // Wikipedia: сайт. URL: <https://developers.sber.ru/docs/ru/gigachain/overview> (дата обращения: 24.10.2024).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ МОДИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ТРЕКИНГА ГЛАЗ

Д.С. Журавлев, А.Д. Забегайлов, Е.С. Чикова

Научный руководитель – Андрианова Е.Г. к.т.н., доцент

МИРЭА – Российский технологический университет

Разработка эргономического пользовательского интерфейса для отдельной информационной системы предприятия является актуальной задачей. Каждый пользовательский интерфейс является уникальным, а его удобство определяется форматами отображения данных, навигацией, реализацией полей ввода и обработки данных, порядком расположения элементов интерфейса на мониторе. Всё перечисленное влияет на опыт и поведение целевого пользователя. Поэтому при

модификации пользовательского интерфейса для упрощения навигации и выполнения задач целевыми пользователями в модифицированном пользовательском интерфейсе, необходимо учитывать сложившийся опыт целевой аудитории пользователей, т.е. необходимо учитывать сложившиеся привычки пользователей по применению разных типов визуальных элементов, их расположению и логической структуре. Внедрение рекомендательной системы позволит аккумулировать опыт работы пользователей с информационной системой предприятия, а также получить материал для снижения времени обучения целевых пользователей работе с модифицированным пользовательским интерфейсом.

Под рекомендательными системами модификации пользовательского интерфейса подразумеваются интеллектуальные системы, выдающие рекомендации по адаптации внешнего вида и функциональных элементов интерфейса в зависимости от анализа данных о поведении пользователя. Эти данные предполагается собирать, используя технологию трекинга глаз, отслеживая в реальном времени элементы интерфейса, наиболее пользователь обращает внимание, а также в каком порядке их воспринимает. Данные, собранные в процессе трекинга глаз, предоставляют информацию о том, какие части интерфейса для пользователя являются наиболее просматриваемыми, какие могут быть упущены. Для разработчиков интерфейсов полученная информация позволяет определить элементы интерфейса, работающие более эффективно и элементы интерфейса, требующие модификации. Для получения данных о просмотре пользователем элементов интерфейса используются оптические трекеры (видеокамеры, инфракрасные светодиоды), **мобильные устройства**, очки для трекинга глаз.

Предполагаемая архитектура рекомендательной системы модификации пользовательского интерфейса на основе трекинга глаз с использованием языка Python включает следующие компоненты (рис. 1):

1. Внешняя или встроенная камера (с разрешением 720p) и компьютер (двухъядерный процессор 2.0 ГГц, 4 ГБ RAM, встроенная видеокарта, HDD 128 ГБ, ОС Windows 10/Linux) с программным обеспечением (Python, 64 bit), подсистема калибровки и настройки параметров камеры под конкретного пользователя (библиотеки MediaPipe, DLib, OpenCV), подсистема построения тепловой карты для последующего экспертного заключения (библиотеки matplotlib, seaborn, NumPy), подсистема хранения данных и результатов работы (библиотеки matplotlib, seaborn, NumPy, sqlite).

2. Подсистема обучения ИИ на основе загруженных данных с датчиков, используемая для обучения распознавания зрачка глаза, а также последующего контроля его движения (библиотеки torch, torchvision, torch.nn.functional, torch.nn) и база данных датчиков для обучения модели ИИ (размер 8 гб)

3. Подсистема интерфейса, обеспечивающая взаимодействие пользователя с системой (библиотека Tkinter, фреймворк PyQt).

4. Подсистема сбора визуальной информации служит для сбора визуальных данных при работе пользователя с конкретной программной подсистемой информационной системы производственного предприятия (библиотеки OpenCV, GazeTracking, PupilLabs, DLib).

5. Подсистема анализа информации: обработка полученной информации, проверка информации на не поврежденность и корректность (библиотеки NumPy, SciPy, Scikit-learn, Pandas) и база данных экспериментов хранит полученную информацию о работе пользователя с интерфейсом подсистемы и результаты анализа.

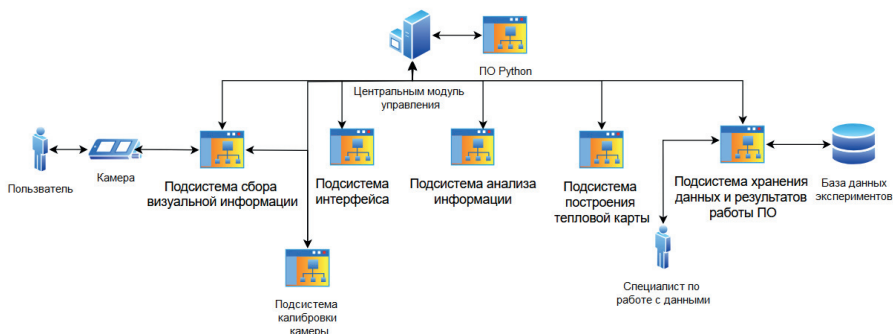


Рисунок 1 – Архитектура рекомендательной системы модификации пользовательского интерфейса на основе трекинга глаз

В целом, использование рекомендательных систем модификации пользовательского интерфейса на основе трекинга глаз предполагает совершенствование интерфейсов для достижения более высокого уровня персонализации и удобства работы. Применяя систематический подход к анализу данных, собранных в процессе трекинга глаз, можно значительно повысить эффективность и интуитивность взаимодействия с интерфейсом.

Библиографический список

1. Басок Б.М., Красовский В.Е. Тестирование программного обеспечения. М. // МИРЭА, 2010. 120 с. ISBN 978-5-7339-08 07-6
2. Григорьев В.К., Илюшечкин А.С., Овчинников М.А Оценка качества пользовательского интерфейса на основе ментального времени выполнения пользовательских задач предметной области // Russian Technological Journal. – 2019. – 7(1). – С.38-47. Doi:10.32362/2500-316X-2019-7-1-38-47

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Е.С. Зайцев, А.Н. Сапрыкин

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Прогнозирование временных рядов играет важную роль во множестве сфер. Примером областей, в которых решение данной задачи может быть применимым, могут быть: финансы, розничная торговля, энергетика, медицина и транспорт. Задачи такого типа набирают актуальность, так как точные прогнозы позволяют оптимизировать бизнес-процессы, минимизировать риски и улучшать принятие решений. Среди множества методов, используемых для прогнозирования временных рядов, особое место занимают модели машинного обучения. Для решения задачи, было принято решение в использовании нейронной сети типа LSTM (Long Short-Term Memory), которые показывают свою эффективность при решении задач с длительными временными зависимостями.

Прогнозирование временных рядов представляет собой использование прошлых данных для предсказания будущих событий. В зависимости от характера данных (например, сезонность, тренды, шум) могут использоваться различные методы прогнозирования. Статистические методы, такие как ARIMA, SARIMA и экспоненциальное сглаживание, доказывали свою эффективность на стационарных временных рядах. Однако данные часто содержат нелинейные и сложные зависимости и тогда традиционные подходы сталкиваются с трудностями.

Модели машинного обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN), и их усовершенствованные версии, такие как LSTM, позволяют решать задачи, которые требуют учета долгосрочных зависимостей. Они могут предсказывать будущие значения временных рядов, учитывая как краткосрочные колебания, так и долгосрочные тренды, что делает их мощным инструментом для анализа сложных данных.

Рекуррентные нейронные сети (RNN) были разработаны в основном для анализа временных последовательностей, но они имеют серьезное ограничение — проблема затухающих или взрывающихся градиентов, что приводит к неэффективному обучению на длинных последовательностях. Это делает их непригодными для задач с длительными временными зависимостями.

LSTM (Long Short-Term Memory) была предложена как решение этой проблемы. В отличие от RNN, архитектура LSTM включает механизм управления информацией через гейты, что позволяет ей запоминать важные данные в течение долгих временных периодов и забывать ненужную информацию. Это делает LSTM способной работать с данными, где важны как краткосрочные, так и долгосрочные зависимости, что часто встречается при прогнозировании временных рядов.

LSTM состоит из трех ключевых компонентов: ячейка памяти, гейт забывания, входной и выходной гейты. Ячейка памяти хранит информацию на протяжении последовательности. Это ключевое отличие LSTM от обычных RNN. Гейт забывания: решает, какая часть информации из ячейки памяти должна быть "забыта". Входной гейт: управляет добавлением новой информации в ячейку памяти. Выходной гейт: определяет, какая информация из ячейки памяти будет использована для предсказания на текущем временном шаге.

Использование LSTM для прогнозирования временных рядов позволяет строить модели, которые учитывают сложные нелинейные зависимости, характерные для реальных данных. Например, в финансовых временных рядах значения на текущем шаге могут зависеть не только от предыдущих нескольких значений, но и от событий, произошедших значительно раньше. LSTM способна уловить такие долговременные зависимости и предоставить более точные прогнозы.

Разработка модели LSTM для временных рядов начинается с подготовки данных и их разделения на обучающую и тестовую выборки. После чего, данные преобразуются в последовательности фиксированной длины (временные окна). Следующим шагом является создание модели LSTM. Потом модель обучается с использованием функции потерь, например, среднеквадратической ошибки (MSE). Процесс включает настройку параметров, таких как количество нейронов, длина окна и количество эпох. Точность модели оценивается на тестовых данных с помощью метрик вроде MAE или RMSE. При необходимости модель корректируется.

Пример реализации LSTM модели на языке программирования Python: Этап загрузки данных:

```
data = pd.read_csv('timeseries_data.csv')
values = data['value'].values.reshape(-1, 1)
```

Создание временных окон:

```
def create_dataset(data, window_size):
    X, y = [], []
    for i in range(len(data) - window_size - 1):
        X.append(data[i:(i + window_size), 0])
        y.append(data[i + window_size, 0])
    return np.array(X), np.array(y)
```

Создание и обучение модели:

```
model = Sequential()
model.add(LSTM(50, input_shape=(window_size, 1)))
model.add(Dense(1))
model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')
model.fit(X, y, epochs=20, batch_size=32)
```

Прогнозирование:

```
predictions = model.predict(X)
predictions = scaler.inverse_transform(predictions)
```

Библиографический список

1. Гаврилов, Д. М., и Соколов, А. В. Машинное обучение в задачах прогнозирования временных рядов. Вестник НИУ ВШЭ, 2020. – № 1. – С. 56–65.
2. Махортов, А. А., и Орлов, И. Н. Прогнозирование временных рядов с использованием глубокой нейронной сети LSTM. Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2019. – № 3. – С. 145–154.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЭШ-ФУНКЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В СЕТИ

Д.В. Замешаев, С.В. Скворцов

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

На текущий момент в вычислительных сетях активно применяется принцип кластеризации. Для эффективной работы кластеров, а также для повышения их отказоустойчивости и сокращения времени выполнения запроса и отклика, решается задача балансировки нагрузки. Помимо кластеризации данная задача также решается для повышения эффективности использования каналов передачи информации с равной стоимостью передачи данных (ECMP).

Задача балансировки нагрузки решается на нескольких уровнях (по модели OSI): сетевой; транспортный; прикладной [1].

В зависимости от уровня задача балансировки может формулироваться разными способами. На сетевом уровне задача балансировки требует организовать передачу данных в сети таким образом, чтобы за конкретный IP-адрес вычислительного узла отвечали разные физические машины. Реализация такого варианта балансировки может осуществляться различными способами: DNS-балансировка, построение NLB-кластера, балансировка по территориальному признаку и т.д.

На транспортном уровне балансировка выполняется перенаправлением запроса клиента к одному из серверов специальными методами, направленными на улучшение различных показателей качества (например, уменьшение времени отклика или числа отклонённых запросов [2]).

На прикладном уровне балансировка выполняется специальным узлом – «балансировщиком». Зачастую он представляет собой «прокси», который выполняет анализ запросов и их перенаправление в зависимости от типа запроса к разным серверам. К примеру, все запросы на чтение отправляются на сервер №1, на запись – сервер №2 и т.д. Данный подход может использоваться для балансировки нагрузки между серверами ассиметричной фермы [3].

К алгоритмам и методам балансировки предъявляются следующие требования:

- справедливость, т.е. гарантия того, что для каждого запроса выделяется некоторый системный ресурс, а также невозможность возникновения ситуации, когда один запрос обрабатывается, а остальные ожидают своей очереди;
- эффективность, означающая полную загрузку всех серверов и недопущение простаивающих отдельных серверов;
- сокращение времени выполнения запроса;
- сокращение времени отклика.

Помимо вышеперечисленных критериев, следует выделить важное свойство, которым должны обладать алгоритмы и методы балансировки – масштабируемость. Она предполагает сохранение эффективности и работоспособности алгоритмов балансировки при увеличении нагрузки.

Существующие методы балансировки можно условно разделить на две группы: пакетные и потоковые [4].

К пакетным методам относится Round Robin, или алгоритм кругового обслуживания. Он реализует циклический перебор доступных направлений передачи пакетов, где первый пакет/запрос пересылается первому серверу (или в первый канал), второй – следующему, и так до «последнего» сервера/канала, после чего процедура повторяется заново. Данный подход имеет ряд преимуществ: независимость от протоколов высокого уровня; решения на базе данного алгоритма имеют низкую стоимость. В качестве недостатков можно указать следующее: чтобы обеспечить выполнение указанных выше требований необходимо, чтобы вычислительные узлы имели одинаковую мощность; при использовании данного алгоритма на прикладном (канальном) уровне имеет место явление «реордеринга», т.е. пакету приходится «возвращаться» для достижения адресата, что может увеличить время отклика, а также существенно нагрузить сеть, снижая скорость передачи данных.

Потоковая балансировка, в отличие от пакетной, оперирует потоками данных, т.е. пакеты одной сессии всегда отправляются по одному и тому же пути. Такой подход позволяет более эффективно использовать ресурсы сети, не снижая скорости передачи данных, а также уменьшает время отклика. Для реализации такого подхода к балансировке нагрузки активно применяются хеш-функции, что обеспечивает ускорение идентификации пакета и отнесения его к тому или иному потоку.

В докладе рассматривается принцип работы потоковой балансировки, роль хеш-функций в его работе, области (уровни) применения данного вида балансировки, а также его преимущества и недостатки.

Библиографический список

1. Балансировка нагрузки: основные алгоритмы и методы / [Электронный ресурс] // Хабр URL: <https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/250201/> (дата обращения: 29.10.2024).
2. Алгоритмы балансировки нагрузок / [Электронный ресурс] // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/732648/> (дата обращения: 27.10.2024).

3. Протасов, С. С., Белоусов, С. М., Тормасов, А. Г. Математическая модель и метод построения сервиса балансирования нагрузки между серверами асимметричной фермы [Текст] / С. С. Протасов, С. М. Белоусов, А. Г. Тормасов // ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ. — 2024. — № . — С. 2166.

4. ЕСМР и балансировка в датацентрах / [Электронный ресурс] // linkmeup: [сайт]. — URL: <https://linkmeup.ru/blog/903/> (дата обращения: 20.10.2024).

ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМУ АНАЛИЗА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ: ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ

Н.С. Клычников, В.В. Тишкина

Научный руководитель – Тишкина В.В. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В докладе рассматривается ряд вопросов, связанных с интеграцией искусственного интеллекта (ИИ) в систему анализа, а именно:

1. Введение в систему анализа для мониторинга сотрудников предприятия: обоснование необходимости использования специализированных систем мониторинга для повышения безопасности и эффективности работы сотрудников. Подобные системы позволяют выявлять потенциальные риски и повышают уровень ответственности работников за свои действия.

2. Интеграция искусственного интеллекта: разработка алгоритмов машинного обучения для автоматического анализа данных о сотрудниках на основе их поведения и действий. Искусственный интеллект позволяет не только быстро обрабатывать большие объемы информации, но и предсказывать возможные проблемы до их возникновения.

3. Применение ИИ для обнаружения аномалий: использование методов искусственного интеллекта для выявления необычного поведения сотрудников, потенциальных угроз безопасности и изменения эффективности выполняемых работ. Это способствует созданию более безопасной рабочей среды и снижению рисков для бизнеса.

4. Автоматизация процессов мониторинга: создание системы рекомендаций на основе полученных данных анализа для оптимизации процессов мониторинга, снижения угроз безопасности и улучшения эффективности работы персонала. Подобные рекомендации не только упрощают управление, но и позволяют оперативно реагировать на возникающие проблемы.

Библиографический список

1. Плахотникова, М. А. Информационные технологии в менеджменте: учебник и практикум для вузов / М. А. Плахотникова, Ю. В. Вертакова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07333-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535632> (дата обращения: 29.10.2024).

2. Росс А. Индустрии будущего / Алек Росс; ред. Туров А. – Москва: Издательство АСТ, 2017. – 352 с.

3. Искусственный интеллект в HR. Кейсы российского рынка. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://data.tedo.ru/publications/ai-in-hr.pdf> (дата обращения: 30.10.2024)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

В.П. Корячко, С.Д. Викулин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современных условиях научные исследования в области материаловедения все чаще опираются на методы машинного обучения, в частности, на кластерный анализ. Эти методы позволяют выявлять закономерности и паттерны в неструктурированных данных, что крайне актуально для анализа свойств различных материалов [1]. Применение кластерного анализа в области материаловедения позволяет систематически группировать материалы на основе их базовых свойств, таких как плотность, модуль упругости, теплопроводность и другие. Эти характеристики определяют механические, термические и электрические свойства материалов, что позволяет инженерам и разработчикам выбирать подходящие материалы для конкретных применений [2]. Это не только облегчает поиск аналогов, но и помогает выявлять закономерности, которые могут быть неочевидны при традиционных методах анализа. Результаты исследований в данной области могут служить основой для дальнейших исследований в сферах машинного обучения и материаловедения, способствуя инновациям и улучшению качества материалов в различных отраслях [3].

В данном докладе рассматривается развитие методов кластерного анализа в контексте изучения базовых характеристик материалов с целью разработки интеллектуальной поисковой системы в области материаловедения. Проведен анализ коллекции однородных материалов и сплавов, включая легированную сталь, нержавеющую сталь, сплавы алюминия, меди, титана и других цветных металлов. Для достижения необходимого уровня автоматизации процесса предлагается рассмотреть различные подходы к кластеризации и способам определения количества кластеров.

Предварительные результаты показывают, что методика успешно делит коллекцию материалов на кластеры, где каждый кластер включает материалы с похожими характеристиками. Это облегчает дальнейший анализ и применение в различных областях материаловедения, позволяя быстро идентифицировать группы материалов с аналогичными свойствами.

Кластерный анализ служит мощным инструментом для систематического анализа материалов на основе их свойств, что открывает новые возможности для исследования зависимости между структурой и свойствами материалов. В будущем планируется изучить взаимосвязь свойств материалов и их химического состава, а также масштабировать методику на более крупные и разнообразные коллекции, что позволит улучшить свойства материалов путем модификации их характеристик и структуры.

Данная методика может быть дополнена регрессионными моделями и будет полезной при валидации данных, а также заполнении недостающих свойств материалов в коллекции. Это сделает ее актуальной для широкого круга применений в области материаловедения, включая разработку новых, более эффективных материалов для промышленности и технологий [4].

Библиографический список

1. Landau, Sabine & Chis Ster, Irina. (2010). Cluster Analysis: Overview. International Encyclopedia of Education. 72-83.
2. Callister, W.D. (2007) Materials Science and Engineering: An Introduction. 7th Edition, John Wiley & Sons, New York.
3. Y.-M. Deng, K.L. Edwards, The role of materials identification and selection in engineering design, Materials & Design, Volume 28, 1, 2007, 131-139
4. Корячко В. П., Викулин С. Д., Волков А. В. Применение методов кластеризации для анализа свойств материалов // Вестник РГРТУ. – 2024. – № 89. – С. 77-83.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГИБКО-ЖЕСТКИХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

В.П. Корячко, И.В. Дрожжин, В.П. Муранов
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В последние годы наблюдается стремительный рост интереса к производству гибко-жестких многослойных печатных плат (ГЖПП), которые находят широкое применение в таких областях, как электроника, автомобильная промышленность, медицинские устройства и потребительская электроника. Современные технологии производства этих плат требуют высокой точности и возможности интеграции с различными компонентами. В этом контексте использование нейросетей может значительно улучшить процессы проектирования и производства ГЖПП, ведя к повышению их качества и снижению затрат на производство.

Одной из ключевых задач, с которой сталкиваются проектировщики ГЖПП, является создание эффективной схемы размещения компонентов. Нейросети, особенно глубокие обучающиеся алгоритмы, способны анализировать большие объемы данных и выявлять оптимальные решения для проектирования. С помощью их можно не только сократить время на проектирование, но и минимизировать вероятность ошибок. Например, используя прототипы, созданные при помощи нейронных сетей, можно автоматизировать задачи трассировки и размещения, что приводит к более компактным и эффективным конструкциям.

Нейросети также используются для расчета электрических и механических характеристик ГЖПП на этапах разработки. Это позволяет заранее оценить производительность и надежность платы, избегая длительных и затратных испытаний. В частности, многопоточные нейронные сети могут анализировать структурные модели и предсказывать их поведение под заданными условиями, таких как температура, влажность и механические нагрузки. Это дает возможность более точно учитывать влияние окружающей среды на функционирование готового устройства.

На этапе производства многослойных ГЖПП нейросети могут помочь в автоматизации контроля качества. Например, с помощью машинного зрения, основанного на нейронных сетях, можно выявлять дефекты на платах, такие как трещины, дефекты пайки или неправильное размещение компонентов. Это значительно ускоряет процесс контроля и снижает количество отказов конечного продукта.

Процесс пайки также может быть оптимизирован при помощи нейросетей. Они могут анализировать параметры пайки, такие как температура и время воздействия, оптимизируя эти процессы для достижения наилучших результатов. Это особенно

важно для гибко-жестких плат, если учитывать их чувствительность к тепловым режимам.

Нейросети также активно применяются для исследования и разработки новых композитных материалов, которые используются в производстве ГЖПП. С их помощью можно проводить моделирование свойств материалов и находить оптимальные комбинации материалов, которые обеспечат требуемую гибкость, прочность и электрическую проводимость. Это открывает новые горизонты для проектирования продвинутых ГЖПП с улучшенными характеристиками.

Таким образом, использование нейросетей в производстве гибко-жестких печатных плат предоставляет множество возможностей для оптимизации всех этапов — от проектирования и тестирования до контроля качества и разработки новых материалов. Это не только сокращает время и затраты, но и улучшает качество конечного продукта, что особенно важно в условиях быстроменяющегося рынка электроники. В результате нейросети становятся неотъемлемой частью будущего промышленного производства, и их потенциал в сфере производства гибко-жестких плат продолжает расти.

РАЗМЕЩЕНИЕ МОДУЛЕЙ ЭВС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВРИСТИЧЕСКИХ И ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

А.М. Костяева

Научный руководитель - Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются эвристические и эволюционные алгоритмы размещения модулей ЭВС.

Размещение элементов - это процесс, в ходе которого определяются координаты размещения элементов на печатной плате электронного устройства. При размещении элементов необходимо учитывать технологические требования, конструктивные особенности, минимизацию общей длины соединений, тепловые режимы микросхем и целостность питания.

Эвристические алгоритмы не обеспечивают нахождение оптимума целевой функции, однако позволяют находить локальные оптимумы за небольшое время. Этот класс алгоритмов основан на итерационном подходе, при котором значения предыдущей итерации используются для улучшения значения целевой функции на последующих итерациях. Достоинством данных алгоритмов является быстрое время решения задач, а недостатком - в редких случаях приведение к оптимальным результатам.

К наиболее известным представителям данного класса можно отнести следующие группы методов: алгоритмы начального размещения и итерационные методы.

К алгоритмам начального размещения относятся:

Последовательные методы (матричные, по связности) используются для начального размещения элементов на плате. Они помогают структурировать и упорядочить размещение компонентов с учетом логики или физической близости.

Параллельно-последовательные методы, которые включают в себя:

Метод обратного размещения, который помогает улучшить начальное размещение элементов, оптимизируя их расположение на плате с учетом ограничений и требований к дизайну.

Метод разбиения, который разбивает сложную задачу размещения на более простые подзадачи, что может существенно ускорить процесс и повысить эффективность.

К итерационным методам относятся:

Парные и групповые перестановки, которые применяются для улучшения качества размещения элементов. Они осуществляют изменения в текущем расположении с целью минимизации занимаемой площади, уменьшения длин проводов и оптимизации других параметров.

Эвристические алгоритмы играют ключевую роль при проектировании печатных плат и интегральных схем, помогая оптимизировать использование площади, улучшить производительность и надежность устройств, а также сократить время и затраты на разработку.

Эволюционные алгоритмы представляют собой методы оптимизации, основанные на принципах естественного отбора и эволюции. Они моделируют процесс эволюции популяции, где решения подвергаются мутациям, скрещиванию и отбору для нахождения лучшего решения задачи.

Эволюционные алгоритмы характеризуются тем, что они способны исследовать большое пространство поиска решений, что делает их более эффективными для нахождения глобальных оптимумов по сравнению с эвристическими методами. При этом эволюционные алгоритмы могут потребовать больше вычислительных ресурсов и времени для достижения результата. Достоинствами данных алгоритмов являются широкая область применения, пригодность для поиска в сложном пространстве решений большой размерности, отсутствие ограничений на вид целевой функции. Недостатками является эвристический характер эволюционных вычислений, который не гарантирует, что найденное решение будет оптимальным решением, а также высокая вычислительная трудоемкость.

Наибольшее распространение данного класса алгоритмов получили следующие методы, описанные ниже.

Генетический алгоритм основывается на процессе генетических изменений, так хромосомы потомков зависят от хромосом родителей, однако имеют свою уникальность, что позволяет находить новые решения с лучшими значениями целевой функции. Также муравьиный алгоритм и алгоритм пчелиного роя широко используется при решении задач нахождения пути.

Алгоритм генетического программирования для размещения элементов на плате — это эвристический метод оптимизации, вдохновленный принципами естественного отбора и генетики. В данном случае алгоритм используется для решения задачи размещения элементов на печатной плате с целью оптимизации определенных критериев, таких как минимизация занимаемой площади или суммарной длины связей.

Меметический алгоритм размещения элементов на плате сочетает в себе эволюционные методы и механизмы обучения для оптимизации расположения компонентов на печатной плате. Он комбинирует генетические операторы (кроссовер, мутация) с локальным поиском и индивидуальным обучением. Меметический алгоритм позволяет эффективно находить оптимальные распределения элементов на плате, учитывая различные ограничения и требования проектирования. Это помогает улучшить производительность и надежность устройств, сократить время разработки и оптимизировать использование ресурсов.

Библиографический список

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 452 с.
2. Сапрыкин А.Н. Алгоритмические методы автоматизации конструирования электронных средств: учебное пособие – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 116 с.

ОБОБЩЁННАЯ АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ

А.Д. Кошелев, М.С. Кошелева

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается обобщенная архитектура цифрового двойника, основанная на системе баз знаний.

Архитектура каждого ЦД существенно зависит от конкретного варианта использования и желаемого конечного результата [1]. Поэтому при разработке архитектуры ЦД в различных сферах деятельности с использованием ранее сделанных наработок целесообразно использовать некоторую обобщенную архитектуру, которую затем адаптировать, по мере необходимости, под конкретные цели и задачи.

В основе предлагаемой обобщенной архитектуры ЦД лежит необходимость обеспечения множества аспектов различных возможных применений. В свою очередь, каждый аспект основывается на 9-блочной многослойной структуре, представленной на рисунке 1.

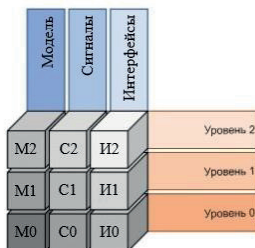


Рисунок 1 – 9-блочная многослойная структура

Уровень модели объединяет в себе все компоненты моделирования, логики, поведения и физики: блок M2 реализует логику управления данными, M1 описывает модели датчиков и исполнительных систем, M0 содержит физический аспект процесса моделирования.

Уровень данных включает в себя все операции и преобразования с данными, которые будут совместно использоваться уровнями модели и интерфейсов, поэтому они могут либо генерироваться уровнем модели и должны быть подготовлены для интерфейсов, либо наоборот, приниматься интерфейсами и доставляться на уровень модели. После этого блок C2 будет содержать результаты преобразования для управления, C1– компоненты преобразования информации для уровня приведения в

действие и восприятия, а СО будет включать компоненты преобразования информации для уровня процесса.

На уровне интерфейсов происходит взаимодействие с человеком, использующим НМІ, и с машинами, использующими АРІ. Блок И2 предназначен для интерфейсов, относящихся к уровню управления. Аналогично, И1 разработан для интерфейсов уровня приведения в действие и считывания, а ИО – для интерфейсов уровня процесса. Интерфейсы обеспечивают доступ к внутренним данным, который невозможен в физической системе.

Таким образом, архитектуру ЦД можно условно разделить на 2 части:

- 1) компоненты, из которых состоят модули цифрового двойника,
- 2) типы данных и протоколы, по которым компоненты ЦД взаимодействуют друг с другом и с внешними приложениями, а также сервисами через определённые АРІ.

В этом отношении для создания архитектуры цифрового двойника можно использовать систему, основанную на трёх базах знаний, построенных на базе онтологий (рисунок 2).

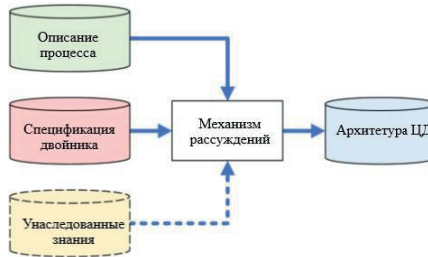


Рисунок 2 – Архитектура ЦД

БЗ «Описание процесса» предоставляет аналитику знания о производственных ресурсах (например, эта онтология может содержать описания производственных ресурсов, таких как оборудование, продукция, данные и возможные события).

БЗ «Спецификация двойника» включает правила для механизма рассуждений, необходимые перспективы для ЦД и возможные интерфейсы.

БЗ «Унаследованные знания» представляет собой производственный словарь и описания, необходимые для идентификации производственных ресурсов.

Как только эти модели онтологий будут использованы, механизм рассуждений выведет описание архитектуры в виде онтологии (рисунок 3).

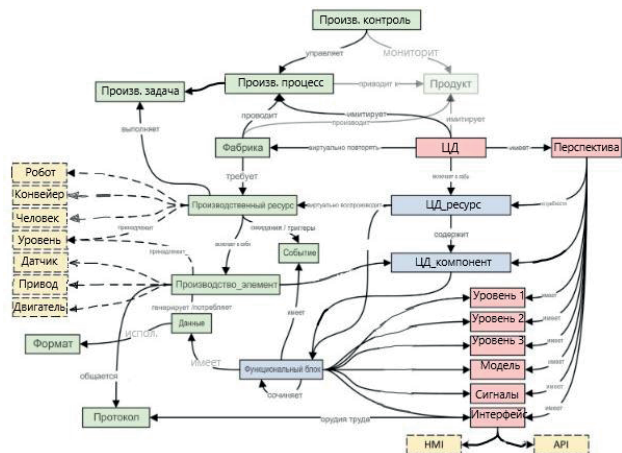


Рисунок 3 – Описание архитектуры в виде онтологий

Библиографический список

1. Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И. Оценка идентичности цифровых двойников/Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И.// Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2024: сб. тр. VII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.3./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: РГРТУ, 2024.
2. Кошелева М.С., Тобратов Ю.М. Цифровой двойник: основные понятия и интерпретации/ Кошелева М.С., Тобратов Ю.М.// Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2023. – 238 с.

ОБОБЩЁННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

М.С. Кошелева, В.И. Орешков

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается обобщённый подход к проектированию цифровых двойников (ЦД), сочетающий в себе три концепции: многослойность, многоуровневость и многоаспектность.

Цифровые двойники (ЦД) получили широкое распространение в различных отраслях промышленности и бизнеса, предлагая огромные возможности для совершенствования процессов принятия решений [2]. В то же время, проектирование ЦД является достаточно сложной и затратной задачей. Одной из проблем здесь является отсутствие единого и чёткого понятия ЦД, которое трактовалось бы однозначно во всех предметных областях и направлениях деятельности.

Разнообразие определений ЦД, зависящих от специфики деятельности компании и даже конкретного проекта, делает невозможным выработку общих подходов к их проектированию и реализации [3]. А это, в свою очередь, затрудняет использование

при проектировании новых ЦД ранее сделанных наработок даже в рамках одной организации, что резко снижает эффективность разработки ЦД.

Поэтому на современном этапе развития технологии ЦД является актуальной задача унификации понятий и определений, связанных с ЦД и выработка общих подходов к их проектированию и реализации, что позволит формализовать знания и опыт, полученные в предыдущих решениях и распространять их на новые проекты. Именно созданию такого подхода к проектированию ЦД и посвящена данная работа.

В работе предлагается рассматривать ЦД как информационную структуру, включающую следующие элементы:

- программное приложение, которое может быть развернуто в централизованной, децентрализованной или распределённой вычислительной системе, способное взаимодействовать с другими объектами при помощи сервисов и соответствующих пользовательских интерфейсов;
- копию физической составляющей киберфизической системы;
- систему с одной или несколькими перспективами, позволяющими моделировать физическую систему с помощью виртуальных копий.

Таким образом обобщённый подход к проектированию ЦД можно рассматривать как сочетание трёх концепций: многослойность, многоуровневость и многоаспектность.

Концепция многослойности. В этом случае ЦД есть приложение с тремя основными слоями: модель, данные и интерфейсы (рисунок 1). При необходимости между внутренним и внешним слоями можно спланировать несколько уровней.

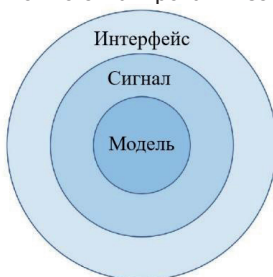


Рисунок 1 – Концепция многослойности

Слой модели расположен в центре (ядро ЦД), включает логику и поведение приложения. Слой данных – связующее звено между интерфейсами и ядром, отвечает за управление данными и их преобразование. Слой интерфейсов – человеко–машинный интерфейс или интерфейс машина–машина.

Концепция многоуровневости. Здесь цифровой двойник рассматривается как многоуровневая структура, содержащая три уровня:

- 1) уровень моделирования – на нём реализуется физическая структура ЦД, которая является основой для моделирования;
- 2) логический уровень, на котором реализована вся логика системы, осуществляется управление и контроль;
- 3) уровень преобразований между логической и физической структурами.

Концепция многоаспектности. ЦД должен обеспечивать несколько аспектов возможных применений. Поэтому концепция представляет полный цифровой двойник в виде диаграммы, состоящей из концентрических цилиндров (рисунок 2, слева), где уровни представлены в виде вертикально расположенных цилиндров, а слои — в виде концентрических.

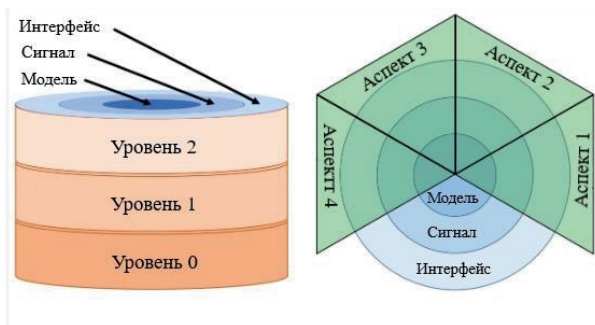


Рисунок 2 – Диаграмма концепция многоаспектности

Каждый сектор на диаграмме справа отражает отдельный аспект ЦД: например, контроль состояния его физического оригинала, управления процессами в нем, оптимизацию использования ресурсов и т.д. Данная концепция позволяет масштабировать или расширять возможности ЦД для работы с новыми технологиями, приобретения им когнитивных способностей [1].

Таким образом, предлагаемый в работе обобщенный подход к проектированию ЦД позволит обеспечить модульную и масштабируемую архитектуру, позволяющую эффективно использовать ранее сделанные наработки и опыт в области построения цифровых двойников.

Библиографический список

1. Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И. Когнитивный цифровой двойник: основные понятия и интерпретации/Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И.// Материалы XXII Международной научно-технической конференции "Новые технологии в учебном процессе и производстве", посвященной 90-летию со дня рождения Ю.А. Гагарина. – Рязань: Ряз. ин-т (филиал) Моск. пол. ун-та, 2024. – 774 с., ил.
2. Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И. Эволюция концепции цифровых двойников/ Кошелев А.Д., Кошелева М.С., Орешков В.И.// Информационные технологии в прикладных исследованиях, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2024. – 336 с.
3. Кошелева М.С., Тобратов Ю.М. Цифровой двойник: основные понятия и интерпретации/ Кошелева М.С., Тобратов Ю.М.// Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2023. – 238 с.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В.С. Кравцова

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Проекты всегда представляли собой работу по планированию и организации ресурсов для достижения цели за определенный период времени. Причем период может быть как краткосрочным, так и долгосрочным, но не бессрочным. Все составляющие проекта должны пройти этапы жизненного цикла, прежде чем достичь конечной цели. Наиболее известный тип проектов – это разработка программного обеспечения. Существуют проекты и в отраслях архитектуры, строительства, геологии, космонавтики.

При реализации проекта процесс разбивают на различные фазы, каждую из которых можно считать отдельной задачей или проектом. Существуют различные жизненные циклы разработки проекта: прогнозирующий, итеративный, адаптивный. Адаптивный цикл подходит для проектов, в которых конечный результат не определен, либо имеет нечеткие границы. Его принципы и ценности прописаны в Agile-манифесте. Agile-методы не подходят для каждого проекта и их применение в некоторых случаях может даже навредить компании [1].

Целью искусственного интеллекта является создание интеллектуальных систем, которые могут обучаться, демонстрировать, объяснять и давать советы пользователям. Он может повысить эффективность за счет автоматизации трудоемких задач, помогая лучше принимать решения. В процессе управления проектом необходимо следить за расходами, временем, качеством продукта и рисками. Среди систем и технологий искусственного интеллекта выделяют: машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети, экспертные системы и чат-боты. Машинное обучение использует алгоритмы, позволяющие системам учиться на данных и делать прогнозы или решения, которые не были заранее запрограммированы. Экспертные системы имитируют способность принимать решения человека-эксперта в конкретной области. Чат-боты и виртуальные помощники, могут улучшить командное общение и сотрудничество, что в конечном итоге способствует более эффективной реализации проектов. Искусственный интеллект готов совершить революцию в управлении проектами, предлагая потенциал для повышения общей производительности, снижения затрат и повышения эффективности. Поскольку только 35% проектов в настоящее время завершаются успешно, ожидается, что интеграция искусственного интеллекта, машинного обучения и передовых технологий приведет к значительным изменениям в этой области к 2030 году. Влияние искусственного интеллекта на управление проектами очевидно в его способности улучшить процесс принятия решений. Предприятия все больше осознают преобразовательный потенциал искусственного интеллекта в управлении проектами. Внедрение инструментов для автоматизации, прогнозирования рисков и повышения эффективности становится важнейшей стратегией для того, чтобы оставаться впереди в эпоху цифровых технологий [2].

Использование ИИ в управлении проектами предлагает множество преимуществ. Инструменты обнаружения рисков на базе искусственного интеллекта могут анализировать обширные данные из различных источников, чтобы выявить закономерности и тенденции, которые могут указывать на потенциальные проблемы.

Такой упреждающий подход может предотвратить потерю ресурсов, времени и денег. Этот основанный на данных подход к управлению рисками может значительно улучшить результаты проекта и смягчить потенциальные неудачи. Решения по управлению рисками на основе искусственного интеллекта и машинного обучения могут повысить точность прогнозирования за счет выявления нелинейных взаимосвязей между макроэкономическими и финансовыми факторами. Они оптимизируют процесс выбора переменных, обрабатывая большие объемы данных и извлекая несколько переменных. Алгоритмы машинного обучения в сочетании с платформами анализа больших данных обеспечивают более полную сегментацию данных с учетом множества атрибутов данных сегмента. Это приводит к более высокой точности моделирования [3].

ChatGPT – это чат-бот с искусственным интеллектом, разработанный OpenAI, способный обрабатывать естественный человеческий язык для генерации ответов. Он может отвечать на вопросы, объяснять сложные концепции и выполнять такие задачи, как планирование путешествий. ChatGPT, технология искусственного интеллекта, оказалась высокоэффективным инструментом для коучинга, предлагая индивидуальные ответы на конкретные потребности и проблемы. Он имеет возможность работать с отдельными людьми и командами в режиме реального времени, независимо от их местоположения, что делает его удобным и экономичным вариантом для организаций, которым требуется гибкое коучинг и обучение для большого количества людей или в которых членкомандынаходятся в разных частях мира.

ChatGPT использует глубокое обучение, разновидность машинного обучения, для создания человеческого текста с помощью нейронных сетей-преобразователей. Он был обучен с помощью онлайн-текста для изучения человеческого языка и использования транскриптов для изучения основ разговорной речи. Способность ChatGPT предоставлять индивидуальные ответы усиливается за счет его способности понимать и адаптироваться к различным типам аудитории. Например, он может корректировать свои ответы в зависимости от указанной аудитории, например, детей или предпринимателей, и может генерировать несколько результатов по одной и той же теме. Кроме того, пользователи могут запрашивать творческие и эффективные входные данные для других инструментов искусственного интеллекта, а ChatGPT может предоставлять подсказки для себя [4].

Применение искусственного интеллекта в управлении проектами предоставляет значительные возможности для повышения гибкости и эффективности стратегического планирования. Однако, важно учитывать тщательное балансирование между автоматизацией и человеческим вмешательством, чтобы обеспечить успешное внедрение адаптивных стратегий. Взаимодействие с ChatGPT в режиме реального времени, персонализированные ответы и делают его ценным инструментом для управления проектом.

Библиографический список

1. Элк, С. Agile который работает / С. Элк, Д. Ригби, С. Берез – Москва: Бомбора, 2022. – С. 8–18.
2. Jayakanna, H. S. A Study on Deep Learning / H. S. Jayakanna, Mrs. M. Raju // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology – 2022 – Vol. 10, № 11 – P. 961–964.

3. Sahadevan, S. Project Management in the Era of Artificial Intelligence / S. Sahadevan // European Journal of Theoretical and Applied Sciences – 2nd ed. – Temple: Arizona State University, 2023. – P. 349–359.

4. Kashyap R. A First Chat with ChatGPT: The First Step in the Road-Map for Artificial Intelligence ... / R. Kashyap – Tallinn: Estonian Business School, 2023 – 48 p.

ОБЗОР ЭТАПОВ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

М.К. Крыгина, М.С. Кошелева

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются этапы разработки цифровых двойников и оправданность использования данной концепции.

В последнее время широкое распространение в промышленности и за её пределами получила концепция цифровых двойников (ЦД). Существует большое количество определений цифровых двойников, в том числе противоречащих друг другу, так как данное понятие является достаточно широким и может интерпретироваться по-разному в зависимости от специфики деятельности компании или конкретного проекта [1]. Мы остановимся на следующей трактовке ЦД:

Цифровой двойник (Digital twin) – виртуальный аналог реального объекта, группы объектов или процессов, созданный на основе данных, получаемых на стадии разработки и изготовления продукта, а также во время всего его жизненного цикла при помощи многочисленных датчиков [1].

Аналогичная ситуация складывается с классификаций цифровых двойников. Одна из наиболее популярных – по назначению:

- Информационные ЦД – синхронизируются со своим прототипом и передают оператору данные об объекте в режиме реального времени, что обеспечивает своевременную диагностику.

- Предиктивные ЦД позволяют прогнозировать работу объекта во время эксплуатации, а также критических ситуациях.

- Операционные ЦД предназначены для бизнес-анализа и решения управленческих задач [2].

В качестве преимуществ ЦД можно выделить:

- Повышение эффективности. Цифровые двойники поддерживают функцию передачи информации о состоянии системы в режиме реального времени, следовательно, на основе обрабатываемых показателей, осуществляется возможность прогнозирования различных сбоев.

- Безопасность. ЦД обеспечивают дистанционное управление объектами.

- Экономия времени и сокращение расходов за счет тестирования новых функций на виртуальной копии.

Выделяют четыре основных этапа разработки ЦД:

- 1) Исследование. Сюда относятся изучение нормативных документов, технологических карт и инструкций, интервью с экспертами предприятия. Как правило, большая часть информации о процессах компании не оцифрована и хранится «в головах» сотрудников, поэтому проведение интервью является существенной частью подготовительного этапа. Чем более полную картину удастся собрать в начале работы, тем более приближенный к реальности цифровой двойник получится в

результате. Следует отметить, что задокументированное описание процесса может отличаться от его реальной реализации. Таким образом важно обсудить все детали с экспертами, а не слепо руководствоваться нормативными документами.

Также на данном этапе определяются задачи, которые должен решать ЦД.

2) Разработка подразумевает воссоздание инфраструктуры и логики операций предприятия в виртуальной реальности с помощью блок-схем и программного кода. На большинстве проектов это самый долгий и трудоемкий этап.

3) Валидация – прогон модели на известных данных с последующим сравнением полученных результатов ЦД и его физического аналога. Основная цель этого этапа — добиться минимального расхождения с физическим аналогом. Эксперты считают оптимальной погрешностью между работой цифрового двойника и его физического прототипа — не более 5%.

Также на данном этапе осуществляется функция прогнозирования работы физического аналога.

4) Эксплуатация. После того, как все процессы физического прототипа отработаны на цифровом двойнике, в оригинальный объект вносят необходимые изменения. Например, устраняют неисправности, которые выявил цифровой двойник.

Цифровые двойники могут использоваться в самых разных сферах промышленности, а также за её пределами, например, в бизнес-аналитике, но не всегда это оправданно. Данная концепция скорее необходима крупным производствам, поскольку процесс создания ЦД, как правило, увеличивает стоимость проекта в целом.

Средняя стоимость разработки ЦД – от пары до десятков миллионов рублей. Цена зависит от размера предприятия, его специфики и уровня цифровизации. Кроме того, после этапа внедрения ЦД необходимо обеспечить постоянную техническую поддержку двойника, что влечет за собой дополнительные расходы.

Перед созданием цифрового двойника следует рассчитать пользу, которую он принесет. В среднем ЦД окупается за 6 лет, при чем быстрее всего окупаются проекты с низким уровнем цифровизации, где высок риск управленческой ошибки. Например, окупаемость торгового центра – 5 лет, высокотехнологичного завода или медицинской лаборатории – 9 лет.

Также в качестве ключевых недостатков ЦД можно выделить:

– Повышение уровня киберугрозы. При работе с цифровыми двойниками возрастают риски, связанные с утерей конфиденциальной информацией. Например, если у злоумышленников будет доступ к виртуальной модели, они получат не просто отдельные данные, а информацию обо всех процессах.

– Ограниченный функционал. На данный момент ни один цифровой двойник не может учесть все нюансы работы физического аналога. Модель принимает решения на основе данных, которые в нее внесли. Если некоторые ситуации не были добавлены в систему, она может зайти в тупик при их обнаружении.

Таким образом, концепция цифровых двойников позволяет оптимизировать работу системы, однако эффект от её применения должен значительно превышать стоимость разработки ЦД. В противном случае использование двойников для решения практических задач будет не оправдано.

Библиографический список

1. Кошелева М.С., Тобратов Ю.М. Цифровой двойник: основные понятия и интерпретации/ Кошелева М.С., Тобратов Ю.М.// Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всероссийской научно-технической

конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2023. – 238 с.

2. Стариковская, Н. А. Цифровой бизнес и сквозные цифровые технологии: теория и практика: учебное пособие / Н. А. Стариковская, А. И. Стариковский, М. В. Куц. — Москва: РТУ МИРЭА, 2022 — Часть 1 — 2022. — 259 с.

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

М.К. Крыгина

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается история разработки цифровых двойников (ЦД), а также особенности и преимущества их применения.

Еще в шестидесятых годах прошлого столетия была в первый раз предложена идея создания ЦД в производстве в рамках программы НАСА «Аполлон». Согласно ей было сконструировано 2 абсолютно одинаковых космических судна. Одно из них, оставшееся на земле, получило название «двойник». Следовательно, можно дать следующее определение: цифровым двойником называют прототип, применяемый для воссоздания существующего объекта или реальных условий процесса для имитации поведения прибора [1].

Изначально идея и определение ЦД были предложены в 2002 году профессором Мичиганского университета Майклом Гривзом. Однако, ее не смогли воплотить в реальность ввиду ограниченности технологий начала XXI века. Лишь только в 2010 году можно зафиксировать первое официальное использование определения «Цифрового двойника» в документации NASA. В вышеупомянутом документе описана реалистичная виртуальная модель космического судна. Эта копия должна быть использована для проектирования корабля, его испытаний и моделирования полетов. В целом, высоко адекватные модели, позволяющие достигать точности моделирования $\pm 5\%$ и выше называются «цифровыми двойниками» и являются основой цифрового проектирования.

С первого упоминания до настоящего времени можно зафиксировать несколько этапов развития ЦД. Изначально, ЦД — это несложный виртуальный макет на отправных этапах планирования системы. На следующей стадии он уже трансформировался в виртуальную сферу для воссоздания особенностей исследуемого объекта. Третья стадия развития ЦД характеризовалась созданием адаптивного ЦД. Здесь применяется машинное обучение (machine learning) и нейронные сети для исследования поведенческих характеристик модели в реальном времени, а так же для принятия решений в процессе эксплуатации, обслуживания и утилизации объекта. Четвертая стадия развития ЦД — это технология ЦД в настоящее время. Такие двойники еще называют «умными». Их основная характеристика — это высокий уровень самоорганизации. Такой двойник может обрабатывать большой поток данных, проводить их анализ. Он обучаем в процессе эксплуатации. Сфера его ответственности — контроль не только технологических процессов исследуемого объекта, но и идентификация состояний объекта, а также оценка его влияния на окружающую среду [2].

Применение технологии ЦД становится всё более привлекательным в различных технологических сферах. Однако, внедрять ЦД можно на различных стадиях жизненного цикла изделия. Например, если вводить ЦД в разработку изделия, то можно повысить эффективность проектируемого объекта. Также это позволит более полно удовлетворить требования к изделию, облегчить создание экспериментального образца и облегчить работу с ним. Если начать использовать ЦД позже — на стадии производства — можно избежать непредвиденных расходов, откорректировать документацию прибора. Внедрение ЦД на этапе эксплуатации и сопровождения может помочь обеспечить возможность автоматизации и планирования использования продукта согласно его функциональным характеристикам и техническому состоянию при его использовании по назначению, а также принять обоснованные решения относительно технического обслуживания и ремонта продукта во время проведения соответствующих мероприятий.

Зона применения ЦД распространяется на весь жизненный цикл изделия, начиная с этапа планирования, включая научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, затем переходя к производству и завершая обслуживанием и утилизацией изделия. ЦД совершенствуется во время использования, становясь более "интеллектуальным" — данный процесс включает обновление базы информации, базы принятия решений и базы знаний.

В заключение, перспективы использования ЦД можно оценить по следующим направлениям:

1. В производстве данная разработка уже применяется и дает возможность повышать производительность минимум на 10%, а в нефтепроизводстве — сократить вложения на 5-20%.

2. В разработке месторождений полезных ископаемых ЦД способствуют снижению опасности добычи, помогают сократить нанесение вреда окружающей среде.

3. В сфере здравоохранения ЦД пациента дают возможность отслеживать жизненно важные показатели больного в режиме реального времени, что облегчает выбор терапии и процесс медицинского вмешательства в организм.

4. В повседневной сфере — для населенных пунктов будут созданы ЦД, в которых будут отражены районы, дороги, коммуникационные системы, что даст возможность проводить мониторинг качества жизни в исследуемой области, планировать реконструкции, а также экстренно реагировать на ЧС.

И это только часть сфер, в которых возможно применение цифровых двойников.

Библиографический список

1. Н. А. Демкович, Г. Е. Абаев, и Е. И. Яблочников. Многоуровневое мо- делирование цифровых производств. URL: <https://ritm-magazine.ru/ru/public/mnogourovnevoe-modelirovanie-cifrovyyh-proizvodstv>.

2. А. Г. Карлов. Проектирование систем автоматизации и управления: цифровые двойники объектов, процессов и систем: учебно-методическое пособие по выполнению самостоятельной работы для студентов – Севастополь: СевГУ, 2022. – 69 с. – Текст: электронный.

ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ СЖАТОГО ТЕКСТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ХАФФМАНА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#

Н.А. Кузнецов, С.В. Скворцов

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В процессе программной реализации на языке программирования C# алгоритма сжатия Хаффмана в конечном итоге имеются следующие компоненты, которые необходимо сохранить в файлах: закодированный текст, представляющий собой последовательность битов; таблица символов и присвоенных им в ходе сжатия кодов переменной длины.

Основной задачей при программной реализации рассмотренного алгоритма является компактное размещение в памяти очень длинной битовой строки, в виде которой представляется формируемое закодированное сообщение. Для решения этой задачи предложено использовать текстовый файл, заполнение которого производится следующим образом. Полученная битовая строка читается фрагментами по восемь битов и каждый такой фрагмент заменяется символом из стандартной таблицы ASCII, который сохраняется в файле. При этом используется неявное преобразование кода в символ (рисунок 1). Аналогичный подход применяется и при распаковке сжатого текста, где выполняется неявное преобразование символа в двоичное число.



```
C#  
  
var chars = new[]  
{  
    'j',  
    '\u006A',  
    '\x006A',  
    (char)106,  
};  
Console.WriteLine(string.Join(" ", chars)); // output: j j j j
```

Рисунок 1 – Пример неявного преобразования

Когда выполняется какой-нибудь метод класса String, например, конкатенация, система создает новый объект в памяти с выделением ему достаточного места. Удаление первого символа - не самая затратная операция. Однако, когда подобных операций множество, а объем текста, для которого надо выполнить данные операции, также не самый маленький, то издержки при потере производительности становятся более существенными. Чтобы выйти из этой ситуации во фреймворк .NET был добавлен новый класс StringBuilder, который находится в пространстве имен System.Text и представляет динамическую строку.

Для сохранения таблицы кодов в текст последовательно добавляется набор из символа, длины кода этого символа, преобразованный в один символ ASCII через неявное преобразование, а также код символа. При чтении дерева Хаффмана эти наборы символов преобразуются обратно в исходное дерево кодов при рассмотрении сохранных наборов.

Библиографический список

1. Кузнецов Н.А., Скворцов С.В. Применение алгоритма Хаффмана для сжатия текстовых данных // Информационные технологии в прикладных исследованиях. Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2023. С. 144-147. ISBN 978-5-907568-65-5.

2. Алгоритм Хаффмана на пальцах // Хабр: сайт. URL: <https://habr.com/ru/articles/144200/> (дата обращения: 11.06.2023).

MIXTURE OF EXPERTS – СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Р.К. Кутдусов

Научный руководитель – Воробьева И.А. к.т.н.

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Современные большие языковые модели (LLM, Large Language Models) успешно справляются с задачами обработки естественного языка (NLP, Natural Language Processing). Однако по мере масштабирования LLM увеличиваются затраты на обучение, обработку запросов и использование памяти, что требует новых решений по оптимизации затрат. Mixture of Experts (MoE) стал одним из наиболее успешных подходов в обучении LLM, позволяющим при увеличении модели (числа ее параметров) не увеличивать пропорционально затраты ресурсов.

При обучении LLM информация по сети распределяется неравномерно. Появляются блоки (подсети), каждый из которых хорошо отвечает на запросы по определенной тематике, но хуже по другой. Современные LLM могут использовать триллионы параметров (весов), поэтому генерировать ответ по всем весам модели становится крайне неэффективным. Для сокращения времени вычисления гораздо эффективнее активизировать конкретный блок («эксперт») по тематике, которую можно определить из запроса. Именно так работает подход MoE.

MoE-модель использует маршрутизатор – компонент, ответственный за выбор подходящих экспертов для конкретного запроса. Маршрутизатор и эксперты представляют собой полновязанные сети прямого распространения (FFN, Feed Forward Network). При поступлении данных маршрутизатор оценивает их специфику и активизирует экспертов. В классическом варианте все эксперты получают некоторую вероятность активации при обучении и каждый в разной степени может участвовать в формировании ответа. В более современных вариантах в ответе участвуют не все эксперты, а лишь некоторая их часть с определенного порога вероятности, что позволяет еще больше уменьшить объем вычислений (SMoE, Sparse MoE) [1]. Каждый эксперт, в свою очередь, учится решать определенный тип задач. Таким образом, при огромном объеме параметров лишь часть из них активизируется при обработке запроса во время применения модели (англ. model inference).

Важным преимуществом такого подхода является возможность эффективного масштабирования. При оптимальном обучении увеличение числа весов ведет к большему качеству ответов. За счет подхода MoE при применении большей модели не сильно меняется скорость получения ответа. Это сохранение производительности позволяет без дополнительных накладных расходов добавлять новых экспертов, улучшая качество выдаваемых моделью ответов и повышая ее экспертность.

В свою очередь, при использовании MoE-подхода возникает ряд проблем. В частности, появляется проблема интерференции, когда требуются сложные алгоритмы оптимизации для избежания дублирования функций между экспертами и сохранения их специализированности. Это важно и при различении экспертов. В современных моделях степень активизации у каждого эксперта примерно одинакова почти по всем темам, отсюда возникают сложности с пониманием того, какие из экспертов на самом деле отвечают на запрос [2].

Примером модели с SMOE-подходом может послужить Mixtral 8x7B от французской компании Mistral AI [2]. Преимуществом моделей от данной компании является использование меньшего числа параметров и достижение лучшего качества на бенчмарках, чем у конкурентов. Так Mixtral побила LLaMA2-70B по большинству бенчмарков при меньшем времени ответа в 6 раз [3]. Всего в модели 46,7 млрд параметров, но используются только 12,9 млрд.

Mixture of Experts – это перспективное направление в развитии LLM, которое позволяет применять масштабные модели, оставаясь в пределах доступных вычислительных ресурсов. В будущем совершенствование механизмов маршрутизации и оптимизации в подходе MoE, скорее всего, сделает его основой для создания моделей следующего поколения, эффективно справляющихся с разнообразными задачами NLP.

Библиографический список

1. Noam Shazeer et al., Outrageously large neural networks: The sparsely-gated mixture-of-experts layer, in conference paper at ICLR, 2017, arXiv preprint arXiv, 1701.06538, 23 Jan 2017.
2. Albert Q. Jiang et al., Mixtral of Experts, 2024, arXiv preprint arXiv, 2401.04088, 8 Jan 2024.
3. Chatbot Arena LLM Leaderboard: Evaluation for Best LLM and AI chatbots [Электронный ресурс]. URL: <https://lmarena.ai/?leaderboard> (дата обращения: 28.10.2024).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАТГРТ И ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

А.С. Лем

Северо-западный институт управления – филиал РАНХиГС

В настоящее время вопросы, связанные с внедрением инструментов на основе искусственного интеллекта во все сферы общественной жизни, являются крайне популярными как в публичном, так и в академическом дискурсах. Особую популярность данная тема приобрела после того, как в ноябре 2022 года компания OpenAI представила ChatGPT, чат-бот на основе генеративного искусственного интеллекта.

Современные специалисты активно применяют инструменты на основе искусственного интеллекта в сфере архитектурно-градостроительного проектирования [3] и при моделировании архитектурных объектов [1]. Задачи, которые специалисты в области проектирования решают с помощью искусственного интеллекта, можно классифицировать следующим образом. Это работа с текстами, обработка изображений и автоматизация сложных рабочих процессов, связанных непосредственно с проектированием.

Для работы с текстами чаще всего используют самое известное на сегодняшний день решение – чат бот ChatGPT. В качестве аналогов также используются такие сервисы как Claude от компании Anthropic, Gemini от Google и Microsoft Copilot от Microsoft. На российском рынке также существуют свои инструменты на основе генеративного искусственного интеллекта: Gigachat от ПАО Сбербанк и YandexGPT от компании Яндекс. Подобные инструменты прежде всего помогают автоматизировать рутинные для проектировщиков рабочие задачи, связанные с написанием проектной

документации, пояснительных записок и различных инструкций. Также искусственный интеллект может помочь в области Compliance (соблюдение требований), упрощая процесс извлечения требований из текстовых источников, например контрактов, сборников правил и стандартов. Все это позволит компаниям не производить дополнительный найм высокооплачиваемых специалистов для выполнения требуемого объема работ и тем самым сэкономят средства и не инвестировать их в развитие бизнеса. Также у компаний не будет необходимости нанимать на работу низкоквалифицированных сотрудников, для того чтобы они выполняли за профессионалов простые рутинные задачи. Решения на основе искусственного интеллекта смогут взять эти задачи на себя, сократив тем самым расходы компаний.

При этом стоит отметить, что даже учитывая тот факт, что первоначальные инвестиции в цифровую инфраструктуру окупятся в будущем, они все равно могут быть существенными для бюджетов компании в моменте времени. Точно также, как и расходы, связанные с наймом и оплатой труда высококвалифицированных специалистов, занимающихся вопросами внедрения и поддержки решений на основе искусственного интеллекта, а также с переобучением действующих сотрудников, могут оказаться весьма высокими для средних и тем более небольших компаний.

Для обработки изображений специалисты чаще всего выбирают такие сервисы как DALL-E от OpenAI, а также Midjourney и Stable Diffusion. Их аналогами на российском рынке являются нейронные сети Kandinsky и Шедеврум от компаний СБЕР и Яндекс соответственно. С помощью подобных сервисов специалисты могут ускорить процесс создания колористических решений по проекту. Также стоит отметить представленную в 2024 году компанией Apple платформу Apple Intelligence, которая способна работать с текстами, изображениями, а также автоматизировать множество других процессов.

Кроме того, инструменты на основе искусственного интеллекта применяются и для решения задач, связанных с самим процессом проектирования. Искусственный интеллект вместе с большими данными открывают новый потенциал для таких технологий как BIM (информационная модель здания) и Digital Twin (цифровой двойник). Искусственный интеллект, лежащий в основе генеративного дизайна, способен в кратчайшие сроки создавать тысячи вариантов различных планировок и конструкций, основываясь на исходных данных, которые инженер вносит в программу: вес, габариты, материалы. Специалисту остается только выбрать наиболее подходящий вариант из предложенных искусственным интеллектом. Тем самым генеративный дизайн способен значительно упростить процесс архитектурно-строительного проектирования [2]. Крупнейшие поставщики программного обеспечения для проектирования и строительства уже активно внедряют искусственный интеллект в свои продукты. В качестве примера можно привести технологию Autodesk AI, которую компания Autodesk внедряет в свои продукты для автоматизации большого количества рутинных задач, свойственных процессу проектирования.

Стоит отметить, что в будущем компаниям придется находить и соблюдать баланс между скоростью, качеством и экономией средств в процессе внедрения инструментов на основе искусственного интеллекта в процесс проектирования. Эта задача может оказаться нетривиальной и потребует привлечения большого числа высококвалифицированных специалистов.

Библиографический список

1. Акшов, Э. А. Использование вычислительного проектирования и искусственного интеллекта при моделировании архитектурных объектов / Э. А. Акшов // Архитектура и современные информационные технологии. – 2023. – № 2(63). – С. 298-315.
2. Игнатова, Е. В. Состояние и перспективы применения технологии генеративного дизайна в строительстве / Е. В. Игнатова, В. П. Предеина // Строительство и архитектура. – 2021. – Т. 9, № 1. – С. 71-75.
3. Искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании / Е. Л. Власова, М. Л. Власова, Н. В. Боровикова, Д. В. Карелин // Архитектура и современные информационные технологии. – 2023. – № 4(65). – С. 311-324.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА
ТОНАЛЬНОСТИ ТРАНСКРИПЦИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ
СОТРУДНИКАМИ РОЗНИЧНОЙ ТОЧКИ ПРОДАЖ**

Д.Ю. Логинов, С.В. Крошила

Научный руководитель - Крошилин А.В. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается проблема выбора наиболее подходящей модели для анализа тональности транскрипций обслуживания клиентов сотрудниками розничной точки продаж при реализации информационной системы [1, 2].

В настоящее время существует множество алгоритмов оценки эмоционального окраса речи, применяемые в большом числе сфер деятельности человека [3]. Однако при выборе конкретной реализации для определенной задачи встает вопрос о целесообразности использования большинства этих моделей.

Авторами рассматривается задача классификации эмоционального окраса речи по транскрипции записи обслуживания клиента продавцом в розничной торговой сети. При изучении предметной области можно выделить несколько существенных ограничений:

- вычислительные ресурсы крайне ограничены, так как система тем выгоднее бизнесу, чем она дешевле;
- лицензия модели должна подразумевать возможность ее бесплатного коммерческого использования;
- модель должна адекватно реагировать на терминологию применяемую в той или иной розничной сети (включая названия товаров и т. п.).

Одним из наиболее рациональных вариантов является использование предобученной модели. В частности было принято решение использовать BERT без учета регистра текста. После 7 эпох дообучения модель смогла показать точность 95% на тестовых данных. Однако существенным минусом такого подхода является тот факт, что во время работы модель занимает свыше 1,5 Гб памяти GPU.

Также в качестве эксперимента была предпринята попытка произвести анализ текста при помощи модели llama 2 и текстового запроса. Однако модель зачастую выдавала противоречивые показания внутри одного ответа.

Затем была предпринята попытка с нуля обучить небольшую сеть, написанную специально для этой задачи. Она состояла из одного LSTM слоя и одного полносвязного. Для обучения использовались Dropout-слои, L2-регуляризация и пакетная нормализация. График обучения модели представлен на рисунке 1.

Несмотря на высокую точность на валидационных данных с полной уверенностью нельзя говорить о том, что данная модель подходит для решения задачи, так как из-за чрезвычайной простоты модели и небольшого (по сравнению с большими языковыми моделями) объема обучающих данных модель может быть нестабильна при использовании в реальной точке продаж. Однако при существенном ограничении, наложенном на объем памяти, такой подход является одним из наиболее перспективных.

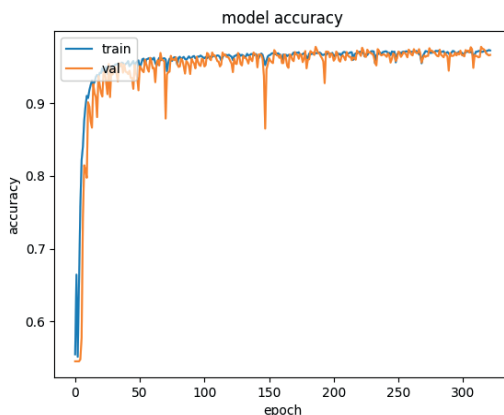


Рисунок 1 – Обучение модели

Таким образом, в случае если информационная система, частью которой является рассмотренная модель позволяет, использование больших языковых моделей предобученных для анализа тональности текста является приоритетным, однако меньшие модели построенные не по принципу трансформера [4; 5] также способны хорошо показывать себя, особенно в условиях малых вычислительных ресурсов.

Библиографический список

1. Крошилин, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошилин, С. В. Крошилина, Г. В. Овечкин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-907535-96-1. – EDN XBPJ1W.
2. Жулев В. И., Крошилин А. В., Крошилина С. В. Проектирование систем поддержки принятия решений. Учебное пособие для вузов. -М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 180 с.: ил.
3. Крошилина С.В., Гук Е.С. Обработка естественного языка в системе вопрос-ответ // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Овечкина – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book jet), 2024 – 206 с. (52-55)
4. Introduction to Transformers: an NLP Perspective: [Электронный ресурс]URL: <https://arxiv.org/abs/2311.17633>. (Дата обращения: 18.10.2024)
5. Как работают трансформеры?: [Электронный ресурс]. URL: <https://huggingface.co/learn/nlp-course/ru/chapter1/4>. (Дата обращения: 18.10.2024).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ЗДОРОВЬЯ МАШИНИСТОВ

Д.А. Мельников, А.Д. Аюпов

Научный руководитель – Головнин О.К. д-р техн. наук, доцент
Самарский государственный медицинский университет

Применение интеллектуальных технологий обработки данных в системах контроля здоровья машинистов – значительный шаг вперед в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожных перевозок [1], а цифровые системы, реализованные на базе сильного искусственного интеллекта, демонстрируют значительный потенциал в решении задач управления и контроля [2, 3].

Разработана интеллектуальная система мониторинга и контроля здоровья машинистов, которая отслеживает физиологические параметры машинистов, анализирует полученные данные, предсказывая возможные риски и предотвращая аварийные ситуации. Система собирает ключевые показатели, такие как пульс, давление, уровень кислорода и поведенческие изменения, и на основе интеллектуального анализа данных выдает рекомендации для оперативных решений при обнаружении отклонений.

Архитектура разработанной системы включает следующие программные компоненты:

1. Клиентская часть разработана на библиотеке React с использованием Next, postcss, tailwind. Связь с серверной частью организована через AJAX;

2. Серверный модуль обработки данных реализован на основе фреймворка Django;

3. База данных, управляемая системой PostgreSQL.

Система позволяет медицинским сотрудникам добавлять и отслеживать показатели каждого машиниста, а также просматривать историю состояния, получать аналитику по ней и, при необходимости, отправлять уведомления о необходимости профилактического осмотра. В основе системы – интеллектуальное ядро на основе машинного обучения с подкреплением. Набор данных для обучения нейронной сети сформирован из синтетических и реальных данных.

Разработанная система может быть внедрена на железнодорожных предприятиях различного масштаба: от крупных транспортных компаний до региональных операторов.

Библиографический список

1. Рыжаков С.А. Анализ систем контроля бодрствования машиниста локомотива // Молодежная наука. – 2023. – С. 223-227.

2. Библиотеки подпрограмм для интеграции программных компонентов на основе сильного искусственного интеллекта в транспортно-логистические системы / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022681350 Российская Федерация: № 2022680703: заявл. 01.11.2022; опубл. 11.11.2022 / О. К. Головнин.

3. Радоманов С.И. Основные направления использования искусственного интеллекта в автоматизированных системах управления // Вооружение и экономика. – 2023. – № 4 (66). – С. 5.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

В.П. Муранов

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Печатные платы (ПП) являются неотъемлемой частью современных электронных устройств, и их производство требует высокого уровня технологий. Многослойные печатные платы, в частности, имеют сложную структуру и состоят из нескольких проводящих слоев, что делает процесс их проектирования и производства особенно сложным. В последние годы растет интерес к применению нейросетей в различных областях, и проектирование технологического процесса производства многослойных ПП не стало исключением.

Одним из ключевых направлений использования нейросетей является автоматизация проектирования печатных плат. Традиционные методы проектирования часто требуют значительных временных и трудовых затрат, особенно когда речь идет о сложных многослойных структурах. Нейросети способны анализировать огромное количество данных, выявляя закономерности и оптимизируя процессы. Например, с помощью сверточных нейронных сетей можно эффективно обрабатывать CAD-модели и автоматически предлагать оптимальные решения для размещения компонентов и электрических цепей.

Благодаря своим обучающим возможностям нейросети могут значительно улучшить качество проектирования. Например, они способны выявлять потенциальные ошибки на ранних стадиях, такие как короткие замыкания или недоступные для обычного тестирования участки. Это позволяет сократить затраты на переработку и время на тестирование, что является критически важным в условиях современного производства.

Кроме того, использование нейросетей в анализе технологических процессов позволяет повысить эффективность производства. Благодаря анализу данных из производственных линий можно оптимизировать параметры процесса, такие как температура пайки, время экспозиции и скорость транспортировки. Нейросети могут прогнозировать результаты на основе исторических данных, что позволяет избежать возможных проблем и снизить количество брака. В дополнение, нейросети могут применяться для управления качеством на всех этапах производства. С помощью алгоритмов машинного обучения можно выявлять дефекты на различных стадиях, от инспекции материалов до готовой продукции. Это повышает надежность и долговечность печатных плат, что особенно важно в высокотехнологичных отраслях, таких как автомобилестроение и авиация.

Необходимо отметить, что внедрение нейросетей в проектирование технологического процесса производства многослойных ПП требует значительных финансовых и временных вложений. Однако долгосрочные выгоды, такие как повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества продукции, делают этот шаг выгодным.

В заключение, стоит отметить, что использование нейросетей в проектировании технологического процесса производства многослойных печатных плат открывает новые горизонты для индустрии. Оно не только позволяет улучшить процессы проектирования и производства, но и способствует созданию более качественной и надежной продукции, отвечающей требованиям современного рынка. В будущем мы

можем ожидать дальнейшего развития этих технологий, что приведет к новым инновациям в области электроники.

ОЦЕНКА ПОЗЫ ИГРОКОВ НА ВИДЕОЗАПИСИ ИГРЫ В ВОЛЕЙБОЛ

М.И. Пасынков

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

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются различные варианты реализации алгоритма оценки позы объекта на изображении применительно к задаче оценки позы игроков на кадрах видеозаписи игры в волейбол.

Первый вариант реализации – обучение нейронной сети YOLOv8-pose [1] для одновременного решения задач распознавания объектов и ключевых точек внутри этих объектов. В этом случае на вход нейронной сети подается кадр видеозаписи, на выходе – координаты ограничивающих прямоугольников для каждого найденного объекта, класс объекта (в рассматриваемом примере используется единственный класс «Игрок») и координаты ключевых точек позы каждого объекта.

Такой подход характеризуется двумя недостатками.

1. Использование предобученной модели нейронной сети невозможно. Предобученная модель способна распознавать людей и ключевые точки их позы с высокой точностью, но классы «Человек» и «Игрок» не равнозначны, поэтому необходимо отдельно обучить нейронную сеть распознаванию игроков и их ключевых точек.

2. Высокая трудоемкость подготовки набора данных. При оценке позы человека принято использовать 17 типов ключевых точек (плечи, локти, запястья и т.д.) Для достижения нейронной сетью способности к обобщению необходимо предоставить достаточное количество примеров для каждого типа ключевых точек. В связи с этим суммарное количество ключевых точек, которое требуется разметить при подготовке набора данных, исчисляется десятками тысяч.

Второй вариант реализации – использование структуры из двух нейронных сетей, например, нейронной сети YOLOv8 [1] для распознавания объектов на изображении и нейронной сети из фреймворка MediaPipe [2] для распознавания ключевых точек внутри объекта.

Особенностью нейронной сети MediaPipe является способность распознавания ключевых точек только одного объекта на изображении. Поэтому объекты необходимо предварительно разграничить.

Схема взаимодействия такой структуры двух нейронных сетей может быть представлена следующим образом. На вход нейронной сети YOLOv8 подается кадр видеозаписи, на выходе – координаты ограничивающих прямоугольников для всех обнаруженных на кадре игроков. Далее на вход нейронной сети MediaPipe подаются части исходного кадра, соответствующие ограничивающим прямоугольникам. Нейронная сеть MediaPipe определяет координаты ключевых точек объекта на каждой полученной части исходного кадра. Далее ограничивающие прямоугольники и координаты ключевых точек отображаются на исходном кадре и подаются на выход программы.

Использование двух нейронных сетей решает проблему невозможности использования предобученных моделей. Нейронную сеть YOLOv8 необходимо обучить

распознаванию игроков, вместо людей. При этом трудоемкость подготовки набора данных значительно сокращается, так как достаточно разметить несколько сотен игроков на кадрах. Для нейронной сети MediaPipe может быть использована предобученная модель, так как на вход она будет получать только изображения тех людей, которых нейросеть YOLOv8 классифицировала как игроков.

Библиографический список

1. Ultralytics YOLO Docs [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.ultralytics.com/> (дата обращения: 22.10.2024).

2. Руководство по решениям MediaPipe [Электронный ресурс]. – URL: <https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/guide> (дата обращения: 24.10.2024).

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРА Ryu ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА СЕРВИСА В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ

Д.А. Перепелкин, К.В. Анисимов

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Рассматривается алгоритм измерения задержки передачи и процента потерь сетевых пакетов в каналах связи программно-конфигурируемых сетей.

Технологии программно-конфигурируемых сетей (ПКС) позволяют гибко управлять потоками данных в зависимости от типа передаваемого трафика и заданного качества сервиса. В связи с этим возникает необходимость измерения параметров каналов связи в ПКС [1]. Для этих целей могут использоваться утилиты Ping и Iperf3. Ping – это утилита, отправляющая на устройство назначения пакеты данных по протоколу ICMP. После получения ответных пакетов утилита подсчитывает время, прошедшее с момента отправки пакетов до момента их возвращения, и процент потерянных пакетов. Iperf3 – это генератор трафика, который способен отправлять на устройство назначения пакеты, используя протоколы TCP и UDP. Данная утилита способна измерять пропускную способность, процент потерянных пакетов (для UDP), количество повторно возвращенных пакетов (для TCP).

Основным недостатком применения приведенных утилит для измерения параметров каналов связи в ПКС является то, что они предназначены для измерения параметров между парами хостов, следовательно, на результат измерения будут влиять параметры каналов связи между OpenFlow коммутаторами и хостами. Для решения этой проблемы предложен способ измерения с использованием контроллера сети. Суть метода состоит в том, что контроллер генерирует специальные тестовые пакеты и отправляет их на OpenFlow коммутаторы, которые, в свою очередь, отправляют их на все свои порты. Другие OpenFlow коммутаторы, принявшие тестовые пакеты от смежных коммутаторов, отправляют эти пакеты обратно в контроллер, который вычисляет время, прошедшее с момента отправки пакетов до момента их возвращения, а также количество потерянных пакетов.

На рисунке 1 представлен пример маршрута распространения тестовых пакетов, а также некоторые моменты времени.

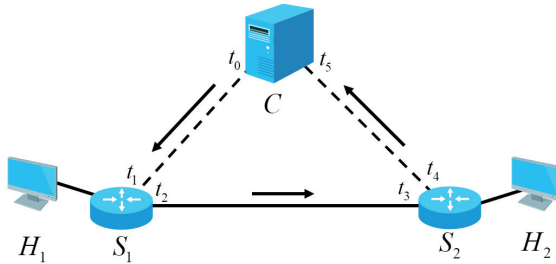


Рисунок 1 – Маршрут распространения тестовых пакетов по ПКС

Измерение параметров каналов связи состоит из двух этапов: измерение параметров каналов связи контроллер - коммутатор ($C - S_1$ и $C - S_2$) и измерение параметров маршрута $C - S_1 - S_2 - C$.

Учитывая, что в каналах связи $C - S_1$ и $C - S_2$ данные передаются по протоколу TCP, что исключает потерю пакетов, процент потерь пакетов канала связи $S_1 - S_2$ равен проценту потерь пакетов маршрута $C - S_1 - S_2 - C$. Задержка передачи канала связи $S_1 - S_2$ будет равняться задержке передачи по приведенному маршруту за исключением задержек в каналах связи контроллер – коммутатор:

$$\text{delay} = (t_5 - t_0) - (t_1 - t_0) - (t_4 - t_5).$$

Временем обработки пакетов в самих OpenFlow коммутаторах ($t_2 - t_1$) и ($t_4 - t_3$) можно пренебречь.

Таким образом, алгоритм измерения параметров каналов связи контроллер – коммутатор состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Определить количество тестовых пакетов для отправки.

Шаг 2. Создать тестовый пакет.

Шаг 3. Отправить сообщение с тестовым пакетом на коммутатор, установив действие над пакетом OFPP_CONTROLLER.

Шаг 4. Зафиксировать время отправки тестового пакета.

Шаг 5. Перейти к шагу 2 пока не будут отправлены все пакеты.

Шаг 6. Принять тестовый пакет коммутатора.

Шаг 7. Зафиксировать время приема пакета.

Шаг 8. Вычислить время передачи пакета.

Шаг 9. Вычислить среднее время передачи тестовых пакетов.

Шаги 6 – 8 выполняются параллельно с шагами 2 – 5.

Алгоритм измерения параметров каналов связи контроллер – коммутаторы - контроллер подобен приведенному выше, однако на шаге 3 в качестве действия над пакетом устанавливается OFPP_FLOOD. Также добавляется шаг 10, на котором происходит определение количества потерянных пакетов.

Было проведено экспериментальное исследование работы алгоритма и сравнение с результатами работы утилит Ping и Iperf3. Результаты измерения задержки передачи и процента потерь пакетов разными методами показали схожие результаты. Отсюда можно сделать вывод о работоспособности предложенного метода измерения.

Библиографический список

1. Перепелкин, Д. А. Модифицированный алгоритм парных переходов в программно-конфигурируемых сетях на основе нечеткой логики / Д. А. Перепелкин, К.

В. Анисимов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. – № 86. – С. 54-62. – DOI 10.21667/1995-4565-2023-86-54-62.

2. Перепелкин, Д. А. Разработка архитектуры и системы нечетких метрик каналов связи программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей / Д. А. Перепелкин, К. В. Анисимов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 80. – С. 53-66. – DOI 10.21667/1995-4565-2022-80-53-66.

ЗАДАЧА ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Д.А. Перепелкин, А.И. Ковердяев

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Эффективное распределение сетевых ресурсов – критически важный аспект современных компьютерных сетей (КС). Переход к парадигме программно-конфигурируемых сетей (ПКС, SDN), в которых управление потоками данных осуществляется единым для набора сетевых устройств контроллером, позволяет адаптировать работу сети под изменяющиеся условия. В то же время применение классических алгоритмов не всегда позволяет получить оптимальное решение в непрерывно изменяющихся условиях. Один из подходов решения этой задачи – применение генетических алгоритмов. Данная работа посвящена разработке визуальной системы для создания топологий разного рода сетей, мониторинга и управления потоками данных в SDN, где генетический алгоритм применяется для адаптивной маршрутизации.

Общая постановка задачи

Цель разработки – создать программный инструмент, позволяющий гибко управлять потоками данных в SDN с учетом текущих характеристик сети, автоматизировать распределение сетевых ресурсов и оптимизировать их использование. Для достижения цели решаются следующие задачи:

- Создание интерфейса визуального моделирования. Система должна предоставлять удобную среду для создания топологий сети и управления параметрами потоков.
- Интеграция генетического алгоритма для оптимизации маршрутизации. Использование генетического алгоритма позволяет автоматически находить оптимальные маршруты, адаптируя их под текущие условия в сети.
- Интерактивная настройка генетического алгоритма. Добавление параметров для гибкой настройки генетического алгоритма, таких как скорость мутаций, число итераций и условия выхода, что позволит оптимизировать процесс поиска решений в зависимости от специфики сети.

Методы и используемые технологии

1. Mininet. Эмулятор виртуальных сетей, позволяющий создавать тестовые SDN-топологии с виртуальными коммутаторами и хостами. Используется для отладки сетевых протоколов и проверки взаимодействия контроллера с устройствами сети. Обеспечивает быстрое развертывание и настройку топологий, что делает его удобным для моделирования SDN-сетей.

2. OpenDaylight (ODL). SDN-контроллер с открытым исходным кодом, поддерживающий различные протоколы (OpenFlow, NETCONF, BGP) и обеспечивающий централизованное управление сетью. Поддерживает API для интеграции и разработку собственных компонентов.

3. OpenFlow. Ключевой протокол для SDN, позволяющий контроллеру напрямую управлять таблицами потоков коммутаторов. Обеспечивает динамическую маршрутизацию на основе правил и помогает перенастраивать маршруты в зависимости от сетевой нагрузки и заданных политик.

4. Генетический алгоритм. Метод оптимизации, используемый для выбора наилучших маршрутов в сети с учетом текущих условий, таких как загруженность и задержки. Алгоритм адаптируется к изменяющейся среде и обеспечивает минимизацию задержек в сети при изменении топологии или условий трафика.

Результаты и перспективы

Благодаря использованию генетического алгоритма система оптимизирует маршруты, минимизируя задержки и избегая перегрузок, что особенно важно для современных сетей с изменчивым трафиком.

Перспективы дальнейшего развития системы включают расширение ее функционала для работы в мультипровайдерных сетях. Это позволит поддерживать взаимодействие с несколькими провайдерами одновременно, что важно для крупных предприятий и операторов связи, заинтересованных в гибкости и надежности своих сетевых инфраструктур. Благодаря мультипровайдерной поддержке, система сможет автоматически выбирать наилучшие маршруты, задействуя каналы разных провайдеров для повышения отказоустойчивости и устойчивости к перегрузкам.

Библиографический список

1. Корячко, В. П., Перепелкин, Д. А. Программно-конфигурируемые сети: учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2020. – 288 с.

2. Перепелкин Д. А., Нгуен В. Т. Исследование и анализ процессов многопутевой маршрутизации и балансировки потоков данных в программно-конфигурируемых сетях на основе генетического алгоритма // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2022. № 79. С. 31-48.

3. Перепелкин Д. А., Нгуен В. Т. Нейросетевая многопутевая маршрутизация в программно-конфигурируемых сетях на основе алгоритмов оптимизации муравьиной колонии / Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2024. № 89. С. 39-56

4. Перепелкин Д. А., Иванчикова М. А., Нгуен В. Т. Интеллектуальная многопутевая маршрутизация в программно-конфигурируемых сетях на основе алгоритма миграции стаи птиц / Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2022. № 82. С. 44 - 60

5. OpenDaylight. Open Source SDN Platform. URL: <https://www.opendaylight.org/about> (дата обращения: 25.10.2024).

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

И.Ю. Перехода

Научный руководитель – Белов В.В. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Бурное развитие информационных технологий и рост сложности программных систем обуславливают необходимость создания эффективных методов и средств анализа программного обеспечения (ПО). Традиционные подходы, основанные на ручном просмотре кода и тестировании, зачастую оказываются недостаточными для обеспечения высокого качества современного ПО [1]. В этих условиях особую актуальность приобретают методы интеллектуального анализа данных, способные автоматически обнаруживать скрытые закономерности и извлекать ценную информацию из больших массивов исходного кода.

Метрическое пространство кода образуется численными характеристиками - метриками, отражающими различные свойства программных компонентов, такие как размер, сложность, сцепленность, связность и др. [2]. На рисунке 1 показана классификация метрик программного обеспечения.

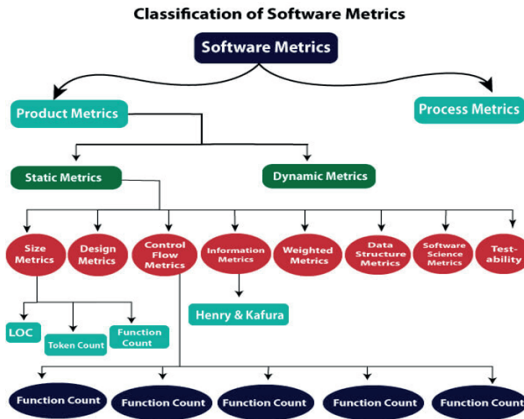


Рисунок 1 – Классификация метрик программного обеспечения [3]

Для эффективного применения метрического подхода важно иметь четкое представление о различных типах метрик программного обеспечения и их назначении. Классификация показателей оценки ПО разделяет их на метрики программного продукта и процессные, статические и динамические. Показатели оценки программного продукта, такие как метрики размера, сложности, связности, оценивают свойства самого кода, в то время как процессные метрики характеризуют процесс разработки ПО. Статические метрики вычисляются по исходному коду программы без ее выполнения, динамические требуют запуска программы или ее модели. Каждый тип метрик имеет свою область применения в анализе качества ПО.

Для интеллектуального анализа метрического пространства кода применяются разнообразные методы и алгоритмы машинного обучения, data mining и

статистического анализа. Одним из наиболее востребованных подходов является кластеризация, позволяющая разбивать множество программных компонентов на группы со схожими метрическими характеристиками [4]. Это даёт возможность выделять в коде типовые паттерны, шаблоны проектирования и анти-паттерны, требующие рефакторинга.

Кластеризация основана на вычислении расстояний (меры близости) между объектами в многомерном метрическом пространстве. Широко используемой метрикой расстояния является евклидова:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum (x_i - y_i)^2}, \quad (1)$$

где x и y – два объекта (компоненты кода), представленные векторами значений метрик размерности n .

Другим распространенным подходом является иерархическая кластеризация, при которой объекты объединяются в кластеры последовательно, образуя дерево вложенных кластеров – дендрограмму. Этот метод позволяет группировать объекты в кластеры на основе их сходства, формируя иерархическую структуру. Аналогичный подход может применяться и для кластеризации программных компонентов на основе их метрических характеристик, что помогает выявлять типовые паттерны и анти-паттерны в коде.

Также широко используются методы классификации, регрессионного анализа и поиска ассоциативных правил для предсказания дефектов, оценки трудоёмкости разработки и нахождения взаимосвязей между метриками кода и внешними атрибутами качества ПО [5].

Для обнаружения дефектов могут применяться различные классификаторы, например, наивный байесовский:

$$P(C|X) = \frac{P(X|C) \cdot P(C)}{P(X)}, \quad (2)$$

где X - вектор метрик программного компонента, C - класс (наличие/отсутствие дефекта), $P(C|X)$ - вероятность принадлежности компонента к классу C при наблюдаемых значениях метрик X .

Важным преимуществом интеллектуального анализа кода является возможность учёта не только количественных метрик, но и качественных характеристик, извлекаемых из текстовой информации - комментариев, идентификаторов, сообщений системы управления версиями и др. Для этого привлекаются методы обработки естественного языка (NLP), в частности латентное размещение Дирихле (LDA), позволяющее выявлять семантически связанные темы в текстах [6].

Объединение количественных и качественных характеристик кода в единую аналитическую модель позволяет строить более точные и комплексные прогнозные системы.

За последнее десятилетие разработан целый ряд программных инструментов и платформ для интеллектуального анализа кода, как коммерческих, так и открытых. Они поддерживают десятки языков программирования и предоставляют богатый функционал для сбора метрик, визуализации, построения моделей машинного обучения и генерации отчётов.

Дальнейшие перспективы развития интеллектуального анализа кода связаны с более широким применением современных моделей глубокого обучения, способных работать непосредственно с текстами программ без предварительного извлечения метрик. Также актуальной задачей является интеграция средств интеллектуального

анализа кода в популярные IDE и системы непрерывной интеграции/доставки для обеспечения постоянного мониторинга качества ПО в процессе разработки.

Таким образом, интеллектуальный анализ метрического пространства программного кода является мощным инструментом, позволяющим существенно повысить эффективность и качество разработки ПО. Уже сегодня методы и средства интеллектуального анализа кода активно применяются ведущими ИТ-компаниями, а дальнейшее развитие этой области открывает широкие возможности для автоматизации процессов разработки и сопровождения программного обеспечения.

Библиографический список

1. Lukin V.N. Software Quality Problems //Modelling and Data Analysis. – 2020. – V. 10. – №. 1. – P. 140-156. DOI: 10.17759/mda.2020100109
2. Лаптов Д.С. Средство для определения качества программного обеспечения методами метрического анализа //Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – С. 245-255.
3. Newlexushp.com. Printable Templates Download - Free Printable Templates. URL: https://newlexushp.com/#google_vignette (дата обращения: 23.10.2024).
4. Thirumoorthy K., Britto J.J.J. A clustering approach for software defect prediction using hybrid social mimic optimization algorithm //Computing. – 2022. – V. 104. – P. 2605-2633. DOI: 10.1007/s00607-022-01100-6
5. Predicting Software Quality Using Machine Learning //International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (www.jetir.org | UGC and issn Approved). – 2023. – V. 10. – Issue 7. – P. j89-j92. ISSN: 2349-5162. URL: <http://www.jetir.org/papers/JETIR2307913.pdf> (дата обращения: 23.10.2024).
6. Habr.com. Анализ текстовых данных с использованием тематического моделирования. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/757010/> (дата обращения: 23.10.2024).

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

И.В. Печенин, А.Н. Сапрыкин

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Распознавание текста на изображении имеет широкий спектр применений, начиная от автоматического распознавания номеров автомобилей до оптического распознавания символов (OCR) в сканированных документах. Однако, эта задача является сложной из-за различных шрифтов, размеров и стилей текста, а также различных условий освещения и искажений на изображении [1].

Для реализации модели CNN на Python можно использовать библиотеки OpenCV, Tesseract OCR и TensorFlow. Данные библиотеки будут нужны нам для предобработки изображений, сегментации текста и выделения областей интереса, преобразования изображения в текст, создания, обучения и оценки модели CNN.

Разработка модели CNN для распознавания текста на изображениях включает несколько этапов:

Для начала необходимо выбрать архитектуру для разработки модели CNN.

Существуют простые архитектуры для создания модели CNN такие как LeNet-5, AlexNet, VGG, ResNet, Inception. Каждая из них имеет ряд особенностей, которые

кардинально отличают их друг от друга. LeNet-5 простая архитектура и её точность может быть недостаточной для современных задач глубокого обучения. В свою очередь, AlexNet является модифицированной версией LeNet-5, она также может использоваться для выполнения простых задач, но её точности все же не хватает для реализации сложных современных проектов. Архитектуры VGG, ResNet и Inception являются более привлекательными для реализации современных проектов, потому что имеют более глубокую архитектуру (гораздо большее количество слоев).

Входными данными у нас будут изображения, выходными данными – набор считанного текста(букв) с изображения.

Также нужно будет преобразовывать изображения, нормализовать их изменяя масштабирование интенсивности пикселей в диапазон $[0, 1]$ или $[-1, 1]$. Создание новых изображений с помощью операций, таких как поворот, масштабирование, сдвиг, чтобы увеличить размер датасета и предотвратить переобучение модели.

Кодирование текста с помощью схемы, например, ASCII или Unicode для преобразования его в строку символов.

Далее происходит обучение модели при помощи тренировочного набора данных. Введение регуляризаторов для предотвращения переобучения модели, например, L1/L2 регуляризация.

После чего, прекращение обучения, когда точность модели на валиционном наборе перестает улучшаться.

Также понадобится оценить точность модели на данных, не использованных при обучении. Метрики работы алгоритма основанного на использовании нейронной сети такие как: точность, полнота, F1-мера, ROC-кривая должны быть вычислены.

В дальнейшем можно будет оптимизировать алгоритм используя предварительно обученную модель CNN на большом датасете и настроить верхние слои модели для адаптации ее к конкретной задаче распознавания текста.

На заключительном этапе разработки модели нужно осуществить её развертывание. Необходимо сохранить модель в формате, подходящем для последующего использования, чтобы в дальнейшем была возможна интеграция обученной модели в веб-приложение, мобильное приложение или другую систему[2].

Пример реализации:

```
import tensorflow as tf
# Определение модели CNN
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(32, 32, 1)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D((2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D((2, 2)),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])
# Компиляция модели
model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])
# Обучение модели
model.fit(x_train, y_train, epochs=10)
# Оценка модели
```

```
loss, accuracy = model.evaluate(x_test, y_test, verbose=0)
print("Точность модели: {}".format(accuracy))
# Сохранение модели
model.save('my_model.h5')
```

Библиографический список

1. Рашид Т. Создаем нейронную сеть. – СПб.: ООО "Альфа-книга", 2017. – 272 с.
2. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗРАБОТКЕ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

Б.Д. Плешков, С.В. Крошилина

Научный руководитель – Крошилин А.В. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Цифровизация образования радикально изменила подходы к обучению и взаимодействию между студентами и преподавателями. В последние годы, с развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ), виртуальные ассистенты стали одним из ключевых инструментов в модернизации образовательных платформ. Виртуальные ассистенты, оснащенные алгоритмами машинного обучения и обработки естественного языка (NLP), обеспечивают новые возможности для автоматизации учебных процессов [1], предоставляя студентам и преподавателям дополнительные ресурсы для взаимодействия и персонализации обучения. С их помощью студенты могут получать ответы на часто задаваемые вопросы, доступ к учебным материалам, а также помощь в подготовке к экзаменам и выполнении домашних заданий. Такие системы уже активно используются в крупнейших образовательных платформах мира, что доказывает их эффективность и важность. В данной статье обсуждаются основные технологии разработки виртуальных ассистентов, выбор технологий для их создания, примеры их успешного использования в образовательных экосистемах и анализируются перспективы развития этой области [2].

Обработка естественного языка (NLP) является одной из ключевых технологий для создания виртуальных ассистентов. Благодаря NLP, виртуальные ассистенты могут понимать и обрабатывать запросы студентов в естественной текстовой или голосовой форме. Это особенно важно для образовательных платформ, так как студенты часто задают вопросы, касающиеся различных аспектов учебного процесса: сроков сдачи работ, требований к курсовым проектам, расположения материалов и многого другого. Развитие NLP стало возможным благодаря алгоритмам глубокого обучения и внедрению таких архитектур, как трансформеры. Среди них наиболее известны модели BERT и GPT, которые широко используются для обработки текста. BERT, разработанный компанией Google, эффективен для анализа и понимания контекста, что позволяет ассистентам давать точные и релевантные ответы на запросы студентов. Например, при запросе «Когда дедлайн сдачи курсовой работы?» ассистент может найти и отобразить конкретную дату и дополнительные рекомендации по подготовке. Генеративные модели, такие как GPT, дают возможность не только интерпретировать запросы, но и генерировать текст. Это открывает новые горизонты для виртуальных ассистентов, так как они могут создавать учебные материалы,

адаптированные под каждого студента. Ассистенты на базе GPT способны не только предоставлять информацию, но и генерировать тесты, упражнения и даже статьи на заданные темы.

Машинное обучение является важнейшим элементом, позволяющим виртуальным ассистентам учиться на данных взаимодействий и адаптироваться под нужды пользователей. В образовательных платформах ML помогает улучшить персонализацию, автоматизировать процесс проверки знаний и создавать рекомендательные системы [3]. Одной из самых распространенных технологий ML в образовательных платформах являются рекомендательные системы. Они анализируют поведение студентов, их успеваемость, взаимодействие с платформой и на основании этих данных предлагают персонализированные рекомендации по улучшению учебного процесса. Например, если студент плохо справляется с задачами по математике, система может предложить ему дополнительные материалы по этой теме или более простые упражнения для лучшего усвоения [4]. Еще одной важной областью применения машинного обучения является автоматизация проверки домашних заданий и тестов. Используя алгоритмы классификации и распознавания паттернов, система может автоматически проверять ответы студентов и предоставлять им обратную связь, что значительно сокращает время проверки и повышает скорость взаимодействия между студентом и образовательной платформой.

В последнее время огромную популярность получили генеративные модели, такие как GPT-4. Эти модели могут генерировать текст и контент на основе заданных параметров, что делает их незаменимыми в образовательной среде. Ассистенты, использующие такие модели, способны генерировать текстовые объяснения, решать задачи, создавать тесты и задания на основе запросов студентов. Это делает их универсальными инструментами для создания образовательного контента. Использование генеративных моделей позволяет образовательным платформам предлагать пользователям новые способы взаимодействия с материалами. Студенты могут задавать ассистенту сложные вопросы, и система будет генерировать ответы, используя знания, накопленные в процессе обучения модели на больших наборах данных.

Одним из главных преимуществ использования виртуальных ассистентов на основе ИИ является возможность персонализации учебного процесса. Стандартные образовательные платформы предлагают учебные материалы и тесты одинаково для всех студентов, но с помощью ИИ ассистенты могут адаптировать учебные материалы под каждого учащегося. Это позволяет учесть его индивидуальные потребности, уровень подготовки и темп освоения новых знаний [5]. Например, если ассистент видит, что студент не справляется с тестами по конкретной теме, он может предложить более простые материалы или дополнительные задания для лучшего понимания. С другой стороны, для сильных студентов могут быть предложены более сложные задачи, чтобы они не теряли интерес к обучению.

Виртуальные ассистенты могут собирать и анализировать данные о каждом студенте, такие как успеваемость, время на выполнение заданий, активность на платформе. Эти данные позволяют системе предсказывать потенциальные проблемы и предлагать решения до того, как студент начнет отставать. Например, если система видит, что студент пропустил несколько лекций или долго не выполнял задания, она может отправить ему напоминания или предложить дополнительные консультации. Преподаватели также могут получать подробные отчеты об успеваемости студентов. Такие отчеты включают в себя информацию о том, какие задания вызвали наибольшие трудности, сколько времени студенты тратили на выполнение тестов и где требуется

больше внимания преподавателя. Преподаватели могут использовать виртуальных ассистентов для автоматизации рутинных задач, таких как проверка домашних заданий, управление расписанием и отслеживание успеваемости студентов. Ассистенты могут автоматически генерировать отчеты о прогрессе каждого студента, анализировать общую динамику и предлагать акции по улучшению учебного процесса. Преподаватели могут использовать ассистентов для автоматической генерации тестов и заданий на основе учебных материалов, что позволяет сэкономить время на подготовке занятий. Также ассистенты могут помогать в составлении индивидуальных учебных планов для студентов, основываясь на их уровне знаний и успеваемости. Примеры использования виртуальных ассистентов включают Coursera, Khan Academy, Duolingo и OpenEdx. Эти платформы автоматизируют процессы адаптации контента, оценки тестов и домашних заданий, а также предлагают персонализированные упражнения и обратную связь.

Виртуальные ассистенты на основе ИИ являются важным элементом современной образовательной экосистемы. Их использование позволяет улучшить качество образования, сделать его более доступным и персонализированным. Технологии NLP, машинного обучения и генеративных моделей играют ключевую роль в разработке этих систем, а их будущее развитие открывает новые перспективы для цифровизации образования.

Библиографический список

1. Хуснутдинов Р.А., Борисов В.В. Применение искусственного интеллекта для персонализированного обучения на образовательных платформах // Современные информационные технологии и их применение в образовании: сборник научных трудов. – Казань: Казанский федеральный университет, 2022. – С. 112-119.
2. Крошилин, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошилин, С. В. Крошилина, Г. В. Овечкин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-907535-96-1. – EDN XBPJIIW.
3. Крошилин А.В., Плешков Б.Д. Исследование в сфере персонализации и адаптации рекомендаций в контексте индивидуальных потребностей туристов на основе искусственного интеллекта // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ им. В.Ф. Уткина. т.1, Рязань: 2023. 197с.(180-181)
4. Крошилина С.В., Плешков Б.Д. Разработка модуля сбора и анализа информации в рекомендательной системе индивидуальных туристических маршрутов // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г.В. Овечкина - Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, январь 2024 - 202 с. (88-95).
5. Сидоренко А.И. Искусственный интеллект в цифровой образовательной среде: тенденции и перспективы // Образовательные технологии в цифровом мире. – Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2023. – С. 98-104.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Е.А. Полевов

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Основной задачей трассировки печатных плат является формирование особой геометрии дорожек между элементами схемы. Определение этих соединений строго соблюдается правилами трассировки печатного или проводного монтажа. Исходными данными для проводящих соединений являются список цепей принципиальной электрической схемы, габаритные условно-графические отображения корпусов всех элементов, в котором уточнены все посадочные места микросхемы, для определения координат выводов.

В программном плане задача трассировки сводится к построению для всех цепей схемы оптимальных монтажных соединений. Задача трассировки имеет метрический и топологический характер. Метрический аспект характеризует учет габаритных размеров корпусов элементов и дорожек. Топологический аспект связан с выбором допустимого посадочного места расположения этих элементов на плате при различных ограничениях таких как число сигнальных слоев платы и количество переходных отверстий.

Входными данными для грамотной трассировки печатного монтажа является электрическая принципиальная схема, которая включает в себя:

- список цепей, соединяющих элементы;
- габариты корпусов, привязанных к этим элементам;
- метрическое расположение посадочных мест элементов.

Далее при проектировании платы необходимо соблюдение схемотехнических ограничений:

- габаритные размеры печатной платы;
- число сигнальных, питающих, маркировочных и паяльных слоев печатной платы;
- зоны отчуждения (площадь печатной платы, где прокладка проводников и элементов запрещена или невозможна);
- минимально допустимая толщина проводящих дорожек;
- минимально допустимое расстояние между контактными площадками элементов платы;
- ширина и область металлизации переходящих и сквозных отверстий;
- установленный шаг координатной сетки.

Волновой алгоритм Ли — это алгоритм, который используется для поиска кратчайшего пути на графе. Он является основным для использования в задачах трассировки печатных соединений, таких как проектирование печатных плат. Этот алгоритм позволяет находить кратчайшие пути, что критично для минимизации длины соединений, уменьшения потерь сигнала, устранения помех, ликвидации паразитных емкостей и индуктивностей, а также повышения надежности работы устройства.

Принцип работы волнового алгоритма заключается в том, что он распределяет волну от начальной точки поиска, распространяясь по всем возможным направлениям до тех пор, пока не достигнет конечной точки. Пространство, в котором производится поиск, представлено в виде сетки (графа), где каждое соединение между узлами имеет равный вес, что упрощает задачу поиска кратчайшего пути. Алгоритм не использует

эвристики, что делает его точным, хотя и медленным при работе с большими областями.

Алгоритм начинается с пометки начальной точки, из которой распространяется волна. Эта волна распространяется по четырем основным направлениям: вверх, вниз, влево и вправо, при этом расстояние от начальной точки увеличивается на единицу при каждом шаге. Если алгоритм находит свободную ячейку, он помечает ее числом, обозначающим расстояние от начальной точки. Таким образом, сетка постепенно заполняется, образуя последовательные слои, распространяющиеся от начальной точки как круги на воде.

Распространение волны продолжается, пока волна не достигнет целевой точки. Когда волна доходит до нее, алгоритм завершает первый этап работы и переходит ко второму этапу — обратному поиску пути. Для этого от целевой точки алгоритм проходит по помеченным ячейкам обратно к начальной точке, следуя по пути с убывающими значениями меток. Это гарантирует, что найденный маршрут будет кратчайшим возможным путем от начальной точки до конечной.

Волновой алгоритм Ли также может учитывать препятствия, представленные в виде заблокированных ячеек на сетке, ими могут быть различные конструкторские ограничения. Во время распространения волны такие ячейки будут пропускаться, и волна обойдет их, если это возможно. Если все пути к целевой точке заблокированы, алгоритм завершится без нахождения маршрута, что сигнализирует об отсутствии доступного пути.

Кроме того, алгоритм Ли может использоваться для многопутевой трассировки. В случае нескольких пар точек алгоритм может запускаться несколько раз для каждой пары, учитывая уже проложенные маршруты как новые препятствия. Это помогает найти оптимальные пути, не пересекающиеся друг с другом, что особенно важно в сложных схемах с множеством соединений.

Библиографический список

1. Сапрыкин А.Н. «Алгоритмические методы автоматизации конструирования электронных средств: учебное пособие», Рязань ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 116 с.
2. Кузнецова С. А., Нестеренко А. В., Афанасьев А. О. ORCAD10. Проектирование печатных плат. М.: ДМК Пресс, 2005. - 454 с.
3. Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры / С. Ю. Лузин, Ю. Т. Лячек, Г. С. Петросян, О. Б. Полубасов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 224 с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ТУРИЗМА

А.С. Попова

Научный руководитель – Орешков В.И. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В условиях роста внутреннего туризма, увеличения конкуренции среди туристических компаний и направлений, а также требований и ожиданий современных путешественников, становится актуальным использование интеллектуальных информационных систем (ИИС) для поддержки и развития туризма и, особенно,

городского. Их применение позволит повысить качество управленческих решений в данной сфере на уровне государственных и муниципальных структур, будет способствовать обеспечению конкурентоспособности городов, улучшению туристического опыта и развитию местной экономики. Особенно актуальной данная задача является в условиях текущих экономических, социальных и технологических тенденций, влияющими на развитие туризма в России и мире [1].

Основной целью ИИС является создание удобного, интуитивного и персонализированного сервиса для потребителей туристических услуг (пользователей), который:

1. Поможет пользователям планировать маршруты и получать рекомендации на основе их предпочтений.
2. Обеспечит доступ к актуальной информации о достопримечательностях, событиях и услугах в городе.
3. Поддержит малый и средний бизнес (гостиницы, рестораны, гиды и пр.) через продвижение их услуг.
4. Снизит нагрузку на популярные туристические маршруты и предложит альтернативные направления.
5. Будет интегрирована с городской инфраструктурой (транспорт, бронирование и пр.) для удобства пользователей.

Основными задачами данной системы являются:

- Автоматический сбор информации о достопримечательностях, ресторанах, отелях, культурных событиях и других объектах через API и другие источники (городские порталы, социальные сети, туристические сайты и т.д.).
- Интеграция с открытыми данными города для предоставления актуальной информации о транспорте, погоде и других городских сервисах.
- Использование методов машинного обучения для анализа поведения пользователей и их предпочтений.
- Построение системы персонализированных рекомендаций на основе анализа данных, таких как история посещений, отзывы, и предпочтения.
- Сегментация пользователей для более точных рекомендаций (семьи, молодые путешественники, иностранные туристы и т.д.).
- Сбор и анализ данных о туристическом потоке и посещаемости объектов для помощи муниципалитетам в принятии решений по развитию инфраструктуры.
- Обратная связь от пользователей через систему отзывов и предложений.

ИИС будет реализовываться на языке программирования Java с использованием Telegram API, для которой потребуется интеграции нескольких компонентов: интерфейса для работы с пользователем через чат Telegram, базы данных для хранения информации о туристических объектах, маршрутах и событиях, а также логики для обработки запросов и рекомендаций. Блок-схема для реализации ИИС приведена на рисунке 1 [2].

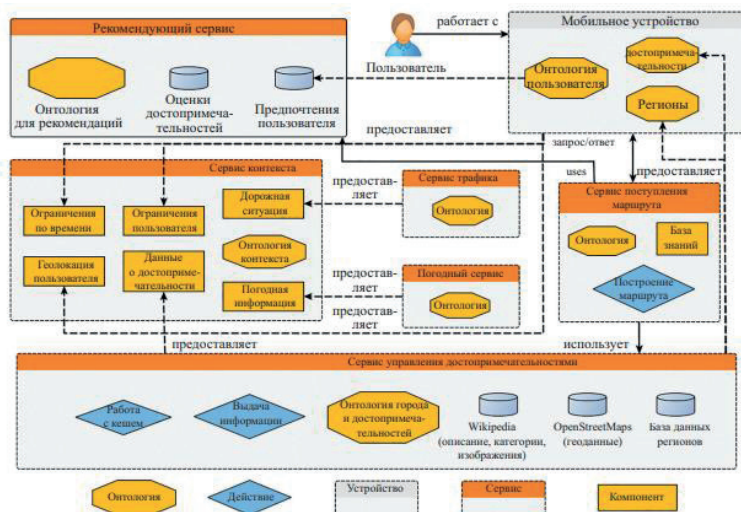


Рисунок 1 – Блок-схема реализации ИИС

От данной системы для потребителей ожидаются следующие результаты:

1. Упрощение процесса планирования и проведения путешествия.
2. Персонализированные рекомендации на основе их интересов и поведения.
3. Повышение уровня удовлетворенности от посещения города.

Для бизнеса:

1. Увеличение числа клиентов за счет повышения видимости и упрощения взаимодействия с туристами.
2. Возможность получения обратной связи и улучшения качества предоставляемых услуг.

Для города:

1. Оптимизация работы туристической инфраструктуры.
2. Улучшение мониторинга и анализа данных о туристическом потоке.
3. Поддержка устойчивого развития туризма.

Благодаря интеграции с городской инфраструктурой, ИИС позволит улучшить взаимодействие между туристами и городскими сервисами, а также оптимизировать использование туристических маршрутов, снижая нагрузку на популярные объекты. Для муниципалитетов и бизнеса система станет эффективным инструментом для анализа данных о туристических потоках, что поможет принимать более обоснованные решения по развитию городской инфраструктуры и повышению качества услуг.

Таким образом, внедрение интеллектуальной системы окажет положительное влияние на всех участников туристического процесса: путешественники получат более качественный сервис, бизнес — расширение возможностей для привлечения клиентов, а города — новые ресурсы для устойчивого развития туризма.

Библиографический список

1. Никулин Д.Ю, Краснов С.В. Интеллектуальные технологии в туризме. // Вестник Волжского университета имени В. Н. Танищева. - № 2 – том 2 - 2017.

2. Михайлов С.А. Интеллектуальная система помощи туристу: сервис-ориентированная архитектура и реализация // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 3. С. 499–507. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-3-499-507.

РАЗРАБОТКА ЛОКАЛЬНОГО СУРРОГАТНОГО МЕТОДА РАБОТЫ КВАНТОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В.С. Потапов

Научный руководитель – Гушанский С.М. к.т.н., доцент
Южный федеральный университет

Локальные интерпретируемые методы, как правило, фокусируются на отдельных выборках данных, представляющих интерес. Один из этих методов основан на объяснении модели черного ящика с использованием изначально интерпретируемых моделей, также известных как суррогатные методы (ЛСМ). Прототипом этих методов являются локальные интерпретируемые независимые от модели объяснения, которые привлекли большое внимание с момента своего изобретения. ЛСМ работают путем обучения интерпретируемой суррогатной модели, которая аппроксимирует результат модели черного ящика, которую нужно объяснить. Локальность относится к тому факту, что суррогатная модель обучается на интересующей точке данных, в отличие от всего набора данных. Уравнение (1) представляет объяснение ξ выборки x через ее два основных члена, а именно: $L(f, g, \pi_x)$, представляющий потерю, которая является переменной, подлежащей минимизации, и (g) , который является мерой сложности, которая кодирует степень интерпретируемости. Здесь f – это модель черного ящика, g – суррогатная модель, а π_x определяет область в пространстве данных [1], локальную для x .

$$\xi(x) = \arg \min_{g \in G} L(f, g, \pi_x) + \Omega(g) \quad (1)$$

Далее используем концепцию локального суррогатного материнства для понимания интерпретируемости квантовых моделей, используя алгоритм в качестве отправной точки.

Локальный суррогатный метод работы квантовой нейронной сети

Функция $\text{func}(f, x, D, K)$

Вход: f – модель классификатора; x – точка данных, которую необходимо объяснить; D – распределение, из которого следует отбирать возмущения; K – количество сгенерированных образцов

Выход: Суррогатная модель $\xi(x)$

$Z \leftarrow$ Выборка K точек из D for $i = 1$ to K do

Выборка z_i из D , $g_i = f(z_i)$ g_i – это прогноз классификатора на возмущенной выборке $\xi(x) = \arg \min_{g \in G} L(f, g, \pi_x) + \Omega(g)$, L – функция потерь. Возврат $\xi(x)$ и конец функции

Функция $Loss(f, g, \pi_x)$

$$L(f, g, \pi_x) = \sum_{z_i \in D} \pi_x(z_i) [f(z_i) \neq g(z_i)] + \Omega(g)$$

Оштрафовать разницу между прогнозами и вернуть $L(f, g, \pi_x)$

Функция $Locality(\pi_x, z, x)$

$\pi_x(z) = \exp\left(-\frac{d(x,z)^2}{\sigma^2}\right)$, d – метрика расстояния, σ – параметр пропускной способности вернуть $\pi_x(z)$

Библиографический список

1. Horodecki, Ryszard; et al. (2009). "Quantum entanglement". Reviews of Modern Physics. 81 (2): 865–942.

**МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ КРАСКАЛА ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ
НА ЛОКАЛЬНЫЕ СТЕПЕНИ ВЕРШИН**

А.Н. Сапрыкин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается решение задачи трассировки проводного монтажа с использованием модифицированного алгоритма Краскала при ограничении на локальные степени вершин. Задача трассировки проводного монтажа состоит в том, чтобы с учетом заданных ограничений определить порядок соединения выводов. К основным ограничениям можно отнести количество проводников, которые можно подсоединить к одному выводу. В качестве критерия оптимизации используется минимальная суммарная длина соединений.

Пусть есть множество точек на плоскости, которые соответствуют выводам некоторой произвольной цепи. Имеется полный граф $G = (X, U)$, где X – количество всех вершин полного графа, а U – количество ребер полного графа. Каждая вершина графа соответствует выводу цепи, а ребра соответствуют соединениям между выводами. При этом значение веса ребер отражает расстояние между двумя соответствующими точками.

После определения исходных данных можно свести задачу к нахождению в полном графе G кратчайшего и связывающего дерева – дерева, имеющего минимальный суммарный вес ребер и включающего в себя все вершины графа.

В рассматриваемом алгоритме в качестве математической модели используется взвешенный неориентированный граф, который описывается матрица длин ребер C , где c_{ij} – элемент матрицы, равный расстоянию от вершины i до вершины j . В отличие от алгоритма Краскала, модифицированный алгоритм накладывает более строгое ограничение на максимальное число соединений каждого из выводов. Требуется найти кратчайшее связывающее дерево среди всех поддеревьев в данном графе при заданных ограничениях на локальные степени вершин.

Модифицированный алгоритм Краскала при ограничении на локальные степени вершин можно описать следующим образом.

Шаг 1. Все ребра полносвязного (или близкого к полносвязному) графа G включаются в множество ребер U .

Шаг 2. Для всех ребер графа из множества U необходимо произвести сортировку по возрастанию их длин и включить их в упорядоченное множество U' , начиная с ребра $U_1 = \min(c_{ij})$ и заканчивая $U_I = \max(c_{ij})$.

Шаг 3. Далее последовательно, начиная с минимального ребра, просматриваются значения длин ребер U' . На каждом шаге в кратчайшее связывающее дерево добавляется ребро, ещё не включенное в дерево, которое имеет минимальный вес, не образует цикл с вершинами, уже включёнными в путь, и локальная степень вершин, соединённых этим ребром, не превышает допустимого значения. Следует отметить,

что при работе этого алгоритма возможно появление несвязных поддеревьев, которые затем соединяются, образуя одну компоненту связности.

Алгоритм заканчивает свою работу, когда все вершины графа G включены в кратчайшее связывающее дерево.

ПАРАМЕТРЫ КОНФИГУРАЦИИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

А.Н. Сапрыкин

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Эволюционные алгоритмы играют важную роль в различных областях науки и техники благодаря своей способности эффективно решать сложные задачи оптимизации. Они основаны на принципах естественного отбора и генетических механизмов, что позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям и находить оптимальные решения в сложных многомерных пространствах поиска.

Настройка правильных параметров эволюционных алгоритмов играет ключевую роль в достижении оптимальных результатов и эффективности их работы. Эти параметры определяют, насколько хорошо алгоритм будет справляться с задачей оптимизации, особенно когда речь идет о сложных многомерных пространствах поиска.



Рисунок 1 – Параметры конфигурации эволюционных алгоритмов

На рисунке 1 показаны основные параметры конфигурации эволюционных алгоритмов. Производительность метода эволюционной оптимизации, применяемого к задаче, задаваемой множеством целевых функций и пространством задачи, определяется его базовыми параметрами, такими как размер популяции, частота и вид скрещиваний и мутаций, использование буфера для хранения лучших найденных особей, вид функции полезности и методы отбора в новое поколение, выбор пространства и операторов поиска, отображение генотипа-фенотипа, связывающим пространство поиска и пространство задачи.

Правильная настройка параметров может значительно повысить скорость и точность работы алгоритма. Например, при слишком низкой вариабельности популяции или недостаточном уровне мутаций алгоритм может быстро найти локальный оптимум и не достичь глобального. Чрезмерно высокая частота мутаций

или кроссинговера может привести к деградации популяции, уменьшая ее генетическое разнообразие и снижая шансы на поиск оптимального решения.

Таким образом, тщательная настройка параметров является неотъемлемой частью успешного применения эволюционных алгоритмов и существенно влияет на их способность решать сложные задачи оптимизации.

Библиографический список

1. Davis L. Genetic Algorithms and Simulated Annealing // Artificial Intelligence. – Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, USA. – 1987.
2. Golberg D.E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. – Addison Wesley. – 1989.
3. Holland J.H. Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence. – Cambridge, MA: MIT Press. – 1975.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.Н. Сапрыкин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе проводится анализ современных алгоритмов эволюционного моделирования. Рассматриваются понятия эвристики и метаэвристики.

Вероятностные алгоритмы глобальной оптимизации широко применяются в тех случаях, когда решение задачи детерминированными методами может привести к механическому перечислению всех вариантов поискового пространства, что невозможно даже при относительно простых задачах.

Эволюционное моделирование включает в себя несколько групп алгоритмов, основанных на множестве вариантов решений, которые итерационно уточняются на каждом шаге моделирования.

К основным группам таких алгоритмов можно отнести меметический и гармонический поиски, роевые и эволюционные алгоритмы.

Эволюционные алгоритмы – это методы машинного обучения, основанные на принципах естественной эволюции. Они включают процессы размножения, мутации, рекомбинации и отбора, которые имитируют механизмы, действующие в природе.

Меметические алгоритмы – это гибридные методы глобальной оптимизации, основанные на неodarвиновском принципе эволюции и концепции мема. В контексте задач оптимизации, под мемом понимается один из алгоритмов локальной оптимизации, уточняющий текущее решение исходной задачи. Они представляют собой гибридизацию популяционного алгоритма глобального поиска и одного или нескольких алгоритмов локальной оптимизации.

Гармонический поиск – это метаэвристический алгоритм оптимизации, вдохновлённый принципами импровизации музыкантов и поиска музыкальной гармонии. Он используется для решения сложных задач и обладает простотой алгоритма и эффективностью поиска.

Роевые алгоритмы – это группа алгоритмов искусственного интеллекта, основанная на моделировании многоагентной системы, где агенты (частицы) взаимодействуют друг с другом и обмениваются информацией.

Семейство эволюционных алгоритмов включает пять видов:

- генетические алгоритмы;
- эволюционные стратегии;
- генетическое программирование;
- система обучающих классификаторов;
- эволюционное программирование.

Генетические алгоритмы включают все эволюционные алгоритмы, которые имеют битовые строки в качестве пространства поиска G.

Множество эволюционных алгоритмов, которые исследуют пространство реальных векторов, называется эволюционными стратегиями.

В отношении генетического программирования можно дать два определения: с одной стороны, генетическое программирование включает в себя все эволюционные алгоритмы, которые «выращивают» программы, алгоритмы и проч. С другой стороны, все эволюционные алгоритмы, которые развивают индивидуумов в форме дерева, также являются примерами генетического программирования.

Система обучающих классификаторов представляет собой подход, задействующий онлайн-обучение, который присваивает выходные значения заданным входным значениям. В ее основе лежит генетический алгоритм, использующийся для нахождения новых правил для этого отображения.

Эволюционное программирование – это эволюционный подход, который рассматривает конкретные проявления генома как разные виды, а не индивидуумы. За последнее десятилетие он практически слился с генетическим программированием и другими эволюционными алгоритмами.

Библиографический список

1. Davis L. Genetic Algorithms and Simulated Annealing // Artificial Intelligence. – Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, USA. – 1987.
2. Golberg D.E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. – Addison Wesley. – 1989.
3. Holland J.H. Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence. – Cambridge, MA: MIT Press. – 1975.
4. Mezura-Montes E., Coello C.A. Using the evolution strategies' self-adaptation mechanism and tournament selection for global optimization // Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks (ANNIE'2003). – 2003. – Vol. 13. – Pp. 373–378.
5. Nelson K.M. A comparison of evolutionary programming and genetic algorithms for electronic part placement // In Evolutionary Programming IV: Proceedings of the Fourth Annual Conference on Evolutionary Programming. – 1995. – Pp. 503–519.
6. Nguyen X.H., McKay R.I. Solving the symbolic regression problem with tree-adjunct grammar guided genetic programming: the comparative results // In CEC'02: Proceedings of the Congress on Evolutionary Computation. – 2002. – Pp. 1326–1331.
7. Radcliffe N.J., Surry P.D. Formal memetic algorithms // In Proceedings of the Workshop on Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour (AISB), International Workshop on Evolutionary Computing. – 1994. – Pp. 1–16.

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ И АДАПТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Е.С. Сморгун

Научный руководитель – Хорошко В.В. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В современных образовательных системах персонализированное и адаптивное обучение стало важнейшей частью образовательных реформ и инноваций. Искусственный интеллект, благодаря своему потенциалу анализа данных и способности к адаптации, занимает центральное место в этих процессах. Сегодня технологии искусственного интеллекта способны не только учитывать уровень знаний и предпочтения учащихся, но и предлагать лучший способ обучения [1–4].

Основные возможности искусственного интеллекта в адаптивном обучении. Искусственный интеллект предоставляет образовательным учреждениям принципиально новые инструменты для создания адаптивных систем обучения. В частности, такие системы позволяют отслеживать прогресс каждого студента и на основе этих данных адаптировать учебные материалы и задачи под его конкретные потребности.

Принципы и методики адаптивного обучения. Одним из основных принципов адаптивного обучения является организация учебного процесса, в котором учащиеся могут осваивать материал в своем темпе и получать доступ к соответствующим образовательным ресурсам. Программы, использующие алгоритмы машинного обучения, анализируют ответы студентов и, на основании этого, предлагают материалы, соответствующие уровню их знаний. Например, если студент демонстрирует высокие результаты по базовому материалу, система может предложить ему более сложные задания, что способствует повышению уровня мотивации и эффективности обучения.

Другой ключевой методикой является персонализированное обучение, где искусственный интеллект помогает адаптировать учебные планы под индивидуальные интересы и цели студентов. Используя данные о предпочтениях учащегося, система формирует уникальные траектории обучения, предлагая тот материал, который будет наиболее актуален и полезен для конкретного студента. Это особенно важно в условиях массового образования, где у преподавателей может не хватать ресурсов для индивидуального подхода к каждому учащемуся.

Основные технологии, используемые для персонализации обучения.

1. Анализ данных и машинное обучение: Эти технологии позволяют анализировать успеваемость студентов и предлагать им персонализированные задачи.

2. Интерактивные образовательные платформы: Использование искусственного интеллекта на онлайн-платформах позволяет создавать более интерактивные и персонализированные формы обучения. Такие системы, как интеллектуальные чат-боты, способны отвечать на вопросы студентов, помогать с домашними заданиями и предоставлять подсказки по выполнению задач в режиме реального времени.

3. Адаптивное тестирование: Этот метод позволяет системе автоматически изменять сложность тестов в зависимости от уровня знаний студента. Например, если учащийся ответил на несколько вопросов правильно, система предложит ему более сложные задания, и наоборот, при ошибках в ответах уровень заданий будет снижен.

Преимущества и вызовы адаптивного обучения на основе искусственного интеллекта. Одним из главных преимуществ адаптивного обучения является

возможность для студентов проходить обучение в комфортном для них темпе, что способствует глубине и качеству усвоения знаний. Персонализированный подход помогает снизить стресс и повысить вовлеченность в учебный процесс, особенно для студентов, которые могут испытывать трудности при освоении некоторых тем. Также адаптивные системы обучения снижают нагрузку на преподавателей, автоматизируя рутинные задачи и предоставляя им больше времени для взаимодействия с учащимися.

Однако внедрение искусственного интеллекта в образовательный процесс также сопряжено с определенными вызовами. Один из главных вопросов – это обеспечение конфиденциальности и безопасности данных студентов. Так как системы адаптивного обучения анализируют большое количество личной информации, важно, чтобы данные хранились и использовались в соответствии с законодательными нормами о защите данных.

Перспективы использования искусственного интеллекта в персонализированном обучении значительно расширяются по мере развития технологий. В будущем можно ожидать, что адаптивные системы будут включать более сложные методы анализа данных, такие как обработка естественного языка и глубокое обучение, что позволит создать еще более персонализированные образовательные траектории. Кроме того, технологии дополненной и виртуальной реальности могут быть интегрированы в адаптивные системы, что обеспечит студентам возможность получать практический опыт в симулированных условиях.

Персонализированное и адаптивное обучение с использованием искусственного интеллекта открывает новые возможности для образования. Эти технологии позволяют учебным заведениям создавать более гибкие, интерактивные и эффективные системы обучения, обеспечивая высокое качество и доступность образования для каждого студента. Важно продолжать исследования в этой области и разрабатывать новые технологии, которые позволяют образовательным учреждениям обеспечивать студентам лучшие условия для обучения.

Библиографический список

1. Коровникова Н.А. Искусственный интеллект в образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Социальные новации и социальные науки. – Москва: ИНИОН РАН, 2021. – № 2. – С. 98–113.
2. Амиров Р.А., Билалова У.М. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего образования // Управленческое консультирование. – 2020. – № 3. – С. 80–88.
3. Искусственный интеллект в образовании // TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ. – 2020. – – 26.01. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_в_образовании
4. Лавренов А.Н. Искусственный интеллект в современной информационной образовательной среде // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе: материалы международной научно-практической интернет-конференции / под ред. Л.Л. Босовой, Д.И. Павлова. – Москва: Московский педагогический университет, 2019. – С. 660–665

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

Е.С. Сморгун

Научный руководитель – Хорошко В.В. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Внедрение программного обеспечения для автоматической оценки и анализа учебных достижений является важным этапом цифровой трансформации образовательной среды. С помощью технологий искусственного интеллекта учебные заведения могут значительно упростить и ускорить процесс оценки знаний, повысить его объективность и удобство для студентов и преподавателей. Такие системы позволяют автоматизировать проверки, проводить анализ успеваемости и давать оперативную обратную связь, что играет важную роль в повышении качества образования и его доступности [1–4].

Оценка знаний студентов традиционно требует значительного времени и усилий преподавателей. Проверка экзаменационных и контрольных работ, домашних заданий и других учебных материалов отнимает много времени, что снижает возможности для взаимодействия с учащимися и творческой деятельности преподавателей. Автоматизация процесса позволяет освободить их от рутинной работы и обеспечивает более быстрые и объективные результаты, что особенно важно в условиях массового обучения.

Кроме того, программное обеспечение на основе искусственного интеллекта способно анализировать и накапливать большие объемы данных, что помогает не только выявлять слабые места у студентов, но и адаптировать учебные программы к их потребностям. Подобные системы могут предлагать рекомендации по улучшению успеваемости, а также выделять общие проблемы в учебном процессе, что позволяет администраторам и преподавателям лучше понимать потребности студентов.

Основные технологии автоматической оценки и анализа достижений:

1. Машинное обучение и обработка текста. Алгоритмы машинного обучения, особенно в области обработки естественного языка, активно используются для автоматического анализа текстовых работ, таких как эссе или письменные задания. Эти алгоритмы способны проверять грамматические и стилистические ошибки, анализировать смысловые связи и даже оценивать оригинальность текста. Такие системы уже применяются для анализа и оценки знаний в различных дисциплинах, включая литературу и гуманитарные науки.

2. Системы компьютерного зрения для оценки графических заданий. В случае задач, связанных с графическим контентом, таких как архитектурные чертежи или задания по дизайну, используются системы компьютерного зрения. Программы, способные анализировать визуальные данные, могут проверять корректность решений, выполненных на графике, а также сравнивать их с эталонными примерами. Это облегчает проверку не только стандартных заданий, но и более сложных, творческих работ.

3. Адаптивное тестирование и интеллектуальная настройка. Автоматизированные тесты, которые используют методы адаптивного обучения, способны изменять сложность вопросов в зависимости от уровня знаний студента. Если студент успешно справляется с вопросами начального уровня, программа автоматически предлагает более сложные задачи, и наоборот. Это позволяет точнее выявить реальный уровень

подготовки учащегося и предоставляет преподавателям подробный анализ его успехов и сложностей в обучении.

4. Системы автоматического оценивания программного кода. Для студентов, обучающихся программированию, разработаны специализированные программы, которые проверяют правильность и эффективность написания кода. Эти системы анализируют код на наличие ошибок, проверяют его работоспособность и дают рекомендации по улучшению производительности и оптимизации. Такие инструменты помогают учащимся быстро получать обратную связь и учиться на своих ошибках.

Преимущества использования искусственного интеллекта для оценки и анализа учебных достижений:

- объективность и точность;
- скорость и эффективность;
- индивидуальная обратная связь.

Ограничения автоматизированных систем оценки. Несмотря на значительные преимущества, автоматизированные системы оценки и анализа учебных достижений имеют и свои ограничения. Например, в оценке творческих и нестандартных работ, требующих глубокого понимания контекста, такие системы пока уступают человеку. Кроме того, для создания и поддержания высококачественного программного обеспечения требуются значительные финансовые вложения и наличие квалифицированных специалистов.

Перспективы развития. С развитием технологий и совершенствованием алгоритмов машинного обучения перспективы использования искусственного интеллекта в области автоматического оценивания знаний становятся все более многообещающими. В ближайшем будущем можно ожидать внедрения более сложных методов анализа текстов, таких как распознавание и анализ эмоциональных оттенков в текстах студентов, что поможет оценивать их критическое мышление и творческий подход.

Кроме того, системы виртуальной реальности и дополненной реальности также могут сыграть роль в автоматическом оценивании, особенно для проверки практических и лабораторных навыков. Студенты смогут выполнять задания в виртуальной среде, а система будет автоматически оценивать их действия в реальном времени, что сделает процесс обучения еще более интерактивным и погружающим.

Библиографический список

1. Коровникова Н.А. Искусственный интеллект в образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Социальные новации и социальные науки. – Москва: ИНИОН РАН, 2021. – № 2. – С. 98–113.

2. Амиров Р.А., Билалова У.М. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего образования // Управленческое консультирование. – 2020. – № 3. – С. 80–88.

3. Искусственный интеллект в образовании // TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ. – 2020. – 26.01. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_в_образовании

4. Лавренов А.Н. Искусственный интеллект в современной информационной образовательной среде // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе: материалы международной научно-практической интернет-конференции / под ред. Л.Л. Босовой, Д.И. Павлова. – Москва: Московский педагогический университет, 2019. – С. 660–665

РАСПОЗНАВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

И.И. Сокол

Научный руководитель – Устюков Д.И. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

К дефектам печатных плат относятся любые конструктивные аномалии или изменения, возникающие в процессе производства и приводящие к отклонениям от предполагаемой конструкции изделия или функциональности. Обнаружение данных дефектов является важнейшим аспектом производственного процесса, обеспечивающим надежность выпускаемого продукта.

Для обнаружения поверхностных дефектов печатных плат может применяться метод автоматического оптического контроля (АОИ). Данный метод заключается в использовании камер высокого разрешения, обеспечивающих захват изображения печатной платы, и сравнения его с подробной схемой или шаблоном [1]. АОИ может применяться для обнаружения широкого спектра поверхностных дефектов, таких как шорты, открытия, отсутствующие отверстия и др.

В данной работе рассмотрен простейший алгоритм распознавания дефектов печатных плат на основе сравнения с шаблоном. Для работы алгоритма требуются два компонента – изображение-шаблон (в данном случае печатная плата без дефектов) и исходное изображение (печатная плата с дефектами).

Вследствие того, что сравнение цветных изображений требует больших вычислительных ресурсов и должно производиться отдельно для каждого канала, исходные изображения преобразуются в оттенки серого.

Выполняется предварительная обработка изображений при помощи размытия по Гауссу (для уменьшения уровня шума) и выравнивания гистограммы с помощью CLANE (для повышения контрастности). Для ускорения вычислений размеры изображений уменьшаются до 25% от исходных значений (для изображений с разрешением выше 1360 на 768 пикселей) с сохранением пропорций.

Предварительно обработанные изображения разделяются на квадратные области интереса (так называемые ROI) фиксированного размера. Для каждой пары областей интереса выполняется вычисление метрики, показывающей степень их совпадения. Вычисленные значения заносятся в результирующую матрицу, в которой каждый элемент содержит значение метрики для двух соответствующих ROI. Элементы результирующей матрицы представляют собой вещественные числа, находящиеся в диапазоне от 0 до 1, а следовательно, данная матрица нуждается в нормализации для визуализации в качестве изображения в оттенках серого.

Проверка корректности работы разработанного алгоритма производилась на основе открытого датасета изображений печатных плат с дефектами, составленного Вейбо Хуан и Пэн Вэй [2].

Изображение с обозначенными дефектами, а также результат работы разработанного алгоритма представлены на рисунке 1. В дальнейшем планируется проведение экспериментов на расширенной выборке изображений.

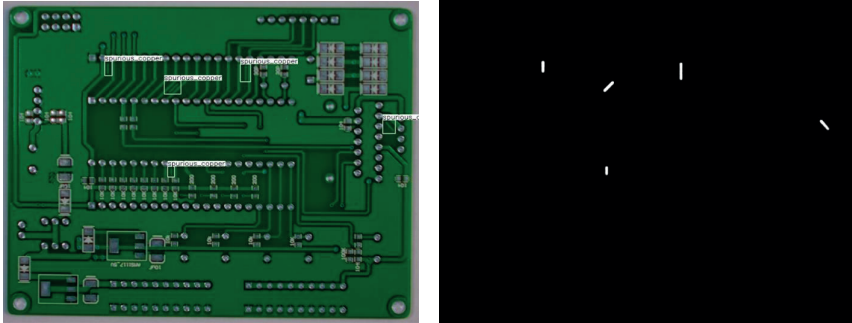


Рисунок 1 – Результат работы алгоритма

Библиографический список

1. Дефекты печатных плат: распространенные типы, решения и профилактика [Электронный ресурс]. – URL: <https://hilelectronic.com/ru/common-pcb-defect-and-solution/> (дата обращения: 20.10.2024).
2. PCB Defects [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/akhatova/pcb-defects/data> (дата обращения: 20.10.2024).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Н.А. Соколов, С.В. Скворцов

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В данной работе рассматривается разработка программного обеспечения системы контроля доступа, использующего технологии искусственного интеллекта. Основное внимание уделяется интеграции IP-камер для мониторинга охраняемых зон, а также применению нейронных сетей для детекции человека и улучшения качества изображения его лица. В результате выполнения задачи планируется создание системы, способной не только фиксировать нарушения, но и предоставлять пользователю качественные изображения лиц с последующим уведомлением.

Общая постановка задачи

Современные технологии безопасности требуют использования автоматизированных систем контроля доступа, которые могут эффективно реагировать на вторжения и фиксировать информацию о них. Задача заключается в разработке программного обеспечения, которое обеспечивает выполнение следующих требований.

1. Позволяет подключаться к IP-камерам и задавать охраняемую область с контрольными точками.
2. Обеспечивает детекцию лиц, попадающих в охраняемую зону, с помощью нейронных сетей.
3. Фиксирует дату и время вторжения.

4. Отправляет уведомление с фотографией правонарушителя владельцу охраняемой территории.

5. Позволяет улучшать качество изображений лиц с помощью технологий суперразрешения (SRGan, MRRNet [1], HIME [2]).

6. Система должна быть интуитивно понятной, иметь простой интерфейс для настройки и управления.

Описание используемых методов и моделей

Для реализации поставленной задачи предполагается использовать несколько следующих технологий и методов.

1. Подключение к IP-камерам. Для интеграции с IP-камерами будет использован стандартный протокол RTSP (Real-Time Streaming Protocol), который позволяет получать видеопоток в реальном времени. Это обеспечивает возможность постоянного мониторинга охраняемой зоны.

2. Нейронные сети для детекции лиц. В системе будет применяться дообученная модель YOLO [3] (You Only Look Once), которая обеспечивает высокую скорость и точность обнаружения объектов. Эта модель будет адаптирована для детекции людей, в том числе в ночное время суток с использованием ИК подсветки, что позволит эффективно выявлять присутствие людей в охраняемой зоне, даже ночью.

3. Система учета времени и уведомлений, которая будет фиксировать дату и время, когда человек вошел в охраняемую зону. Для хранения информации о всех инцидентах предусмотрена разработка базы данных, а уведомления будут отправляться через мессенджеры или по электронной почте с использованием API соответствующих сервисов.

4. Улучшение качества изображений. Для повышения качества изображений лиц могут быть использованы несколько методов: SRGan (Super-Resolution Generative Adversarial Network) - позволяет восстанавливать детали изображений при увеличении разрешения; MRRNet - модель, ориентированная на улучшение лицевых изображений; HIME (Headshot Image Super-Resolution with Multiple Exemplars) - использует несколько образцов для повышения качества изображения.

Заключение

Разработка программного обеспечения системы контроля доступа с использованием технологий искусственного интеллекта представляет собой актуальную и востребованную задачу в области обеспечения безопасности. Применение нейронных сетей для детекции людей и методов суперразрешения для улучшения качества изображений лиц позволит значительно повысить эффективность таких систем. В результате предполагается создание системы, способной не только фиксировать вторжения, но и предоставлять высококачественные изображения, что является важным для обеспечения безопасности.

Библиографический список

1. Weikang Huang, Shiyong Lan, Wenwu Wang, Xuedong Yuan, Hongyu Yang, PiaoYang Li, and Wei Ma. Face super-resolution with spatial attention guided by multiscale receptive-field features // International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2022). Springer, 2022. pp. 145–157.

2. Xiaoyu Xiang, Jon Morton, Fitsum A. Reda, Lucas D. Young, Federico Perazzi, Rakesh Ranjan, Amit Kumar, Andrea Colaco, Jan P. Allebach. HIME: Efficient headshot image super-resolution with multiple exemplars // Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV). 2023. pp. 1694-1704.

3. Rahima Khanam, Muhammad Hussain. YOLOv11: An Overview of the key architectural enhancements // Huddersfield University, UK. 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.17725>

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАДАЧ И ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ

Е.А. Храменкова

Научный руководитель – Дмитриева Т.А. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Для повышения продуктивности в компаниях часто используются планировщики задач, которые обеспечивают контроль и систематизацию различных задач. Была проведена научно-исследовательская работа, в которой были изучены предметная область планировщика зада и существующие аналоги, их преимущества и недостатки.

Базовая аналитика дает возможность увидеть полную картину рабочего процесса. Аналитика представляет собой набор способов и инструментов, которые помогают выявить проблемы, оценить эффективность работы компании, систематизировать данные в простой и удобной табличной форме, зафиксировать лучшие и худшие показатели в отдельных направлениях [1]. Цифровизация обычно сокращает число этапов бизнес-процесса, количество его участников, снижает участие человека, как исполнителя, так и лица, принимающего решения, и в целом меняет бизнес-модель компании [2].

На каждом проекте по разработке программного продукта есть разработчики, аналитики, qa-инженеры, менеджеры и другие. Каждый из них фиксирует затраченное время на конкретную задачу в своем собственном файле. Визуализация всех поставленных задач в виде доски Kanban, также положительно влияет на эффективность [3]. Таким образом сотрудники видят всю необходимую информацию – сроки выполнения, последовательность выполнения задач, промежуточные результаты и статус проекта.

Был проведен сравнительный анализ аналогов на рынке. Основными критериями для проведения анализа были: настройка прав пользователей, загрузка медиа файлов, наличие базы данных, аналитика и отчеты, удобство отображения данных, универсальность использования, стоимость. Данные критерии были выбраны на основе отзывов реальных пользователей, из чего можно сделать вывод что данные функции являются одними из важных при разработке ИС.

Trello – это программа предназначенная для организации личных дел и бизнеса. Сервис работает по методологии Kanban, которая является частью философии Agile.

Настройки прав пользователей. Не предусматривает ограничение прав пользователей, что затрудняет работу над общим проектом среди команды.

Загрузка медиа файлов. Существует возможность загрузки и прикрепления промежуточных файлов к проекту.

Наличие базы данных. Содержит базу данных.

Аналитика и отчеты. Существуют различные возможности для формирования отчетности.

Удобство отображения данных. Недостатком является визуальная перегрузка, в следствии чего пользователь теряется среди списков, карточек и досок.

Универсальность использования. ПО можно использовать как в рабочих целях, так и для личного распределения задач.

Стоимость. Платно.

YouTube – это система управления проектами, которая автоматизирует работу отдела. Система пользуется популярностью в связи с тем, что содержит гибкую систему прав и гибкую систему отчетов.

Настройки прав пользователей. Существует возможность для распределения ролей между пользователями.

Загрузка медиа файлов. Отсутствует функция загрузки каких-либо медиа файлов.

Наличие базы данных. Содержит базу данных.

Аналитика и отчеты. Формирование отчетов происходит только в формате выгрузки в файл Excel.

Удобство отображения данных. Интуитивно понятный интерфейс для пользователя.

Универсальность использования. ПО можно использовать как в рабочих целях, так и для личного распределения задач.

Стоимость. Платно.

Asana – это веб-приложение для управления проектами в командах. Основными функциями являются: создание и управление задачами, организация в виде досок, а также формирование отчетов.

Настройки прав пользователей. Существует возможность для распределения ролей между пользователями.

Загрузка медиа файлов. Существует возможность загрузки и прикрепления промежуточных файлов к проекту.

Наличие базы данных. Содержит базу данных.

Аналитика и отчеты. Существуют различные возможности для формирования отчетности.

Удобство отображения данных. Недостатком является визуальная перегрузка, в следствии чего пользователь теряется среди списков, карточек и досок.

Универсальность использования. ПО можно использовать как в рабочих целях, так и для личного распределения задач.

Стоимость. Платно.

Исходя из проведенного исследования, можно сделать вывод, что разработка и внедрение информационной системы, реализующей планировщик задач, актуальна, а также может значительно упростить работу пользователей, позволит контролировать процессы и повысить эффективность ведения проектов, независимо от объема работы.

Библиографический список

1. Лирионова О.Б., Замальдинова А.Б., Кочкалева Е.М. Аналитический подход учета работы программистов. – Ульяновск: УлГТУ, 2019.

2. Караваева Е.Д. Управление организацией в условиях цифровизации: учебное пособие. — СПб.: Научно-технические технологии, 2020.

3. Kanban: что это за методология, где применяются доски - преимущества и инструменты канбан-подхода. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/metodologiya-kanban/> (дата обращения: 29.10.2024).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А.Е. Шейкис

Научный руководитель – Митрошин А.А. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Процесс разработки современных электронных устройств во многом зависит от точного и эффективного проектирования печатных плат (ПП). Сложность схем растет вместе с потребностью в миниатюризации и увеличении функциональности, что усложняет задачи, связанные с проектированием ПП. Автоматическая трассировка ПП позволяет значительно сократить трудозатраты и время на разработку, обеспечивая при этом высокое качество соединений и минимальные потери сигнала.

Проектирование ПП — это трудоемкий процесс, требующий учета множества ограничений, таких как минимизация перекрестных помех, оптимизация длины проводников и размещение элементов на плате. При проектировании сложных многослойных плат, где количество элементов и соединений велико, ручное проектирование становится практически невозможным и может занять недели и даже месяцы. Автоматизация этого процесса, достигнутая с помощью специального ПО, позволяет разработчикам сосредоточиться на самой архитектуре устройства и улучшении его функциональных характеристик.

ПО для автоматической трассировки ПП может обеспечить:

1. Оптимизацию времени разработки.
2. Повышение точности размещения проводников.
3. Минимизацию вероятности ошибок, что особенно важно в высокочастотных устройствах.
4. Снижение затрат за счет минимизации использования материалов и исключения ошибок, которые приводят к переработке и дополнительным расходам.

Для успешной автоматической трассировки ПП программное обеспечение должно включать ряд ключевых компонентов:

1. Алгоритмы трассировки — базируются на методах, таких как алгоритм A*, волновые алгоритмы и маршрутизация с учетом ограничений. Эти алгоритмы учитывают возможные ограничения и преграды, создавая оптимальные маршруты для соединений.
2. Модули для анализа электромагнитных помех и сигналов — позволяют прогнозировать перекрестные помехи, искажения сигналов и задержки на различных участках проводников.
3. Система автоматического обновления данных и контроля соединений — необходима для того, чтобы поддерживать актуальные данные о соединениях и избежать пересечений проводников.
4. Интеграция с системами управления проектами и производства — помогает синхронизировать данные о конфигурации плат, времени их проектирования и тестирования.

Внедрение автоматизированной трассировки ПП позволяет не только повысить качество и скорость проектирования, но и снизить влияние человеческого фактора, особенно при работе над проектами с высокой плотностью компонентов. Программное обеспечение также способно автоматически обновлять информацию о соединениях и проверять её в реальном времени, что особенно актуально для крупных компаний, работающих над проектами с высокой степенью сложности.

Программное обеспечение для автоматической трассировки становится важнейшим элементом в производстве и проектировании электронных устройств, открывая возможности для разработки более сложных и компактных устройств.

С ростом требований к функциональности и компактности устройств, автоматизация проектирования печатных плат становится необходимым элементом в работе современных инженерных команд. Разработка специализированного программного обеспечения для автоматической трассировки ПП способствует улучшению качества проектирования, повышению надежности и сокращению сроков выпуска продуктов. Внедрение таких систем позволяет решать задачи с минимизацией ресурсов, избегая при этом ошибок и обеспечивая высокое качество готовых устройств.

Библиографический список

1. Герасимов А.А., Сухомлинов А.Б. САПР электронных устройств: проектирование печатных плат. — Москва: Техносфера, 2018. — 304 с. — Текст: электронный // Электронный библиотечный ресурс Лань: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139826>.
2. Иванов В. В., Петров С. А. Программное обеспечение для проектирования печатных плат: обзор и перспективы // Вестник технического университета. — 2019. — № 4. — С. 45-52.
3. Смирнов М.С. Основы схемотехники цифровых устройств: учебное пособие. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 180 с.
4. Родин А.Ю. Автоматизированное проектирование и моделирование электронных схем. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2021. — 352 с.
5. Базаров А.С. Программные средства для автоматической трассировки печатных плат: обзор решений и выбор оптимальных алгоритмов // Электроника: наука, технологии, бизнес. — 2022. — № 1. — С. 15-22.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.Ю. Шмаков

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Введение

Современные информационные системы все чаще используют биометрические данные для обеспечения безопасности, аутентификации и управления доступом. Биометрические данные, такие как отпечатки пальцев, изображения лица, радужная оболочка глаза и голос, предоставляют уникальную информацию о каждом человеке, что позволяет повысить точность и надежность процессов идентификации. Информационная система, основанная на биометрических данных, представляет собой комплексное решение, которое включает в себя сбор, хранение...

Основные этапы разработки

Разработка информационной системы на основе биометрических данных включает несколько ключевых этапов:

1. Сбор требований. На данном этапе определяется перечень биометрических параметров, которые будут использоваться в системе, а также требования к безопасности, конфиденциальности и масштабируемости системы.

2. Выбор методов биометрической аутентификации. Разные методы аутентификации имеют свои преимущества и ограничения. Например, отпечатки пальцев подходят для массового использования, тогда как идентификация по радужной оболочке глаза используется в случаях повышенной безопасности.

3. Разработка архитектуры системы. На этом этапе разрабатываются архитектура и базовая структура информационной системы, которая включает базу данных, интерфейс пользователя и алгоритмы обработки биометрических данных.

4. Внедрение и тестирование. После разработки системы осуществляется её тестирование на точность, отказоустойчивость и быстрдействие с целью выявления и исправления возможных ошибок.

Особенности использования биометрических данных

Применение биометрических данных имеет как преимущества, так и определенные риски. С одной стороны, биометрические данные обеспечивают высокий уровень безопасности и удобство для пользователей, так как исключают необходимость запоминания паролей. С другой стороны, использование таких данных требует строгого соблюдения конфиденциальности и защиты от несанкционированного доступа, так как их утечка может повлечь за собой серьезные последствия.

Заключение

Разработка информационной системы на основе биометрических данных предоставляет большие возможности для повышения безопасности и оптимизации процессов идентификации. Однако для успешной реализации подобных систем необходимо учитывать как технологические, так и этические аспекты использования биометрической информации. Внедрение подобных систем требует соблюдения стандартов безопасности, регулярного обновления алгоритмов защиты и постоянного мониторинга.

Библиографический список

1. Иванов А.В., Смирнов Д.С. Биометрия: методы и системы. - М.: Техносфера, 2015. - 312 с.
2. Сидоров Е.Н., Кузнецова Л.А. Безопасность информационных систем на основе биометрии // Вестник ИТ. – 2017. – № 4. – С. 45–52.
3. Петров В.В. Биометрические технологии: принципы и методы. - СПб.: Питер, 2019. - 256 с.

Секция 6. АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УЧЕТА ДОНОРОВ КРОВИ

М.Е. Аверкин

Научный руководитель – Дмитриева Т.А. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В настоящее время актуальна тема проектирования систем учета доноров крови, которые становятся критически важными для современного здравоохранения, учитывая высокую потребность в донорских компонентах для экстренной помощи и плановых медицинских процедур. Проведем анализ существующих алгоритмов обработки данных доноров крови, которые обеспечивают их безопасность и включают в себя гибкие модели автоматизации.

Основой системы учета доноров является оптимально спроектированная база данных и алгоритмы её обработки. Для анализа подходов к хранению данных, включая реляционные базы данных (например, MySQL, PostgreSQL) и NoSQL-решения (MongoDB), используются следующие критерии.

- **Масштабируемость.** Реляционные базы данных обеспечивают высокую структурированность и целостность данных, однако ограничены при обработке больших массивов информации. NoSQL-базы гибки и лучше подходят для работы с большими объемами, особенно в крупных медицинских центрах, хотя для поддержания целостности данных требуются дополнительные меры [1,2].

- **Скорость обработки данных.** NoSQL-платформы обеспечивают быстрый доступ к данным, особенно при обработке многопользовательских запросов [1,2].

- **Защита персональных данных.** Оценивается устойчивость методов шифрования (например, SHA-256 и bcrypt), что повышает безопасность данных от несанкционированного доступа [1].

Для улучшения процессов взаимодействия с донорами применяются алгоритмы автоматизации, которые уменьшают время регистрации и повышают эффективность оповещения.

- **Алгоритмы автоматического оповещения.** Включение систем на основе CRON-задач и API-интеграций позволяет уведомлять доноров в реальном времени о возможности сдачи крови [3].

- **Автоматизация регистрации доноров.** Автоматизированные формы с валидацией данных, а также интеграция с государственными базами данных, позволяют ускорить регистрацию, повысить точность ввода данных и уменьшить вероятность ошибок.

Защита информации о донорах крови является приоритетной задачей системы. Алгоритмы шифрования (AES и RSA) оцениваются по следующим критериям.

- **Сложность вычислений:** AES показывает высокую скорость и стабильность в условиях масштабируемой базы данных.

- **Защищенность от атак:** RSA и другие методы защищают от атак со стороны несанкционированных пользователей, что повышает надежность системы в целом [4].

Результаты исследования [4] подтверждают эффективность использования современных алгоритмов для построения систем учета доноров крови. Представленные методы обеспечивают высокий уровень безопасности данных,

сокращение времени на обработку информации, что позволяет оперативно удовлетворять потребности медицинских учреждений в донорской крови.

Для прогнозирования необходимого объема крови чаще всего используют модели машинного обучения, такие как линейная регрессия, метод ближайших соседей и градиентный бустинг [5, 6, 7]. Для тестирования моделей на исторических данных с целью оценки их предсказательной силы используют следующие основные критерии оценки:

- точность предсказания потребностей в крови;
- скорость обработки данных, особенно актуальная для алгоритмов, используемых в условиях постоянного обновления информации;
- устойчивость к изменяющимся условиям, что позволяет использовать алгоритмы в различных медицинских центрах и при нестабильных поставках крови.

Таким образом, был проведен сравнительный анализ подходов к учету и прогнозированию, а также рассмотрены критерии оценки их эффективности для повышения устойчивости систем учета доноров крови к нагрузкам и увеличения надежности данных. Также было обосновано использование баз данных NoSQL формата.

Библиографический список

1. Silberschatz A., Korth H., Sudarshan S. Database System Concepts. [Электронный ресурс] URL: <https://www.db-book.com/db6/> (дата обращения 29.10.2024).

2. NoSQL: виды, особенности и применение [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.cloud/ru/blog/posts/2022/10/nosql> (дата обращения 29.10.2024).

3. Планировщик задач cron [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/656423/>

4. Шифрование данных: симметричное, асимметричное, RSA и AES [Электронный ресурс]. URL: <https://sky.pro/wiki/javascript/shifrovanie-dannyh-simmetrichnoe-asimmetrichnoe-rsa-i-aes> (дата обращения 29.10.2024).

5. Основы линейной регрессии [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/514818/>

6. Метод К-ближайших соседей (KNN) [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/801885/>

7. Как устроено самое мощное семейство не-нейросетевых моделей: градиентный бустинг над решающими деревьями [Электронный ресурс]. URL: <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/gradientnyj-busting>

МАРШРУТИЗАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Е.И. Бавбель

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), также известные как дроны, очень распространены в современном обществе. Они используются не только для развлечения, фотографии, кино съемки и наблюдения, но они также находят широкое промышленное применение. Amazon, крупнейшая в мире компания электронной коммерции, запустила Prime Air [1], будущую систему доставки, использующую БПЛА, предназначенную для быстрой доставки товаров клиентам. В то же время пандемия

COVID-19 привела к необходимости ограничить физический контакт между клиентами и работниками службы доставки. Одним из вариантов является замена работников службы доставки на БПЛА для безопасной доставки товаров без контакта. Поэтому системы доставки с помощью БПЛА, такие как Prime Air, являются перспективным бизнесом, поскольку они доставляют товары так быстро и безопасно, как это могут сделать работники службы доставки.

С ростом бизнеса по доставке с помощью БПЛА, системы управления доставкой также будут увеличиваться. Системы управления должны формировать планы доставки, которые удовлетворят всех клиентов, использующих БПЛА для своевременной доставки. В частности, необходимо программное обеспечение, которое определяет маршруты БПЛА для минимизации расходов на поездки путем решения проблем маршрутизации транспортных средств.

Однако уникальные характеристики БПЛА ограничивают их при доставке товаров клиентам, поэтому в сети БПЛА необходимо описать специальную среду, которая может проверить эти характеристики. Во-первых, БПЛА имеют меньшую дальность полета, чем наземные транспортные средства. Поэтому система с одним складом не подходит для БПЛА, поскольку они не могут доставлять товары клиентам, которые находятся за пределами максимальной дальности. Во-вторых, здания или деревья мешают БПЛА перемещаться по прямым линиям от склада к клиентам, поэтому нам нужны промежуточные вершины, которые БПЛА не обязательно посещают, но пролетают мимо по пути к клиентам [2].

Большинство задач маршрутизации предполагают, что спроектированные маршруты являются гамильтоновыми циклами [3], где транспортное средство посещает каждую вершину ровно один раз, прежде чем вернуться в исходную вершину. Например, в работе [4] Лим и др. предположили, что вершины сети состоят из депо и клиентов, поэтому транспортное средство стартовало из одного депо и проехало по всем вершинам, чтобы удовлетворить спрос клиентов.

В практических приложениях требуется сотрудничество нескольких БПЛА для выполнения некоторых задач, таких как посещение определенной области или транспортировка некоторых грузов. Поэтому проблема оптимальной маршрутизации и сотрудничества БПЛА признала интерес организаций, внедряющих БПЛА. Она намного сложнее по сравнению с традиционной задачей маршрутизации транспортных средств (VRP) из-за ее собственных спецификаций [5]. Различия между БПЛА и традиционным VRP заключаются в следующем:

- больше неопределенностей – они не автономны, так как для удаленного руководства в сложной и динамической среде требуется группа операторов. Кроме того, существуют более неопределенные пространственные и региональные факторы для работы БПЛА в трехмерном пространстве, поэтому по сравнению с обычным VRP у БПЛА больше неопределенностей;

- более сложный процесс управления – система управления является ядром БПЛА. Система используется для управления взлетом, посадкой, жестами и направлением, чтобы БПЛА мог летать в соответствии с определенной траекторией и выполнять назначенную миссию, при этом обходить препятствия во время полета. В настоящее время система управления полетом гражданских БПЛА в основном подчиняется телеуправлению;

- различный фокус ограничения – БПЛА в основном сосредоточены на том, как прибыть в пункт назначения, как обойти препятствия. Они обычно применяются для обнаружения линии, проверки обследования и наблюдения за дорогами, поэтому от них требуется только пройти через указанные точки или линию. В то время как фокус

для VRP заключается в оптимизации маршрута, поэтому ограничения грузоподъемности будут приниматься во внимание, поскольку каждая точка имеет требования к грузу, в то время как для транспортных средств существует ограничение грузоподъемности.

Поскольку задачи полета и навигации БПЛА все больше автоматизируются для получения экономии за счет масштаба и скорости операций и поддержки крупномасштабных операций, маршрутизация и выполнение БПЛА развиваются от команд операторов, управляющих одним БПЛА, к одному оператору, управляющему несколькими БПЛА, как показано на рисунке.

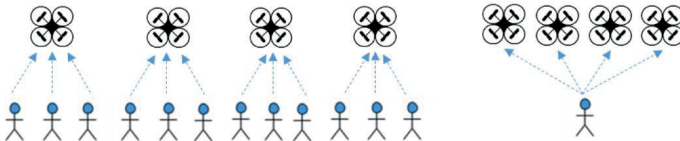


Рисунок 1 – Переход от групп операторов, управляющих одним беспилотным летательным аппаратом (БПЛА), к одному оператору, управляющему несколькими БПЛА

Растущая степень автономности и автоматизации создала непрерывный толчок для разработки методов управления сложными операциями БПЛА. Такие системы, естественно, потребуют разработки передовых методов прогнозирования, маршрутизации и планирования, а также внедрения различных систем для поддержки лиц, принимающих решения, в управлении сложными операциями. Также стоит отметить, что большинство вкладов сосредоточены на характеристиках VRP, конкретных или мультимодальных режимах транспортировки и, в некоторой степени, на VRP для автоматизированной наземной транспортировки (обычно это внутренние роботизированные решения, такие как AGV, мобильные роботы). Хотя классическая VRP хорошо изучена, методы и подходы, найденные в этой области, по-прежнему весьма применимы для развития новых технологий в области эксплуатации БПЛА [6].

На основе вышесказанного можно выделить основные проблемы маршрутизации:

- регулирование воздушного пространства. Необходимо учитывать правила и ограничения, установленные авиационными властями, особенно в городской среде и рядом с аэропортами.

- координация с другими БПЛА. В условиях увеличения числа БПЛА в небе важна разработка систем для управления трафиком и предотвращения столкновений между дронами.

- безопасность данных. Защита информации, передаваемой между БПЛА и наземными станциями, от киберугроз и несанкционированного доступа.

В заключение следует отметить, что маршрутизация БПЛА – это комплексная задача, требующая учета множества факторов и применения современных технологий. Автономность, оптимизация и безопасность являются ключевыми аспектами, которые влияют на процесс маршрутизации. С развитием технологий ИИ и сенсоров, а также с учетом потребностей различных отраслей, маршрутизация БПЛА будет продолжать эволюционировать, открывая новые возможности для использования беспилотных технологий.

Библиографический список

1. Singireddy, SRR; Daim, TU Технологическая дорожная карта: доставка дронами— Amazon Prime Air. В *Infrastructure and Technology Management*; Springer: Berlin, Germany, 2018; стр. 387–412.
2. Alotaibi, K.A.; Rosenberger, J.M.; Mattingly, S.P.; Punugu, R.K.; Visoldilokpun, S. Unmanned aerial vehicle routing in the presence of threats. *Comput. Ind. Eng.* 2018, *115*, 190–205.
3. Harary, F.; Nash-Williams, C.S.J. On eulerian and hamiltonian graphs and line graphs. *Can. Math. Bull.* 1965, *8*, 701–709.
4. Lim, A.; Wang, F. Multi-depot vehicle routing problem: A one-stage approach. *IEEE Trans. Autom. Sci. Eng.* 2005, *2*, 397–402.
5. Vijay K. Shetty, Moises Sudit, Rakesh Nagi, Priority-based assignment and routing of a fleet of unmanned combat aerial vehicles, *Computers & Operations Research*, Volume 35, Issue 6, 2008, Pages 1813-1828.
6. Chandran, B.; Raghavan, S. Modeling and Solving the Capacitated Vehicle Routing Problem on Trees. In *Mathematics of Neural Networks*; Springer Science and Business Media LLC: Berlin, Germany, 2008; Volume 43, pp. 239–261.

РЕАЛИЗАЦИЯ КРИПТОГРАФИИ В IOT

А.Р. Булатова, К.О. Карлышева

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Интернет вещей (IoT) описывает сеть физических устройств, оснащенных программным обеспечением и датчиками, которые могут собирать данные об окружающей среде и взаимодействовать с другими устройствами для обмена информацией.

Устройства Интернета вещей (IoT) передают огромные объёмы данных, большая часть которых является конфиденциальной, личной и ценной. Злоумышленники могут легко украсть ценную информацию и использовать её для распространения дезинформации или проведения вредоносных атак. Поэтому наряду с развитием технологий необходимо найти способы избежать серьёзных проблем в сфере информационной безопасности.

Использование шифрования значительно сокращает потенциальные точки входа для хакеров, которые нацелены на данные между устройствами IoT. Несмотря на то, что большинство данных подвергаются шифрованию в процессе передачи по сети, централизованное шифрование часто отсутствует из-за ограничений ресурсов.

Проблемы с безопасностью являются основным недостатком подключений к Интернету вещей. Установки IoT ещё больше повышают риск взлома, поскольку данные распределены по нескольким точкам сети, включая периферийные устройства, порты и центральные серверы. Криптография играет важную роль в защите информации, значительно снижает данные риски и способствует обеспечению безопасности данных, а также может обеспечить безопасность устройств IoT и передаваемых ими данных [1].

Основная задача криптографии — защита каналов связи. Для защиты данных в каналах связи существуют различные сетевые протоколы, такие как TLS и SSH, которые обеспечивают безопасность и конфиденциальность данных, передаваемых по сети, методом шифрования [2]. Необходимо защищать дополнительные каналы связи,

которые могут быть интегрированы в устройства Интернета вещей. Вторичные каналы включают в себя дополнительные каналы связи для предоставления клиентам персонализированных услуг, например, создание веб-портала, с которого они могут получить доступ к устройствам IoT.

В более широком смысле концепция аутентификации с помощью закрытого ключа обеспечивает безопасность сети Интернета вещей с самого начала. Аутентификация с помощью закрытого ключа даёт каждому новому устройству уникальную идентификацию, которую необходимо проверять при подключении к сети. Криптография защищает систему на каждом этапе подключения к сети IoT. Если хакеры случайно попадут в канал, данные могут быть взломаны или к ним может быть получен доступ.

В этом случае криптография обеспечивает защиту данных с помощью шифрования и дешифрования общих сообщений, даже если злоумышленник сможет проникнуть в канал связи. В основе этого метода лежат два ключа: открытый и закрытый. Если используется закрытый ключ для шифрования данных, то для их расшифровки понадобится открытый ключ. Эти ключи выдаются только авторизованным и конкретным пользователям для доступа к данным. В какой-то момент при передаче данных через Интернет большинство устройств IoT получают защиту. Таким образом, хакерам недостаточно просто войти в сеть, чтобы украсть данные в Интернете вещей.

Наряду с преимуществами криптографии в сфере IoT существуют некоторые трудности. При интеграции криптографии необходимо учитывать ограничения устройств Интернета вещей, поскольку они обладают низкой вычислительной способностью и имеют аппаратные ограничения, такие как скорость обработки данных и возможности хранения данных, в то время как криптографические решения требуют сложных математических стратегий.

Ещё одной проблемой, которую криптография создаёт для Интернета вещей — управление алгоритмами шифрования. Существуют варианты защиты данных с помощью алгоритмов шифрования с одним ключом или симметричным ключом, таких как Advanced Encryption Standard (AES) [3]. В этом случае один и тот же ключ используется для шифрования и дешифрования, и необходим для обмена между отправителем и получателем. В то время как шифрование с асимметричным ключом, которое отличается от симметричного. У него есть два ключа, которые являются открытым ключом и закрытым ключом. Открытые ключи могут быть общедоступными, но закрытый ключ может быть доступен только тому, кто сопоставил парный ключ.

Однако устройства с малой мощностью не могут обеспечить индивидуальную защиту сети или пользователей. Поэтому специалисты области информационной безопасности (ИБ) постоянно разрабатывают алгоритмы шифрования для устройств, которые имеют малые мощности. Огромное количество подключённых устройств в Интернете вещей также затрудняет отслеживание ключей шифрования и дешифрования.

В современном мире сложно избежать использования устройств IoT. Для того, чтобы в полной мере использовать технологию Интернета вещей, необходимо рассмотреть новые варианты обеспечения безопасности. Одним из вариантов является криптография. Криптографические протоколы, могут помочь защитить устройства Интернета вещей. С каждым новым устройством IoT, добавляемым в сеть для сбора данных, потенциальная атака несанкционированного доступа экспоненциально увеличивается, и это представляет собой проблему безопасности. Развертывание также увеличивает риски взлома, поскольку данные находятся в

разных местах. Именно криптография играет важную роль для минимизации этих рисков.

Библиографический список

1. Алламурадова Мерджен Кеминеевна КРИПТОГРАФИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕАВТОРИЗОВАННОГО ДОСТУПА // Всемирный ученый. 2023. №10.
2. Андрусенко Ю. А., Кузьменко Г. С., Ржевская Н. В., Лагунова С. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОКОЛОВ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ // Auditorium. 2023. №1 (37).
3. Ноздрунов, Н., Семенов, А. Подходы к криптографической защите коммуникаций в IoT и M2M [Электронный ресурс] / Владислав Ноздрунов, Александр Семенов. - Электрон. текстовые дан. - М.: [б. и.], 2019.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УДАЛЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Д.С. Доков, А.С. Тарасов

Научный руководитель – Новиков А.И. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Отладка программного обеспечения - трудоемкий этап, который может занимать больше половины всего цикла разработки проекта. Во время отладки ПО тестируется в модельных условиях, приближенных к реальным. Часто, реальные условия возможно получить только после интеграции решения заказчику. В этом случае требуется производить тестирование ПО и сбор диагностических данных без раскрытия исходных кодов.

Для решения задачи удаленной диагностики предлагается разработанное решение, которое позволяет снимать диагностические данные о загрузке системных ресурсов, а также фиксировать критические сообщения о работе системы. Наличие открытого API у контроллера клиента позволяет подключать в системе любые пользовательские программы: их измерения и события.

Программное решение представлено в виде трёх микросервисов, разработанных на платформе ASP.NET Core и упакованных в независимые контейнеры Docker. Решение может работать как на одном ПК, так и в пределах локальной сети.

Сервис «Клиент» получает данные состояния системы, а также данные и события от пользовательских приложений. Клиент не хранит данные, а передаёт их на сервер с заданным интервалом времени.

Сервис «Сервер» собирает данные по измерениям и событиям и хранит на протяжении указанного интервала.

Сервис «Шлюз» обменивается с пользователями с использованием системы сообщений и передаёт диагностическую информацию с сервера на устройства пользователей. При этом данный сервис – единственный, кому необходим доступ к сети Интернет.

Пользователи в свою очередь могут подписываться на уведомления о событиях любого клиента, а также по запросу получать данные о числовых значениях контролируемых параметров. Для числовых значений, это: минимум, максимум, среднее, СКО, количество измерений, последние 10 замеров. Для обмена данными с пользователями предлагается использовать платформу Telegram. Она не требует

организации внешнего сервера, имеет высокую доступность и является бесплатной. Кроме того, низкий объём передаваемой информации позволяет использовать его с IoT тарифами мобильной связи.

В результате было разработано программное решение для упрощения процесса отладки приложений в условиях его размещения на площадках заказчика.

Библиографический список

1. Разработка Веб API с использованием ASP.NET Core, интернет ресурс, доступ: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/web-api/?view=aspnetcore-8.0>, дата обращения: 30.10.2024
2. Боты. Инструкция по разработке, интернет ресурс, доступ: <https://core.telegram.org/bots>, дата обращения: 30.10.2024
3. Основы разработки в Docker, интернет ресурс, доступ: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/438796/>, дата обращения: 30.10.2024

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ К РАЗМЕЩЕНИЮ ТРАКТА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ

Н.А. Дуксин, Д.В. Люлява

Научный руководитель – Тарасов И.Е. д-р техн. наук, доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов оптимизации размещения специализированного вычислителя с целью повышения максимальной тактовой частоты его работы.

Вопрос повышения тактовой частоты работы специализированного вычислителя является одним из основных при рассмотрении ключевых особенностей при технологическом сдвиге. Изменения, вносимые в аппаратную платформу (например, с точки зрения изменения технологического процесса) несёт за собой изменение принципов архитектурного проектирования для обеспечения целостности работы схемы с учётом новых реалий [1].

Помимо аспектов синхронного проектирования, появившегося при технологическом сдвиге при преодолении рубежа технологического процесса 100 нм, на первый план вышли вопросы организации трактов обработки данных как с точки зрения биения длинных комбинационных линий, так и размещения соответствующих вычислителей на кристалле [2]. В связи с высокой математической сложностью процесса размещения формулировка универсальных подходов, помогающих достичь оптимального результата, не представляется возможной, что в свою очередь ведёт к необходимости рассмотрения архитектурных паттернов проектирования в контексте их оптимального размещения.

Конвейеризация, как способ организации продвижения данных [3], является актуальным архитектурным паттерном в условиях современных реалий. Вследствие длительного нахождения в информационном поле конвейерных архитектур, а также отсутствия фиксированных подходов к их проектированию со стороны топологии, вопрос проработки концепций размещения вычислителей такого типа представляется наиболее привлекательным.

В докладе приведены основные подходы к топологическому размещению конвейерных вычислителей, произведена демонстрация применения подходов на

примере прикладной задачи алгоритма CORDIC. Произведена сравнительная характеристика вариантов размещения согласно основным метрикам с учётом рассмотренных подходов и без их учёта.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSFZ-2022-0004 Архитектуры специализированных вычислительных комплексов, методики, алгоритмы и инструменты проектирования цифровых вычислительных устройств).

Библиографический список

1. Тарасов, И. Е. Проектирование конвейерного вычислительного узла в составе специализированной СБИС [Текст] / И. Е. Тарасов, Д. В. Люлява, Н. А. Дуксин // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2023. – Т. 7, № 1. – С. 25-30.

2. Тарасов, И. Е. Проектирование конвейерных вычислительных устройств с учетом топологического представления [Текст] / И. Е. Тарасов, Д. В. Люлява, Н. А. Дуксин // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. – № 86. – С. 86-95.

3. Дуксин Н.А. ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА [Текст] / Н.А. Дуксин, Д.В. Люлява, И.И. Долидзе // Сборник трудов XII Международной научной конференции «ИТ-Стандарт 2023». - М.: Издательство «Проспект». - 2023. - С. 181-193.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ

И.И. Дуксина, А.А. Кулдина, Д.В. Люлява, А.Н. Пономарев
Научный руководитель – Дуксин Н.А.

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассмотрены вопросы проектирования специализированного процессорного ядра для проведения верификации специализированных вычислителей.

Современный подход к проектированию вычислительных систем, который можно сформулировать как “No silver bullet” [1], призывает к организации систем с учетом специфики выполняемых ею задач. Проектирование на основе процессорной логики позволяет расширять класс решаемых задач системой без необходимости её аппаратной перестройки.

При разработке процессорной системы [2] основные архитектурные характеристики принято разграничивать между архитектурой системы команд и микроархитектурой. При этом взаимная зависимость архитектуры системы команд и микроархитектуры приводит к необходимости совместной проработки каждого из обозначенных аспектов [3].

Верификация накладывает собственные ограничения на решаемую задачу, поскольку требуется работать с большим объёмом данных, занимаясь вопросами их проверки. Для некоторых задач возникает необходимость в генерации входного потока данных для вычислителя. Программная генерация с использованием мощностей персонального компьютера сталкивается в общем смысле с проблемой “bottleneck” в лице шины и соответствующего интерфейса для связи программной и аппаратной частей. Использование системы, расположенной на одном кристалле и

сочетающей в себе как верифицируемый вычислитель, так и верификационную подсистему, призвано решать проблему медленных интерфейсов, которые в свою очередь могут быть использованы для реализации ролей сбора данных и управляющей роли процессорной системы.

Реализация каждого из рассматриваемых аспектов приводит к увеличению времени разработки процессорного ядра, а также к увеличению используемых ресурсов для имплементации. Исходя из этого встает вопрос о формировании некоторых вариантов архитектурных решений для процессорного ядра согласно заданной постановке задачи.

В докладе рассмотрены архитектурные подходы к формированию специализированного процессорного ядра с учётом специфики задач верификации.

Библиографический список

1. Тарасов, И. Е. Проектирование конвейерного вычислительного узла в составе специализированной СБИС [Текст] / И. Е. Тарасов, Д. В. Люлява, Н. А. Дуксин // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2023. – Т. 7, № 1. – С. 25-30.

2. Тарасов, И. Е. Перспективы применения софт-процессоров в системах на кристалле на базе программируемых логических интегральных схем [Текст] / И. Е. Тарасов, Д. С. Потехин, О. В. Платонова // Russian Technological Journal. – 2022. – Т. 10, № 3. – С. 24-33.

3. Hennessy J L, Patterson D A, A New Golden Age for Computer Architecture, Communications of the ACM, February 2019, Vol. 62 No. 2, pp. 48-60.

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВЕРИФИКАЦИОННОГО ОКРУЖЕНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ

И.И. Дуксина, Н.А. Дуксин, Д.В. Люлява

Научный руководитель – Тарасов И.Е. д-р техн. наук, доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов, возникающих при проведении верификации специализированных вычислительных систем [1].

Маршрут проектирования вычислительных систем, лежащий в основе большинства современных методик проектирования, включает в себя три основных этапа: системное моделирование, проектирование на уровне регистровых передач, а также топологический уровень проектирования. Успех итогового продукта по результатам разработки во многом зависит от своевременного внесения изменений в модель на каждом из соответствующих уровней при возникновении несоответствия требованиям технического задания. В таком контексте возникает необходимость формирования механизмов межуровневых связей в рамках маршрута [2]. Такая идея заложена в методике совместного проектирования.

Основным связующим звеном становится процесс верификации, пронизывающий каждый этап проектирования. Взаимное соответствие моделей представления основано на единообразии тестового покрытия, расширяющегося в процессе движения в рамках маршрута.

Аспект верификации на системном уровне связан с инструментальными средствами высокого уровня, наравне с формированием эмуляторов вычислителя.

На этапе проектирования на уровне регистровых передач, а также на этапе макетирования с использованием систем класса ПЛИС [3], возникает необходимость дополнительных проверок, связанных с эффектами реального мира. При этом функциональная верификация зачастую может быть связана с проверкой внушительных объёмов данных, при условии возможности реконфигурации архитектурного представления вычислителя на рассматриваемом уровне.

В рамках доклада предлагаются подходы к формированию систем, позволяющих оптимизировать процесс верификации специализированных вычислителей на этапе макетирования с одной стороны, предоставляя необходимые инструменты для возможности включения этапа в состав инструментов, реализующих методику совместного проектирования с другой стороны. Сформирован и представлен набор структурных схем для различных способов формирования подсистем верификации специализированных вычислительных систем.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSFZ-2022-0004 Архитектуры специализированных вычислительных комплексов, методики, алгоритмы и инструменты проектирования цифровых вычислительных устройств).

Библиографический список

1. Hennessy J.L., Patterson D.A. Computer Architecture. 6th Edition. A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design). - 2017. - 936 p.

2. Тарасов И.Е. Проектирование конвейерного вычислительного узла в составе специализированной СБИС [Текст] / И.Е. Тарасов, Д.В. Люлява, Н.А. Дуксин // ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА. - 2023. - Том 7. - № 1. - С. 25-30.

3. Дуксин Н.А. ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА [Текст] / Н.А. Дуксин, Д.В. Люлява, И.И. Дюлидзе // Сборник трудов XII Международной научной конференции «ИТ-Стандарт 2023». - М.: Издательство «Проспект». - 2023. - С. 181-193.

АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ МАТРИЧНЫХ КОДОВ DATAMATRIX ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ

А.С. Епифанов

Научный руководитель – Ефимов А.И. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

При создании сканера штриховых кодов для промышленного использования на специализированных вычислителях необходимо учитывать ряд обязательных критериев, таких как гибкость переноса алгоритма на специализированный вычислитель, повышенная точность и скорость.

В данной работе был разработан и оценен соответствующий алгоритм локализации на базе комбинированной работы дерева решений и морфологических операций. Весь алгоритм локализации можно разделить на три этапа:

1. Подготовка изображения (вычисление высокочастотной составляющей изображения и его бинаризация).

2. Формирование фигур-кандидатов. Данный этап необходим для определения положения потенциальных кандидатов локализации (кодов) на изображении.

3. Классификация фигур-кандидатов. На данном этапе происходит определение того, является ли фигура кандидатом или нет. Классификатор строится на основе параметров фигуры, таких как длина, ширина окна, описывающего фигуру, отношение сумм единичных и нулевых элементов в бинарном представлении и т.д.

Для оценки качества предложенного алгоритма с существующими детекторами кодов DataMatrix проводилось экспериментальное сравнение на тестовой выборке из 176 изображений по критерию точности. Предложенный подход не уступает по качеству существующим и оптимизирован для аппаратной реализации на специализированном вычислителе.

Библиографический список

1. Котов А.А., Усилин С.А., Гладиллин С.А., Николаев Д.П. Построение робастных функций обнаружения и классификации объектов без характерных яркостных контрастов // Журнал информационных технологий и вычислительных систем, выпуск 1, 2014, С. 53-60.

2. Минкина А., Николаев Д., Усилин С., Козырев В. Обобщение метода Виолы-Джонса как дерево решений сильных классификаторов для распознавания объектов в реальном времени в видеопотоке // Материалы Седьмой Международной конференции по машинному зрению. Международное общество оптики и фотоники, 2015.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ МАТРИЧНЫХ КОДОВ С ПОМОЩЬЮ КАСКАДОВ ХААРА

А.С. Епифанов

Научный руководитель – Ефимов А.И. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Локализация объектов на изображении представляет из себя задачу поиска целевого объекта и определение его границ и размеров на основании специфики объекта. В общем случае для локализации могут применяться алгоритмические методы, методы машинного обучения и нейронные сети. Однако применительно к матричным кодам (QR код, DataMatrix), состоящим из сочетаний белых и чёрных квадратов, можно рассмотреть использование каскадов Хаара.

Каскад Хаара – это набор особых объектов, называемых признаками Хаара. Каждый такой объект, полученный с исходного изображения с помощью определённой фильтрации, представляет из себя значение, вычисляемое как сумма пикселей под белым прямоугольником за вычетом суммы пикселей под чёрным. Такой подход позволяет представить особенности объекта на изображении в интегральном виде, что позволяет вычислять целевые объекты с достаточной скоростью.

В данной работе рассматривалось использование каскадов Хаара для локализации кодов DataMatrix. Для обучения применялся набор данных из 340 картинок, содержащих только коды Datamatrix, повернутые под разными углами. Тестировалось множество моделей, обученных на разных параметрах. Наибольшая точность составила 74%. Однако наблюдалось множество ошибок, когда вместо кода были выделены его части, воспринятые как полноценный код в силу специфики матричной структуры. Это позволяет заключить, что использование каскадов Хаара в конвейерах обработки данных допустимо только с совместным применением методов устранения

ложноположительных решений, а также с использованием методов склеивания участков кода, неправильно определённых как целый штрихкод. Пополнение тестовой выборки и совместное использование данных методов позволит увеличить процент точности.

Библиографический список

1. Амеличев Глеб Эдуардович, Панина Виктория Сергеевна, Белов Юрий Сергеевич, Распознавание лиц с использованием каскадов Хаара // E-Scio. 2020. №8 (47)
2. Местецкий Л. М., «Математические методы распознавания образов», МГУ, ВМиК, Москва, 2002–2004, с. 42 – 44
3. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features; Proceedings of the 2011 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition; Kauai, HI, USA. 8–14 December 2011.

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА CORDIC ДЛЯ ПЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКОЙ**

Я.А. Махов, И.И. Дуксина, Д.В. Люлява
Научный руководитель – Дуксин Н.А.

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов, возникающих при проектировании устройства для решения задачи плавного управления внешней нагрузкой.

Алгоритм CORDIC (COordinate Rotation DIgital Computing) [1] является эффективным методом вычисления тригонометрических и гиперболических функций, а также выполняет операции умножения и деления, что делает его особенно полезным для цифровой обработки сигналов и систем управления с ограниченными вычислительными ресурсами.

Основное внимание в докладе уделено описанию структуры алгоритма CORDIC, особенностям реализации и основам параметризации, его преимуществам и особенностям применения в реальных системах управления нагрузкой [2]. Рассмотрена возможность использования CORDIC для плавного регулирования выходных характеристик сигнала. Приведены примеры реализации на аппаратных средствах с ограниченными вычислительными ресурсами, таких как ПЛИС (программируемые логические интегральные схемы).

Алгоритм CORDIC демонстрирует высокую эффективность при обработке сигналов в реальном времени, поскольку он не требует использования операций с плавающей запятой и сложных мультипликативных операций, что позволяет снизить вычислительные затраты [3]. Доклад детализирует, как последовательное приближение с помощью CORDIC может быть использовано для достижения высокой точности при управлении нагрузкой, минимизируя колебания и обеспечивая плавное управление.

Практическая часть доклада посвящена сравнительной характеристике различных способов формирования сигнала синусоидальной формы на примере формальных математических способов, табличного способа и способа, основанного на алгоритме CORDIC. Помимо этого приводится сравнительная характеристика с системой формирования, не использующей системы генерации сигнала соответствующей формы, однако ведущей управление по принципу ШИР (широтно-импульсного регулирования).

Полученные сравнения могут быть использованы при выборе варианта реализации для рассмотренных вопросов, а также для построения систем трёхмерной графики.

Библиографический список

1. А. В. Захаров. Алгоритмы CORDIC. Современное состояние и перспективы [Текст] / А. В. Захаров, В. М. Хачумов // Труды международной конференции "Программные системы: теория и приложения". – Т. 1 (г. Переславль-Залесский, 2004) – Физматлит, М. – с. 353-370.
2. Тарасов И. Е. ПЛИС Xilinx. Языки описания аппаратуры VHDL и Verilog, САПР, приемы проектирования [Текст] / И.Е. Тарасов - М. Горячая линия - Телеком, 2021. - 538 с.
3. Тарасов, И. Е. Синтез сверточных функций в реальном времени в системах программно-зависимого радио и фазо-частотных измерительных устройствах [Текст] / И. Е. Тарасов, Д. С. Потехин // Российский технологический журнал. – 2018. – Т. 6, № 6(26). – С. 41-54. – DOI 10.32362/2500-316X-2018-6-6-41-54.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Д.С. Окрачков, Крошилин А.В.

Научный руководитель – Крошилин А.В. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по развитию методов управления процессами устойчивого развития иерархических организационных систем. Современные вызовы, а именно, изменение климата, истощение ресурсов, неравенство требуют перехода к устойчивому развитию с применением теории информационных систем [3]. Иерархические организационные системы являются ключевыми участниками социально-экономической жизни, но традиционные модели управления в них не эффективны в контексте устойчивого развития [2].

Статья исследует современные методы управления процессами устойчивого развития в иерархической организационной системе и направлена на интеграцию усилий на всех уровнях [1].

Основные тезисы:

Вызовы для иерархической организационной системы [4]:

- Несогласованность целей устойчивого развития на разных уровнях.
- Дефицит информации о влиянии деятельности на устойчивое развитие.
- Ограниченные ресурсы для реализации практик устойчивого развития.
- Отсутствие культуры устойчивого развития.

Возможности иерархической организационной системы:

- Масштабируемость инициатив устойчивого развития.
- Специализация разных уровней на конкретных аспектах устойчивого развития.

- Синергия усилий, способствующая достижению амбициозных целей.

Переход от фрагментации к интеграции:

- Формирование единой стратегии устойчивого развития, интегрированной в миссию и ценности организации.
- Создание единой системы целей и показателей устойчивого развития.

- Разработка дорожной карты с конкретными шагами, сроками и ответственными.

Ключевые элементы управления:

- Управление рисками и возможностями, связанными с устойчивым развитием.

- Управление ресурсами, обеспечивающее достаточное финансирование и кадровый потенциал.

- Управление изменениями, включая повышение осведомленности и создание культуры устойчивого развития.

- Мониторинг и оценка прогресса в достижении целей с использованием индикаторов.

- Участие внешних сторон (эксперты, поставщики, местные сообщества) в реализации стратегии.

Перспективы:

- Интеграция принципов устойчивого развития в системы управления рисками.

- Развитие систем мониторинга и отчетности в соответствии с международными стандартами.

- Использование инновационных технологий и цифровых платформ для управления процессами устойчивого развития.

Переход от фрагментации к интеграции усилий в иерархической организационной системе является ключевым фактором для достижения целей устойчивого развития. Успех зависит от признания устойчивого развития как приоритета организации и готовности к изменениям [5].

Библиографический список

1. Внедрение устойчивого развития в бизнес: практическое руководство [учебник] / под ред. А. В. Карасева. - Москва: Альпина Паблицер, 2018. - 184 с.

2. Глобальный договор ООН: Десять принципов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.unglobalcompact.org/> (дата обращения: 14.10.2024).

3. Крошили, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошили, С. В. Крошили, Г. В. Овечкин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-907535-96-1. – EDN ХВРJJW.

4. Отчет о целях устойчивого развития ООН [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://sustainabledevelopment.un.org/> (дата обращения: 17.10.2024).

5. Устойчивое развитие: концепции, проблемы, перспективы [учебник] / под ред. А. Д. Моисеева. - Москва: Наука, 2000. - 205 с.

ПОСТРОЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MPICH В ОС WINDOWS

А.А. Рузаева, А.А. Фатина

Научный руководитель – Тарасова В.Ю. старший преподаватель

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данной работе рассмотрим принципы построения кластера с помощью технологии MPI и разработку программ для вычислений на нём с целью проведения исследования эффективности выполнения алгоритмов при разной конфигурации кластера [1].

Стандарт MPI используется в вычислительных системах с распределенной памятью, в которых процессоры работают независимо друг от друга, что является актуальным для современных вычислительных систем, которые являются мультипроцессорными и мультикомпьютерными. MPI является стандартом для распределенного программирования и позволяет эффективно работать на кластерах компьютеров.

Для построения кластера будем использовать MPICH (свободная реализация технологии MPI). Она позволяет развернуть кластер на компьютерах с ОС Windows. Компьютеры, включаемые в кластер, объединены в проводную локальную сеть.

Установку MPICH выполним на трех компьютерах, которые хотим включить в кластер. После стандартной процедуры установки перезагрузим компьютер и после добавим службу MPICH Daemon в список автоматический запускаемых служб.

Выполним создание кластера:

1. Запустим программу на каждом компьютере вычислительного кластера и создадим учётную запись с одним и тем же именем, и паролём с ограниченными привилегиями (mpi).

2. На главном компьютере кластера запустим утилиту MPIRegister.exe и введём логин и пароль, сохраним изменения в энергозависимую память.

3. Проверим доступ между компьютерами, входящими в кластер.

4. С помощью среды разработки Visual Studio подготовим исполняемый файл. Перед написанием кода выполним настройки проекта – добавим библиотеку MPICH. Исполняемый файл – программа, где выполняется стандартный обмен сообщениями между процессами с номерами 0 и 1. Созданы два буфера a и b типа float. Если номер процесса равен 0, то выполняется передача буфера b процессу с номером 1 и приём от него же буфера a. Если номер процесса равен 1, то выполняется приём буфера b от процесса с номером 0 и отправка ему же буфера a.

5. Запустим разработанное приложение на главном компьютере с помощью утилиты MPIRun – она представляет собой удобный графический интерфейс: укажем путь к исполняемому файлу в сетевой папке, укажем что хотим выполнить программу с четырьмя процессами на всех подключенных компьютерах.

На рисунке 1 представлен пример вывода программы MPI. Была запущена программа обмена сообщениями двух процессов.

Вывод от разных процессов осуществляется разным цветом. В данном случае программа выполнялась с 4 процессами на 3 компьютерах.

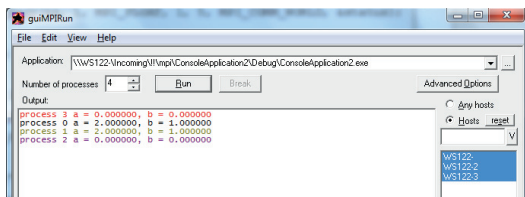


Рисунок 1 – Пример запуска приложения на кластере

Соберём проект на Visual Studio с использованием MPICH, выполняющий параллельную версию алгоритма быстрой сортировки. Запустим программу на кластере с разным числом процессов и на разном количестве компьютеров (при одинаковой точности вычислений). Исходя из проведенного исследования можно сделать вывод, что для минимизации времени выполнения алгоритма программы оптимальное количество процессов 3 и компьютеров 2.

Таким образом в ходе проведения данной работы был построен вычислительный кластер, было проведено исследование работы вычислительного алгоритма на вычислительном кластере.

Библиографический список

1. Технология параллельного программирования MPI: методические указания / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: С.И. Елесина, В.Ю. Тарасова, Е.С. Геращенко. Рязань, 2021. 40 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ

А.А. Рузаева, А.А. Фатина

Научный руководитель – Елесина С.И. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В условиях растущей цифровизации и необходимости защиты информации, важное место занимает разработка эффективных параллельных алгоритмов шифрования. Данная работа посвящена исследованию и сравнению методов шифрования данных, в частности, классических шифров: шифра Цезаря, шифра Тритемиуса и кодирования по ключу, с акцентом на их параллельную реализацию. Исследование будет проводиться на языке C++ с использованием OpenMP.

OpenMP (Open Multi-Processing) — это стандарт для параллельного программирования в языке C, C++ и Fortran, предназначенный для упрощения разработки многопоточных приложений [1].

Сравнительный анализ будет осуществляться с использованием последовательных и параллельных реализаций.

Основные шаги исследования у нас следующие:

1. Определение метрики производительности:

- Было замерено время выполнения каждого алгоритма в миллисекундах. За основную метрику для сравнения было взято ускорение. Ускорение - это отношение времени, затрачиваемого на проведение вычислений на однопроцессорной ВС, ко времени решения той же задачи на параллельной n-процессорной системе. Запись

времени производится с помощью функции `chrono()` для минимизации влияния системных задержек.

2. Реализация алгоритмов:

- Разработали последовательные версии шифров на C++ и реализацию, использующую OpenMP для многопоточных вариантов. Каждое алгоритмическое решение включает корректные функции шифрования и дешифрования.

- Параллельные реализации используют 2 и 4 потока.

3. Генерация входных данных:

- Для тестирования алгоритмов были использованы наборы данных различного размера и сложности — от коротких строк до больших текстов. Это позволило проанализировать поведение алгоритмов при различной нагрузке.

4. Сбор данных:

- Для каждого теста было зафиксировано время выполнения. Тесты были запущены многократно (10 раз) для получения усреднённых результатов и уменьшения влияния случайных факторов.

5. Визуализация данных:

- Результаты исследований представлены в виде таблиц, на основе которых построены графики, изображенные на рисунках 1-2. Для оценки целесообразности использования параллельных вычислений используем метрику – ускорение. Графики позволяют наглядно увидеть разницу значений метрики ускорения для представленных в работе алгоритмов.

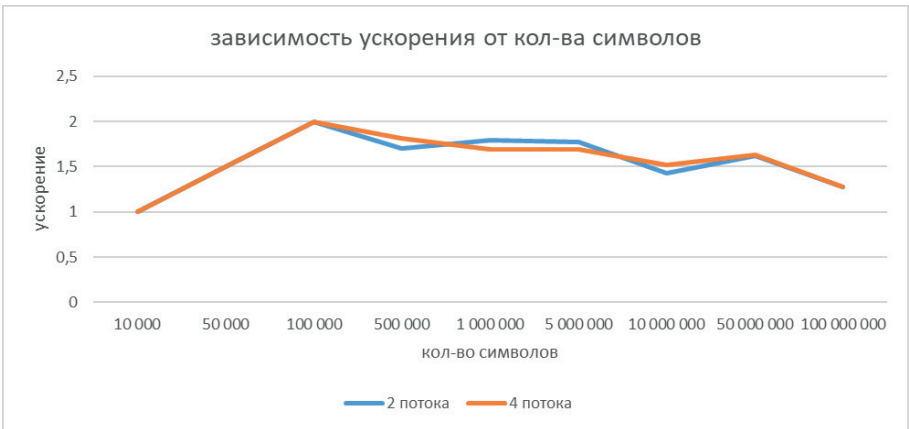


Рисунок 1 – График ускорения для шифра Цезаря

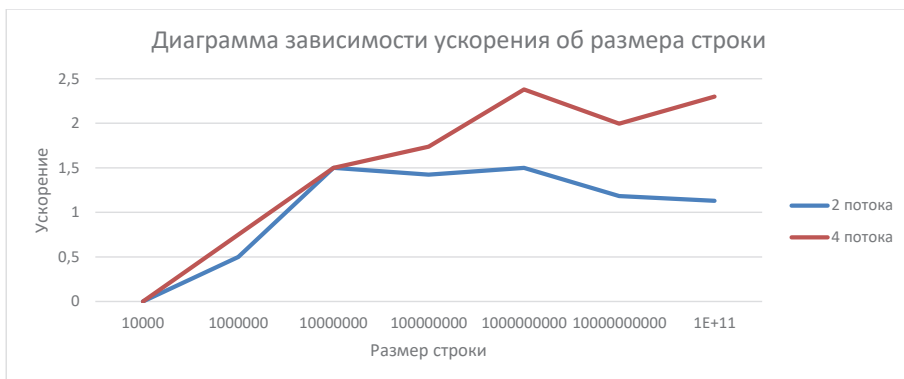


Рисунок 2 – График ускорения для метода кодирования по ключу

На основании анализа было выявлено, что и при последовательной, и при параллельной реализации лучшим шифром является шифр Цезаря из-за его простоты и низкой вычислительной сложности. Ускорение в Шифре цезаря наблюдается уже при 10 тысячах символов, в то время как ускорение у кодирования по ключу и шифра Тритемиуса наблюдается ближе к 1 миллиону значений.

Таким образом, данное исследование позволило нам оценить преимущества использования параллельных алгоритмов шифрования.

Библиографический список

1. Технология параллельного программирования OpenMP: учеб. пособие / С.И. Елесина; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2021. 48 с.

ПОНЯТИЕ ТУПИКОВЫХ СИТУАЦИЙ. НЕБЛОКИРУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ. КОЛЛЕКТИВНЫЕ ОПЕРАЦИИ

К.Ю. Сурыгин, И.И. Тюрин

Научный руководитель – Тарасова В.Ю. старший преподаватель

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данной работе рассматриваются ключевые проблемы, возникающие при реализации параллельных вычислений, такие как тупиковые ситуации (deadlock) и их преодоление с помощью неблокирующих операций обмена сообщениями. Анализируются преимущества использования коллективных операций для оптимизации синхронизации и взаимодействия между процессами, способствуя повышению производительности и эффективности параллельных вычислений.

Тупиковые ситуации являются серьезной проблемой для параллельных вычислений, ведущей к потере производительности и блокировке вычислений [1]. Необходимо детально анализировать возникновение тупиковых ситуаций и разрабатывать стратегии их предотвращения.

Способы разрешения тупиковых ситуаций:

1. Изменение порядка процедур передачи-приема.
2. Применение неблокирующих операций.

3. Использование функции MPI_Sendrecv.

Составим программу расчёта числа Пи с использованием коллективных операций. Программа должна также рассчитывать время выполнения. Оценим зависимость времени выполнения от точности вычислений (определяется параметром n).

Для вычисления числа Пи можно воспользоваться методом численного интегрирования разбиением на прямоугольники. В этом случае расчет будет выполняться по формуле:

$$\pi = \int_0^1 \frac{4}{1+x^2} dx$$

В качестве параметра, передаваемого всем процессам, следует использовать n – число прямоугольников, на которые мы считаем нужным разбить площадь под интегралом. Для простоты реализации приведем формулу расчета x :

$$x = \frac{1}{n}(i + 0.5),$$

где i – номер очередного прямоугольника под интегралом, $i \in 0, n - 1$.

Значение интеграла рассчитывается как сумма полученных значений.

Библиографический список

1. Технология параллельного программирования MPI: методические указания / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: С.И. Елесина, В.Ю. Тарасова, Е.С. Герашенко. Рязань, 2021. 40 с.

ПОКАЗАТЕЛЬ ДРЕЙФА СОПРОТИВЛЕНИЯ В ФАЗОПЕРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Е.П. Трусов, А.В. Ермачихин, Ю.В. Воробьев, В.Г. Литвинов
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается ряд вопросов, связанных с определением коэффициента дрейфа сопротивления фазопеременных материалов.

Процесс исследования дрейфа сопротивления полупроводниковой структуры происходит путем выдержки различной длительности при фиксированной температуре. При этом выполняется регистрация протекающего через образец электрического тока. Для исследования дрейфа сопротивления был разработан измерительный комплекс, представленный на рисунке 1, и алгоритм его работы.

Периферийные устройства подключены через коммутатор к ЭВМ. Управление периферийными устройствами осуществляется с помощью разработанной программы, реализующей алгоритм автоматизированного измерения. Программе задаются такие параметры эксперимента как температура отжига, время отжига, подаваемое на исследуемую структуру напряжение, частота измерений. Перед началом измерений выполняется откачка воздуха из рабочей камеры криостата. Установление и стабильность заданной температуры осуществляется термоконтроллером с PID-регулятором. Следующий этап включает в себя подачу постоянного напряжения на образец и запуск измерения тока, проходящего через исследуемую структуру. На выходе программа формирует двумерный массив данных, состоящий из измеренного тока и времени с момента начала эксперимента, в файл формата .csv, что позволяет проводить его дальнейшую обработку с помощью сторонних компьютерных программ.

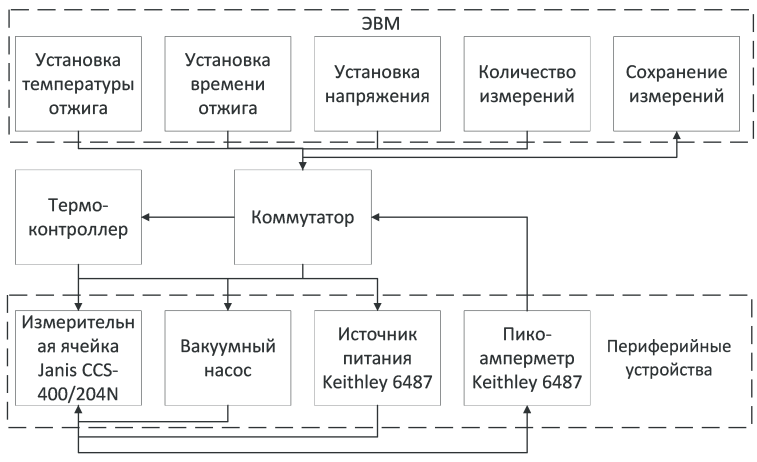


Рисунок 1 – Структурная схема измерительного комплекса

Апробация работы измерительного комплекса осуществлялась с использованием полупроводникового фазопеременного материала $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$. Толщина пленки исследуемого образца составляла 130 нм. Исследование выполнялось через 7 дней после осаждения пленок. Отжиг структуры производился в течение 10 часов (рисунок 2, а) при температуре 100 °С в вакууме, точность поддержания температуры, после установления заданного значения, составляла 0,1 °С.

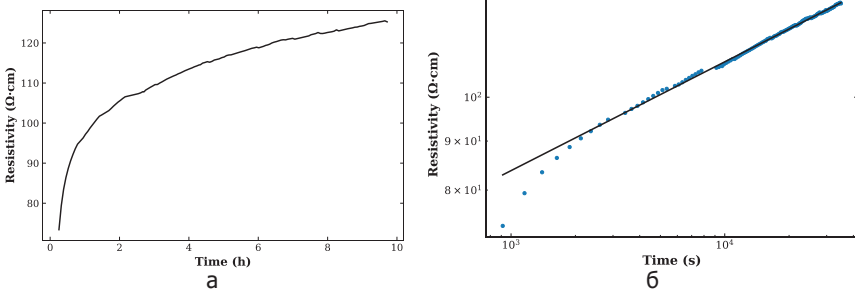


Рисунок 2 – а) динамика дрейфа удельного сопротивления фазопеременного материала во время отжига;
б) определение коэффициента дрейфа сопротивления

Построение временной зависимости удельного сопротивления в двойных логарифмических координатах показывает на наличие выраженного прямолинейного участка (рисунок 2, б), что характерно для степенной функции [1]:

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{t}{T} \right)^\nu,$$

где показатель ν характеризует динамику процесса дрейфа сопротивления.

Для исследуемого образца $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ коэффициент дрейфа сопротивления был рассчитан как 0,11. Такой показатель дрейфа характерен именно для свежееосажденного аморфного материала [2].

Описанный способ исследования временной зависимости тока позволяет рассчитать коэффициент дрейфа сопротивления материала и оценить возможность использования данного материала в устройствах фазовой памяти с улучшенными характеристиками.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 24-79-10137, <https://rscf.ru/project/24-79-10137/>, с использованием оборудования Регионального центра зондовой микроскопии коллективного пользования Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина.

Библиографический список

1. Ielmini D., Lacaite A.L., Mantegazza D. Recovery and Drift Dynamics of Resistance and Threshold Voltages in Phase-Change Memories // IEEE Trans. Electron Devices. 2007. Vol. 54, № 2. P. 308–315.

2. Wimmer M. et al. Role of activation energy in resistance drift of amorphous phase change materials // Front. Phys. 2014. Vol. 2:75. P. 1–12.

КОМПЛЕКС ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ МИКРООБРАБОТКИ

Р.В. Чкалов, Д.Г. Чкалова

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

В работе рассматриваются возможности интеграции обособленных узлов и функциональных компонентов в единую высокотехнологичную фемтосекундную лазерную установку под управлением разработанного программного обеспечения. Представлены результаты работы аппаратно-программного комплекса на примере решения задач управляемой модификации материалов при помощи ультракоротких лазерных импульсов.

Разработка и построение современных экспериментальных схем для проведения исследований в области взаимодействия ультракоротких лазерных импульсов с веществом включает в себя использование различных источников излучения, моторизованных линейных и поворотных трансляторов, высокоскоростных камер, светочувствительных датчиков и множества прочих измерительных и исполнительных приборов. Для облегчения процесса проведения исследовательских работ был разработан аппаратно-программный комплекс (рис. 1), объединяющий в себе ряд требуемых технических устройств и обладающий единым интерфейсом управления всеми составными элементами установки. Поскольку задача осуществления управления представленной установкой (при условии использования индивидуального программного обеспечения для каждого элемента комплекса) является крайне трудной и затратной по времени, был разработан собственный программный пакет [1], целью которого является объединение отдельных технических устройств в единую организованную и управляемую систему.

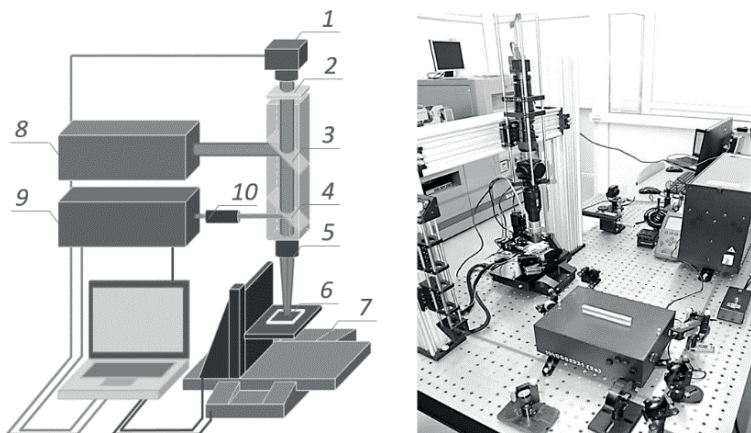


Рисунок 1 – Экспериментальная установка: 1 – высокоскоростная камера, 2 – светофильтр, 3 – светоделитель, 4 – дихроичное зеркало, 5 – объектив, 6 – образец/кювета, 7 – трехкоординатная платформа, 8 – подсветка, 9 – фемтосекундный лазер, 10 – регулируемый поляризационный ослабитель

Будучи дополнен собственным программным обеспечением, комплекс позволяет решать задачи управляемого микро- и наноструктурирования поверхностей [2], высокоточного локального осаждения коллоидных комплексов, осуществлять прецизионную обработку и модификацию материалов при помощи фемтосекундного лазерного излучения, а также проводить исследования процессов в области нелинейной оптики [3], что делает разработанную систему универсальным инструментом для решения широкого спектра научных задач.

Библиографический список

1. Чкалов Р.В., Лоханов А.В., Хорьков К.С., Кочуев Д.А. Программное обеспечение управления комплексом фемтосекундной лазерной микрообработки. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2017613881 от 03.04.2017.
2. Khorkov K., Abramov D., Kochuev D., Arakelian S., Prokoshev V. Formation monocrystal-line carbon micro- and nanostructures under femtosecond laser irradiation of graphite in liquid nitrogen // *Physics Procedia*. – 2016. – Vol. 83. – Pp. 182-187.
3. Khorkov K.S., Kochuev D.A., Chernikov A.S., Chkalov R.V., Arakelian S.M., Prokoshev V.G. Processing of materials in the multiple filamentation mode of femtosecond laser radiation // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. – 2017. – Vol. 81. – №12. – Pp. 1438-1441.

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИНЯТЫХ СИГНАЛОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Н.А. Шашин

Научный руководитель – Паршин Ю.Н. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Обеспечение пилота оперативной информацией об окружающей обстановке в современных летательных аппаратах является приоритетной задачей, реализуемой различными органами технического зрения, одним из которых является БРЛС. Для получения информации о подстилающей поверхности, движущихся целях, маловысотном полете, обнаружении низколетящих малоподвижных целей, а также неподвижных целей на фоне отражений от земли, как правило, используется излучение и прием зондирующих сигналов с одной линейной поляризацией: вертикальной или горизонтальной. При этом информационными параметрами являются амплитуда отраженного сигнала и его задержка.

Одним из наглядных ограничений при использовании одной линейной поляризации является сложность обнаружения объектов, протяженных по длине в направлении ортогональном выбранной поляризации. Использование вертикальной поляризации позволяет эффективно обнаружить высотные объекты, стволы деревьев, опоры линий электропередач. Обнаружение проводов линий электропередач, железнодорожных рельсов, объектов горизонтальной протяженности в пересеченной местности возможно при использовании горизонтальной поляризации.

Также известные сложности вызывает выделение сигнала от низкоскоростных либо малоразмерных целей, площадь которых существенно меньше элемента разрешения, на фоне отражений от земли. Разделить аддитивную смесь помехи и полезного сигнала при использовании сигналов с одной линейной поляризацией при приеме не представляется возможным в связи с маскированием цели отражениями от фона. Кроме того, по энергетическим параметрам отражения от фона невозможно определить его структуру: трава, снег, деревья, песок, морские волны, пашня, асфальт и т.д. [1]

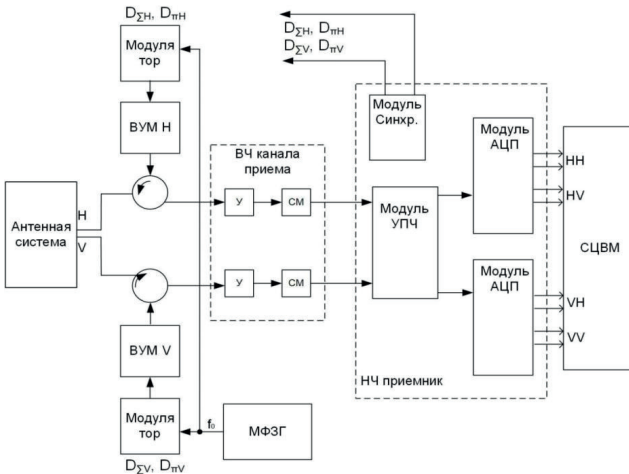
Объекты на земной поверхности изменяют направление вектора поляризации отраженного сигнала, а земной покров обладает деполяризующим свойством, т.е. рассеивает вектор поляризации. Наиболее полно поляризационные свойства объектов выявляются по измерениям поляризационной матрицы рассеяния (ПМР), которая состоит из комплексных значений отраженных зондирующих сигналов, излученных и принятых на двух ортогональных поляризациях, например, вертикальной и горизонтальной. При этом поляризационная БРЛС призвана решать две взаимосвязанные задачи: измерение поляризационных характеристик сигналов, отраженных от объектов, и интерпретация измеренных значений.

Известно несколько основных способов реализации излучений и приема зондирующих сигналов на ортогональных поляризациях для измерения полной ПМР – последовательный и одновременный.

Способ последовательного излучения зондирующих сигналов заключается в разделении во времени излучения и приема каждого из пары ортогонально поляризованных сигналов. Недостатком данного способа является методические погрешности, обусловленные изменением ЭПР и ракурса объекта за время наблюдения.

Способ одновременного излучения зондирующих сигналов заключается в одновременном приеме и излучении каждой пары ортогонально поляризованных сигналов. Для реализации обработки принятых сигналов используют методы частотного и кодового разделения сигналов [2, 3]. Кроме того, в условиях сложной помеховой обстановки также используются методы поляризационной селекции [4, 5].

Таким образом, выбор способа реализации излучения и приема ортогонально поляризованных сигналов определяет подходы к проектированию поляризационной БРЛС, в том числе структурной схемы, режима работы, временной диаграммы. В данной работе приведена структура БРЛС для одновременного излучения и приема зондирующих сигналов на двух ортогональных поляризациях [6]. В каждом тактовом интервале СЦВМ осуществляет смену режима работы БРЛС, передавая команды управления блокам, входящим в состав БРЛС. Пара сигналов D_H и D_V обеспечивает для каждой из ортогональных поляризаций формирование двух зондирующих сигналов в МФЗГ. Сформированные зондирующие сигналы усиливаются парой ВУМ и подаются на антенную систему, которая обеспечивает их излучение на соответствующих ортогональных поляризациях.



Таким образом, предложенное техническое решение позволяет повысить информационное обеспечение пилота летательного за счет анализа поляризационной структуры зондирующих сигналов.

Библиографический список

1. Поляризационная селекция как направление развития БРЛС обзора земной поверхности/ Д.Н. Кривченков, С.В. Шелухин, Н.А. Шашин, В.В. Андросов // Аэрокосмическое обозрение. – 2017. – №3(88). – С.20-21.
2. Поляризационный подход к развитию бортовых РЛС/ Татарников С.Ю. // Восьмая научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов АО «ГРПЗ»: сборник научных статей Рязань. - 2022. – С.18-26.
3. Использование дополнительных сигналов в поляризационной радиолокации/ Д.Н. Кривченков, С.Ю. Татарников // Радиотехника. – 2017. – №8. – С.46-49
4. Козлов А.И., Логвин А.И., Сарычев В.А. Поляризация радиоволн. Кн.3. Радиополяриметрия сложных по структуре сигналов. – М.: Радиотехника, 2008. –С.386.

5. Поздышев В.Ю., Якубовский С.В., Зюзин А.В., Тимошенко А.В. Обнаружение радиолокационных целей на фоне активных помех по определителю поляризационной матрицы рассеяния // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Том 14. №9. С. 4-9.

6. Патент RU № 2662452. Радиолокатор с поляризационной селекцией / Андросов В.В., Ермаков А.А., Кривченков Д.Н., Сивушов В.В., Шелухин С.В., Шашин Н.А., Янов О.А. Приоритет 05.12.2016. Оpubл. 26.07.2018.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ FLOW BASED ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭТАПОВ В РАМКАХ МЕТОДИКИ СОВМЕСТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Д.О. Щепухин, Н.А. Дуксин, Д.В. Люлява, И.И. Дуксина

Научный руководитель – Тарасов И.Е. д-р техн. наук, доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов организации межэтапных взаимодействий в рамках маршрута проектирования вычислительных систем [1].

Flow-based системы представляют собой подход к проектированию программного обеспечения, который акцентирует внимание на потоках данных и их обработке. Эти системы основываются на принципе разделения задач на отдельные компоненты, которые могут взаимодействовать друг с другом через заранее определенные интерфейсы.

Подход к разработке систем на основе flow-based парадигмы может значительно улучшить взаимодействие компонентов в рамках автоматизированного проектирования (CAD - Computer-Aided Design) [2]. Такой подход может быть использован в контексте особенностей рассматриваемых систем: модульная архитектура – компоненты системы автоматизированного проектирования могут изменяться в зависимости от специфики решаемой задачи; организация асинхронной обработки данных в процессе проектирования вычислительных систем на смежных стадиях; агрегирование, в контексте принципа включения систем, организующих обработку данных для заданной аппаратной базой внутреннего маршрута синтеза; визуализация - flow-based подход часто использует визуальные интерфейсы для представления потоков данных и взаимодействий между компонентами, что облегчает понимание процессов и упрощает работу для пользователей; элемент поддержки принятия решений - анализ данных и прогнозирование на основе полученных результатов помогают принимать более обоснованные решения в процессе проектирования.

Рассмотренные особенности выделяют системы автоматизированного проектирования, в частности для решения трудоемкого класса задач проектирования специализированных вычислительных систем. Разработка собственных решений в области микроэлектроники и проектирования микроэлектроники входит в современную стратегию приоритетных направлений РФ. Подобные системы могут быть использованы для оптимизации архитектурного проектирования вычислителей с учётом особенностей аппаратной платформы.

В докладе рассмотрено применение подхода для формирования устройства обработки данных согласно типичных задач, требующих специализированного вычислителя для реализации [3].

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSFZ-2022-0004 Архитектуры специализированных вычислительных комплексов, методики, алгоритмы и инструменты проектирования цифровых вычислительных устройств).

Библиографический список

1. Тарасов И. Е. ПЛИС Xilinx. Языки описания аппаратуры VHDL и Verilog, САПР, приемы проектирования [Текст] / И.Е. Тарасов - М. Горячая линия - Телеком, 2021. - 538 с.

2. D. Shchepukhin, D. Lyulyava, N. Duksin and I. Duksina, "Approaches to CAD Development for Specialized VLSI," 2023 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), Lipetsk, Russian Federation, 2023, pp. 1067-1069, doi: 10.1109/SUMMA60232.2023.10349429.

3. А. В. Захаров. Алгоритмы CORDIC. Современное состояние и перспективы [Текст] / А. В. Захаров, В. М. Хачумов // Труды международной конференции "Программные системы: теория и приложения". – Т. 1 (г. Переславль-Залесский, 2004) – Физматлит, М. – с. 353-370.

Секция 7. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА
В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

М.А. Акберов, А.А. Селяев

Научный руководитель – Селяев А.А. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современных системах технического зрения часто возникает задача определения местоположения движущегося объекта в последовательности изображений. Эти изображения могут быть получены как с помощью телевизионного датчика, так и с помощью тепловизора. При этом к методам решения этой задачи могут предъявляться довольно жесткие требования к точности определения местоположения объекта. К тому же часто требуется решать эту задачу в реальном масштабе времени, в связи с чем используемые алгоритмы определения местоположения объекта должны обладать определенной вычислительной эффективностью.

В докладе делается обзор возможных методов решения задачи определения местоположения движущегося протяженного объекта в последовательности изображений, способных работать в реальном масштабе времени, т.е. успевать найти местоположение объекта на изображении до формирования следующего кадра изображения или делать это с минимальной задержкой.

Для решения поставленной задачи можно использовать методы сегментации изображений. В докладе приводятся основные характеристики этих методов, их достоинства и недостатки. Отмечается, что для надежной работы этих методов необходимо иметь априорную информацию о характеристиках искомого объекта, которая не всегда может быть заранее известна в нужном объеме.

Большой класс методов решения задачи относится к корреляционно-экстремальным методам. Различные модификации этих методов часто используются для определения местоположения протяженного объекта на изображении. Отмечается хорошая работоспособность этих методов при небольших отношениях сигнал/шум в условиях сложного неоднородного нестационарного фона. Вместе с тем важной особенностью этих методов является наличие некоторого опорного (эталонного) изображения искомого объекта. Описываются различные варианты его получения и обновления. Отдельной задачей, решаемой при использовании корреляционно-экстремальных методов, является выбор эффективных алгоритмов их практической реализации с целью сокращения количества вычислительных операций для получения итогового результата.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований некоторых методов, делаются соответствующие выводы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРТОЧНЫХ И РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Р.О. Аксютин

Научный руководитель – Каширин И.Ю. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Распознавание текста на изображениях, известное как Optical Character Recognition (OCR), является важной задачей в области компьютерного зрения и обработки изображений. С развитием технологий глубокого обучения, особенно сверточных (CNN) и рекуррентных нейронных сетей (RNN), эффективность и точность OCR значительно возросли. В данном докладе рассмотрены принципы работы этих нейронных сетей и их применение в распознавании текста.

Сверточные нейронные сети специально разработаны для обработки данных, имеющих структуру сетки, таких как изображения [1]. Основные компоненты CNN включают:

1. **Сверточные слои:** Эти слои применяют свертки к входным данным, выделяя важные признаки, такие как края, текстуры и формы. Свертки позволяют уменьшить размерность изображения, сохраняя при этом важную информацию.

2. **Подвыборка (Pooling):** Этот процесс уменьшает размерность представления, что позволяет сократить вычислительные затраты и предотвратить переобучение.

3. **Полносвязные слои:** На выходе сети находятся полносвязные слои, которые принимают извлеченные признаки и классифицируют их.

CNN хорошо подходят для извлечения пространственных признаков из изображений текста. Они могут эффективно обрабатывать различные шрифты, размеры и ориентации текста. Например, архитектуры, такие как LeNet и VGG, были адаптированы для задач OCR, обеспечивая высокую точность распознавания.

Рекуррентные нейронные сети предназначены для обработки последовательных данных. Основная особенность RNN заключается в наличии обратных связей, что позволяет сохранять информацию о предыдущих состояниях.

1. **Долгая краткосрочная память (LSTM):** Это разновидность RNN, которая способна запоминать долгосрочные зависимости, что делает её особенно полезной для задач, где контекст важен.

2. **Гейтированные механизмы:** Они помогают контролировать, какая информация сохраняется или забывается, что позволяет модели более эффективно обрабатывать последовательности.

RNN используются для обработки последовательностей символов в строках текста. Например, после того как CNN извлекли признаки из изображения текста, RNN могут быть использованы для интерпретации этих признаков как последовательности символов [2]. Это позволяет эффективно распознавать текст в сложных условиях, таких как искажения или различные шрифты.

Современные системы OCR часто используют комбинацию CNN и RNN для достижения наилучших результатов. Сначала изображение обрабатывается с помощью CNN для извлечения признаков, а затем полученные данные передаются в RNN для окончательной интерпретации текста.

1. **CRNN (Convolutional Recurrent Neural Network):** Эта модель объединяет CNN и RNN в единую архитектуру, что позволяет одновременно извлекать пространственные признаки и обрабатывать временные последовательности.

2. Attention Mechanisms: Механизмы внимания позволяют моделям фокусироваться на определенных частях входных данных, что улучшает качество распознавания текста [3].

Использование сверточных и рекуррентных нейронных сетей значительно улучшило результаты распознавания текста на изображениях. Совмещение этих технологий позволяет создавать мощные системы OCR, которые могут справляться с разнообразными вызовами, такими как различные шрифты, стили написания и искажения изображений. В будущем ожидается дальнейшее развитие этих технологий, что откроет новые возможности для автоматизации обработки текстовой информации в различных сферах жизни.

Библиографический список

1. LeCun, Y. Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition / Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, P. Haffner // Proceedings of the IEEE. – 1998. - № 11. – С. 2278-2324.

2. Graves, A. Offline Handwriting Recognition with Multidimensional Recurrent Neural Networks / A. Graves, J. Schmidhuber // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2009. - № 35.

3. Shi, B. An End-to-End Trainable Neural Network for Image-Based Sequence Recognition and Its Application to Scene Text Recognition / B. Shi, H. Wang, P. Lyu, Y. Wu. // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2016. - № 39. – С.2298-2304.

ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ВЫЗОВЫ

Н.С. Андреянов

Научный руководитель – Каширин И.Ю. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Обработка изображений в системах управления представляет собой важное направление, которое активно развивается благодаря стремительному прогрессу в области компьютерных технологий и алгоритмов обработки данных. Системы управления, использующие обработку изображений, находят применение в различных областях, таких как промышленность, медицина, безопасность и транспорт. В данной работе мы рассмотрим основные методы обработки изображений, их применение в системах управления, а также современные тенденции и вызовы, с которыми сталкиваются специалисты в этой области.

Обработка изображений включает в себя множество методов и алгоритмов, которые позволяют извлекать полезную информацию из изображений [1]. Фильтрация применяется для устранения шумов и улучшения качества изображения. Используются различные фильтры, такие как гауссовский, медианный и другие. Сегментация – процесс разделения изображения на несколько сегментов или областей, что позволяет выделить интересные объекты. Наиболее распространенные методы сегментации включают пороговую сегментацию, сегментацию на основе кластеризации и активные контуры. На этом этапе извлечения признаков из изображения извлекаются ключевые характеристики, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа. Примеры включают границы объектов, текстуры и цветовые характеристики. После извлечения признаков изображения

классифицируются с использованием различных алгоритмов машинного обучения, таких как нейронные сети, поддерживающие векторные машины (SVM) и деревья решений.

Обработка изображений находит широкое применение в системах управления различных отраслей. В промышленности используют обработку изображений для автоматического контроля изделий. С помощью камер и алгоритмов обработки изображений можно выявлять дефекты на конвейерах, что позволяет минимизировать количество бракованных изделий и повысить общую эффективность производства. В медицине обработка изображений используется для анализа медицинских снимков, таких как рентгеновские изображения, МРТ и КТ. Алгоритмы позволяют автоматически выявлять патологии, что значительно ускоряет диагностику и повышает точность врачебных заключений. Безопасность Системы видеонаблюдения и контроля доступа активно используют обработку изображений для распознавания лиц и анализа поведения людей. Это позволяет повысить уровень безопасности в общественных местах и на предприятиях. В области транспорта обработка изображений применяется для автоматического распознавания номерных знаков автомобилей, мониторинга дорожной обстановки и управления движением. Такие системы помогают оптимизировать транспортные потоки и повышают безопасность на дорогах.

Несмотря на достижения в области обработки изображений, существует ряд вызовов. Низкое качество входных изображений может негативно сказаться на результатах обработки и анализа. В реальном времени требуется высокая скорость обработки данных, что ставит перед разработчиками задачу оптимизации алгоритмов. Обработка изображений может быть уязвима к атакам, что требует разработки защищенных алгоритмов и протоколов.

Обработка изображений в системах управления является динамично развивающимся направлением, которое открывает новые возможности для повышения эффективности различных процессов. Современные технологии и подходы позволяют значительно улучшить качество анализа данных, однако остаются вызовы, которые требуют решения. Важно продолжать исследования в этой области для создания более надежных и эффективных систем управления на основе обработки изображений.

Библиографический список

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М.: Техносфера, 2012. — С. 1104.

Пороговые методы выделения объекта интереса на изображении на основе методов Отцу, Капура и Тсаллиса

Я.А. Буйкина

Научный руководитель — Бабаян П.В. к.т.н., доцент

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

В области обработки изображений сегментация изображения широко используется для извлечения интересующей части в цифровом кадре изображения.

В целом процедуры пороговой обработки изображения подразделяется на локальную и глобальную пороговую обработку. При локальной пороговой обработке

различные пороговые значения назначаются для каждой части изображения, в то время как при глобальной пороговой обработке единое пороговое значение назначается всему изображению. В ходе этого процесса чаще всего используется функция плотности вероятности гистограммы уровня серого для нахождения порогового значения с помощью параметрического или непараметрического подхода.

Метод Отцу — это алгоритм вычисления порога бинаризации для полутонового изображения, используемый в области компьютерного распознавания образов и обработки изображений для получения чёрно-белых изображений. С помощью данного метода вычисляется порог t , минимизирующий среднюю ошибку сегментации, т.е. среднюю ошибку от принятия решения о принадлежности пикселей изображения объекту или фону. Значения яркостей пикселей изображения можно рассматривать как случайные величины, а их гистограмму — как оценку плотности распределения вероятностей. Метод Отцу ищет порог, уменьшающий внутриклассовую дисперсию, которая определяется как взвешенная сумма дисперсий двух классов:

$$\sigma_{\omega}^2(t) = \omega_1(t)\sigma_1^2(t) + \omega_2(t)\sigma_2^2(t) \quad (1)$$

где веса ω_1, ω_2 — это вероятности принадлежности точки классам 1 и 2, разделённым порогом t ; σ_1^2, σ_2^2 — дисперсии этих классов. Отцу показал, что минимизация внутриклассовой дисперсии равносильна максимизации межклассовой дисперсии:

$$\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_{\omega}^2(t) = \omega_1(t)\omega_2(t)[\mu_1(t) - \mu_2(t)]^2 \quad (2)$$

которая выражается в терминах среднего арифметического классов μ_1, μ_2 которое, в свою очередь, может обновляться итеративно. Эта идея привела к эффективному алгоритму.

В литературе по обработке изображений существует множество алгоритмов многопороговой обработки. В этом докладе представлен анализ наиболее популярных энтропийных методов пороговой обработки, таких как функция Капура и Тсаллиса.

Метод Капура относится к энтропийным методам бинаризации изображений [1]. Энтропия Капура — это метрика для многоуровневой сегментации изображений, которая разделяет изображение на разные классы, а величина энтропии определяет, является ли класс однородным. Предполагается, что $Th = [th_1, th_2, \dots, th_{k-1}]$ — представляет комбинацию пороговых значений, которые разделяют изображение на различные классы [2]. Тогда энтропия Капура будет равна:

$$f_{\text{капура}}(Th) = \sum_{j=1}^k H_j^c \quad (3)$$

Как правило, каждое значение энтропии вычисляется независимо на основе конкретного значения Th . Для многоуровневой пороговой обработки это можно выразить как

$$H_k^c = \sum_{j=th_{k-1}+1}^{L} \frac{Ph_j^c}{\omega_{k-1}^c} \ln \left(\frac{Ph_j^c}{\omega_{k-1}^c} \right) \quad (4)$$

где Ph_j^c — распределение вероятностей уровней интенсивности, C — единица (1) для черно-белых изображений, ω_{k-1}^c вероятность принадлежности точки к классу k .

Энтропия Тсаллиса основана на сегментации изображений с помощью принципа максимальной энтропии.

Функция Тсаллиса изначально была выведена из теории Шеннона и может быть определена как

$$S_q = \frac{1 - \sum_{j=1}^{Th} (p_j)^q}{q-1} \quad (5)$$

где Th — пороговое значение, а q — индекс энтропии [1]

Планируется использовать описанные выше методы для повышения качества распознавания объектов в робототехнических системах.

Библиографический список

1. Amelia Carolina Sparavigna. On the Role of Tsallis Entropy in Image Pro-cessing — International Scientific Research Journal, 2015, vol.1(6), pp.16-24, DOI: 10.18483/IRJSci.79, Available at: <https://hal.science/hal-01352704v1>
2. K. Suresh Manic, R. Krishna Priya, V. Rajinikanth Image Multithreshold-ing based on Kapur/Tsallis Entropy and Firefly Algorithm — Indian Journal of Science and Technology, 2016, vol.9(12), pp.1-6, DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i12/89949, Available at: <https://indjst.org/articles/image-multithresholding-based-on-kapurtsallis-entropy-and-firefly-algorithm>

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИАНГУЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ТОЛЩИНЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Д.А. Быков

Научный руководитель — Витязев С.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»**

Системы технического зрения имеют широкий спектр применения в промышленной сфере. Они позволяют автоматизировать рутинные задачи, увеличивая эффективность и уменьшая стоимость производства. Одной из немаловажных задач является определение габаритов объектов с последующей передачей информации на автоматизированные системы. В докладе будет рассматриваться задача определения толщины листовых заготовок.

В системах технического зрения немаловажную роль играют лазеры. Высокая когерентность и направленность лазерного излучения, возможность генерирования когерентных волн большой интенсивности в различных областях оптического спектра и получения высоких плотностей энергии в непрерывном и импульсном режимах стимулировали широкое применение лазеров для решения различных практических задач [1].

В данный момент измерение толщины производится с помощью традиционных средств – ручного измерения микрометром или штангенциркулем. Этот метод имеет определённые недостатки, среди которых можно отметить длительность измерения, возможность проводить измерения только в определённых точках и непостоянную величину случайной погрешности.

Для решения проблемы предложен триангуляционный метод оценки толщины. Он заключается в определении смещения положения ориентира на поверхности относительно заранее определённого нулевого уровня.

Подвидом метода является метод с использованием пятна лазера. Пятно лазера используется в качестве ориентира, по которому система сможет определять и фиксировать изменения толщины. Проводились эксперименты по определению эффективности работы метода в лабораторных условиях с использованием небольшого образца. В результате исследования были получены следующие выводы: факт изменения толщины чётко детектируется, но большое влияние оказывают малейшие вибрации.

Другим подвидом триангуляционного метода является метод с использованием линии лазера. Как можно догадаться из названия, вместо пятна используется линия лазера, попадающая на поверхность листовой заготовки. Это позволяет системе

лучше определять положение ориентира. В ходе исследования были сделаны выводы о том, что толщина определяется более стабильно.

В данной работе были исследованы методы определения толщины с помощью системы технического зрения и проведены экспериментальные исследования, позволяющие оценить работоспособность выбранных методов. Результаты экспериментов свидетельствуют о высокой работоспособности. Для улучшения стабильности измерений было решено остановиться на использовании полосы лазера. В дальнейшем будут проводиться эксперименты для совершенствования результатов.

Библиографический список

1. Исследование выходных характеристик рециркуляционного лазерного дальномера / А. Б. Ястребков, М. А. Серпова, М. С. Тыщенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2016. – № 55. – С. 166-171. – EDN WEZMGF

О ПОДХОДЕ К РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ПРИКЛАДНОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ НА БАЗЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

А.В. Козловский

Научный руководитель – Мельник Э.В. д-р техн. наук

Южный федеральный университет

В докладе рассматривается подход к организации распределенной обработки информации при формировании изображений высокого разрешения группой мобильных объектов. Такие изображения, в частности, необходимы для решения задач прикладной фотограмметрии [1].

В основе данного подхода лежит использование изображения-шаблона низкого разрешения, на который накладываются фрагменты высокого разрешения. Предполагается, что фрагменты высокого разрешения формируются группой мобильных устройств, при этом каждое из устройств самостоятельно решает задачу позиционирования при съемке своего фрагмента и совмещения его с шаблоном [2]. Это позволяет распараллелить обработку информации с целью сокращения времени формирования изображений и обеспечения синхронности получения фрагментов изображения, а также снизить объемы передаваемых данных между мобильными устройствами [3]. Схема размещения фрагментов высокого разрешения на итоговом изображении представлена на рисунке 1.

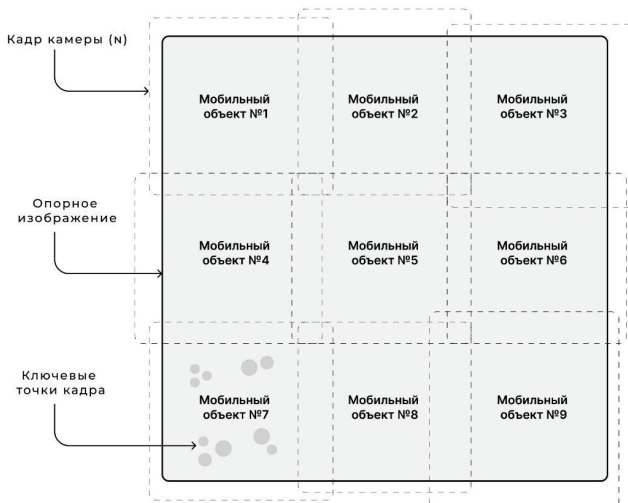


Рисунок 1 – Размещение фрагментов высокого разрешения на итоговом изображении

Проведенные исследования показали, что при формировании изображений высокого разрешения могут быть использованы штатные камеры мобильных устройств, при этом распределенная обработка информации позволяет сократить временные затраты пропорционально количеству применяемых устройств.

Библиографический список

1. Самойлов А.Н., Бородянский Ю.М. Метод построения фотограмметрических измерительных систем на основе мобильных облачных вычислений. Журнал "Известия ЮФУ. Технические науки" N4 2021 г. Издательство: Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону) eISSN: 2311–3103 С. 166–174. DOI 10.18522/2311–3103-2021-4-166-174
2. Капустян С.Г., Мельник Э.В. Системный анализ требований и оптимизация состава группы роботов в задаче мониторинга окружающей среды. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2024. Т. 16. № 2. С. 12–25.
3. Каляев И.А., Капустян С.Г., Гайдук А.Р. Самоорганизующиеся распределенные системы управления группами интеллектуальных роботов, построенные на основе сетевой модели. Управление большими системами: сборник трудов. 2020. Т. 30. № 1. С. 605.

АЛГОРИТМ ПРЕДСКАЗАНИЯ-КОРРЕЛЯЦИИ ДЛЯ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ВО ВРЕМЕНИ ОПТИМИЗАЦИИ И ЛИНЕАРИЗАЦИИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

М.Д. Корниенко

Научный руководитель — Ключко В.К. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Взаимодействие между оптимизацией и теорией управления богатым и плодотворным, что привело к появлению множества эффективных вычислительных инструментов для решения фундаментальных задач управления. Теория динамических систем предоставляет набор математических инструментов для анализа поведения итерационных алгоритмов, предложенных для решения стандартных задач оптимизации. В этом направлении теория управления может использоваться для обеспечения сходимости итерационных алгоритмов к точным решениям, а также для анализа влияния численных ошибок и задержек вычислений. Инструменты управления широко используются в контексте стационарных задач оптимизации, в которых как целевая функция, так и ограничения не зависят от времени. Однако во многих практических условиях мы находим задачи оптимизации, в которых целевая функция и/или ограничения явно зависят от времени.

В нестационарных задачах оптимизации оптимальное решение зависит от времени; поэтому решение задачи оптимизации эквивалентно отслеживанию оптимального решения по мере его изменения во времени. Естественный подход к решению этой проблемы состоит в том, чтобы выбрать целевые функции и функции ограничений в определенные моменты времени и решить соответствующую последовательность задач оптимизации, используя стандартные итерационные алгоритмы. Однако этот подход игнорирует динамический аспект проблемы, поскольку каждая итерация имеет тенденцию сходиться к оптимальной точке, в то время как решение нестационарного случая со временем отдалается.

Рассматривается закон управления, который неявно определяет целевую траекторию как оптимальное решение изменяющейся во времени задачи оптимизации и асимптотически приводит систему к целевой траектории. Начнем с относительно ограничительного предположения, что все m выходных каналов имеют одинаковую относительную степень. Это расширение происходит естественным образом, когда более высокие порядки градиента рассматриваются как обобщенная ошибка оптимальности. Затем ослабим предположение, чтобы относительная степень каждого канала не обязательно была одинаковой.

Рассматриваем основанную на оптимизации основу для совместного планирования траектории в реальном времени и управления с обратной связью линеаризуемых систем с обратной связью. Мы неявно определяем целевую траекторию как оптимальное решение нестационарной задачи оптимизации, которая является сильно выпуклой и гладкой. Для систем, которые являются (динамическими) линеаризуемыми в полном состоянии, предложенный закон управления преобразует нелинейную систему в алгоритм оптимизации достаточно высокого порядка.

При разумных предположениях наш метод глобально асимптотически сходится к изменяющемуся во времени оптимальному решению исходной задачи. Дальнейшая работа включает: добавление в структуру изменяющихся во времени ограничений равенства и неравенства рассмотрение более общей нелинейной системы, не поддающейся линеаризации обратной связью.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Т.И. Молчанова, К.С. Стройков

Научный руководитель - Бабаян П.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Методы пороговой обработки являются одними из наиболее популярных для решения задач сегментации изображений. Широкое распространение эти методы получили в задачах, требующих оптимизации вычислительных затрат [1,2].

Наиболее содержательными обзорными публикациями по пороговой обработке изображений являются статьи [3,4]. Распространены как однопороговые, так и многопороговые и многомасштабные [5] подходы, являющиеся их модификациями.

В настоящей работе выполнено сравнение алгоритмов пороговой обработки на основе дискриминантного подхода Отсу, энтропии Капура и моментов Тсаи применительно к обработке натуральных видеосюжетов, содержащих изображения движущихся автомобилей.

С использованием языка программирования Matlab разработано и отлажено программно-алгоритмическое обеспечение, позволяющее автоматизировать расчет количественных характеристик работоспособности алгоритмов пороговой обработки.

Анализ результатов экспериментальных исследований позволил выделить видеосюжеты, на которых методы пороговой обработки в значительной степени более эффективны, чем традиционно используемые для этой цели алгоритмы байесовской сегментации.

Библиографический список

1. Бабаян П.В., Серегина Н.В. Сегментация изображений полуфабрикатов кожи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2010. – №4. – С.8-12.
2. Корепанов С.Е. Комплексный алгоритм обнаружения и оценки параметров объектов в системе технического зрения, предназначенной для относительной навигации летательных аппаратов при дозаправке в воздухе // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. Рязань, 2016. – №2 (56) – С. 114-123.
3. Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation - Bu`lent Sankur (2004).
4. Video Processing From Electro-Optical Sensors for Object Detection and Tracking in a Maritime Environment: A Survey - Dilip K. Prasad, Deepu Rajan, Lily Rachmawati, Eshan Rajabally, Chai Quek (2017).
5. Sonar picture segmentation using Markovian multigrid or multiresolution algorithms - Christophe Collet, Pierre Thourel, Patrick Perez, Patrick Bouthemy (1997).

ОБНАРУЖЕНИЕ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ФОНЕ ГРУНТА

Е.П.Мудров, А.В.Левитин

Научный руководитель – Левитин А.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф.Уткина»**

В докладе рассматривается задача обнаружения клубней картофеля на фоне грунта, возникшая при разработке программно-алгоритмического обеспечения системы технического зрения (СТЗ) для интеллектуального картофелеуборочного комбайна. СТЗ должна осуществлять поэлементную бинарную сегментацию изображений, получаемых регистрирующей камерой, по правилу «клубень – не клубень» на основании обучающего набора размеченных изображений.

Задача сегментации осложняется тем, что клубни картофеля могут быть частично покрыты грунтом. В этой ситуации для отнесения элемента изображения к тому или иному классу необходимо анализировать изображение в некоторой окрестности классифицируемого элемента, формируя соответствующие нелокальные признаки элемента.

В качестве классификаторов использовались случайный лес (Random forest) [1], хорошо зарекомендовавший себя в решении подобных задач, и процедура линейного дискриминантного анализа (LDA) [2], отличающаяся достаточной эффективностью при простоте реализации.

На рисунке 1 представлено сегментируемое изображения клубней и результат LDA-сегментации, полученной с использованием в качестве признаков значений цветовых каналов с гауссовским размытием, обеспечивающим их необходимую нелокальность. Оставшиеся «дыры» в бинарных образах клубней могут быть легко убраны последующей морфологической коррекцией.



Рисунок 1 – Изображение клубней и результат его бинарной сегментации

Библиографический список

1. Breiman, «Random Forests», *Machine Learning*, 45(1), 5-32, 2001.
2. R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork. *Pattern Classification (Second Edition)*, section 2.6.2.

АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФОРМЫ

С.А. Смирнов

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современном мире одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий является несоблюдение скоростного режима водителями. Для современных автомобилей разрабатываются, а также активно модернизируются существующие системы помощи водителю – Advanced Driving Assistance Systems. Данные системы включают в себя системы автоматического распознавания дорожных знаков, которые предназначены для информирования водителя о необходимости соблюдения скоростного режима. Для определения положения дорожного знака используется информация от видеокамеры, установленной в автомобиле [1].

В данной работе для локализации дорожного знака предлагается алгоритм на основе анализа формы. Знаки ограничения скоростного режима имеют красную окантовку и округлую форму. Для выделения красного цвета на изображении осуществляется переход из RGB цветового пространства в HSV-пространство с последующей пороговой сегментацией. С бинарного изображения удаляются мелкие сегменты, а также к нему применяются морфологические операции. После этого на изображении могут остаться несколько сегментов и необходимо найти искомый сегмент, соответствующий дорожному знаку ограничения скорости. Для выделения округлого знака на изображении целесообразно использовать преобразование Хафа. На бинарном изображении необходимо уточнить границы сегментов за счет вычисления градиента. После этого необходимо определить центры и радиусы окружностей. Области на исходном изображении, соответствующие данным бинарным сегментам, необходимо сопоставить с эталонными изображениями дорожных знаков, ограничивающих скорость.

Предложенный алгоритм был реализован на языке Matlab. Исследования проводились на изображениях [2], содержащих как знаки ограничения скорости, так и знаки других групп. В ходе экспериментальных исследований была подтверждена работоспособность описываемого алгоритма.

Библиографический список

1. Якимов. П. Ю. Предварительная обработка цифровых изображений в системах локализации и распознавания дорожных знаков //Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37 - №. 3 – С. 401-405.
2. Шахуро В. И., Конушин А. С. Российская база изображений автодорожных знаков //Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40. – №. 2. – С. 294-300.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДОБЕШИ ДЛЯ ЗАШУМЛЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К.И. Соколов, Н.В. Макарова

**Военное представительство Министерства обороны Российской Федерации,
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Вейвлет-преобразования широко используются для решения широкого класса задач, связанных с обработкой изображений. Коэффициенты вейвлет-преобразования содержат информацию об анализируемом процессе и используемом вейвлете. Выбор конкретного вейвлета определяется тем, какую информацию необходимо извлечь из процесса. Каждый вейвлет имеет характерные особенности во временной и частотной областях, поэтому с помощью разных вейвлетов можно выявить и подчеркнуть те или иные свойства изображений.

Операция дискретного вейвлет-преобразования по строкам (m) позволяет разложить исходное изображение $B(m, n)$ в два новых изображения: высокочастотное – $B_{Lm}(m, n)$ и низкочастотное $B_{Hm}(m, n)$. Аналогично элементарная операция вейвлет-преобразования по столбцам (n) позволяет получить аналогичные изображения применительно к направлению n .

В докладе рассматривается пример использования вейвлета Добеши для выявления структурного шума и последующей его коррекции [1]. Ингрид Добеши ввела вейвлет на отрезке $[0, 3]$, равный нулю вне этого отрезка и построенный рекурсивно с помощью начального задания:

$$\varphi(0)=0; \quad \varphi(1)=\frac{1+\sqrt{3}}{2}; \quad \varphi(2)=\frac{1-\sqrt{3}}{2}; \quad \varphi(3)=0,$$

и рекурсивного соотношения:

$$\varphi(r)=\frac{1+\sqrt{3}}{4}\varphi(2r)+\frac{3+\sqrt{3}}{4}\varphi(2r-1)+\frac{3-\sqrt{3}}{4}\varphi(2r-2)+\frac{1-\sqrt{3}}{4}\varphi(2r-3).$$

Вейвлет-преобразование Добеши имеет полезное свойство в виде ортогональности, при котором гарантируется сохранение нормы, т.е. $\sum_{m,n} B^2(m, n) = \sum_{m,n} B_{Lm}^2(m, n) + B_{Hm}^2(m, n)$

. Отсюда следует, что при уменьшении амплитуды некоторых коэффициентов, например, у высокочастотной составляющей $B_{Hm}(m, n)$, реализуется соответствующая низкочастотная фильтрация для восстанавливаемого при обратном вейвлет-преобразовании изображения.

На рисунке 1 показано изображение со структурным шумом и варианты его вейвлет-разложения Добеши 8 одним и двумя уровнями [2].

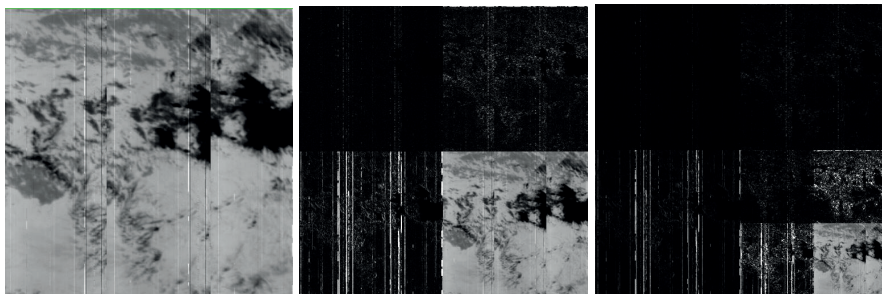


Рисунок 1 – Исходное изображение (слева) и его вейвлет-преобразования различных уровней (по середине и справа)

Можно видеть, что верхняя половина вейвлет-разложения практически не «полосатая». Действительно, если структурные искажения строго аддитивные и времянезависимые, то они проявляются в изменении только средней яркости столбцов. Поэтому наилучшим окажется вейвлет-разложение, которое максимально усреднит данные столбцов. Последующая коррекция структурных искажений на изображении возможна путем пороговой фильтрации полученных вейвлет-коэффициентов.

Библиографический список

1. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск: РХД, 2001.
2. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.В. Стаховский

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

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В последние годы технологии видеоанализа получают все большее распространение в таких областях, как охрана и автоматизация управления транспортом. Однако эффективность распознавания объектов с использованием нейронных сетей зависит от качества входных данных. В реальных условиях съемки на видеоизображения могут влиять низкая освещенность, шумы, нестабильность камеры и другие факторы, что снижает точность работы алгоритмов. Предварительная обработка видеоизображений играет важную роль в решении этих проблем и улучшении качества данных, особенно при ограниченных вычислительных ресурсах.

В условиях недостаточной освещенности и наличия шумов даже передовые модели нейронных сетей, такие как YOLO, SSD и Faster R-CNN, могут демонстрировать пониженную точность. Разработка методов предварительной обработки данных позволяет не только повысить качество видеоматериала, но и оптимизировать работу систем на встроенных устройствах.

Целью работы является исследование и реализация методов предварительной обработки видеоизображений для повышения точности детекции объектов с использованием нейронных сетей. Необходимо изучить современные алгоритмы и оценить их влияние на производительность моделей глубокого обучения в реальных условиях.

Исследование включает анализ существующих методов обработки изображений:

- фильтрация шума (гауссов, медианный, билатеральный фильтры);
- коррекция освещенности и нормализация контрастности;
- стабилизация изображения для устранения дрожания камеры;
- временная фильтрация для устранения случайных выбросов.

Задачи работы включают:

1. изучение влияния различных алгоритмов на точность детекции;
2. разработка и тестирование методов предварительной обработки;
3. оценка эффективности предложенных подходов на реальных данных.

Оптимизация видеообработки позволит значительно снизить нагрузку на вычислительные системы, обеспечивая высокую производительность нейронных сетей. Это особенно важно для использования на устройствах с ограниченными ресурсами, таких как камеры видеонаблюдения и IoT-устройства. [1]

В рамках исследования будут представлены алгоритмы улучшения качества видеоизображений и тесты их эффективности при взаимодействии с моделью YOLO. Ожидается, что применение предложенных методов предварительной обработки позволит существенно повысить точность распознавания объектов в сложных условиях.

Предварительная обработка видеоизображений является важным шагом для повышения эффективности систем компьютерного зрения. Разработанные решения могут найти широкое применение в системах безопасности, транспорте, медицине и других областях.

Библиографический список

1. Боков П. А., Кравченя П. Д. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАЗНОВИДНОСТЕЙ АРХИТЕКТУР YOLO ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ // Программные продукты и системы. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnyy-analiz-tochnosti-i-proizvoditelnosti-raznovidnostey-arhitektur-yolo-dlya-zadach-kompyuternogo-zreniya> (дата обращения: 31.10.2024).

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ СИСТЕМЫ В НАЗЕМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

С.В.Чернышёв

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются вопросы развития систем технического зрения в приложении разработки алгоритмов обработки данных, получаемых от бортовой сенсорики в автономных наземных робототехнических комплексах (далее НРТК) как гражданского, так и военного назначения. Опыт проведения СВО показал своевременность обобщения и определения перспектив развития автономных НРТК, изложенных в работе [1], прежде всего для малых и средне размерных комплексов.

Основными алгоритмическими задачами систем обработки сенсорики автономных НРТК являются выход а заданную точку местности, возврат к базовой точке отправления без оператора, запоминание маршрута движения с учетом имеющихся препятствий, построение «локальных карт» местности, движение по «локальным картам» с выявлением, обходом и запоминанием внезапно появившихся препятствий без участия оператора и др.

НРТК военного назначения выделились в отдельный класс, который являются научной, конструкторской и инженерной вершиной в робототехнической сфере. В них интегрированы такие качества как многофункциональность, надежность и защищенность. Робототехнические решения в военной сфере определяют пути построения роботов в других областях (МЧС, промышленности, экологии и т. д.).

Военные специалисты [1] рассматривают наземные роботы военного назначения как отдельный вид вооружений, которым будут комплектоваться практически все военные формирования. Современные НРТК способны:

- вести разведку, включая труднопроходимые участки местности и городской инфраструктуры (подземные коммуникации, тоннели, подземные части зданий и т.д.), а также передавать картину местности с привязкой к точным географическим координатам на КП и каждому бойцу, что позволяет эффективно решать боевые задачи;

- минировать и разминировать территорию, военные объекты, технические и транспортные средства, а также осуществлять объектовую закладку средств разведки и систем ретрансляции с их обратным сбором;

- доставлять грузы и боеприпасы по назначению, спасать раненых;

- уничтожать живую силу огнестрельными средствами и другими видами оружия.

Большое внимание на западе уделяется автономным НРТК, работающим в составе группы. Так автономная группа роботов – минеров способна минировать и обнаруживать мины на заданной местности, при этом она способна координировать выполнение задач между собой и с управляющим оператором. При потере связи друг с другом и с оператором, при воздействии средств РЭБ, а также при проявлении других нештатных или экстренных ситуаций группа способна возвращаться на базовую исходную позицию, используя заложенную в нее программу автономного поведения.

Рассматриваемые типы НРТК оснащаются малогабаритными разнотипными датчиками различных физических полей (РЛС суб-сантиметрового и миллиметрового диапазонов, трехмерные лидары - лазерные сканеры высокого разрешения, прецизионные системы позиционирования и т.д.), а также исполнительными устройствами (высокоточные манипуляторы, захваты, малогабаритные ретрансляторы и др.).

Важной задачей, влияющей на решение поставленных задач автономными НРТК [2], является распознавание непроходимых для роботов объектов на пересеченной местности без участия оператора в виде валунов, стволов деревьев, каменных стенок, искусственно-созданных препятствий. В настоящее время для этого используются совместная обработка данных сигналов РЛС миллиметрового диапазона и трехмерного «облака точек» лазерного лидара в инфракрасном диапазоне. Лидар дает общую «картинку» в месте позиционирования НРТК, а РЛС отображает объекты с большим коэффициентом обратного отражения и рассеивания, что позволяет процессору обработки фиксировать их на локальной карте с привязкой к координатам места.

Так в траве и мелком кустарнике сигнал лидара практически полностью отражается передней границей растительности, тогда как излучение РЛС проникает вглубь рассеивающего массива на десятки метров, давая резко выделяемый эхо-сигнал на

фоне рассеивающей составляющей при наличии импеданса отражения от препятствия. Однако в военной сфере использование бортовой РЛС создает риски обнаружения НРТК по излучаемому и рассеиваемому радиолокационному полю как наземными постами, так и БПЛА противника с возможностью целевого наведения средств уничтожения.

Альтернативным решением, не обладающим демаскирующим фактором, можно рассматривать использование ультразвуковых сигналов в режиме импульсного излучения в виде радиоимпульсов. Как показала практика [2], они способны всепогодно в диапазоне рэлеевского рассеяния проникать до 5-8 метров вглубь наземной растительности (трава, мелкий кустарник, поросль и др.), давая длительный шлейф рассеянного эхо-сигнала. В случае наличия в глубине растительного покрова резких отражающих границ от препятствий, эхо-сигнал выделяется по амплитуде с учетом затухания акустического сигнала в воздушной среде, с дальнейшим пересчетом в расстояние. Наличие нескольких, разнесенных бортовых излучателей позволяет селектировать расположение объектов отражения по направлению. Перспективным направлением является использование излучающих широкополосных ультразвуковых сигналов, что позволит также определять характер окружающей растительности.

Библиографический список

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Робототехнические комплексы подразделений воздушно-десантных войск и специального назначения (заключительный)», МО, РВВДКУ им. генерала армии В.Ф. Маргелова, Рязань, 2018. – 176 с.
2. Борисов А.Г., Голь С.А., Леушкин В.Ю., Чернышев С.В. Сенсорные системы в экстремальной робототехнике (тезисы доклада). Материалы 25-ой Юбилейной Всероссийской НТК студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях» - Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020. – с. 11–19.

Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММЫ ПОИСКА И АНАЛИЗА РЕЗКИХ КРАЕВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КА ДЗЗ

С.Д. Антонушкина, П.А. Князьков

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Пространственное разрешение получаемых изображений является одной из важнейших характеристик космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ) и в процессе эксплуатации подлежит регулярному мониторингу. Эта характеристика определяет наименьшие размеры объектов, которые еще наблюдаются раздельно на изображениях. Поиск резких краев на изображениях является стандартной процедурой при оценке пространственного разрешения КА ДЗЗ.

Для использования при контроле процедур оценки пространственно-частотных характеристик изображений ранее был разработан программный модуль, который позволяет генерировать базовое изображение границ произвольной ориентации, расположения и контраста [1]. В рамках настоящего исследования данный программный модуль был доработан в части размытия изображения и нанесения на изображение заданных уровней шума. Дополнительно было разработано программное обеспечение, позволяющее находить границы на изображении, а также оценивать их частотно-пространственные характеристики, визуализировать графики функции рассеяния края (ФРК), функции рассеяния линии (ФРЛ) и функции передачи модуляции (ФПМ).

Аттестация программы поиска и анализа резких краев осуществлялась генерацией выборки изображений с заданными характеристиками положения, ориентации, контраста границ и уровня шума, по которым затем выполнялся поиск границ и устанавливалась зависимость по точности определения их координат (рисунок 1) и значений ФПМ от задаваемых параметров.

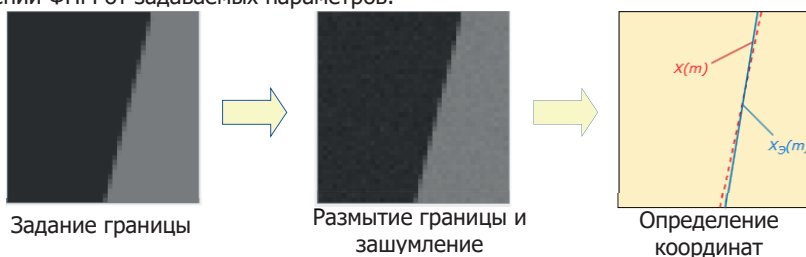


Рисунок 1 – Схема аттестации процесса определения координат границ

В докладе приведена схема аттестации и приведены результаты работы программы для изображений границ с различными характеристиками.

Использование приведенной информационной технологии планируется при определении граничных условий применимости процедур поиске границ на изображениях, получаемых со съемочной аппаратуры ДЗЗ, а также при оценке пространственно-частотных характеристик изображений.

Библиографический список

1. Антонушкина С.Д. Программный модуль генерации границ объектов для аттестации программ анализа резких краев изображений от КА ДЗЗ // Тез. докл. XXVIII-й всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Рязань: РГРТУ, 2023. С. 157–158.

ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ШТРИХОВЫХ МИР

С.Д. Антонушкина

Научный руководитель – Князьков П.А. к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для изображений дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса используются тест-объекты для контроля пространственно-частотных, радиометрических, координатно-измерительных и дополнительных показателей качества [1]. Периодические тест-объекты в виде штриховых мир используются для контроля пространственно-частотных характеристик и визуальной оценки линейного отношения на местности данных ДЗЗ из космоса. Согласно [2] для штриховой миры отношение длины штриха к ширине не должно быть менее 5:1. В каждой мире должны присутствовать сегменты с различным направлением штрихов относительно направления съемки — под углами 0°, 45°, 90° и 135°. Количество пар темных и светлых штрихов в каждом сегменте миры должно быть не менее трех.

Ранее для использования при контроле процедур оценки пространственно-частотных характеристик изображений разработан программный модуль, который позволяет генерировать базовое изображение границ произвольной ориентации, расположения и контраста [3]. В докладе рассматривается разработка программного модуля генерации изображений штриховых мир. Контролируемыми параметрами формируемых изображений являются положение сегментов миры, размер, количество штрихов в сегменте, также яркость фона и миры. Шаг изменения ширины штрихов для выбирается с учетом диапазона оцениваемых линейных разрешений на местности данных ДЗЗ из космоса и допустимой погрешности оценки.

В разработанном на языке Python программном модуле за генерацию элемента миры отвечает функция `mira_elem()`, в которую в качестве параметров передается положение, ширина штриха элемента миры, яркость фона и яркость штриха. Данная функция при формировании штриха устанавливает яркость границ штриха с учетом их положения.

За генерацию набора сегментов миры отвечает функция `mira()`. Пользователь может задать через файл настроек начальное положение сегмента миры (первого штриха), ширину штрихов первого сегмента, яркость фона и штрихов, количество генерируемых сегментов миры и коэффициент масштаба для сегментов.

Использование представленного модуля планируется при настройке и аттестации автоматических программ контроля пространственно-частотных характеристик съемочной аппаратуры ДЗЗ.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 59474-2021 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Качество данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Оценка качества

данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки. Общие положения.

2. ГОСТ Р 59756-2021 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Качество данных дистанционного зондирования земли из космоса. Основные требования к наземным тестовым участкам для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне.

3. Антонушкина С.Д. Программный модуль генерации границ объектов для аттестации программ анализа резких краев изображений от КА ДЗЗ // Тез. докл. XXVIII-й всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Рязань: РГРТУ, 2023. Том 2. С. 157–158.

ФУРЬЕ-ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА РАДИОЛОКАЦИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

В.С. Бояркин

Научный руководитель – Еремеев В.В. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Оценка параметров качества радиолокационных изображений (РЛИ), таких как пространственное разрешение, напрямую влияет на точность интерпретации данных. При оценке пространственного разрешения РЛИ возникает необходимость анализа изображений точечных отражающих объектов, которым может быть пассивный радиолокационный отражатель или активный отражатель «трансподер».

Значение пространственного разрешения для РЛИ принято характеризовать шириной сечений функции отклика на одиночную точечную цель по уровню -3 дБ [1]. Поскольку импульсное реагирование представлено в виде дискретных отсчетов, для определения пространственного разрешения применяются методы их аппроксимации по цифровым отсчетам. При этом принято использовать два способа аппроксимации изображений точечных отражателей. Первым способом является аппроксимация отклика функцией Гаусса, который является простым в реализации. Вторым применяемым методом интерполяции является интерполяция импульсного отклика с использованием двумерного дискретного преобразования Фурье, раздвижки спектра и обратного дискретного преобразования Фурье.

Не смотря на большие вычислительные затраты второго способа, этот способ имеет преимущество, поскольку позволяет дополнительно оценивать уровни боковых лепестков.

В докладе показан алгоритм интерполяции импульсного отклика с использованием дискретного преобразования Фурье и результаты его применения на изображениях точечных объектов.

Библиографический список

1. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений: учебник для курсантов ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского/ Л.А Школьный, Е.Ф. Толстов, А.Н. Детков, О.А. Карпов, А.М. Яковлев, М.П.

Титов, А.А. Филатов, А.Н. Тонких, О.Е. Цветков, А.С. Архангельский; ред. Л.А. Школьный – М.: изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 531 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОСМОТРА МЕТАДАННЫХ TIFF И GEOTIFF

П.А. Дмитриев

Научный руководитель – Пронченко Р.С. к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

TIFF (Tagged Image File Format) — один из наиболее популярных для хранения изображений форматов благодаря поддержке тегов, которые содержат метаданные, цветовые модели и параметры сжатия [1]. Стандарт GeoTIFF расширяет этот формат, добавляя возможность хранения географических координат и данных о проекциях, что делает его важным инструментом для научных исследований, мониторинга окружающей среды и дистанционного зондирования Земли [3].

Программное обеспечение, поддерживающее форматы TIFF и GeoTIFF, необходимо в ситуациях, где требуется не только точная визуализация, но и анализ содержимого тегов. В таких случаях часто возникает необходимость проверки состава тегов, включая информацию о проекциях и координатах, чтобы убедиться в корректности географических данных и точности привязки изображения.

Существующие программные решения анализа тэгов TIFF и GeoTIFF зачастую имеют ограничения в функционале. Одной из немногих доступных программ является устаревшая AsTiffTagViewer, не поддерживающая современные стандарты, такие как BigTIFF и GeoTIFF, и обладающая неудобным интерфейсом.

Разрабатываемое программное обеспечение призвано решить эти проблемы: оно обеспечивает полноценную поддержку современных стандартов, многостраничных файлов, предлагая удобный пользовательский интерфейс.

Одной из ключевых особенностей является кроссплатформенная архитектура. Программа написана с использованием библиотеки QT, что позволяет компилировать её как для Windows, так и для семейства Linux, включая отечественные ОС, например, AstraLinux. Кроме QT используются открытые библиотеки libtiff и libgeotiff, что позволяет корректно отображать данные, хранящиеся в тегах [2, 3]. Дополнительными преимуществами являются возможность сортировки тегов, копирования их содержимого в буфер обмена, а также поддержка отображения больших массивов данных внутри тегов, что делает работу с метаданными удобной и эффективной. Интерфейс программы приведен на рисунке 1.

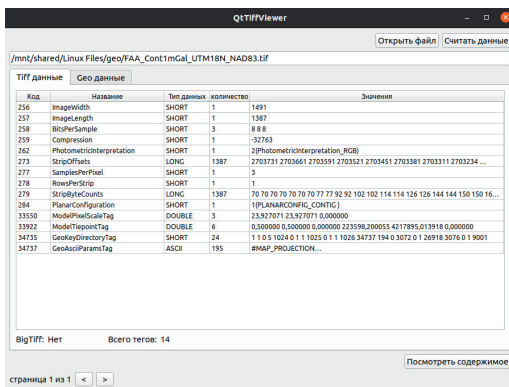


Рисунок 1 – Интерфейс программы

Программное обеспечение разработано с целью применения в НИИ "Фотон" РГРТУ, где оно будет использоваться для анализа различных входных и выходных файлов TIFF, используемых в различных наземных средствах обработки для космических систем ДЗЗ. Возможность работы с географической информацией делает это ПО полезным для решения задач, связанных с анализом аэрокосмических снимков и других пространственных данных.

Библиографический список

1. Library of Congress. TIFF Tags in the TIFF File Format. [Электронный ресурс] URL: https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/content/tiff_tags.shtml (дата обращения 25.10.24).
2. Krieger, J. TinyTIFF: Tiny, fast and header-only C++ library to read and write TIFF files. [Электронный ресурс] URL: <https://jkrieger2.github.io/TinyTIFF> (дата обращения 25.10.24).
3. OSGeo. libgeotiff: Library and tools for reading and writing GeoTIFF information tags. [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/OSGeo/libgeotiff> (дата обращения 25.10.24).

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛИНИЙ ПОРЕЗА МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

М.М. Егин

Научный руководитель – Кузнецов А.Е. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Построение мозаичных изображений (покрытий) космических снимков выполняется, когда полоса захвата одного изображения не позволяет снять требуемую территорию. При этом в области пересечения изображений при непосредственном объединении могут присутствовать искажения в областях перекрытия, обусловленные: точностью геопривязки объединяемых изображений, остаточными рассогласованиями блочного уравнивания, углом съёмки, временными изменениями снимаемых объектов. Для минимизации видимых искажений может выполняться поиск и применение линий порезов. Согласно ГОСТ Р 70663–2023 [1] в

мозаичном покрытии рекомендуется минимизировать: число артефактов изображения; резкие изменения яркости на участках, содержащих зону перехода между маршрутами/сценами; число видимых линий пореза на участках, содержащих зону перехода между маршрутами/сценами; влияние облачности, дымки и иных атмосферных явлений. Кроме этого ГОСТ регламентирует дополнительный перечень показателей качества мозаичного покрытия, который включает: количество артефактов; величину перепадов яркости между смежными или перекрывающимися маршрутами/сценами; видимость линий сшивки между маршрутами/сценами; радиометрическую точность; геометрическую точность. При этом не приводятся численные методы оценки указанных показателей качества.

Целью работы является разработка математического аппарата оценки качества линий пореза мозаичных покрытий, формируемых из спутниковых изображений высокого пространственного разрешения.

Выполнен анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной автоматическому созданию мозаичных изображений в части оценки качества полученных линий пореза.

Разработан алгоритм оценки качества линии пореза. В рамках алгоритма выполняется обход линии пореза. В окрестности каждой точки линии пореза рассчитывается значение стоимостной функции для каждого фрагмента мозаичного покрытия. Полученные значения стоимостной функции вдоль линии пореза агрегируются в интегральный критерий качества линии пореза.

Выполнена апробация алгоритма на линиях пореза, сформированных вручную и автоматически для мозаичных изображений высокого пространственного разрешения. Сравнивались различные стоимостные функции, а именно: изменение яркости, индекс структурного сходства (SSIM), гистограмма ориентированных градиентов (HOG). Разработаны рекомендации по применению стоимостных функций в зависимости от приоритетных потребителю показателей качества.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 70663–2023. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Общие требования к созданию динамических и мозаичных покрытий. Введ. 2023-07-13. М., 2023. 16с.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКАХ ЗЕМЛИ

В.А. Еремеев

Научный руководитель – Макаренков А.А. к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Сверточные нейронные сети (СНС) сегодня являются ключевым инструментом в задачах компьютерного зрения. СНС способны с высокой точностью анализировать как пространственные, так и частотные признаки входных данных в автоматическом режиме, что делает их крайне перспективным средством анализа гиперспектральных изображений (ГСИ). Однако применение СНС для обработки ГСИ сопряжено с некоторыми трудностями. Одна из них заключается в наличии искажающих факторов,

определяемых условиями съемки Земли и состоянием гиперспектральной аппаратуры (ГСА).

В докладе рассматриваются вопросы анализа сквозного видеоинформационного тракта (СИТ) формирования гиперспектральных изображений и возможности повышения эффективности их обработки нейронными сетями за счет использования аналитического представления отдельных компонентов СИТ. СИТ составляют модель излучения от Солнца, падающего через верхнюю границу атмосферы на поверхность Земли, и модель отражения излучения от ее поверхности в обратном направлении на космический аппарат (КА). Установлены компоненты СИТ, которые вносят основную неопределенность в итоговые данные – это атмосфера и видеотракт гиперспектрометра. Для восстановления информации об атмосфере и видеотракте ГСА, предлагается использовать модель переноса излучения «6S» [1] в части оценки коэффициента пропускания атмосферы, а также данные от наземных полигонов сети «RadCalNet» [2] для установления параметров атмосферы и коэффициента спектральной отражательной способности поверхности. После определения коэффициентов пропускания атмосферы и гиперспектрометра, нерелевантная информация может быть исключена из снимка, что позволяет снизить степень неопределенности для СНС.

Для оценки эффективности предлагаемого подхода реализовано обучение двух идентичных моделей СНС [3], выполняющих идентификацию объектов. Выборка для обучения сформирована на основе результатов многократного сканирования опорных полигонов «LaCrau» и «Railroad» сети «RadCalNet» гиперспектральной аппаратурой КА «Ресурс-П». Снимки получены при различном состоянии атмосферы и ГСА. Набор данных для первой СНС содержал исходный сигнал ГСА, а для второй СНС из данных были удалены атмосферные и радиометрические искажения по описанному выше подходу. Обучение двух СНС производилось в одинаковых условиях. В докладе представлены результаты и численные оценки нейросетевой идентификации, подтверждающие целесообразность предложенных решений.

Библиографический список

1. Svetlana Y. Kotchenova, Eric F. Vermote, Robert Levy, and Alexei Lyapustin (2008). "Radiative transfer codes for atmospheric correction and aerosol retrieval: intercomparison study", Optical Society of America, APPLIED OPTICS, Vol. 47, Issue 13, pp. 2215-2226.
2. Bouvet, M., Thome, K., Berthelot, B., Bialek, A., Czapla-Myers, J., Fox, N.P., Goryl, P., Henry, P., Ma, L., Marcq, S., Meygret, A., Wenny, B.N., Woolliams, E.R. RadCalNet: A Radiometric Calibration Network for Earth Observing Imagers Operating in the Visible to Shortwave Infrared Spectral Range. Remote Sens. 2019, 11, 2401, <https://doi.org/10.3390/rs11202401>.
3. Muhammad Ahmad, Adil Mehmood Khan, Manuel Mazzara, Salvatore Distefano, Mohsin Ali, Muhammad Shahzad Sarfraz. A fast and compact 3-D CNN for hyperspectral image classification. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. 2022, vol. 19, pp. 1-5.

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОВМЕЩЕНИЕ ДАННЫХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ЗЕМЛИ С СИСТЕМАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕДАЧИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.А. Еремеев

Научный руководитель – Макаренков А.А. к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В ходе эксплуатации гиперспектральной аппаратуры (ГСА) неизбежен износ элементов оптико-электронного тракта, что требует ее периодической калибровки для обеспечения стабильности измерений. Бортовые средства калибровки, такие как солнечные диффузоры, миниатюрные лампы накаливания и др. также подвержены деградации с течением времени. В связи с этим зачастую используются альтернативные методы калибровки, основанные на сравнении сигнала целевой аппаратуры с некоторым эталоном с целью определения оптимальных коэффициентов коррекции. В качестве эталона могут выступать полевые измерения специальных калибровочных полигонов, другие датчики со схожими характеристиками, космические объекты (луна, звезды) [1]. В этом случае возникает задача выбора единой сетки длин волн для корректного сопоставления гиперспектральных данных датчика и эталона.

Для экспериментальных исследований в качестве эталона используется априорная информация от полигонов сети RadCalNet [2], а также материалы их съемки ГСА космического аппарата (КА) «Ресурс-П». Для моделирования эталонного сигнала на уровне входного зрачка ГСА привлекается модель переноса излучения 6S [3]. Данные сети RadCalNet регистрируются в регулярной сетке длин волн с шагом 10 нм. Гиперспектральные изображения (ГСИ) от КА «Ресурс-П» фиксируются в квазирегулярной сетке длин волн, с переменным шагом, среднее значение которого составляет около 5 нм. Рассмотрены два варианта совмещения информации. Первый вариант подразумевает перевод данных ГСА к регулярным отсчетам эталона, а второй вариант напротив, требует перевода регулярных отсчетов эталона в нерегулярную сетку ГСА. В простейшем случае для совмещения информации применяется кусочно-линейная интерполяция которая вносит неопределенную погрешность в преобразованные данные. Необходима численная оценка погрешности двух вариантов интерполяции для определения оптимального.

Предлагается подход, основанный на комплексной оценке дисперсий и автокорреляционных моментов исходных последовательностей, а также оценке уровня шума в ГСА. Пусть $B_k, k = \overline{1, K}$ – исходные отсчеты ГСА, а $S_i, i = \overline{1, I}$ – исходные отсчеты эталона. Для нахождения наилучшего варианта определен критерий $\eta = \eta_1 / \eta_2$:

$$\eta_1 = \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \frac{K(S_i, S_{i+1})}{D(S)}, \quad (1)$$

$$\eta_2 = \frac{2}{3} \left(1 + \frac{D(\varepsilon)}{D(B)} \right) + \frac{1}{3} \frac{K(B_k, B_{k+1})}{D(B)}, \quad (2)$$

где $D(S)$ – дисперсия последовательности эталона, $D(B)$ – дисперсия последовательности ГСА, $K(S_i, S_{i+1})$ – автокорреляционный момент первого порядка последовательности эталона, $K(B_k, B_{k+1})$ – автокорреляционный момент первого порядка последовательности, $D(\varepsilon)$ – дисперсия шума в ГСА. При $\eta_1 \approx \eta_2 : \eta \approx 1$, что

говорит об отсутствии предпочтения в пользу варианта 1 или 2. Если $\eta_1 > \eta_2$, то $\eta > 1$, и предпочтение следует отдать варианту 1, в противном случае (при $\eta_1 < \eta_2$) – варианту 2. Для оценки $D(\varepsilon)$ использовался известный подход, основанный на прогнозе $D(B)$ по прямой $P(\tau) = a\tau + b$, $\tau = 1, 2$, построенной по двум отсчетам автокорреляционной функции $K(B_k, B_{k+1})$, $\tau = 1$, $K(B_k, B_{k+2})$, $\tau = 2$, которые при достаточно представительной выборке не зависят от шума ε . В результате $D(\varepsilon) = D(B) - P(0)$; $P(0) = b$, где $b = 2K(B_k, B_{k+1}) - K(B_k, B_{k+2})$.

Предложенный подход апробирован на статистически представительной выборке данных от ГСА КА «Ресурс-П». Получены численные оценки, согласно которым точность первого варианта выше на 12-16 %. Несмотря на более высокое спектральное разрешение ГСА, предпочтение отдано первому варианту с регулярной шкалой длин волн. Это связано, в первую очередь с наличием шума в ГСА.

Библиографический список

1. Васильев А.И., Стремов А.С., Коваленко В.П., Коржиманов А.В. Методы абсолютной калибровки съемочных систем ДЗЗ высокого разрешения // Материалы 20-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва: ИКИ РАН, 2022. с. 24. DOI: 10.21046/20DZZconf-2022a.

2. Bouvet, M., Thome, K., Berthelot, B., Bialek, A., Czaplá-Myers, J., Fox, N.P., Goryl, P., Henry, P., Ma, L., Marcq, S., Meygret, A., Wenny, B.N., Woolliams, E.R. RadCalNet: A Radiometric Calibration Network for Earth Observing Imagers Operating in the Visible to Shortwave Infrared Spectral Range. Remote Sens. 2019, 11, 2401, <https://doi.org/10.3390/rs11202401>.

3. Svetlana Y. Kotchenova, Eric F. Vermote, Robert Levy, and Alexei Lyapustin (2008). "Radiative transfer codes for atmospheric correction and aerosol retrieval: intercomparison study", Optical Society of America, APPLIED OPTICS, Vol. 47, Issue 13, pp. 2215-2226.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

А.Н. Кабочкин

Научный руководитель – Овечкин Г.В. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Современные методы глубокого обучения становятся важным инструментом для обработки изображений в реальном времени, обеспечивая высокую производительность и точность в различных областях. Основные алгоритмы, такие как сверточные нейронные сети (CNN) и генеративные состязательные сети (GAN), демонстрируют выдающиеся результаты в задачах распознавания объектов, сегментации изображений и улучшения их качества [2].

Ключевым аспектом успешной обработки изображений в реальном времени является возможность быстрой и эффективной обработки больших объемов данных [1]. Для этого применяются различные техники оптимизации, включая квантование моделей, прунинг и использование специализированных аппаратных решений, таких как графические процессоры (GPU) и тензорные процессоры (TPU) [1]. Эти методы

значительно ускоряют процесс инференса, что критично для приложений, требующих немедленной реакции.

Среди практических применений глубокого обучения в реальном времени можно выделить такие области, как автономное вождение, где требуется мгновенное распознавание объектов на дороге, а также медицинскую визуализацию, где алгоритмы помогают врачам быстро анализировать изображения для диагностики заболеваний. Другим примером является мониторинг безопасности, где системы глубокого обучения могут обнаруживать подозрительное поведение на основе видеоизображений.

Несмотря на впечатляющие достижения, существует ряд проблем и вызовов, с которыми сталкиваются исследователи. К ним относятся необходимость в большом объеме аннотированных данных для обучения, сложность моделей и риск переобучения. Более того, разработка этичных и прозрачных систем также является важной задачей в контексте растущих опасений по поводу конфиденциальности и безопасности.

В заключение, современные методы глубокого обучения открывают новые горизонты для обработки изображений в реальном времени, однако для их успешной реализации необходимо преодолеть существующие вызовы и продолжать исследовать новые подходы и технологии.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 85 с.

2. Крижевский, А., Сутскевер, И., Хинтон, Д. Классификация изображений ImageNet с помощью глубоких свёрточных нейронных сетей, 2012. - 5 с.

ВЕКТОРИЗАЦИЯ КОНТУРОВ ЛЕДОВЫХ ПОЛЕЙ

Д.А. Кузнецов

Научный руководитель – Воронин А.А. к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для отслеживания изменений ледовых полей используются спутниковые снимки соответствующих регионов интереса на которых выполнена экспертная оценка границ ледовых полей с помощью растровых средств оконтуривания. Растровый формат границ, в отличие от векторного, является недостаточно эффективным для автоматизированной тематической обработки и для учета в ГИС. Основная сложность векторизации заключается в корректной идентификации границ ледовых полей с учетом обработке смежных контуров и оптимизации полученного векторного описания. В докладе представлен алгоритм векторизации ледовых полей, алгоритм распределения смежных областей и алгоритм оптимизации векторного описания.

Исходными данными для задачи векторизации ледовых полей являются растровые данные, на которых выделены контуры ледовых полей. Контуром является замкнутая последовательность пикселей, имеющих известное значение, отличное от значения фоновых пикселей. Также для каждого контура известны координаты одного фонового (внутреннего) пикселя.

Алгоритм векторизации начинается с нахождения начального пикселя контура. Для его нахождения необходимо двигаться вправо от известного внутреннего пикселя,

пока не будет достигнут контурный пиксель. Относительного найденного начального пикселя алгоритм итерационно проходит по часовой стрелке вдоль контурных пикселей, пока не дойдет до начального. В итоге получаем первоначальное векторное описание контура, избыточное по количеству точек и недостаточно точно описывающее истинный контур. Неточность обусловлена тем, что после преобразования всех контуров в первоначальное векторное описание могут образоваться внутренние области, площади которых относятся к ледовым полям, но не входящие ни в один векторизованный контур. Эти внутренние области обусловлены несовершенством изначального растрового оконтуривания ледовых полей.

Для решения этой проблемы был создан алгоритм распределения внутренних областей между соседними контурами. Алгоритм разбивает внутреннюю область на смежные элементарные векторные области, имеющие вид квадрата из 4 точек либо вид равнобедренного треугольника из 3 точек. Далее полученные элементарные области итерационно распределяются между основными контурами. В каждой итерации участвуют только те элементарные области, которые имеют общую границу с одним или несколькими основными контурами. Приоритет отдается тому основному контуру, который имеет наибольшую границу с элементарной областью. В результате вся внутренняя область эффективно распределяется между соседними с этой областью контурами, и совокупное векторное описание всех ледовых полей более точно соответствует спутниковому снимку.

Хранение полного векторного описания контуров избыточно. Поэтому для уменьшения количества точек в векторном описании контуров используется алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера [1]. Данный алгоритм используется для упрощения полилиний. Он последовательно удаляет точки, которые отклоняются от основной линии на заданное расстояние, что позволяет оптимизировать данные без потери ключевых геометрических особенностей.

Библиографический список

1. Алгоритм Рамера — Дугласа — Пекера [Электронный ресурс] URL: wikipedia.org/wiki/Ramer–Douglas–Peucker_algorithm

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПРИЕМА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ В ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ASTRA LINUX

Л.Л. Кузнецов, А.Э. Москвитин

Научный руководитель – Гусев С.И. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются особенности разработки программы приема и визуализации спутниковых данных в операционной системе Astra Linux. Эта программа представляет собой клиент, принимающий данные от спутника и выполняющий их обработку и визуализацию. С целью ее отладки был разработан имитатор (сервер), воспроизводящий сеанс связи со спутником.

Информация со спутника передается транспортными кадрами, при этом в разных космических системах структура кадров отличается и в данной работе рассмотрена не будет. Отметим только, что в каждом кадре присутствует служебная информация и видеоданные, содержащие результат спутниковой съемки в видимом и инфракрасном диапазонах.

Принцип работы комплекса следующий: запускается имитатор (сервер) и ожидает подключение к заранее выбранному порту и сокету. После подключения к серверу и получения соответствующего запроса со стороны клиента (Рисунок 2) начинается отправка данных сеанса спутника. Передача данных производится по протоколу ТСР/IP через выбранный сокет. По окончании передачи файла с данными сервер ожидает новых запросов со стороны клиента.

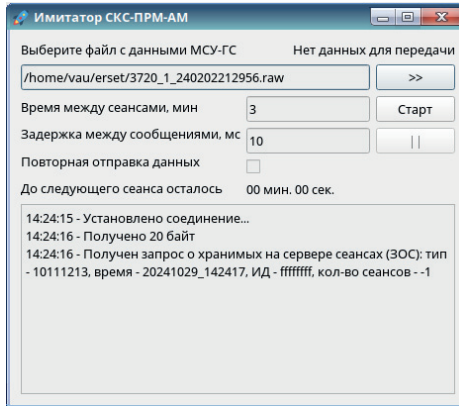


Рисунок 2 - Имитатор (сервер)

Клиентская часть работает следующим образом: при запуске программы происходит попытка подключения к серверу. В случае успешного подключения клиент начинает отправлять серверу запросы на получение данных. После начала сеанса передачи принимаемые кадры обрабатываются в режиме, близком к реальному времени, выделяется служебная информация, которую затем можно просмотреть отдельно, а видеоданные распределяются по соответствующим выходным изображениям (Рисунок 3).

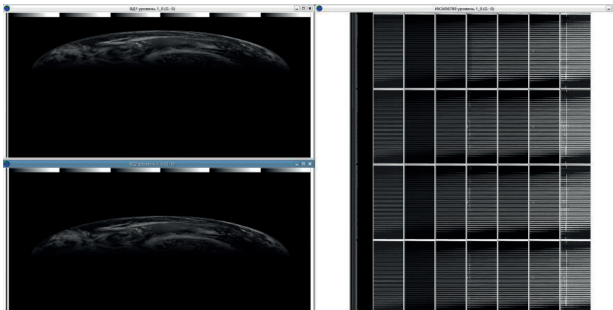


Рисунок 3 – Примеры изображений видимого диапазона (слева) и теплового диапазона (справа)

Основной отличительной особенностью разработки в операционной системе Astra Linux является то, что единственный удобный графический интерфейс предоставляет среда разработки QtCreator [0]. При этом, поскольку разработанная программа

достаточно сложная, а наибольшую стабильность Qt показывает, когда её графические элементы (QMainWindow, QTextEdit и т.д.) работают именно с другими Qt-классами (QString, QThread, QTCPocket и др.), с целью минимизации возможных рисков сбоев в программном коде преимущественно использовались Qt-аналоги привычных классов из Windows. Некоторые такие элементы, как, например, QString или QMessageBox достаточно похожи на стандартные std::stringи AfxMessageBox соответственно, однако в большинстве случаев отличия существенны. Так, например, класс QThread, позволяющий выполнять вычисления в отдельном потоке, требует создания специального класса, который должен содержать функцию, выполняемую при запуске потока, в то время как стандартный std::threadпрослойки в виде класса для работы не требует.

Другой особенностью является то, что операционная система Astra Linux имеет отличную от Windows организацию [0]. В результате, при необходимости хранения значений некоторых переменных, нельзя использовать удобное решение из Windows, позволяющее создать ключ в реестре и присвоить ему определенное значение. Так как в Astra Linux реестра нет, подобную задачу приходится решать другими методами, в основном заключающимися в создании текстовых файлов со списком хранимых параметров.

Таким образом, разработка программы приема и визуализации спутниковых данных в системе Astra Linux потребовала изучения принципов организации сеансов спутниковой связи, программной среды QtCreator и особенностей её классов, а также самой Astra Linux.

Библиографический список

1. Документация Qt [Электронный ресурс] URL: <https://doc.qt.io>.
2. Структура и типы файловых систем в Linux [Электронный ресурс] URL: <https://selectel.ru/blog/directory-structure-linux/>.

АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛАЧНОСТИ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДАТЧИКА КШМСА

С.А. Ларюков

Научный руководитель — Кузнецов А.Е. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Сегментация облачности является одной из наиболее важных задач оценки качества спутниковых данных. Существующий процесс выявления облачности автоматизирован. Для построения маски облачности могут быть применены алгоритмы, основанные на различных принципах. Например, в работе [1] представлен пороговый метод обнаружения облаков, использующий специальный инфракрасный канал (1,36-1,39 мкм) космического аппарата Landsat-8. В работе [2] для обнаружения облачности на многозональных снимках используется принцип стереообработки. В последние годы с развитием графических ускорителей наиболее универсальными стали алгоритмы, основанные на базе нейросетевого подхода [3, 4].

В данной работе предлагаются два алгоритма обнаружения облачности на спутниковых изображениях датчика КШМСА космического аппарата «Ресурс-П»: пороговый и нейросетевой.

Определение порога облачности происходит на откорректированных по углу Солнца изображениях и основано на анализе гистограмм яркостей пикселей вокруг отрезков, построенных следующим образом: один конец отрезка находится на облаке, а другой – за пределами облака. Далее определяется минимум между двумя максимальными значениями гистограммы, итоговым порогом облачности является среднее значение из всех минимумов. Предложенный алгоритм имеет низкую вероятность правильного обнаружения облаков.

Технология обнаружения облачности на основе нейросетевого алгоритма включает обучение нейронной сети на конкретных примерах и автоматическое выделение облачности обученной нейросетью. В данной работе предлагается использовать сверточную нейронную сеть «Lanku U-Net» [5], отличающуюся в несколько раз меньшим расходом памяти по сравнению с классической архитектурой «U-Net», что позволяет достичь более высокого качества обработки изображений.

Для составления обучающего набора данных вручную были получены маски облачности для 24 изображений, сформированных по данным панхроматического (0,43-0,7 мкм) канала аппаратуры КШМСА. Для обучения нейронной сети набор данных был разделен на 52287 неперекрывающихся фрагментов (тайлов) изображений размером 512 на 512 пикселей.

Экспериментальные исследования показали, что вероятность правильного обнаружения облачности нейросетевым алгоритмом составила 90%, при этом облака различимы по отношению к светлым объектам: снегу, песку, крышам домов.

В докладе подробно представлена информация об обнаружении облачности пороговым алгоритмом и нейронной сетью, а также приведена оценка качества бинарной сегментации.

Библиографический список

1. Kong X., Qian Y., Zhang A. Cloud and shadow detection and removal for Landsat-8 // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering – 2013.
2. В.И. Пошехонов Алгоритмы и модели стереофотограмметрической обработки данных от систем спектральной съемки Земли – Дис. к.т.н.. Рязань – 2010. – 193 с.
3. Mohajerani S., Parvaneh S. Cloud-Net+: A Cloud Segmentation CNN for Landsat 8 Remote Sensing Imagery Optimized with Filtered Jaccard Loss Function – 2020. [Электронный ресурс] URL: https://www.researchgate.net/publication/338840200_Cloud-Net_A_Cloud_Segmentation_CNN_for_Landsat_8_Remote_Sensing_Imagery_Optimized_with_Filtered_Jaccard_Loss_Function.
4. Mahajan, S., Fataniya, B. Cloud detection methodologies: variants and development— a review. Complex Intell. Syst. 6, pp. 251-261 – 2020.
5. А.Э. Москвитин, В.А. Ушенкин, С.А. Ларюков. Алгоритм и программный комплекс высокоскоростной нейросетевой сегментации облачности на панхроматических изображениях от космических аппаратов «Ресурс-П» // Цифровая обработка сигналов №3/2023. С 8-18.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ

В.А. Овчинников

Научный руководитель – Ушенкин В.А. к.т.н.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

При обработке данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) облачность часто является негативным фактором, ограничивающим полезную составляющую изображения [1]. Ручное определение границ облачности является достаточно трудоёмким, а детерминированные алгоритмы для этой задачи малопригодны. Для автоматизации сегментации облачности может успешно применяться аппарат искусственного интеллекта.

Известные библиотеки машинного обучения, такие как TensorFlow, TensorRT, MATLAB, предоставляя широкие функциональные возможности, часто обладают существенными недостатками. Например, TensorFlow зависит от большого числа сторонних библиотек, требует доступа в Интернет при сборке; пакет MATLAB является платным программным обеспечением и обладает достаточно низкой производительностью; TensorRT, хоть и обладает высокой производительностью, не способна работать в режиме stateless (без сохранения состояния), генерируя машинный код для конкретной видеокарты, что неприемлемо для перспективных программ обработки аэрокосмических изображений, функционирование которых предполагается в облачной инфраструктуре [2].

Разработанный программный компонент нейросетевой обработки использует только CUDA и cuDNN – библиотеки, необходимые для непосредственного проведения вычислений на графическом процессоре. Предусмотрена условная компиляция, когда библиотека адаптируется к различным версиям cuDNN без привязки к конкретной версии.

Предусмотрен отладочный режим работы без видеокарты на центральном процессоре, выполнено распараллеливание и векторизация вычислений с использованием AVX и SSE.

Программный компонент поддерживает ряд наиболее распространенных операций (слоёв и функций активации), применяемых в свёрточных нейронных сетях. Архитектура программного компонента позволяет расширять их количество.

Разработан конвертер, позволяющий представить модель, обученную с помощью TensorFlow, во внутреннем формате. Нейронная сеть хранится в виде ориентированного вычислительного графа, узлами которого являются нейросетевые слои. Опрос каждого слоя ведётся рекурсивно от выходного слоя к входному, что позволяет, в частности, рассчитывать фрагменты сети без необходимости выполнения графа целиком. В конвертер встроена оптимизация исходного графа, выполняющая объединение нескольких слоёв в один для ускорения вычислений.

Программный компонент выполнен в виде динамической библиотеки, которая является кроссплатформенной (в части компиляции), а также может как использоваться в виде отдельного модуля, так и интегрироваться в универсальную программную платформу «ER-Set» обработки данных ДЗЗ, разработанную в НИИ «Фотон» Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина [3]. Пользователю предоставляется ряд экспортируемых базовых функций по загрузке и выполнению модели нейронной сети.

В разработанном программном компоненте достигнуто увеличение скорости нейросетевой обработки аэрокосмических изображений на 65% по сравнению с библиотекой TensorFlow.

Библиографический список

1. Москвитин А.Э., Ушенкин В.А., Ларюков С.А. Алгоритм и программный комплекс высокоскоростной нейросетевой сегментации облачности на панхроматических изображениях от космических аппаратов «Ресурс П» // Цифровая обработка сигналов. 2023. №3. С. 8–17.

2. Тохиян О.О., Курлыков А.М. Интеграция программного обеспечения космических систем ДЗЗ с «облаком» Роскосмоса – комплексом вычислительных ресурсов ЕТРИС ДЗЗ // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2024 – С. 87-89.

3. Побаруев В.И. Унифицированная программная платформа создания средств обработки данных дистанционного зондирования Земли – «ER-Set» // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2016. – № 55. – С. 95-103.

ПОВЫШЕНИЕ ЧЕТКОСТИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

П.А. Онущенко, Д.А. Андреев, Д.В. Князев

Научный руководитель – Егошкин Н.А. д-р техн. наук

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В настоящее время аэрокосмическая съемка применяется для решения широкого спектра задач в различных областях. Для качественного решения поставленных задач снимки должны соответствовать некоторым параметрам, в том числе иметь высокую резкость и низкий уровень визуального шума.

В процессе аэрокосмической съемки могут возникать проблемы, приводящие к ухудшению качества конечного снимка. Основные причины, по которым снижается качество снимков: атмосферные эффекты, дефекты оптики снимающего устройства, дефекты при съемке в движении.

В докладе рассматриваются программные методы повышения четкости изображений, полученных путем аэрокосмической съемки. Анализируются 2 метода повышения качества изображений: фильтр Винера и масочная фильтрация.

Масочная фильтрация заключается в применении к изображению свертки некоторого размера. Для повышения резкости изображения применяется фильтр Лапласа. На изображение попиксельно накладывается квадратная маска, пересчитываются значения яркости каждого пикселя [1].

Фильтр Винера работает с использованием обратной свертки. Если известен закон, по которому искажено изображение, можно провести обратную свертку и восстановить исходное изображение. Для ускорения вычислений используется перевод в частотную область с помощью быстрых преобразований Фурье. Новое изображение вычисляется по формуле Винера как функция от исходного изображения.

Показано, что совместное применение двух методов способно значительно повысить качество изображений и сделать их более пригодными для использования для использования потребителями аэрокосмической информации.

Библиографический список

1. Смит С. В. Руководство по цифровой обработке сигналов для научных работников и инженеров : [пер. с англ.] / С. В. Смит ; пер. Н. М. Котельникова. -2-е изд. - Санкт-Петербург: CaliforniaTechnicalPublishing, 2006. - 640 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ

Т.А. Осипова, Н.А. Райков

Научный руководитель – Князьков П.А. к.т.н.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

С увеличением объемов данных от современных космических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) возникает необходимость в создании эффективных методов их обработки и визуализации. Визуализация изображений на Земном шаре может применяться в разных задачах ДЗЗ, например, при отборе из каталога материалов съемки или ретроспективном анализе спутниковых изображений.

Основная цель работы заключается в разработке алгоритма и программного модуля, который позволяет накладывать космические изображения на модель Земли с учётом их геодезической привязки. В качестве основного языка программирования выбран C++, а для построения пользовательского интерфейса используется фреймворк Qt, благодаря чему разработанное программное обеспечение обладает кроссплатформенностью. Визуализация Земного шара и наложение изображений выполняются с помощью библиотеки OpenGL, что даёт возможность отображать объекты в трёхмерном пространстве. Для чтения данных о географической привязке изображений применена библиотека LibTiff, позволяющая работать с форматом GeoTiff.

Алгоритм визуализации включает в себя несколько этапов. Вначале создаётся трёхмерная модель Земли с помощью OpenGL, на которую затем накладываются космические изображения в соответствии с их геодезическими координатами.

Для вычисления пространственных координат, соответствующих геодезическим координатам изображения, использовались следующие преобразования [1]:

$$X = (N + H) \cdot \cos B \cdot \cos L$$

$$Y = (N + H) \cdot \cos B \cdot \sin L$$

$$Z = [(1 - e^2) \cdot N + H] \cdot \sin B$$

где X, Y, Z — прямоугольные пространственные координаты точки;

B, L — геодезические широта и долгота точки соответственно, рад;

H — геодезическая высота точки, м;

N — радиус кривизны первого вертикала, м;

e — эксцентриситет эллипсоида.

Значения радиуса кривизны первого вертикала и квадрата эксцентриситета эллипсоида вычисляют соответственно по формулам:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}$$

$$e^2 = 2\alpha - \alpha^2$$

где a — большая полуось эллипсоида, м;

α — сжатие эллипсоида.

В докладе представлены подробный алгоритм работы разрабатываемой программы и результаты ее тестирования.

Библиографический список

1. ГОСТ 32453–2017. Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек: межгосударственный стандарт: дата введения 2018-07-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 23 с.

ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ МАТРИЦЕЙ СВЕРТКИ

А.О. Попов

Научный руководитель – Москвитин А.Э. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Пусть матрица $A_{n \times m}$ с элементами $a_{n,m}$ - это одноканальное изображение, а матрица $B_{p \times q}$ с элементами $b_{p,q}$ - это фильтр с заданными коэффициентами, тогда обработанным изображением будем считать матрицу $C_{n \times m}$, элементы которого формируются по следующей формуле [1]:

$$C_{n \times m} = \sum_p \sum_q a_{n+p, m+q} \times b_{p,q}.$$

При использовании матричных фильтров возникают граничные условия, которые решаются следующими способами:

- 1) заполнение границ изображения нулями (создание «нулевого отступа»);
- 2) «отражение» элемента, выходящего за пределы матрицы.

Фильтрация изображений реализована в виде программного обеспечения, разработанного на языке программирования C++ с использованием фреймворка QT для создания кроссплатформенного ПО [2]. Программа выполняет фильтрацию втр-изображения путем его свертки с матрицей произвольного размера, с произвольным составом коэффициентов.

На рисунке 1 приведен пример исходного снимка. На рисунках 3 и 5 представлены примеры его фильтрации и повышения четкости, на рисунках 2 и 4 - примеры фильтрующих матриц.

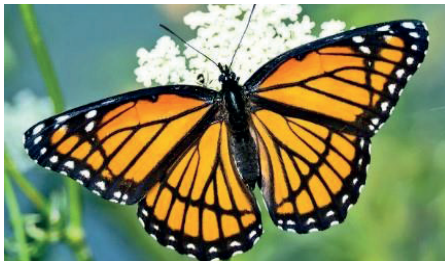


Рисунок 1 – Исходное изображение

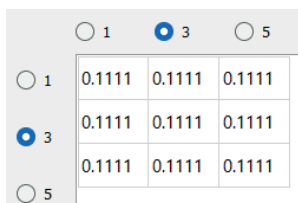


Рисунок 2 – Фильтр сглаживания

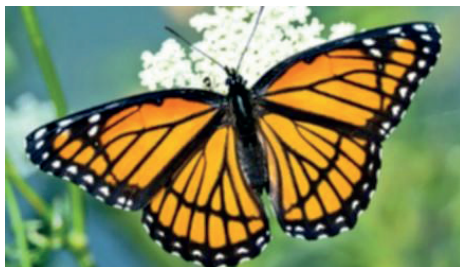


Рисунок 3 – Сглаженное изображение

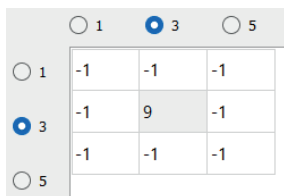


Рисунок 4 – Фильтр повышения четкости

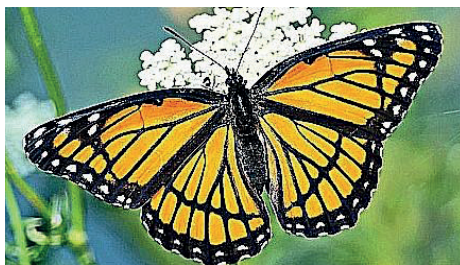


Рисунок 5 – Изображение с улучшенной четкостью

Библиографический список

1. Habr [Электронный ресурс] / habr. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/142818/>, свободный. (дата обращения: 18.10.2024).
2. Qt – Википедия [Электронный ресурс] / wikipedia. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Qt>, свободный. (дата обращения: 17.10.2024).

АЛГОРИТМ УСТРАНЕНИЯ РАСХОЖДЕНИЯ МАСШТАБА ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

И.Д. Попов

Научный руководитель – Соловьев А.В.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Отечественные спутники выполняют съемку поверхности Земли в видимых и инфракрасных каналах. Часто масштаб снимков, полученных в видимых и инфракрасных каналах, не совпадает. В данной работе предлагается алгоритм устранения расхождения масштаба при помощи корреляционного анализа.

Корреляционный анализ

Полученные снимки поверхности Земли представляют собой трехканальные изображения с линейным сдвигом и измененным масштабом каналов относительно друг друга. Одним из главных методов анализа таких изображений является корреляционный анализ, поскольку он позволяет выявить расхождения между каналами с высокой точностью. С помощью корреляционного анализа можно

определить взаимное положение каналов и провести их привязку, устраняя искажения масштаба.

В основе корреляционного анализа лежит поиск корреляционной связи. Для поиска связи между каналами применим формулу коэффициента корреляции Пирсона. Формула расчёта коэффициента корреляции построена таким образом, что, если связь между признаками имеет линейный характер, коэффициент Пирсона точно устанавливает тесноту этой связи [1]. Поскольку мы сравниваем разные каналы одного изображения, тогда сравниваемые данные имеют линейную зависимость, а следовательно данная формула нам полностью подходит.

Масштабирование канала

Для проведения корреляционного анализа необходимо изменить размеры одного из каналов. Для этого воспользуемся билинейной интерполяцией. Этот метод позволяет минимизировать увеличение энтропии, так как значения каждого нового пикселя рассчитываются на основе его расстояний до четырех соседних пикселей.

Алгоритм поиска оптимального масштаба

Алгоритм корректировки масштаба цветовых каналов на основе корреляционного анализа включает следующие шаги.

1. Задаются начальные значения для коэффициентов масштабирования по осям абсцисс и ординат с определенным шагом.
2. Затем при помощи билинейного интерполирования мы масштабируем целевой канал с заданными значениями коэффициентов масштабирования.
3. Для полученного целевого канала рассчитывается коэффициент корреляции относительно базового канала.
4. Масштаб, при котором коэффициент корреляции максимален, считается оптимальным, и он используется для дальнейших вычислений.

Результаты работы алгоритма

Результаты работы алгоритма представлены на рисунке 1.

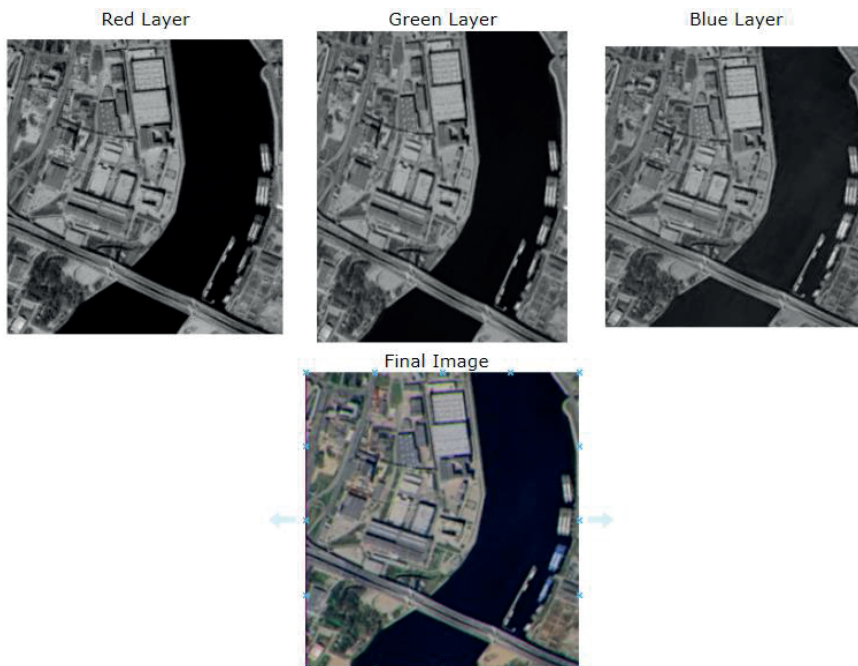


Рисунок 1 – Пример исходных каналов и обработанных изображений

Заключение

Алгоритм корреляционного анализа является мощным инструментом для устранения расхождений масштабов цветowych каналов в цветных изображениях, что позволяет повысить их точность и качество. Используя данный алгоритм на практике, он доказал свою эффективность в устранении искажения, вызванного несоответствием масштабов цветowych каналов. По полученным результатам мы можем констатировать, что данный алгоритм может быть применен в будущем для устранения расхождения в масштабах на реальных спутниковых снимках.

Библиографический список

1. Н.В. Нижегородцева, Т.В. Мишина, М.В. Соколова / Методические рекомендации по написанию и оформлению курсовой и выпускной квалификационной работы по психологии и конфликтологии
2. С. В. Умняшкин, В. В. Лесин / Основы цифровой обработки изображений; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 2016. - 200 с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-7256-0846-5
3. А.В. Богословский, А.В. Пономарев, И.В. Жигулина, В.А. Сухарев / Особенности корреляционного анализа изображений и видеопоследовательностей.
4. Гонсалес, Р. С., Вудс, Р. Е. Цифровая обработка изображений. – Москва: Техносфера, 2012.
- 5.

УСТРАНЕНИЕ СМЕЩЕНИЙ ЦВЕТОВЫХ КАНАЛОВ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

С.А. Рябинин

Научный руководитель – Соловьев А.В.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается проблема устранения смещений в цветовых каналах изображений, которая является одной из актуальных задач в области компьютерной обработки изображений [1]. Цветные изображения состоят из трех цветовых каналов — красного (R), зеленого (G) и синего (B). Из-за различных факторов при съемке изображения, таких как физические и оптические искажения, могут возникать смещения между этими каналами, что приводит к артефактам в виде разноцветных контуров вокруг объектов («муары»). Одним из методов устранения данных смещений является корреляционный анализ.

Корреляционный анализ

Метод корреляционного анализа позволяет выявить смещение между двумя изображениями или цветовыми каналами, сравнивая их яркостные значения на определенных смещениях по осям X и Y. Это позволяет вычислить коэффициент корреляции, который указывает на степень совпадения яркостных значений двух каналов при различном смещении [2]. Основная цель заключается в нахождении такого смещения, при котором коэффициент корреляции достигает максимума, что свидетельствует о наиболее точном совпадении каналов.

Для вычисления коэффициента корреляции используется корреляция Пирсона, которая определяет линейную зависимость между двумя выборками данных — в данном случае между значениями яркости пикселей двух каналов изображения. Корреляция Пирсона рассчитывается по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}},$$

где:

- X_i и Y_i — значения яркости пикселей для двух каналов;
- \bar{X} и \bar{Y} — средние значения яркости для каждого канала;

Алгоритм решения задачи

Процесс устранения смещений в цветовых каналах изображения с помощью корреляционного анализа можно представить следующим образом.

5. Сначала для каждого канала изображения строятся его яркостные профили (гистограммы), отражающие распределение яркости пикселей.

6. Затем производится сравнение яркостных профилей для двух каналов с различными смещениями. Для каждого смещения рассчитывается коэффициент корреляции.

7. Смещение, при котором коэффициент корреляции максимален, считается оптимальным, и оно используется для выравнивания цветовых каналов.

Результаты

Реализация метода корреляционного анализа на практике показала его высокую эффективность для устранения цветовых артефактов [3]. Использование этого метода позволило значительно повысить качество изображений, особенно при обработке фотографий, полученных в условиях низкого освещения и при наличии оптических искажений. Результаты применения метода корреляции представлены на рисунке 1.

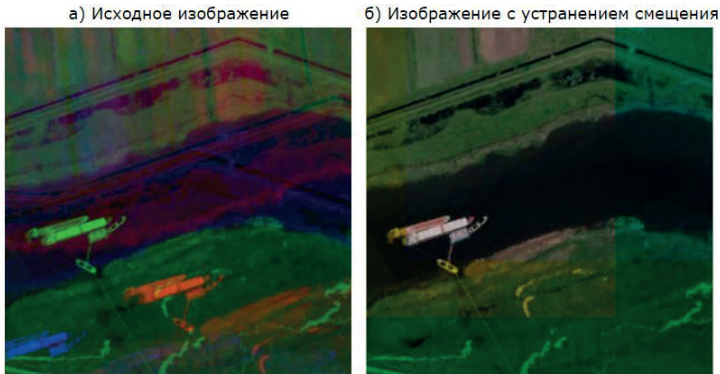


Рисунок 1 – Пример применения метода

Заключение

Корреляционный анализ предоставляет мощный инструмент для устранения смещений в цветовых каналах изображений, особенно в случаях, когда такие смещения приводят к заметным артефактам на изображении. Важно отметить, что метод применим к широкому кругу задач, связанных с цифровой обработкой изображений, и может быть усовершенствован для работы с более сложными и большими изображениями в реальном времени.

Библиографический список

4. Прэтт, У. Введение в цифровую обработку изображений. – Москва: Мир, 2007.
5. Гонсалес, Р. С., Вудс, Р. Е. Цифровая обработка изображений. – Москва: Техносфера, 2012.
6. Янкович, А. А. Основы обработки изображений и компьютерного зрения. – Санкт-Петербург: Питер, 2014.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРИАНГУЛЯЦИИ ДЕЛОНЕ В ЗАДАЧЕ МОНИТОРИНГА ДРЕЙФА ЛЬДА

А.В. Соловьев

Научный руководитель – Москвитин А.Э. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Информация о движении морского льда имеет ценность как для научных исследований, так и с практической точки зрения. Информация о том, какой лед следует ожидать по курсу судов и вблизи морских сооружений, имеет существенное практическое значение. Спутниковые снимки ледового покрова способны обеспечить возможность анализировать перемещение и изменения ледяных образований в режиме реального времени.

Карта дрейфа льда представляет собой регулярную сетку, каждый узел которой является началом вектора дрейфа, показывающего скорость и направление дрейфа в конкретной точке. Если есть сведения о движении нескольких конкретных льдин на определенной акватории, то можно построить общую карту дрейфа льда. Для этого

необходимо рассчитать вектор дрейфа в каждом узле регулярной сетки, опираясь на имеющиеся сведения о движении льдин.

Триангуляцией в двумерном геометрическом пространстве называется разбиение геометрического объекта на треугольники. Триангуляция Делоне - триангуляция для заданного множества точек S на плоскости, при которой для любого треугольника все точки из S за исключением точек, являющихся его вершинами, лежат вне окружности, описанной вокруг треугольника.

Примеры построения триангуляции Делоне для некого множества точек представлены на рисунке 1.

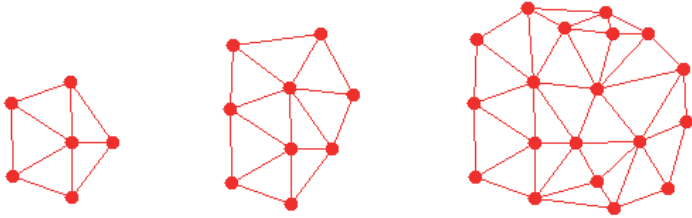


Рисунок 1 – Примеры триангуляции Делоне

В докладе рассматривается алгоритм получения карты дрейфа, подразумевающий построение триангуляции Делоне из исходных векторов дрейфа. Далее для каждой точки регулярной сетки находится треугольник в триангуляции, которому эта точка принадлежит. Для расчета скорости и направления дрейфа в данной точке суммируются три вектора из исходного набора с весовыми коэффициентами, обратно пропорциональными удаленности исходного вектора от рассматриваемой точки.

В точках, находящихся за пределами триангуляции, предлагается вычислять вектор, суммируя два ближайших вектора с весовыми коэффициентами.

Пример полученной карты дрейфа приведен на рисунке 2. Белым цветом обозначены исходные векторы, красным – векторы, полученные в результате применения алгоритма.

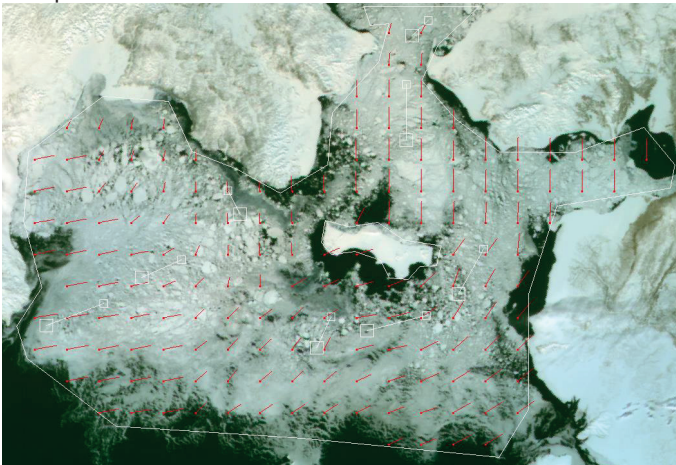


Рисунок 2 – Результат применения алгоритма

Библиографический список

1. А.В. Скворцов / Триангуляция Делоне и ее применение - Томск: Издательство томского государственного университета, 2002. - 128 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ОТКЛИКОВ КОСМИЧЕСКИХ РАДИОЛОКАТОРОВ С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ АНТЕННЫ

К.Г. Федотов

Научный руководитель — Ушенкин В.А. к.т.н.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В последние годы в области дистанционного зондирования Земли активно развиваются методы радиолокации, включая использование синтезированной апертуры. Это направление стало особенно перспективным для наблюдения поверхности планеты, наряду с традиционными методами, такими как наблюдение оптико-электронными приборами, работающими в видимом и инфракрасном диапазонах [1].

Системы радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) функционируют путем излучения коротких линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) радиосигналов вниз и вбок во время орбитального движения спутника. В промежутках между излучениями спутник принимает отраженные эхо-сигналы, которые затем записываются в виде комплексных отсчетов в строки радиоголограммы. С каждой точки снимаемого участка поверхности Земли поступает множество эхо-сигналов, что позволяет получать высокое пространственное разрешение [2].

Моделирование импульсных откликов играет ключевую роль в процессах обработки радиолокационных сигналов. Оно важно для предсказания точности формирования изображений и повышения эффективности работы систем радиолокации. Через моделирование можно точно оценить влияние различных параметров радара на качество изображений, что критически важно для оптимизации работы радиолокационных систем и улучшения их работоспособности.

Основной задачей данной работы является моделирование цифрового представления отраженных радиолокационных сигналов для дальнейшей их обработки и визуализации. При моделировании учитываются следующие параметры радара: скорость изменения частоты импульсов, ширина импульсов, расстояние до объекта, скорость космического аппарата и др. Эти параметры оказывают влияние на точность и разрешающую способность изображений.

В докладе представлены примеры сформированных модельных радиоголограмм.

Библиографический список

1. Егошкин Н.А., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А., Москатиньев А.Э., Занин К.А. Обработка технологий, первичной, вторичной и тематической обработки радиолокационной информации на основе имитационного моделирования процесса функционирования космического РСА // Материалы 7-ой международной научно-технической конференции "К.Э. Циолковский - 160 лет со дня рождения. Космонавтика Радиоэлектроника. Геоинформатика". - Рязань: Рязанск. гос. радиотехн. университет, 2017. - С. 405-408.

2. Цифровая обработка данных радиолокационного зондирования Земли из космоса: учебное пособие / Под ред. В.В. Еремеева, В.А. Ушенкина. - Москва, 2021. – 256 с.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА В ПРОЦЕССЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ**

Е.В. Чекина

Научный руководитель – Головнин О.К. д-р техн. наук, доцент
Самарский государственный медицинский университет

В связи с развитием дорожно-транспортной инфраструктуры и увеличением числа участников дорожного движения приоритетной задачей государства становится обеспечение безопасности на дорогах [1]. С учетом вызовов и результатов цифровой трансформаций в Российской Федерации обеспечение безопасности дорожного движения предполагает использование сквозных цифровых технологий: геоинформационных систем и технологий, систем навигации, систем автоматизированного проектирования на основе комплекса интеллектуальных программ [2].

Разработана цифровая система проектирования схем организации дорожного движения, позволяющая учесть в процессе проектирования данные, поступающие из различных источников. Система реализует геоинформационные технологии и технологий систем поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта. Система позволяет проектировщикам формировать обоснованные решения, исходя из анализа доступных данных. В качестве исходных данных в разработанной системе выступают: интегрированная информация об обследовании улично-дорожной сети с передвигной дорожной лаборатории и центра автоматизированной системы управления дорожным движением, пространственно-временная информация об аварийности, нормы отраслевой нормативно-технической документации. Основу системы составляет искусственная нейронная сеть, обученная на текстах нормативно-правовой документации. Система обеспечивает применение знаний, извлеченных из нормативно-правовой документации, для поддержки принятия решений проектировщиком. Система сопоставляет требования нормативно-правовой документации с текущей конфигурацией улично-дорожной сети и установленными техническими средствами организации дорожного движения, указывает те участки улично-дорожной сети, которые не соответствуют требованиям, предлагает варианты их проектирования на основе типовых проектных решений.

Разработанная система предназначена для применения в проектировочных организациях и дорожных службах, обеспечивая информационную поддержку решений в процессе проектирования.

Библиографический список

1. Султанова Л.М., Батманов Э.З., Мирзаханова Н.Н. Системный анализ эффективности мероприятий по организации и безопасности дорожного движения // Альманах «Крым». – 2022. – №30. – С. 11-18.
2. Головнин О.К. Системный анализ и геоинформационное моделирование объектов и процессов в распределенных системах управления транспортом. – Самара: Инсома-Пресс, 2022. – 175 с.

ПОДАВЛЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛОЖЕНИЯ ХААРА

И.А. Чесных

Научный руководитель – Москвитин А.Э. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

На спутниковых снимках часто возникают импульсные помехи, например, по причине плохой связи с космическим аппаратом. Ставится задача подавить (скорректировать) как можно больше этих помех с минимальной потерей полезной информации.

В качестве одного из вариантов «борьбы» с шумом выбрано разложение изображения вейвлетом Хаара [1] и подавление шума с помощью порогового фильтра на высокочастотных вейвлет-компонентах.

Вейвлет-преобразование Хаара реализовано на языке C++ [2]. Программа обеспечивает разложение на несколько уровней. Для удаления шума на вейвлет-компонентах второго уровня применяется пороговый фильтр, который подавляет все пиксели изображения, значение яркости которых превышает заданную границу.

При программной реализации вейвлет-разложения основная сложность была вызвана необходимостью одновременного сохранения полученных компонент в растровых целочисленных форматах файлов и вещественных значений яркости каждого пикселя в отдельном текстовом файле. Такой механизм позволил после фильтрации выполнить обратное вейвлет-преобразование с минимальными потерями.

На рисунке 1 приведен пример зашумленного спутникового снимка, на рисунке 2 - его вейвлет-преобразование первого уровня, а на рисунке 3 - результат фильтрации.



Рисунок 1 – Пример изображения с импульсным шумом (слева) и результат его фильтрации(справа)

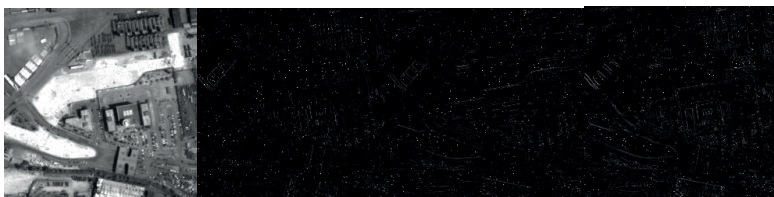


Рисунок 2 – Компоненты первого уровня вейвлет-разложения Хаара

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что алгоритм неплохо справляется с рассредоточенным по всему изображению импульсным шумом. Возможно, качество можно улучшить ещё, подобрав более удачный порог фильтрации. В целом можно считать, что при некоторой доработке вейвлет Хаара в комбинации с пороговым фильтром может стать хорошим инструментом для подавления разного рода помех на изображениях.

Библиографический список

1. Вейвлет-сжатие «на пальцах» [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/articles/168517/> (дата обращения 30.10.2024).
2. И.А. Калмыков, А.А. Ложечкин, А.В. Гапочкин, М.И. Калмыков. Алгоритм вейвлет-преобразования Хаара в конечном поле [Электронный ресурс] URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://s.top-technologies.ru/pdf/2014/11/34765.pdf> (дата обращения 30.10.2024).

Секция 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ОСНОВЫ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ ТИПАМ ПОВЕРХНОСТИ: ТЕОРИТИЧЕСКИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОДЫ

Ал-Хафаджи Исра М. Абдаламир

Научный руководитель – Панов А.В. к.т.н., доцент

МИРЭА – Российский технологический университет

Спецификой республики Ирак при разработке систем навигации для мобильных роботов является поверхность, по которой передвигается робот. Поэтому исследование алгоритмов навигации для мобильных роботов, предназначенных для перемещения по различным типам поверхностей Республики Ирак является актуальной задачей. Особое внимание необходимо уделить адаптивной навигации на сложных и неоднородных рельефах: глина, холмы, ямы, бетонные участки. Целью данного исследования является разработка методов адаптивной навигации для мобильных роботов, которые могут эффективно перемещаться по различным типам поверхностей. Исследование фокусируется на разработке системы, способной анализировать свойства поверхности в режиме реального времени и принимать решения по изменению маршрута. Были использованы законы Беккера для расчёта сопротивления движению на различных поверхностях, что позволило точно рассчитать коэффициенты сопротивления и трения на с учетом свойств почвы. Например: глиняные поверхности требуют пониженной скорости и улучшенного сцепления, чтобы избежать скольжения, бетонные допускают высокоскоростное движение благодаря минимальному сопротивлению.

Для определения типа поверхности применялись свёрточные нейронные сети (CNN), а также сенсоры, такие как лидар и камеры, обеспечивающие сбор данных в реальном времени. Алгоритмы A*, D* и Theta* были использованы для планирования маршрутов с учётом характеристик поверхности и адаптации к изменяющимся условиям. Объекты тестирования проводились как в лабораторных условиях, так и в полевых испытаниях (таблица 1).

Таблица 1 – Краткое описание типов роботов, их основные области применения, преимущества и примеры использования

Тип робота	Основное применение	Преимущества	Примеры применения
Колёсные роботы	Промышленность и логистика	Высокая мобильность и скорость	Склады, производственные цеха
Гусеничные роботы	Военные операции и строительство	Проходимость и устойчивость	Военные миссии, стройплощадки
Шагающие роботы	Научные исследования и спасение	Преодоление сложных препятствий	Спасательные операции
Комбинированные роботы	Сельское хозяйство и логистика	Гибкость и адаптивность	Сельское хозяйство,

Рассмотрим типы роботов и пригодность для местности:

Колесные роботы подходят для плоских поверхностей, обеспечивая высокую

скорость и эффективность. Гусеничные роботы подходят для пересеченной местности и строительных площадок, обеспечивая высокую устойчивость и маневренность. Шагающие роботы разработаны для экстремальных ландшафтов, таких как зоны стихийных бедствий и научные исследования, где присутствуют сложные препятствия. Комбинированные роботы способны переключаться между режимами, что делает их гибкими и адаптивными для различных сред, таких как сельскохозяйственные поля.

Результаты показали, что гибридные роботы продемонстрировали наивысшую адаптивность к изменяющимся условиям поверхности, особенно на холмистой и песчаной местности, где колесные роботы сталкиваются с проблемами проскальзывания. Использование лидарных и визуальных данных с камер позволило роботу своевременно корректировать маршрут и адаптировать скорость в зависимости от сопротивления поверхности. Тесты также показали, что алгоритмы D* и Theta* эффективнее A* на сложных рельефах, требующих постоянной адаптации маршрута. Для оценки производительности различных алгоритмов навигации при работе на разных типах поверхностей приведён сравнительный анализ. Приведенные в Таблице 2 данные показывают эффективность алгоритмов A*, D* и Theta* на пяти типах покрытий — глина, холмы, ямы, дороги и бетонные покрытия.

Таблица 2 – Производительность алгоритмов A, D* и Theta* на различных типах поверхностей

Тип поверхности	Коэффициент трения μ	Эффективность A*	Эффективность D*	Эффективность Theta*
Глина	0.28	Средняя	Высокая	Средняя
Холмы	0.37	Низкая	Высокая	Высокая
Ямы	0.55	Средняя	Высокая	Высокая
Дороги	0.19	Высокая	Средняя	Средняя
Бетонные покрытия	0.10	Высокая	Низкая	Высокая

Эта информация позволяет оценить, как каждый алгоритм справляется с различными условиями и помогает выбрать наиболее подходящий алгоритм для определённых типов поверхностей.

В рамках исследования разработана гибридная навигационная модель, основанная на законах Беккера для оценки сопротивления движению, что улучшает проходимость и оптимизирует траекторию движения роботов. Экспериментальные результаты моделирования подтверждают высокую эффективность предложенной модели, что делает её пригодной для использования в агрессивных и сложных условиях, таких как сельское хозяйство, строительство и спасательные операции.

Библиографический список

1. Kharmanda, G. (2024). "Identification of Uncertainty Cases in Robots with Focus on Additive Manufacturing Technology: A Mini Review." *Journal of Modern Industrial Manufacturing*. Available at: ResearchGate.
2. Li, H., Huang, K., Sun, Y., Lei, X., Yuan, Q., & Zhang, J. (2024). "An Autonomous Navigation Method for Orchard Mobile Robots Based on Octree 3D Point Cloud Optimization." SSRN. Available at: SSRN.
3. Jiang, X., Kuroiwa, T., Zhang, H., Yoshida, T., & Sun, L. F. (2024). "Enhanced Mobile Robot Odometry with Error Kalman Filtering Incorporating 3D Point Cloud Intensity." *IEEE Explore*. Available at: IEEE.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ

В.С. Астапов

Научный руководитель – Муртазов А.К. д-р техн. наук, профессор.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

На сегодняшний момент ни одно машиностроительное предприятие не может обойтись без использования металлорежущего оборудования, такого как станок с ЧПУ. Данные изделия являются наукоемкими машинами машиностроительного комплекса оборудования, что влечет за собой сбои в работе как оборудования, так и программной составляющей станка с численно программным управлением. Немаловажной составляющей для эффективности и точности обработки деталей является инструмент и траектория фрезерования, что при правильном подходе способно уменьшить время обработки, а также увеличить долговечность как используемого инструмента, так и оборудования.

В настоящей работе рассмотрена такая программа как WINNUM используемая для мониторинга, анализа станочного оборудования с программным управлением. Выполняющая такие функции как управления простоями, контроль полезной работы, мониторинг станков, контроль качества управляющих программ и тд [1].

По средствам данной программы были подобраны оптимальные режимы резания и траектория для "корпуса", изготовленного из материала АМГб, что позволило уменьшить износ инструмента, а также уменьшило калькуляционное время на производство данного изделия, что является одной из главных составляющих на производстве.

Также был проведен анализ влияния траектории фрезерования на износостойкость режущего инструмента и оборудования в целом [2], где описываются основные факторы, влияющие на их износ. Описание траекторий фрезерования и нагрузки на режущую кромку инструмента при врезании.

В дальнейшем планируется при помощи программы WINNUM уменьшить количество выходов из строя оборудования и инструмента определив оптимальную траекторию фрезерования.

Библиографический список

1. Г.А. Околович, Т.Г. Шарикова, Е.В. Петрова. Повышение долговечности инструмента в условиях взаимного влияния износа и усталости стали// Ползуновский вестник 2015 - №2 - С.33-35.

2. М.Д. Урманов, Р.К. Насыбуллин, Р.А. Биктимиров, Р.М. Хусаинов. Оценка применимости модуля IMACHINING на производстве// Иркутский государственный университет путей и сообщения. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование №1(57) - 2018. С. 41-49.

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО ДЕТЕКТОРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

П.В. Астахов, Г.А. Завалишин, В.С. Муравьев
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»
АО «ПО «УОМЗ»

При решении задач обнаружения объектов, часто отсутствует необходимая априорная информация об объекте, фоне и помехах, поэтому модельные методы не всегда применимы. Характер решаемой задачи локализации надводных объектов предполагает высокую динамику фоновой составляющей и большую вариабельность размеров и ракурсов наблюдения объектов.

Развитие вычислительных средств и новых аппаратных архитектур позволило применить новые подходы, основанные на нейронных сетях. Данные методы позволяют выделить значимую признаковую информацию и настроить классификатор на этапе обучения, но требуют создания датасета, содержащего разнообразные и некоррелированные изображения объектов и фона при возможных геометрических и яркостных искажениях.

Нейронные сети неплохо обрабатывают большие наборы данных и эффективно обучаются на графических процессорах за счёт распараллеливания вычислений. В настоящее время широкое распространение получили детекторы объектов серии Yolo [1]. Новые версии архитектуры Yolo хорошо масштабируются и являются своеобразным конструктором, позволяющим построить новую сеть из программной библиотеки блоков. При выборе направления исследования логичным видится использование данных преимуществ нейросетевой архитектуры. Хорошо изучена структура сети Yolo восьмой версии [1], поэтому она была выбрана в качестве детектора объектов.

При выполнении исследований вычислялись значения частот правильной локализации P_T и ложных тревог P_{FA} , которые усреднялись для всех сюжетов. Также усреднялись уровни достоверности C_f , вычисляемые нейронной сетью. Дополнительно оценивалось качество распознавания на основе оценки частоты правильной классификации P_{CL} .

При проведении исследований выбирались несколько видеосюжетов, содержащих изображения катеров и лодок, суммарной продолжительностью 12 638 кадров. С учетом требований к быстродействию и объему памяти исследовались сети с числом параметров не более 3,2М параметров. На первом этапе проверялась работа базовой версии сети Yolo8 nano (таблица 1, Yolo8n_base).

Таблица 1 – Результаты, полученные для модели Yolo8 nano с разными параметрами обучения

Модель	P_T , %	P_{FA} , %	P_{CL} , %	C_f
Yolo8n_base	34,6	42,8	33,5	0,33
Yolo8n_F15	51	14,7	47,1	0,48
Yolo8n_F10	60,4	2,5	81,3	0,5
Yolo8n_F10_np	64	4,3	93,5	0,51

Результаты оказались неудовлетворительными, а на графике функции потерь присутствовали следы переобучения модели. Для сокращения числа обучаемых параметров сеть обучалась с использованием трансферного обучения. Результаты

моделей Yolo8n_10, Yolo8n_F15 при «заморозке» соответственно первых 10 и 15 слоев также приведены в таблице 1.

Для улучшения обобщения увеличивалось значение L2-регуляризатора (до 0,0005) и настраивались значения параметров расширения (аугментации) выборки. Полученные результаты для модели Yolo8n_F10_пр приведены в таблице 1. Выбранные параметры расширения выборки и коэффициенты у функции потерь в дальнейшем не менялись.

Затем модель подвергалась модификации с добавлением модулей внимания [2-4]. Подобные механизмы позволяют более избирательно обрабатывать визуальную информацию путем увеличения приоритета признаков, лучше описывающих объект на изображении. Дополнительно блоки конкатенации менялись на блоки взвешенной конкатенации, изменяемые в процессе обучения. Исследовалось влияние модулей внимания EMA, ECA, CBAM, SA, которые добавлялись перед выходными слоями сети на точность обнаружения. Число замороженных слоев равно 13. Результаты тестовых прогонов моделей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты, полученные для моделей с добавлением блоков внимания

Модель	P_T , %	P_{FA} , %	P_{CD} , %	C_f
Yolo8n_EMA_cat	83,6	3,9	94,1	0,44
Yolo8n_CBAM_cat	80,6	18,2	98,3	0,46
Yolo8n_SA_cat	77,5	3,8	93,1	0,48
Yolo8n_ECA_cat	85,7	5,1	81,6	0,42

Заметно лучший результат на тестовой выборке обеспечила сеть с модулем внимания EMA[2]. В дальнейшем планируется расширить обучающую выборку и провести исследования на сети с увеличенным числом головных слоев. Предполагается, что это улучшит качество обнаружения и локализации малоразмерных объектов.

Библиографический список

1. Terven J., Córdova-Esparza D.M., Romero-González J.A. A comprehensive review of YOLO architectures in computer vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS // Machine Learning and Knowledge Extraction.– 2023.– Vol.5.– №4.– pp.1680-1716.
2. Ouyang D. et al. Efficient multi-scale attention module with cross-spatial learning // Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP).– 2023.– 5p.
3. Wang Q. et al. ECA-Net: Efficient channel attention for deep convolutional neural networks // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).– 2020.– pp.11534-11542.
4. Zhang Q.L., Yang Y.B. SA-Net: Shuffle attention for deep convolutional neural networks // Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP).– 2021.– pp.2235-2239.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ТОЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАНОВ

А.А. Батистова

Научный руководитель – Сосулин Ю.А. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина»**

Планирование эксперимента — это процедура выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

От правильного выбора плана проведения целенаправленного эксперимента (в особенности, если объект сложный) в первую очередь зависит успех дальнейших исследований. Правильно выбранный план позволяет не только уменьшить объем исследований, но и минимизировать влияние на их результат неучтенных или неконтролируемых факторов.

В зависимости от целей экспериментально-статистического исследования, вида регрессионной модели, имеющихся в распоряжении ресурсов, используются различные критерии оптимальности экспериментальных планов. Критерием оптимальности, обеспечивающим наибольшую точность получаемого регрессионного уравнения, является критерий D-оптимальности. Этот критерий требует максимизации определителя информационной матрицы или минимизации определителя дисперсионно-ковариационной матрицы плана.

Для практической реализации всегда используются точные D-оптимальные планы, то есть планы, оптимальные при заданном числе наблюдений N . Однако прямой поиск такого плана сопряжен с большими вычислительными затратами. Поэтому гораздо выгоднее использовать соответствующий непрерывный план и выполнить его округление до заданного числа наблюдений. В результате может быть получен план, близкий к оптимальному, при минимуме затрат на его построение.

Если требуемый точный план должен содержать число точек N , меньшее числа точек спектра соответствующего непрерывного D-оптимального плана ϵ^* , то для его построения может быть предложена следующая процедура.

1. Задается произвольная выборка объема N из спектра плана ϵ^* , т.е. формируется начальный N – точечный план ϵ_N^0 с информационной матрицей $M(\epsilon_N^0)$. При этом множество точек спектра непрерывного плана оказывается разбитым на два подмножества: $x_i, i=1,2,\dots,N$, составившие начальный план ϵ_N^0 и $x_j, j=N+1, N+2, \dots, n$, не вошедшие в него.

2. Каждая точка $x_i, i=1,2,\dots,N$ начального плана ϵ_N^0 последовательно заменяется на одну из оставшихся $n-N$ точек $x_j, j=N+1, N+2, \dots, n$ спектра плана ϵ^* . Для этого из начального плана ϵ_N^0 отбрасывается одна из точек $x_i, i=1,2,\dots,N$ и формируется план ϵ_{N-1}^0 с информационной матрицей $M(\epsilon_{N-1}^0)$. Далее в полученный план ϵ_{N-1}^0 поочередно добавляются точки из подмножества $x_j, j=N+1, N+2, \dots, n$. После каждой такой замены вычисляется определитель получаемой информационной матрицы

3. Точка x_j^* , дающая максимальное значение определителя, окончательно включается в план ϵ_{N-1}^0 и получается план ϵ_N^1 с информационной матрицей $M(\epsilon_N^1)$.

4. Действия пунктов 2 и 3 повторяются с полученным на предыдущих этапах планом ϵ_N до тех пор, пока происходит увеличение определителя информационной матрицы.

5. Останов по предлагаемой процедуре построения точного экспериментального плана, близкого к D-оптимальному, выполняется после полного перебора всех точек исходного плана.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ НАТЕКАНИЯ СТРУИ РАСПЛАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ. ЧТЕНИЕ ДАННЫХ ПОТОКА RTSP-КАМЕРЫ

Е.А. Благодаров

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Разработка системы программного обеспечения, контролирующей точку натекания струи расплава при производстве минеральной ваты, играет решающую роль в оптимизации процесса производства. Автоматизация контроля и управления струей расплава позволяет добиться повышения качества и эффективности производства минеральной ваты, что в конечном итоге приводит к улучшению ее свойств и снижению затрат.

ПО системы контроля натекания струи расплава при производстве минеральной ваты должно получать информацию с камеры, направленной на струю расплава. Для передачи изображения используется протокол RTSP (кодек H.264).

RTSP (Real Time Streaming Protocol) – это протокол, используемый для управления потоковой передачей мультимедиа в реальном времени. Он не занимается самим потоком данных, а только управляет им, предоставляя команды для:

Начало и остановка потока: RTSP-клиент отправляет команды "Play", "Pause", "Resume" и "Teardown" серверу, чтобы управлять передачей данных.

Управление потоком: Можно задать скорость воспроизведения, позицию в потоке и другие параметры.

Последовательность передачи данных с камеры:

1. Запрос на установление соединения: RTSP-клиент (например, видеоплеер) отправляет запрос серверу (камере) на установление соединения.

2. Аутентификация: сервер может запросить аутентификацию, чтобы разрешить доступ к потоку.

3. Получение описания потока: RTSP-клиент запрашивает описание потока, включая доступные кодеки, разрешение и другие параметры.

4. Начало потока: клиент отправляет команду "Play", чтобы запустить передачу видеоданных.

5. Передача данных: данные передаются через другой протокол, обычно RTP (Real-time Transport Protocol). RTP обеспечивает доставку аудио- и видеоданных в реальном времени, но сам не управляет потоком.

6. Управление потоком: RTSP-клиент отправляет команды для управления потоком (остановка, пауза, перемотка).

7. Закрытие соединения: клиент отправляет команду "Teardown", чтобы закрыть соединение с сервером.

Основная задача системы — это обработка видеопотока для анализа положения струи расплава. В методе `processFrame` класса `CameraProviderWgt` осуществляется обработка каждого кадра:

Пример реализации:

```
void CameraProviderWgt::processFrame(const QVideoFrame &frame){
    if (elapsedTimer_.elapsed() < 30) {
        return;
    }
}
```

```

QVideoFrame cloneFrame(frame);
cloneFrame.map(QAbstractVideoBuffer::ReadOnly);
int width = frame.width();
int height = frame.height();
uchar *s = cloneFrame.bits();
// Обработка цвета и яркости
for (int i = 0; i < maxI; i+=4){
    blue = s[i];
    green = s[i + 1];
    red = s[i + 2];
    // Применение формулы для преобразования в оттенок серого
    gr = red * 0.3 + green * 0.59 + blue * 0.11;
    // Коррекция яркости
    gr += brightnessOffset_;
    // Ограничение значений
    if (gr < 0) { gr = 0; } else if (gr > 255) { gr = 255; }
    // Применение контрастности
    if (contrastIndex >= 0) {
        gr = contrastMassiv_[10 * gr + contrastIndex];
    }
}

```

Камера закодирует видеоданные в выбранный кодек (например, H.264) и отправляет их серверу RTSP.

Сервер RTSP принимает данные от камеры и управляет их передачей клиентам. Он отвечает на RTSP-запросы от клиентов, например, для запуска или остановки потока.

Клиент отправляет RTSP-запросы серверу, чтобы начать просмотр видеопотока. Он также принимает видеоданные от сервера через RTP и декодирует их для воспроизведения.

Библиографический список

1. К.Э. Горяйнов, С.К. Горяйнова Технология теплоизоляционных материалов и изделий. - М.: Стройиздат: 1982, 376 с.
2. Джон Смит, Мэри Джонс RTSP: Протокол потоковой передачи в реальном времени, Технологии будущего, 2023. 450 с.

ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА СВЯЗИ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ С КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

А.А. Бойков

Научный руководитель – Паршин А.Ю. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Развитие технологий в современном мире идет быстрыми темпами, и промышленность не является исключением. Одной из ключевых технологий, обеспечивающих эффективное функционирование производственных процессов, является организация радиосвязи в сети контрольно-измерительных приборов. Предлагается рассмотреть организацию беспроводного сбора данных с

измерительных приборов, установленных в различных типах местности. Для более подробного изучения было решено взять за основу модель канала связи в лесу [1].

Модель канала связи в лесу, когда распространение радиоволн ограничивается растительностью, основывается на том, что растительность в лесу может значительно влиять на прохождение радиоволн и создавать дополнительные помехи и потери сигнала. Основные потери L в таком случае можно рассчитать по формуле [2,3]

$$L = 32,4 + 20 \lg(d) + L_m (e^{-d\gamma/L_m})$$

где d - длина участка трассы (м);

L_m - максимальное ослабление для одного терминала при определенном типе и глубине растительности;

γ - погонное ослабление для коротких трасс, проходящих через растительный массив (дБ/м).

Достоинства модели канала связи в лесу:

- модель учитывает особенности распространения радиоволн в лесу, что позволяет получить более точные прогнозы и оценки качества связи в таких условиях;
- модель может быть использована при проектировании систем связи в лесных районах для оптимизации параметров передачи данных и выбора оптимальных частот и мощности передатчика;
- модель помогает понять, как растительность влияет на прохождение радиоволн и какие факторы следует учитывать при планировании связи в лесу.

Недостатки модели канала связи в лесу:

- учет множества факторов, таких как тип растительности, ее плотность, доплеровский эффект и другие, может сделать модель сложной и требующей большого количества вычислений;
- растительность в лесу может быть очень разнообразной и неоднородной, что затрудняет точное моделирование ее влияния на радиосвязь;
- модель может быть ограничена определенными типами лесов или условиями, и ее результаты могут не всегда точно соответствовать реальным данным.

В ходе данной работы было проведено моделирование каналов связи с целью определения допустимых расстояний между приемной и передающей антеннами в различных условиях.

Первый вариант рассматривает прохождение радиоволны от передающей антенны к приемной в условиях, когда передатчик находится вне леса, а приемник – на некотором расстоянии, в лесу (рисунок 1).

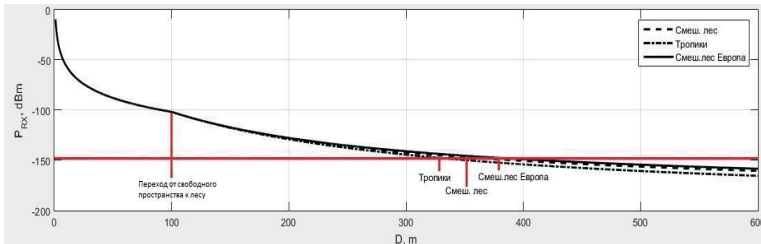


Рисунок 1

Основные потери в свободном пространстве рассчитывались по формуле [2]

$$L = L_m (1 - e^{-d\gamma/L_m})$$

Второй вариант предполагает прохождение радиоволны от передающей антенны к приемной в условиях, когда передатчик и приемник находятся в лесу (рисунок 2).

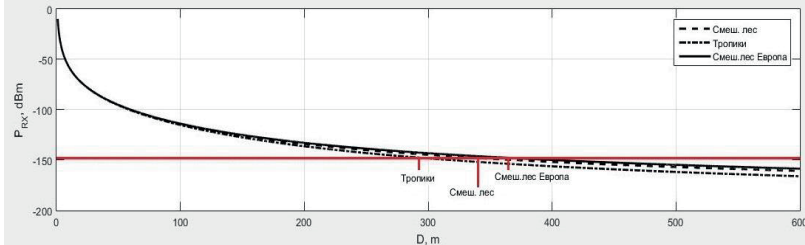


Рисунок 2

Для рассмотрения были выбраны модели канала связи в лесу такие как смешанный лес, тропики и смешанный лес в Европе. Дополнительно на графиках указан уровень чувствительности приемных устройств системы сбора данных по стандарту LoRaWAN, равный -148 дБм и допустимые расстояния, на которых сигнал переходит уровень чувствительности приемных устройств для каждой модели

По результатам моделирования было подтверждено значительное затухание сигнала в лесной местности, а также определены допустимы расстояния организации связи в различных видах леса.

Библиографический список

1. Кубанов В.П. Влияние окружающей среды на распространение радиоволн. - Самара: ПГУТИ, 2013. – 92 с.
2. Рекомендация МСЭ-R P.833-9 Ослабление сигналов растительностью. - Международный союз электросвязи, 2016. – 30 с.
3. Рекомендация МСЭ-R P.1411-3 «Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования для планирования наружных систем ближней радиосвязи и локальных радиосетей в диапазоне частот от 300 МГц до 100 ГГц»

МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

А.Ю. Ефремова

Научный руководитель – Алефиренко В.М. к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Наряду с аппаратными методами защиты информации от несанкционированного использования, в инфокоммуникационных технологиях активно используются криптографические методы защиты данных.

Шифрование – это совокупность методов, используемых для защиты информации от несанкционированного доступа путем преобразования исходных данных в другой их вид, который можно прочесть с помощью соответствующего ключа дешифрования [1].

В шифровании информацию разделяют на «открытый текст», означающий, что информация представлена в первоначальном виде, и «зашифрованный текст», обозначающий уже зашифрованную информацию. Существуют различные методы

шифрования, используемые для защиты данных, хранящихся на устройстве или отправляемых по сети [2].

Методы шифрования могут классифицироваться по различным признакам: по типу ключа, по типу данных, по способу применения, по алгоритму и по критерию безопасности.

Первый параметр, на основе которого классифицируют методы шифрования – это тип ключа. Криптографические ключи являются центральными элементами операций шифрования и дешифрования.

Ключ – это часть переменных данных, передающихся в качестве входных в алгоритм шифрования для выполнения одной такой операции. По типу ключа шифрование делится на симметричное и асимметричное [3, 4].

В симметричном шифровании используется один уникальный ключ как для операций шифрования, так и для операций дешифрования.

В случае с асимметричным шифрованием используется пара ключей, называемых публичным и приватным.

Также методы шифрования классифицируют по типу данных на блочное и потоковое [5].

Блочное шифрование представляет собой разновидность симметричного шифрования с разделением информации на блоки, которые, впоследствии преобразования с использованием ключа, обрабатываются по несколько байт за одну итерацию.

Преобразование проходит по принципам рассеивания и перемешивания. Рассеивание, изменяя знаки незашифрованной информации или ключа, позволяет скрыть статистические свойства «открытого текста». Перемешивание путем различных преобразований затрудняет получение статистических зависимостей между шифром и «открытым текстом».

Потоковое шифрование – это симметричный тип шифрования, где каждый элемент открытого текста переводится в зашифрованный вид, в зависимости от применяемого ключа и его позиции в текстовом потоке.

Принцип потокового шифрования можно описать следующим образом: генератор случайных чисел выдает числовые последовательности, последняя из которых накладывается на шифруемую информацию с применением операции «исключающее ИЛИ», что приводит к получению уже зашифрованных данных.

По способу применения шифрование разделяют на шифрование на уровне сети, шифрование на уровне приложений и шифрование файлов [4].

Шифрование на уровне сети выполняет функции защиты данных, передаваемых по сети, шифрование на уровне приложения – защиты данных приложений; шифрование файлов – защиты файлов или папок.

Еще одним параметром разделения видов шифрования является алгоритм. По алгоритму шифрование разделяют на статистическое и хэш-функции [6].

Статическое шифрование – это метод, при котором данные шифруются с использованием фиксированного ключа, который не изменяется в процессе шифрования. Это означает, что одна и та же информация зашифровывается в один и тот же результат, при использовании одного и того же ключа.

Хэш-функции – это совокупность математических функций, преобразующих входные данные произвольной длины в данные фиксированного размера. Среди основных параметров хэш-функций выделяют: определенность, фиксированный размер выходных данных, устойчивость к коллизиям, непредсказуемость и однонаправленность.

Шифрование также классифицируют по критерию безопасности, выделяя две группы: классическое и квантовое шифрование.

Классическое шифрование – это совокупность методов шифрования, имеющая простую математическую структуру и основанная на понятиях замены и перестановки данных. Среди наиболее используемых шифров выделяют шифры подстановки, шифры перестановки и шифры с использованием ключа [1-4].

Квантовое шифрование – это метод защиты информации, основанный на использовании квантовых битов для передачи информации, что обеспечивает высокий уровень безопасности [7]. Для квантового шифрования характерны следующие принципы: квантовая суперпозиция, принцип неопределенности и квантовая запутанность. Наиболее известный протокол квантового шифрования (BB84) основан на поляризации фотонов для передачи ключей.

Исходя из множества методов шифрования можно сделать вывод, что выбрать наиболее подходящий можно лишь исходя из поставленной задачи.

Библиографический список

1. Шифрование и расшифровка данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/seccrypto/data-encryption-and-decryption>. – Дата доступа: 24.10.2024.

2. Кристоалгоритмы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/336578/>. – Дата доступа: 24.10.2024.

3. Криптографические ключи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/seccrypto/cryptographic-keys>. – Дата доступа: 24.10.2024.

4. С.Бернет, С. Пэйн. Криптография. Официальное руководство RSA Security. – М.:Бином-Пресс, 2002г. –384 с.

5. Отличия блочных шифров от потоковых [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chinapads.ru/cs/potochnyyi-shifrosnovnyie-otlichiya-potochnyih-shifrov-ot-blochnyih>. – Дата доступа: 24.10.2024

6. Левин В. Ю. О повышении криптостойкости направленных хеш-функций – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова 2010г. –203-212 с.

7. Квантовая криптография [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/530362/>. – Дата доступа: 24.10.2024.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Н.М. Маркин

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современном производственном процессе автоматизированные системы контроля за климатическим оборудованием играют значительную роль в обеспечении стабильных условий для работы оборудования и поддержания качества продукции. С течением времени, когда требования к производственным стандартам становятся всё более строгими, необходимость в таких системах возрастает.

Автоматизированные системы контроля климатического оборудования позволяют оперативно и эффективно управлять параметрами, такими как температура,

влажность и давление, что критически важно для обеспечения нормального функционирования производственных процессов. Системы контроля помогают минимизировать риски, связанные с изменениями климата, а также снижают затраты на энергоресурсы и предотвращают поломки оборудования.

Для реализации таких систем часто используются современные программные решения, позволяющие детализировать и комплексно моделировать управление климатом на производстве. Одним из подходов является применение языков высокого уровня для реализации алгоритмов управления и визуализации данных об окружающей среде.

Кроме того, автоматизированные системы контроля базируются на интеграции различных датчиков, которые обеспечивают непрерывный мониторинг состояния климатического оборудования. Данные с датчиков обрабатываются и визуализируются с помощью специального программного обеспечения, что позволяет вовремя реагировать на любые отклонения от заданных параметров. Это, в свою очередь, гарантирует высокое качество продукции и сохранение ресурсов [1].

При разработке автоматизированной системы контроля климатического оборудования на производстве необходимо учитывать ряд технических особенностей. Одной из важных задач является выбор подходящих сенсоров и датчиков для надежного мониторинга параметров воздуха, температуры и влажности.

Также важную роль играют протоколы и алгоритмы работы данной системы. Одним из популярных алгоритмов для подобных систем является - Алгоритм PID (пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор) — это механизм контура управления на основе обратной связи, используемый для управления машинами и процессами, требующими непрерывного контроля и автоматической регулировки.

PID-регулятор автоматически сравнивает желаемое целевое значение с фактическим значением системы. Разница между этими двумя значениями называется значением ошибки. Затем регулятор автоматически применяет корректирующие действия для приведения технологической переменной к тому же значению, что и желаемое, используя три метода:

Пропорциональный компонент (P) реагирует на текущее значение ошибки, выдавая выходной сигнал, прямо пропорциональный величине ошибки. Это обеспечивает немедленную коррекцию в зависимости от того, насколько далеко система находится от желаемого заданного значения.

Интегральный компонент (I) учитывает совокупную сумму прошлых ошибок для устранения любых остаточных установившихся ошибок, которые сохраняются с течением времени.

Производный компонент (D) предсказывает будущую ошибку путём оценки скорости изменения ошибки, что помогает смягчить перерегулирование и повысить стабильность системы, особенно когда система претерпевает быстрые изменения.

PID-регуляторы используются в большинстве приложений автоматического управления процессами в промышленности. Они могут регулировать расход, температуру, давление, уровень и многие другие параметры производственных процессов [2].

К плюсам данного алгоритма можно отнести простоту реализации, широкую область применения и гибкость настройки. К минусам же относятся то что нет возможности прогнозировать будущие изменения так как алгоритм работает только с фактическим и желаемым значениями.

Что касается протоколов, используемых в системах автоматизированного контроля популярным, является протокол Modbus. Это открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий — ведомый (master-slave). Широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Основными функциями этого протокола являются: чтение и запись полей данных, которые называются регистрами. Так можно контролировать, настраивать устройства. Протокол Modbus используется в простых системах мониторинга и в сложных схемах управления автоматизированного производства. Он позволяет оперативно реагировать на изменения рабочих параметров [3].

К плюсам данного алгоритма можно отнести: простоту проектирования и строительства сети на любом объекте, наличие открытого исходного кода, совместимость с оборудованием различных производителей, нетребовательность к ресурсам. Что касается отрицательных качеств то к ним относятся: возможность назначения только одного мастера и низкий уровень защиты от несанкционированного доступа.

Создание автоматизированной системы контроля климатического оборудования на производстве представляет собой важный и сложный шаг к повышению эффективности работы. Такой инструмент позволит более оперативно реагировать на изменения в температуре, влажности и прочих климатических условиях, что, в конечном итоге, значительно повысит продуктивность производственного процесса.

Библиографический список

1. Шпак, В.Ф. Введение в промышленную автоматизацию: основы и современные методы. – М.: Инфра-М, 2017. - 450 с.
2. Wescott, Tim. "PID Without a PhD." *Embedded Systems Programming*, vol. 26, no. 5, May 2008, pp. 52-59. Перевод на русский язык: [Ботов А.А.] (2008).
3. Калашников, С.В. Протоколы передачи данных в системах автоматизации: Modbus, Profibus, CAN и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. - 320 с.

КВАНТОВО-ИНСПИРИРОВАННОЕ МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.В. Масленников

МИРЭА – Российский технологический университет

Автоматизация деятельности предприятия представляет собой ключевое направление современного развития всех отраслей промышленности, сельского хозяйства и строительства. Главной составляющей процесса автоматизации является автоматизированная система управления технологическими процессами (далее – АСУ ТП). АСУ ТП как комплекс аппаратных и программных средств обеспечивает значительное сокращение расхода электроэнергии, повышение эффективности и безопасности производства, а также снижение вероятности возникновения ошибок по причине «человеческого фактора».

В соответствии с типовой структурой АСУ ТП [1] на нижнем уровне располагаются контрольно-измерительные приборы и исполнительные механизмы. Здесь осуществляется сбор информации о физических параметрах системы и ходе выполнения технологических процессов, преобразование информации в электрические сигналы с их последующей передачей на средний уровень АСУ ТП.

Основной элемент среднего уровня – программируемый логический контроллер (далее – ПЛК), получающий информацию с контрольно-измерительных приборов, механизмов и выдающий команды управления, определяемые программами и алгоритмами управления, на устройства управления технологическими процессами.

Логическим развитием ПЛК является универсальный контроллер с искусственным интеллектом [2], позволяющий обрабатывать информацию на уровне АСУ ТП в режиме реального времени. Такой контроллер предоставляет возможность быстро и точно обнаруживать отклонения в работе производственного оборудования, а также выдавать корректирующие управляющие воздействия с периодичностью порядка десятков микросекунд. Кроме диагностической функции данный ПЛК позволяет избежать дефектов качества выпускаемой продукции, которые могут возникать на высокоскоростных производственных линиях спустя короткое время.

Предлагается альтернативная реализация модуля искусственного интеллекта на ПЛК, основывающаяся на использовании квантово-инспирированного машинного обучения [3]. Такой подход представляет собой интеграцию концепций квантовых вычислений и традиционных алгоритмов машинного обучения на базе классического аппаратного обеспечения. За счёт использования концепций и принципов квантовых вычислений посредством имитации кубитов [4], данное внедрение позволит существенно снизить нагрузку на процессор ПЛК, многократно увеличить скорость обработки информации, поступающей с нижнего уровня АСУ ТП, а также прогнозировать факт появления и время наступления возможных отклонений в функционировании производственного оборудования с высокой точностью.

Библиографический список

1. Архитектура типовой системы автоматизации технологических процессов на базе отечественных СВТ и ПО / М. С. Аристов, А. И. Грюнталь, Я. А. Зотов [и др.] // Труды научно-исследовательского института системных исследований Российской академии наук. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 64-67. – DOI 10.25682/NIISI.2023.4.0007. – EDN DVODI].
2. Универсальный машинный контроллер с искусственным интеллектом [Электронный ресурс]. – URL: <https://isup.ru/articles/4/13954/> – Дата обращения: 03.10.2024.
3. Huynh, Larry & Hong, Jin & Mian, Ajmal & Suzuki, Hajime & Wu, Yanqiu & Camtepe, Seyit. (2023). Quantum-Inspired Machine Learning: a Survey. 10.48550/arXiv.2308.11269.
4. Масленников, В. В. Модификация квантово-инспирированного генетического алгоритма численной оптимизации с использованием кудита в условиях имитации квантовой декогеренции / В. В. Масленников, Л. А. Демидова // Computational Nanotechnology. – 2024. – Т. 11, № 2. – С. 58-85. – DOI 10.33693/2313-223X-2024-11-2-58-85. – EDN MRWGYA.

МЕТОДИКА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ SCADA ЗА ЭНЕРГООБЪЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ РАЙОННОГО ЭНЕРГОУЗЛА

А.В. Микулич

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В статье рассматриваются основные задачи, решаемые SCADA-системами по управлению технологическим процессом на энергообъектах, основные компоненты, архитектура, а также уязвимость системы.

Одной из проблем построения «Умных электрических сетей» является территориальное распределение объектов системы и отсутствие единой архитектуры, организация сбора различной технологической информации, а также защищённость каналов передачи этой информации на верхний уровень. Оптимизация архитектуры и применение более современных устройств нижнего уровня, использующих более современные протоколы обмена информацией таких как IEC 61850 и IEC60870-5-104, а также применение технологии WiMAX и MPLSTP для каналообразующего оборудования позволяет улучшить управляемость и безопасность энергообъектов.

Автором предлагается пример построения автоматизированной системы управления энергообъектами с применением современных технологий обмена информацией на базе районной электросетевой организации.

Современная распределительная электрическая сеть должна представлять собой единую автоматизированную систему, которая позволяет в реальном времени отслеживать и контролировать режимы работы всех участников процесса выработки, передачи и потребления электроэнергии, обеспечивая бесперебойное электроснабжение потребителей с максимальной экономической эффективностью при минимальном влиянии человеческого фактора.

Применение SCADA-систем в энергетике позволяют ускорить работы по ликвидации нарушений и предотвратить сбои в нормальном режиме работы энергосистемы, повысить надёжность и устойчивость работы энергосистемы за счет наличия полной и оперативной информации о работе технологического оборудования.

SCADA-системы обеспечивают выполнение следующих задач [1, 2]:

- прием информации о контролируемых технологических параметрах от контроллеров нижних уровней и датчиков;
- сохранение принятой информации в архивах;
- обработка принятой информации;
- графическое представление хода технологического процесса, а также принятой и архивной информации в удобной для восприятия форме;
- прием команд оператора и передача их в адрес контроллеров нижних уровней и исполнительных механизмов;
- регистрация событий, связанных с контролируемым технологическим процессом и действиями персонала, ответственного за эксплуатацию и обслуживание системы;
- оповещение эксплуатационного и обслуживающего персонала об обнаруженных аварийных событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСДУ с регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях;
- формирование сводок и других отчетных документов на основе архивной информации;
- обмен информацией с автоматизированной системой управления предприятием;

– непосредственное автоматическое управление технологическим процессом в соответствии с заданными алгоритмами.

SCADA система имеет трехуровневую структуру исполнительных средств:

– *нижний уровень* – выполнение коммутации (обмен информацией) между терминалами защит, фильтрация, первичная обработка и концентрация этой информации для последующей передачи на сервер системы (средний уровень). Также, проводится обработка и фильтрация управляющих воздействий, поступающих с верхнего уровня системы;

– *средний уровень* – представляет собой сервер, который служит для обмена информацией с нижними уровнями, её обработки, хранения и архивировании, а также, для передачи информации по требованию различных подсистем объекта при решении конкретных задач;

– *верхний уровень* – представлен комплексом технических средств (ПК, локальная сеть и др.), который служит для достаточного отображения необходимой технологической информации о режимах работы объектов и для управления объектами.

Организация построения автоматизированной системы диспетчерского управления предприятия районного энергоузла в Республике Беларусь первоначально строилась на SCADA «АИС АСДУ» с использованием разнесённого серверного оборудования, арендуемых каналов сбора данных либо каналов с малой пропускной способностью, а также, в основном, оборудованием нижнего уровня с открытыми протоколами обмена Modbus.

Данная автоматизированная система устарела и несет большой спектр рисков, влияющих на оперативность управления, а также безопасность энергообъектов, имеет зависимость от оборудования сторонних организаций с арендуемой технологической сетью VPN.

Для устранения рисков и повышения, как информационной, так и общей объектовой безопасности применяется ряд мер по модернизации автоматизированной системы управления энергообъектами.

На самих энерго объектах, при реконструкциях проектами предусматривается внедрение оборудования управления с возможностью опроса по протоколам IEC 61850 и IEC60870-5-103/104, что позволит создать на подстанциях систему мониторинга, включённую в защищённую технологическую подсеть предприятия. Протоколы IEC 61850 и IEC60870-5-103/104 обеспечивают достаточно высокую функциональность при решении задач телеуправления, телесигнализации и телеизмерений, интеграции данных устройств в системы управления. В отличие от Modbus они позволяют также осуществлять спорадическую передачу данных с устройств [3].

Так же необходимо построение каналобразующей сети. Наилучшим вариантом для решения данной задачи является технология WiMAX. Она представляет собой совокупность беспроводного и базового (опорного) сегментов. Базовый сегмент – это все, что не относится к радиосети, т.е. связь базовых станций друг с другом. Базовый сегмент основывается на IP-протоколах и стандартах Ethernet (IEEE 802.3). Архитектура WiMAX-сети обеспечивает независимость архитектуры сети доступа, включая радиосеть, от функций и структуры транспортной IP-сети. Сеть WiMAX легко масштабируется и изменяется. Масштабируемость и гибкость возможна по таким эксплуатационным параметрам, как число абонентов, географическая протяженность зоны покрытия, частотные диапазоны, топология сети [4]. На рисунке представлен пример построения системы АСДУ предприятия.

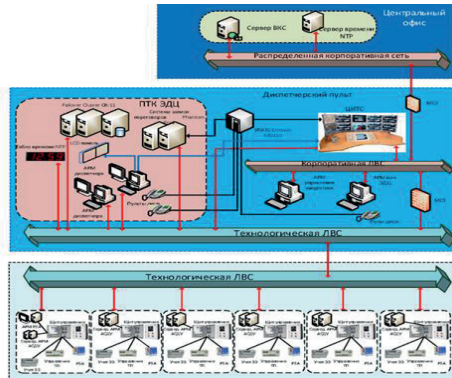


Рисунок – Пример построения системы АСДУ предприятия

Применение данных технологических решений позволяет перевести энергообъект в класс цифрового объекта, что дает возможным реализовывать постоянное видеонаблюдение за объектами для контроля за действиями оперативного персонала и повысить их периметральную безопасность. Целесообразно задействовать более современные SCADA системы, позволяющие взаимодействовать с внутреобъектовыми системами мониторинга нижнего уровня и верхними уровнями регистрации, хранения, отображения технологической информации и управления объектами.

Библиографический список

1. Погонин В. А., Леонов А. Н. Построение интегрированных систем управления распределительных электросетей // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2015. Т. 14. № 3. С. 468-472.
2. Гикинская А. Е., Любарский Ю. Л. Автоматический анализ топологии схем электрических сетей в АСДУ энергообъединениями // Электрические станции. 2003. № 11. С. 22-26.
3. Кузьмин П.С. Интеллектуальные системы учета электроэнергии: эмпирический анализ факторов восприятия технологии. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2021;12(1):8-23. <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2021-1-8-23>.
4. Бакытов, А.Б. Технология широкополосного беспроводного доступа / А. Б. Бакытов, Я. А. Ратахин, Ж. К. Ташенова. // Актуальные вопросы технических наук: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). - Пермь: Зебра, 2015. — С. 41-43.

ПОСТРОЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТАМИ

А.В. Микулич

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В статье рассматривается задача построения системы управления технологическим процессом и мониторинга данных о состоянии управляемого энергообъекта от

контролируемых пунктов (ПС-электроподстанции) к пунктам управления предприятий электросетей через узловые подстанции.

В настоящее время электронные программные комплексы решают не только задачи управления. Они берут на себя функции, связанные со сбором, обработкой и хранением информации, оценкой текущей ситуации, прогнозированием развития ситуаций, передачей информации по локальной и глобальной сети и непосредственно управлением процесса [1–3].

В последнее время проектируются модульные системы сбора, обработки информации и выработки управляющих воздействий на объект управления. При модульном построении весь комплекс подразделяется на ряд самостоятельных подсистем, решающих определенные подзадачи в главной задаче системы. Таким образом, модульные системы состоят из электронных программных комплексов верхнего уровня и блоков (модулей) нижнего уровня, каждый из которых может функционировать как самостоятельно, так и в рамках всей системы, подчиняясь командам подсистем более высокого уровня.

В настоящее время модульное построение систем управления является преобладающим. Центральную систему высшего уровня можно связать с электронным программным комплексом низшего уровня по локальной сети и периодически передавать новые установки, приказы и получать информацию о состоянии контролируемых объектов. Модули нижнего (первого) уровня для управления состоянием объекта, как правило, имеют персональные управляющие электронные программные комплексы или микроконтроллеры и осуществляют связь с внешней средой: с датчиками объекта, исполнительными устройствами, сигнализацией, пультом диспетчера. Связь осуществляется через порты: дискретные (последовательный, параллельный), аналоговые или коммуникационные.

Обмен технологической информацией между микропроцессорными устройствами, между АРМ диспетчера и датчиками или исполнительными устройствами осуществляется по командам программы, составленной пользователем. Программное обеспечение работы всего автоматизированного комплекса достаточно сложное и является основополагающим для надежного функционирования системы.

Рассмотрим задачу создания локальной сети для диспетчерской службы управления энергообъектами, обеспечивающими поставку электроэнергии конечным потребителям (к ним относятся высоковольтные подстанции). Данная система должна обеспечивать сбор оперативных данных реального режима работы объектов, осуществлять мониторинг параметров с гарантированным качеством и фиксацией времени события/измерения, полное и оперативное предоставление технологической информации о работе станций в целом и о режимах работы основных узлов, и коммутационных аппаратов оперативному персоналу, обеспечивать эффективность контроля параметров объекта управления по всему технологическому циклу, и при необходимости дистанционное управление.

Система должна решать следующие задачи:

- обеспечение непрерывной наблюдаемости всех объектов в рамках проекта и передачу технологической информации на все уровни принятия решений;

- снижение числа аварийных ситуаций и отклонений режимных параметров от плановых (допустимых) в работе за счет мониторинга параметров энергопотребления, контроля состояния схемы электроснабжения и рабочих диапазонов работы оборудования;

- своевременное обнаружение неисправностей или аварий и оповещение о них;

– оперативная и аварийная диагностика состояния объектов передачи и распределения электроэнергии.

Одной из основных проблем является организация системы управления процессом перераспределения потока электроэнергии, приема и передачи информации на узловых ПС.

Для организации передачи информации с контролируемых пунктов (ПС) наиболее целесообразным и реализуемым является установка концентраторов телеметрической информации на узловых подстанциях. Установка концентраторов позволит уменьшить экономические затраты по сравнению с решением, где информация от всех ПС поступает непосредственно на высший уровень, без установки концентраторов на узловых ПС [1; 2].

На рисунке представлена структурная схема проектируемой системы передачи информации уровня «Узловая ПС (концентратор) – ПС».

Структура системы мониторинга ПС включает следующие элементы:

– аппаратуру, устанавливаемую на контролируемые пункты ПС: первичные измерительные преобразователи, модули ввода/вывода дискретных сигналов, установленные на указанных подстанциях; каналообразующую аппаратуру (в том числе канальные адаптеры Синком-IP)

– серверы телемеханики с установленным программным обеспечением;

– автоматизированные рабочие места (АРМ) телемеханики. Для оперативного отображения информации об объектах автоматизации и управления служит автоматизированное рабочее место диспетчера с установленным на нем программным обеспечением.

Предлагаемая структура построения в полной мере обеспечивает решение указанных задач и позволит сэкономить средства на организацию каналов связи, а также уменьшить количество переключений по каналам передачи от узловых ПС.

Комплекс технических средств может устанавливаться как на вновь строящихся объектах, так и на уже действующих путем замены и реконструкции существующих средств контроля и управления.

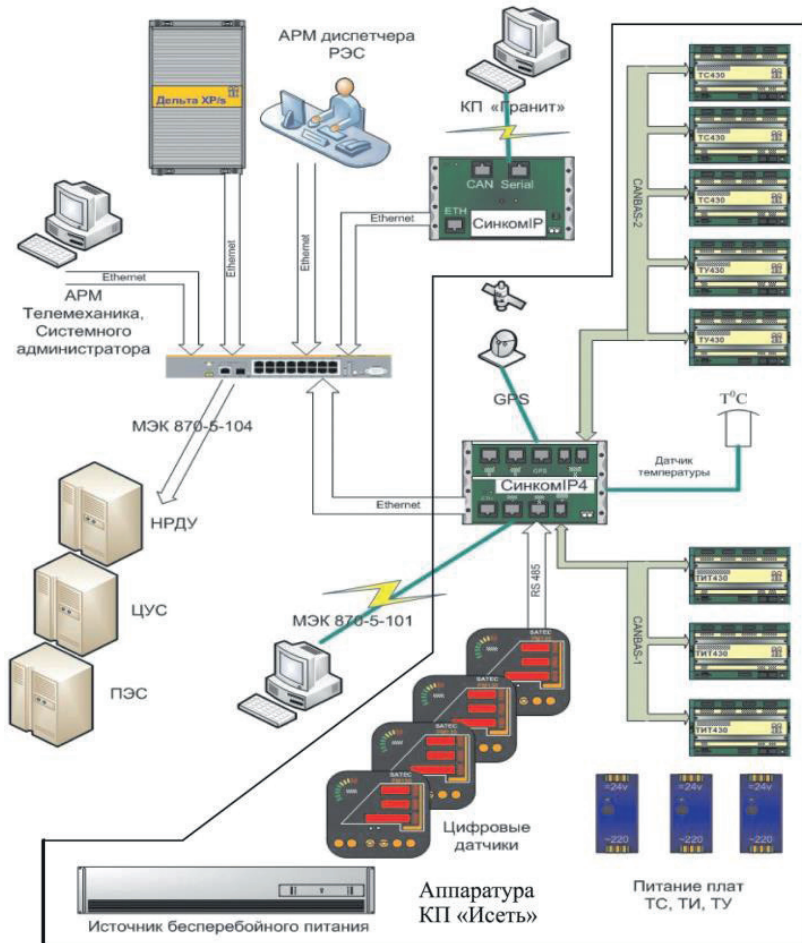


Рисунок 1 – Структурная схема уровня «Узловая ПС»

Структурная схема уровня «Узловая ПС» (подстанция) имеет несколько преимуществ, которые способствуют повышению эффективности проектирования и эксплуатации электрических систем. Вот некоторые из них:

- ясное представление структуры – структурная схема визуально демонстрирует взаимосвязи между компонентами подстанции, упрощая понимание её построения и функционала;
- упрощение анализа – схема позволяет легче проводить анализ работы узлов и систем, выявляя возможные узкие места и проблемы;
- оптимизация проектирования – на основе схемы можно быстро оценить, требуется ли добавление или изменение оборудования, что способствует оптимальному проектированию подстанции;

- упрощение документирования – наличие структурной схемы облегчает ведение технической документации и упрощает ее обновление в случае изменений в системе;
- повышение надежности – четкое отображение связей и компонентов позволяет лучше оценивать надежность работы подстанции и планировать мероприятия по её улучшению;

- эффективное обучение – структурные схемы используются в учебных целях для подготовки специалистов, так как они позволяют наглядно объяснять принципы работы подстанций;

- устранение ошибок – на этапе проектирования детальная схема помогает избежать ошибок, связанных с неверной компоновкой или недостаточной защитой оборудования;

- упрощение эксплуатации – операторам проще ориентироваться в схеме, что повышает скорость реагирования на аварийные ситуации и улучшает управление эксплуатацией.

Использование структурных схем на уровне «Узловая ПС» способствует созданию более надежной и эффективной электрической системы.

Библиографический список

1. Погонин В. А., Леонов А. Н. Построение интегрированных систем управления распределительных электросетей // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. 2015. Т. 14. № 3. – С. 468-472.

2. Гикинская А. Е., Любарский Ю. Л. Автоматический анализ топологии схем электрических сетей в АСДУ энергообъединениями // Электрические станции. 2003. № 11. – С. 22-26.

3. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / под общ. ред. Ю. Н. Руденко, В. А. Семенова. — М.: Изд-во МЭИ, 2000.

АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ МОДЕЛИ

Д.А. Перепелкин, В.Ю. Ликучёв

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

На сегодняшний день разработано большое число методов оптимизации и базирующихся на них алгоритмов размещения элементов на печатной плате. При сравнительном анализе была выявлена несбалансированная эффективность решения задачи с помощью данных алгоритмов (высокая точность размещения при больших затратах машинного времени, либо возможность нахождения лишь локального экстремума за малое время выполнения).

Большинство разработанных алгоритмов ограничиваются учетом небольшого числа (одного-двух) критериев и, в нечастых случаях, конструктивных специфик объектов размещения. Стоит отметить, что реализованные на основе этих алгоритмов инструментальные средства не нашли широкого применения в промышленности.

Учитывая возрастающую сложность объектов проектирования – с одной стороны, и постоянно растущие вычислительные возможности современных ЭВМ для решения рассматриваемой задачи – с другой, сформулируем основное требование к математическому обеспечению автоматизированных средств размещения элементов

на печатной плате: методы и алгоритмы, лежащие в его основе, должны поддерживать гибкую адаптацию процесса решения к любому, сколь угодно большому набору разнородных критериев и конструктивных условий и обеспечивать нахождение оптимума, близкого к глобальному, за приемлемое время работы.

Решение этой задачи усматривается в модификации и комбинировании существующих методов и алгоритмов, а также в применении новых подходов представления объектов оптимизации.

В работах [1,2] представлена модель, которая определяет объект размещения (печатную плату и элементы) как совокупность интеллектуальных агентов, действующих в среде принятия решений. Поведение агентов, направленное на достижение оптимального положения, состоит из примитивных действий: движение вдоль осей двумерного пространства размещения, поворот, переход на противоположную сторону платы. Каждый агент принимает решение о следующем действии на основании своего текущего состояния, состояния среды в данный момент времени, а также политики поведения, сформированной в процессе машинного обучения. Совокупное целенаправленное и регламентированное поведение агентов определяет самоорганизацию системы в ходе решения общесистемной задачи. Таким образом, целевая функция мультиагентной системы (МАС) есть композиция целевых функций агентов.

Схема организации процесса размещения на основе мультиагентной модели в рамках программного комплекса описывается следующим маршрутом:

Этап 1. Получение объекта размещения (схема, элементы, плата) из САПР. Назначение оператором специальных условий, касающихся структуры объекта: элементы с особыми признаками, критические цепи и т.п.

Этап 2. Формирование структуры МАС: генерация агентов с параметрами состояния и операциями поведения, выделение структурных групп агентов.

Этап 3. Назначение оператором критериев, ограничений задачи и их весов.

Этап 4. Формирование общесистемной задачи (целевой функции размещения).

Этап 5. Декомпозиция общесистемной задачи. Формирование частных (агентных) задач.

Этап 6. Машинное обучение агентов. Формирование регламентов и политик перемещения.

Этап 7. Размещение с возможностью промежуточного контроля и корректировки.

Этап 8. Экспорт результата размещения в САПР.

Процесс размещения организуется в интерактивной, визуальной среде программного комплекса, ключевыми компонентами которой являются:

- блоки представления структуры объекта размещения и МАС в форме списков, графов и матриц;

- визуальная среда размещения, поддерживающая ручную корректировку и контекстные команды для посадочных мест элементов;

- интерактивный конструктор условий и ограничений задачи;

- интерактивная панель настройки параметров машинного обучения.

Основным преимуществом программного комплекса, реализованного на принципах предложенного подхода является возможность контролируемого решения задачи размещения с учетом расширенного набора критериев, который настраивается интерактивным путем. Это делает возможным использовать данный комплекс не только как инструментальное средство автоматизированного проектирования, но и как экспериментальную среду моделирования процесса с разными начальными настройками выполнения интеллектуальных процедур. Все перечисленное

достигается благодаря использованию объектно-ориентированного представления, а также интеллектуальных механизмов декомпозиции задачи и ее непосредственного решения.

Библиографический список

1. Перепелкин Д.А., Ликучев В.Ю. Мультиагентный подход автоматизированного проектирования модулей радиоэлектронных устройств на основе анализа инженерных стратегий. V Международный научно-технический форум СТНО-2022. Сборник трудов. Том 3. С. 124-132.

2. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Ликучев В.Ю. Математическая модель представления мультиагентных систем и ее применение в задачах топологического проектирования модулей радиоэлектронных средств // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2023. №83. С. 48-61. DOI:10.21667/1995-4565-2023-83-48-61.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ

А.А. Рыбаков

Научный руководитель – Горин В.С. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе проводится сравнительный анализ алгоритмов размещения, описываются их основные преимущества и области применения.

Задача размещения заключается в определении такого местоположения типовых элементов в монтажном пространстве конструктивного узла, при котором наилучшим образом учитываются требования, предъявляемые к электронному средству (ЭС).

На сегодняшний день существует огромное количество различных алгоритмов размещения, однако условно их можно разделить на две укрупненные группы:

- 1) дискретные алгоритмы;
- 2) непрерывно-дискретные алгоритмы.

К первой группе относятся алгоритмы случайного поиска, алгоритмы назначения, эвристические методы.

Алгоритмы случайного поиска включают:

– метод слепого поиска, суть которого заключается в следующем. Выбирается позиция из числа незанятых, в неё закрепляют первый элемент, после чего итерация повторяется до тех пор, пока все элементы не будут расположены. По результатам размещения вычисляется значение целевой функции (ЦФ). Аналогичным образом находят другие значения ЦФ, после чего их сравнивают и выбирают такой случай, для которого значение целевой функции улучшается;

– метод случайного блуждания позволяет сократить число просматриваемых вариантов размещения, так как учитывает особенность ЦФ (например, попадание связанных между собой элементов в соседние позиции ускоряет поиск минимума целевой функции).

К алгоритмам назначения относятся, прежде всего, метод ветвей и границ для задачи квадратичного назначения, к которой при определённых упрощениях сводится задача размещения: набор позиций считается фиксированным, элементы рассматриваются как геометрические точки, схема соединений представляется

взвешенным графом. Метод линейного назначения основывается на алгоритме Штейнберга [1].

Эвристические методы позволяют лучше учитывать конкретные конструкторско-технологические ограничения. Они подразделяются на:

– алгоритмы начального размещения – используют последовательный или параллельно-последовательный процесс установки элементов в позиции при локальной оптимизации критерия размещения.

К последовательным алгоритмам можно отнести: матричные методы, последовательные алгоритмы размещения по связности.

В матричных алгоритмах выбор очередного элемента и позиции на текущем s -шаге выполняется по специальной матрице размещения, каждый элемент которой соответствует цене назначения элемента в позицию, если $(s-1)$ -й элемент уже размещен.

Суть параллельно-последовательных алгоритмов заключается в том, что коммутационная схема параллельно разбивается на линейки, после чего решается задача оптимального размещения элементов внутри каждой линейки, при этом располагаемый элемент и позиция выбираются по определенным правилам, т.е. через вычисление меры связности ещё неразмещенных элементов с уже размещенными.

Метод обратного размещения заключается в предварительной оценке каждого элемента и позиции, после чего происходит упорядочивание элементов по возрастанию или убыванию введенных характеристик, а затем все элементы размещаются одновременно.

– итерационные методы – парных перестановок, групповых перестановок – используют идею перестановки местами элементов или их групп с целью минимизации выбранного критерия (например, суммарной длины связей). Такие методы требуют существенных затрат машинного времени и применяются для получения конечного размещения [2].

Основной областью применения непрерывно-дискретных алгоритмов являются конструкции, в которых позиции для установки элементов заранее не фиксированы. При использовании непрерывно-дискретных алгоритмов задачу размещения можно разбить на два этапа:

1) Определение местоположения конструктивных элементов (КЭ) на коммутационном пространстве, при которых критерий качества F имеет экстремальное значение. В этом случае элементы не попадают в установочные места.

2) Значения координат КЭ округляют до ближайших целых значений, соответствующих координатам установочных мест, чтобы значения критерия F отличались от найденного экстремального значения как можно меньше.

К непрерывно-дискретным алгоритмам относят:

– градиентные методы, суть которых заключается в следующем. В связи с тем, что оптимизация местоположения конструктивных элементов на плате получается в нецелочисленных координатах, элементы смещаются к ближайшей позиции на плате. Для определения оптимального варианта размещения при таком сдвиге прибегают к методу наименьших квадратов, характеризующегося сравнительно небольшими затратами машинного времени, но неравномерным распределением элементов на поле платы до округления их координат.

– методы, базирующиеся на динамических моделях. В этом случае процесс размещения рассматривают как движение к состоянию равновесия системы материальных точек (элементов), на каждую из которых действуют силы притяжения и отталкивания интерпретирующие связи между элементами. Введение сил

отталкивания элементов друг от друга и от краев платы исключает возможность слияния, что обеспечивает равномерное распределение по плате. Поэтому задача размещения сводится к нахождению такого местоположения точек, при котором равнодействующая всех сил обращается в 0.

– методы последовательного сдвига (релаксации), основываются на идеи того, что размещаемые элементы считаются соединенными между собой связями, подобно пружинам, которые притягивают их друг к другу. Оптимальное состояние всех элементов достигается тогда, когда модель имеет минимальное напряжение.

Таким образом, выбор определенного алгоритма размещения обуславливается конкретной задачей.

Библиографический список

1. Муромцев, Д.Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 412 с

2. Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие/Д.Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 464 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩЕГО РАЗМЕЩЕНИЕ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

А.А. Рыбаков

Научный руководитель – Горин В.С. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются особенности разработки программного обеспечения (ПО), реализующего размещение модулей электронных средств.

В последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция к увеличению плотности размещения электронных модулей на СБИС, что существенно затрудняет процесс последующей трассировки соединений [1].

В этой связи, задача размещения является актуальной и на сегодняшний день, поскольку от её решения напрямую зависят такие критерии как надежность проектируемой аппаратуры, уменьшение размеров конструктивных единиц, сокращение взаимных наводок или задержек сигналов, а так же уменьшение общей длины соединений [2].

Разработанное ПО, в основе которого лежит использование последовательного и итеративного алгоритмов, позволит облегчить процесс нахождения оптимального расположения модулей, относительно их расстояния друг от друга и веса связи между модулями, а наличие возможности визуализации (работа в графическом режиме с помощью интуитивно понятного интерфейса) обеспечит большую наглядность.

Программный модуль включает:

- пошаговое построение начального размещения модулей, в том числе добавление модулей и связи между ними, ввод веса связи, перемещения модулей на холсте;
- реализацию последовательного алгоритма размещения по связности;
- реализацию алгоритма парных перестановок;
- визуализацию алгоритмов;

- расчет суммарной связи размещения.

Данные алгоритмы реализованы в виде функций, которые вызываются в теле основной программы. Каждая функция использует описанные ниже глобальные переменные программы.

- матрица смежности, которая показывает связи между позициями, на которых находятся элементы, позиция не отражает элемент, который в ней находится;

- матрица элементарных расстояний между модулями,
- словари для отображения связей элемента и позиций.
- переменные высоты и ширины, отвечающие за общее количество модулей.

Интерфейс программного модуля реализован с помощью *Tkinter* – кроссплатформенной библиотеки для разработки графического интерфейса на языке Python (рисунок 1). *Tkinter* расшифровывается как *Tk interface*, и является интерфейсом к *Tcl/Tk*. *Tkinter* входит в стандартный дистрибутив Python.

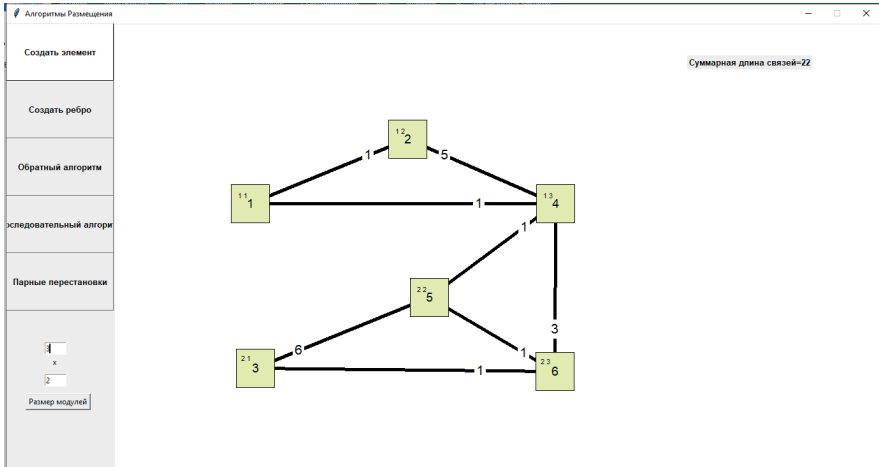


Рисунок 1 – Интерфейс разработанного ПО

Основные функции, созданные для реализации графического интерфейса:

- функция для создания пользовательских диалоговых окон;
- функция для удаления всех элементов схемы;
- функция-обработчик, отвечающая за выбор текущего активного рабочего объекта на схеме;
- функция для построения линий связи между элементами по матрице смежности;
- функция, отвечающая за отключение перемещения объектов на схеме;
- общая функция-обработчик, отвечающая возможные события, возникающие во время перемещения объектов на схеме;
- функция создания элемента на схеме;
- функция создания связей между элементами схемы;

Таким образом, разработанное программное обеспечение, реализующее несколько алгоритмов размещения, за счет сравнительного анализа полученных вариантов расположения электронных модулей обеспечивает выбор наиболее оптимального решения.

Библиографический список

1. Муромцев, Д.Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 412 с.
2. Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 464 с.

**АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТРАССИРОВКИ
СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

А.Н. Сапрыкин, И.Д. Кошелева

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе проводится анализ современных алгоритмических методов трассировки межсоединений электронных средств. Рассматриваются методы трассировки проводных и печатных соединений.

Трассировка соединений электронных средств — это процесс определения и анализа электрических соединений между компонентами электронной схемы или системы. При трассировке соединений электронных средств необходимо учитывать такие факторы, как топологию схемы (количество и тип соединений), электрические характеристики компонентов (сопротивление, ёмкость, индуктивность), а также геометрические размеры и расположение компонентов на плате.

Методы решения задачи трассировки определяются тем, какой вид монтажа используется на схеме — печатный или проводной, а также ограничениями, касающимися метрических параметров и топологических свойств пространства монтажа.

В настоящее время широкое распространение получил печатный монтаж, в котором используются различные конструктивные варианты печатных плат: платы с односторонним монтажом, двухсторонние печатные платы со сквозной металлизацией отверстий, многослойные печатные платы (МПП) с различными конструктивно-технологическими способами выполнения межслойных переходов.

Проводной монтаж обладает наименьшей плотностью упаковки соединений и используется при соединении конструктивных узлов верхних уровней. Как правило, для получения упорядоченного расположения проводные соединения объединяются в жгуты, размещаемые в определенных каналах коммутационной платы.

Алгоритмические методы трассировки проводного и печатного монтажа существенно отличаются. Для проводного монтажа трассировка осуществляется с помощью алгоритмов построения минимальных остовных деревьев. Все методы трассировки печатного монтажа можно поделить на две подгруппы: топологические методы трассировки соединений и графо-теоретические [1, 2].

К первой группе можно отнести алгоритмы, последовательно реализующие основные этапы трассировки: получение списка соединений, расслоение схемы, определение очередности прокладки соединений и трассировка полученных соединений.

Получение списка соединений может быть реализовано с использованием алгоритмов построения минимальных остовных деревьев. Расслоение схемы возможно осуществить с помощью методов раскраски графа пересечений или методами

минимизации переходов. Для определения очередности прокладки соединений схемы необходимо оценить их длину, а также число возможных пересечений. В свою очередь конечная трассировка соединений осуществляется с помощью различных модификаций волнового алгоритма Ли или же с помощью трассировки по магистральным каналам.

Ко второй группе можно отнести алгоритмы и методы, которые после построения графа схемы осуществляют анализ его планарности, после чего реализуют планаризацию и выделяют плоские подграфы. Конечной фазой является построение эскиза топологии схемы.

Библиографический список

1. Сапрыкин А.Н. Алгоритмические методы автоматизации конструирования электронных средств: учебное пособие. / А.Н. Сапрыкин. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 116 с.
2. Селютин В.А. Машинное конструирование электронных устройств. / В.А. Селютин. – М.: Сов. радио, 1977. – 381 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОЙ СТРУКТУРЫ ДАТЧИКА МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА

С.А. Сафронов

Научный руководитель – Климаков В.В к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются несколько вариантов активной структуры датчиков массового расхода воздуха (ДМРВ). Измерение массового расхода (скорости) воздуха в воздушных каналах развитых поверхностей теплообмена может быть полезным для анализа систем воздушного охлаждения с вынужденной конвекцией. Подобное использование ДМРВ позволяет производить более точную оценку эффективности систем охлаждения и строить на их основе энергосберегающие системы с обратной связью.

В качестве базовой модели для рассматриваемой структуры был выбран датчик FL7 фирмы Innovative Sensor Technology [1]. Принцип работы такого датчика основан на терморезистивном принципе. Протекающий воздух охлаждает активную структуру сенсора, предварительно нагретую элементами нагревателя, тем самым уменьшая его начальное сопротивление, благодаря чему можно анализировать интенсивность и скорость воздушного потока. Производителями данного датчика в документации была представлена трехмерная модель активной структуры из платинового покрытия (рисунок 1 а), наносимого на керамическое основание, с низкой теплопроводностью (без конкретных значений). Размеры датчика: 6,9 x 2,4 x 0,2 мм. Толщина покрытия производителем не уточняется, поэтому в модели была принята равной 20 мкм.

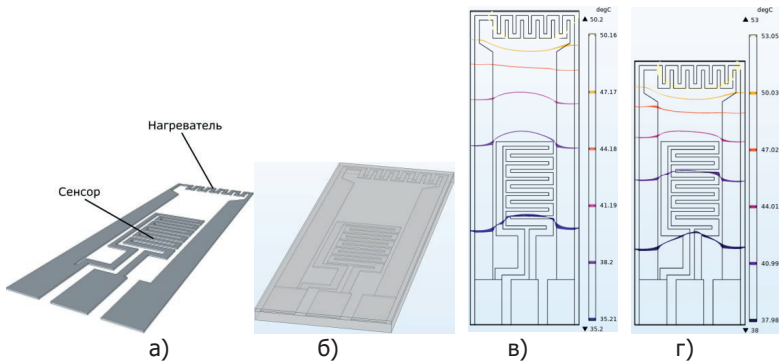


Рисунок 1 – Датчик FL7: а) – активная структура, представленная производителем в документации на датчик; б) – разработанная математическая модель в Comsol; в) – изотермы в базовой структуре датчика; г)–изотермы в уменьшенной структуре датчика

На основании данных из документации, была разработана математическая модель в Comsol (рисунок 1, б). Материал основания - керамика с теплопроводностью 1,5 Вт/м*К. Температура окружающей среды при моделировании бралась 27 °С. Нагрев датчика осуществляется с помощью 0.02 Вт поданных на нагревательный элемент активной структуры. Полученные результаты моделирования показаны на рисунке 1 в и г.

Анализ данных моделирования показал, что представленная в документации трехмерная модель активной структуры датчика не соответствует действительности, так как указанные и полученные в ходе реинжиниринга электрические характеристики элементов отличаются на несколько порядков. Также можно заметить, что на приведенных данных (рисунок 1 в) градиент температур между элементами нагревателя и резистивной структурой сенсора очень большой. Большое значение перепада температур отразится на чувствительности и отклике датчика при изменениях параметров воздушного потока.

Для частичной компенсации разницы температур, было принято решение сократить расстояние между регистрирующей частью и нагревателем при неизменных граничных условиях в модели, как показано на рисунке 1, г. Однако, градиент температуры существенно не изменился. Кроме того, сам сенсор прогревается крайне неравномерно, что неминуемо будет оказывать негативное влияние на результаты измерений таким датчиком.

Для решения проблемы неравномерного разогрева была разработана оригинальная модель двухсторонней структуры датчика как показано на рисунке 2, а. Одна сторона резистивного элемента выступает в роли сенсора, другая – в роли нагревателя. Элементы симметричны друг другу.

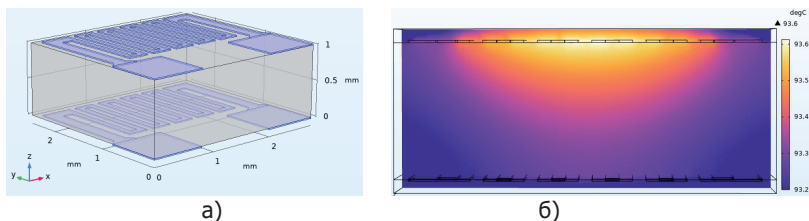


Рисунок 2 – Математическая модель двухстороннего датчика. а) – визуализация; б) – картина теплового поля

Размеры датчика: 2,5 x 2,8 x 1 мм. В качестве покрытия вместо платины используется медное покрытие, толщиной 17 мкм, наносимое на основание – керамику (Al_2O_3) с теплопроводностью 20 Вт/м*К. Мощность нагрева 0.05 Вт. Как можно заметить на рисунке 2, б, разница температур между нагревателем и сенсором стала практически несущественной. Так же, к достоинствам данного датчика можно отнести его симметричность, что позволит использовать любую его сторону в качестве сенсора.

Библиографический список

1. Application Note Thermal Mass Flow Sensor FS7 // Innovative Sensor Technology URL: <https://www.ist-ag.com/en/products/flow-sensor-fs74w> (дата обращения: 17.10.2024)

АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.В. Тетер

Научный руководитель – Головнин О.К. д-р техн. наук, доцент
**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

В условиях нарастающей потребности в энергоэффективности социальная газификация становится одним из приоритетных направлений государственной политики [1]. Классические подходы к управлению данными включают использование экспертных систем и статистических методов анализа, что позволяет определить базовые характеристики распределения ресурсов [2]. Тем не менее, эти методы ограничены в способности учитывать нелинейные зависимости и сложные взаимосвязи, присутствующие в больших объемах пространственно-временных данных [3].

Предложен метод прогнозирования и распределения ресурсов, предназначенный для использования в системе социальной газификации для оценки потребностей населения и повышения эффективности управления ресурсами. Предлагаемый метод позволяет учитывать ранее неиспользованные данные и открывает возможности для более гибкого управления проектами газификации. В рамках предложенного метода используются алгоритмы машинного обучения, включающие модели классификации и регрессии – случайный лес и градиентный бустинг. Для прогнозирования спроса и планирования газификации применены регрессионные модели, способные анализировать многомерные данные о социальной и демографической обстановке,

инфраструктуре, плотности населения, удаленности от газовых магистралей и других факторов. Классификационные модели определяют приоритетные зоны газификации, опираясь на набор критериев, заданных в государственных программах. Для обучения модели используется алгоритм случайного леса. Градиентный бустинг также применяется в задаче регрессии для точного прогнозирования спроса на газификацию в зависимости от различных параметров. Для реализации предложенного подхода используется язык программирования Python и модули pandas, scikit-learn и XGBoost.

Результаты работы показывают, что применение технологий машинного обучения в системе социальной газификации позволяет повысить точность прогнозирования и снизить затраты на проектирование инфраструктуры.

Библиографический список

1. Практические рекомендации по мониторингу и эколого-экономическому управлению рисками для повышения энергоэффективности и развития энергетики России / Вартанов А.З. и др. // Мониторинг. Наука и технологии. – 2017. – №. 2. – С. 29-35.

2. Модернизация горелочных устройств для повышения эффективности сжигания ультрабедных топливных смесей / Федоров Р.В. и др. // Теоретич. и прикл. задачи конвект. тепломас. – 2022. – С. 50-51.

3. Головнин О.К., Пушкин П.А. Пространственно-временная оптимизации координации динамических объектов в транспортных системах // ИТ & Транспорт – Т. 14. – 2021. – С. 17-22.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тишкина В.В. Ефремов Р.В.

Научный руководитель – Тишкина В.В. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке модуля мониторинга процесса производства на предприятии оборонной промышленности. Наиболее встречающимися проблемами отслеживания процесса производства являются:

- своевременная отметка операций в системе;
- минимизация ошибок;
- прослеживаемость изготовления деталей и сборочных единиц (ДСЕ) в реальном времени.

Ранее на предприятии для выполнения данной работы был выбран продукт системы планирования ресурсов предприятия «Enterprise Resource Planning» (далее - 1С:ERP). В системе 1С:ERP отмечали выполнение операций мастера цехов и распределители работ, за которыми закреплено не менее 15 исполнителей, а на сборочных участках цехов не менее 40. Для того чтобы отметить выполненные операции за исполнителями на сборочных участках, мастеру и распределителю работ необходимо не менее 10 часов рабочего времени в день, т.к. сборочные изделия являются паспортными и партия запуска в них равна единице, помимо данной функции за мастерами и распределителями работ закреплены и другие обязанности такие как:

- распределение работ между исполнителями;

- получение материала из кладового цеха;
- подготовка конструкторской и технологической документации по изготовлению ДСЕ для исполнителей;
- подготовка инструмента;
- предъявление на контроль ДСЕ;
- отслеживание и перераспределение загрузки рабочих центров и оборудования.

Но все данные должны храниться в системе 1С:ERP для планирования ресурсов предприятия, прослеживаемости выполнения плана производства, оплаты работ исполнителям.

Поэтому было решено создать рабочую область для рабочих и разместить на моноблоках, установленных ранее на каждом производственном участке цехов.

При разработке данной области были учтены такие требования:

- минимизация ошибок при отметке выполнения производственных операций рабочими;
- возможность быстрого начала и окончания большого объема одних и тех же технологических операций в рамках разных этапов;
- вход в систему по сканированию штрихкода на пропуске;
- быстрый поиск по штрихкоду этапа и отображение только текущей возможной операции;
- предоставление времени выполнения с учетом производственного календаря (выходной или рабочий день);
- возможность закрытия только той операции, которая начата текущим сотрудником.

При использовании данной рабочей области были выявлены следующие преимущества:

- сокращены трудозатраты производственных мастеров и распределителей работ, что позволяет им сосредоточиться на более важных задачах;
- увеличилась точность данных и повысилась прозрачность производственного процесса - учет о начале, завершении и времени выполнения производственных операций ведется в реальном времени, что позволяет руководству получать актуальную информацию о ходе производства, более точно планировать ресурсы и оперативно реагировать на возможные проблемы;
- на основании полученных данных, у сотрудников отдела зарплаты и труда появилась возможность пересмотреть нормы на выполнение операций, следовательно, сократятся трудозатраты на актуализацию норм технологических операций.

-

Библиографический список

1. Информационная система 1С:ИТС: [сайт]. - 2024. - URL: https://its.1c.ru/video/erp_automation_planning_and_scheduling (дата обращения: 24.10.2024). – Текст: электронный.
2. Информационная система EFSOL: [сайт]. - 2024. - URL: <https://efsol.ru/manuals/planning-1c-erp-2/> (дата обращения: 17.10.2024). – Текст: электронный.

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ ЗОНТИЧНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ

Е.А. Тюлюнова

Научный руководитель – Головнин О.К. д-р техн. наук, доцент
Самарский государственный медицинский университет

Социальная газификация является важнейшим направлением государственной политики, направленной на улучшение качества жизни населения [1]. Нынешняя система социальной газификации характеризуется фрагментарностью и разрозненностью, поэтому один из важных этапов мониторинга социальной газификации – интеграция разнородных источников данных, таких как социальные и демографические показатели, статистика энергопотребления и географическая информация [2, 3].

Разработана система мониторинга социальной газификации, реализующая зонтичный принцип интеграции данных. Система является инструментом реализации муниципальной услуги по догазификации и направлена на создание единого информационного пространства для всех участников процесса догазификации. Основная цель системы – повышение качества предоставления муниципальной услуги по догазификации, повышение прозрачности процессов догазификации, снижение временных затрат для заявителя на получение информации о статусе исполнения договора. Для органов местного самоуправления использование системы дает возможность визуализации данных по догазифицируемым объектам на интерактивной карте в разрезе муниципального образования, сельских поселений, населенных пунктов, и конкретных объектов, в том числе с использованием личного кабинета. В системе реализована возможность формирования рабочих столов и виджетов, содержащих количественные и качественные показатели газификации конкретного муниципального образования.

Система реализована как веб-приложение на Python, позволяющее анализировать данные о текущем состоянии газификации, прогнозировать потенциальные потребности и отображать приоритетные зоны на карте. Вычислительные задачи распределены с помощью Celery. Веб-интерфейс построен на Django с использованием Django Rest Framework.

Таким образом, система обеспечивает возможности для принятия оперативных решений по выявленным проблемам, тем самым уменьшая сроки реализации программ догазификации.

Библиографический список

1. Курепова Е.А. Социальная догазификация // Вестник магистратуры. – 2022. – №10-1 (133). – С. 43-44.
2. Смирнова В.С., Фролова Е. В. Совершенствование деятельности органов местного самоуправления в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Материалы Ивановских чтений. – 2020. – S4. – С. 74-78.
3. Додонова Е.А., Головнин О.К., Иващенко А.В. Анализ календарно-сетевых графиков в цифровой системе управления организацией // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12. – С. 10-15.

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА КОММЕРЧЕСКОГО ДЕПАРТАМЕНТА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТОРГОВОГО ХОЛДИНГА

Р.С. Хобачева, В.В. Тишкина

Научный руководитель – Тишкина В.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются методы прогнозирования для автоматизации работы коммерческого департамента и метрики для анализа его эффективности.

1. Анализ данных и статистика

Одним из основных методов прогнозирования является анализ данных и использование статистических методов. Сбор и анализ информации о продажах, клиентах, конкурентах, рынке позволяют выявить тенденции и закономерности. Статистические методы позволяют предсказать будущие продажи, спрос на товары и услуги, а также оценить эффективность маркетинговых кампаний.

Правило трех сигм [1] является статистическим инструментом, который используется для анализа данных и оценки отклонений значений от среднего. Оно базируется на нормальном распределении данных и позволяет оценить вероятность того, что случайное значение окажется в определенном диапазоне от среднего значения.

В методике анализа данных и прогнозирования существует несколько способов анализа [2]:

- Общая статистика
- Поиск ассоциаций
- Поиск последовательностей
- Кластерный анализ
- Дерево решений
- Модели прогноза

2. Метрики эффективности

Оценка эффективности работы коммерческого департамента является ключевым аспектом для понимания его вклада в общие результаты компании. Существует множество метрик, которые помогают анализировать как успешность работы команды, так и ее влияние на финансовые результаты бизнеса. Ниже приведены основные из них:

- Объем продаж
- Доля рынка
- Прибыль
- Customer Acquisition Cost (CAC)
- Lifetime Value (LTV)
- Уровень удержания клиентов (Retention Rate)
- Средний размер сделки (Average Deal Size)
- Конверсия
- Сроки цикла продаж
- Оценка удовлетворенности клиентов (NPS)

Заключение

Комбинирование различных методов прогнозирования позволяет получить более точные и надежные результаты. Метрики эффективности работы коммерческого департамента могут варьироваться в зависимости от конкретных целей бизнеса и его стратегий. Важно регулярно анализировать эти показатели, чтобы выявлять сильные

и слабые стороны работы, корректировать подходы, разрабатывать более эффективные стратегии и поддерживать высокий уровень конкурентоспособности на рынке.

Библиографический список

1. Е. А. Трофимова., Н.В. Кисляк., Д.В.Гилев. Теория вероятностей и математическая статистика. - Учебное пособие, 67 с.
2. Анализ данных и прогнозирование в 1С — Общая статистика [Электронный ресурс]: URL: <https://blaqin.ru/analiz-dannyx-i-prognozirovanie-v-1s-obshhaya-statistika/>

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ЗДАНИЙ

Е.Г. Якобс

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для разработки программного модуля навигации потребуется связка программных средств: Django, PostgreSQL и HTML. Django — «фрэймворк» для создания сложных и комплексных сайтов на языке Python. По умолчанию Django в качестве базы данных использует SQLite. Она очень проста в использовании и не требует запущенного сервера. Все файлы базы данных могут легко переноситься с одного компьютера на другой. Однако при необходимости мы можем использовать в Django большинство распространенных СУБД. Для работы с базами данных в проекте Django в файле settings.py определен параметр DATABASES. Переменная DATABASES содержит набор конфигураций подключений к базам данных в виде словаря. Ключи в этом словаре — названия подключений. То есть мы можем определить множество подключений. Но как минимум одно подключение должно быть определено в переменной DATABASES — подключение с именем default, которое представляет подключение по умолчанию. Конфигурация каждого подключения может состоять из ряда параметров. По умолчанию указываются только два параметра. Параметр ENGINE указывает на используемый движок для доступа к БД. Второй параметр — NAME указывает на путь к базе данных.

Основная задача связана с выводом данных из таблиц на страницу HTML. Для начала нужно создать HTML-шаблон в Django. В проекте на Django нужно создать папку, в которой будут храниться шаблоны. Необходимо перейти на самый верхний уровень проекта, где существует файл manage.py и создать папку с именем шаблонов. Внутри этой папки шаблонов добавить наш первый HTML-файл. Допустим, мы собираемся сделать этот файл домашней страницей, а затем просто назовем его home.html. Задача состоит в том, чтобы, когда кто-то запрашивает домашнюю страницу, мы можем отправить их на home.html. Сначала мы изменим settings.py, чтобы сообщить нашему серверу, что мы добавили новый шаблон. Итак, для этого нужно открыть settings.py и перейти к переменной с именем TEMPLATES внутри DIRS. Теперь мы можем видеть квадратные скобки перед DIRS. Эти скобки являются списком мест, где следует искать шаблоны. После, необходимо добавить каталог шаблонов в эти скобки.


```

TEMPLATES = [
    {
        'BACKEND': 'django.template.backends.django.DjangoTemplates',
        'DIRS': ['templates'],
        'APP_DIRS': True,
        'OPTIONS': {
            'context_processors': [
                'django.template.context_processors.debug',
                'django.template.context_processors.request',
                'django.contrib.auth.context_processors.auth',
                'django.contrib.messages.context_processors.messages',
            ],
        },
    },
]

```

Когда кто-то собирается запросить ваш веб-сайт, он проверяет URLPATTERNS в файле urls.py, чтобы проверить, существует ли какой-либо путь для запрошенного URL-адреса или нет. Итак, мы должны создать путь к домашней странице. Запрос будет отправлен в функцию views.home, поэтому у нас должна быть домашняя функция внутри нашего views.py. Чтобы открыть HTML-файл, мы должны использовать функцию рендеринга, а функция рендеринга принимает два параметра: первый — это объект запроса, а второй — имя открываемого HTML-файла. Чтобы использовать функцию рендеринга, нам нужно что-то импортировать, поэтому мы использовали:

```
from django.shortcuts import render
```

Теперь все готово к запуску нашего проекта. Для этого мы должны сначала запустить сервер. Для этого необходимо открыть терминал или командную строку, перейти в корень каталога нашего проекта и выполнить команду:

```
python3 manage.py runserver
```

Далее нужно открыть наш веб-сайт, используя следующую ссылку: <http://127.0.0.1:8000/>. И теперь HTML-шаблон открыт в браузере. Этот HTML-файл не является обычным HTML-файлом, мы также можем запустить некоторый код Python внутри этого HTML.

Библиографический список

1. <https://www.techwithtim.net/tutorials/django/html-templates>
2. <https://learn.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/python/learn-django-in-visual-studio-step-02-create-an-app?view=vs-2022#step-2-2-run-the-app-from-the-django-project>

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.М. Ярошенко

Научный руководитель - Бубнов С.А. к.ф.-м.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В условиях современной конкурентной среды небольшие торговые компании, особенно те, которые ориентированы на офлайн-продажи, сталкиваются с рядом

проблем, значительно замедляющих их операционную деятельность и снижающих конкурентоспособность. К числу таких проблем можно отнести:

1. Фрагментацию бизнес-процессов и отсутствие централизованного управления.
2. Низкую эффективность работы торговых представителей.
3. Сложности с маршрутизацией доставки для водителей.
4. Ограниченные возможности аналитики и прогнозирования спроса на основе данных, распределённых по различным источникам, вместо хранения в едином месте.

Для решения указанных проблем необходимо разработать интегрированное программное решение, включающее в себя:

1. Создание единой информационной платформы для управления бизнес-процессами.
2. Интерактивный каталог продукции с возможностью создания и управления заказами.
3. Автоматизацию формирования заказов клиентами через веб-платформу.
4. Оптимизацию маршрутов доставки для водителей.
5. Автоматизированную систему аналитики и прогнозирования продаж.
6. Разработку персонализированных кабинетов для всех пользователей.

Целью настоящего исследования является детальный анализ и составление различных подходов к организации информационной системы, включая разработку базы данных и исследование алгоритмов прогнозирования.

Задачи исследования заключаются в изучении современных методов и инструментов, способствующих автоматизации бизнес-процессов, а также в проведении комплексного анализа существующих решений с целью выявления их преимуществ и недостатков в контексте разрабатываемой системы.

Гипотеза исследования основывается на предположении о том, что создание корпоративной информационной системы обеспечит значительное повышение эффективности операционной деятельности компании, а также устранил излишние временные затраты.

Этапы исследования включают в себя: сравнительный анализ существующих информационных систем, обзор методов их организации, изучение алгоритмов прогнозирования спроса, разработку программного обеспечения с применением выбранных подходов.

Методы исследования будут включать аналитический подход для всесторонней оценки и сравнения алгоритмов, а также экспериментальный подход для проверки функциональности разработанного программного обеспечения в реальных условиях.

Данное исследование позволит разработать высокоэффективное корпоративное приложение, способствующее автоматизации бизнес-процессов и повышению конкурентоспособности компании в условиях современных рыночных реалий.

Секция 10. КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ
АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ РКН**

М.Р. Васильев

Научный руководитель – Бубнов С.А. к.ф.-м.наук, доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф.Уткина»**

Достижение заданных характеристик показателей качества новых образцов зависит от эффективности проведения испытаний при изготовлении и летной отработке ракет космического назначения (РКН).

Существенную роль играют наземные электроиспытания РКН, целью которых является достоверное определение и всесторонняя оценка параметров и характеристик, обеспечивающих выполнение требований ТТЗ. Электроиспытания проводятся на каждом объекте производственной цепочки: «завод-изготовитель (ЗИ)» - «технический комплекс (ТК) космодрома» - «стартовый комплекс (СК) космодрома».

Технология выполнения наземных электроиспытаний РКН предполагает три этапа: этап 1 – «Подготовка исходных данных»; этап 2 – «Реализация контроля, обработки и регистрация результатов»; этап 3 – «формирование заключений и итоговых отчетов». Особо информативными и сложными являются комплексные испытания, проводимые на головном ЗИ и позволяющие отработать и проконтролировать правильность функционирования, сопряжения и взаимодействия всех составных частей РН. На основе анализа выявлена типовая модель автоматизированной технологии проведения электроиспытаний РКН, которая инвариантна для всех объектов производственной цепочки. Технология основана: на создании информационной модели объекта испытаний, учитывающей номенклатуру, структуру и информативность источников информации; разбиения процесса испытательных режимов на сеансы и циклограммы, задающих последовательность и временные интервалы: автоматическом исполнении обработки информации для контроля параметров в соответствии с заданными в технических условиях характеристиками: автоматическая регистрация обработанных данных. протоколирование хода испытаний и формирование итогового отчета по испытаниям. Данная технология эффективна при штатном поведении параметров, однако при возникновении нестандартных ситуаций требуется подключение высококвалифицированных специалистов, в том числе, разработчиков бортовых систем. При этом трудоемкость и время поиска неисправностей зависит от квалификации исполнителей и качества разработки эксплуатационной документации.

Рассматривается усовершенствованная модель автоматизации наземных электроиспытаний, основанная на введении режима диспетчерского управления с средствами информационной поддержки руководителя испытаний и специалистов в процессе поиска несоответствий.

В качестве средств информационной поддержки предлагается разработать следующие основные программные модули: «Классификатор нестандартных ситуаций с рекомендациями по останову или возможности продолжения технологических операций», «Автоматический останов испытаний при обнаружении признаков

перерастания нештатной ситуации в аварийную», «Доступ к необходимой технической, конструкторской, технологической и нормативно – справочной документации в электронном виде на экраны РМ руководителей и специалистов по их запросу». Внедрение таких сервисов позволит повысить качества и сократить сроки поиска неисправностей, а также снизить квалификационные требования к испытателям.

Библиографический список

1. Меньшиков В.А. Полигонные испытания. М.: КОСМО. 1997
2. Воробаев В.И. Управление проектами в России. М.: АЛАНС. 1995
3. Везенов В.И., Светников О.Г., Таганов А.И. Основы процессно-ориентированного управления проектами информационных систем. М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 2002

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Д.Д. Зангин

Научный руководитель – Крошилина С.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современном мире транспортные средства становятся все более сложными и насыщенными электроникой. Традиционные методы диагностики, основанные на визуальном осмотре и механических измерениях, уже недостаточны для выявления всех неисправностей. Компьютерная диагностика, основанная на анализе данных, полученных от электронных систем автомобиля, становится незаменимой для оперативного и точного определения причин поломок, оптимизации технического обслуживания и повышения безопасности движения.

С развитием современных технологий компьютерная диагностика становится все более распространенным и эффективным способом проведения технического обслуживания транспортного средства.

1. Диагностика по протоколу OBD (On-Board Diagnostics). Системы OBD-II интегрируются в автомобили и обеспечивают обмен данными через диагностический разъем. Сканеры считывают диагностические коды неисправностей (DTC), параметры работы двигателя и других систем.

Преимущества:

- быстрое получение информации о состоянии автомобиля;
- возможность просмотра и удаления кодов ошибок;
- удобство в использовании и доступность оборудования.

Недостатки:

- ограниченность в диагностике некоторых систем (например, механические неисправности);
- требует специализированного оборудования;
- не все автомобили корректно предоставляют данные.

2. Статический и динамический анализ данных. Анализ данных, собранных во время работы транспортного средства. Статический анализ использует данные, полученные с помощью сенсоров при остановленном автомобиле, тогда как динамический — во время движения.

Преимущества:

- обширный охват состояния автомобиля в различных условиях эксплуатации;
- выявление аномалий, которые могут произойти только во время движения.

Недостатки:

- базовые модели могут не обладать полной функциональностью;
- качество и точность могут варьироваться в зависимости от производителя;
- необходимость обновления базы данных кодов.

3. Облачные платформы для мониторинга и анализа технического состояния автомобиля:

Преимущества:

- мониторинг в реальном времени: позволяют отслеживать состояние автомобиля непосредственно на ходу.
- долгосрочное хранение данных: сохраняют информацию о состоянии, ресурсах и диагностике для последующего анализа.
- автоматизированные рекомендации: предлагают решения и рекомендации по устранению проблем.

Недостатки:

- зависимость от интернета: требуют постоянного подключения к интернету для передачи данных.
- ограниченность функционала: могут быть менее точными и полными по сравнению с специализированными диагностическими сканерами.

4. Использование специализированного программного обеспечения. Программные пакеты для диагностирования, которые могут анализировать и визуализировать данные из бортовых систем. Эти программы способны выполнять тесты, оценивать функциональность систем и составлять отчеты о состоянии ТС.

Преимущества:

- простота анализа данных благодаря графическим интерфейсам;
- возможность создания отчетов о диагностике;
- многофункциональность и поддержка различных моделей автомобилей.

Недостатки:

- необходимость в установке и настройке программного обеспечения;
- может требовать лицензирования или подписки на обновления;
- зависимость от пользовательского опыта.

Автоматизация компьютерной диагностики технического транспортного средства является актуальной темой в сфере обеспечения безопасности и надежности транспортных средств, что делает ее важной для дальнейшего совершенствования технического обслуживания автотранспорта.

Библиографический список

1. Komorska, I. The diagnostic model proposition of the engine vibration signal [Text] / I. Komorska // Journal of KONES. Powertrain and Transport. — 2008. — Vol. 15, № 2 — P. 191–197 URL <https://www.semanticscholar.org/paper/ADAPTIVE-MODEL-OF-ENGINE-VIBRATION-SIGNAL-FOR-OF-Komorska/0ef884f47efa6689ca56c133b602e57e35f97aac>

2. Тыманюк, К. С. Методика экспресс-диагностики транспорт-ного средства по параметрам вибрации, напряжения борто-вой сети и системы зажигания [Текст] / К. С. Тыманюк, В. Л. Костенко, Е. Д. Поперека // Вестник НТУ «ХПИ». — 2015. — № 52(1161). — С. 44–51 URL <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodiki-ekspress-diagnosticski-dvigatelye-vnutrennego-sgoraniya-na-osnove-veyvlet-analiza>

3. Виснап, К. Н. Методики диагностики. Оценка герметичности камеры сгорания при помощи пневмотестера [Электронный ресурс] / К. Н. Виснап // Автомобильное ремонтное и диагностическое оборудование. — 25.05.2009. URL: <http://www.ardio.ru/pnevmet.php>

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СФЕРЕ БИБЛИОТЕЧНОГО ДЕЛА

М.Д. Зенкин, О.А. Бодров

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

На сегодняшний день библиотека активно занимается созданием электронных ресурсов, которые представляют собой образовательные программы и игры, внедрением различных мультимедийных технологий для проведения мероприятий, таких как лекции, семинары, мастер-классы и т.д., а также созданием «цифровых выставок» и «цифровых книжных полок» [1]. Каждый ресурс нуждается в объективной оценке, получить доступ, к которому не составило бы труда. Современные методы сбора, хранения и обработки данных в библиотечном деле должны соответствовать ряду требований, чтобы обеспечить эффективное управление информацией и оптимизировать работу библиотеки. Кроме того, к этим методам предъявляются такие требования как: масштабируемость, безопасность данных, автоматизация и цифровизация процессов, интеграция данных, аналитика и визуализация [2], соответствие законодательству о защите данных.

В настоящее время статистика по посещаемости сайтов библиотеки собирается вручную с использованием сервиса Яндекс Метрика. Этот процесс, несмотря на свою широкую распространенность, часто сталкивается с рядом проблем, замедляющих сбор и обработку данных: фрагментация данных и усложнение их агрегации для получения общей картины посещаемости и поведения пользователей на всех сайтах библиотеки. Кроме того, ручной процесс обработки подвержен ошибкам и неточностям, что может исказить конечные результаты и привести к неправильным выводам.

Если говорить про количество зарегистрированных пользователей на библиотечных ресурсах, то в настоящее время отсутствует возможность их оценки. Вместо этого, часто используется методика запоминания количества пользователей в прошлом месяце и вычитания этого числа из общего количества зарегистрированных пользователей на текущий месяц для определения натурального прироста.

Таким образом, существующий подход к оценке количества новых зарегистрированных пользователей в библиотеке ограничен и требует дальнейшего усовершенствования. Введение автоматизированных систем учета и аналитики данных позволит более точно и надежно оценивать прирост пользовательской базы и проводить анализ ее динамики и факторов влияния.

Система OPAC-Global, которую многие библиотеки используют в качестве Автоматизированной Библиотечной Информационной Системы (АБИС), предоставляет библиотечному персоналу инструменты для учета и управления библиотечными ресурсами. Однако, следует отметить, что в данной системе отсутствуют специализированные инструменты для работы со статистикой и для аналитики данных.

Отсутствие единой информационной системы, объединяющей все сервисы и платформы библиотеки, создает проблемы в управлении и анализе данных. Внедрение унифицированных систем сбора, хранения и обработки данных, способных интегрировать информацию из различных источников, позволит значительно упростить процессы, отражающие работу библиотеки, и повысить эффективность ее деятельности. [3]

Была разработана карта потока текущего и должного состояний процесса на примере формирования отчёта «Статистика посещения электронных ресурсов» [4]. Целью картирования является визуальное отображение процесса для дальнейшего анализа и сокращения потерь. Оно позволяет увидеть весь процесс в целом как взаимосвязанную последовательность операций, выявить проблемы и потери.

Была определена текущая и оптимальная эффективность процесса следующим образом:

$$\text{ЭП} = \text{ВДЦ}/\text{ВПП} * 100\%,$$

где ЭП – эффективность процесса, ВДЦ – время, добавляющее ценность, ВПП – время протекания процесса.

Показано, что эффективность процесса до внедрения системы составляет 5%, а после внедрения системы – 30%. В ходе создания карт потока выявлены следующие проблемы:

1. Неоптимальная эффективность работы сотрудников из-за значительного времени, затрачиваемого на подготовку отчетности и её учет, что приводит к повышенным временным затратам и увеличению вероятности ошибок.
2. Отсутствие у руководителя прямого доступа к показателям организации на текущий момент.

Предложено использовать разработанные логические структуры информационной системы, макеты пользовательского интерфейса [5], диаграммы вариантов использования, классов и взаимодействия, а также первый прототип web-приложениям с применением декларативной JavaScript-библиотеки с открытым кодом React. На данном этапе определен вектор дальнейшего развития итогового технического решения.

Практическая значимость проекта заключается в применении конечного продукта на базе библиотек, что позволит повысить эффективность их функционирования в медийном пространстве и упростит процесс аналитики результатов работы.

Библиографический список

1. Публичная библиотека и культурное наследие: моногр. сборник – М.: «Издательство ФАИР», 2008. – 176с. – (Специальный издательский проект для библиотек).
2. К. А. Гуляева, И. Л. Артемьева. Инструментарий для проектирования систем понятий и баз знаний предметных областей с объектами сложной структуры // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2024. №87. С.62-78.
3. И. А. Буланова, А. Н. Пылькин. Семантическая модель образовательной программы и программное обеспечение для ее построения, визуализации и анализа // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2023. №86. С.133-145.

4. Основные этапы и методы построения Карты потока создания ценности (КПСЦ): учеб.-метод. пособие: [Электрон. ресурс] / сост.: Т. В. Плетнева, Д. Г. Максимов. – Ижевск: Удмуртский университет, 2023. – 34 с.

5. А. В. Вострых. Имитационно-аналитическая модель для оценки эффективности визуальной эстетики графических пользовательских интерфейсов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2024. №89. С.65-77.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ РЭС

Н.В. Климчук

Научный руководитель – Васильев Е.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются аспекты создания кроссплатформенного приложения, предназначенного для автоматизации моделирования и анализа различных устройств летательных аппаратов. Такое программное обеспечение позволит значительно уменьшить временные затраты на проектирование функциональных компонентов. В процессе проектирования часто необходимо использовать несколько различных систем автоматизированного проектирования (САПР), поскольку они обладают разными возможностями и методами математического моделирования, а также анализа коммуникационных средств для космических систем [1].

Внедрение кроссплатформенного приложения направлено на объединение лучших особенностей различных САПР, что позволит исследователям и инженерам более эффективно интегрировать и анализировать данные, полученные из различных источников. Это улучшит процесс проектирования, сократив количество ошибок и ускорив время получения конечных результатов, что особенно важно в условиях космической отрасли, где точность и надежность играют ключевую роль.

На сегодняшний день среди профессиональных систем автоматизированного проектирования (САПР) для средств космической связи наиболее востребованными являются AWR Microwave Office, Ansys HFSS и Sonnet Suites, а также бесплатная версия Sonnet Lite. Эти инструменты отличаются тем, что позволяют создавать модели будущих функциональных устройств в универсальных форматах, которые обеспечивают совместимость с перечисленными САПР.

Такой подход к проектированию особенно полезен при разработке часто используемых устройств, например, полосовых фильтров [2]. Используя различные интегрированные среды, инженеры могут проверять и подтверждать точность создаваемых моделей, что гарантирует высокое качество и надежность конечных устройств.

Кроме того, совместимость между САПР предоставляет возможность проводить более глубокий анализ и оптимизацию проектов, улучшая таким образом процессы проектирования и разработки в космической отрасли. В результате, это способствует повышению эффективности работы инженерных команд и ускорению внедрения инновационных решений.

Часто упомянутые выше инструменты включают в себя различные подпрограммы, предназначенные для выполнения специфических прикладных задач. Например, это могут быть обширные модули, предназначенные для исследования моделей с использованием конкретных численных методов [3].

Предложенная в данной работе управляющая программа разработана для быстрого и удобного переключения между несколькими САПР. Это позволяет пользователю запускать не всю интегрированную среду целиком, а лишь тот инструмент, который необходим в данный момент проектной работы. Таким образом, сокращается время, затрачиваемое на запуск и переключение между различными функциями, что способствует повышению общей эффективности проектирования и разработки.

Кроме того, данный подход позволяет пользователям сосредоточиться на выполнении конкретных задач, используя специализированные инструменты для достижения максимальной точности и качества результата. Этот подход особенно актуален в космической отрасли, где время и точность являются критически важными факторами.

Разработанное универсальное приложение создано с использованием Python 3, высокоуровневого языка программирования общего назначения. Для разработки графического интерфейса использовалась библиотека Tkinter, основанная на средствах Tk и включенная в стандартный набор инструментов Python 3, что устраняет необходимость в дополнительной установке.

Для преобразования программного кода в исполняемый файл была применена библиотека PyInstaller. Эта библиотека позволяет собрать все файлы, модули и зависимости приложения в одном месте, включая интерпретатор Python 3, и упаковать их в один исполняемый файл формата .exe.

Приложение спроектировано как кроссплатформенное, что обеспечивает его полную совместимость с различными операционными системами: Microsoft Windows, Linux и MacOS. Это делает его удобным и универсальным инструментом для пользователей, работающих в различных средах, и способствует более широкому применению и интеграции в различные рабочие процессы.

Библиографический список

1. Васильев Е.П. Анализ методов моделирования микроволновых устройств на примере полосового фильтра с расширенной полосой заграждения. – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №72. 2020. – с. 62-70.
2. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп, Лью Тхань Дат. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №75. 2021. – с. 15-23.
3. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп. Анализ численными методами конструктивных вариантов миниатюрных радарных резонансных элементов – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. № 84. 2023. – с. 3-14.

РАЗРАБОТКА TELEGRAM-БОТА КОНСУЛЬТАНТА ИЦ САНТЕХПЛЮС

Д.Д. Клюкин

Научный руководитель - Ермеев В.В. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Чат-бот в Telegram — эффективный инструмент для продвижения бизнеса в соцсетях и мессенджерах. Он может вести клиента по воронке продаж от первого знакомства с брендом до оформления заказа и мотивации к повторным продажам.

Такие боты особенно удобны для анонса акций, новостей, обзора новинок, предоставления пользователю справочной информации, ответов на вопросы технической поддержки и оформления заказов.

Один из самых популярных языков для разработки ботов – Python, в котором благодаря большому количеству библиотек разработчики могут не тратить время для реализации функционала, но специализированного для конкретного решения [1]. Хорошим решением будет распространённая библиотека PyTelegramBotAPI.

Для начала разработки любого бота в Telegram, необходимо создать его учётную запись, что осуществляется благодаря функционалу бота @BotFather [2].

Диалоговые пути, для получения справочного материала и консультирования будут загружаться из json-файлов в которых будут описаны форматы допустимых запросов к боту и его ответов. Это позволит не только загружать данные с использованием одноимённой библиотеки «json», но редактировать поведение бота, обладая минимальными техническими знаниями, что очень удобно для использования в маркетинговых отделах.

В случае нашего инженерного центра, все услуги уже предоставляются через сайт развернутый на платформе 1С-Битрикс. Эта платформа имеет функции интеграции со сторонними магазинами, такими как электронная торговая площадка «Яндекс Маркет», и генерирует XML-файлы с полными каталогами товаров[3]. Данные файлы анализируются по шаблону с использованием одноимённой библиотеки Python, что позволяет получить нужные данные в удобном формате использования чат-ботом в Telegram.

В докладе будет показаны этапы создания чат-бота в Telegram, интерфейсы настройки, примеры используемых при работе данных и функционирования.

Библиографический список

1. Документация python [Электронный ресурс]. - URL <https://www.python.org/doc/> (Дата обращения 30.10.2024).
2. Как бизнесу запустить чат-бот в Telegram [Электронный ресурс]. – URL <https://vc.ru/marketing/456234-kak-biznesu-zapustit-chat-bot-v-telegram-instrukciya-ot-studii-chizhova> (Дата обращения 30.10.2024).
3. Документация 1с Битрикс [Электронный ресурс]. – URL <https://dev.1c-bitrix.ru/docs/> (Дата обращения 30.10.2024).

ЗАДАЧА РАССТАНОВКИ КОНТРОЛЕЙ В МНОГОМЕРНЫХ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

А.А. Кокунов

Научный руководитель – Таганов А.И. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Одной из важных задач в отрасли аэрокосмической промышленности является оценка действующих, а также вновь вводимых технологических цепочек и процессов производства образцов техники и программного обеспечения. Для решения подобного рода задач в современных работах используется подход, в котором функционирование таких систем (технологические процессы производства, выполнение опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ) сводится к дискретному виду и представляется в виде алгоритмического процесса (АП) [1-3].

Использование единой универсальной алгоритмической формы представления поведения дискретных систем в форме АП открывает возможности для исследования проблемы оценки качества и надежности рассматриваемых систем на этапе их проектирования.

Одной из подзадач оценки качества и надежности является оптимизация контролей в АП. Данную задачу можно разделить на задачу расстановки контролей и на задачу выбора кратности контролей.

Рассмотрим некоторый технологический процесс, представленный в виде АП. В данном примере каждый элемент АП может является отдельным рабочим оператором, либо типовой структурой «работа-контроль-доработка». Обозначим через x_i переход на операцию контроля, т.е. при значении 1 операция будет выполняться с контролем и доработкой, при значении 0 – отдельно. Тогда каждый оператор данного АП можно записать в виде:

$$A_i(x_i) = \begin{cases} A_i (E \vee U_i), & \text{при } x_i = 1 \\ A_i, & \text{при } x_i = 0 \end{cases} ,$$

где A_i – некоторая выполняемая операция (рабочий оператор);

ω_i – контроль правильности выполнения операции A_i (оператор контроля);

E – тождественный оператор (вводится для перехода к следующему этапу алгоритма в случае отсутствия ошибок на контроле);

U_i – доработка дефектов, выявленных при контроле ω_i (оператор доработки).

Выделим основные контрольные характеристики операторов АП – вероятность правильного выполнения, стоимость и время выполнения. В случае многомерной концепции учета ошибок вероятность правильного выполнения будет корректнее рассматривать как матрицу модели надежности [2,3].

Тогда характеристики надежности оператора, рассматриваемого АП примут вид:

$$P_{A_i}(x_i) = (1-x_i) \cdot P_{A_i} + x_i \cdot P_{A_i} \cdot (K_{\omega_i}^1 + K_{\omega_i}^0 \cdot P_{U_i}),$$

где $P_{A_i}, K_{\omega_i}^1, K_{\omega_i}^0, P_{U_i}$ – матрицы модели надежности соответствующих операторов (рабочий оператор, контроль, доработка).

Стоимость и время выполнения рассчитываются следующим образом:

$$c_{A_i}(x_i) = (1-x_i) \cdot c_{A_i} + x_i \cdot (c_{A_i} + c_{\omega_i} + c_{U_i} \cdot (p_{A_i}^1 \cdot k_{\omega_i}^{10} + \sum_{j=1,m} p_{A_i}^0 \cdot k_{\omega_i}^{00j}))$$

$$t_{A_i}(x_i) = (1-x_i) \cdot t_{A_i} + x_i \cdot (t_{A_i} + t_{\omega_i} + t_{U_i} \cdot (p_{A_i}^1 \cdot k_{\omega_i}^{10} + \sum_{j=1,m} p_{A_i}^0 \cdot k_{\omega_i}^{00j})) ,$$

где $c_{A_i}, c_{\omega_i}, c_{U_i}$ – стоимость выполнения соответствующих операторов;

$t_{A_i}, t_{\omega_i}, t_{U_i}$ – время выполнения соответствующих операторов;

$p_{A_i}^1, p_{A_i}^0$ – показатели из матрицы модели надежности рабочего оператора;

$k_{\omega_i}^{10}, k_{\omega_i}^{00j}$ – показатели из матриц модели надежности оператора контроля.

Тогда характеристики всего АП в матричной форме и постановка задачи расстановки контролей в общем виде будут представлены следующей системой:

$$\begin{cases} p^1(X) = \prod_{i=1,n} \left((1-x_i) \cdot p_{A_i}^1 + x_i \cdot (p_{A_i}^1 + \sum_{j=1,m} p_{A_i}^0 \cdot k_{o_j}^{00} \cdot v_{U_i}^1) \right) \rightarrow \max; \\ C(X) = \sum_{i=1,n} c_{A_i}(x_i) \rightarrow \min; \\ T(X) = \sum_{i=1,n} t_{A_i}(x_i) \rightarrow \min. \end{cases}$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор управляемых переменных, отвечающих за наличие контроля после операции A_i (наличие контроля-доработки – $x_i = 1$, отсутствие – $x_i = 0$);

$v_{U_i}^1$ – показатель из матрицы модели надежности оператора доработки.

Вероятность безошибочной работы рассматриваемого процесса (p^1) является первым элементом матрицы характеристик надежности:

$$P(X) = \prod_{i=1,n} P_{A_i}(x_i)$$

Остальные элементы первой строки данной матрицы будут представлять собой вероятность завершения процесса с ошибкой j -го типа – $p_{A_i}^0$. Их можно использовать при постановке задачи для минимизации наиболее критичных ошибок.

Библиографический список

1. Кокунов А.А., Таганов А.И. Модельное представление алгоритмических процессов космических информационных систем для задач оценки надежности и оптимизации. В сборнике: 8-я международная научно-техническая конференция «В.Ф. Уткин – 100 лет со дня рождения. Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика». Мат. докл. – Рязань, 2023. С. 251 – 254.
2. Кокунов А.А., Таганов А.И. Модельное представление операторов алгоритмических процессов информационных систем для задач оценки надежности и оптимизации. В сборнике: Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции. – Рязань, 2022. С. 210 – 218.
3. Ротштейн А.П., Штовба С.Д., Козачко А.Н. Моделирование и оптимизация надежности многомерных алгоритмических процессов. – Винница: «УНИВЕРСУМ-Вінниця», 2007. – 215 с.

ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Т.Д. Лыу

Научный руководитель – Васильев Е.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Несмотря на то, что процедура синтеза фильтров на полосковой линии (ПЛ) по заданным характеристикам разработана, ее применение не дает гарантии того, что реализованная цепь будет удовлетворять всем требованиям по электрическим характеристикам [1]. Это обусловлено тем, что: а) применяемые методы синтеза вносят погрешности; б) пренебрегают влиянием толщины ПЛ и потерь; в) не учитываются конструктивно-технологические факторы и различные неоднородности;

г) считают что дисперсия отсутствует; д) не учитываются климатические воздействия; е) отсутствуют аналитические методы, позволяющие синтезировать устройства с различными временными состояниями по заданным АЧХ; ж) фильтры реализованные на распределенных и сосредоточенных элементах не могут быть синтезированы строгими методами; з) не решена задача синтеза фильтров с учетом произвольного характера входных и выходных нагружающих цепей; и) отсутствуют строгие методы синтеза фильтров с произвольной формой АЧХ.

Поэтому совершенствование методов моделирования фильтров на связанные линии (СЛ) на основе комплексного охвата задач, с учетом вероятностного характера электромагнитных процессов позволит решить некоторые из указанных проблем.

В данной статье разработан метод компьютерного моделирования микроволновых фильтров основанный на комплексном охвате возможных конструктивных типов канонических звеньев на СЛ с использованием матричных моделей, разработанных с учетом потерь, дисперсии, шероховатостей и многослойности проводящих поверхностей. Предложены подходы к вероятностному моделированию микроволновых фильтров основанные на методах моментов и ядерных оценок [2,3]. Обоснованы преимущества микроволновых фильтров с аппроксимацией Золотарева-Кауэра по сравнению с аппроксимацией Чебышева, Баттерворта и фильтров с идентичными резонаторами для полос пропускания менее 5%. Предложен подход к этапу многовариантного конструктивно-топологического композиционного моделирования на основе использования широкого многообразия конструктивных типов БЗ и алгоритма решения проектной оптимизационной задачи. Разработана методика многовариантного конструктивно-композиционного моделирования эллиптических микроволновых ПФ. Получены в аналитическом виде функции плотности распределения параметров АЧХ ПФ.

Библиографический список

1. Васильев Е.П. Анализ методов моделирования микроволновых устройств на примере полосового фильтра с расширенной полосой заграждения. // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №72. 2020. С. 62-70.
2. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп, Лью Тхань Дат. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №75. 2021. С. 15-23.
3. Васильев Е.П. Моделирование микрополосковых делителей-сумматоров субмодулей усилителей мощности // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. № 71. 2020. С. 23-33.
4. Васильев Е.П. Моделирование микроволновых многоканальных переключателей // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №73. 2020. С. 26-36.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МИКРОВОЛНОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КЛЮЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д.Х. Нгуен

Научный руководитель – Васильев Е.П. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Пусть имеется N немагнитных плоскопараллельных полупроводниковых слоёв. Каждый из которых характеризуется диэлектрической проницаемостью ε и удельной

проводимостью σ , которые в общем случае нелинейно зависят от вектора напряженности электрического поля \vec{E} . Также выполняется условие $l_{\max} \ll \Lambda$ (где l_{\max} - максимальный размер поперечного сечения, Λ - длина волны в линии). Общие подходы к электродинамическому моделированию полупроводниковых структур даже простейшей конфигурации отличаются значительными математическими сложностями. Поэтому реализуем схмотехническое моделирование ключевых элементов (КЭ) - полевого транзистора с затвором Шотки (ПТШ) и р-і-п диода.

Цель работы – определение фактора качества КЭ в микроволновом диапазоне.

Определение фактора качества КЭ на основе GaAs. Рассмотрим ПТШ в двух крайних режимах функционирования, которые в основном и используют в переключателях, коммутаторах и выключателях. Первый режим — это режим пропускания, который характеризуется низким импедансом полупроводниковой структуры (рис. 1, а) и второй режим - режим запираия с высоким импедансом рассматриваемой структуры (рис. 1, б).

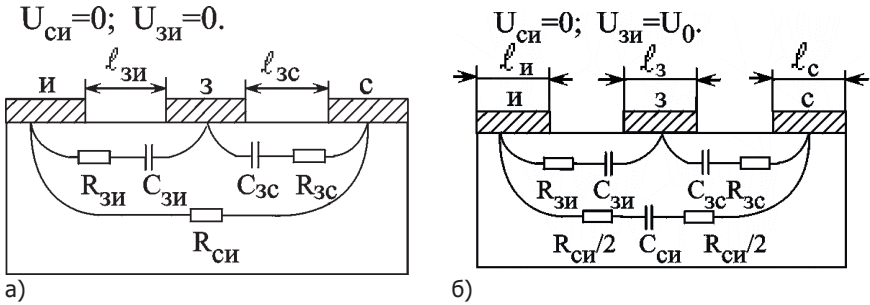


Рисунок 1 – Схемы ПТШ с низким (б) и высоким (а) импедансом

Фактор качества для рассматриваемого GaAs КЭ определим соотношением:

В приведенных схемах введены следующие обозначения: и – исток; з – затор; с – сток.

Определение фактора качества КЭ на основе р-і-п структур. Рассматривая р-і-п -диод, как один из широко применяемых в управляющих микроволновых устройствах КЭ, отметим его уникальное свойство - изменять в широких пределах полное сопротивление при прямом и обратном смещении. Это свойство р-і-п -структур можно описать с помощью эквивалентной схемы и её электрофизических параметров (рис. 2).

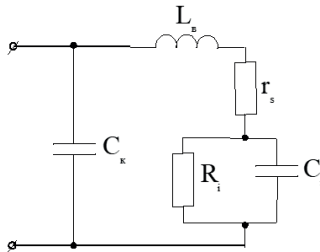


Рисунок 2 – Эквивалентная схема р-і-п-структуры

На основании эквивалентных схем КЭ получены соотношения для фактора качества, который учитывает предельные возможности рассматриваемых полупроводниковых структур

Таким образом полученные соотношения (1), (2) позволяют решать задачи оптимизации электрофизических параметров полупроводниковых КЭ, что важно для достижения предельных параметров в монолитных управляющих микроволновых интегральных схемах.

Библиографический список

1. Васильев Е.П. Моделирование микроволновых многоканальных переключателей. Вестник РГРТУ. № 72, 2020, с. 26-36.
2. Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика / Под ред. Г.З. Айзенберга. М.: Связь, 1971. 487 с.
3. Gopinath A., Rankin J.B. GaAs FET RF switches // IEEE Trans. on electron devices. V. ED-32. No. 7. 1985. P. 1272-1278.
4. Васильев Е.П, Нгуен Д.Х. Анализ численными методами конструктивных вариантов миниатюрных радарных резонансных элементов. Вестник РГРТУ. № 84, 2023, с. 3-14.
5. Васильев Е.П, Нгуен Д.Х. Анализ численными методами конструктивных вариантов миниатюрных радарных резонансных элементов. Вестник РГРТУ. № 84, 2023, с. 3-14.
6. Васильев Е.П, Нгуен Д.Х., Лыу Т.Д. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами. Вестник РГРТУ. № 75, 2021, с. 15-23.

ВНЕДРЕНИЕ RFID ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В IIOT

М.С. Поборуева, О.А. Бодров

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Реализация и контроль производственных процессов в условиях реального времени, а также управление оборудованием с применением технологий промышленного интернета вещей (IIoT) и систем автоматической идентификации, включая RFID, представляют собой ключевые аспекты современного производства.

Основой IIoT является интеграция разнообразных устройств и машин в сеть интернет, что дает возможность в реальном времени собирать и анализировать данные для оптимизации процессов и повышения качества продукции. Преимущества такого подхода включают удаленное управление и мониторинг производственных процессов, что ведет к сокращению расходов на обслуживающий персонал, увеличению производительности [1].

Технология RFID представляет собой метод автоматической идентификации объектов посредством радиоволн, позволяющий считывать и записывать информацию без физического контакта. Встраивание RFID-меток в товары, документы, транспортные средства и другие объекты позволяет автоматизировать и ускорить процессы идентификации и управления запасами, обеспечивая при этом высокую точность и надежность данных.

Подключаемые устройства могут быть классифицированы на активные и пассивные в зависимости от типа управления ими. Активные устройства, такие как сканеры для

чтения штрих-кодов и устройства для чтения магнитных карт, автоматически подключаются к системе при активации соответствующей формы в программе. В момент получения данных от таких устройств, система автоматически инициирует процессы анализа и обработки полученной информации, включая идентификацию и отображение соответствующих данных в пользовательском интерфейсе. При завершении работы с формой, подключение к активному устройству прекращается [2].

В рамках систем автоматической идентификации два основных метода, RFID и штрих-код, конкурируют за доминирование. Эти технологии, хоть и направлены на одинаковые цели, различаются по ключевым параметрам. Штрих-коды обладают преимуществом в стоимости, в то время как RFID превосходит их по дальности считывания, достигая до 30 метров против нескольких метров у штрих-кодов. Несмотря на это, штрих-коды сохраняют свою популярность благодаря простоте и экономичности.

Точность считывания штрих-кодов в некоторых случаях может быть выше, чем у RFID меток. Однако RFID выделяется возможностью быстрого и массового считывания данных, что крайне эффективно для учета больших объемов товаров или активов. Штрих-коды, будучи более компактными и легкими, находят применение в множестве областей, тогда как RFID метки обладают расширенными функциями хранения и записи данных, делая их более многофункциональными для специализированных применений.

В контексте одновременного считывания, штрих-коды требуют индивидуального сканирования каждого объекта, обеспечивая тем самым высокую точность и надежность, в то время как RFID способен обрабатывать множество меток одновременно, что может потребовать дополнительных решений для обеспечения аналогичного уровня точности и надежности [3].

RFID технология, активно внедряющаяся на рынке, предлагает ряд значительных преимуществ:

- Возможность перезаписи данных на RFID-метках, в отличие от штрих-кодов;
- Не требуется прямая видимость между транспондером и считывающим устройством для передачи данных;
- Продолжительность эксплуатации технологии не ограничена, а размеры меток могут быть очень малы;
- Некоторые типы меток могут многократно использоваться для различных задач с возможностью обновления данных.

Эти особенности делают RFID технологию многообещающим инструментом для широкого спектра приложений, предоставляя значительные преимущества перед традиционными штрих-кодами во многих аспектах.

Тем не менее, технология RFID обладает рядом существенных ограничений.

Во-первых, определенные категории меток при значительных повреждениях утрачивают функциональность и становятся неработоспособными.

Во-вторых, стоимость внедрения RFID-систем превышает затраты на использование технологий штрих-кодирования.

Третьим недостатком является то, что производство меток и считывающих устройств возможно только на специализированных предприятиях, в отличие от QR-кодов.

Таким образом, несмотря на высокую стоимость и сложность, технология RFID предлагает значительные преимущества, такие как увеличение производительности и снижение товарных потерь, что обычно компенсирует первоначальные инвестиции. В целом, RFID отличное решение для отслеживания элементов в IoT.

Библиографический список

1. Математическое и компьютерное моделирование процессов планирования и распределения разнородных ресурсов в промышленных сетях, Д. А. Перепелкин, Вестник РГРТУ. 2021, № 77
2. Разработка шлюза и облачной платформы программноконфигурируемой сети устройств Интернета вещей, Д. А. Перепелкин, Д. Д. Ткачев, Вестник РГРТУ. 2023, № 84
3. Модели и технологии построения защищенных сетей Интернета вещей, С. А. Лесько, Д. О. Жуков, П. Ю. Пушкин, Вестник РГРТУ. 2022, № 72

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СОЗДАНИЯ ФОТОМОЗАИК

К.М. Растрьгин

Научный руководитель – Жулева С.Ю. к.т.н, доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

С развитием цифровых технологий фотомозаика стала популярным инструментом в дизайне и искусстве, позволяя создавать изображения, которые распадаются на мелкие картинки при приближении. Этот метод широко применяется в рекламе и маркетинге, усиливая визуальные эффекты. Исследование алгоритмов фотомозаики важно для улучшения качества и автоматизации создания таких изображений.

Цель исследования заключается в разработке алгоритмов, способных генерировать фотомозаики автоматически, с минимальными затратами вычислительных ресурсов, и в изучении методов, которые обеспечат наибольшую точность и визуальное соответствие исходному изображению.

Алгоритм создания фотомозаики состоит из нескольких этапов, которые включают сбор данных, предварительную обработку изображений и генерацию конечного изображения. Вот основные функциональные части, которые используются для выполнения этих задач:

1. **Создание базы данных изображений (БДкартинок):** на этом этапе собираются все изображения для фотомозаики и создается база данных, где каждая плитка представлена средним цветом в RGB-пространстве.
2. **Подбор плиток для каждой секции исходного изображения:** для каждой плитки, на которую делится исходное изображение, необходимо подобрать наиболее подходящее изображение из базы данных. Подбор происходит на основе сравнения среднего цвета каждой секции изображения со значениями в базе данных. Это позволяет сохранять общее цветовое соответствие исходной фотографии и фотомозаики.
3. **Использование функции среднего цвета и евклидова расстояния:**

Функция среднего цвета. Средний цвет рассчитывается для каждого фрагмента изображения путем суммирования значений пикселей в каждом цвете (R, G, B) и деления на общее количество пикселей. Это значение затем используется для подбора плиток, и точность его расчета напрямую влияет на качество мозаики.

Евклидово расстояние. Для каждого фрагмента изображения подбирается плитка с цветом, максимально близким к среднему цвету

секции, что минимизирует цветовые расхождения. Евклидово расстояние помогает точно измерить различия, повышая соответствие [2].

4. **Функция изменения размера изображения:** для достижения точного масштаба каждая выбранная плитка изменяется до нужного размера, чтобы соответствовать пропорциям и размерам секций на исходном изображении. Функция изменения размера обеспечивает гибкость алгоритма и позволяет применять его для изображений разного формата и разрешения.

5. **Основная функция генерации фотомозаики:** после создания базы данных и подготовки изображений основная функция фотомозаики обрабатывает загруженное изображение, деля его на сетку и подбирая подходящие плитки из базы данных. Алгоритм размещает каждую плитку на соответствующем месте; при необходимости можно использовать изображения с близким цветом, что завершает визуальный образ фотомозаики [1].

6. **Постобработка и уникальность плиток:** для сохранения уникальности и предотвращения излишнего повторения, выбранные плитки удаляются из базы данных после использования, что позволяет создать более разнообразный визуальный эффект. По завершении мозаики итоговое изображение можно дополнительно обработать для повышения резкости или для выравнивания цветовых характеристик [1].

Исследование алгоритмов фотомозаики открывает возможности для оптимизации процесса генерации изображений. Методы, такие как вычисление среднего цвета, евклидово расстояние и масштабирование плиток, позволяют создавать точные фотомозаики с минимальными ресурсами. Развитие этих подходов улучшит качество и ускорит генерацию, что делает технологию перспективной для дизайнера, рекламы и искусства.

Библиографический список

1. Колосков В.Л., Иванов Е.Б., Павлов И.Ю. АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА – 2015 – С. 320-322
2. <https://habr.com/ru/articles/263019/> Сергей Пряда Веб приложение для генерации фотомозаики с легковесными потоками на Go

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЧАСТОТ АУДИОСИГНАЛА

С.А. Саморуков

Научный руководитель – Жулева С.Ю. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»

В условиях быстрого развития технологий и увеличения доступности цифровых инструментов обработка аудиосигналов становится все более актуальной. Цифровая фильтрация частот аудиосигнала играет ключевую роль в улучшении качества звука путем удаления шумов и искажений, а также в создании новых звуковых эффектов. Использование современных алгоритмов и методов цифровой фильтрации позволяет достичь высокой точности и эффективности обработки звука, что особенно важно в профессиональной индустрии аудио, медиа, и бытовых аудиосистемах [2].

Современные аудиосистемы требуют высококачественной обработки звука для удовлетворения растущих ожиданий потребителей и профессионалов. Традиционные

аналоговые методы фильтрации часто не могут справиться с высокими требованиями по качеству и гибкости настройки, в то время как цифровая фильтрация предоставляет широкий спектр возможностей для тонкой настройки звука.

Основы цифровой фильтрации аудиосигналов. Понимание базовых принципов цифровой фильтрации, таких как дискретизация, преобразование Фурье и фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (FIR и IIR), является фундаментом для создания эффективных алгоритмов обработки звука [3].

Наиболее подходящим вариантом является комбинированное использование фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (для обработки звука в реальном времени за счет малых вычислительных требований) и конечной импульсной характеристикой (для обработки аудиосигнала без риска возникновения фазовых искажений) [3].

Разработка и оптимизация фильтров. Важным аспектом является разработка и оптимизация различных типов фильтров, таких как низкочастотные, высокочастотные, полосовые и режекторные фильтры. Оптимизация параметров фильтров позволяет добиться лучшего качества звука и минимизировать задержки и искажения [1].

Применение в реальных условиях. Цифровая фильтрация находит широкое применение в различных областях, таких как студийная запись, живое исполнение, бытовые аудиосистемы и мобильные устройства. Важно учитывать специфику и требования каждой области для разработки эффективных решений [2].

Цифровая фильтрация частот аудиосигнала является неотъемлемой частью современной обработки звука. Использование передовых методов и алгоритмов позволит значительно улучшить качество звука, снизить уровень шумов и искажений и создать новые звуковые эффекты.

Библиографический список

1. Спектральные преобразования [Электронный ресурс] URL: <https://digitalmusicacademy.ru/lesson-equalization-filtering> (дата обращения: 05.11.2024)
2. Понятие эквалайзера: что это и как он работает [Электронный ресурс] URL: <https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/chto-takoe-ekvalaizer/> (дата обращения: 05.11.2024)
3. J. G., Manolakis, Proakis, D. G Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications. 2006. - 960 p.

ОБЗОР СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ В РЕАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

А.М. Устьян

Научный руководитель – Крошила С.В. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Нейронные сети и компьютерное зрение, в частности, в последние годы набирает широкое применение в различных сферах. Нейронные сети находят применение в самых разных областях, существенно улучшая качество и эффективность решений.

В эпоху глобальной цифровизации, когда многие услуги становятся автоматизированными, возможность машине понимать и интерпретировать человеческие эмоции является важным шагом вперед в создании более человечных и отзывчивых систем.

По оценкам экспертов, в течение следующих нескольких лет рынок распознавания эмоций будет расти экспоненциально - в 2020 году он оценивался в 19,87 млн долларов США, и, ожидается, что к 2026 году он достигнет 52,86 млн долларов США, что представлено на рисунке 1, а среднегодовой темп роста в течение прогнозируемого периода (2020-2026 годы) составит 18,01%. Другие источники называют еще более высокую цифру - \$85 млрд, которая может быть достигнута уже в 2025 году. Эти оценки демонстрируют растущую потребность бизнеса, которая существует, несмотря на явные и скрытые недостатки текущей технологии распознавания эмоций [1].

Распознавание эмоций на основе нейронных сетей активно используется в различных прикладных областях, начиная от здравоохранения и заканчивая бизнесом. Развитие технологий, таких как глубокое обучение, открывает новые возможности для создания более эффективных и персонализированных систем взаимодействия с пользователями.

1. Чат-боты и виртуальные ассистенты. Одним из наиболее ярких примеров применения распознавания эмоций является использование таких технологий в чат-ботах и виртуальных ассистентах. Эмоциональная составляющая общения имеет большое значение в создании комфортного и продуктивного взаимодействия с клиентами.

Чат-боты, оснащенные нейронными сетями, могут анализировать текстовые сообщения пользователя, выявлять эмоции и корректировать ответы в зависимости от настроения собеседника. Например, если бот распознает, что пользователь испытывает недовольство или разочарование, он может предложить извинения или перенаправить запрос на более квалифицированного специалиста.

Например, в компании IBM Watson используется система для создания чат-ботов, которая анализирует эмоции и настраивает тон общения в зависимости от настроения клиента. Это используется в сфере поддержки клиентов и в медицинских сервисах.

2. Медицинские приложения и мониторинг психоэмоционального состояния. Распознавание эмоций на основе нейронных сетей также активно применяется в медицинских и психотерапевтических приложениях. Особенно это актуально для мониторинга психоэмоционального состояния пациентов, например, в случае с людьми, страдающими от депрессии, тревожных расстройств или других психических заболеваний.

Такие системы могут быть использованы для диагностики или мониторинга прогресса в лечении психических заболеваний. Например, в приложениях для психотерапии могут быть реализованы функции, анализирующие изменения в эмоциональном состоянии пациента в ходе общения с терапевтом, что позволяет улучшить эффективность лечения.

Ученые из Массачусетского технологического института создали нейросеть, которая определяет депрессию, анализируя речь человека. Точность результата составила 77% [2].

3. Еще одной из возможной области, в которой можно использовать распознавание эмоций – это сфера развлечений. Например, системы распознавания эмоций можно использовать для того, чтобы узнать реакцию аудитории на фильм. Похожую идею реализовал Google, видеохостинг YouTube создал свой ИИ под названием YouFirst. Он позволяет видеоблогерам и компаниям тестировать контент до выпуска на платформе. Пользователи нажимают на специальную ссылку, дают согласие на съемку видео и смотрят ролик. В это время нейросеть определяет их реакции и отправляет данные владельцу канала [3].

4. Роботы и устройства для обслуживания клиентов. Распознавание эмоций также используется в роботах и автоматизированных системах, предназначенных для обслуживания клиентов. Роботы с эмоциональным интеллектом могут учитывать настроение человека и адаптировать свое поведение в зависимости от реакции пользователя. Например, роботы, работающие в отелях или аэропортах, могут анализировать выражения лиц или голос пассажиров и определять их эмоциональное состояние. Если робот замечает, что человек выглядит обеспокоенным или злым, он может предложить помощь или предоставить дополнительную информацию, чтобы снизить уровень стресса.

Например, роботы, такие как Pepper, разработанные компанией SoftBank Robotics, используются в некоторых странах для обслуживания клиентов в магазинах, банках и других общественных местах. Они могут распознавать эмоции пользователей и адаптировать свои действия и реакции в зависимости от настроения посетителей.

Распознавание эмоций на основе нейронных сетей активно внедряется в различные сферы жизни, значительно улучшая качество взаимодействия с пользователями и обеспечивая более точные и персонализированные решения.

Библиографический список

1. Носкова, А. В. Искусственный интеллект для распознавания эмоций и как он работает / А. В. Носкова, А. З. Ядуга // Нацразвитие. Наука и образование. – 2022. – № 7(10). – С. 49-51. – EDN KDGFLB.

2. Хрисанфова, Е. Эмоциональный ИИ: кто и зачем распознаёт эмоции в России и за рубежом // RusBase: портал. – 2019. – URL: <https://rb.ru/longread/emotion-ai/>

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

М.А. Федулов

Научный руководитель – Белов В. В. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается возможность использования систем искусственного интеллекта (ИИ) в процессе реализации итерационной модели разработки программного обеспечения (ПО).

На протяжении последних десяти лет происходит рост промышленной разработки ПО. Это отмечается в различных статьях, в частности [6]. При этом, как отмечают отдельные авторы [5] разработчики зачастую не успевают укладываться в график, что приводит к снижению качества программного продукта.

Привлекает внимание тот факт, что в настоящее время стремительно развиваются системы ИИ, а также происходит их активная интеграция в различные сферы человеческой жизни [4]. Другие авторы в своих статьях [6], [10] отмечают, что использование ИИ в разработке программного обеспечения открывает возможности для улучшения процессов создания и оптимизации кода.

В связи с этим возникает потребность в подробном рассмотрении возможности активного применения нейронных сетей и ИИ в процессе разработки программного обеспечения.

Для ответа на данный вопрос требуется провести анализ по следующим ключевым направлениям возможного использования ИИ:

- Для полноценного написания программного кода (или его фрагментов);
- Для оценки качества уже написанного кода;
- В качестве тестировщика программного продукта;
- Как средство обнаружения семантических ошибок в программном коде;
- Как средство исправления семантических ошибок кода;
- Как инструмент для документирования программ.

Получение точных ответов на эти вопросы позволит сделать выводы о теоретической возможности применения ИИ в процессе разработки программного обеспечения. При этом, данные темы уже частично рассмотрены в рамках таких электронных ресурсов как [1], [7], [8], [11].

При получения неудовлетворительных ответов на рассматриваемые вопросы, можно будет сделать предварительные выводы о слабых сторонах ИИ на его текущем уровне развития.

Однако, получение утвердительного ответа на один или часть выдвинутых ранее вопросов приведет к возникновению новых неопределенностей:

- Какова эффективность работы ИИ в сравнении с обычным персоналом;
- Каково будет влияние на рынок труда в IT-сфере;
- Какова экономическая целесообразность внедрения ИИ в процесс разработки ПО.

Стоит отметить, что вопросы интеграции ИИ и нейронных сетей также рассматривались различными авторами, например в статьях [2], [3].

Важно отметить тот факт, что в случаи если эффективность работы ИИ окажется удовлетворительной и при это будут выполняться условия для экономической целесообразности такой системы, то использование ИИ в разработке ПО, вероятно, станет одним из перспективных направлений. Это может привести к созданию новых инструментов и методов разработки ПО.

Из вышесказанного можно сделать вывод о необходимости тщательного анализа возможности использования ИИ и нейронных сетей в процессе разработки программного обеспечения. При этом рассматриваемые вопросы можно считать кратким планом работы в рамках данного направления.

Библиографический список

1. 7 нейросетей для программистов: как писать код быстрее и лучше. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/code/7-neyrosetey-dlya-programmistov-kak-pisat-kod-bystree-i-luchshe/>

2. Имамов М. М. Использование ChatGPT в экономике // Дискуссия. — 2023. — Вып. 119. — С. 62–72.

3. Козлова, Ю. Д. Преимущества использования искусственного интеллекта в обеспечении качества при разработке программного обеспечения [Текст] / Ю. Д. Козлова, А. В. Уткин // Международный журнал гуманитарных и естественных наук - 2024, № 9-3 - С. 82-88 URL: <http://intjournal.ru/wp-content/uploads/2024/10/Kozlova.pdf>

4. Маношин Д. А. Программирование искусственного интеллекта // Colloquium-journal 2019 № 12 (36) - С. 115-117 <https://colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2022/05/Colloquium-journal-2019-36-2.pdf>

5. Романова Ю.А. Основные риски в процессах разработки программного обеспечения // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016 № 1 (5) - С. 243-246 URL: <http://intjournal.ru/wpcontent/uploads/2016/11/Mezhdunarodnyj-Zhurnal-1-tom-5-1.pdf>

6. Сазонов, А. П. Использование ИИ в программировании // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 3(120). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17010>

7. AI in Quality Assurance: How AI is Transforming Future of Quality Assurance. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.zymr.com/blog/ai-in-quality-assurance>

8. Guide to Using AI to Write Code. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://blog.codeanywhere.com/guide-to-using-ai-to-write-code/>

9. How You Can Use AI to Improve Your Code Quality. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.freecodecamp.org/news/how-to-use-ai-to-improve-code-quality>

10. Ramchand, S., Shaikh, S., Alam, I. (2022). Role of Artificial Intelligence in Software Quality Assurance. In: Arai, K. (eds) Intelligent Systems and Applications. IntelliSys 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 295. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-82196-8_10

11. Writing Code with AI. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.superblocks.com/generative-ai/writing-code-with-ai>

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.С. Чубаров, О.А. Бодров, А.Э. Москвитин
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Для наблюдения поверхности Земли широко используются системы дистанционного зондирования, например, геостационарный гидро-метеорологический космический комплекс «Электро-Л». Космические аппараты «Электро-Л» обеспечивают информационное сопровождение при решении таких задач, как анализ и прогноз погоды, изучение состояния акваторий морей и океанов, мониторинг условий для полётов авиации, изучение состояния ионосферы и магнитного поля Земли [1]. Высота орбиты спутников – 36000 км, наклонение – не более 0.5 гр., обзор – вся видимая часть земного шара. С помощью этих спутников формируются изображения Земли в видимом и ИК-диапазонах. Разрешение на местности в видимом диапазоне – 1 км, в инфракрасном - 4 км. Из-за разницы в разрешении актуальной является задача выравнивания разномасштабных изображений видимого и теплового диапазонов спектра для последующего наложения их друг на друга и совместной тематической обработки [2].

Изображение видимого диапазона примем как основное, а тепловой изображение – как анализируемое. Исходные спутниковые снимки имеют большой размер, поэтому их анализ и обработку целесообразно проводить по отдельным фрагментам. Поэтому первым шагом будет разбиение основного и анализируемого снимков на отдельные фрагменты. Каждая пара фрагментов должна покрывать один и тот же участок земной поверхности. Анализируемый фрагмент выравнивается по размеру с основным путем заполнения пустого пространства нулями. Затем для пары фрагментов рассчитывается коэффициент корреляции. Анализируемый фрагмент постепенно увеличиваем путем интерполяции. Для каждого шага увеличения выравниваем снимки по размеру и вычисляем коэффициент корреляции. В полученном таким образом массиве корреляционных коэффициентов необходимо найти максимум. Он будет

соответствовать такому масштабу теплового изображения, который обеспечивает максимальное совпадение диска Земли со снимком в видимом диапазоне [3].

Предложенный подход может обеспечить совмещение двух изображений с точностью до долей пикселя, что поможет решить задачи классификации и обнаружения объектов на земной поверхности, а также производить мониторинг погодных условий. Актуальной является задача программной реализации представленной схемы корреляционного анализа.

Библиографический список

1. Еремеев В. В., Егошкин Н. А., Макаренков А. А., Москвитин А. Э., Ушенкин В. А. Проблемные вопросы обработки данных от космических систем гиперспектральной и радиолокационной съемки земли // Вестник рязанского государственного радиотехнического университета – 2017, учредитель: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина
2. Мятов Г. Н., Тишкин Р. В., Ушенкин В. А., Юдаков А. А. Применение нечетких мер подобия в задаче совмещения изображений поверхности земли // Вестник рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина – 2013
3. Кузнецов А. Е., Светелкин П. Н. Оперативное совмещение спектрозональных изображений при цветосинтезе // Вестник рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина – 2007

Секция 11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ СБОРА ОТЧЁТНОСТИ ДЛЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
НА ПЛАТФОРМЕ ODANT**

А.А. Агеев

Научный руководитель - Сапрыкин А.Н. к.т.н, доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В условиях политики импортозамещения и санкционных ограничений российский рынок информационных технологий сталкивается с необходимостью разработки и внедрения отечественных решений. Одним из примеров таких систем является система сбора отчетности, созданная на базе отечественной технологической платформы ODANT. Эта платформа предлагает инновационные решения для организации, хранения и обработки данных, удовлетворяя требованиям современных российских компаний и ведомств.

Ключевым преимуществом платформы для разработки системы является древовидная структура данных, где объекты могут иметь неограниченное количество уровней и полей, что позволяет гибко описывать иерархии данных. Благодаря этому подходу, система может моделировать сложные взаимосвязи и структурировать данные в виде вложенных массивов или таблиц, что особенно полезно при работе с крупными объемами информации.

Платформа ODANT также предоставляет возможности наследования классов и объединения объектов в иерархические структуры. Это обеспечивает не только простоту в администрировании и развитии системы, но и высокий уровень интеграции данных между различными подразделениями и организациями. Домены, в которых хранятся объекты, можно рассматривать как отдельные базы данных, каждая из которых обладает своей структурой и системой безопасности. Это позволяет легко изолировать данные различных уровней и настраивать доступ к ним в зависимости от иерархии [1].

Домены платформы бывают различных типов — от разделов до сервисов и компонентов. Системные домены обеспечивают доступ к классам с системными данными и функционалом, что упрощает управление доступом и данными на уровне всей организации. Гибкость системы позволяет пользователям с административными правами централизованно настраивать справочники, которые затем используются для формирования отчетов и управления данными. Более того, справочники могут быть как общими для всех пользователей системы, так и частными для отдельных ведомств, что позволяет эффективно организовывать работу на всех уровнях организации.

Административный интерфейс платформы обеспечивает полное управление системой через клиентское приложение, что позволяет максимально упростить настройку ролевой модели, структуры данных, иерархии отчетных форм и прав доступа. Это делает платформу ODANT оптимальным выбором для построения информационной системы сбора отчетности в условиях современных требований импортозамещения и безопасности данных.

Библиографический список

1. Перепелкин Р.А., Чумаков Г.В., Витухин В.В., Марочкин М.В., Трофимов И.М. ODANT – интернет нового поколения // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 2-й Международной конференции (7-8 февраля 2019 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2019. — С. 112-117. — URL: <https://keldysh.ru/future/2019/11.pdf> (дата обращения 18.10.2024).

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

М.А. Бакулева, А.В. Бакулев

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассмотрены основные вопросы обеспечения безопасности биометрических данных посредством эффективного шифрования.

На современном этапе развития информационных технологий использование биометрических данных становится нормой взаимодействия между различными сферами социальной жизни общества. Очевидно, что вопрос безопасности хранения данных и повышения иммунитета к киберугрозам является актуальной задачей профильных информационных систем.

Шифрование данных представляет собой процесс преобразования исходных данных в вид информации, не поддающей однозначной интерпретации третьими лицами с целью защиты её от несанкционированного доступа.

В докладе приводятся результаты исследования и сопоставлены достаточно широкого спектра современных методов шифрования от классических шифров Цезаря и Виженера до современные алгоритмов, таких как AES (Advanced Encryption Standard) и RSA (Rivest-Shamir-Adleman).

Разработанная информационная система кодирования и интерпретации позволяет эффективно шифровать биометрические данные пользователей, поскольку в качестве ключевых технологий решения вопросов безопасного кодирования данных в информационной системе использован подход шифрования данных, основанный на вейвлет разложении непрерывной последовательности данных оцифрованной биометрии.

Данный подход успешно применяется при анализе числовых последовательностей, позволяя получать кратномасштабное представление данных. Шифрование данных с использованием данной технологии позволяет повысить уровень безопасности хранения и передачи информации.

В представленном докладе проведён и выполнен анализ алгоритмов шифрования данных. Отмечено, что защита конфиденциальности, целостности и доступности биометрической информации является важной составляющей работы современных информационных систем. Также очевидно, что вопрос защиты персональных данных не теряет актуальность и требует постоянно совершенствования алгоритмов, повышающих цифровой иммунитет информационных систем взаимодействующих с персональными данными пользователей.

Библиографический список

1. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е изд. — М.: Вильямс», 2006. — С. 1296.

2. 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 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4

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.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ: ИНТЕГРАЦИЯ SPRING SECURITY В ЭКОСИСТЕМУ SPRING BOOT

А.Р. Бощенко

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с обеспечением безопасности интеллектуальных веб-приложений в современной цифровой среде. Введение в безопасность веб-приложений начинается с анализа текущих вызовов и угроз, с которыми сталкиваются разработчики и пользователи. В частности, акцентируется внимание на важности защиты от таких распространенных атак, как SQL-инъекции, кросс-сайтовый скриптинг (XSS), кросс-сайтовая подделка запроса (CSRF), а также утечки данных и неавторизованный доступ.

С каждым днем количество угроз для веб-приложений увеличивается, в связи с чем возрастает и сложность задач по их нейтрализации. Рост зависимости бизнеса от онлайн-сервисов приводит к усилению последствий от возможных инцидентов безопасности. В этом контексте особенно актуальным становится вопрос интеграции надежных механизмов безопасности, способных адаптироваться к меняющимся условиям и предотвращать потенциальные угрозы на ранних этапах.

Цель данного доклада – показать, как комплексный подход к безопасности с использованием таких технологий, как Spring Security в сочетании с экосистемой Spring Boot, может повысить уровень защищенности интеллектуальных веб-сайтов и минимизировать риски потенциальных угроз. Будет продемонстрировано, как эти инструменты позволяют реализовать многоуровневую систему безопасности, которая обеспечивает аутентификацию, авторизацию, защиту от уязвимостей и управление сессиями на примере реальных приложений.

Подробнее поговорим про такие функциональные возможности Spring Security, как защита от атак, например, session fixation, clickjacking, cross site request forgery и других. Рассмотрим основные концепции, которые лежат в основе Spring Security:

1. Аутентификация – процесс проверки подлинности пользователя. Spring Security поддерживает множество способов аутентификации, включая форму входа, HTTP Basic, LDAP, OAuth2 и другие.

2. Авторизация – процесс определения того, разрешено ли пользователю выполнить определенное действие. В Spring Security это обычно достигается с помощью конфигурации на уровне методов или URL-адресов.

3. Принципал – это объект, представляющий текущего пользователя после его аутентификации.

4. Granted Authority – это права, которые предоставляются пользователю. Обычно это роли, которые определяют, что пользователь может делать в приложении.

5. Security Context – в контексте безопасности хранятся детали о текущем пользователе и его правах.

Подробнее изучим модули, из которых состоит Spring Security, такие как: Core (основные компоненты безопасности, такие как аутентификация, авторизация и работа с контекстом безопасности), OAuth2 Core и OAuth2 Client (поддержка для OAuth 2.0 аутентификации и авторизации), ACL (поддержка списков контроля доступа (Access Control List) для более тонкой настройки прав доступа), LDAP (интеграция с LDAP для аутентификации и извлечения информации о пользователях), Web (защита веб-приложений, включая фильтры безопасности и настройки для защиты от веб-атак).

Spring Security предоставляет широкий спектр возможностей для обеспечения безопасности приложений. Множественные точки входа, метод безопасности, фильтрация безопасности, поддержка выражений безопасности, настройка через Java Config, поддержка CSRF, сессионная безопасность, интеграция с веб-фреймворками.

Spring Security является незаменимым инструментом для разработчиков, которые стремятся обеспечить высокий уровень безопасности своих приложений. Благодаря своей модульной архитектуре и гибкости, он позволяет настраивать безопасность в соответствии с конкретными требованиями проекта, обеспечивая при этом простоту использования и интеграции.

Мы рассмотрим лучшие практики и подходы к интеграции Spring Security в приложения на базе Spring Boot, обсудим конфигурацию безопасности и представим эффективные стратегии для обработки и предотвращения угроз. Также будут представлены сценарии тестирования безопасности и мониторинга, которые помогут обеспечить надежную и устойчивую работу веб-приложений.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

Библиографический список

1. Carlo Scarioni, Massimo Nardone. Pro Spring Security. Securing Spring Framework 5 and Boot 2-based Java Applications [Электронный ресурс]. – URL: <https://accenture.overdrive.com/media/5131951> - Дата обращения: 25.10.2024.
2. Josh Long, Daniel Rubio, and Marten Deinum. Spring 5 Recipes: A Problem-Solution Approach / Apress, 2017. – 831 с.
3. Spring Security документация [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.spring.io/spring-security/reference/index.html> - Дата обращения: 23.10.2024.

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ДЛЯ СЕРВИСА ПОДБОРА ПОПУТЧИКОВ

Д.А. Венчиков

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Алгоритм ветвей и границ в чистом виде не совсем подходит для нахождения оптимального маршрута для водителя, подбирающего попутчиков, из-за ограничений по очередности посещения точек маршрута, поэтому разработаем алгоритм, который будет применять похожую концепцию. Суть модифицированного метода в том, что изначально будут рассчитываться матрицы всех возможных комбинаций для

вариантов с 2-мя, 3-мя, 4-мя промежуточными маршрутами. В рамках нашей задачи больше не требуется, так как количество свободных мест в автомобиле редко превышает четыре. Далее будет рассчитываться некий опорный вариант с помощью эвристического метода (например по алгоритму ближайшего соседа), а далее будут рассчитываться все варианты по очереди, причем на каждой итерации после каждого следующего приращения времени прохождения ребра будет происходить сравнение с текущим минимальным временем прохождения маршрута и если в процессе формирования текущего пути его время прохождения уже будет превышать минимальное текущее время, то перестаем дальше формировать текущий маршрут и переходим к следующей перестановке.

В качестве примера можно привести случай, когда у водителя есть два попутчика. В этом случае задача описывается как поиск гамильтонова пути через граф, с структурой которого можно ознакомиться на рисунке 1.

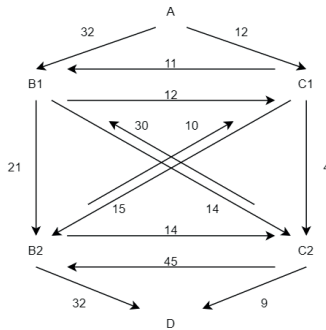


Рисунок 1 – Структура графа для двух маршрутов

Матрица времени прохождения для требуемых ребер будет иметь вид:

```
timeMatrix = [
[0, 32, -, 12, -, -],
...]
```

В индексном представлении:

```
routeVariants = [
[0, 1, 2, 3, 4, 5],
[0, 1, 3, 4, 2, 5],
...
];
```

Теперь выберем опорный маршрут с помощью метода ближайшего соседа и запишем результат в переменную `bestTime`. Это будет маршрут A, C1, C2, B1, B2, D и время его прохождения будет равняться `bestTime = 99` минут. Запомним и сам маршрут и вынесем индексы точек этого маршрута в отдельный массив `bestPath = [0, 3, 4, 1, 2, 5]`.

Далее мы должны последовательно пройти по каждому маршруту из массива `routeVariants` и при получении более короткого по времени прохождения пути поменять `bestPath` и `bestTime`. Во временную переменную `tempMin`, куда будем накапливать время текущего варианта маршрута. При расчете каждого варианта будем сравнивать текущее лучшее время прохождения со значением в переменной

tempMin. Если же tempMin больше или равна bestTime это говорит о том, что далее рассчитывать текущий вариант нет смысла и нужно переходить к следующему.

Однако данный алгоритм можно ускорить если массив routeVariants будет заведомо отсортирован по номерам вершин и в каждый элемент этого массива будет содержать массив чисел, каждое число которого будет показывать, на сколько именно итераций необходимо пропустить, если вариант не устроил при суммировании уже первых нескольких элементов. Об алгоритме и способах его ускорения более подробно будет описано в статье.

Библиографический список

1. Скворцов С.В., Орехов В.В. Данные и алгоритмы в программном обеспечении САПР: учеб. пособие. Рязань: РГТУ, 2009. 88 с.

2. Базовые алгоритмы нахождения кратчайших путей во взвешенных графах // Хабр: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/119158/> (дата обращения: 11.06.2023)

3. Базовые алгоритмы нахождения кратчайших путей во взвешенных графах // Хабр: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/560468/> (дата обращения: 11.06.2023)

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Г.А. Габриелян

Научный руководитель – Андрианова Е.Г. к.т.н., доцент
МИРЭА – Российский технологический университет

Сложные производственные цепочки зависят от поддержки большого разнообразия ИТ-систем. Рассмотрим две составляющие информационной среды предприятия: PDM-система (Product Data Management) и ERP-система (Enterprise Resource Planning).

PDM-система на предприятии решает задачи, связанные с управлением данными о продуктах, в частности:

- создание и управление чертежами и спецификациями;
- управление версиями и изменениями в документации;
- управление данными о материалах в составе изделия.

ERP-система на предприятии решает множество задач управления бизнес-процессов на производстве, обеспечивая единый информационный центр, в том числе:

- планирование производства (объемы выпуска, потребность в материалах);
- управление запасами (доступность запасов, закупочная деятельность);
- управление финансами (контроль денежных потоков, управление бюджетом).

Таким образом, на уровне задач интеграция систем управления ресурсами предприятия (ERP) с системами управления данными о продуктах (PDM) позволит объединить информацию о продуктах и производственных процессах.

Некоторые проблемы, которые могут быть решены, при создании единой информационной среды предприятия:

– неактуальные составы изделий и данных по технологии в ERP-системах (вследствие конструкторско-технологических изменений и необходимости постоянного обновления);

– скорость внедрения изменений при изменениях от действующей конструкторско-технологической документации на производстве;

- необходимость параллельной работы конструкторов, разрабатывающий состав изделия, и технологов, обеспечивающих производственный процесс;
- обеспечение взаимодействия конструкторских, технологических и производственных служб организации.

Возможность гибкого доступа к необходимой инженерной информации из этих ИТ-систем, предоставление интегрированного инженерного хранилища метаданных может значительно улучшить рабочие процессы. Рассмотрим некоторые подходы к интеграции данных.

1) Использование онтологий и семантической сети.

Онтологии позволяют однозначно идентифицировать сущности в разнородных информационных системах и утверждать применимые именованные отношения, которые соединяют эти сущности вместе.

Основным преимуществом является представление функциональной логики, что облегчает обнаружение логических связей в объединенных базах данных. Например, ключевыми концепциями, которые являются частью онтологии для объединения информации, могут быть продукты, экземпляры, процессы, ресурсы и организации. Такие подходы, например, рассматривается для семантического управления данными для разработки интеллектуальных продуктов и систем [1] или объединения разрозненной информации с целью построению озер данных [2].

2) Использование стандартных протоколов и форматов данных.

Использование унифицированных протоколов обмена данными может существенно упростить реализацию функций экспорта и импорта данных из разных систем. В отдельных случаях может быть рассмотрен случай переноса всех данных в единую унифицированную систему, однако, возникнут новые сложности, связанные с избыточностью данных и необходимостью обеспечения согласованности. Например, в работах рассматривается процесс синхронизации избыточных наборов данных в различных ИТ-системах и построение моделей для последующей интеграции [3-4].

3) Использование RESTful веб-служб

RESTful веб-службы используют стандартные HTTP-методы для взаимодействия с ресурсами, представляя данные в формате JSON или XML. Реализация может быть в формате промежуточного веб-приложения, обеспечивающее доступ к разнородным данным. Такой подход, например, используется для реализации производственных [5], киберфизических систем [6].

Продолжающаяся цифровая трансформация производственных цепочек, растущее количество ИТ-систем, в том числе унаследованные системы с большим объемом исторических данных, требуют реализации доступных подходов к построению интегрированных хранилищ корпоративных данных, которое способно улучшить процессы проектирования и производства.

Библиографический список

1. Abramovici M., Göbel J.C., Dang H.B. Semantic data management for the development and continuous reconfiguration of smart products and systems, CIRP Annals, 65, 2016
2. Hoseini S., Theissen-Lipp J., Quix C. A survey on semantic data management as intersection of ontology-based data access, semantic modeling and data lakes, Journal of Web Semantics, 81, 2024
3. Moalla N. et al. Model Driven Architecture to enhance interoperability between product applications, Inderscience Enterprises LTD, 2008

4. Do N. Developing a product data model using the STEP PDM schema for integrating specifications of technical services, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 27 (4), 2014
5. Herle S. Jörg Blankenbach J. Hypermedia-driven RESTful API for digital twins of the built environment, Automation in Construction, 165, 2024
6. Khaled A., Helal S. Interoperable communication framework for bridging RESTful and topic-based communication in IoT, Future Generation Computer Systems, 92, 2019

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ИНТЕГРИРУЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ

А.С. Гуров

Научный руководитель – Борзенко А.Е. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматриваются вопросы о проблеме интеграции информационных систем, используемых в организации. Расширение организации приводит к росту числа автономных подразделений. Для автоматизации работы подразделений организации необходимо использование информационных систем. Зачастую информационные системы автоматизируют те или иные бизнес-процессы. Отсюда у организации возникает потребность в росте числа этих систем. Такие системы, как правило, не связаны между собой, используют только свои источники данных, и по-разному описывают бизнес-процессы. Возникает проблема полноты информационных данных, противоречий данных, их задержки и разного рода ошибок.

Решением данной проблемы может служить интеграция приложений. Интеграция приложений – это процесс слияния независимых приложений для их совместной работы и обмена информацией в режиме реального времени [1]. Существуют следующие подходы к интеграции приложений:

- Интеграция «точка-точка»;
- Интеграция корпоративной сервисной шины (ESB) и корпоративных приложений (EAI);
- Интеграционная облачная платформа (iPaaS).

Интеграция «точка-точка» представляет собой установку прямого соединения между приложениями для обмена данными и взаимодействия. Это базовая технология, простая в реализации. Программы интегрируются путем записи и чтения данных из общей базы данных приложений или с помощью программного интерфейса API. Данный подход имеет ряд преимуществ: прозрачность, простота, отсутствие потребности в дополнительном программном обеспечении. А также имеет следующие недостатки: при числе интеграций больше одной-двух возникают проблемы с масштабируемостью интеграции.

Интеграция корпоративной сервисной шины (Enterprise Service Bus) и корпоративных приложений (Enterprise Application Integration) происходит за счет промежуточного программного обеспечения, используемого, как правило, для интеграции локальных и устаревших приложений. Данное программное обеспечение не используется для подключения периферийных и облачных приложений. Преимуществами данного подхода служат: масштабирование, безопасность, гибкость, централизация средств администрирования и контроля, использование открытых

стандартов. К недостаткам данного подхода можно отнести: высокая сложность обслуживания и настройки, единая точка отказа, низкая скорость связи.

Интеграционная облачная платформа (integration Platform-as-a-Service) является современным подходом для интеграции приложений в организации. Это облачный сервис для интеграции приложений, процессов и данных, использующий API, мэппинг данных и управляемые событиями действия. Достоинства данного подхода: достоверность данных из различных источников, более быстрая интеграция, безопасность, автоматизация, бизнес-инновации. К недостатку данного подхода можно отнести одностороннюю интеграцию, то есть при возникновении изменений в одном приложении, их необходимо передать в следующие приложения.

Чаще всего для интеграции приложений используют следующие технологии [2]:

- Robotic Process Automation (RPA) [2];
- Application Programming Interface (API) [2].

Robotic Process Automation – это технология, управляющая процессами интеграции приложений с использованием программного робота.

Application Programming Interface – это технология, в которой для конкретных задач создается определенный пользовательский интерфейс.

В результате проведенного исследования были сделаны выводы: в организации, использующей 2-3 не связанные между собой информационные системы, для интеграции этих систем будет достаточно подхода интеграции «точка-точка»; для большего числа устаревших информационных систем лучше использовать подход интеграции сервисной шины; для интеграции современных информационных систем в организации необходимо использовать интеграционную облачную платформу.

Результаты исследований проблемы интегрирования сторонних информационных систем в организации будут в дальнейшем описаны при проектировании ВКР.

Библиографический список

1. Инновации SAP в области ИИ. Официальный сайт sap.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/technology-platform/what-is-enterprise-integration/application-integration.html> (дата обращения 30.10.2024).
2. Интеграция программ и приложений. Официальный сайт dynamicsun.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://dynamicsun.ru/blog/integrasiya-ro.html?ysclid=m337noiinl426063812/> (дата обращения 30.10.2024).
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Официальный сайт cyberleninka.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-integratsii-korporativnyh-prilozheniy/viewer/> (дата обращения 30.10.2024).

АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ЧАСТОТЫ СЕРДЦЕБИЕНИЯ НА ФОНЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДЫХАНИЯ ПРИ РАДИОЛОКАЦИОННОМ НАБЛЮДЕНИИ ПАЦИЕНТОВ

Ю.И. Долматов

Научный руководитель – Витязев С.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В данной работе рассматриваются алгоритмы оценки частоты сердечных сокращений (ЧСС). Выделен способ цифровой обработки радиолокационного сигнала

и анализа его фазы. Ранее уже производился обзор некоторых алгоритмов выделения ЧСС [1]. В них применялись цифровая голография и матрицы датчиков, которые обладают своими плюсами и минусами в работе с узкополосными сигналами. В моей работе ставится задача оценки ЧСС радиолокационным методом при мешающих сигналах дыхания. Для получения ЧСС используется сигнал с ЛЧМ (линейная частотная модуляция). Устройство излучает зондирующий ЛЧМ импульс, который отражается от грудной клетки человека и попадает на приемные антенны устройства, после чего принятый сигнал обрабатывается и на выход поступает информация о частоте сердечных сокращений. Обработка принятого сигнала производится с помощью ПО на Matlab. Сначала из общего массива данных выделяется фазовая составляющая сигнала. К ней применяется функция `unwrap` (разворачивание) для того, чтобы значения фазы находились в пределах от $-\pi$ до $+\pi$. Далее применяется низкочастотный (НЧ) фильтр, с помощью которого подавляются излишне высокие частоты. После него ставится высокочастотный фильтр (ВЧ) для подавления составляющей дыхания и финального формирования полосы пропускания от 0.8 Гц до 4 Гц в которой лежит составляющая сердцебиения [2]. Этот алгоритм хорошо работает в случае, когда частота сердцебиения учащенная, например, после нагрузки. Однако он не всегда справляется с подавлением второй гармоники от дыхания, которая при определенных условиях может попадать на частоту сердцебиения. Для борьбы с этой составляющей дыхания можно применять дополнительные узкополосные фильтры, вейвлет-преобразование.

Экспериментальные исследования

Основным оборудованием является отладочный модуль AWR1642boost, работающий в СВЧ диапазоне и пакет MatLab. В процессе эксперимента радарный модуль устанавливается напротив человека на расстоянии 10-15 см. Далее включается модуль, который излучает и принимает отраженный от грудной клетки сигнал. После этого полученный массив данных обрабатывается программой в Matlab. Результатом обработки является вывод значения ЧСС. На рисунке 1 показана фазовая составляющая сигнала до фильтрации и после фильтрации. Применив к отфильтрованному сигналу БПФ (быстрое преобразование Фурье), находим ЧСС. В данном случае это значение составляет 111 уд/мин.

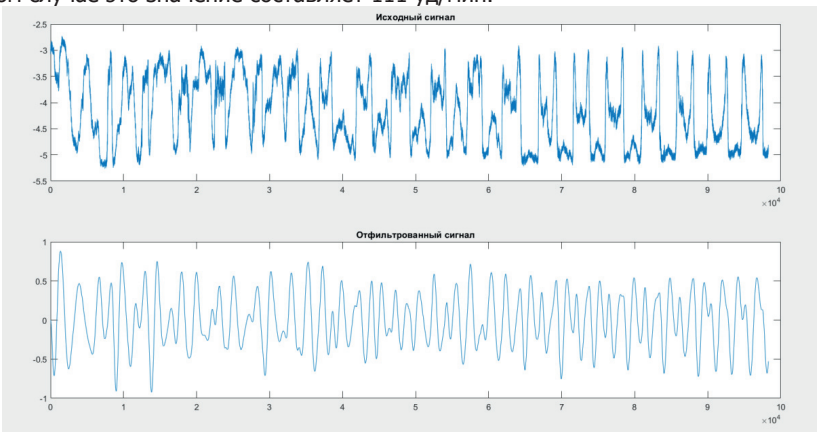


Рисунок 1 – Фазовая составляющая сигнала до фильтрации и после фильтрации

Библиографический список

1. Ю. И. Долматов, С. В. Витязев. Способы анализа фазы сигнала для оценки частоты сердечных сокращений // Актуальные проблемы современной науки и производства: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, Рязань, 27–30 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, 2023. – С. 9-16. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56648597>
2. Ю. И. Долматов. Сравнение алгоритмов анализа фазы радиосигнала в задаче оценки частоты сердечных сокращений // 10-я научно-техническая конференция магистров Рязанского государственного радиотехнического университета имени В. Ф. Уткина. – Рязань 2024. С. 53. URL: <https://rsreu.ru/vuz/nauka/conferences/ezhegodnaya-nauchno-tekhnicheskaya-konferentsiya-magistrantov-mntk/sborniki-materialov-konferentsiy>

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ЛЕНТ НОВОСТЕЙ И КОНТЕНТА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

П.В. Журавлев

Научный руководитель – Дмитриева Т.А. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический
университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные рекомендательные системы играют ключевую роль в улучшении пользовательского опыта в социальных сетях, подстраивая контент под предпочтения каждого пользователя [1]. Рассмотрим основные подходы и технологии, применяемые в рекомендательных системах, а также их достижения и ограничения.

Рекомендательные системы являются одной из центральных областей применения методов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в социальных сетях. Основные подходы в этой сфере можно разделить на три категории.

1. Фильтрация на основе контента (Content-Based Filtering).
2. Коллаборативная фильтрация (Collaborative Filtering).
3. Гибридные методы (Hybrid Approaches).

Рассмотрим каждый из этих подходов более подробно.

Фильтрация на основе контента. Методы контентной фильтрации анализируют и подбирают материалы, основываясь на информации о предпочтениях пользователя и характеристиках контента. Этот подход предполагает, что пользователю понравится контент, аналогичный тому, который он уже оценил положительно. В качестве примера можно привести алгоритмы, которые используют текстовые или визуальные данные, находя общие черты между текущими предпочтениями пользователя и новым контентом.

Контентные системы часто применяются на начальном этапе взаимодействия с новым пользователем, когда отсутствует достаточно данных о его предпочтениях. Основные ограничения таких систем заключаются в возможной узости рекомендаций и ограниченной способности выявлять скрытые интересы пользователя.

Коллаборативная фильтрация. Коллаборативная фильтрация (CF) основана на взаимодействии и поведении пользователей, предполагая, что пользователи с похожими предпочтениями будут интересоваться похожим контентом. Существуют два ключевых метода коллаборативной фильтрации:

– методы на основе пользователя (User-Based Collaborative Filtering) сравнивают пользователей по их действиям и предпочтениям. Этот подход может быть полезен в небольших сетях с высокой степенью пересечения интересов;

– методы на основе предметов (Item-Based Collaborative Filtering) анализируют связи между объектами (постами, видео и т.д.), что позволяет создать более устойчивые и универсальные рекомендации.

Коллаборативная фильтрация является основой таких платформ, как Netflix и YouTube, где используются нейронные сети для анализа больших объемов данных о взаимодействии пользователей. Ограничение CF – сложность с обработкой «пустых» данных, например, для новых пользователей и недостаточно популярного контента.

Гибридные методы. Гибридные системы комбинируют элементы контентной и коллаборативной фильтрации, что позволяет учесть предпочтения пользователя на основе как его собственного взаимодействия с контентом, так и взаимодействия других пользователей. Такие подходы позволяют избежать основных недостатков каждой из стратегий и улучшают точность рекомендаций.

Гибридные методы включают также использование глубоких нейронных сетей, которые обучаются на основе сложных данных о предпочтениях пользователя, его взаимодействиях и характеристиках контента. Подобные технологии активно используются на платформах вроде Facebook, Instagram и TikTok, где анализируется многогранная информация о пользователе, включая его поведенческие паттерны, интересы и даже психологический профиль.

Проблемы и перспективы развития рекомендательных систем.

Современные методы рекомендаций сталкиваются с рядом проблем, среди которых – переизбыток информации, «эффект пузыря» и сложность учета изменений предпочтений пользователя со временем. Решения, направленные на устранение этих ограничений, включают более эффективные модели предсказания интересов, интеграцию с эмоциональными и поведенческими моделями, а также учет внешних факторов, таких как новостная повестка и социокультурные тренды.

Совершенствование персонализированных рекомендаций и адаптация к потребностям пользователя позволяют сократить информационную перегрузку, улучшая при этом вовлеченность и удовлетворенность аудитории. Однако значительные вопросы остаются в области этики, конфиденциальности и возможного манипулирования предпочтениями пользователей, что требует введения прозрачных алгоритмов и более строгих стандартов безопасности.

Таким образом, искусственный интеллект и методы машинного обучения в рекомендательных системах продолжают активно развиваться, способствуя созданию более точных и персонализированных лент новостей в социальных сетях. Разнообразие подходов позволяет учитывать широкий спектр пользовательских интересов и предпочтений, улучшая взаимодействие с платформой и предоставляя только релевантный контент.

Библиографический список

1. Гинзбург И. Как устроены современные рекомендательные системы. URL: <https://proqlib.io/p/sovremennyye-rekomendatelnye-sistemy-2021-03-02> (дата обращения: 29.10.2024).

2. Павленко А. Особенности и типы рекомендательных систем. URL: <https://otus.ru/nest/post/2582/> (дата обращения: 30.10.2024).

РОЛЬ СКЛАДСКОГО УЧЕТА В РАБОТЕ С МАРКЕТПЛЕЙСОМ

В.А. Замятина

Научный руководитель – Бакулев А.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Современные предприятия все чаще используют маркетплейсы как ключевой канал сбыта и привлечения клиентов. Эти платформы предоставляют бизнесу доступ к широкой аудитории без необходимости развивать собственный интернет-магазин. Однако эффективная работа на маркетплейсах невозможна без надежного управления запасами и логистикой, где ключевую роль играет система складского учета.

Работа на маркетплейсах часто сопровождается трудностями, вызванными человеческим фактором. Например, когда товары продаются на нескольких платформах одновременно, обновление остатков становится сложной и времязатратной задачей. Продавцы вынуждены не только отслеживать наличие товаров на своих складах, но и вручную корректировать данные в личных кабинетах на каждой платформе. Отсутствие автоматизации может привести к неприятной ситуации, когда заказ поступает, но товара для него на складе нет, что ухудшает клиентский опыт и приводит к финансовым потерям.

Еще одна распространенная проблема — это вывод отчетов по продажам. Большинство маркетплейсов присылают отчеты раз в неделю, и продавцам приходится вручную выгружать их в электронные таблицы для сверки данных. Однако сложность документации (акты, счета, сводки) делает этот процесс трудоемким и не всегда эффективным. Многие продавцы не могут точно определить свои доходы от продаж на маркетплейсах, что затрудняет оценку финансового состояния бизнеса. [1]

Для решения этих проблем важную роль играет интеграция с системой складского учета. Рассмотрим ключевые преимущества, которые складской учет предоставляет при работе с маркетплейсами:

1) Складская система учета позволяет отслеживать количество товаров в реальном времени и автоматически обновлять данные на маркетплейсах. Это снижает риски, связанные с дефицитом товаров или ошибками в отображении остатков, что помогает избежать отмен заказов.

2) Программы учета позволяют автоматизировать обновление информации о товарах — их наличии, характеристиках, ценах и статусе заказов. Это значительно снижает нагрузку на сотрудников, уменьшает вероятность ошибок и экономит время, которое можно направить на развитие бизнеса.

3) Интеграция систем учета помогает более точно анализировать данные по продажам. Складская программа предоставляет отчеты, что позволяет оптимизировать запасы, прогнозировать спрос и избегать как дефицита, так и излишков продукции.

4) Эффективная система складского учета способствует более быстрой обработке заказов, своевременному обновлению информации и соблюдению сроков доставки. Это повышает доверие клиентов и увеличивает вероятность повторных покупок.

Таким образом, роль складского учета в работе с маркетплейсами заключается в обеспечении точного, автоматизированного и эффективного управления всеми процессами, связанными с запасами и заказами. Это не только снижает издержки и уменьшает количество ошибок, но и улучшает клиентский сервис, что в конечном итоге способствует росту бизнеса и его конкурентоспособности на динамичном рынке маркетплейсов.

Библиографический список

1. Интеграция с маркетплейсами: что это и как помогает преуспеть в товарном бизнесе: сайт. - URL: <https://selsup.ru/blog/integratsiya-s-marketplejsami-chto-eto-i-kak-pomogaet-preuspet-v-tovarnom-biznese/#integratsiya-magazina-s-marketplejsami>

**ЗНАЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА
СОТРУДНИКОВ ПРИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

И.А. Исаева

Научный руководитель – Андрианова Е.Г. к.т.н., доцент
МИРЭА – Российский технологический университет

В современном мире, где информационные технологии постоянно развиваются, люди тоже совершенствуются. Благодаря доступности информации становится всё больше возможностей для улучшения умений, способностей и компетенций. Люди развивают творческие навыки, улучшают навыки межличностного общения и профессиональные качества. Приобретение новых навыков влияет не только на личность, но и на профессиональные перспективы. Выделяется такое понятие, как интеллектуальный потенциал организации [1]. Интеллектуальный потенциал представляет собой совокупность знаний и интеллектуальных способностей, которые могут влиять на процессы производства в организации.

Интеллектуальный потенциал организации – совокупность знаний, умений и навыков каждого из сотрудников организации, которые они готовы применять и использовать для решения задач своей профессиональной деятельности. Для его оценки можно использовать как ручное тестирование, так и автоматические методы тестирования [2].

Интеллектуальный потенциал организации важен и в организациях, осуществляющих проектную деятельность – организаций, работа которых представлена в виде совокупности действий, направленных на реализацию определённого проекта, предполагающего получение конкретного результата за установленный срок. Проектная деятельность обеспечивает вовлечение работников в реализацию стратегии и достижение стратегических целей, а также организацию их успешного функционального взаимодействия.

При проектной деятельности организации важно также учитывать, что есть заданные и задокументированные ограничения для всего проекта. В качестве основных ограничений следует определить: срок окончания проекта, бюджет, качество. При этом также необходимо учитывать, что у этих ограничений есть зависимость друг от друга, и выполнение проекта с высокими требованиями к качеству за короткий срок будет обладать высокой стоимостью, а проект с маленьким бюджетом и коротким сроком может не выполнять требования по качеству в полной мере.

Поэтому при определении этих параметров необходимо разумно ставить ограничения, которые в дальнейшем также окажут влияние на определение и приобретение ресурсов.

При проектной работе организации, на этапе планирования проекта, при идентификации ресурсов, в том числе кадровых (человеческих) необходимо учитывать и дополнительные параметры:

– стоимость ресурса: зарплату, которую будет получать сотрудник за выполнение своей трудовой деятельности;

– доступность: то, что сотрудник не имеет иных трудовых обязательств и готов приступить к работе над проектом;

– способность: то, что сотрудник обладает соответствующими компетенциями для выполнения трудовой поставленных перед ним, в рамках этого проекта, профессиональных задач.

Интеллектуальный потенциал организации является совокупностью интеллектуального потенциала отдельных сотрудников. А он, в свою очередь, связан с профессиональной способностью сотрудника – составной частью кадрового ресурса. Необходимо для каждой операции в проекте определить требуемый кадровый ресурс, требуемые способности (в том числе квалификацию и компетенции), продолжительность (то время, в течение которого будет задействован этот ресурс), стоимость (количество денег из бюджета, которые мы готовы выделить для привлечения ресурса к работе над проектом).

Стоит учитывать, что ресурсы с более высокой квалификацией имеют и более высокую стоимость, при этом для решения каких-то задач иногда не нужна высокая квалификация в конкретной предметной области, а подойдет специалист широкого профиля, оплата работы которого может обойтись организации в меньшую стоимость.

Необходимость оценки интеллектуального потенциала сотрудников в организации проектного типа заключается в возможности определить необходимый минимум кадровых ресурсов с учетом их квалификации и компетенций, зная все ограничения проекта, и достигнуть необходимого уровня интеллектуального потенциала команды, который бы позволил выполнить проект с учётом всех ограничений, но при этом не требовал бы привлечения сотрудников с высоким уровнем квалификации, который являлся бы излишним для данного проекта.

Использование системы, позволяющей хранить стоимость ресурсов, отслеживать их доступность, измерять их способность, и на основе этого составлять проектные команды с учётом заданных ограничений проекта позволит минимизировать затраты руководителя проекта на подбор команды и позволит составлять график занятости сотрудников, а также выявлять необходимость в повышении компетенций сотрудников (при увеличении потребности в каком-то новые или знании каких-либо технологий).

При проектной работе организации необходимо учитывать заданные ограничения, такие как срок окончания проекта, бюджет и качество, а также дополнительные параметры, связанные с кадровыми ресурсами, включая зарплату, доступность и способность сотрудников выполнять поставленные задачи. Определение и приобретение ресурсов должно быть разумным и обоснованным, чтобы обеспечить успешное выполнение проектов с учётом всех ограничений и требований.

Библиографический список

1. Насибуллин Э.Н. Корпоративное обучение как фактор повышения интеллектуального потенциала персонала организации // ОТО. — 2014. — № 2.
2. Исаева И.А., Потапова К.А., Анализ методов оценки интеллектуального потенциала организации // Электронное информационное пространство для науки, образования, культуры — 2023.

КОНЦЕПЦИЯ BEAMFORMING В СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Р.Д. Карих, А.А. Тришаков, Е.А. Зуева, В.П. Семичастнов
Научный руководитель – Белоусов О.А. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Концепция Beamforming (формирование луча) в сверхширокополосных антенных решетках нового поколения представляет собой одну из ключевых технологий, используемых для повышения эффективности передачи и приема радиосигналов. Данная техника позволяет направлять радиосигналы в определенные направления, что значительно улучшает характеристики связи, особенно в условиях высокой плотности передачи данных и помех.

Beamforming — это метод управления направленностью антенн, который использует массив антенн для формирования направленных лучей передачи и приема. [1]

Основные аспекты Beamforming:

1. Beamforming основан на интерференции сигналов, излучаемых множеством антенн. Вместо того чтобы передавать сигнал везде одинаково, антенны можно настраивать так, чтобы они фокусировали сигнал в одной или нескольких заданных зонах. Это достигается за счёт контроля фазы и амплитуды сигналов, излучаемых каждым из элементов антенны. [2]

2. Сверхширокополосные (UWB) антенны имеют возможность работы в широком диапазоне частот, что позволяет им поддерживать высокую скорость передачи данных и точность позиционирования. Их использование в Beamforming открывает новые горизонты для развития беспроводных сетей с высокой пропускной способностью, например, в областях IoT и 5G. [3]

С внедрением методов машинного обучения в процесс формирования луча, появились новые возможности для оптимизации и адаптации систем антенного массива:

1. Системы, использующие машинное обучение, могут более эффективно распределять ресурсы, например, управлять трафиком и подключениями, основываясь на анализе поведения пользователей и запросов.

2. Использование алгоритмов, таких как градиентный спуск или нейронные сети, позволяет быстро находить оптимальные значения фаз и амплитуд для каждого элемента антенны, учитывая множество факторов, включая интерференцию и нужды пользователей. [4]

3. Машинное обучение могут использоваться для улучшения обработки сигналов, включая подавление шума и увеличение соотношения сигнал / шум. Направляя лучи в области с высоким спросом, можно обеспечить более стабильное и высококачественное соединение.

Внедрение технологий Beamforming в сочетании с машинным обучением находит применение в различных областях: в таких системах связи как 5G и 6G Beamforming вместе с машинным обучением обеспечивает высокую пропускную способность и широкий радиус действия, что увеличивает общую эффективность работы сетей; в сетевых технологиях IoT, Beamforming может обеспечить надежные соединения даже в сложных условиях, что критически важно для систем сбора данных и управления.; для обеспечения надежной связи в реальном времени между пациентами и врачами, особенно в условиях, когда критична скорость передачи информации. [5]

Таким образом, интеграция методов машинного обучения в систему Beamforming открывает новые горизонты как в повышении качества связи, так и в оптимизации работы современных беспроводных сетей. Будущее технологий бесспорно связано с развитием интерактивных и адаптивных решений, способных быстро реагировать на изменения в окружающей среде и потребностях пользователей.

Библиографический список

1. Сети 6G. Путь от 5G к 6G глазами разработчиков / Вэнь Тонг, Пейин Чжу. – ДМК Пресс, 2021. – 624 с.
2. Системы и сети передачи данных: мобильная связь поколения 5G / Е.А. Чернецова. – Учебное пособие для вузов, 2023. – 152 с.
3. Многочастотные антенные решетки и их применение в радиотехнических системах / Н.В. Воробьев, В.А. Грязнов. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2024. – 204 с.
4. Антенная решетка на основе широкополосной планарно-щелевой антенной с экспоненциальным изменением ширины щели для систем беспроводного широкополосного доступа / О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов, П. А. Горшков, А. Г. Рязанова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов. – 2015. – № 2(56). – С. 184 – 194.
5. Синтез излучателя для сетей беспроводного широкополосного доступа на основе замедляющих электродинамических структур / А. Ю. Дмитриевцев, О. А. Белоусов, М. А. Кудряшов, В. И. Тетюхин, М. М. Кириупин // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2021. – Т. 4, № 3. – С. 36 – 45.

ФАКТОРЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННЫХ УГРОЗ «УМНОГО» ГОРОДА

Е.М. Косарева

Научный руководитель – Лихачевский Д.В. к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В докладе приведено обоснование выбора факторов, на основании которых производится оценка потенциальной опасности лиц как антропогенной угрозы “умного” города.

Антропогенные угрозы представляют собой группу потенциальных угроз “умного” города, которые являются результатом реализации социальной опасности отдельных лиц или групп. Социальная опасность личности развивается чаще всего до момента совершения деяния. Постепенное формирование такой опасности обычно проявляется в асоциальном поведении конкретного лица – административных, дисциплинарных правонарушений, безнравственных действиях, не имеющих пока еще характера преступления [1].

Таким образом, крайне важно применять инструменты предиктивной аналитики для распознавания лиц с высоким уровнем социальной опасности для предотвращения реализации антропогенных угроз. С внедрением “умных” городов эти процессы могут обеспечиваться при помощи автоматизированных интеллектуальных систем распознавания.

Для обучения интеллектуальной системы решению задачи оценки потенциальной опасности лица необходимо выделить ключевые факторы, по которым будет

производиться анализ. Ввиду специфики средств реализации систем распознавания оцениваемые факторы должны удовлетворять следующим условиям:

- возможность однозначного численного представления фактора;
- возможность фиксации при помощи средств видеонаблюдения;
- выбранные факторы в совокупности полно описывают потенциальную опасность лица.

Оценка потенциальной опасности лица может производиться на основании специфических психофизиологических характеристик: поведенческих актов и психоэмоционального состояния. Признанным фактором риска опасного поведения является патологический склад личности, наличие таких черт, как агрессия, ригидность, возбудимость, мстительность [5].

Патологический склад личности предполагает противоправные действия, привлечение к уголовной ответственности в прошлом. Идентификация личности человека производится при помощи алгоритма распознавания лиц и сопоставления полученного вектора признаков с имеющейся базой данных лиц. Нейронная сеть, решающая задачу идентификации личности, позволяет получить бинарное значение фактора криминального прошлого лица: 1 – лицо совершало противоправные поступки, 0 – подобный опыт отсутствует.

Проявление специфических признаков в психологическом профиле потенциально опасного лица может быть выражено в проявлении агрессивности, ригидности и повышенной возбудимости.

Агрессивность следует рассматривать как готовность, предрасположенность человека к реализации агрессивной модели поведения [2].

Понятие ригидности (аффективной) можно трактовать как психофизиологическое состояние, которое выражается в косности аффективных эмоциональных откликов на изменяющуюся ситуацию [3].

Повышенная возбудимость (психомоторное возбуждение) – это патологическое состояние двигательного беспокойства (бесцельной физической активности) в сочетании с психическим напряжением [4].

Исходя из данных, представленных в исследовании [2], агрессивному поведению предшествуют такие психоэмоциональные состояния как страх и гнев.

По своей структуре внешних эмоциональных проявлений возбудимость сходна с агрессией. Исходя из этого, можно сделать допущение, что внешние проявления описанных психоэмоциональных состояний по своей мимической структуре соответствуют таким эмоциям как гнев, страх и нейтральная. Данный фактор оценивается при помощи нейронной сети, решающей задачу распознавания эмоций. Результатом решения данной задачи является вектор процентов соответствия выражения лица каждой из эмоций.

Таким образом, в настоящей статье предложено производить оценку потенциальной опасности лица на основании предыдущего криминального опыта и текущего психоэмоционального состояния. Выбранные факторы полно описывают предрасположенность человека к реализации социальной опасности; кроме того, они могут быть однозначно численно оценены при помощи обученной нейросети, что делает их наиболее подходящими для использования в автоматизированной системе распознавания потенциальных антропогенных угроз “умного” города.

Библиографический список

1. Васильев, Л.В. Юридическая психология: Учебник для вузов. 6-е изд./Л.В. Васильев. – СПб.: Питер, 2009.- 608 с.

2. Психологическое проблемы агрессии в социальных отношениях: монография / И.А. Фурманов [и др.]; под науч. ред. И.А. Фурманова; Брест, гос. ун-т им. А.С. Пушкина, Белорус. гос. ун-т. – Брест: БрГУ, 2014. – 216 с.

3. Ригидность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ht-lab.ru/obuchenie/slovary/slovar-psikhologicheskikh-kachestv-i-svoystv/rigidnost/>. – Дата доступа: 05.10.2024.

4. Психомоторное возбуждение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rehabfamily.com/articles/psikhomotorное-vozbuzhdenie>. – Дата доступа: 05.10.2024.

5. Макушкина, Оценка риска общественно опасного поведения лиц с психическими расстройствами / О.А. Макушкина // Социальная и клиническая психиатрия, 2017. — Т.27, №3. — С. 49 — 55.

АДАПТИВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ГОРОДСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ НА ОСНОВЕ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ О ПОЛЬЗОВАТЕЛЯХ

В.А. Лутиков

Научный руководитель – Проказникова Е.Н. к.т.н., доцент
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается тема адаптивных подборок на основе использования методов искусственного интеллекта.

Для повышения эффективности рекомендаций необходимо учитывать изменяющиеся предпочтения пользователей и постоянно обновляющиеся данные о событиях. Цель данной работы – разработка системы адаптивных рекомендаций городских мероприятий, способной обновлять рекомендации в реальном времени на основе потоковых данных о пользователях.

Актуальность данной задачи обусловлена ограничениями рекомендательных систем, которые не способны адаптироваться к изменениям интересов пользователей в реальном времени. Потоковые данные открывают новые возможности для более точных и персонализированных рекомендаций.

Методология включает сбор и обработку потоковых данных о действиях пользователя. Эти данные проходят этап предобработки, чтобы сформировать профили пользователей, отражающие как краткосрочные, так и долгосрочные интересы. Для реализации модели рекомендаций используются алгоритмы машинного обучения, такие как модели временных рядов и рекуррентные нейронные сети (RNN), что позволяет отслеживать и прогнозировать изменения в предпочтениях пользователя. Рекомендации обновляются в реальном времени с учетом актуальных интересов пользователя и новых данных о текущих городских мероприятиях.

Архитектура системы включает в себя модуль потоковой обработки данных, который принимает и анализирует пользовательские данные в реальном времени (с помощью таких технологий, как Apache Kafka). Модуль рекомендаций строит адаптивные рекомендации, а модуль оценки позволяет измерять качество рекомендаций и корректировать модель на основе отзывов и метрик.

Среди преимуществ предложенного подхода можно выделить адаптацию рекомендаций в реальном времени, что увеличивает актуальность предложений, а

также более точную персонализацию, благодаря учету как долгосрочных, так и краткосрочных интересов пользователей.

Использование ИИ может улучшить пользовательский опыт в городских приложениях, помогая жителям и туристам находить мероприятия, соответствующие их интересам.

Библиографический список

1. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования М.: 2013, 2018. - 484 с.
2. Аггарвал Чару Нейронные сети и глубокое обучение. Учебный курс. - М.: Вильямс, 2020. - 752 с.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
БИБЛИОТЕЧНЫМИ ФОНДАМИ**

А.В. Половинкин

Научный руководитель – Корячко В.П. д.т.н., профессор

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Разработка системы идентификации для управления библиотечными фондами играет важную роль в современном библиотечном деле. В условиях постоянно растущего объема коллекций и перехода на цифровые ресурсы библиотеки нуждаются в эффективных инструментах для учета, поиска и контроля за фондами. Система идентификации служит основой для автоматизации этих процессов, обеспечивая удобство для сотрудников и пользователей, а также безопасность материалов.

Основной целью внедрения такой системы является повышение эффективности работы библиотеки. Это достигается за счет автоматизации учета и контроля за фондами, что позволяет сократить время на инвентаризацию, упрощает процессы выдачи и возврата книг, а также снижает вероятность ошибок и потерь [1]. Быстрый доступ к информации о местоположении и статусе книг улучшает качество обслуживания, делая библиотеку более удобной для пользователей.

Существует несколько технологий идентификации, которые могут быть использованы в библиотечных системах. Одной из самых распространенных является штрих-кодирование. Эта технология проста в реализации и позволяет эффективно управлять фондами за счет уникальных штрих-кодов, прикрепляемых к каждому экземпляру. Штрих-коды легко считываются при помощи специальных сканеров, что ускоряет процессы обработки информации. Другой популярной технологией является RFID — радиочастотная идентификация. В отличие от штрих-кодов, RFID-метки позволяют сканировать книги на расстоянии, что делает процесс более быстрым и удобным, особенно в крупных библиотеках [2]. Также используются QR-коды, которые могут содержать больше информации и легко считываются мобильными устройствами, а в некоторых случаях может применяться технология NFC для идентификации через смартфоны.

Процесс разработки системы идентификации начинается с анализа требований библиотеки. Это включает определение объема фондов, задач системы, а также интеграции с уже существующими библиотечными сервисами, такими как онлайн-каталоги и системы бронирования. Важно выбрать подходящую технологию идентификации, которая будет соответствовать нуждам библиотеки. Например, для

крупных библиотек с большим количеством ресурсов предпочтительной будет RFID-система, в то время как небольшие библиотеки могут ограничиться штрих-кодированием. Следующим шагом является разработка программного обеспечения, которое должно включать удобный интерфейс для работы сотрудников и автоматизировать ключевые процессы, такие как выдача и возврат книг, инвентаризация и учет [3].

После разработки система проходит тестирование, чтобы убедиться в ее надежности и соответствии требованиям библиотеки. Внедрение системы сопровождается обучением персонала и информированием пользователей о новых возможностях. Преимущества системы идентификации очевидны: она значительно ускоряет процессы учета и обслуживания, снижает количество ошибок и потерь, обеспечивает безопасность фондов и улучшает пользовательский опыт.

Библиографический список

1. Кузьмина Э.В., Алексеева С.Н. Эволюция управления библиотечной деятельностью // Кайгородовские чтения. Материалы региональной научно-практической конференции. Краснодарский государственный университет культуры и искусств. – Краснодар, 2010. - С. 156-160
2. Андреева Л. Н. Радиочастотная идентификация – средство повышения эффективности работы библиотечного информационно-образовательного центра / Л. Н. Андреева // Вектор науки Тольят. гос. ун-та. Сер. Педагогика, психология. – 2014. – № 4. – С. 12–14.
3. Алешин, Л.И. Организационное и технологическое обеспечение АБИС: учеб. пособие / Л.И. Алешин; Моск. гос. ун-т культуры и искусства, Библ. - информ. ин-т.-Москва.: ГПНТБ России, 2010.-292 с.: ил.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ (BIG DATA) В 2024 – 2025 ГГ.

В.В. Половинкин

Научный руководитель – Корячко В.П. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Быстро растущие сети IoT (интернет вещей), более доступный для простых пользователей и компаний искусственный интеллект, рост прогностической аналитики, облачная миграция скрытых данных, а также постоянно улучшаемая кибербезопасность являются катализаторами для дальнейшего развития технологий Big Data в 2024-2025 гг.

Цель работы – проанализировать основные тенденций в области Big Data в 2024 – 2025 г, которые определяют основы принятия решений и бизнес-стратегий в области информационных технологий.

Ужесточение требований к обработке персональных данных, сохранению приватности и политике конфиденциальности способствуют развитию технологии Data Masking, основной функцией которой является изменение получаемых данных для создания псевдоминимизированных наборов данных. В системах, использующих такую технологию, любые персональные данные и сведения ПИ (установление личности) заменяются на искусственные идентификаторы. Data Masking становится очередным дополнительным уровнем безопасности в информационных системах, где

в случае потенциальной кибератаки, хакеры смогут получить лишь копии с вымышленными данными, которые фактически не будут представлять для них никакой ценности. Реальные же массивы информации, благодаря маскировке данных, будут еще надежнее защищены. Компаниям остается только грамотно классифицировать наборы Big Data, чтобы определить, какие из них более конфиденциальны и в первую очередь нуждаются в защите.

Так как Big Data постоянно передает информацию с самых разных источников, таких как компьютеры, смартфоны, промышленные датчики, устройства IoT и т.д., возникает проблема в невозможности достаточно быстро обрабатывать огромные объемы данных. Новой тенденцией становится использование потоковой обработки, позволяющей получать информацию в режиме реального времени, параллельно фильтруя и преобразуя получаемые данные. Определяя инфраструктуру потоковой обработки, такую как Apache Kafka или Apache Flink, компании смогут исключить хранение сведений в пакетах для их последующего анализа, обрабатывая структурированные, полуструктурированные и неструктурированные массивы данных без задержек в режиме онлайн, что способствует максимально оперативному принятию решений, моделированию и прогнозированию.

Для глубокого анализа Big Data требуются хранилища, так называемые облака и озера данных. Компании заинтересованы в необходимости собирать как можно больше информации с её дальнейшими хранением и аналитикой. На помощь им приходит архитектура Data Lakehouse, не имеющая ограничений по размерам и форматам данных. Платформы, использующие такие хранилища, имеют возможность получать информацию из любой системы и с любой скоростью, при этом ускоряя анализ массивов, сокращая затраты, обеспечивая масштабируемость, гибкость и безопасность. Применение Data Lakehouse является еще одной тенденцией в развитии технологий Big Data, имеющей высокую актуальность в 2024 – 2025 гг.

Нельзя не упомянуть про AI и ML, как инструментов работы с Big Data. Искусственный интеллект и машинное обучение обеспечат компаниям доступ к данным в режиме реального времени, эффективную предиктивную аналитику, точную практическую информацию, автоматизированные процессы принятия решений, экономическую выгоду и т.д. Однако, ввиду несовершенства этих технологий, на сегодняшний день имеет важность в правильной структуризации, точности и чистоте массивов информации, планируемых для обработки посредством использования AI и ML. Также сохраняется необходимость выбирать те инструменты искусственного интеллекта и машинного обучения, которые легко интегрируются с существующими экосистемами Big Data и могут масштабироваться в облачных средах и озерах данных.

Еще одной тенденцией становится применение периферийных вычислений и IoT (интернета вещей), как инструментов, позволяющих обрабатывать данные как можно ближе к месту их генерации, без необходимости передавать информацию обратно на свою базу. Такая технология сокращает время ожидания, повышает пропускную способность и операционную эффективность, что также ускоряет принятие решений и получение полезной информации. Ожидается, что использование периферийных вычислений и IoT в 2025 г. особо затронет области здравоохранения, производства и машиностроения.

Прочими направлениями для совершенствования Big Data в 2024 – 2025 гг. также можно считать технологии блокчейна, как нового стандарта для обмена деньгами и данными, а также появление квантовых вычислений, которые хоть еще и пока и находятся в зачаточном состоянии, но обладают высоким потенциалом изменять способы обработки данных.

Вывод: Прогнозируется, что к 2025 году мир будет генерировать до 160 зеттабайт информации ежегодно. Вышеперечисленные технологии, как тенденции к дальнейшему развитию Big Data, будут только увеличивать свою актуальность, ввиду глобального роста получаемых и обрабатываемых массивов данных.

Библиографический список

1. Журнал Techdogs: <https://www.techdogs.com/td-articles/techno-trends/big-data-trends-2024?ysclid=m2vzu5h1jc719535926> [Электронный ресурс];
2. Журнал Tadviser: <https://www.tadviser.ru/index.php?ysclid=m2w2aj45vs907207833> [Электронный ресурс].

РЕКОМЕНДАЦИИ ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

А.П. Серов

Научный руководитель – Дмитриева Т.А. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Сегодня онлайн-магазины активно развиваются, растет число заказов, осуществляемых покупателями. Рекомендательная система повышает количество продаж, что приводит к росту прибыли бизнеса.

Польза системы рекомендаций товаров состоит в том, что она позволяет пользователям быстро и легко находить товары, которые могут заинтересовать клиентов, учитывая их индивидуальные предпочтения и истории покупок других пользователей.

Для компаний, имеющих большую историю покупок клиентов, можно применить коллаборативную фильтрацию. Она заключается в том, что рекомендации формируются на основе интересов группы пользователей, имеющих похожие профили [1]. Например, этот метод используют компании Netflix и Amazon.

Коллаборативная фильтрация может быть выполнена относительно пользователей (*user-based*), так и относительно товаров (*item-based*).

В случае *user-based* задача алгоритма заключается в нахождении пользователей со схожей историей покупок и их оценками. Система рекомендует элементы, которые оказались предпочтительны для группы людей с похожими интересами, но еще не были просмотрены целевым пользователем [2].

Задача *item-based* рекомендации найти группы похожих объектов. Если оценки близости товаров сильно взаимосвязаны, это может указывать на то, что эти товары являются аналогами. Чаще всего в системе пользователей больше чем товаров, поэтому поиск похожих товаров работает быстрее чем поиск похожих пользователей.

У обоих подходов имеется недостаток: проблема холодного старта. Она заключается в том, что истории взаимодействия с новым товаром или пользователем еще нет в системе. Пока не накопилось достаточное количество информации можно рекомендовать популярные или похожие по описанию товары.

Коллаборативная фильтрация разделяется на два подхода: основанный на соседстве и основанный на модели.

Основанный на соседстве. Для целевого пользователя формируется подгруппа похожих на него пользователей. По сходству оценок пользователей и целевого пользователя рассчитывается вес всех клиентов. Выбираются пользователи с

наибольшим весом – соседи. Предсказываются оценки целевого пользователя для объектов, с которыми он еще не взаимодействовал, с учётом весов и оценок соседей.

Основанный на модели. Рекомендации формируются на основе параметров статистических моделей для оценок пользователей, построенных с помощью методов: сингулярное разложение, кластеризация, байесовские сети. Этот подход выдает более качественные рекомендации чем подход основанный на соседстве, так как лучше работает с разреженными матрицами, когда оценки пользователей известны не по всем товарам.

Для повышения качества рекомендаций можно попробовать применить дополнительную обработку результатов, полученных после коллаборативной фильтрации на основе модели. Например, использовать метрики поддержки и достоверности из теории ассоциативных правил для избавления от рекомендации целевому пользователю того, что приобретали возможные «белые вороны». Тогда в рекомендации не попадут товары, которые редко покупают «особенные» пользователи. Такой гибридный метод предлагается назвать персонализированными ассоциативными правилами. В отличие от классических ассоциативных правил, правила рассматриваются не в рамках одной покупки, а в рамках периода или всей истории покупок пользователя.

Некоторые метрики качества ассоциативных правил:

– поддержка – это мера того, насколько часто данная комбинация элементов встречается в наборе данных;

– достоверность – это мера того, насколько вероятно, что если в одной покупке присутствуют некоторые элементы, то будет присутствовать и другой элемент.

Коллаборативная фильтрация может быть реализована не только на основе оценок объектов пользователями, но и на основе других видов рейтинга.

Рейтинг (его также называют фидбек) – это некоторая характеристика взаимодействия пользователя с объектом, например, покупка товара.

Явный (*explicit*) фидбек – это такие действия пользователя, по которым точно охарактеризовать пользовательское отношение к объекту. Пример: отзыв на приобретенный товар.

Неявный (*implicit*) фидбек – это любая другая информация о действиях пользователя на сайте. Пример: добавление товара в корзину, перенос карточки товара в избранное, приобретение товара. Обычно такой информации в больше, чем явной, однако она может быть менее достоверна.

Таким образом, указаны преимущества рекомендательной системы как для пользователя, так и для бизнеса, рассмотрены типы коллаборативной фильтрации и виды информации, на основе которой ее можно построить, предложен метод персонализированных ассоциативных правил.

Библиографический список

1. Грайс Дж. Data Science. Наука о данных: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург – 2017.
2. Колебцев В.И., Гришунов С.С., Белов Ю.С. Методы и подходы, использующиеся при построении новостных систем рекомендаций // Научный журнал E-Scio. 2020. № 12(51).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЙ SCRUM И AGILE НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Е.Р. Старостина, М.А. Старостин

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В последние годы в России наблюдается активное внедрение гибких методологий разработки, таких как Scrum и Agile, в различные сферы бизнеса, включая IT-сектор, производство, маркетинг, а также в управление проектами. Эти методологии приобрели популярность благодаря своей гибкости, способности ускорять процессы разработки и улучшать качество продуктов, а также эффективно управлять рисками и изменениями.

Agile — это подход к управлению проектами, ориентированный на гибкость, быструю адаптацию к изменениям и постоянное улучшение процессов. Scrum — это одна из популярных методологий Agile, которая применяется для разработки продуктов с использованием итеративных циклов, называемых спринтами, с активным участием команды и заказчика на каждом этапе.

Внедрение Scrum и Agile в российские компании позволяет существенно повысить эффективность работы, особенно в условиях быстро меняющейся внешней среды и высоких требований со стороны заказчиков. К основным преимуществам использования этих методологий относятся: повышение гибкости и адаптивности, ускорение процессов разработки, улучшение качества продукции, снижение затрат, улучшение взаимодействия в команде.

Несмотря на преимущества, внедрение методологий Agile и Scrum в российских компаниях сталкивается с рядом проблем. Одной из основных трудностей является культурная и организационная инерция. Многие российские компании традиционно используют более жёсткие, иерархические методы управления проектами, что делает переход на гибкие методологии сложным. Основные вызовы включают: сопротивление изменениям, необходимость в обучении, нехватка опытных специалистов, отсутствие поддержки со стороны руководства.

Методологии Scrum и Agile могут быть эффективно применимы не только в IT-секторе, но и в других отраслях экономики. В последнее время Scrum и Agile начали внедряться в производственные компании, где эти методологии помогают улучшить процесс разработки новых продуктов и организацию работы команд. Особенно это актуально для компаний, работающих в высокотехнологичных и быстро меняющихся отраслях, таких как машиностроение, автомобильная промышленность и электроника. Кроме того, методологии Scrum активно используются в маркетинге, где важно быстро адаптировать стратегию в ответ на изменения на рынке или предпочтений потребителей.

Использование методологий Agile и Scrum на предприятиях Российской Федерации набирает популярность и становится ключевым инструментом для повышения эффективности работы, особенно в условиях неопределённости и быстрого изменения внешней среды. В будущем можно ожидать дальнейшее расширение использования гибких методологий в различных отраслях, что позволит российским компаниям повысить свою конкурентоспособность на международной арене.

Библиографический список

1. Вигерс Карл И. Разработка требований к программному обеспечению. Русская Редакция, 2004 г. – 576 с.

2. Гантер Р. Методы управления проектированием программного обеспечения: Пер. с англ. — Мир, 1981. — 329 с.
3. Бек К. Экстремальное программирование. — СПб.: Питер, 2002. — 224 с., ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ КРЕДИТНЫМ ОТДЕЛОМ БАНКА

А.В. Тимофеев, В.В. Тишкина

Научный руководитель – Тишкина В.В. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В современном мире финансовые учреждения, в частности, банки, сталкиваются с растущей конкуренцией и необходимостью оптимизации своих бизнес-процессов. Одним из ключевых аспектов, определяющих успешность банковской деятельности, является процесс кредитования. Принятие решений в кредитном отделе требует высокой степени точности и обоснованности, так как ошибки могут привести к значительным финансовым потерям и ухудшению репутации банка.

Увеличение объемов данных. С каждым годом объем информации, доступной для анализа, значительно увеличивается. Современные технологии позволяют собирать и обрабатывать большие массивы данных о клиентах, их финансовом состоянии, кредитной истории и других факторах, влияющих на кредитоспособность. Однако, несмотря на наличие данных, многие банки продолжают полагаться на традиционные методы оценки рисков, что может быть неэффективно. Исследование и реализация алгоритмов поддержки принятия решений позволит более эффективно использовать имеющуюся информацию.

Риски и неопределенности. Кредитование всегда связано с определенными рисками. Неправильная оценка кредитоспособности клиента может привести к невозврату кредита и финансовым потерям для банка. Алгоритмы, основанные на аналитических моделях и машинном обучении, способны учитывать множество факторов и предоставлять более точные прогнозы относительно вероятности дефолта заемщика. Это позволяет банкам принимать более обоснованные решения и минимизировать риски [2].

Конкуренция на рынке. В условиях высокой конкуренции банки стремятся предлагать более выгодные условия кредитования для привлечения клиентов [1]. Это требует от них не только скорости обработки заявок, но и точности в оценке рисков. Алгоритмы поддержки принятия решений могут стать конкурентным преимуществом, позволяя банкам выделяться на фоне соперников за счет более точной оценки рисков и индивидуального подхода к каждому заемщику.

Социальные аспекты. Кредитование также имеет социальное значение. Правильная оценка кредитоспособности может способствовать финансовой инклюзии, позволяя большему числу людей получить доступ к финансированию. Алгоритмы поддержки принятия решений могут помочь в создании более прозрачной и справедливой системы кредитования, учитывающей не только финансовые показатели, но и социальные факторы.

Таким образом, исследование и реализация алгоритмов поддержки принятия решений в кредитном отделе банка является актуальной темой для научного исследования. Это направление не только отвечает требованиям современного рынка, но и способствует повышению эффективности работы банковских учреждений,

снижению рисков и улучшению качества обслуживания клиентов. В условиях динамично меняющегося финансового ландшафта внедрение таких алгоритмов становится не просто желательным, а необходимым шагом для успешного функционирования банковской системы в целом. Проведем обзор существующих аналогов.

FICO Decision Management Suite

1) **Функциональность.** FICO Decision Management Suite предлагает мощные инструменты для анализа данных и построения моделей кредитного риска. Его возможности охватывают как традиционные методы оценки, так и современные алгоритмы машинного обучения, что позволяет банкам более точно оценивать платежеспособность клиентов. Есть функциональность для глубокого анализа больших объемов данных, включая возможность использования машинного обучения для предсказания дефолтов. Присутствуют инструменты для отслеживания эффективности моделей и генерации отчетов для анализа рисков и результатов.

2) **Удобство использования.** Интерфейс системы интуитивно понятен, однако пользователям потребуется время на обучение для полного освоения всех функций. Это может стать препятствием для быстрого внедрения в работу.

3) **Интеграция.** FICO хорошо интегрируется с другими системами банка, такими как CRM и ERP, что делает его универсальным инструментом в рамках существующей инфраструктуры.

4) **Стоимость.** Высокая стоимость лицензии и обслуживания может стать значительным фактором при выборе этого решения, особенно для небольших банков.

SAS Credit Scoring

1) **Функциональность.** Позволяет создавать сложные модели кредитного риска с использованием статистических методов и машинного обучения. Обеспечивает возможность анализа данных в реальном времени для более быстрого принятия решений. Есть возможность для сегментации клиентов на основе их кредитной истории и других факторов, что позволяет лучше управлять портфелем. В распоряжении пользователей инструменты для создания детализированных отчетов и визуализации данных, что помогает в принятии обоснованных решений.

2) **Удобство использования.** Интерфейс программы довольно сложен для новичков, что может потребовать дополнительного времени на обучение. Однако мощные аналитические инструменты оправдывают эту сложность.

3) **Интеграция.** SAS легко интегрируется с существующими базами данных, что позволяет банкам использовать уже накопленные данные для построения моделей.

4) **Стоимость.** Лицензия SAS дорога, но ее высокая функциональность может оправдать инвестиции для крупных банков с большими объемами данных.

Oracle Financial Services Analytical Applications

1) **Функциональность.** Это решение предлагает широкий спектр инструментов для анализа рисков и управления кредитными портфелями. Есть инструменты для оценки и управления кредитным риском, включая стресс-тестирование и сценарный анализ. Реализована функциональность для мониторинга и управления кредитными портфелями, включая оценку производительности активов. Присутствуют встроенные инструменты для соблюдения нормативных требований и генерации отчетов для регуляторов.

2) **Удобство использования.** Интерфейс требует времени на привыкание, однако система предлагает множество возможностей для кастомизации, что позволяет адаптировать ее под конкретные нужды банка.

3) **Интеграция.** Отличная совместимость с другими продуктами Oracle и сторонними системами делает это решение привлекательным для крупных финансовых организаций.

4) **Стоимость.** Высокая стоимость, особенно для небольших банков, может стать серьезным ограничением при выборе этого решения.

Zoot Enterprises

1) **Функциональность.** Zoot Enterprises специализируется на автоматизации процессов кредитования и управлении рисками. Это решение содержит инструменты для автоматизации всех этапов процесса кредитования: от подачи заявки до принятия решения. Включает инструменты для анализа кредитных рисков на основе данных о клиентах и их кредитной истории. Есть возможность подключения к различным внешним базам данных для улучшения оценки кредитоспособности. Позволяет обрабатывать заявки через различные каналы, включая онлайн-заявки, мобильные приложения и т.д.

2) **Удобство использования.** Простота в использовании делает Zoot Enterprises идеальным выбором для сотрудников без глубоких технических знаний. Это снижает необходимость в длительном обучении.

3) **Интеграция.** Система легко интегрируется с различными системами, хотя может потребовать некоторых настроек для достижения полной совместимости.

4) **Стоимость.** Более доступная цена по сравнению с конкурентами делает Zoot Enterprises привлекательным вариантом для небольших банков и кредитных организаций.

ZestFinance

1) **Функциональность.** ZestFinance предлагает широкий спектр инструментов для анализа рисков и управления кредитными портфелями, акцентируя внимание на инновационных подходах к оценке кредитоспособности. Использует алгоритмы машинного обучения для построения моделей оценки кредитоспособности, которые могут адаптироваться к изменениям в данных. Возможность кастомизации моделей и алгоритмов под специфические нужды банка. Возможность использовать альтернативные источники данных (например, социальные сети) для более полной оценки рисков.

2) **Удобство использования.** Интуитивно понятный интерфейс делает систему доступной для пользователей без глубоких технических знаний, что способствует быстрому внедрению в рабочие процессы.

3) **Интеграция.** Отличная совместимость с большинством открытых технологий (REST API, PostgreSQL) позволяет легко интегрировать ZestFinance в существующую инфраструктуру банка.

4) **Стоимость.** Низкая стоимость решения особенно важна для небольших банков, стремящихся оптимизировать свои расходы на технологии.

Выбор аналога зависит от специфики конкретного банка и его нужд.

Библиографический список

1. Данилович В.Ю, Курганская Г.С. Скоринговые модели как средство управления кредитными рисками в российских банках.

2. Аршба Л.Н., Гапонько Ю.Г. СКОРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ КОНТРАГЕНТА // European Journal of Natural History. – 2022. – № 2. – С. 81-88.

**РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ
ДИНАМИЧЕСКОГО КОНФИГУРИРОВАНИЯ
УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

Д.Д. Ткачев

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В докладе рассматривается разработка интеллектуальной облачной платформы динамического конфигурирования устройств Интернета вещей, которая содержит нейросеть, генерирующую правила автоматизации для управления IoT-устройствами. Актуальность темы обусловлена быстрым ростом числа IoT-устройств, используемых в повседневной жизни, и необходимостью эффективного управления ими с учетом персональных предпочтений пользователей, условий окружающей среды и других параметров.

Принцип работы облачной платформы включает в себя сбор и обработку данных от IoT-устройств, таких как датчики температуры, движения, освещения, а также пользовательских предпочтений. Эти данные поступают в облачную систему, где обрабатываются с использованием алгоритмов машинного обучения, в результате выявляются закономерности и генерируются оптимальные правила для различных сценариев автоматизации.

Для реализации интеллектуальной облачной платформы используется библиотека Flask для создания API и организации микросервисной архитектуры, что позволяет легко интегрировать систему с различными IoT-устройствами и сторонними приложениями. Для обмена данными между устройствами Интернета вещей применяется протокол MQTT, который поддерживает быструю и надёжную передачу сообщений с низкой задержкой. Нейросеть, реализованная с помощью библиотеки PyTorch, построена на основе рекуррентной нейронной сети, которая учитывает последовательности временных данных, поступающих с датчиков, что позволяет адаптировать автоматизации под динамические условия и прогнозировать действия системы в зависимости от поведения пользователя и внешних факторов.

Примером использования облачной платформы может служить автоматизация освещения в доме в зависимости от времени суток, присутствия людей в помещении и уровня освещённости. Облачная платформа, учитывая данные от датчиков, сможет определить оптимальные условия для включения или выключения света без необходимости вмешательства пользователя. Кроме того, она может учитывать индивидуальные настройки, например, выключать свет в ночное время в зонах, где нет движения, или создавать комфортные условия для отдыха и работы, управляя освещением и температурой в зависимости от предпочтений жильцов.

Библиографический список

1. Перепелкин Д. А., Ткачев Д.Д. Разработка облачной платформы и визуальной программной системы конфигурирования устройств Интернета вещей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 82. – С. 73-88.
2. Перепелкин Д. А., Ткачев Д.Д. Разработка шлюза и облачной платформы программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. – № 84. – С. 88-98.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ТОВАРОВ ЧЕРЕЗ ОНЛАЙН-ЗАКАЗЫ

А.О. Торжкова, С.В. Крошилина

Научный руководитель – Крошилилин А.В. д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

В современном мире данных предприятия постоянно стремятся получить конкурентное преимущество. Одним из ключевых элементов этого преследования является прогнозирование будущих продаж. Эти знания позволяют компаниям оптимизировать запасы, корректировать маркетинговые стратегии и в конечном итоге повысить прибыльность [1, 2, 3].

Модели машинного обучения произвели революцию в том, как предприятия подходят к прогнозированию продаж. Анализируя обширные наборы данных, алгоритмы ML могут выявлять сложные закономерности и отношения, которые часто невидимы для человеческого глаза [4].

Авторами рассматривается применение различных моделей машинного обучения для предсказания факта выкупа онлайн-заказа. Выбранная задача представляет собой задачу классификации. В качестве набора данных была использована выборка онлайн-заказов с сайта Kaggle [5].

В каждой строке выборки содержится информация о заказанном товаре (категория, код товара, цена, количество), о пользователе (имя, пол, возраст, место проживания и т.д.), а также информация о заказе (номер и дата заказа, способ оплаты, статус заказа). Для предсказания продаж был выбран столбец «статус заказа», который после фильтрации выборки содержал 2 типа статусов: «заказ оплатили и получили» и «заказ вернули».

На рисунке 1 представлены информационные характеристики датасета.

	order_id	status	sku	qty_ordered	price	value	discount	total	payment_method	bill_status	customer_id	year	month	ref_number
count	5.491400e+04	54914	54914	54914.000000	54914.00	54914.00	5.491400e+04	54914.00	54914	54914	54914.00	54914	54914	54914.00
unique	NaN	2	8552	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	12	2	NaN	NaN	12	NaN
top	NaN	received	HATSANS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	cod	Net	NaN	NaN	Dec	NaN
freq	NaN	46344	2893	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	19029	35479	NaN	NaN	21095	NaN
mean	1.004491e+08	NaN	NaN	2.430710	3449.454	2777.779	5.765344e+02	2548.995	NaN	NaN	68631.31	2020	5	NaN
std	5.800300e+04	NaN	NaN	2.007411	9326.144	7924.514	1.357050e+04	7722.671	NaN	NaN	28851.38	0.4979	NaN	256687.90
min	1.003547e+08	NaN	NaN	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000e+00	0.000000	NaN	NaN	4.000000	2020	0	NaN
25%	1.004015e+08	NaN	NaN	2.000000	214.7000	140.0000	0.000000e+00	129.9000	NaN	NaN	58404.00	2020	0	NaN
50%	1.004393e+08	NaN	NaN	2.000000	1025.000	838.9000	5.158500e+00	738.2000	NaN	NaN	72573.50	2021	0	NaN
75%	1.004889e+08	NaN	NaN	2.000000	1790.750	1716.000	2.118900e+02	1463.098	NaN	NaN	89261.00	2021	0	NaN

Рисунок 1 – Информационные характеристики датасета

Далее были произведены анализ корреляции и дискретизации входных признаков, удаление выбросов и противоречий и нормализация данных.

Для предсказания статуса заказа были выбраны следующие модели машинного обучения:

- к ближайших соседей,
- случайный лес,
- деревья решений,
- опорные вектора,
- градиентный спуск,
- логистическая регрессия,
- бустинг

На рисунке 2 представлено начало сравнительной таблицы результатов использования перечисленных выше моделей машинного обучения, применённых с различными значениями гиперпараметров. Результаты отсортированы по убыванию точности (accuracy).

Метод	Параметры	Accuracy	Confusion matrix [TP, FN],[FP, TN]	AUC	Precision	Recall
4 Случайный лес	{'n_estimators': 250}	0.870684	[[1336, 95], [272, 1135]]	0.946763	0.809110	0.868152
1 Случайный лес	{'n_estimators': 100}	0.868922	[[1331, 100], [272, 1135]]	0.945953	0.810857	0.863154
3 Случайный лес	{'n_estimators': 200}	0.868922	[[1331, 100], [272, 1135]]	0.946848	0.814509	0.864018
2 Случайный лес	{'n_estimators': 150}	0.867865	[[1331, 100], [275, 1132]]	0.946479	0.814029	0.861956
0 Случайный лес	{'n_estimators': 50}	0.866455	[[1332, 99], [280, 1127]]	0.943943	0.815830	0.858508
4 Опорные вектора	{'C': 2, 'gamma': 0.1}	0.845314	[[1303, 128], [311, 1096]]	0.904598	0.799161	0.780176
2 Дерево решений	{'max_depth': 8}	0.844257	[[1255, 176], [266, 1141]]	0.928318	0.829964	0.810320
0 Опорные вектора	{'C': 1, 'gamma': 0.1}	0.841438	[[1310, 121], [329, 1078]]	0.902490	0.799748	0.699237
2 Дерево решений	{'max_depth': 16}	0.834743	[[1220, 211], [258, 1149]]	0.836157	0.793795	0.824661
1 Дерево решений	{'max_depth': 4}	0.831924	[[1247, 184], [293, 1114]]	0.918752	0.825902	0.735537
1 К ближайших соседей	{'n_neighbors': 8}	0.829810	[[1325, 106], [377, 1030]]	0.898520	0.818543	0.707676
2 К ближайших соседей	{'n_neighbors': 16}	0.829457	[[1324, 107], [377, 1030]]	0.897618	0.827024	0.710653
4 Дерево решений	{'max_depth': 32}	0.829105	[[1195, 236], [249, 1158]]	0.829801	0.800548	0.717129
3 К ближайших соседей	{'n_neighbors': 32}	0.826638	[[1319, 112], [380, 1027]]	0.895298	0.827529	0.699737
4 К ближайших соседей	{'n_neighbors': 64}	0.826638	[[1321, 110], [382, 1025]]	0.889722	0.827128	0.680364
1 Опорные вектора	{'C': 1, 'gamma': 0.4}	0.826638	[[1176, 255], [237, 1170]]	0.897369	0.792646	0.696935
0 К ближайших соседей	{'n_neighbors': 4}	0.820648	[[1318, 113], [396, 1011]]	0.890839	0.804483	0.685264

Рисунок 2 – Сравнительная таблица моделей машинного обучения

Из полученных характеристик можно сделать вывод, что для анализируемого датасета наиболее точные предсказания статуса заказа даёт модель случайного леса со значением параметра `n_estimators = 250` (точность равна 0,87). По характеристике AUC наилучшим является метод случайного леса с `n_estimators = 200`.

По результатам проведённого обучения и тестирования выбранных моделей можно сказать, что машинное обучение можно использовать для достаточно точного прогнозирования продаж. В дальнейшем можно повысить точность предсказания с помощью автотюнинга гиперпараметров.

Библиографический список

1. Крошилин, А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошилин, С. В. Крошилина, Г. В. Овечкин. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-907535-96-1. – EDN XBPJIV.
2. Торжкова А.О., Крошилина С.В. Обзор применения методов искусственного интеллекта в анализе продаж // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г.В. Овечкина - Рязань: РГТУ им. В.Ф. Уткина, январь 2024 - 202 с. (147-149) (статья студента - рук-ль Крошилин А.В.).
3. Пудакова В.Е. Методики использования искусственного интеллекта / В.Е. Пудакова, П.А. Кулакова // Системный анализ, управление и обработка информации. Известия ТулГУ. Технические науки. – 2023. – № 4. – С. 303-305.
4. Кот Е.М. Методы анализа продаж / Е.А. Кот, И.Ф. Пильникова, А.А. Крохалев, Л.Н. Пильников, В.Д. Корнечук // Право и экономика. Образование и право. – 2023. – №2. – С. 165-170.
5. Интернет-продажи в США [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/ytgangster/online-sales-in-usa/data> (дата обращения: 21.02.2024)

СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ И ПОНИМАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

М.В. Шестакова

Научный руководитель – Головнин О.К. д-р техн. наук, доцент
Самарский государственный медицинский университет

В настоящее время деятельность современных научно-производственных предприятий связана с обработкой большого объема нормативной, проектной и эксплуатационной технической документации в цифровом формате [1]. Электронная документация частично структурирована, нормативная документация классифицирована по рубрикам и ключевым словам [2]. Однако большая часть документации представлена скан-образами, выполнена в текстовом или графическом формате, слабо структурирована, может содержать пропущенные необходимые данные.

В работе представлена разработанная система оптического распознавания и понимания технической документации, которая использует технологии семантической обработки для формирования непротиворечивой базы знаний. В процессе оптического распознавания система использует связку интеллектуальных движков TrOCR и EasyOCR. Распознанный текст проходит первичную классификацию для определения типа документа. Классификация возможна на основе простых регулярных выражений или через обученную полносвязную нейросеть. По результатам первичной классификации для каждого типа предусмотрен свой набор правил извлечения атрибутов. Правила для извлечения отдельного атрибута выполнены на основе регулярных выражений. Кроме этого, в системе реализован способ задания правил посредством получения ответа на вопрос в нейросети deeppavlov. Система формирует базу знаний, описывающую атрибуты документов, термины, требования и их взаимосвязи. База знаний в системе представлена в виде семантической сети. На основе базы знаний системы обеспечивается интеллектуальный (семантический) поиск. Интеллектуальный поиск реализует технологию понимания смысла и контекста данных, что позволяет находить релевантные результаты.

Система реализована как web-приложение при помощи фреймворков Angular и Django. В качестве системы управления базами данных использована PostgreSQL.

Применение системы позволяет сформировать базу знаний нормативно-технической документации с поддержкой интеллектуального поиска, что повышает эффективность работы с документацией.

Библиографический список

1. Черепанов Н.В., Буслаев С.П. Применение и развитие системы электронного архива конструкторской, технологической и технической документации для хранения и использования электронных документов машиностроительного предприятия и его правовое обеспечение // *Инновации и инвестиции*. – 2021. – №. 9. – С. 78-82.
2. Шестакова М.В., Косова В.М., Головнин О.К. Метод поддержки принятия решений в процессе формирования smart-стандартов // *IT & Transport*. – 2024. – С. 83-88.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ УЧЕТА И ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

Д.Д. Шрубок

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Интернет-торговля (или электронная коммерция) – это процесс покупки и продажи товаров и услуг через интернет. В интернет-торговле продавцы и покупатели взаимодействуют через специальные платформы, такие как интернет-магазины или маркетплейсы, что позволяет пользователям совершать покупки удаленно, не посещая физические магазины.

Этот вид торговли предоставляет множество преимуществ, включая круглосуточную доступность, широкий ассортимент товаров, различные способы оплаты и удобную доставку. Интернет-торговля также позволяет продавцам охватывать более широкую аудиторию, снижая затраты на аренду и содержание физической торговой точки, и быстро реагировать на изменения спроса [1–2].

Управление интернет-торговлей (интернет-магазином) предполагает решение двух основных задач:

- создание и размещение информации о продукции или услугах;
- организация процессов учета и обработки заказов клиентов.

Для эффективного управления интернет-магазином важно не только организовать процессы взаимодействия с клиентами, но и детально проработать каждый этап обработки заказов. Рассмотрим эти этапы подробнее.

1 Размещение товаров. Этап представляет собой комплекс действий, направленных на правильную подачу и организацию товаров на сайте, чтобы клиенты могли легко найти нужные продукты, видеть актуальную информацию о них и принимать решение о покупке. Этот этап включает несколько ключевых задач [1]:

- создание карточек товаров – загрузка товаров на страницы сайта, подбор и редактирование изображений, составление описаний с указанием всех характеристик.
- мониторинг и обновление – регулярное обновление цен, проверка количества товаров на складе, поддержание актуальности информации.

2 Регистрация заказа. Процесс обработки заказа начинается с того момента, когда клиент завершает оформление покупки на сайте. Регистрация включает первичную фиксацию заказа в системе и создание карточки клиента, если заказ оформляется впервые [2].

3 Проверка данных заказа. Перед тем, как подтвердить заказ и передать его на обработку необходимо проверить корректность информации, предоставленной клиентом. Этап включает в себя проверки корректности контактных данных, способа оплаты и доставки, наличия товаров на складе.

4 Подтверждение заказа. После проверки данных клиента и наличия товаров на складе, необходимо подтвердить заказ с клиентом, чтобы исключить любые неточности и получить окончательное согласие на выполнение заказа.

Подтверждение заказа может осуществляться несколькими способами: через SMS, e-mail или телефонный звонок. Личный звонок особенно важен в тех случаях, когда:

- заказ включает дорогостоящие товары;
- требуется уточнение данных клиента или состава заказа;
- какие-то позиции отсутствуют в наличии и требуют замены.

Если заказ не требует дополнительных уточнений, обычно отправляется автоматическое уведомление по SMS или e-mail, подтверждающее, что заказ

находится в стадии обработки. Это снижает необходимость лишнего контакта с клиентом, что может быть для него стрессовым фактором [2].

5 *Оплата заказа.* Оплата товаров может быть организована различными способами в зависимости от политики компании и предпочтений клиента. Оплата может осуществляться на одном из трёх основных этапов: при оформлении заказа, после подтверждения или при получении товара [2].

6 *Сборка заказа.* Данный этап начинается после того, как клиент подтвердил заказ, а все необходимые проверки и оплата выполнены. На данном этапе товары из заказа подготавливаются к отправке, что включает их поиск на складе или в магазине и упаковку.

В зависимости от наличия товаров они могут быть собраны либо в розничном магазине, либо на складе, либо заказаны у поставщика [2]. Если какой-то товар отсутствует, клиенту необходимо предложить замену, продлить срок доставки или отменить заказ.

7 *Доставка заказа.* Завершающий этап обработки заказа. Этот процесс напрямую влияет на уровень удовлетворенности клиента, поскольку это последнее звено в цепочке взаимодействия с магазином.

Существуют следующие виды доставки и получения товаров клиентом: на пункте выдачи, в постамате, на почте, курьером.

Как только заказ собран и упакован, он передается в службу доставки, будь то собственная курьерская служба магазина или сторонний логистический партнер. Магазин обязан информировать клиента о текущем статусе его заказа: когда он передан на доставку, когда курьер выехал или когда заказ готов к самовывозу.

Клиент получает товар в указанное место (адрес доставки, пункт самовывоза или почтовое отделение). В случае оплаты при получении персонал обязан зафиксировать факт оплаты заказа в системе.

Анализ этапов обработки заказов в интернет-магазине показывает важность четкой организации каждого этапа – от регистрации заказа до его доставки. Каждый шаг, будь то проверка данных, сборка или доставка, влияет на общую удовлетворенность клиента. Оптимизация и автоматизация этих процессов минимизирует ошибки и задержки, что способствует улучшению сервиса и повышению лояльности клиентов.

Библиографический список

1. Управление интернет-магазином: ключевые детали успеха: [Электронный ресурс]. URL: <https://envybox.io/blog/управление-internet-magazinom/>. (Дата обращения: 20.10.2024).
2. Правильная обработка заказа в интернет-магазине: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nic.ru/info/blog/online-order/>. (Дата обращения: 20.10.2024).

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

Д.Д. Шрубок

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Устойчивый рост экономики Беларуси в последние годы создает благоприятную среду для развития предпринимательской деятельности внутри страны через интернет-магазины. Вместе с тем усиливается конкурентная борьба между

различными субъектами предпринимательства. В условиях усиливающейся конкуренции особое значение придается эффективности работы таких магазинов, одним из важных факторов которой служит коммуникативная подсистема, отвечающая за информационную связь между субъектами предпринимательства и потребителями [1–4].

Возможности интернет-технологий используются каждым для решения не только повседневных задач, но и построения различных коммуникаций. Развитие интернета также открывает большие возможности для бизнеса в секторе B2C.

Для понимания успешности интернет-магазина и выявления возможностей для улучшения проводится анализ эффективности его работы. В условиях высокой конкуренции и роста потребительских ожиданий интернет-магазины должны обеспечивать высокий уровень обслуживания, начиная с удобства навигации и размещения товаров до скорости обработки заказов и качества доставки.

Для оценки эффективности работы интернет-магазина можно использовать основные ключевые показатели эффективности (KPI), которые позволяют получить объективные данные о текущем состоянии бизнеса: количество совершенных покупок, размер доходов и средний чек покупателя.

1 Количество совершенных покупок. Данный показатель характеризует число завершённых транзакций за определённый период (день, месяц, квартал).

Формула: Количество покупок = Общее количество завершённых заказов за период.

Количество покупок позволяет оценить уровень покупательской активности и конверсию посетителей в реальных покупателей. Данный показатель помогает отслеживать эффективность интернет-магазина в привлечении и удержании клиентов, а также выявлять сезонные тренды и реакцию на различные маркетинговые кампании. Рост этого показателя указывает на успешные маркетинговые стратегии и высокую востребованность товаров

2 Размер доходов и прибыли. Доходы показывают общий объём продаж, а прибыль отражает разницу между доходами и затратами на производство, маркетинг и логистику [1].

Формулы:

– Доход = $\sum(\text{Цена товара} * \text{Количество проданных единиц})$;

– Прибыль = Доход – Затраты.

Эти показатели являются ключевыми для понимания финансового здоровья магазина и позволяют оценить рентабельность компании.

3 Средний чек покупателя. Данный KPI отражает среднюю сумму, которую тратит клиент за одну покупку. Он позволяет оценить покупательскую активность и выявить возможности для увеличения среднего чека за счет дополнительных продаж или изменения ассортимента.

Формула: Средний чек = общая сумма покупок за определенный период / количество совершенных покупок за определенный период [1].

Анализ среднего чека помогает понять, какие маркетинговые инструменты и стратегии стимулируют покупателей к увеличению суммы покупок. Это также может указывать на изменение предпочтений клиентов и на эффективность предложений интернет-магазина.

Таким образом, используя данные KPI, можно выстроить стратегию для увеличения продаж, оптимизации затрат и повышения прибыли интернет-магазина. Они дают возможность отслеживать динамику развития магазина и своевременно реагировать на изменения рынка и потребностей клиентов. Такой анализ позволяет выявить

слабые места в работе магазина и разработать стратегию для повышения его конкурентоспособности.

Библиографический список

1. Вебер, Ларри. Эффективный маркетинг в Интернете. Социальные сети, блоги, Twitter и другие инструменты продвижения в Сети / Ларри Вебер; пер. с англ. Елены Лалаян. – 2-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011.– 313 с.

2. Интернет-маркетинг. Настольная книга digital-маркетолога / Гавриков А. В., Давыдов В. В., Федоров М. В. – Москва: Издательство АСТ, 2020. – 352 с.

3. КРІ и эффективность работы интернет-магазина: [Электронный ресурс]. URL: <https://skynum.com/ru/blog/kpi-i-effektivnost-raboty-internet-magazina>. (Дата обращения: 20.10.2024).

4. Как сделать сайт удобным. Юзабилити по методу Стива Круга / Стив Круг; [пер. с англ. В. Шрага]. – Москва; Санкт-Петербург; Нижний Новгород [и др.]: Питер, 2010.– 208 с.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПЛАТЕЖНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
АБОНЕНТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ**

В.И. Юркова

Научный руководитель – Маркин А.В. к.т.н., доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Жилищно-коммунальная сфера представляет собой одну из ключевых составляющих народного хозяйства Российской Федерации, охватывающую различные виды деятельности, цель которых заключается в обеспечении ресурсами жилых домов, поддержании их технической исправности и решении других вопросов, связанных с комфортным проживанием населения.

Платежная дисциплина абонента (потребителя ресурсов ЖКХ) заключается в своевременной оплате потребляемых им коммунальных ресурсов, такие как электричество, вода, газ, отопление и другие ресурсы, предоставляемые жилищно-коммунальными службами [1].

Анализ ситуации показывает, что значительная часть населения демонстрирует низкий уровень финансовой грамотности в сфере ЖКХ, о чём свидетельствует большое количество случаев неуплаты, негативно влияющих как на потребителей, так и на поставщиков жилищно-коммунальных услуг. Несоблюдение абонентами платежной дисциплины снижает финансовую устойчивость ЖКХ и надежность работы систем жизнеобеспечения [2].

Для оперативного выявления проблем с платежной дисциплиной, предприятиям жилищно-коммунального хозяйства необходимо анализировать такие ключевые показатели, как данные об оплате за коммунальные ресурсы и услуги, объёмы потребления ресурсов, информация об адресных объектах, абонентах и др. Самый эффективный способ получать такие данные — использовать надёжную систему мониторинга, которая собирает ключевые показатели и визуализирует данные.

Целью разработки системы является автоматизация процесса анализа платежной дисциплины абонентов предприятий ЖКХ. Подход к разработке такой системы, основанный на использовании современных методов машинного обучения и

статистических методов, позволит выявить закономерности и тенденции в платежной дисциплине абонентов.

В докладе представлен выбор языка программирования и исследуются подходящие статистические методы, которые позволят обеспечить разработку системы или ее новых функций, реализующих методы подготовки данных к анализу.

Особое внимание уделяется математической формализации характеристик абонента. Процесс математической формализации предполагает выделение ключевых характеристик изучаемого объекта и их описание с помощью математических конструкций, таких как множества, функции, матрицы и другие математические объекты. Подобное математическое описание абонентов позволяет использовать широкий спектр методов анализа данных.

Исследование проводится на основе расчетно-платежного комплекса «Абонент+» [3]. В докладе представлены текущие возможности аналитической составляющей комплекса, проанализированы требования к анализу платежной дисциплины абонентов, оценены перспективы их реализации.

Библиографический список

1. Подольский, Г.В. Гражданско-правовые основы повышения платежной дисциплины «неотключаемых» потребителей энергетических ресурсов / Г. В. Подольский // Образование и право. – 2023. – № 1. – С. 217-223. – DOI 10.24412/2076-1503-2023-1-217-223.

2. Лапшин, Н.П. Проблемы повышения платежной дисциплины населения / Н. П. Лапшин // Актуальные вопросы экономики, управления и права: сборник научных трудов (ежегодник). – 2014. – № 6. – С. 42-51.

3. Расчетно-платежный комплекс Абонент+ [Электронный ресурс] / официальный сайт. – Режим доступа: [https://www.abonent .plus/](https://www.abonent.plus/), свободный (дата обращения: 15.09.2024).

Содержание

Секция 5

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Ахремчик П.О.	3
РАСШИРЕННЫЙ СОСТАВ СВОЙСТВ УЧЕБНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ	
Бавбель Е.И.	5
ГЕНЕРАТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	
Башкин Ф.И.	7
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	
Борзых Д.А.	8
ПРОГРАММА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
Бурцева С.Н.	10
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	
Ветринцев И.А.	11
РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА С ПОМОЩЬЮ TESSERACT OCR, ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА ОТ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ	
Викулин С.Д.	12
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ	
Грашин С.Д.	14
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	
Драничкин Д.В.	15
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОКАЗАНИЯ СЕТЕВЫХ УСЛУГ	
Ениватов А.С.	17
ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ GIGACHAT В СИСТЕМУ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	
Журавлев Д.С., Забегайлов А.Д., Чикова Е.С.	18
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ МОДИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ТРЕКИНГА ГЛАЗ	
Зайцев Е.С., Сапрыкин А.Н.	20
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Замешаев Д.В., Скворцов С.В.	22
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЭШ-ФУНКЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В СЕТИ	
Клычников Н.С., Тишкина В.В.	24
ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМУ АНАЛИЗА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ: ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ	

Корячко В.П., Викулин С.Д.	25
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ	
Корячко В.П., Дрожжин И.В., Муранов В.П.	26
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГИБКО-ЖЕСТКИХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	
Костяева А.М.	27
РАЗМЕЩЕНИЕ МОДУЛЕЙ ЭВС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВРИСТИЧЕСКИХ И ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ	
Кошелев А.Д., Кошелева М.С.	29
ОБОБЩЕННАЯ АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ	
Кошелева М.С., Орешков В.И.	31
ОБОБЩЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ	
Кравцова В.С.	34
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Крыгина М.К., Кошелева М.С.	36
ОБЗОР ЭТАПОВ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ	
Крыгина М.К.	38
ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ	
Кузнецов Н.А., Скворцов С.В.	40
ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ СЖАТОГО ТЕКСТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ХАФФМАНА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#	
Кутдусов Р.К.	41
MIXTURE OF EXPERTS-СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ	
Лем А.С.	42
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ CHATGPT И ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ	
Логинов Д.Ю., Крошила С.В.	44
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТРАНСКРИПЦИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ СОТРУДНИКАМИ РОЗНИЧНОЙ ТОЧКИ ПРОДАЖ	
Мельников Д.А., Аюпов А.Д.	46
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ЗДОРОВЬЯ МАШИНИСТОВ	
Муранов В.П.	47
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	
Пасынков М.И.	48
ОЦЕНКА ПОЗЫ ИГРОКОВ НА ВИДЕОЗАПИСИ ИГРЫ В ВОЛЕЙБОЛ	
Перепелкин Д.А., Анисимов К.В.	49
ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРА RYU ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА СЕРВИСА В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ	
Перепелкин Д.А., Ковердяев А.И.	51
ЗАДАЧА ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА	
Перехода И.Ю.	53
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	

Печенин И.В., Сапрыкин А.Н.	55
ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ	
Плешков Б.Д., Крошила С.В.	57
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗРАБОТКЕ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ	
Полезов Е.А.	60
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	
Попова А.С.	61
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ТУРИЗМА	
Потапов В.С.	64
РАЗРАБОТКА ЛОКАЛЬНОГО СУРРОГАТНОГО МЕТОДА РАБОТЫ КВАНТОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	
Сапрыкин А.Н.	65
МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ КРАСКАЛА ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ НА ЛОКАЛЬНЫЕ СТЕПЕНИ ВЕРШИН	
Сапрыкин А.Н.	66
ПАРАМЕТРЫ КОНФИГУРАЦИИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ	
Сапрыкин А.Н.	67
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
Сморгун Е.С.	69
ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ И АДАПТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Сморгун Е.С.	71
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ	
Сокол И.И.	73
РАСПОЗНАВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	
Соколов Н.А., Скворцов С.В.	74
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Храменкова Е.А.	76
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАДАЧ И ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ	
Шейкис А.Е.	78
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	
Шмаков А.Ю.	79
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ	

Секция 6

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аверкин М.Е.	81
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УЧЕТА ДОНОРОВ КРОВИ	

Бавбель Е.И.	82
МАРШРУТИЗАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	
Булатова А.Р., Карлышева К.О.	85
РЕАЛИЗАЦИЯ КРИПТОГРАФИИ В IOT	
Доков Д.С., Тарасов А.С.	87
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УДАЛЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	
Дуксин Н.А., Люлява Д.В.	88
ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ К РАЗМЕЩЕНИЮ ТРАКТА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ	
Дуксина И.И., Кулдина А.А., Люлява Д.В., Пономарев А.Н.	89
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ	
Дуксина И.И., Дуксин Н.А., Люлява Д.В.	90
ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВЕРИФИКАЦИОННОГО ОКРУЖЕНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ	
Епифанов А.С.	91
АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ МАТРИЧНЫХ КОДОВ DATAMATRIX ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ	
Епифанов А.С.	92
ЛОКАЛИЗАЦИЯ МАТРИЧНЫХ КОДОВ С ПОМОЩЬЮ КАСКАДОВ ХААРА	
Махов Я.А., Дуксина И.И., Люлява Д.В.	93
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА CORDIC ДЛЯ ПЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКОЙ	
Окрачков Д.С., Крошилин А.В.	94
РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Рузаева А.А., Фатина А.А.	96
ПОСТРОЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MPICH В ОС WINDOWS	
Рузаева А.А., Фатина А.А.	97
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ	
Сурьгин К.Ю., Тюрин И.И.	99
ПОНЯТИЕ ТУПИКОВЫХ СИТУАЦИЙ. НЕБЛОКИРУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ. КОЛЛЕКТИВНЫЕ ОПЕРАЦИИ	
Трусов Е.П., Ермачихин А.В., Воробьев Ю.В., Литвинов В.Г.	100
ПОКАЗАТЕЛЬ ДРЕЙФА СОПРОТИВЛЕНИЯ В ФАЗОПЕРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ	
Чкалов Р.В., Чкалова Д.Г.	102
КОМПЛЕКС ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ МИКРООБРАБОТКИ	
Шашин Н.А.	104
ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИНЯТЫХ СИГНАЛОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ	
Щепухин Д.О., Дуксин Н.А., Люлява Д.В., Дуксина И.И.	106
ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ FLOW BASED ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭТАПОВ В РАМКАХ МЕТОДИКИ СОВМЕСТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	

Секция 7 ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Акберов М.А., Селяев А.А. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	108
Аксютин Р.О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРТОЧНЫХ И РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ	109
Андреянов Н.С. ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ВЫЗОВЫ	110
Буянкина Я.А. ПОРОГОВЫЕ МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТА ИНТЕРЕСА НА ИЗОБРАЖЕНИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ОТЦУ, КАПУРА И ТСАЛЛИСА	111
Быков Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИАНГУЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ТОЛЩИНЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ	113
Козловский А.В. О ПОДХОДЕ К РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ПРИКЛАДНОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ НА БАЗЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	114
Корниенко М.Д. АЛГОРИТМ ПРЕДСКАЗАНИЯ-КОРРЕЛЯЦИИ ДЛЯ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ВО ВРЕМЕНИ ОПТИМИЗАЦИИ И ЛИНЕАРИЗАЦИИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ	116
Молчанова Т.И., Стройков К.С. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	117
Мудров Е.П., Левитин А.В. ОБНАРУЖЕНИЕ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ФОНЕ ГРУНТА	118
Смирнов С.А. АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФОРМЫ	119
Соколов К.И., Макарова Н.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДОБЕШИ ДЛЯ ЗАШУМЛЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	120
Стаховский А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	121
Чернышёв С.В. УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ СИСТЕМЫ В НАЗЕМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ	122

Секция 8 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Антонушкина С.Д., Князьков П.А. АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММЫ ПОИСКА И АНАЛИЗА РЕЗКИХ КРАЕВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КА ДЗЗ	125
--	-----

Антонушкина С.Д. ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ШТРИХОВЫХ МИР	126
Бояркин В.С. ФУРЬЕ-ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА РАДИОЛОКАЦИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ	127
Дмитриев П.А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОСМОТРА МЕТАДАННЫХ TIFF И GEOTIFF	128
Егин М.М. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛИНИЙ ПОРЕЗА МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ	129
Еремеев В.А. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКАХ ЗЕМЛИ	130
Еремеев В.А. ИНФОРМАЦИОННОЕ СОВМЕЩЕНИЕ ДАННЫХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ЗЕМЛИ С СИСТЕМАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕДАЧИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	132
Кабочкин А.Н. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	133
Кузнецов Д.А. ВЕКТОРИЗАЦИЯ КОНТУРОВ ЛЕДОВЫХ ПОЛЕЙ	134
Кузнецов Л.Л., Москвитин А.Э. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПРИЕМА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ В ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ASTRA LINUX	135
Ларюков С.А. АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛАЧНОСТИ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДАТЧИКА КШМСА	137
Овчинников В.А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ	139
Онущенко П.А., Андреев Д.А., Князев Д.В. ПОВЫШЕНИЕ ЧЕТКОСТИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ	140
Осипова Т.А., Райков Н.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ	141
Попов А.О. ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ МАТРИЦЕЙ СВЕРТКИ	142
Попов И.Д. АЛГОРИТМ УСТРАНЕНИЯ РАСХОЖДЕНИЯ МАСШТАБА ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА	143
Рябинин С.А. УСТРАНЕНИЕ СМЕЩЕНИЙ ЦВЕТОВЫХ КАНАЛОВ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА	146
Соловьев А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ТРИАНГУЛЯЦИИ ДЕЛОНЕ В ЗАДАЧЕ МОНИТОРИНГА ДРЕЙФА ЛЬДА	147

Федотов К.Г.	149
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ОТКЛИКОВ КОСМИЧЕСКИХ РАДИОЛОКАТОРОВ С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ АНТЕННЫ	
Чекина Е.В.	150
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	
Чесных И.А.	151
ПОДАВЛЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛОЖЕНИЯ ХААРА	

Секция 9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ал-Хафаджи Исра М. Абдаламир	153
ОСНОВЫ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ ТИПАМ ПОВЕРХНОСТИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОДЫ	
Астапов В.С.	155
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ	
Астахов П.В., Завалишин Г.А., Муравьев В.С.	156
РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО ДЕТЕКТОРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	
Батистова А.А.	158
АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ТОЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАНОВ	
Благодаров Е.А.	159
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ НАТЕКАНИЯ СТРУИ РАСПЛАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ. ЧТЕНИЕ ДАННЫХ ПОТОКА RTSP-КАМЕРЫ	
Бойков А.А.	160
ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА СВЯЗИ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ С КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	
Ефремова А.Ю.	162
МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	
Маркин Н.М.	164
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	
Масленников В.В.	166
КВАНТОВО-ИНСПИРИРОВАННОЕ МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
Микулич А.В.	168
МЕТОДИКА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ SCADA ЗА ЭНЕРГООБЪЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ РАЙОННОГО ЭНЕРГОУЗЛА	
Микулич А.В.	170
ПОСТРОЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТАМИ	

Перепелкин Д.А., Ликучёв В.Ю.	174
АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ МОДЕЛИ	
Рыбаков А.А.	176
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ	
Рыбаков А.А.	178
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩЕГО РАЗМЕЩЕНИЕ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	
Сапрыкин А.Н., Кошелева И.Д.	180
АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТРАССИРОВКИ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	
Сафронов С.А.	181
МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОЙ СТРУКТУРЫ ДАТЧИКА МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА	
Тетер А.В.	183
АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Тишкина В.В., Ефремов Р.В.	184
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Тюлюнова Е.А.	186
АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ ЗОНТИЧНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ	
Хобачева Р.С., Тишкина В.В.	187
МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА КОММЕРЧЕСКОГО ДЕПАРТАМЕНТА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТОРГОВОГО ХОЛДИНГА	
Якобс Е.Г.	188
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ЗДАНИЙ	
Ярошенко А.М.	189
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	

Секция 10

КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Васильев М.Р.	191
ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ РКТ	
Зангин Д.Д.	192
АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
Зенкин М.Д., Бодров О.А.	194
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СФЕРЕ БИБЛИОТЕЧНОГО ДЕЛА	
Климчук Н.В.	196
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ РЭС	
Клюкин Д.Д.	197
РАЗРАБОТКА TELEGRAM-БОТА КОНСУЛЬТАНТА ИЦ САНТЕХПЛЮС	

Кокунов А.А.	198
ЗАДАЧА РАССТАНОВКИ КОНТРОЛЕЙ В МНОГОМЕРНЫХ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ	
Лыу Т.Д.	200
ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	
Нгуен Д.Х.	201
АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МИКРОВОЛНОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КЛЮЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
Поборуева М.С., Бодров О.А.	203
ВНЕДРЕНИЕ RFID ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В IIOT	
Растрьгин К.М.	205
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СОЗДАНИЯ ФОТОМОЗАИК	
Саморуков С.А.	206
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЧАСТОТ АУДИОСИГНАЛА	
Устьян А.М.	207
ОБЗОР СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ В РЕАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	
Федулов М.А.	209
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	
Чубаров Д.С., Бодров О.А., Москвитин А.Э.	211
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	

Секция 11

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Агеев А.А.	213
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ СБОРА ОТЧЕТНОСТИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПЛАТФОРМЕ ODANT	
Бакулева М.А., Бакулев А.В.	214
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ	
Бощенко А.Р.	215
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ: ИНТЕГРАЦИЯ SPRING SECURITY В ЭКОСИСТЕМУ SPRING BOOT	
Венчиков Д.А.	216
ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ДЛЯ СЕРВИСА ПОДБОРА ПОПУТЧИКОВ	
Габриелян Г.А.	218
ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Гуров А.С.	220
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ИНТЕГРИРУЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ	

Долматов Ю.И.	221
АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ЧАСТОТЫ СЕРДЦЕБИЕНИЯ НА ФОНЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ДЫХАНИЯ ПРИ РАДИОЛОКАЦИОННОМ НАБЛЮДЕНИИ ПАЦИЕНТОВ	
Журавлев П.В.	223
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ЛЕНТ НОВОСТЕЙ И КОНТЕНТА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ	
Замятина В.А.	225
РОЛЬ СКЛАДСКОГО УЧЕТА В РАБОТЕ С МАРКЕТПЛЕЙСОМ	
Исаева И.А.	226
ЗНАЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА СОТРУДНИКОВ ПРИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ	
Карих Р.Д., Тришаков А.А., Зуева Е.А., Семичастнов В.П.	228
КОНЦЕПЦИЯ BEAMFORMING В СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Косарева Е.М.	229
ФАКТОРЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННЫХ УГРОЗ «УМНОГО» ГОРОДА	
Лутиков В.А.	231
АДАПТИВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ГОРОДСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ НА ОСНОВЕ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ О ПОЛЬЗОВАТЕЛЯХ	
Половинкин А.В.	232
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИБЛИОТЕЧНЫМИ ФОНДАМИ	
Половинкин В.В.	233
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ (BIG DATA) В 2024 – 2025 ГГ.	
Серов А.П.	235
РЕКОМЕНДАЦИИ ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ	
Старостина Е.Р., Старостин М.А.	237
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЙ SCRUM И AGILE НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Тимофеев А.В., Тишкина В.В.	238
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ КРЕДИТНЫМ ОТДЕЛОМ БАНКА	
Ткачев Д.Д.	241
РАЗРАБОТКА ИТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНФИГУРИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	
Торжкова А.О., Крошилина С.В.	242
ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ТОВАРОВ ЧЕРЕЗ ОНЛАЙН-ЗАКАЗЫ	
Шестакова М.В.	244
СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ И ПОНИМАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	
Шрубок Д.Д.	245
АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ УЧЕТА И ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА	
Шрубок Д.Д.	246
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА	
Юркова В.И.	248
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПЛАТЕЖНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ АБОНЕНТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ	

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2024

XXIX ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции

Том 2

Компьютерная верстка и дизайн:

Бакулев А.В., Бакулева М.А., Кошелева М.С.

Подписано в печать 14.11.24 Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 16,25.

Тираж 150 экз. Заказ № 7669

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 978-5-907811-70-6



9 785907 811706 >