

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

***НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2024***

XXIX 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 - 208 с.

ISBN 978-5-907811-69-0 (том 1)

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 при соблюдении требований к оформлению тезисов.

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 978-5-907811-69-0 (том 1)

ISBN 978-5-907811-68-3

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

© ИП Коняхин А.В., 2024

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ТЕХНОЛОГИЯ FREE-SPACE OPTICS В ПОДВОДНЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Л.В. Аронов

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

Первые подводные инженерные коммуникации – трансатлантические телеграфные кабели были проведены в XIX веке. С тех пор освоение океана значительно продвинулось вперед, прокладываются подводные инженерные коммуникации, функционируют буровые нефте- и газодобывающие платформы, ведутся геологоразведочные работы и научные исследования. Работа на глубине опасна для обслуживающего персонала, требует подготовки и связана с повышенным риском. В этих условиях расширяется использование автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) [1].

Использование АНПА позволяет снизить риски персонала при работе в сложных и опасных условиях, например при мониторинге подводных трубопроводов, оценке состояния скважин, проведении научных, геологоразведочных и спасательных работ. Управление подводными роботизированными системами, в частности АНПА, требует канала передачи данных, ширина которого достаточна для трансляции нескольких видеопотоков в реальном масштабе времени. Видеопотоки передаются с бортовых камер АНПА на борт пункта управления. К бортовой аппаратуре передачи данных предъявляется ряд дополнительных требований, в частности массогабаритные показатели, энергопотребление и т.д. Из существующих подводных беспроводных каналов передачи информации: акустического, радиочастотного и оптического, только подводный беспроводной оптический канал связи (ПБОКС), построенный на основе технологии FSO (free-space optics), обладает требуемыми характеристиками. Однако, несмотря на свою актуальность, реализация систем передачи данных на основе ПБОКС на данный момент технически затруднена, и в отличие от атмосферных FSO-систем, серийно выпускаемые ПБОКС практически отсутствуют, а специализированная компонентная база массово не производится [2,3,4].

В процессе исследования свойств подводной FSO-системы достигнуты следующие результаты:

1. Разработана процедура расчета коэффициента ослабления оптического излучения в морской воде для видимого диапазона длин волн от 400 нм до 700 нм, с учетом мутности среды распространения. Обобщены и модифицированы существующие методы, добавлен учёт угла рассеяния лазерного излучения в водной среде. Показано, что за счет рассеяния геометрические потери возрастают на величину до 13,5 дБ на расстоянии 100 м. Процедура расчета рассеяния учитывает эффекты частиц, разделяя их на малые (диаметром до 1 мкм) и большие (диаметром свыше 1 мкм). Выполнена аппроксимация коэффициентов молекулярного поглощения воды и коэффициентов поглощения хлорофилла полиномами 8-го и 6-го порядков [5,6].

2. Разработана математическая модель ПБОКС, действующая в диапазоне длин волн 400-700 нм, учитывающая особенности распространения оптического излучения

под водой, специфику среды распространения и параметры оптического приёмника и передатчика, в том числе внутренние шумы фотоприёмника, выполненная на основе полупроводникового фотодетектора. Проведено моделирование ПБОКС для различных типов морской воды с концентрациями хлорофилла от 0,03 до 12 мг/м³. Результатом модели является вероятность битовой ошибки BER, вычисляемая в диапазоне от 10^{-10} до 0,5 [6].

3. Выполнено исследование эффективности использования блоковых корректирующих кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки применительно к подводному оптическому каналу передачи информации. Обосновано применение кодов Рида – Соломона и исследована их эффективность для различных типов морской воды. Показано, что использование кодов Рида – Соломона в ПБОКС обеспечивает увеличение максимальной дальности передачи данных не менее чем на 33,3% при полосе канала 100 МГц, не менее чем на 36,4% при полосе канал 1 ГГц и не менее 45,5% при полосе канала 10 ГГц.

4. Выработаны рекомендации по применению корректирующих кодов на основе многокритериального подхода (с учётом требуемого качества видеоизображения, дальности, электрической полосы пропускания ПООКПИ, типа морской воды и кодовой скорости) для передачи видеоизображений в реальном масштабе времени. Показано, что в случае применения 16-ричных кодов Рида – Соломона при полосе канала 100 МГц код РС (15,3,12) обеспечит один видеопоток стандартной четкости 720x480@15 на дальности до 160 метров. Канал с электрической шириной полосы в 1 ГГц может обеспечить от одного [код РС(15,1,14)] до трех [РС(15,3,12)] видеопотоков формата 1280x1024@42,2 на дальности до 128 метров [7].

5. Обоснован выбор гидроакустической связи в качестве обратного канала ПБОКС повышающего стабильность его работы, с одновременным использованием в качестве канала управления автономного необитаемого подводного аппарата. Рассчитаны его характеристики для различных типов морской воды с концентрациями хлорофилла от 0,03 до 12 мг/м³ и полос пропускания оптического канала 100 МГц, 1 ГГц и 10 ГГц, с учетом предельных дальностей ПБОКС.

6. Предложена структура ПБОКС с обратным гидроакустическим каналом и даны рекомендации по его практической реализации на существующей компонентной базе, позволяющие построить действующий образец с предельной рабочей глубиной до 6000 метров и дальностью передачи данных до 160 метров.

7. Рассмотрен вертикально-ориентированный ПБОКС для передачи потоков видеоданных в реальном масштабе времени. Вертикальный профиль хлорофилла, который является определяющим с точки зрения однопараметрической модели ослабления оптического сигнала в морской воде, зависит от сезона и географического положения конкретной области Мирового океана. Для оценки глубины используются регрессионные модели, определяемые по усредненным зависимостям. Значительная часть энергии в вертикально-ориентированном канале теряется в окрестностях глубинной отметки, соответствующей максимальной концентрации хлорофилла [4,8]. Таким образом, помимо стандартных способов увеличения дальности: увеличение мощности, использование помехоустойчивого кодирования, увеличение приёмной оптической апертуры и т.д., возможен технический приём с опусканием буя с оптическим приёмником на глубину ниже максимальной концентрации органических взвесей [8]. Однако в этом случае возникает проблема стабилизации луча и точности наведения.

Библиографический список

1. Кириллов С. Н. Разработка модели распространения оптического сигнала в водной среде для подводных систем передачи информации [Текст] / С. Н. Кириллов, С. А. Балюк, С. Н. Кузнецов, А. С. Есенин // Вестник РГРТУ. – 2012 – №2 – с. 3-8
2. Kaushal H. Underwater optical wireless communication [Текст] / H. Kaushal, G. Kaddoum // IEEE Access, volume 4, 2016, pp. 1518-1547.
3. Abd El-Naser A. Mohamed Underwater wireless optical communications for short range typical ocean water types [Текст] / Abd El-Naser A. Mohamed, Hamdy A. Sharshar, Ahmed Nabih Zaki Rashed, Enab Salah El-dien // Canadian journal on electrical and electronics engineering. – 2012. – No. 7, vol. 3 – pp. 344-361.
4. Laura J. Johnson Underwater optical wireless communications: depth dependent variations in attenuation [Текст] / Laura J. Johnson, Roger J. Green, Mark S. Leeson // Applied Optics, Volume 52 (Number 33). pp. 7867-7873.
- 5 Кириллов С.Н. Определение характеристик подводного открытого оптического канала передачи информации на больших глубинах [Текст] / С. Н. Кириллов, Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2018. – № 1 (63). – с. 40-48.
6. Аронов Л.В. Процедура расчета энергетического бюджета подводного открытого оптического канала передачи информации [Текст] / Л. В. Аронов // Новые информационные технологии в научных исследованиях материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. – с. 84-86.
7. Аронов Л. В. Коды Рида – Соломона в подводном оптическом канале передачи информации с кодоимпульсной модуляцией по интенсивности [Текст] / Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2021. – № 4 (78). – с. 12-20. DOI: 10.21667/1995-4565-2021-78-12-20
8. Аронов Л.В. Вертикально-ориентированный подводный беспроводной оптический канал передачи данных / Л.В. Аронов // Вестник РГРТУ. Рязань. РГРТУ. 2023. Вып. 4 (86). С. 3-10. DOI: 10.21667/1995-4565-2023-86-3-10

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ БАЗИС СОВРЕМЕННЫХ ПЛАТФОРМ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ ДАННЫХ**

А.И. Арустамов, В.И. Орешков

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

За почти четыре десятилетия, прошедших с появления и начала бурного развития технологий интеллектуального анализа данных, они превратились из средства повышения конкурентоспособности компаний в инструмент выживания на современных, высокодинамичных рынках [1]. В настоящее время предприятия внедряют аналитику данных не для того, чтобы просто заработать больше денег и уменьшив расходы, а для того, чтобы вообще выжить.

Глобальная информатизация бизнес-процессов породила огромные потоки данных, в которых скрываются знания о том, как сделать управление бизнесом более эффективным. И тот, кто сумеет первым до них добраться и воспользоваться, тот и получит главные конкурентные преимущества в долгосрочной перспективе. Однако,

сделать это становится всё сложнее и дороже, что обусловлено следующими факторами [2]:

- многократно возросли объемы потоков данных, скорость их генерации и количество источников;
- увеличилась сложность бизнес-процессов и описывающих их данных, что привело к усложнению алгоритмов и методов их анализа;
- постоянно возрастают требования и ожидания потребителей продуктов и услуг, что заставляет компании непрерывно модифицировать существующие бизнес-сценарии и генерировать новые. В результате жизненный цикл аналитических решений сокращается.

Всё это приводит к необходимости разработки новых подходов к построению систем и платформ интеллектуального анализа данных и интеграции в них самых современных достижений в сфере IT. В докладе рассматриваются некоторые наиболее перспективные направления развития систем интеллектуальной аналитики данных на основе опыта реализации большого числа проектов с использованием аналитической платформы Logipom.

Как показала практика, в основу современных аналитических платформ предпочтительно закладывать клиент-серверные технологии, что позволяет разворачивать их как в локальной сети, так и в облаке, обеспечивая коллективную работу большого числа пользователей с распределённых рабочих мест. Так же платформа должна включать программный тонкий клиент — браузер, который обеспечивает проектирования сценариев аналитической обработки и визуализации данных, настройки сервера, управления правами пользователей и т.д.

При этом должно обеспечиваться несколько уровней развёртывания системы: на уровне пользователя, на уровне серверов, в публичном или частном облаке. Кроме того, должна быть обеспечена возможность функционирования дополнительных инструментов: клиентов доступа к базам данных, интерпретаторы языков программирования (например, Python) с установленными библиотеками, файлы с данными, средства для публикации веб-сервисов и другие компоненты, расширяющие возможности аналитической платформы.

Перспективным направлением повышения эффективности систем аналитики, которые в настоящее время широко внедряются, является контейнеризация, которая позволяет обеспечить выполнение политик безопасности, ограничить объем потребляемых ресурсов, повысить отказоустойчивость, упростить мониторинг, автоматизировать процессы развертывания и масштабирования. Кроме того, контейнеры предоставляют возможность работы поверх устаревших версий ОС, в которых отсутствуют необходимые библиотеки.

При использовании кластера серверов возможна организация взаимодействия по принципам слабосвязанных распределенных компонентов, которые обеспечивают вертикальное масштабирование и эффективную утилизацию ресурсов одного сервера, а также:

- поддержка параллелизма;
- In-Memory Computing — вычисления в оперативной памяти;
- оптимальное хранение данных в ОЗУ;
- специализированный менеджер памяти;
- исключение промежуточных слоев абстракции за счет низкоуровневого кодирования ядра.

Построение кластера серверов, позволяет обеспечивать отказоустойчивость системы, горячую и холодную замену компонентов, горизонтальное масштабирование и балансировку нагрузки.

Для любой современной аналитической платформы наиболее важным является быстрая, эффективная и удобная разработка сценариев анализа данных, их надёжное хранение и обеспечение быстрого доступа к ним. Здесь наилучшим образом зарекомендовал себя пакетный подход, когда все данные и информационные сущности аналитического проекта содержатся в одном файле (пакете). С точки зрения скорости загрузки наиболее предпочтительным показал себя XML-формат. Так же в файлах-пакетах необходимо предусмотреть возможность импорта компонентов из других пакетов.

Как показала практика анализа данных, процесс проектирования сценариев на должен быть основан на идее объектно-ориентированного моделирования, когда каждый его узел представляет собой не просто какой-то механизм обработки данных, а класс с возможностью наследования. Так же при реализации аналитических сценариев хорошо показал себя контейнерный подход, в рамках которого отдельные узлы сценария могут объединяться в группы (контейнеры). Это позволяет делать сценарии более гибкими и функциональными, а также удобными для понимания пользователями.

Аналитические компоненты сценария следует разделять на встроенные, которые реализуют базовые алгоритмы анализа, и производные - созданные пользователем, чаще всего в виде контейнеров с последующей публикацией для применения сторонними аналитиками.

С точки зрения эффективности разработки сценариев анализа данных, представляет интерес использование в одном приложении двух подходов:

1. Снизу вверх. Разработка всегда начинается с импорта данных, к которым последовательно применяются те или иные алгоритмы обработки. Подобный подход оптимален для быстрого прототипирования и реализации относительно простой логики трансформации данных.

2. Сверху вниз. Сначала определяются входы и выходы аналитической модели, т.е. описывается логика её интеграции в сценарий, а затем реализуется собственно алгоритм обработки, с учетом определенных ранее требований. Данный подход предпочтительно использовать для создания компонентов, которые планируется в будущем повторно использовать в новых проектах.

Одной из наиболее перспективных технологий, активно внедряемых в платформах аналитики данных, является low-code (низкий уровень кодирования) - которая позволяет организациям создавать и разворачивать пользовательские приложения без привлечения профессиональных программистов. Платформы с низким уровнем кодирования предназначены для упрощения процесса разработки приложений и делают его более доступным для более широкого круга пользователей, включая бизнес-аналитиков, экспертов в предметной области и других "не технических" заинтересованных сторон.

Возможность мало кодировать, а больше использовать готовые компоненты и визуальное проектирование позволяет решать задачи анализа с меньшими затратами сил и времени. Low-code - это технология разработки, позволяющий проектировать логику анализа быстро, с небольшими затратами на внедрение и поддержку, сводит к минимуму использование программного кода, заменяя его визуальными средствами конструирования.

С использованием low-code инструмента, аналитическую задачу можно решить значительно быстрее. При этом иметь специальные навыки программирования не обязательно. Платформы, основанные на данном подходе, предоставляют преимущество в скорости в трех основных направлениях:

- освоение продукта;
- решение элементарных и сложных задач;
- тестирование гипотез и внедрение результатов в бизнес-процессы.

Low-code дает возможность ускорить разработку программного обеспечения более, чем в 10 раз, по сравнению с традиционным подходом. Примерно такой же порядок цифр справедлив и для аналитических задач.

Применение перечисленных технологий и их интеграции в платформы анализа данных открывают принципиально новые возможности перед компаниями в плане достижения уровня конкурентоспособности, необходимого в современных условиях.

Библиографический список

1. Корячко В.П., Бакулева М.А., Орешков В.И. Интеллектуальные системы и нечеткая логика: (учебник). М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 352 с.
2. Арустамов А.И., Васильев Е.П., Орешков В.И. Интеллектуальные платформы - современный инструмент анализа данных в экономике и бизнесе Сб. трудов Международной научно-практической конференции «Дни науки», Прага, 2012.

ТЕХНОЛОГИИ УЗКОПОЛОСНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

С.Г. Мосин^{1,2} д-р техн. наук, доцент

¹**ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»**

²**ООО «ЛабСистемс»**

Парадигма четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) предусматривает не просто активное использование цифровых технологий, а их интеграцию в единую универсальную систему для бизнеса, производства и общества. Можно выделить несколько ключевых технологий Индустрии 4.0: искусственный интеллект (Artificial Intelligence), аналитика больших данных (Big Data), автономный транспорт и БПЛА, облачные и квантовые вычисления, интернет вещей (Internet of Things – IoT) и др.

Идеология IoT предполагает организацию взаимодействия между физическими объектами без участия или с минимальной вовлеченностью человека. В рамках IoT можно выделить технологии идентификации, измерения и передачи данных. Первая технология отвечает за однозначную идентификацию объекта с использованием RFID, штрихкодов, QR-кодов и т.д. или MAC-адреса на канальном уровне при подключении к сети. Вторая технология отвечает за сбор данных об объекте с использованием датчиков, сенсоров, приборов учета, сложных контрольно-измерительных систем и т.д., которые зачастую характеризуются использованием беспроводных технологий и автономностью. Третья технология отражает различные средства проводного и беспроводного взаимодействия объектов, основанного на сетевых стандартах, и обеспечивает возможность самоорганизации.

Развитие телекоммуникационных технологий и, в первую очередь, беспроводных сетей связи – неотъемлемое требование интенсивного внедрения и масштабирования решений IoT. Одним из бурно развивающихся направлений

технологической поддержки IoT выступают сети связи четвертого (4G) и пятого поколений (5G). Согласно ключевой идее, физическая архитектура сети 5G должна быть разделена на совокупность виртуальных подсетей, каждая из которых предназначена для реализации одного из трех сценариев использования: сверхширокополосная мобильная связь (enhanced Mobile Broadband – eMBB), сверхнадежная связь с низкими задержками (Ultra-Reliable Low Latency Communication – URLLC) и массовая межмашинная связь (Massive Machine-Type Communications – mMTC). Именно третий сценарий определяет фокус на мобильный IoT (Cellular IoT – CIoT), который использует в качестве сетевой инфраструктуры системы сотовой связи. В настоящее время можно выделить два решения – Long-Term Evolution for Machines (LTE-M) и узкополосный интернет вещей (NarrowBand-IoT – NB-IoT), ключевые характеристики для которых представлены в Таблице. Следует отметить, что LTE-M обладает возможностью передавать данные и голос, а NB-IoT – только данные. При этом стоимость и энергопотребление конечных устройств NB-IoT, которые преимущественно предназначены для периодического обмена малыми порциями данных, ниже. Такой режим работы NB-IoT устройств определяет меньшие требования к скорости передачи данных, низкой задержке и ширине полосы частот, что обеспечивает более эффективное использование радиоресурсов в зоне действия каждой базовой станции.

Таблица
Сравнительные характеристики

Технология	Полоса частот	Ширина канала	Расстояние	Скорость передачи	Срок автономной работы
LTE-M	450 МГц – 3.5 ГГц (LTE)	1.08 МГц	10 – 15 км	1 Мб/с	10+
NB-IoT	450 МГц – 3.5 ГГц (2G/3G/4G)	180 кГц	10 – 15 км	250 кб/с	10+

Энергоэффективность имеет решающее значение для организации сетей Интернета вещей с автономными устройствами с электропитанием от аккумуляторной батареи. 3GPP требует, чтобы срок службы такого устройства превышал 10 лет при использовании аккумулятора емкостью 5 Втч в разнообразных профилях трафика и сценариях развертывания.

Разработка моделей и методов моделирования энергопотребления автономных беспроводных устройств IoT для межмашинной связи является активной областью исследований [1, 2]. Моделирование энергопотребления устройств IoT еще на ранних стадиях проектирования имеет решающее значение для разработчиков и сетевых операторов. Он помогает устанавливать параметры сети, режимы связи и прогнозировать срок службы батареи для конкретных вариантов использования.

Для автоматизации проектирования приложений на базе NB-IoT важными требованиями являются [3]:

- универсальность при работе с различными IoT-терминалами, учитывающая характеристики используемых в них трансиверов,
- гибкость и возможность настройки программных приложений и сетевых параметров для различных профилей трафика и сценариев сетевого взаимодействия с учетом стохастического характера сигнализации в физических каналах, режима

энергосбережения (Power Save Mode – PSM) и расширенного прерывистого приема (Extended idle mode Discontinuous Reception – eDRX),

- поддержка многовариантного анализа влияния различных конфигураций и уровня улучшения покрытия (Coverage Enhancement – CE) на время автономной работы IoT-терминалов.

Срок службы конечных устройств NB-IoT в реальных приложениях зависит от многих факторов. В частности, снижение срока службы аккумуляторов связано с:

- увеличением потребляемой мощности используемого трансивера – для каждого сеанса требуется больше заряда батареи;
- повышением периодичности сеансов обмена информацией – количество сеансов обмена информацией увеличивается;
- ухудшением качества радиоканала – увеличивается количество повторов при передаче сигналов по физическим каналам;
- увеличением длины информационного пакета, особенно при ухудшении качества радиоканала (CE=1 и CE=2), – требуется больше ресурсных единиц, в результате увеличивается время передачи.

Совокупность вышеперечисленных причин приводит к значительному сокращению срока службы конечных устройств NB-IoT при использовании аккумулятора.

Моделирование с детерминированным заданием внутренних и внешних параметров позволяет провести анализ наилучшего и наихудшего случая. В этом случае количество повторов передачи сообщений для разных физических каналов должны быть установлены в минимально возможные значения (наилучший случай) или максимально возможные значения (наихудший случай) для каждого CE.

Моделирование с псевдослучайным заданием внутренних и внешних параметров позволяет получить статистические характеристики для энергопотребления методом статистических испытаний. При этом должно быть указано количество итераций, в течение которых будет оцениваться время жизни конечного устройства NB-IoT путем случайного (псевдослучайного) выбора количества повторов сигнала в физических каналах для каждого уровня улучшения покрытия. На основе полученных результатов рассчитываются математическое ожидание и стандартное отклонение исследуемой характеристики. Данный режим играет важную практическую роль в решении задачи снижения верхнего предела количества повторов сигналов в физических каналах, относительно заданных в стандарте, для увеличения времени жизни конечного устройства NB-IoT при приемлемом качестве информационного обмена для каждого уровня улучшения покрытия.

Библиографический список

1. Evangelakos E.A., Kandris D., Rountos D., Tselikis G., Anastasiadis E. Energy Sustainability in Wireless Sensor Networks: An Analytical Survey. – Journal of Low Power Electronics and Applications. – Vol. 12, No. 4, 2022 – Paper ID 65.

2. Mosin S. A Model of LoRaWAN Communication in Class A for Design Automation of Wireless Sensor Networks Based on the IoT Paradigm. – Proc. IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). Kazan, Russia, 2018. – pp. 1-6.

3. Mosin S. A Model for Univariate and Multivariate Simulating the Battery Lifetime of UE NB-IoT. – Proc. International Russian Automation Conference (RusAutoCon). Sochi, Russia, 2024. – pp. 13-18.

Секция 1. ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

РАСЧЕТ ОБЪЕМА ПОТРЕБЛЕНИЯ КОММУНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ И HDF-ФАЙЛОВ

С.В. Аникеев, Н.А. Гусев, М.Г. Костиков
Научный руководитель – Маркин А.В. к.т.н., доцент
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Оценка объемов потребления коммунальных ресурсов — сложная задача, которая требует высокой точности, особенно при работе с данными большого количества абонентов. В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 354, при отсутствии фактического объема, производится расчет замещающего потребления абонента [1]. Система, применяемая для расчетов, использует базу данных (БД), которая представляет собой традиционную OLTP (Online Transaction Processing) архитектуру. В БД фиксируются фактические объемы на основе показаний приборов учета, которые передаются круглосуточно, но могут поступать от абонентов нерегулярно.

Такие интенсивные вычислительные задачи, как расчет замещающего объема потребления, требуют значительных ресурсов и могут привести к замедлению работы системы, а также к блокировке транзакций. Это связано с тем, что система обслуживает множество абонентов, каждый из которых может иметь несколько приборов учета. Общее количество записей исчисляется миллионами. Особенно замедление работы системы проявляется в условиях, когда БД работает не в монопольном режиме, и множество пользователей одновременно обращаются к ней для выполнения различных операций. В результате производительность системы снижается, что создает риски задержки в расчетах.

В контексте жилищно-коммунальной сферы, где расчеты зависят от периодических данных абонентов, существует понятие "закрытый месяц" — это период, в котором данные фиксированы и не подлежат изменению. "Открытый месяц" же, напротив, обозначает период, в течение которого данные еще могут корректироваться на основе новых показаний или изменений.

При расчете объемов потребления предлагается использовать HDF-файлы для хранения данных за закрытые месяцы, что ускоряет процесс расчета, так как для этих периодов можно обращаться к буферу данных, не запрашивая информацию напрямую из реляционной БД. Такой гибридный подход сочетает оперативные данные в реляционной БД и данные HDF-файлов.

HDF — формат, предназначенный для хранения больших объемов информации с высокой скоростью доступа. Высокая скорость доступа в HDF-файлах достигается благодаря колоночной структуре, поддержке многомерных массивов и сжатию, что позволяет эффективно организовать, хранить и быстро находить нужные данные. Дополнительно кэширование и параллельная обработка ускоряют операции чтения и записи [2]. Формат HDF позволяет эффективно управлять большими массивами исторических данных, а его использование значительно снижает нагрузку на БД. Предлагается использовать два типа HDF-файлов: один из них обновляется

ежедневно и носит название HDF. Второй файл, называемый HDF_history, обновляется ежемесячно и постепенно добавляет новые данные в уже имеющийся файл. Эти данные готовятся в течение месяца и в конце месяца добавляются к предыдущим. Это производится в ночное время, когда нагрузка на БД минимальна (Рисунок 1).

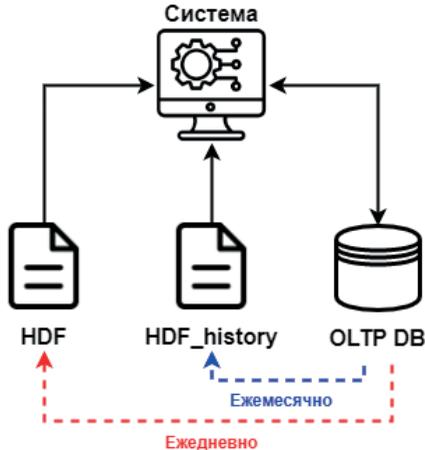


Рисунок 1 – Схема взаимодействия системы с источниками данных

Для реализации предложенного подхода необходимо выполнить следующие этапы:

- 1) создание HDF-файлов на основе данных из БД;
- 2) выполнение расчета замещающего объема потребления ресурсов на основе данных, хранящихся в HDF-файлах и БД;
- 3) сохранение результатов расчетов в БД.

Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 06.05.2011 № 354 (ред. от 24.05.2024) "О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов", ст. 59
2. Hierarchical Data Formats - What is HDF5? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.neonscience.org/resources/learning-hub/tutorials/about-hdf5> – Дата обращения: 12.10.2024

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ REDIS И S3 ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕЩЕЙ

В.М. Архипкин

Научный руководитель – Пруцков А.В. д-р тех. наук, профессор

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

В данной статье рассматривается разработка информационной системы, нацеленной на эффективное хранение, обработку и выдачу данных с удаленных серверов. В условиях быстрого роста объемов передаваемой информации и повышенных требований к системам хранения, особенно важно обеспечить не только надежное хранение, но и быстрый доступ к данным. Для решения этой задачи в системе предусмотрено использование технологий Redis и S3, что позволит значительно оптимизировать работу с информацией.

Redis будет внедрен в качестве кэширующего слоя, что позволит временно сохранять данные с установленным сроком жизни (TTL) и ускорять время ответа на повторные запросы. Это снизит нагрузку на основную базу данных и обеспечит пользователям более быстрый доступ к необходимой информации. В частности, нагрузочное тестирование показывает, что использование Redis позволяет сократить среднее время ответа до 41 миллисекунды, что является значительным улучшением по сравнению с традиционными подходами.

В дополнение к Redis, S3 будет использоваться для хранения изображений, истории транзакций и архивных данных, что способствует более эффективному распределению ресурсов. Эти хранилища помогут оптимизировать затраты на хранение и упростить доступ к различным типам данных в системе. Таким образом, интеграция Redis и S3 создаст надежную архитектуру для системы совместного использования вещей, обеспечивая быстрый и стабильный доступ к данным и позволяя пользователям эффективно взаимодействовать с платформой.

Библиографический список

1. Блинов И.Н., Романчик В.С. Java from EPAM: учеб. пособие. – М.: EPAM Training Center, 2021.
2. Крейг Уоллс. Spring в действии, шестое издание: учеб. пособие. – М.: ДМК Пресс, 2022.
3. Спилкэ Л. Spring быстро: учеб. пособие. – М.: ПИТЕР, 2023.
4. Раджпут Д. Spring. Все паттерны проектирования: учеб. пособие. – М.: ПИТЕР, 2019.
5. Пруцков А.В. Программирование на языке Java: курс. – Доступно по ссылке: <https://prutzkow.com/ru-ru/education/courses/java-programming-fundamentals/>
6. Дайвсон да Силва М., Лопес Таварес Х. Redis Essentials: учеб. пособие. – М.: Packt Publishing, 2016.
7. Ворелс В. Happy 15th Birthday Amazon S3 – the service that started it all: статья. – Доступно по ссылке: <https://www.allthingsdistributed.com/2021/03/happy-15th-birthday-amazon-s3.html>

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ТАНЦЕВАЛЬНОЙ СТУДИИ

Е.В. Бобылева, С.В. Крошила

Научный руководитель – Крошил А.В. д-р тех. наук, профессор

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

Распределение нагрузки между преподавателями танцевальной студии является ответственной и трудоемкой задачей [1, 2]. Грамотное распределение учебных дисциплин обеспечивает равномерную загрузку преподавательского состава [3]. Поскольку существуют несколько направлений, преподаваемых в танцевальной студии, и преподавательский состав является динамичным и многочисленным, то задача распределения нагрузки является многокритериальной задачей.

Сложность этой задачи заключается в том, что из-за большого набора ограничений построение математической модели становится трудоемким процессом, также в танцевальной студии многообразие преподаваемых направлений и существует множество критериев оптимальности, которые трудоемко проверить вручную [4, 5].

Генетический алгоритм – это эволюционный алгоритм эвристического вида, состоящий из последовательности действий, которые путем случайного подбора оптимальной нагрузки позволяют найти решение или комбинацию решений к поставленной задаче. Данный алгоритм состоит из нескольких этапов: формирования первого поколения случайным образом; селекции, позволяющей отобрать наиболее приспособленные особи; генерации нового поколения путем применения скрещивания более приспособленных; мутации [6]. Генетический алгоритм объединяет такие области, как нечеткая логика, нейронные сети, вероятностные рассуждения, сети доверия и эволюционные алгоритмы, которые дополняют друг друга и используются в различных комбинациях или самостоятельно для создания гибридных интеллектуальных систем [7].

Циклическое повторение этапов селекции, размножение и мутации это то, на чем базируется генетический алгоритм. Через конечное количество циклических повторений будет найдено оптимальное решение задачи, которое удовлетворяет критериям. Для каждой задачи данные критерии являются уникальными. В генетическом алгоритме решения задачи распределения нагрузки каждая особь является одним из возможных решений задачи, т.е. вариантом распределения нагрузки [5].

Задача распределения нагрузки преподавателей изначально строится на том, что преподается s направлений, и работают n преподавателей, а преподаваемые направления состоят из j видов занятий.

Генетический алгоритм для нахождения оптимального решения задачи распределения нагрузки состоит из нескольких этапов. На первом шаге мы должны сформировать начальное поколение. В случае распределения нагрузки начальное поколение будет сформировано произвольным распределением часов по преподавателям. Необходимо чтобы часы работы находились в диапазоне значений от 1 до количества часов, выделенного на определенный вид занятий. Таким образом, необходимо распределить все часы s направлений по n преподавателям не выходя за максимальное число часов по ставкам преподавателей.

Далее следует этап селекции или отбора. Данный этап подразумевает выбор наилучших вариантов распределения нагрузки. На этапе селекции (отбора) к полученным особям применяются ряд критериев. Критерии или требования могут быть как обязательными, так и не обязательными. Обязательные требования должны выполняться для вариантов распределения нагрузки, они являются обязательными ограничениями оптимизационной задачи распределения нагрузки. Примером таких требований для задачи распределения нагрузки преподавателей танцевальной студии может являться необходимость задействовать всех преподавателей или что нагрузка преподавателя не может быть выше допустимой нормы. Также к обязательным критериям относится то, может ли вести преподаватель данное направление. Необязательные критерии – это критерии, выполнение которых является желательным. Примером необязательных требований может являться равномерное распределение нагрузки преподавателя в течение года или же предпочтения преподавателя относительно проведения занятия. Из особей, которые соответствуют критериям, формируется следующее поколение. При этом некоторое количество особей образуются с помощью процесса мутации и скрещивания.

Скрещивание особей происходит по следующей схеме: случайным образом из числа наиболее приспособленных выбираются две особи. Далее для каждой пары отобранных особей случайным образом производится обмен участками генетического кода между соответствующими хромосомами родительских особей. Данный процесс не позволяет избежать лишних проверок на корректность особей, полученных в результате процедуры скрещивания, поскольку у каждого преподавателя существует набор дисциплин, которые он не может преподавать. К некоторым особям применяется оператор мутации. В предлагаемом алгоритме этот оператор изменяет значение нескольких генов особи на другие допустимые для данного гена значения, например, заменяет дисциплину для некоторого преподавателя на любую из допустимого [5].

Библиографический список

1. Галат В.А. Применение методов оптимизации в задачах разработки интеллектуального модуля информационных систем распределения учебной нагрузки преподавателей вуза / В.А. Галат, Д.А. Петросов // Форум молодых ученых, 2019 - №9 (37) - С. 97-99 - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-metodov-optimizatsii-v-zadachah-razrabotki-intellektualnogo-modulya-informatsionnyh-sistem-raspredeleeniya-uchebnoy>
2. Бобылева Е.В., Крошилин А.В. Формализация задачи распределения нагрузки преподавателей танцевальной студии // 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. (8-10)
3. Адаменко, Н.Д. Некоторые аспекты учебного процесса на факультете математики и информационных технологий / Н.Д. Адаменко, Л.В. Маркова, Е.А. Корчевская // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 73-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов – Витебск, 2021. – Т. 1. – С. 528–529.
4. 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.

5. Использование генетического алгоритма для решения задачи распределения учебной нагрузки / Е.А. Корчевская [и др]. - Веснік ВДУ, 2023. – № 3(120) – С. 15-19.

6. Маслов, М.Г. Разработка моделей и алгоритмов составления расписаний в системах административно-организационного управления: дис. к.т.н.: 05.13.18 / М.Г. Маслов; Моск. гос. ун-т прикладной технологии. – М., 2004. – 217 с.

7. Панченко, Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМОВ

С.А. Веркин

Научный руководитель – Бубнов А.А., к. ф.-м.н., доцент

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

1. Постановка проблемы

В современном мире популярно использование голосовых сообщений и голосовых помощников. Взаимодействие с ними происходит в зашумлённой среде; также не всем людям удобно слушать речь с посторонними шумами, и они предпочитают прочесть текст. Ранее существующие разработанные решения не всегда позволяют правильно распознать речь, записанную в сложных акустических условиях, а некоторые социальные сети не предоставляют функции распознавания речи в принципе. Для решения этих проблем необходимо исследовать и разработать комплексное программное обеспечение, сочетающее разные методы и библиотеки для распознавания речи в условиях воздействия шумов.

1. Значимость

1. Системы распознавания речи [1] играют ключевую роль в улучшении коммуникации для людей с нарушениями слуха и речи, позволяя транскрибировать разговоры в текст в реальном времени.

2. На платформах социальных сетей распознавание речи позволяет транскрибировать голосовые сообщения в шумной обстановке, что особенно важно в общественных местах, где звук не всегда можно включить.

3. На стриминговых сервисах технологии распознавания речи необходимы для создания субтитров и текстовых описаний.

4. В колл-центрах такие системы помогают автоматизировать обработку звонков, что полезно для клиентской поддержки.

5. Для водителей технологии распознавания речи позволяют взаимодействовать с цифровой техникой без отвлечения от дороги, что повышает безопасность и удобство вождения в шумных условиях.

6. Для распознавания речи с намеренно зашумлённой звуковой дорожки. Иногда в целях защиты информации акустический сигнал намеренно подвергается воздействию шума. Без системы распознавания речи такая информация будет получена с трудом или не будет получена в принципе [2].

1.3. Формулировка проблемы исследования

Основная проблема, которую необходимо решить, заключается в сравнении эффективности различных библиотек распознавания речи при воздействии

различных типов шумов и использованию их комплекса для компенсации слабых сторон отдельных библиотек сильными сторонами других. Это позволит создать наиболее эффективное решение для распознавания речи в условиях воздействия шумов.

2. Цель исследования

Целью данного исследования является выявление и сравнение параметров эффективности различных библиотек распознавания речи в условиях фонового шума, случайных шумов и намеренного зашумления [3].

2.1. Задачи исследования

1. Изучить существующие библиотеки для распознавания речи.
2. Подготовить набор данных с различными типами шумов.
3. Провести сравнение точности распознавания для каждой библиотеки.
4. Проанализировать полученные результаты и выявить закономерности.

3. Гипотеза исследования

Мы предполагаем, что при использовании комплекса библиотек для распознавания речи можно распознать больший объём текста, чем при стандартных методах распознавания речи; и в результате получить высшую точность распознавания речи в условиях воздействия шумов.

4. Теоретическое обоснование

В исследовании будут использованы методы, подходы и модели, созданные исследователями в области распознавания речи [4] с целью проведения глубокого анализа функционирования различных библиотек.

5. Требования к выборке

Выборка должна включать как минимум три различных библиотеки распознавания речи, каждая из которых будет протестирована в условиях различных типов шумов: белый шум, розовый шум, коричневый шум, случайные шумы, намеренное зашумление [3].

6. Методы и методики исследования

Данные будут собираться с использованием заранее подготовленного набора аудиозаписей, содержащих как чистую речь, так и записи с наложенными шумами.

6.1. Основные этапы исследования

1. Подбор библиотек [5] и создание набора данных для их проверки.
2. Объединение библиотек в единый комплекс.
3. Проведение тестов на подготовленном наборе данных.
4. Сравнительный анализ результатов.

Для обработки данных будет использоваться статистический анализ, а также методы визуализации для наглядного представления результатов.

Библиографический список

1. Тампель И.Б., Карпов А.А. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 138 с.
2. Zhang, X. Digital Speech Processing and MATLAB Simulation (Second Edition) / Электронная промышленность // X. Zhang – ЦНИИ «Электроника», 2016. – 120 с.
3. Гладышев Б. Исследование свойств цветного шума и области его применения / Гладышев Б. [Электронный ресурс] // deziign: [сайт]. — URL: <https://deziign.com/project/2899917caa8b4c988cb20abd8b266e8d> (дата обращения: 30.10.2024).

4. Фролов, А.В. Синтез и распознавание речи. Современные решения [Электронный ресурс] / А.В. Фролов, Г.В. Фролов – 2013. – Режим доступа: <http://frolov-lib.ru/books/hi/index.html> (дата обращения: 24.09.2024).

5. Anthony Zhang SpeechRecognition 3.11.0 (Библиотека для распознавания речи) / Anthony Zhang [Электронный ресурс] // pyip.org: [сайт]. — URL: <https://pyip.org/project/SpeechRecognition/> (дата обращения: 29.10.2024).

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЛАДЕЛЬЦА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ УЧЕТА ТРАНЗАКЦИЙ ПО ОПЛАТЕ ПАРКОВКИ

К.В. Графкина, М.С. Куркина

Научный руководитель – Бакулева М.А. к.т.н., доцент

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

Современные технологии стремительно развиваются, и одним из направлений этого развития является оптимизация процессов, связанных с управлением транспортными средствами. В данном докладе рассматриваются проблемные вопросы проектирования информационной системы, целью которой является разработка локальной базы данных для регистрации и хранения информации о владельцах транспортных средств, а также автоматизация процессов их идентификации и учета платежей за использование парковочного пространства.

В условиях растущего числа автомобилей и увеличения потребности в парковочных местах создание эффективной системы идентификации владельцев транспортных средств становится актуальным. Предлагаемая информационная система будет применима к различным объектам, таким как парковки, умные шлагбаумы и ворота. Основной задачей системы является автоматизация процесса распознавания транспортного средства и его владельца.

Пользователь сможет установить специальное приложение на своем мобильном устройстве, где он зарегистрирует свою учетную запись и информацию о транспортном средстве. При заезде на территорию, оборудованную системой, автомобиль будет автоматически распознан с помощью технологий распознавания номерных знаков. Это позволит не только ускорить процесс въезда на парковку, но и исключить необходимость ручного ввода данных.

Система будет включать локальную базу данных, где будут храниться сведения о зарегистрированных пользователях и их транспортных средствах. Для обеспечения безопасности данных будут применяться современные методы шифрования и аутентификации, что обеспечит высокий уровень защиты личной информации пользователей.

Следующим важным этапом разработки станет создание программного модуля, который автоматизирует процесс формирования и учета платежей за использование парковочного пространства. После завершения парковки система автоматически рассчитает время нахождения автомобиля на территории. На основе этих данных будет сформирована платежная ссылка, отправляемая пользователю на электронную почту. Переходя по этой ссылке, пользователь сможет быстро и удобно произвести оплату за фактическое время парковки, что значительно упростит процесс расчетов и повысит удобство для пользователей.

Кроме того, система будет вести учет всех платежных транзакций, что позволит администраторам парковки отслеживать финансовые потоки и анализировать данные по использованию парковочного пространства. Это поможет оптимизировать управление парковкой и принимать обоснованные решения по ее улучшению.

Таким образом, разработка информационной системы для идентификации владельцев транспортных средств и автоматизации учета платежей представляет собой важный шаг к оптимизации процессов управления парковками. Интеграция современных технологий распознавания и автоматизации позволит значительно повысить уровень сервиса и удобства для пользователей. В будущем такая система может быть расширена за счет внедрения дополнительных функций, таких как уведомления о свободных местах на парковке или интеграция с другими сервисами для повышения качества обслуживания клиентов.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА АВТОМОБИЛЕЙ

Е.С. Гук, А.В. Крошилин

Научный руководитель – Крошилин А.В. д.т.н., профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Создание интеллектуальной системы подбора автомобилей с использованием методов машинного обучения представляет собой важный шаг в развитии технологий персонализированных рекомендаций. Основной целью таких систем является помощь пользователям в выборе наиболее подходящего автомобиля на основе их предпочтений и технических характеристик моделей [1, 2].

Для реализации системы подбора автомобилей можно использовать различные методы машинного обучения, каждый из которых решает конкретные задачи анализа данных и формирования рекомендаций [3, 4]. Основные методы включают:

Классификация. Позволяет разделять автомобили на категории (например, по типу кузова или классу автомобиля) на основе заранее заданных характеристик.

Регрессия. Используется для предсказания таких количественных параметров, как цена автомобиля или расход топлива, исходя из данных о его характеристиках.

Кластеризация. Этот метод помогает сгруппировать автомобили по схожим характеристикам и облегчить пользователю поиск среди множества моделей.

Рекомендательные системы. Ориентированы на персонализацию выбора на основе данных о предпочтениях пользователя. Такие системы могут анализировать предыдущие покупки, отзывы или запросы и выдавать наиболее подходящие варианты.

Глубокое обучение. Этот метод основан на многослойных нейронных сетях и используется для сложного анализа данных, таких как изображения автомобилей, текстовые описания, а также прогнозирование предпочтений на основе исторических данных.

Все перечисленные методы возможно применять для создания интеллектуальной системы подбора автомобилей, кроме того, использовать теорию реализации рекомендательных систем, которая позволяет подготавливать базу для персонализированных рекомендаций, анализируя предпочтения пользователей и сопоставляя их с характеристиками автомобилей.

Сбор данных. Для начала необходимо собрать данные о пользователях и автомобилях. Это могут быть предпочтения пользователей, история их действий (например, какие автомобили они просматривали), а также характеристики автомобилей (марка, модель, мощность, тип топлива и т.д.).

Обработка данных. После сбора данных необходимо провести их предобработку, включая нормализацию, устранение выбросов и заполнение пропущенных данных. Это позволяет подготовить информацию для анализа.

Моделирование предпочтений. На основе собранных данных система строит модель предпочтений пользователя. Для этого применяются различные подходы, такие как коллаборативная фильтрация (сопоставление похожих пользователей) или контентные фильтры (анализ характеристик товаров).

Генерация рекомендаций. Модель предсказывает, какие автомобили могут быть интересны конкретному пользователю на основе его предпочтений или поведения пользователей с аналогичными вкусами. Система ранжирует автомобили и предлагает пользователю наиболее подходящие варианты.

Оценка и улучшение модели. После генерации рекомендаций важно оценить их качество. Для этого используются метрики, такие как точность, полнота и качество рекомендаций (например, процент кликов на предложенные модели). На основе этой оценки можно улучшать модель, например, за счет добавления новых данных или параметров.

Методы машинного обучения, такие как рекомендательные системы, играют важную роль в реализации интеллектуальной системы подбора автомобилей. Благодаря персонализации, они способны существенно сократить время на выбор и предложить пользователям наиболее подходящие варианты. Разработка таких систем требует учета множества факторов, включая обработку больших объемов данных, обучение моделей на разнообразных данных и обеспечение точности рекомендаций [3]. Перспективы развития включают использование более сложных моделей глубокого обучения для улучшения качества рекомендаций и расширения функциональности таких систем.

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. Саморукова О.Д., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулева С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с. (106-114)
3. Гук Е.С. Разработка web-приложения для подбора автомобилей на основе пользовательских предпочтений // 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.(22-23)
4. Гук Е.С., Крошилина С.В. Обработка естественного языка в системе вопрос-ответ // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Овечкина – Рязань: ИП Коныхин А.В. (Book jet), 2024 – 206 с. (52-55)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА СТАТИЧЕСКОМ ФОНЕ

Н.В. Елатников

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

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

Данная работа посвящена разработке программы для отслеживания динамических объектов на фоне статических сцен. В условиях, когда видеонаблюдение и анализ данных становятся все более актуальными, задача отслеживания объектов приобретает особое значение. Это касается таких областей, как безопасность, транспорт, спортивный анализ и даже медицинская визуализация.

Основная цель работы заключается в создании программы, обеспечивающей высокую точность отслеживания динамических объектов на фоне статических.

Главным инструментом, который планируется использовать для отслеживания объектов, является корреляционная функция. Она позволяет определить степень схожести между двумя изображениями, что особенно важно для выявления перемещений. Корреляция основана на вычислении взаимосвязи между пикселями текущего и предыдущего кадров.

Планируется реализовать алгоритмы, основанные на корреляционной функции, и использовании алгоритмов фильтрации изображений, чтобы повысить устойчивость к шумам и выделить контуры объектов. Это позволит значительно улучшить качество отслеживания.

Программа будет разработана с использованием модульного подхода, что облегчает обновление и модификацию. Основные модули включают:

- **Захват изображений:** модуль, ответственный за загрузку и обработку отдельных изображений.
- **Обработка изображений:** модуль, выполняющий предобработку изображений, включая фильтрацию и нормализацию.
- **Алгоритмы отслеживания:** модуль, реализующий алгоритмы корреляции для отслеживания объектов.
- **Интерфейс пользователя:** модуль, обеспечивающий взаимодействие с пользователем и отображение результатов отслеживания.

Для оценки эффективности нашей программы планируется использовать метрики точности и скорости отслеживания, такие как средняя ошибка отслеживания и время обработки кадра. Также будет проведен сравнительный анализ с существующими решениями, чтобы продемонстрировать преимущества нашей разработки.

Эти исследования открывают новые перспективы для дальнейших разработок. В дальнейшем возможно улучшение алгоритмов с использованием глубокого обучения и нейронных сетей, что позволит повысить точность и устойчивость к внешним условиям.

Программа может найти практическое применение в различных областях, таких как безопасность, транспорт и спортивный анализ. Результаты работы программы будут полезны в этих сферах.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНА ПИТАНИЯ

А.В. Елисеева

Научный руководитель – Филатов И.Ю. к.т.н, доцент

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию программного обеспечения для оптимизации рациона питания. В современном мире правильное питание становится все более важным аспектом жизни человека. С учетом роста заболеваемости, связанной с неправильным образом жизни и несбалансированным питанием, необходимость в оптимизации рациона становится крайне актуальной.

Многие люди понимают важность сбалансированного и здорового питания, однако часто отказываются от его практики, считая, что это слишком дорого. Они ошибочно полагают, что здоровая еда требует значительных финансовых вложений, и поэтому выбирают более дешевые, но менее полезные продукты. Моя цель — доказать, что оптимизация рациона питания может быть не только выгодной с точки зрения здоровья, но и экономически эффективной, позволяя людям питаться правильно без лишних затрат.

Одним из уже существующих методов оптимизации рациона питания является «метод линейной оптимизации», который используется в таких приложениях, как «Optifit» [1], «Mealime» [2]. Этот метод использует математические алгоритмы для составления оптимального меню с учетом бюджетных ограничений и питательных потребностей. Его суть заключается в следующем: пользователь вводит свои финансовые ограничения, питательные потребности и предпочтения в отношении продуктов; приложение использует базу данных продуктов, которая содержит информацию о ценах, питательной ценности и доступности продуктов; алгоритм линейной оптимизации анализирует все доступные продукты и составляет оптимальный рацион, который удовлетворяет питательным потребностям пользователя при минимальных затратах; алгоритм учитывает такие факторы, как сезонность продуктов, скидки и акции; на основе результатов оптимизации приложение предлагает пользователю сбалансированное меню на неделю или месяц; меню включает рецепты, которые используют оптимальные продукты и учитывают предпочтения пользователя; приложение автоматически генерирует список покупок, включая все необходимые ингредиенты и их количество; приложение отслеживает калорийность и содержание питательных веществ в каждом блюде, помогая пользователю составить сбалансированный рацион; приложение адаптирует рекомендации под изменения в ценах на продукты, скидки и акции, а также под изменения в предпочтениях и потребностях пользователя [3].

Разработка программного обеспечения по оптимизации рациона питания позволит решить ряд ключевых проблем, с которыми сталкиваются современные люди. Во-первых, такое ПО поможет пользователям составить индивидуальный план питания, учитывающий их физиологические особенности, образ жизни и цели в области здоровья. Во-вторых, ПО может значительно упростить процесс планирования и приготовления пищи. В-третьих, такое ПО может стать мощным инструментом для мотивации и контроля.

В ходе данной работы будут применены методы по оптимизации рациона питания, направленные на улучшение общего состояния здоровья, повышение энергии и работоспособности, а также снижение риска развития хронических заболеваний. Важно отметить, что благодаря этим методам качество питания будет значительно улучшено, а затраты на продукты — существенно снижены.

Таким образом, разработка программного обеспечения по оптимизации рациона питания не только отвечает актуальным потребностям современного общества, но и открывает новые возможности для улучшения качества жизни и профилактики заболеваний, связанных с питанием.

Библиографический список

1. [Приложение «Optifit» \(https://opti-fit.ru\)](https://opti-fit.ru).
2. [Приложение "Mealime" \(https://www.mealime.com\)](https://www.mealime.com).
3. [Метод линейной оптимизации \(https://pre.praktik-dietolog.ru\)](https://pre.praktik-dietolog.ru).

АЛГОРИТМЫ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ СЕРВИСОВ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ

А.А. Зубков, А.В. Крошилин

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

ФГБОУ «Рязанский государственный

радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Рекомендательные системы играют ключевую роль в работе современных музыкальных сервисов. Они позволяют пользователям открывать новую музыку, соответствующую их вкусам и предпочтениям. Основной целью таких систем является предоставление персонализированных рекомендаций, основанных на анализе данных о поведении пользователей и музыкальных характеристиках треков [1, 2].

В основе музыкальных рекомендательных систем лежат несколько ключевых подходов, среди которых наиболее популярны коллаборативная фильтрация, контентный подход и гибридные модели. Коллаборативная фильтрация строится на анализе взаимодействий пользователей с контентом и нахождении схожих пользователей, основываясь на их музыкальных предпочтениях. Она позволяет строить персонализированные рекомендации без необходимости анализа самих музыкальных треков, что делает данный метод особенно эффективным в масштабных системах. Например, если два пользователя прослушивают схожие наборы треков, им будут рекомендованы треки, которые слушал один из них, но не слушал другой. Контентный подход фокусируется на анализе музыкальных характеристик самих треков, таких как жанр, темп, тональность и даже текст. Этот подход позволяет рекомендовать пользователям треки, схожие по характеристикам с теми, которые они уже слушали. Контентный подход особенно эффективен для рекомендаций, основанных на определённых музыкальных стилях или настроениях.

Гибридные модели объединяют преимущества как коллаборативной фильтрации, так и контентного подхода, что позволяет улучшить качество рекомендаций. Эти модели помогают преодолеть ограничения каждого из методов по отдельности: например, коллаборативная фильтрация часто страдает от проблемы холодного

старта для новых пользователей или треков, а контентный подход не всегда точно учитывает уникальные вкусы пользователей.

Один из важнейших аспектов рекомендательных систем – это анализ предпочтений пользователей. Для этого используется широкий спектр данных, таких как история прослушиваний, количество пропусков треков, оценка песен и даже временные паттерны активности. Например, пользователь может предпочитать один жанр музыки утром и совершенно другой вечером. Учет таких факторов позволяет рекомендательной системе становиться более точной и адаптивной к изменяющимся вкусам и настроению пользователя.

Помимо явных предпочтений, которые пользователь выражает через взаимодействие с музыкальным сервисом, важную роль играют и неявные сигналы, такие как продолжительность прослушивания треков или частота возвращения к определённым композициям. Эти данные помогают рекомендательной системе лучше понимать музыкальные предпочтения каждого пользователя и строить персонализированные рекомендации, которые учитывают как явные, так и неявные предпочтения.

Современные музыкальные сервисы работают с огромными объёмами данных: миллионами пользователей и миллиардами треков. В таких условиях одной из ключевых проблем становится масштабируемость рекомендательной системы. Необходимо разрабатывать алгоритмы, которые могут эффективно обрабатывать большие объёмы данных и предоставлять точные рекомендации в реальном времени. Для этого используются продвинутые методы индексации и поиска, которые позволяют существенно ускорить процесс обработки информации и предоставления рекомендаций. Кроме того, важным аспектом является оптимизация работы с метаданными музыкальных треков. Метаданные, такие как жанр, исполнитель, альбом, год выпуска, играют ключевую роль в контентном подходе и гибридных моделях. Их точная обработка и анализ позволяют рекомендательной системе делать более осмысленные и релевантные рекомендации.

Значение контекста в музыкальных рекомендациях сложно переоценить. Музыкальные предпочтения пользователей могут сильно зависеть от различных факторов, таких как время суток, день недели, активность пользователя (работа, отдых, тренировка) или даже его местоположение. Современные рекомендательные системы всё чаще учитывают эти контекстуальные данные для улучшения рекомендаций. Например, если пользователь слушает определённый набор треков во время занятий спортом, система может предлагать похожие треки именно в это время, что улучшает пользовательский опыт. Рекомендательные системы для музыкальных сервисов продолжают активно развиваться. Будущее этой области связано с разработкой более сложных гибридных моделей, которые будут лучше учитывать контексты, предпочтения и поведение пользователей. Также большое внимание будет уделяться вопросам конфиденциальности и этики, связанным с анализом данных о пользователях.

Таким образом, рекомендательные системы играют важную роль в музыкальной индустрии, помогая пользователям находить интересную для них музыку и улучшая их взаимодействие с музыкальными сервисами. Развитие технологий в этой области открывает новые возможности для создания более точных, адаптивных и контекстуально ориентированных рекомендаций.

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. Шарп Г. Введение в информационные системы: управление и разработка / Г. Шарп. — Москва: Вильямс, 2020. — 512 с. — ISBN 978-5-9908677-7-2. — EDN BBVIQZ.
4. Власов В. Г. Алгоритмы обработки данных и машинное обучение / В. Г. Власов. — Санкт-Петербург: Питер, 2019. — 352 с. — ISBN 978-5-4461-0921-8. — EDN PZDFYU.

РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН МАГАЗИНОВ ИНТРУМЕНТАМИ JAVA И REACT

И.Ю. Карамышев, А.В. Крошилин

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

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

С развитием технологий и увеличением популярности электронной коммерции, проектирование информационной системы для онлайн-магазинов стало актуальной задачей для разработчиков [1]. Использование Java на серверной стороне и React на клиентской предоставляет мощный инструментарий для создания высококачественных веб-приложений [2]. Однако, несмотря на преимущества этих технологий, существует ряд проблем, которые необходимо учитывать при проектировании онлайн-магазинов.

Одной из основных проблем проектирования онлайн-магазинов является выбор архитектуры приложения [3]. Java часто используется для создания RESTful API, что позволяет отделить клиентскую и серверную части. Однако, это может привести к сложности в управлении состоянием приложения, особенно когда речь идет о взаимодействии между компонентами React и API. Необходимость в постоянных запросах к серверу может увеличить время отклика и ухудшить пользовательский опыт.

Безопасность является критически важным аспектом для онлайн-магазинов, так как они обрабатывают чувствительную информацию, такую как данные пользователей и платежные реквизиты [4]. Использование Java позволяет реализовать надежные механизмы аутентификации и авторизации, однако разработчики должны быть внимательны к уязвимостям, связанным с XSS (межсайтовый скриптинг) и CSRF (межсайтовая подделка запросов). React, в свою очередь, предоставляет инструменты для защиты от XSS, но требует от разработчиков соблюдения лучших практик при работе с пользовательским вводом [5].

Производительность онлайн-магазина напрямую влияет на его успех. Java, как язык программирования, предлагает высокую производительность, но при неправильной настройке серверной части может возникнуть узкое место. React, с другой стороны, обеспечивает быструю отрисовку интерфейса, но может столкнуться

с проблемами производительности при большом количестве компонентов и сложных состояниях. Для решения этих проблем необходимо оптимизировать код, использовать технологии кэширования и следить за производительностью на всех уровнях приложения.

Современные онлайн-магазины часто требуют интеграции с различными внешними сервисами, такими как платежные системы, службы доставки и CRM. Java предоставляет мощные библиотеки для работы с API, однако интеграция может быть сложной задачей, особенно если внешние сервисы имеют разные форматы данных и протоколы. React также может столкнуться с проблемами при работе с асинхронными запросами, что требует тщательной обработки ошибок и управления состоянием.

Создание интуитивно понятного и привлекательного интерфейса является ключевым аспектом успешного онлайн-магазина. React позволяет создавать динамичные и отзывчивые интерфейсы, однако разработчики должны учитывать различные устройства и разрешения экранов [6]. Адаптивный дизайн и тестирование на различных платформах становятся необходимыми для обеспечения положительного пользовательского опыта.

Проектирование информационной системы для онлайн-магазинов на Java и React представляет собой сложную задачу, требующую внимания к множеству аспектов, включая архитектуру, безопасность, производительность, интеграцию с внешними сервисами и пользовательский опыт. Успешное преодоление этих проблем требует от разработчиков глубоких знаний технологий и постоянного совершенствования навыков. Проблемы подобного рода могут быть решены с помощью правильного подхода и использования современных инструментов и практик разработки.

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. Bloch, J. (2008). Effective Java. Addison-Wesley.
3. Жулев В.И., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Формирование знаний и структура медицинской экспертной системы // Биомедицинская радиоэлектроника. 2023. Т. 26. № 3. С. 44-54.
4. W3C. (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. Retrieved from W3C.
5. OWASP Foundation. (2021). OWASP Top Ten: The Ten Most Critical Web Application Security Risks. Retrieved from OWASP.
6. Facebook Inc. (2021). React Documentation. Retrieved from React.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ NP-ПОЛНЫХ ЗАДАЧ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ О РЮКЗАКЕ

В.Ю. Костин

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

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

В докладе рассматривается NP-полная задача комбинаторной оптимизации – задача о рюкзаке [1]. Целью работы является получить эффективный параллельный алгоритм решения задачи о рюкзаке, провести сравнительный анализ полученного алгоритма с последовательным алгоритмом и сделать соответствующие выводы о целесообразности распараллеливания задачи о рюкзаке.

Задача о рюкзаке – это очень распространенная проблема комбинаторной оптимизации, которая имеет большое прикладное значение. Задача имеет высокий экспоненциальный рост трудоемкости с ростом ее размерности. Данные факты, безусловно, подтверждают актуальность работы и подобных исследований.

Для достижения цели работы за основу параллельного алгоритма выбран алгоритм на основе метода Монте-Карло [2]. При исследовании было взято 4 процессора, используемых для организации параллельных вычислений. Разработка программных приложений выполнена на основе технологии OpenMP. В качестве показательной величины для сравнительного анализа последовательного и параллельного алгоритмов оценивалось ускорение алгоритма. Эта величина определяется как отношение времени, затрачиваемого на проведение вычислений на однопроцессорной вычислительной системе, ко времени решения той же задачи на параллельной n-процессорной системе.

В ходе исследования было выявлено, что ускорение, получаемое при распараллеливании задачи, значительное и увеличивается с ростом размерности задачи, что, несомненно, важно с учетом специфики NP-полных задач. По итогам исследования был сделан вывод, что использование технологий параллельного программирования для решения задачи о рюкзаке дает существенный выигрыш во времени работы программы.

Библиографический список

1. Левитин А. В. Алгоритмы. Введение в разработку и анализ. — М.: Вильямс, 2006. — 576 с.
2. Соболев И. М. Метод Монте-Карло. — М.: Наука, 1968. — 64 с.
3. About the OpenMP ARB and OpenMP.org. 2013-07-11. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.openmp.org> (дата обращения: 10.10.2024).

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕЧИ И ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

И.В. Костылев

Научный руководитель – Корячко В.П. д.т.н., профессор

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

Оценка качества речи и звуковых сигналов является важным аспектом в различных системах передачи звукового контента, будь то речь или музыка. Эти

системы стремятся обеспечить оптимальное восприятие звука человеком. При передаче речи через коммуникационные каналы речь рассматривается как случайный процесс, и ее характеристики определяются различными параметрами передаваемого сигнала, такими как динамический диапазон, полоса пропускания и отношение сигнал/шум.[2] Эти параметры могут быть измерены и определены точно. Однако оценка качества речи субъективна, так как восприятие звука человеком подчиняется психофизиологическим законам слуха. Таким образом, объективная оценка качества речи представляет собой комплекс показателей, но никогда не может полностью заменить субъективное восприятие звука человеком.

Методы оценки качества речи

В настоящее время существуют три типа методов оценки качества звуковых сигналов: субъективные, объективные и психоакустические.

Субъективные

методы

Субъективные методы оценки качества звучания основаны на мнениях и восприятии людей. Они позволяют получить информацию о том, как звук воспринимается и оценивается слушателями. В отличие от объективных методов, которые используют измерения и технические параметры, субъективные методы дают возможность учесть индивидуальные предпочтения и чувства слушателей [1]. Один из наиболее распространенных субъективных методов – это слушательские тесты. В этих тестах участникам предлагается прослушать звук и дать свою оценку его качеству. Они могут высказать свое мнение о различных аспектах звучания, таких как ясность, чистота, громкость, насыщенность и другие. Оценки слушателей могут быть получены как в виде числовых значений, так и в форме качественных комментариев [5].

Объективные методы

Объективные методы оценки качества звуковых сигналов основаны на инструментальных измерениях и анализе технических характеристик аудиосигнала. Они позволяют получить количественные показатели, такие как отношение сигнал/шум, искажения, динамический диапазон и другие. Эти методы широко используются в аудиотехнике и телекоммуникациях для контроля и оптимизации качества звука. Однако объективные методы не могут полностью отразить субъективное восприятие звука человеком, поэтому они используются в сочетании с субъективными методами [2].

Психоакустические методы

Психоакустические методы оценки качества звуковых сигналов основаны на изучении закономерностей восприятия звука человеком. Они учитывают особенности слуховой системы человека, такие как чувствительность к различным частотам, маскировка, адаптация и другие. Эти методы позволяют прогнозировать, как аудиосигнал будет восприниматься человеком, и оценивать его качество с учетом психофизиологических факторов. Психоакустические модели используются в системах кодирования аудио, где они помогают определить оптимальные параметры сжатия, сохраняя при этом высокое качество звучания [3].

Заключение

Оценка качества речи и звуковых сигналов представляет собой комплексную задачу, требующую применения различных методов - субъективных, объективных и психоакустических. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и ограничения, поэтому для получения наиболее полной и достоверной оценки качества необходимо использовать их в сочетании. Дальнейшее развитие методов

оценки качества звука, а также их интеграция с современными технологиями обработки сигналов, будут способствовать улучшению качества передачи и воспроизведения звуковой информации.

Библиографический список

1. Гельгорн Э., Федоров Г.Б. Эмоции и эмоциональные расстройства. - М.: Мир, 1986. - 424 с.
2. Сергеев В.С., Баринов В.В., Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах, 2009, ИП «РадиоСофт».
3. Яновский Г.Г. Оценка качества передачи речи в сетях IP // Вестник связи. – 2008. – № 2. – С. 91–94.
4. Основы инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. - М.: Высшая школа, 1986. - 448 с.
5. МСЭ-Т Р.800. Методы для объективной и субъективной оценки качества // Сектор стандартизации электросвязи МСЭ. – 2006.

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ

Д.Г. Котиков

Научный руководитель – Смирнов Е.В. к.э.н., доцент

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию систем идентификации и учёта товаров на складе, в частности, анализируются и сравниваются существующие методы идентификации на основе линейных штрихкодов, двумерных штрихкодов и RFID-меток. Выбор метода идентификации оказывает значительное влияние на эффективность работы склада, скорость инвентаризации, точность и полноту учёта. Целью работы является оценка преимуществ и ограничений каждого метода, а также определение оптимальных условий их применения для улучшения процессов складской логистики.

Линейные или одномерные штрихкоды являются графическим представлением информации, состоящим из комбинации черных вертикальных полос различной ширины и пробелов между ними. Под линиями располагаются цифры, дублирующие информацию. Наиболее распространенными вариантами являются: EAN-13, ITF-14, ISBN [1]. Данные виды штрихкодов позволяют шифровать небольшие объемы информации, до 20-30 символов.

Среди алгоритмов декодирования одномерных штрихкодов выделяют: алгоритм анализа по профилю, алгоритм шаблонного сопоставления, метод отношения ширин, метод адаптивного порогового значения.

Двумерные штрихкоды схожи с одномерными штрихкодами, но изображают информацию в виде квадрата или прямоугольника. Среди всего их разнообразия самыми популярными являются QR-коды и Data Matrix.

QR-коды – это двумерные матрицы, которые могут хранить текстовую информацию, URL, контактные данные и другие данные в сжатой форме. Они состоят из черно-белых квадратов, считываются с любого направления и

поддерживают исправление ошибок, что делает их надежными при повреждениях [3].

Data Matrix – это компактный двумерный код, часто применяемый для маркировки мелких предметов и промышленных изделий [4]. Он устойчив к повреждениям и перекосам, что позволяет считывать его с высокими уровнями коррекции ошибок даже при частичном разрушении.

Методы распознавания одномерных и двумерных штрихкодов схожи как минимум тем, что включают в себя одни и те же этапы: локализация штрихового кода, выделение структурных элементов в изображении и декодирование штрихового кода.

RFID (Radio Frequency Identification) – это беспроводная система, состоящая из метки и считывателя, которая при помощи радиосигналов записывает и считывает информацию [2].

Современные мобильные телефоны способны считывать некоторые типы RFID-меток, но это зависит от технологии. Большинство смартфонов оснащены NFC (Near Field Communication), которая является подмножеством RFID. Однако NFC и RFID используют разные частоты и протоколы, поэтому телефоны могут считывать только метки на базе HF RFID (высокочастотных) меток на частоте 13,56 МГц, что и соответствует диапазону NFC [5].

Для ускорения работы были взяты существующие реализации алгоритмов распознавания и декодирования, из таких библиотек как: ZXing, ZBar, ML Kit, Google Vision, External NFC Service, Zebra RFID, RFIDtools.

Каждый метод был проанализирован по следующим критериям:

- максимальный объем хранимых данных;
- радиус считывания;
- скорость идентификации;
- процентное соотношение ошибок при идентификации;
- вид технологии считывания;
- наличие возможность исправления ошибок;
- наличие возможности перезаписи.

В докладе представлена сравнительная таблица, в которой указаны характеристики каждого метода, на основе которых можно сделать выводы об оптимальных условиях их применения.

Исходя из проведенного исследования можно сделать вывод, что одномерные штрихкоды широко используются благодаря своей простоте и экономичности, но их ограниченные возможности по объему данных и требование прямой видимости снижают их универсальность в сложных складских системах. Двумерные коды, в свою очередь, обеспечивают компактное хранение большого объема данных по сравнению с одномерными штрихкодами и устойчивы к повреждениям. Их сканирование возможно с мобильных устройств, что повышает удобство и снижает потребность в специализированных считывателях. Однако наилучшими характеристиками обладают RFID-метки, которые позволяют хранить наибольший объем информации и обеспечивают бесконтактное считывание, не требуя прямой видимости, что ускоряет обработку данных в складской сфере. Тем не менее, их внедрение требует более высоких затрат на оборудование и метки по сравнению с традиционными штрихкодами.

Библиографический список

1. Арманд В. А. Штриховые коды в системах обработки информации / В. А. Арманд, В. В. Железнов. - М.: Радио и связь, 1989. - 92 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 18000-6-2013 Информационные технологии. Идентификация радиочастотная для управления предметами. Часть 6. Параметры радиointерфейса для диапазона частот 860-960 МГц. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 18004-2015 Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Спецификация символики штрихового кода QR Code. – М.: Стандартинформ, 2015. – 108 с.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16022-2008. Спецификация символики Data Matrix. – М.: Стандартинформ, 2008. – 130 с.
5. Финкенцеллер К. RFID-технологии: справ. пособие / К. Финкенцеллер; пер. с нем. Н. М. Сойунханова. - М.: Додэка-XXI, 2010. - 496 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИКИ И ОТЧЕТНОСТИ В SERVICE DESK ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗАЦИИ

В.С. Лагутин

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

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Современные организации сталкиваются с растущими требованиями к качеству обслуживания клиентов и эффективностью внутренних процессов. В этом контексте функция Service Desk, служащая связующим звеном между IT-подразделениями и конечными пользователями, становится ключевым элементом для достижения этих целей. Одним из наиболее мощных инструментов для оптимизации рабочих процессов в Service Desk является аналитика и отчетность. Их применение позволяет не только отслеживать текущее состояние работы, но и предсказывать потенциальные проблемы, улучшать процесс обработки заявок и повышать удовлетворенность пользователей [1–4].

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с оптимизацией рабочих процессов в организациях с помощью аналитики и отчетности в системе Service Desk. Эффективная система обработки заявок и запросов играет ключевую роль в упрощении и автоматизации взаимодействия между сотрудниками и службами поддержки. Внедрение аналитических и отчетных инструментов в Service Desk не только обеспечивает оперативный контроль за состоянием заявок, но и позволяет проводить долгосрочный анализ данных для улучшения рабочих процессов и повышения общей продуктивности сотрудников.

Аналитика и отчетность нацелены на предоставление пользователям и руководителям доступа к данным о заявках, что позволяет оценивать производительность и эффективность работы.

Использование аналитики в Service Desk помогает решать несколько важных проблем. Во-первых, с ее помощью можно отслеживать равномерность распределения заявок и оптимизировать нагрузку среди сотрудников. Отчеты позволяют выявлять возможные перегрузки и корректировать процесс

распределения, что помогает предотвратить перегрузку и выгорание, улучшая общее качество работы.

Аналитика играет важную роль в сокращении сроков обработки заявок. Сравнение времени выполнения запросов помогает выявить этапы, которые требуют наибольших временных затрат, что позволяет вносить коррективы, упрощая выполнение стандартных процедур и устраняя узкие места в процессе обработки заявок. Оптимизация обработки запросов не только повышает производительность, но и снижает вероятность задержек и повторных обращений.

Инструменты отчетности в Service Desk позволяют выявлять и анализировать повторяющиеся инциденты, что способствует поиску системных решений для минимизации их количества. Эффективная отчетность — это способ представления аналитических данных в понятной и лаконичной форме. Она позволяет руководителям, принимающим решения, а также командам Service Desk, сосредоточиться на ключевых показателях и проблемах. Повторяющиеся инциденты часто указывают на недостатки в рабочих процессах, технике или программном обеспечении, и их устранение помогает значительно снизить нагрузку на сотрудников. Кроме того, анализ и решение этих проблем позволяют организациям предоставлять более качественное обслуживание, не допуская повторения одних и тех же ошибок.

Контроль за соблюдением стандартов обслуживания (SLA) — одна из ключевых задач аналитики Service Desk. Отчеты позволяют отслеживать выполнение заявок в соответствии с установленными соглашениями и своевременно выявлять случаи их несоблюдения. Благодаря этому организации могут оперативно реагировать на отклонения и поддерживать высокий уровень обслуживания, что улучшает удовлетворенность пользователей и укрепляет их доверие к сервису.

Одним из примеров успешного применения аналитики в Service Desk может служить опыт ряда компаний Республики Беларусь, которые внедрили систему сбора и анализа данных о заявках. Используя дашборды с ключевыми метриками, руководители могли в реальном времени отслеживать показатели производительности и эффективности работы команды. В результате, за полгода компании удалось снизить время решения инцидентов на 20% и увеличить уровень удовлетворенности пользователей на 15%.

В заключение, аналитика и отчетность в Service Desk являются мощным инструментом для повышения эффективности и продуктивности в работе организаций. Внедрение таких инструментов помогает сокращать время на обработку запросов, улучшать уровень обслуживания, а также принимать стратегически обоснованные решения, поддерживающие устойчивость и эффективность работы всей системы обслуживания.

Использование аналитики и отчетности в Service Desk становится неотъемлемой частью эффективного управления рабочими процессами в современных организациях. Эти инструменты не только помогают улучшить качество обслуживания пользователей, но и способствуют повышению общей эффективности работы IT-подразделений. В условиях жесткой конкуренции и быстроменяющегося технологического ландшафта способность адаптироваться и своевременно реагировать на изменения рынка — это то, что может стать решающим фактором успеха для компаний. Стратегический подход к аналитике и отчетности способен превратить Service Desk в мощный ресурс, способствующий росту и развитию всей организации.

Библиографический список

1. Смирнова Т. И. Адаптация аналитических методов к процессам Service Desk в организациях (дисс. на соискание учёной степени кандидата наук). – Москва, 2022. – 150 с.
2. Иванов И. И. Аналитика в IT: Эффективное управление сервисами. – Москва: ТехноТек, 2020. – 256 с.
3. Петрова А. Г. Оптимизация рабочих процессов в организации: Основы аналитики и отчетности. – Санкт-Петербург: Бизнес-Пресса, 2021. – 320 с.
4. Сидоров В. К. Использование аналитики в Service Desk для повышения эффективности работы. // Журнал IT-менеджмента. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 45-58.

**ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ
ЗАЯВОК В SERVICE DESK**

В.С. Лагутин

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

На современный бизнес достаточно остро влияют ошибки в управлении изменениями в IT-инфраструктуре. Часто происходят ситуации, когда интуиции и личного опыта бывает недостаточно для того, чтобы исключить все риски по поводу того или иного решения по изменению. Так, для принятия взвешенного и грамотного решения в области управления изменениями необходимо проанализировать его влияние на работу тех. отделов компании, которые данное изменение может затронуть, а также грамотно подходить к его оценке. Именно поэтому применение различных методик для управления изменениями является современным подходом.

Таким образом, исходя из вышесказанного, становится понятно, что управление изменениями актуально для любой организации. Процесс управления изменениями ценен для организации, так как разделяет по категориям цели изменений и помогает в их осуществлении, сводит к минимуму число неудачных изменений, проводит изменения в нужном временном промежутке, старается добиться лучших показателей качества, затрат и времени, оценивает риски реализации того или иного изменения, помогает в увеличении продуктивности работы персонала, а также уменьшает среднее время простоя.

Ряд авторов [1–6] внесли ощутимый вклад в исследование проблемы управления изменениями в IT-инфраструктуре организации. Так, исследованием данного вопроса занимались эксперты по ITSM Тимоти Роджерс и Анджело Эспозито, Грег Санкер, Эксперт itSMF Australia Карен Феррис, Роб Ингланд и многие другие.

В научной литературе по данной тематике подробно освещаются различные аспекты управления изменениями организации. Нельзя отрицать, что наряду с положительным влиянием внедрения практик ITSM при управлении изменениями существуют и отрицательные примеры.

Роб Ингланд утверждает, что «одна из главных причин такого рода неудач в том, что теоретический ITSM, описанный в библиотеке ITIL, во многом далек от действительности». В своей книге автор рассуждает в целом об ITIL, ее авторах, руководителях предприятий, для которых важно лишь «внедрение идеализированных процессов и правил» [4].

Темой изменений в организации занимались эксперты по ITSM Тимоти Роджерс и Анджело Эспозито. Их книга «Ten Steps to ITSM Success» отражает управление изменениями не только с точки зрения внедрения «приближенного к реальности», но и предоставляют рекомендации применения «best practices» ITSM.

Карен Феррис в «Balanced Diversity: A Portfolio Approach to Organizational Change» предоставляет лучшие практики внедрения ИТ изменений в компании. При помощи методов, описанных Карен Феррис, можно создать план изменений, который будет отлично соответствовать и потребностям бизнеса, и потребностям сотрудников и клиентов.

Однако путем анализа работ вышеперечисленных авторов было установлено, что проработка методологических и некоторых теоретических аспектов в рассматриваемой области недостаточна. Рассматриваемые в рамках работ методы и модели довольно часто излагают лишь общие вопросы. Также, исходя из противоречивости опыта реализации некоторых теорий, можно сделать вывод, что все-таки необходим системный, всесторонний подход к процессу изменений в современной организации.

Так, можно сделать вывод, что существует противоречие, состоящее в том, что организации на сегодняшний день требуют развития и изменений в сфере ИТ, однако унифицированные эффективные комплексные методики и модели внедрения этого процесса отсутствуют, что еще раз подтверждает актуальность данного направления работы.

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с текущей системой подачи и обработки заявок на поддержку.

На сегодняшний день сотрудники вынуждены использовать устаревшие методы подачи заявок, такие как телефонные звонки и бумажные носители. Это приводит к ряду значительных недостатков: отсутствию прозрачности, рискам потери информации и разобщенности процессов, что в итоге снижает эффективность работы.

Ключевые трудности заключаются в низкой прозрачности процесса — сотрудники не могут отслеживать статус своих заявок, что вызывает неудовлетворенность и недоверие к системе. Различные методы подачи заявок в разных отделах создают путаницу и усложняют обращение за поддержкой. Кроме того, устные и бумажные заявки подвержены риску потерь и задержек, что может замедлить выполнение критически важных задач.

Для решения выявленных проблем предлагается внедрить систему Service Desk. Система централизует процесс подачи заявок: сотрудники смогут подавать заявки через единый интерфейс, отслеживать их статус и добавлять комментарии, а руководители – контролировать и распределять заявки. Это сократит время на обработку заявок, повысит прозрачность и позволит распределять нагрузку равномерно.

Внедрение Service Desk обеспечит:

- сокращение времени обработки заявок за счет автоматизации;
- прозрачность процесса, что повысит доверие пользователей и их удовлетворенность.
- улучшение взаимодействия между отделами, что в свою очередь повысит эффективность и снизит нагрузку на сотрудников.

Автоматизация процесса обработки заявок через Service Desk позволит создать прозрачную, управляемую и эффективную рабочую среду, повышая удовлетворенность сотрудников и качество поддержки.

Библиографический список

1. Timothy Rogers, Angelo Esposito. Ten Steps to ITSM Success. – IT Governance Publishing, 2013. – 255 p.
2. Greg Sanker. IT Change Management - A Practitioner's Guide. – TSO, 2023 – 136 p.
3. Karen Ferris. Balanced Diversity: A Portfolio Approach to Organizational Change. – Macanta Consulting PL T/A Karenferris.com, 2020. – 168 p.
4. Rob England. Introduction to Real ITSM. – Two Hills Ltd, 2008.– 124 p.
5. Ингланд Р. Введение в Реальный ITSM. М.: Гаятри, 2018. 132 с
6. З. Дюмулен Т., Флорес Р., Файн Б. Каталог услуг для успешного управления ИТ. М.: Гаятри, 2015. – 144 с.

ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.Д. Лузгин

Научный руководитель – Бубнов С.А. к.ф.-м.н., доцент

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

Методы распознавания изображений с использованием искусственного интеллекта (ИИ) играют важную роль в медицине, промышленности, безопасности и автономных системах. Интенсивное развитие этой области открывает перспективы для повышения точности и надежности анализа изображений.

Классические методы и подходы

Основные этапы классического подхода: Классические методы распознавания изображений включают извлечение признаков с помощью таких алгоритмов, как SIFT и HOG, а также классификацию с использованием моделей машинного обучения, таких как SVM и деревья решений. Эти подходы, несмотря на ограниченную точность, остаются актуальными в задачах с ограниченными вычислительными ресурсами [1].

Методы на основе сверточных нейронных сетей (CNN)

Эффективность CNN: Сверточные нейронные сети (CNN) широко применяются для распознавания изображений благодаря их способности к автоматическому извлечению признаков и высокой точности [2]. CNN позволяют глубоко анализировать иерархические признаки изображения, что делает их незаменимыми в задачах классификации и детектирования объектов.

Улучшенные архитектуры CNN: Примеры современных CNN, таких как ResNet, Inception и EfficientNet, демонстрируют высокую точность при различных задачах, адаптируясь к потребностям от мобильных приложений до сложных систем распознавания [3].

Применение трансформеров для обработки изображений

Трансформеры как инновационный подход: В последние годы трансформеры стали успешно применяться для задач обработки изображений. Vision Transformer (ViT) продемонстрировал эффективность трансформерных архитектур в анализе изображений, обеспечивая высокую точность на больших наборах данных [4].

Сравнение трансформеров с CNN: Трансформеры позволяют учитывать глобальные взаимосвязи в изображениях и предлагают возможности для построения более универсальных моделей. Использование трансформеров особенно актуально в задачах, где требуется анализ сложных пространственных связей, например, в медицинской диагностике [5].

Гибридные методы и перспективы развития

Гибридные архитектуры: Современные архитектуры, такие как Swin Transformer, сочетают в себе возможности CNN и трансформеров, обеспечивая высокую точность и оптимальные показатели вычислительной эффективности. Эти гибридные подходы обеспечивают высокое качество в таких сложных задачах, как сегментация и детекция объектов [6].

Перспективы и вызовы: Современные проблемы включают необходимость оптимизации моделей для мобильных устройств, снижение энергопотребления и адаптация к работе в условиях ограниченных вычислительных ресурсов. Перспективы развития связаны с дальнейшей адаптацией трансформеров и улучшением гибридных архитектур.

Заключение

Современные методы распознавания изображений с использованием ИИ предлагают широкий спектр решений для различных задач, включая медицину и безопасность. Использование гибридных подходов открывает новые горизонты для повышения точности и эффективности моделей.

Будущее развитие будет направлено на улучшение адаптивности и оптимизацию ИИ-методов для работы в реальном времени и на устройствах с ограниченными ресурсами.

Библиографический список

1. Гусев, Н. В. Обзор алгоритмов обработки изображений в задачах распознавания. Информатика и системы управления, 2021. – Описание ключевых алгоритмов обработки изображений, применяемых в классических методах распознавания.

2. Иванов, П. А., Петров, К. С. Современные методы глубокого обучения для распознавания объектов на изображениях. Компьютерное зрение и распознавание образов, 2022. – Детальный обзор методов глубокого обучения, включая применение сверточных нейронных сетей (CNN) для распознавания изображений.

3. Сидоров, В. Н. Сверточные нейронные сети и их применение в обработке изображений. Математическое моделирование и анализ данных, 2020. – Основы и применение CNN для классификации и детектирования объектов.

4. Досовицкий, А. Обзор Vision Transformer: трансформеры для классификации изображений. Научные исследования и инновации в ИТ, 2021. – Обзор архитектуры Vision Transformer, включая принципы работы и примеры применения.

5. Михайлов, Р. Е. Глобальные взаимосвязи в изображениях с использованием трансформеров. Журнал прикладных наук о данных, 2022. – Обоснование использования трансформеров для анализа сложных пространственных взаимосвязей в изображениях.

6. Лиу, З. Swin Transformer: иерархическая обработка изображений с использованием смещённых окон. Международный журнал вычислительного зрения, 2021. – Описание Swin Transformer, гибридной архитектуры, сочетающей CNN и

трансформеры для достижения высокой точности в детекции и сегментации объектов.

ОБЗОР МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.Д. Малинин, А.В. Крошилин

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

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

Рекомендательные системы вспомогательных технологий для людей с ограниченными возможностями могут быть особенно полезны, если они будут интегрированы с навигационными приложениями, которые учитывают доступность городской среды. Примеры таких систем включают "Карту доступности", WheelMap и AXS Map, которые помогают пользователям находить и оценивать доступные места. Также существует Route4U — приложение для планирования маршрутов для инвалидных колясок. Объединение таких навигационных решений с рекомендательными системами позволит предлагать не только подходящие транспортные средства, но и маршруты, учитывающие особенности инфраструктуры [1, 2]. Эти примеры показывают, что существуют сильные решения для навигации и выбора маршрутов для людей с ограниченными возможностями, однако каждое из них имеет ограничения по точности данных, а также по функционалу в зависимости от региона или страны. И хотя системы навигации обеспечивают поддержку маломобильных пользователей, интеграция таких систем с рекомендательными технологиями, которые помогают выбирать вспомогательные устройства или транспорт, всё ещё остается неовлащенной.

Методы и подходы к созданию рекомендательных систем

Рекомендательные системы для людей с ограниченными возможностями сосредоточены на подборе средств передвижения, учитывая индивидуальные характеристики пользователя, такие как физические параметры (рост, вес, подвижность), его образ жизни и цели передвижения. Существует несколько подходов, используемых в разработке таких систем [3, 4]:

Контентная фильтрация: метод, основанный на анализе индивидуальных особенностей пользователя. Например, для человека с низкой подвижностью система может предложить транспортное средство с повышенной устойчивостью и простотой управления.

Коллаборативная фильтрация: этот подход опирается на данные пользователей с похожими потребностями, анализируя успешные решения для других людей и предлагая наиболее подходящий транспорт для нового пользователя.

Гибридные системы: объединяют контентную и коллаборативную фильтрацию, чтобы предложить наиболее точные рекомендации, учитывая как параметры пользователя, так и опыт других пользователей с похожими условиями.

Рекомендательные системы должны учитывать не только подбор транспорта, но и доступность маршрутов [5]. Интеграция с навигационными системами необходима для того, чтобы предлагать транспорт, подходящий для конкретных условий

передвижения. Несмотря на существование отдельных навигационных и рекомендательных систем, их объединение остаётся сложной задачей. Людям с ограниченными возможностями важно не только выбрать подходящее средство передвижения, но и иметь возможность безопасно перемещаться по доступным маршрутам, так как одно и то же устройство может быть оптимальным для одних условий и неподходящим для других.

Перспективное направление развития заключается в создании комплексной системы, которая объединяет функции рекомендательной системы (подбор устройства) и навигационной системы (выбор маршрута). Такая система могла бы работать следующим образом:

Подбор устройства: система анализирует физические данные пользователя, его медицинские нужды и предпочтения, а также выбирает устройство (коляску, экзоскелет или другое транспортное средство), подходящее для конкретных условий.

Анализ маршрута: навигационная система оценивает доступность маршрутов и объектов инфраструктуры (например, наличие пандусов, лифтов, широких дверных проёмов).

Комбинируемая рекомендация: система предлагает маршрут, учитывающий как выбор устройства, так и доступность объектов по пути. Например, пользователю может быть предложен альтернативный маршрут, если на основном пути отсутствуют необходимые условия для использования выбранного устройства.

Основное преимущество комплексной системы заключается в том, что она учитывает как физиологические характеристики пользователя и его потребности, так и специфику окружающей среды. Интеграция навигационных и рекомендательных технологий повысит удобство и безопасность передвижения людей с ограниченными возможностями. Существующие решения эффективно справляются с задачами навигации, но не предлагают рекомендации по выбору транспорта, тогда как системы вроде ABLE предоставляют точные рекомендации по выбору вспомогательных устройств, но не учитывают данные о доступности инфраструктуры. Создание объединённой системы, которая будет учитывать и выбор транспорта, и доступные маршруты, станет важным шагом для улучшения качества жизни маломобильных граждан.

Библиографический список

1. Малинин А.Д. Обзор существующих систем навигации для людей с ограниченными возможностями // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГПУ им. В.Ф. Уткина. т.1, Рязань: 2023. 197с. (41-42)

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 XBPJIV.

3. Риччи, Ф., Роках, Л., Шапира, Б. «Введение в Справочник по рекомендательным системам.», 2011

4. Адомавичюс, Г., Тужилин. "К следующему поколению рекомендательных систем: Обзор современных технологий и возможных расширений." IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2005.

5. Жулев В.И., Крошилилин А.В., Крошилилина С.В. Проектирование систем поддержки принятия решений. Учебное пособие для вузов. -М.: Горячая линия–Телеком, 2023. – 180 с.: ил.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ КРАСНО-ЧЕРНЫЕ ДЕРЕВЬЯ

Д.А. Мамзелев

Научный руководитель – Акимова С.А. к.ф.-м.н., доцент

**Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.**

Современные приложения, работающие с большими объёмами данных, требуют высокой эффективности при выполнении таких операций, как поиск, вставка и удаление. Применение эффективных структур данных играет важнейшую роль в оптимизации времени выполнения этих операций. Одной из таких структур является Красно-Чёрное дерево (КЧД) — сбалансированное двоичное дерево поиска, которое обеспечивает стабильную производительность. Актуальность использования КЧД особенно высока в системах, где важна скорость доступа к данным, например, в базах данных, файловых системах и сетевых сервисах.

Красно-Чёрное дерево — это вид самобалансирующегося двоичного дерева поиска, в котором каждый узел окрашен в один из двух цветов: красный или чёрный. Основная цель этой структуры данных — поддержание сбалансированности дерева во время выполнения операций вставки и удаления, чтобы обеспечить логарифмическое время работы для ключевых операций. КЧД обладает рядом инвариантов, которые позволяют дереву оставаться сбалансированным:

Каждый узел окрашен либо в красный, либо в чёрный цвет.

Корень дерева всегда чёрный.

Каждый лист (нуль-узел) является чёрным.

Если узел красный, то оба его дочерних узла чёрные (никаких двух красных узлов подряд).

На любом пути от узла до его потомков количество чёрных узлов одинаково.

Красно-Чёрные деревья широко используются в приложениях, где важно сохранять производительность операций при работе с динамическими данными. Например, они применяются в: базах данных для индексации записей, реализации ассоциативных массивов и словарей (например, в языке программирования Java коллекция `TreeMap` основана на КЧД), Операционных системах для организации файловых систем, таких как `ext3` и `NTFS`, Средах программирования для организации мультимножества (`Multiset`) и мультимап (`Multimap`).

Одним из ключевых преимуществ Красно-Чёрных деревьев является их эффективность при выполнении основных операций:

Поиск. Как и в любом двоичном дереве поиска, поиск выполняется за время $O(\log n)$, где n — количество узлов в дереве [1]. Благодаря самобалансировке глубина дерева остаётся логарифмической.

Вставка. Вставка нового элемента выполняется за $O(\log n)$. После вставки дерево может потерять сбалансированность, но благодаря механизмам перекрашивания узлов и поворотов (левый или правый поворот ветвей) сбалансированность восстанавливается.

Удаление. Удаление узла также выполняется за $O(\log n)$. При удалении может возникнуть необходимость в дополнительных операциях по перекрашиванию и поворотам для поддержания инвариантов дерева.

Красно-Чёрные деревья эффективны не только по времени выполнения операций, но и по объёму памяти, поскольку они хранят минимальное количество дополнительной информации (цвет каждого узла).

Сбалансированность Красно-Чёрного дерева достигается путём изменения структуры дерева через повороты и перекраску узлов. Например, если при вставке узла возникает нарушение правила, что два красных узла не могут идти подряд, то выполняются операции перекрашивания и поворотов. Эти операции гарантируют, что дерево остаётся сбалансированным, а глубина дерева не превышает $2 \cdot \log(n)$.

Красно-Чёрные деревья являются одной из наиболее эффективных структур данных для динамической работы с элементами, где важна оптимизация операций поиска, вставки и удаления. Благодаря логарифмическому времени выполнения операций и возможности поддержания сбалансированности, КЧД широко используются в различных областях, таких как базы данных, файловые системы и библиотеки программирования. Они позволяют решать задачи, связанные с работой с большими объёмами данных, быстро и эффективно, что делает их важным инструментом для разработки современных высокопроизводительных приложений.

Библиографический список

1. Генри С. Уоррен Алгоритмические трюки для программистов [Текст] / Генри С. Уоррен — 2-е изд. — Москва: Издательский дом Вильямс, 2014 — 288 с.
2. Красно-чёрное дерево / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Красно-чёрное_дерево (дата обращения: 19.10.2024).
3. Омельченко А. В. Теория графов [Текст] / Омельченко А. В. — 1-е издание. — Москва: МЦНМО, 2018 — 416 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ВОЛОНТЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.В. Моисеев, В.В. Тишкина

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

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

Волонтерская деятельность, являясь неотъемлемой частью социальной сферы, нуждается в оптимизации процессов координации и управления. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в этой области может существенно улучшить взаимодействие между организаторами и добровольцами. Основной задачей данного исследования является изучение возможностей экспертных систем и методов нечеткой логики для поддержки волонтерской деятельности в условиях ограниченности доступных данных, а также анализ их преимуществ и ограничений.

ИИ расширяет свое влияние, выходя за пределы технических сфер и находя применение в социальной и общественной деятельности. Однако недостаток открытых данных для машинного обучения в сфере волонтерства требует иных

подходов. В данной работе акцент сделан на экспертных системах и методах нечеткой логики, которые позволяют строить модели с учетом качественных оценок и экспертного знания, даже при отсутствии обширных количественных данных.

Экспертные системы предлагают подход, в рамках которого можно аккумулировать и формализовать знания опытных участников волонтерской деятельности. Эти системы позволяют использовать накопленный опыт для оценки потребностей, подбора задач для волонтеров и формирования рекомендаций на основе качественных характеристик. Методы нечеткой логики, в свою очередь, позволяют учитывать субъективные факторы и неопределенности, которые часто возникают в волонтерских проектах.

В исследовании рассмотрено применение данных методов для анализа отзывов, учета предпочтений и классификации задач в рамках волонтерских программ. Такой подход помогает не только улучшить точность распределения задач, но и повысить удовлетворенность волонтеров, поскольку задачи подбираются с учетом их навыков и личных предпочтений.

Тем не менее, разработка таких систем требует учета этических аспектов, конфиденциальности данных и применения адекватных методов интерпретации экспертных оценок, чтобы минимизировать возможные риски. Эти вопросы особенно важны при использовании ИИ в социально значимых сферах.

Таким образом, использование экспертных систем и методов нечеткой логики для поддержки волонтерской деятельности открывает возможности для более точного и гибкого управления ресурсами, что подчеркивает актуальность дальнейших исследований в этой области.

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБРАЗОВ

Д.Д. Мосякин

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

Современные методы машинного обучения, в частности, нейронные сети, играют важную роль в распознавании природных объектов на изображениях, что находит применение в экологии, сельском хозяйстве и мониторинге окружающей среды. Автоматизация процесса идентификации природных объектов позволяет эффективно отслеживать изменения в окружающей среде, улучшая понимание экосистем и поддерживая принятие решений в управлении природными ресурсами. Однако обучение таких моделей требует точной настройки и оптимизации для достижения высокой производительности, и точности.

Основным инструментом для решения задачи классификации природных объектов являются сверточные нейронные сети (CNN)^[1], которые хорошо подходят для анализа визуальной информации. Для успешного обучения модели важным этапом является подбор гиперпараметров, таких как скорость обучения и размер мини-батча. Использование предварительно обученных моделей, например, ResNet^[2] и VGG^[3], позволяет сократить время на обучение за счет уже имеющихся знаний, что особенно актуально при работе с большими наборами изображений природных объектов.

Оптимизация процесса обучения требует применения различных техник, таких как Dropout^[4], L2-регуляризация^[5] и аугментация данных^[6]. Эти методы помогают улучшить обобщающую способность модели и предотвращают переобучение, которое может снизить точность на новых данных. Кроме того, использование современных методов оптимизации, таких как Adam и RMSprop, позволяет более эффективно настраивать параметры модели во время обучения, улучшая ее результаты.

Для оценки качества модели используется анализ ключевых метрик, включая точность, полноту, F1-меру и кросс-энтропийную ошибку. Такой анализ позволяет выявить слабые стороны модели, например, склонность к переобучению или недостаточную обобщающую способность. Чтобы избежать переобучения, часто применяется метод ранней остановки, а также увеличивается объем обучающей выборки. Это позволяет модели лучше адаптироваться к изменчивости данных, что особенно важно при работе с изображениями природных объектов, где условия съемки могут значительно варьироваться.

Еще одним важным аспектом оптимизации является настройка архитектуры сети. Эксперименты с количеством слоев, размером фильтров и числом нейронов в слоях позволяют улучшить способность сети выделять значимые признаки изображений. Это, в свою очередь, повышает точность классификации. Использование графических процессоров (GPU) и распределенных вычислений также ускоряет процесс обучения, что становится решающим фактором при работе с большими и сложными моделями.

Результаты проведенных экспериментов показывают, что выбор оптимальных гиперпараметров имеет значительное влияние на точность распознавания природных объектов. Аугментация данных, включающая изменение яркости, масштабирование и вращение изображений, позволяет повысить устойчивость модели к вариативности входных данных.

Применение предварительно обученных моделей, таких как ResNet50, сокращает время обучения примерно на 30% по сравнению с обучением модели с нуля, сохраняя при этом высокую точность классификации. Это подтверждает эффективность использования готовых моделей в задачах, связанных с распознаванием сложных природных объектов.

В перспективе дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку более сложных архитектур нейронных сетей, которые способны учитывать временные изменения природных объектов и более точно выделять их уникальные признаки. Это позволит еще более эффективно решать задачи классификации в условиях изменяющейся окружающей среды и разнообразия природных объектов.

Библиографический список

1. Сверточные нейронные сети (CNN): "Погружение в свёрточные нейронные сети: передача обучения." Хабр, доступно на: <https://habr.com/ru/articles/467967/>
2. ResNet: "ResNet: глубокие остаточные сети для распознавания изображений." Хабр, доступно на: <https://habr.com/ru/companies/intel/articles/417809/>
3. VGG: "VGG: Сверточные нейронные сети для классификации изображений." Нейрохайв, доступно на: <https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/vgg16-model/>
4. Dropout: "Dropout — метод решения проблемы переобучения в нейронных сетях." Хабр, доступно на: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/330814/>

5. L2-регуляризация: "Методы работы со смещением и дисперсией в моделях машинного обучения". Хабр. Доступно на: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/787626/>

6. Аугментация данных: "Искусство аугментации: как улучшить модели компьютерного зрения без сбора новых данных". Хабр. Доступно на: <https://habr.com/ru/companies/magnus-tech/articles/850070/>

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Г.К. Назаркин

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

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

Современные системы обмена сообщениями стали важной частью коммуникаций как в личных, так и корпоративных целях. Однако при использовании публичных мессенджеров для служебных целей возникают существенные риски безопасности, включая возможные утечки данных и уязвимость к внешнему управлению доступом. Необходима разработка безопасных и контролируемых решений для передачи сообщений в корпоративных целях, обеспечивающих защиту данных и интеграцию с другими инструментами.

Целью исследования является анализ, сравнение и разработка безопасных алгоритмов обмена сообщениями, подходящих для корпоративного использования, а также их реализация в виде программного продукта, обеспечивающего хранение и передачу данных между сотрудниками компании.

Задачами исследования являются: изучить современные методы и алгоритмы передачи информации в сети «Интернет», провести анализ существующих решений, выделить их преимущества и недостатки, разработать и внедрить алгоритмы безопасного обмена сообщениями, интегрировать созданное программное обеспечение в другие системы.

Гипотезой исследования является предположение о том, что собственное корпоративное приложение для обмена сообщениями обеспечит более высокий уровень безопасности данных по сравнению с публичными мессенджерами, позволит предотвратить блокировки и утечки данных, а также легко интегрируется в другие бизнес-решения.

Этапы исследования включают: сравнительный анализ существующих систем обмена сообщениями, обзор существующих методов обмена сообщениями, разработку программного обеспечения с использованием выбранных алгоритмов, тестирование и оценку разработанного программного обеспечения.

В качестве методов исследования будут использованы аналитический (для оценки и сравнения алгоритмов) и экспериментальный (использование разработанного программного обеспечения).

Исследование позволит не только изучить существующие системы обмена сообщениями, но и сравнить методы обмена сообщениями, и на основе полученных сведений разработать собственное корпоративное приложение, обеспечивающее достаточный уровень безопасности и позволяющее автоматизировать бизнес-процессы компании.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СЕРВИСЕ ПО БЫСТРОМУ ПОИСКУ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ

Д.В. Пекишев

Научный руководитель – Уртенов М.Х. д-р физ.-мат. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

В докладе представлены ряд решений по оптимизации работы комплекса программ, внедренных в telegram-бот, способных к быстрому поиску персональных данных людей, которые попали в открытый доступ благодаря сливам и утечкам информации в интернет-пространство [1]. В результате работы над сервисом успешно решена поставленная задача по информированию пользователей о том, что их личные данные оказались скомпрометированы, что позволяет им защитить свои аккаунты, вовремя поменяв данные учётных записей.

В ходе работы разработаны и внедрены в сервис программные продукты, позволяющие своевременно посылать пользователям посредством бота развернутые отчеты о компрометации их данных. Программный комплекс состоит из поисковой системы, системы обработки и унификации баз данных, системы индексации данных для поиска и пользовательского интерфейса в виде бота [2].

Актуальность данного проекта в том, что предоставленные информационные услуги востребованы в настоящее время из-за небезопасности работы в интернете. Подобный бот будет полезен как для бизнеса, так и для обычных пользователей.

Такой бот прогрессирует двумя способами: традиционным, то есть с помощью разработчика, и усложненным, то есть при помощи ИИ, при помощи которого могут в автоматическом режиме добавляться новые базы данных. При этом ИИ используется для разметки баз, для определения параметров их конвертации в унифицированный формат и для создания текстовых описаний с информацией об утечке. ИИ помогает улучшить качество сервиса, предоставляя, к примеру, более качественные ответы или сделав автоматическую работу с обращениями от клиентов, что снижает общее количество необработанных заявок благодаря большой скорости отклика ИИ на данный запрос.

Библиографический список

1. Что такое чат-боты и зачем они нужны? [Электронный ресурс] / Новостной ресурс in-formБЮРО. – URL: <https://inform-buro.kz/cards/chto-takoe-chat-boty-i-zachem-oni-nuzhny.html> (дата обращения 01.10.2024).
2. Билуха И.Н. Обработка больших данных // Молодой ученый. – 2020. - №8 (298). – С. 7-9.

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПЕШИХ МАРШРУТОВ СРЕДИ ИНТЕРЕСНЫХ ЛОКАЦИЙ ЗАДАНОЙ ТЕРРИТОРИИ

А.В. Подфигурный, С.В. Крошилина

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

В современном мире, насыщенном технологиями и разнообразием информации, организации активного отдыха становятся все более актуальными. Пешие маршруты

по живописным местам не только способствуют физической активности, но и позволяют улучшить психическое здоровье, обогатить культурный опыт и насладиться красотой природы. Однако разработка качественных маршрутов, учитывающих интересы пользователей, требует значительных усилий и знаний о местности, что делает задачу трудной для обычных людей. В связи с этим существует необходимость в создании рекомендательных систем, способных автоматизировать процесс формирования интересных маршрутов [1, 2].

Исходя из этой проблемы, необходимо производить разработку программного обеспечения для рекомендательных систем, которое будет предоставлять пользователям персонализированные маршруты для пеших прогулок, учитывающие их интересы, физические возможности и предпочтения. Это программное обеспечение будет полезно как туристам, так и местным жителям, желающим открыть новые уголки своего региона. В таблице 1 представлены результаты анализа существующих систем для организации пеших маршрутов [3, 4, 5].

Таблица 1 – Программное обеспечение для организации пеших маршрутов среди интересных локаций заданной

Функции	AllTrails	Komoot	Wikiloc
Поддержка индивидуальных профилей пользователей	+	-	+
Генерация персонализированных маршрутов	-	+	+
Информация о достопримечательностях	+	-	+
Поддержка русского языка	-	-	+
Оценки пользователей	+	+	-
Анализ погоды и условий	-	+	-
Возможность планирования маршрутов	+	+	+

Согласно результатам проведенного анализа был сделан вывод о том, что разрабатываемое программное обеспечение должно включать функционал, позволяющий:

- создавать индивидуальные профили пользователей;
- генерировать персонализированные маршруты на основе интересов;
- предоставлять информацию о достопримечательностях вдоль маршрута;
- осуществлять интеграцию с картографическими сервисами;
- при составлении маршрутов анализировать внешние условия;
- система должна предоставлять функционал по планированию маршрутов.

Информационная система должна быть реализована на основе клиент-серверной архитектуры. Реализация будет выполнена при помощи стека технологий: база данных MySQL Server, ASP .NET Core для back – end части ПО, библиотека для создания пользовательских интерфейсов ReactJS, среда выполнения JavaScript кода на сервере NodeJS. Используя данные о предпочтениях пользователей, особенностях местности и доступных ресурсах, система сможет рекомендовать оптимальные маршруты, учитывающие уникальные параметры каждого пользователя. Кроме того, пользователи смогут оставлять отзывы и оценки о пройденных маршрутах, что позволит системе обучаться и улучшаться.

В результате проектируемая рекомендательная система сможет предложить пользователям интересные и безопасные маршруты для пеших прогулок, способствуя улучшению качества жизни и активному образу жизни.

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. Крошилина С.В., Жулев В.И., Крошилин А.В. Формирование знаний и структура медицинской экспертной системы // Биомедицинская радиоэлектроника. 2023. Т. 26. № 3. С. 44-54.
3. AllTrails // AllTrails URL: <https://www.alltrails.com/> (дата обращения: 20.10.2024).
4. Komoot // Komoot URL: <https://www.komoot.com/> (дата обращения: 20.10.2024).
5. Wikiloc // Wikiloc URL: <https://ru.wikiloc.com/> (дата обращения: 20.10.2024).

**ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС-АРХИТЕКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ
КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ**

А.А. Попова

**ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»**

В докладе рассматривается трансформация бизнес-архитектуры консалтинговых организаций под влиянием применения технологий искусственного интеллекта (ТИИ). Это оказывает существенное влияние на оперативность и точность процесса принятия решений, учитывая персонализацию услуг, поскольку это позволяет компаниям выявлять тенденции и предоставлять клиентам обоснованные рекомендации.

Влияние информационных технологий на производительность организации в основном реализуется через качество принятия решений, при этом сам процесс принятия решений усложняется необходимостью учета большого количества параметров [2]. Применение ТИИ может стать конкурентным преимуществом организаций, ведь информация является одним из основных нематериальных активов организации [1], а аналитика больших данных и машинное обучение позволяют выявлять скрытые потребности клиентов, узкие места в бизнес-процессах, брать во внимание опыт похожих компаний, а предоставляемые решения делать точными и адаптированными. Таким образом формируется лояльность клиентов.

Однако переход от традиционных методов к современным ведет к усложнению бизнес-архитектуры организации, необходимости овладения новыми компетенциями сотрудниками и увеличению технических мощностей. В частности, процесс предоставления рекомендации в состоянии AS IS (рисунок 1) трансформируется в целую группу процессов анализа данных – состояние TO BE (рисунок 2). При этом изменение бизнес-процессов влечет усложнение слоев приложений и технической инфраструктуры (рисунок 3-4).

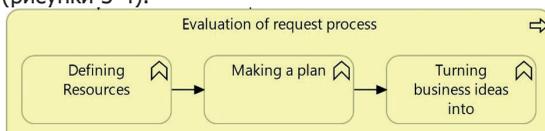


Рисунок 1 – AS IS процесс принятия решений

Библиографический список

1. Крошилин А.В., Крошилина С.В., Пылькина М.С. Информационный менеджмент как методология обеспечения информационной безопасности // В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2023.– Рязань, 2023. – С. 71-75.
2. Попова А.А. Интеллектуальное распределение задач между сотрудниками с учетом компетенций на основе семантических сетей // IT OPEN 2023: Материалы III регионального конкурса студенческих НИР работ в области информационных и вычислительных технологий: РГРТУ, 2024 - Рязань. 270 с. (с. 186 - 195)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МАШИНИСТОВ:
НЕПРЕРЫВНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗДОРОВЬЯ**

Д.Е. Радаев, Г.Э. Жданович

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

В условиях стремительного прогресса цифровых технологий и обозначившегося перехода к ранней профилактике заболеваний рабочие коллективы железнодорожного транспорта нуждаются в инновационных методах поддержания здоровья, основная задача которых – обеспечить непрерывный мониторинг состояния здоровья сотрудников, которые подвергаются воздействию вредных факторов, включая физические и психологические нагрузки. Решения, описанные в исследованиях [1-3], показывают, что системы цифрового мониторинга способствуют значительному сокращению числа случаев ухудшения состояния здоровья и позволяют предотвращать профессиональные заболевания.

Разработана система мониторинга и прогнозирования состояния машинистов локомотивных бригад, учитывающая ключевые показатели здоровья, включая артериальное давление и частоту сердечных сокращений до и после нагрузки. Врач имеет доступ к системе, в которой представлены сведения о рисках, прогнозы и возможность удаленного мониторинга состояния, что позволяет оперативно адаптировать профилактическую и лечебную тактику. Для точного прогнозирования риска сердечно-сосудистых заболеваний у машинистов используется гибридная модель прогнозирования [3], интегрирующая профессиональные и индивидуальные факторы риска. Вероятность развития болезни рассчитывается на основе комплексного анализа таких параметров, как уровень утомляемости, воздействие вибраций, уровни психоэмоционального стресса и длительность воздействия неблагоприятных условий. В модели прогнозирования используются синергетические каналы для учета взаимного влияния факторов.

Таким образом, внедрение разработанной системы для цифрового мониторинга здоровья машинистов способствует профилактике профессиональных заболеваний за счет раннего выявления факторов риска, улучшает безопасность и снижает затраты на медицинское обслуживание.

Библиографический список

1. Плеханов А.Н., Николаичук И.В. Предрейсовые медицинские осмотры. Здоровье и безопасность // Acta Biomedica. – 2010. №3 (73). – С. 331-333.

2. Метод ветвления временной шкалы для моделирования развития ситуации в системе цифрового мониторинга здравоохранения / Е.А. Додонова, И.Н. Дубинина, О.К. Головин, А.В. Иващенко // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2023. – №2. – С. 111-127.

3. Шаталова О.В., Медников Д.А., Протасова З.У. Мультиагентная интеллектуальная система для прогноза риска сердечно-сосудистых осложнений с синергетическими каналами // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2020. – Т. 19, № 3. – С. 177-188.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Г.Д. Рукоделов

Научный руководитель – Филатов И.Ю. к.т.н., доцент

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

Современные графические технологии играют ключевую роль в различных сферах, от развлекательной индустрии и архитектуры до медицины и научной визуализации.

Одной из основных проблем в этой области является высокая вычислительная нагрузка, которую требуют современные методы визуализации, что делает их недоступными для ряда устройств, особенно мобильных и встраиваемых систем.

Существует постоянная потребность в разработке и оптимизации алгоритмов визуализации, которые могли бы эффективно управлять вычислительной нагрузкой, повышая производительность и улучшая пользовательский опыт, что способствовало бы более широкому использованию трехмерной графики и виртуальной реальности на различных платформах.

На сегодняшний день можно выделить следующие наиболее распространённые и успешные технологии.

OpenGL. Имеет отличную кросс-платформенную поддержку, позволяя работать на таких системах, как Windows, macOS, Linux, а также на мобильных устройствах; обладает широкой поддержкой и стабильностью, подходит для различных типов приложений, от графических редакторов до игр. Однако, его возможности оптимизации ограничены: у разработчиков меньше контроля над памятью и ресурсами, чем у Vulkan и DirectX 12. OpenGL также слабо поддерживает многопоточность и не оптимизирован для многоядерных систем.

Vulkan. Обеспечивает высокую производительность за счет низкоуровневого управления ресурсами и оптимизирован для многоядерных систем, позволяя эффективнее использовать CPU и GPU; кроссплатформенное API; дает разработчику высокий уровень контроля, позволяя самостоятельно управлять памятью и ресурсами GPU, что помогает достичь максимальной эффективности. Однако это API требует более высоких навыков, так как сложность кода возрастает, и многие операции нужно прописывать вручную, что усложняет процесс разработки и тестирования.

DirectX 12. Отлично подходит для высокопроизводительных приложений на Windows и Xbox благодаря низкоуровневому управлению, обеспечивая высокую скорость работы и эффективность; API поддерживает функции параллельной обработки и оптимизировано для многоядерных процессоров; предлагает

специфические возможности и тесную интеграцию с экосистемой Microsoft, что делает его идеальным выбором для разработчиков под Windows и Xbox. Однако DirectX 12 ограничен платформами Microsoft, поэтому он не подходит для кроссплатформенной разработки, имеет сложность управления ресурсами и требует высокой квалификации разработчиков.

По результатам проведённого анализа, можно выделить следующие подходы к решению проблемы высокой нагрузки на систему.

Уменьшение количества вызовов от CPU к GPU.

OpenGL-процедуры, такие как рендеринг, загрузка данных или установка параметров, лучше выполнять группами. Например, вместо вызова нескольких команд для каждой модели, стоит сгруппировать их и вызвать один раз для всех моделей, что уменьшит нагрузку на API и CPU.

Применять оптимизацию передачи данных на GPU (использование массивов вершин (Vertex Buffer Objects, VBO)). Использование статических буферов (при загрузке данных один раз) и динамических буферов (для часто обновляемых данных) позволяет оптимизировать обработку [1].

Индексирование.

Использовать индексирование для сокращения объёма данных, необходимых для описания модели, за счёт исключения дублирования вершин. Вместо того чтобы определять координаты каждой вершины для каждого треугольника модели, создаётся массив уникальных вершин (массив вершин) и массив индексов, который указывает, как соединить эти вершины для создания треугольников [4].

Группировка вызовов рендеринга.

Группировка вызовов рендеринга (batching) — это процесс объединения нескольких объектов в один рендеринг-вызов для снижения количества вызовов от CPU к GPU. Например, если в сцене много однотипных объектов, (деревья в лесу или окна в здании), вместо того чтобы отправлять отдельный вызов для каждого объекта, можно объединить их в одну партию (batch) и отправить на рендеринг одновременно [2].

Фовеальный рендеринг.

Этот метод использует трекер глаз, интегрированный с гарнитурой виртуальной реальности, для снижения нагрузки на рендеринг за счёт значительного ухудшения качества изображения в периферийном зрении.

Таким образом, при разработке приложений для отображения виртуальной реальности необходимо задумываться над оптимизацией. В зависимости от задач разрабатываемого приложения, нужно правильно определить API, такие как OpenGL, Vulkan и DirectX для разработки, так как каждый из них позволяет в разной степени уменьшить нагрузку на систему. Однако независимо от API есть архитектурные методы, позволяющие оптимизировать процесс визуализации виртуальной реальности, улучшая пользовательский опыт и качество разрабатываемых приложений.

Библиографический список

1. Джон Ф. Хьюз, Андриес ван Дам, Морган МакГваер, Дэвид Ф. Склар, Джеймс Д. Фоули – «Компьютерная графика: Принципы и практика».
2. Эйнджел Э. «Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL».

3. Мэтт Фарр, Венцель Якоб, Грег Хамфрис – «Физически правдоподобное визуализирование: От теории к практике».

4. Грэм Селлерс, Ричард С. Райт, Николас Хэмел – «OpenGL Супербиблия: Полное руководство и справочник».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АНАЛИЗА ИНСТРУМЕНТОВ ФОНДОВОГО РЫНКА

И.В. Савоськина, А.В. Крошилилин

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

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

В докладе пойдет речь об анализе фондового рынка, и упрощении его различными технологиями искусственного интеллекта (ИИ). ИИ способен обрабатывать большие объемы данных, выявлять закономерности и делать прогнозы, что открывает новые горизонты для инвесторов и трейдеров, ведь перед принятием решения о приобретении отдельных ценных бумаг для последующего получения прибыли нужно провести большую работу с разного рода информацией [1, 2].

Информация представляет собой как очевидные для данной задачи документы, такие как: финансовые отчеты компаний; экономическая обстановка страны, в которой зарегистрирована компания; исторические котировки акций и тд. Так и неочевидные, главный пример – новости в средствах массовой информации (СМИ).

Новости из СМИ могут значительно влиять на стоимость акций, и именно поэтому анализ новостей становится важным инструментом для трейдеров и инвесторов. NLP (Natural Language Processing, обработка естественного языка) — это область искусственного интеллекта, которая занимается взаимодействием между компьютерами и человеческим языком [3].

В контексте анализа новостей NLP используется для обработки и анализа текстовой информации, чтобы извлечь полезные данные и выявить тенденции. Использование методов обработки естественного языка позволяет эффективно оценивать информацию и делать обоснованные прогнозы.

Новости могут вызывать резкие колебания цен на акции. Позитивные события, такие как успешные квартальные отчеты или новые партнерства, могут привести к росту цен, в то время как негативные новости, например, скандалы или экономические кризисы, часто вызывают падение. Поэтому понимание тональности и контекста новостей становится критически важным для успешного инвестирования. Новости так же могут быть совсем неочевидны, например: в 2021 году владелец компании Tesla, Илон Маск опубликовал короткий пост в Twitter, после этого акции Tesla моментально потеряли 5% своей стоимости [4].

Этот случай наводит на мысль о том, что необходимо оценивать и высказывания собственников бизнеса и ключевых фигур, а не только официальные документы.

Основные аспекты использования NLP в анализе новостей фондового рынка:

1. Тональный анализ. Определение эмоциональной окраски новостей (позитивной, негативной или нейтральной). Например, позитивные новости о компании могут сигнализировать о росте цен на акции.

2. Извлечение ключевой информации. Выделение важных фактов, таких как изменения в руководстве, финансовые результаты, новые продукты или услуги, которые могут повлиять на стоимость акций.

3. Сентимент-аналитика. Анализ мнений и отзывов в новостях и социальных медиа для понимания общественного мнения о компании. Это может помочь выявить потенциальные риски или возможности.

4. Классификация новостей. Разделение новостей на категории (например, корпоративные события, экономические показатели), что позволяет инвесторам быстро находить релевантную информацию.

5. Обнаружение трендов. Выявление основных тем и трендов в новостях, что может помочь в прогнозировании рыночных движений.

6. Сравнительный анализ. Сравнение новостей о разных компаниях или отраслях для выявления конкурентных преимуществ или рисков.

Применение в инвестиционных стратегиях:

Прогнозирование цен акций: Использование анализа тональности и содержания новостей для предсказания изменений в ценах акций.

Управление рисками: Выявление негативных новостей, которые могут повлиять на стоимость акций и своевременное реагирование на них [5].

Автоматизация торговли: Разработка алгоритмических торговых стратегий, которые используют NLP для быстрого реагирования на новости.

Использование NLP для анализа новостей фондового рынка позволяет инвесторам более эффективно обрабатывать информацию и принимать более обоснованные решения о покупке или продаже акций. Хотя этот метод может существенно улучшить процесс принятия решений, важно учитывать его ограничения и использовать его в сочетании с другими методами анализа для достижения наилучших результатов.

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 XBPJIIW.

2. Савоськина И.В., Крошилина С.В. Применение алгоритма Мамдани для принятия торговых решений на фондовом рынке // 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. (116-119)

3. Большакова Е. И., Воронцов К. В., Ефремова Н. Э., Клышинский Э. С., Лукашевич Н. В., Сапин А. С. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие. - Москва: НИУ ВШЭ, 2017

4. Tesla // Lenta URL: <https://lenta.ru/news/2021/11/15/tesla/> (дата обращения: 17.10.2024).

5. Управление инвестиционными проектами в условиях риска и неопределенности: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / Л. Г. Матвеева, А. Ю. Никитаева, О. А. Чернова, Е. Ф. Щипанов. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 298 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ СИСТЕМ

М.А. Садовников

Научный руководитель – Филатов И.Ю. к.т.н., доцент

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

В современных условиях научно-технического развития и разнообразия технологий, активного использования облачных решений и распределенных систем, значимость программного обеспечения существенно возрастает. Вместе с тем, увеличивается разнообразие платформ, на которых оно должно функционировать. Пользователи ожидают качественных, высокопроизводительных приложений, доступных на различных устройствах и операционных системах. Это создает необходимость в разработке эффективных кроссплатформенных решений, обеспечивающих быстрое и стабильное развертывание программного обеспечения.

Актуальность исследования и реализация алгоритмов оптимизации процессов сборки связана с необходимостью эффективного управления вычислительными ресурсами и обеспечения масштабируемости приложений на больших объемах данных и разнообразных платформах. Работа в данной области не только решает практические задачи разработки, но и создает предпосылки для дальнейших инноваций в сфере компьютерных технологий [1].

Проблема медленной сборки крупных проектов высокой сложности, присущая крупным системам, состоящим из множества зависимостей и компонентов, затрудняет процесс сборки и увеличивает время, необходимое для его завершения [2].

Медленные сборки приводят к значительным задержкам в процессе разработки, вынуждая разработчиков тратить время на ожидание, а не на активную работу над кодом.

В ходе анализа установлено, что в области кроссплатформенных систем сборки проектов наиболее популярными являются Qmake, Cmake, Conan, Meson, Scons.

Qmake — проектно-ориентированная система управления процессом сборки приложений и библиотек, позволяющая контролировать исходные файлы и описывать этапы сборки в одном файле [3]. Она поддерживает кроссплатформенность, автоматическую обработку зависимостей и интеграцию ресурсов Qt, однако ограничена по функциональности по сравнению с CMake, что затрудняет работу над крупными проектами. CMake, в свою очередь, является кроссплатформенным генератором систем сборки, использующим файлы CMakeLists.txt для определения процесса сборки, что делает его универсальным выбором для разработчиков, но с более сложным синтаксисом и длительной конфигурацией [4]. Conan — менеджер зависимостей для C и C++, оптимизированный для многоплатформенной разработки и непрерывной интеграции, но может быть сложен для начинающих [5]. Meson предлагает простой и интуитивно понятный синтаксис для настройки проектов, поддерживает кроссплатформенность и интеграцию с пакетными менеджерами, но имеет ограничения по функциональности для сложных проектов [6]. SCons — расширяемая система сборки, которая автоматизирует управление зависимостями и кэширует результаты, но может быть менее производительной для больших проектов из-за ограниченной поддержки параллельной сборки [7].

Оптимизация процессов сборки может значительно ускорить разработку программного обеспечения за счет использования различных методов, таких как кэширование, инкрементальная и параллельная сборка, а также управление зависимостями. Кэширование сборок позволяет повторно использовать уже собранные компоненты (например, с помощью `ссасhe`), инкрементальная сборка пересобирает только измененные файлы (инструменты `make` и `Ninja`), а параллельная сборка ускоряет процесс за счет многозадачности (`CMake` и `Ninja`). Оптимизация зависимостей и конфигураций, динамическая настройка параметров компиляции и предсказание времени сборки также способствуют улучшению производительности.

По результатам анализа, предлагается применить методы по оптимизации процессов сборки кроссплатформенных систем, направленные на снижение времени разработки и повышение эффективности работы разработчиков. Инструментами для этих методов могут быть `CMake`, `Ninja` и `Bazel`, которые обеспечивают эффективную автоматизацию и управление процессом сборки. Основное внимание следует уделить использованию кэширования, инкрементальной и параллельной сборки, а также оптимизации управления зависимостями.

Внедрение предложенных методов и инструментов в процесс разработки станет важным шагом к созданию высокопроизводительных и надежных кроссплатформенных решений, что будет способствовать удовлетворению растущих требований пользователей и инновациям в области программного обеспечения.

Библиографический список

1. Сложность проекта: вызовы и возможности (rememo.io)
2. Оптимизация сборки крупного проекта (pvsrn.ru)
3. Описание | Руководство `qmake` (qt.io)
4. `CMake` - кроссплатформенная марка
5. Введение — документация по `сonan` 2.8.0
6. Обзор (mesonbuild.com)
7. `SCons` 4.8.1

КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

О.Д. Саморукова

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

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

Рост использования больших объемов данных в здравоохранении открывает реальные возможности для повышения качества диагностики и лечения. Однако для раскрытия ценности этой информации требуются инновационные решения [5]. Когнитивные технологии в здравоохранении являются одним из таких решений. Объединяя индивидуальную медицинскую информацию с более масштабной статистикой и научными данными, эти приложения позволяют врачам определять целевое лечение, мгновенно получая доступ ко всей доступной информации о схожих случаях, а также решать вопросы управления в организационных медицинских системах.

Для врачей и медицинских работников научные исследования, медицинские карты пациентов, демографические исследования и медицинская литература являются отличными ресурсами для лечения и диагностики — при условии, что они легко и незамедлительно доступны. Ручные методы просто не справляются с объемом доступной информации, и при интерпретации этой информации человеком могут быть упущены корреляции в симптомах или истории болезни пациента [4].

Подход когнитивных технологий в здравоохранении основан на анализе и понимании всей структурированной и неструктурированной информации, связанной с состоянием пациента. Эти приложения понимают слова и предложения так же, как это делают люди. Они позволяют системам собирать всю полезную информацию из медицинской карты или с устройств мониторинга состояния здоровья. Этот подход объединяет разнообразную информацию, от количества ежедневных шагов, отслеживаемых с помощью мобильного приложения, до результатов лабораторных исследований, архивируемых в больнице, диетических привычек и данных о предыдущих операциях или процедурах, описанных в цифровой медицинской карте. И это позволяет врачам видеть связи между разнообразными и сложными типами информации. Кроме того, применение когнитивных технологий возможно при решении задач управления медицинскими материальными потоками [6].

Доступ к этой информации с помощью когнитивных технологий помогает улучшить процесс принятия клинических решений и позволяет врачам сравнивать похожие случаи и предлагать наилучшее лечение, лекарственную терапию и правильную дозировку и т.д. для каждого пациента [1].

Когнитивные технологии могут быть классифицированы по различным признакам:

1. Тип предложения: Аппаратное обеспечение, программное обеспечение, Услуги
2. Технологии: Обработка естественного языка, контекстно-зависимая обработка, глубокое обучение и метод запросов
3. Применение: роботизированная хирургия, предварительная диагностика, идентификация участника клинических испытаний, уменьшение ошибок при дозировании, помощь в административном процессе и т.д.
4. Конечный пользователь: Поставщик медицинских услуг, фармацевтическая и биотехнологическая компания, пациент.
5. Тип продукта: Машинное обучение, Извлечение данных, Интерпретация, Обработка и обучение языку, Распознавание речи, Оптическое распознавание символов, Компьютерное зрение, автоматизированное планирование
6. География: Разделение по зонам [2].

Перечислим преимущества внедрения когнитивных вычислений в сфере здравоохранения:

1. Более быстрые и качественные медицинские исследования. Благодаря когнитивным вычислительным системам медицинские записи и данные могут храниться точно и постоянно обновляться, что может помочь врачам получить необходимую информацию и составить план оказания наиболее качественной медицинской помощи пациентам [7].

2. Улучшенные повседневные процессы. Благодаря внедрению технологии когнитивных вычислений практикующие врачи могут оптимизировать свою клиническую и операционную эффективность. Использование правильной технологии в сочетании с оптимальными услугами по оказанию медицинской помощи позволяет медицинским работникам анализировать и обобщать данные о пациентах.

Это полезно для обеспечения того, чтобы у персонала больницы было достаточно времени для ухода за пациентами.

3. Способствует более здоровому поведению пациентов. Поскольку когнитивные технологии могут имитировать мыслительный процесс человека с помощью компьютерной модели, они также могут оказаться полезными для определения важных результатов, прогнозирования заболеваний и т.д. Самое главное, когнитивные технологии могут помочь в формировании здоровых привычек у пациентов, предупреждая их о любых потенциальных заболеваниях и убеждая их лучше заботиться о себе.

4. Помогает улучшить взаимодействие с клиентами. По мере развития технологий и дальнейшего прогресса будет наблюдаться рост роботизированной автоматизации процессов (RPA). По мнению технических экспертов, RPA может значительно обогатить отношения между врачом и пациентом. Он может предоставлять актуальную и контекстуальную информацию без физического взаимодействия пациентов с персоналом [3].

Когнитивные вычисления в сфере здравоохранения являются очень перспективным направлением. Они обеспечивают более персонализированное лечение за счет хранения базовой и ценной информации о пациенте, такой как история болезни пациента, окружающая среда, в которой он живет, и, что более важно, его генетика. Эта технология поможет многим врачам отслеживать данные своих пациентов, а административному медицинскому персоналу решать вопросы управления. Когнитивные вычисления – это революционная разработка, которая может помочь всем практикующим врачам по всему миру.

Библиографический список

1. Beyond the hype, cognitive technology in healthcare // Expert.ai Team - 21 February 2017. URL: <https://www.expert.ai/blog/cognitive-technology-healthcare/>

2. How Cognitive Computing Can Give Medical World A New Identity? // Preetipadma Published on: 13 Apr 2020. URL: <https://www.analyticsinsight.net/cognitive-computing/how-cognitive-computing-can-give-medical-world-a-new-identity>

3. Advantages of Cognitive Computing in the Healthcare // March 7, 2022. URL: <https://readmagazine.com/industries/healthcare/advantages-of-cognitive-computing-in-the-healthcare-industry/>

4. Саморукова О.Д., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулева С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. №88 - Рязань: РГРТУ, 2024. – 142 с. (106-114)

5. Крошилин А.В. Предметно-ориентированные информационные системы: учебное пособие / А.В. Крошилин, С.В. Крошилина, Г.В. Овечкин. — Москва: КУРС, 2023. — 176 с. — (Естественные науки).

6. Крошилин А.В., Крошилина С.В., Пылькин А.Н., Жулёва С.Ю. Применение нечетких когнитивных карт при управлении медицинскими материальными потоками / Биомедицинская радиоэлектроника. 2019. том 22 № 4. С. 77-84.

7. О.Д. Саморукова, А.В. Крошилин Построение системы поддержки принятия решений для медицинских организаций // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. 2023 - 197 с. (66-68)

МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ В МЕССЕНДЖЕРАХ

А.С. Самсонов

Научный руководитель – Крошила С.В. к.т.н., доцент

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

В докладе рассматриваются проблемы обеспечения безопасности данных в современных мессенджерах и актуальность применения методов шифрования для защиты конфиденциальной информации. Шифрование позволяет надежно защитить данные на всех этапах передачи, создавая безопасные каналы для обмена сообщениями [1]. Эта система обеспечивает целостность данных и защищает их от несанкционированного доступа, что особенно важно в условиях повсеместного использования мессенджеров для личного и делового общения.

Методы шифрования данных можно разделить на несколько ключевых направлений. Одним из важнейших направлений является End-to-End шифрование (E2EE), которое используется для защиты сообщений непосредственно от отправителя до получателя. В этом случае данные шифруются на устройстве отправителя и расшифровываются только на устройстве получателя, исключая доступ к ним со стороны серверов и промежуточных устройств. Этот подход широко применяется в популярных мессенджерах, таких как WhatsApp и Signal, обеспечивая высокий уровень защиты даже при возможных утечках данных с серверов [2].

Другим направлением является использование асимметричных и симметричных алгоритмов шифрования. Асимметричные алгоритмы, такие как RSA и ECDH, применяются для обмена ключами и обеспечивают защиту данных на этапе установления соединения. Симметричные алгоритмы, такие как AES, используются для шифрования больших объемов данных, так как они более производительны и оптимальны для обработки сообщений в реальном времени [3]. В частности, Double Ratchet Algorithm, используемый в Signal, позволяет динамически изменять ключи при каждом новом сообщении, защищая историю переписки даже при компрометации текущих ключей.

Применение шифрования данных в мессенджерах требует учёта не только уровня безопасности, но и производительности алгоритмов. Оптимизация методов шифрования включает в себя улучшение работы с точки зрения вычислительных ресурсов, что особенно важно для мобильных устройств с ограниченной мощностью. Внедрение шифрования также требует обеспечения совместимости с различными операционными системами и поддержки многопользовательской архитектуры, что добавляет сложности при разработке [4].

Таким образом, шифрование данных играет ключевую роль в обеспечении безопасности современных мессенджеров. Совершенствование алгоритмов и методов шифрования, а также внедрение современных протоколов безопасности остаются важными задачами для защиты личной информации пользователей в условиях современных кибер угроз и растущих требований к конфиденциальности.

Библиографический список

1. Иванов М.А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. — Москва 2012. «МИФИ» — 400 с.: ил.;

2. Бабенко, Л.К. Криптографическая защита информации: симметричное шифрование: учебное пособие для вузов. — Москва: Издательство Юрайт, 2021.— 220 с.

RISC-V, ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ И СИСТЕМЫ КОМАНД

Н.Ю. Сегреев

Научный руководитель – Спицын С.В. к.т.н., доцент

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

Основу работы любого процессора составляют набор регистров и список команд, которые он способен выполнять. Набор команд/инструкций процессора называется ISA - Instruction Set Architecture (архитектура набора команд). Особенность ISA состоит в том, что обычно она является интеллектуальной собственностью компаний и должна лицензироваться. Например, даже зная команды самых популярных архитектур, таких как x86 или ARM, и понимая, как они выполняются, мы всё равно не сможем создать собственную реализацию какого-либо процессора.

Если же говорить о RISC-V, то это прежде всего специальная ISA, реализованная на принципах RISC – Reduced Instruction Set Architecture (вычислитель с набором упрощённых/редуцированных команд), и распространяемая под open source лицензией, которая не требует никаких выплат за использование или разработку, что позволяет каждому создать собственное процессорное ядро для выполнения инструкций архитектуры RISC-V. При этом ядра у разных разработчиков могут существенно отличаться: может варьироваться длина конвейера, размеры и организация кэша данных и команд. Однако общее свойство всех этих ядер — использование единой ISA. В сущности, здесь нет ничего принципиально нового; RISC-V просто придерживается традиционных принципов RISC: выполнение арифметических и логических операций только между регистрами и использование операций чтения и записи в память как отдельных, не связанных с АЛУ. Главное же преимущество RISC-V в её открытости и в том, что она свободна от патентных ограничений, что делает её доступной абсолютно для всех.

Проект RISC-V родился в университете Беркли в Калифорнии в 2010-м году. Потом, чтобы обеспечить проекту стабильность и привлекательность со стороны коммерческих структур, в 2015м году был основан фонд RISC-V. Его обязанность - поддержка проекта, публикация спецификаций RISC-V. Сейчас фонд RISC-V International это глобальная некоммерческая организация, базирующаяся в Швейцарии и объединяющая более 2-х тысяч членов из 70 стран.

Одной из ключевых особенностей RISC-V является его модульность. Архитектура разработана таким образом, чтобы базовый набор инструкций был минимальным, но при этом обеспечивал всю необходимую функциональность для запуска базовых программ. Дополнительные возможности, такие как команды для работы с числами с плавающей точкой, векторные вычисления или специальные расширения для безопасности, могут быть добавлены по мере необходимости. Это позволяет создавать процессоры, идеально подходящие для конкретных задач, от микроконтроллеров в небольших устройствах до мощных серверов в дата-центрах.

Также преимуществом RISC-V является его открытость и отсутствие лицензии. Благодаря этим характеристикам архитектура широко применяется в

образовательных и исследовательских проектах: университеты и научные центры могут создавать собственные процессоры, экспериментировать с архитектурой и внедрять инновации без дополнительных расходов. Кроме того, это дает коммерческим компаниям возможность выпускать процессоры и микроконтроллеры на базе RISC-V, предлагая рынку конкурентоспособные альтернативы традиционным архитектурам.

Система команд RISC-V разработана с акцентом на простоту и эффективность, что делает её легкой для освоения и реализации. Все инструкции имеют одинаковую длину, что существенно упрощает процесс их декодирования, снижает сложность аппаратного обеспечения и повышает общую производительность системы. Базовый набор команд включает операции загрузки и сохранения данных, арифметические и логические операции, а также команды для выполнения переходов, обеспечивая основу для большинства вычислительных задач. При необходимости можно добавлять расширения, которые предоставляют поддержку для более сложных операций, таких как вычисления с плавающей точкой, и специализированные возможности для обработки сигналов, мультимедиа, криптографии и других прикладных областей. Такой подход позволяет гибко адаптировать архитектуру под различные задачи, от простых микроконтроллеров до высокопроизводительных вычислительных систем, оставаясь при этом открытой для исследований и улучшений.

Таким образом, RISC-V предоставляет разработчикам гибкость при создании различного рода систем, как простых, так и сложных. Открытый стандарт позволяет сообществу разработчиков участвовать в развитии архитектуры, делая ее более универсальной и адаптируемой под меняющиеся потребности индустрии. В ближайшем будущем RISC-V, вероятно, будет играть все более важную роль в различных областях, от встраиваемых систем до высокопроизводительных вычислений.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ЧИСЛЕННЫМИ ТИПАМИ ДАННЫХ В PYTHON

К.А. Сермягин, А.Н. Пылькин

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

Python является одним из самых популярных языков программирования и занимает лидирующие позиции на рынке труда благодаря простоте синтаксиса, гибкости, а также богатому набору библиотек. Язык используется в различных областях — от разработки бэкенда веб-приложений до анализа данных и научных вычислений. Одной из ключевых особенностей Python является его подход к работе с численными типами данных, что делает его идеальным инструментом для обработки сложных математических и статистических задач.

Несмотря на широкие возможности, работа с численными типами данных в Python имеет свои особенности и ограничения. Важными темами в этой области являются проблема показательной функции, вещественных значений, потери значимости, переполнение и потеря точности, оптимизация производительности, погрешности округления, а также особенности интерпретатора при выполнении арифметических операций. Понимание этих особенностей позволяет программистам писать более

надёжный и производительный код, избегая распространённых ошибок и проблем, связанных с арифметикой чисел.

Настоящий доклад посвящён рассмотрению специфики работы с численными типами данных в Python. В нём рассматриваются основные проблемы и предлагаются решения, которые помогут лучше понимать и использовать возможности языка в вычислениях.

Проблема показательной функции. При возведении в степень больших чисел можно столкнуться с переполнением. Особенно при работе с типом данных `float`, который ограничен системной точностью. Это приводит к появлению бесконечных значений (`inf`). Даже малейшие ошибки при вычислении экспоненты могут накапливаться, приводя к значительной потере точности при больших значениях показателя степени. В Python для работы с экспоненциальными выражениями можно использовать `math.exp()` и функции из библиотеки `numpy`, которые оптимизированы для работы с большими значениями и обеспечивают лучшее управление переполнением.

Проблема вещественных значений. При работе с типом `float` часто возникают погрешности из-за ограниченной точности чисел. Например, $0.1 + 0.2 \neq 0.3$ — это следствие представления десятичных чисел в двоичной системе. Арифметические ошибки: погрешности при округлении могут накапливаться и искажать результаты математических операций. Средства повышения точности: для повышения точности вычислений можно использовать модули `decimal` и `fractions`, которые позволяют задавать точность вычислений и использовать дробные представления для снижения ошибок.

Потеря значимости (Loss of Significance). При работе с одновременно очень малыми и очень большими значениями точность результатов снижается из-за ограничений на количество значащих цифр в `float`. Разница между двумя близкими числами может оказаться равной нулю, если разрядность не позволяет учесть мелкие различия. Для уменьшения потери значимости можно использовать `decimal` или подходы нормализации данных, которые сохраняют больше значащих цифр.

Переполнение и потеря точности при работе с целыми числами. Целые числа в Python теоретически поддерживают произвольную точность, но переполнение при обработке больших данных может приводить к значительным задержкам в вычислениях. При операциях с `float` может возникнуть переполнение, приводящее к результатам `inf` или `-inf`. Использование `numpy` для работы с массивами больших размеров и специализированных типов данных позволяет избежать переполнения и потери точности.

Оптимизация производительности. Узкие места: работа с большими наборами чисел может занимать значительное время и ресурсы, особенно при выполнении сложных арифметических операций. Векторизация: использование `numpy` и других библиотек позволяет векторизовать операции, что значительно ускоряет вычисления за счёт оптимизированной обработки данных. Параллельные вычисления: модули `multiprocessing` и `concurrent.futures` позволяют выполнять параллельные операции, что снижает временные затраты на выполнение арифметических задач.

Погрешности при округлении. Типы округлений: В Python имеются разные способы округления, такие как `round`, `math.floor` и `math.ceil`, которые могут по-разному влиять на результат, особенно в случае работы с пограничными значениями. Проблемы округления в финансовых расчётах: Погрешности округления могут приводить к

значительным ошибкам в финансовых вычислениях, для которых рекомендуется использовать `decimal`, чтобы обеспечить более точные результаты.

Специфические случаи. В Python выражение `0 ** 0` возвращает `1`, что является результатом соглашения IEEE для работы в программировании, но может вызывать вопросы у пользователей, незнакомых с таким соглашением. Особенности интерпретатора: Python корректно обрабатывает такие выражения благодаря особенностям синтаксического анализа унарных операторов, что позволяет успешно выполнять такие операции, как `+2+--2`.

Библиографический список

1. Документация языка Python: [Электронный ресурс] – 2024 – URL: <https://docs.python.org/3.12/> (дата обращения 01.10.2024)

2. Стандарт IEEE-754-2008: [Электронный ресурс] – 2024 – URL: https://github.com/rodrazalez/control/blob/master/03_floating-point/IEEE-754-2008.pdf (дата обращения 01.10.2024)

ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ И МАСШТАБИРУЕМЫХ СЕРВИСОВ НА FASTAPI, ПРИНЦИПЫ И ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ

К.А. Сермягин, А.Н. Пылькин

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

Python, благодаря простоте синтаксиса, гибкости и богатому набору библиотек, является одним из самых популярных языков программирования, широко используемым для создания веб-приложений, анализа данных и научных вычислений. FastAPI, асинхронный веб-фреймворк на Python, выделяется среди других за счёт своей производительности, удобства работы и масштабируемости, что делает его привлекательным выбором для разработки высоконагруженных и масштабируемых приложений. Однако построение эффективной архитектуры на FastAPI требует понимания особенностей работы с асинхронностью, правильного распределения нагрузки и подходов к организации кода. В этом докладе рассматриваются ключевые принципы и лучшие практики для построения надёжных, производительных и легко масштабируемых сервисов на FastAPI.

Асинхронность и конкурентность. Асинхронность — одна из ключевых возможностей FastAPI, которая позволяет обрабатывать большое количество запросов одновременно без блокировки. Использование `async` и `await` обеспечивает высокую производительность, но требует учёта ряда ограничений, таких как необходимость управления асинхронными задачами и ограничениями по доступу к базе данных. Для выполнения асинхронных операций в FastAPI рекомендуется использовать библиотеки, оптимизированные для конкурентного доступа, такие как `asyncpg` для работы с базами данных и `aiohttp` для внешних запросов.

Оптимизация структуры проекта. Для обеспечения читабельности и поддерживаемости кода критически важно правильно структурировать проект FastAPI. Выделение модулей для маршрутов, моделей, схем и бизнес-логики упрощает поддержку и масштабирование приложения. Использование паттерна

разделения слоёв (роутеры, сервисы, репозитории) позволяет улучшить читаемость кода и упростить его тестирование.

Организация взаимодействия с базой данных. Одной из частых задач в высоконагруженных приложениях является эффективное взаимодействие с базой данных. В FastAPI рекомендуется использовать SQLAlchemy с асинхронными драйверами или специальные ORM, такие как Tortoise ORM, которые обеспечивают оптимизированное управление подключениями. Для высоконагруженных систем важно избегать долгих транзакций и поддерживать минимально необходимый пул соединений для снижения задержек и риска блокировок.

Использование кэша для повышения производительности. Кэширование является неотъемлемой частью масштабируемых архитектур. Системы кэширования, такие как Redis, помогают снижать нагрузку на базу данных и ускоряют ответы API. В FastAPI кэширование можно реализовать как на уровне запросов, так и для временных данных, которые используются для вычислений. Правильная организация кэширования помогает уменьшить задержки и избежать избыточных запросов к базе данных.

Мониторинг и логирование. Для поддержания стабильной работы высоконагруженного сервиса необходим постоянный мониторинг метрик и логирование. FastAPI поддерживает интеграцию с такими инструментами, как Prometheus и Grafana, которые позволяют отслеживать производительность, ошибки и распределение нагрузки. Логирование с помощью встроенных средств Python и таких библиотек, как loguru, позволяет отслеживать ошибки и оптимизировать обработку запросов, особенно при высоких нагрузках.

Управление конфигурацией и секретами. Для обеспечения безопасности и управляемости приложений важно правильно организовать конфигурацию. FastAPI позволяет использовать Pydantic для типизации и валидации конфигураций, а также переменные окружения для хранения настроек. Хранение секретов с помощью этого инструмента помогает защитить конфиденциальные данные, такие как ключи API и доступы к внешним сервисам.

Организация CI/CD и тестирование. Автоматизация тестирования и деплоя необходима для поддержания качества и стабильности высоконагруженного приложения. Интеграция FastAPI с CI/CD системами, такими как GitHub Actions или GitLab CI/CD, позволяет выполнять автоматическое тестирование, сборку и деплой. Для тестирования производительности и надёжности рекомендуется использовать стресс-тесты и тестирование на уровне API с помощью Pytest и Httpx, чтобы гарантировать высокую доступность сервиса.

Обработка запросов и управление пулом соединений. В высоконагруженных приложениях важно контролировать количество запросов и активных соединений. Настройка пула соединений и лимитирование запросов помогают избежать перегрузок и блокировок. FastAPI позволяет гибко настраивать параметры подключения и управления запросами, а также использовать инструменты ограничения скорости запросов (rate limiting) для защиты от внезапного увеличения нагрузки.

Библиографический список

1. Документация языка Python: [Электронный ресурс] – 2024 – URL: <https://docs.python.org/3.12/> (дата обращения 15.10.2024)

2. Документация веб-фреймворка FastAPI: [Электронный ресурс] – 2024 – URL: <https://devdocs.io/fastapi/> (дата обращения 15.10.2024)
3. Сайт веб-фреймворка FastAPI: [Электронный ресурс] – 2024 – URL: <https://devdocs.io/fastapi/> (дата обращения 15.10.2024)
4. Документация библиотеки SQLAlchemy: [Электронный ресурс] – 2024 – URL: <https://docs.sqlalchemy.org/en/20/> (дата обращения 15.10.2024)

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Р.К. Слепушкина

Научный руководитель – Филатов И.Ю. к.т.н., доцент

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

В современном мире взаимодействие человека с компьютерными системами становится все более сложным и многообразным. Одним из ключевых направлений этой эволюции является распознавание жестов, которое служит эффективным средством невербальной коммуникации. Жесты позволяют пользователям взаимодействовать с устройствами на интуитивном уровне, делая управление более удобным и естественным. Применения этой технологии охватывают различные области: от управления мультимедийными устройствами и виртуальной реальности до медицинской реабилитации и взаимодействия человек-компьютер [1]. Это обуславливает необходимость исследования современных алгоритмов распознавания жестов, основанных на методах компьютерного зрения, и анализ возможности их практического применения.

Компьютерное распознавание жестов, ориентированное на зрение, захватывает изображение руки с помощью камер, а затем использует обработку изображений, а также машинное обучение для комплексной оценки и идентификации жеста. В настоящее время компьютерное графическое распознавание жестов делится на три фазы, включая сбор изображения, обнаружение тела или руки и сегментацию, а также идентификацию и категоризацию жеста [8].

В результате исследований было выявлено несколько ключевых методов и алгоритмов на основе компьютерного зрения, используемых для распознавания жестов, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества.

1. Методы, основанные на выявлении цветовых закономерностей, включая подходы к определению цвета кожи, остаются одними из самых популярных для сегментации рук. Они применяются в различных аспектах: от реконструкции конфигураций рук до идентификации жестов. Из-за высокой размерности векторов признаков используется метод уменьшения размерности Kernel PCA [2]. Для классификации жестов применяется метод опорных векторов (SVM). Для сегментации кожи чаще используются форматы цветового пространства RGB (англ. Red, Green, Blue – красный, зелёный, синий) и HSV (англ. Hue, Saturation, Value – тон, насыщенность, значение) [4].

2. Подходы, основанные на внешнем виде, предполагают извлечение элементов изображения для моделирования внешнего вида объекта, например, руки. В таких подходах признаки вычисляются напрямую по яркости пикселей без предварительного процесса сегментации [2]. Выделяется подход, основанный на

примитивах Хаара [3]. Такой подход невосприимчив к окклюзиям и изменению освещения, поскольку он вычисляет разницу оттенков в градациях серого цветового пространства. Для задачи распознавания конфигураций рук используется каскадный алгоритм машинного обучения пикселей без предварительного процесса сегментации [2].

3. Подходы по распознаванию жестов рук на основе 3D-моделей руки используют информацию о дальности визуальных элементов, тем самым позволяют формировать объемную модель руки [2]. Среди таких подходов выделяется модель распознавания действия рукой с использованием одного изображения RGB (англ. Red, Green, Blue – красный, зелёный, синий) [7]. Также выделяется новый алгоритм на основе сверточной нейронной сети, который обучается детектировать руку из 3D-изображения [5]. Также в практическом применении используется подход для обнаружения и распознавания трехмерных жестов одной руки с использованием CNN (англ. Convolutional Neural Network – свёрточная нейронная сеть) для обнаружения конфигураций рук [6].

Несмотря на имеющиеся достижения в области распознавания жестов, на практике существует ряд до конца не решенных задач и трудностей. Во-первых, точность и надежность распознавания могут зависеть от различных факторов, включая условия освещения, фоновый шум и индивидуальные особенности пользователей. Также актуальна проблема интероперабельности и стандартизации – разнообразие жестов и отсутствие единых стандартов может затруднить внедрение технологий.

По результатам исследований был сделан вывод, что наиболее подходящие алгоритмы для распознавания жестов включают гибридные подходы, которые комбинируют методы выявления цветовых закономерностей с алгоритмами машинного обучения, особенно со сверточными нейронными сетями (CNN).

Распознавание жестов с помощью компьютерного зрения открывает новые возможности для улучшения взаимодействия человека и технологий. Будущее связано с развитием нейросетей и интеграцией ИИ в повседневные устройства, что повысит удобство и эффективность.

Ключевыми направлениями исследований станут разработка адаптивных систем, способных обучаться в реальном времени, и улучшение надежности распознавания в сложных условиях. Также будет исследована комбинация жестового управления с другими методами, такими как голосовые команды

Библиографический список

1. Булыгин Д.А., Мамонова Т.Е. Распознавание жестов рук в режиме реального времени // Научный вестник НГТУ. – 2020. – Т. 78 – № 1 – С. 25-40.
2. Д.А. Рюмин, И.А. Кагиров. Подходы к автоматическому распознаванию жестовой информации: аппаратное обеспечение и методы // Пилотируемые полеты в космос. – 2021. - № 3 – 18 с.
3. Chen Q., Georganas N.D., Petriu E.M. Real-time Vision-based Hand Gesture Recognition Using Haar-like Features // In the Instrumentation and Measurement Technology Conference (IMTC). – 2007. – IEEE. – pp. 1–6.
4. Jones M.J., Rehg J.M. Statistical Color Models with Application to Skin Detection // International Journal of Computer Vision. – 2002. – Vol. 46. – No 1. – pp. 81–96.

5. Malik J., Elhayek A., Stricker D. Structure-aware 3D Hand Pose Regression From a Single Depth Image // In the International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality. – 2018. – pp. 3–17.

6. Ryumin D., Kagirov I., Ivanko D., Axyonov A., Karpov A.A. Automatic Detection and Recognition of 3D Manual Gestures for Human–machine Interaction // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2019. – Vol. XLII-2/W12. – pp. 179–183.

7. Tekin B., Bogo F., Pollefeys M. H+ O: Unified Egocentric Recognition of 3D Hand-object Poses and Interactions // In the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2019. – IEEE. – pp. 4511–4520.

8. Zepel Zheng. Human Gesture Recognition in Computer Vision Research. - SHS Web of Conferences 144, 2022. – 5 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАНАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВНИМАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ф.В. Слобожанин

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

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

Сверточные нейронные сети (CNN) стали настоящим прорывом в области классификации изображений, демонстрируя выдающиеся результаты в решении различных задач. Однако эффективность CNN во многом зависит от способности извлекать ключевые признаки из входных данных. Этот процесс часто включает анализ сложных пространственных отношений между пикселями, и его можно улучшить путем внедрения механизмов внимания.

Механизмы внимания стали предметом активного изучения в области глубокого обучения, особенно в таких областях, как компьютерное зрение и обработка естественного языка. Основная идея внимания заключается в избирательном фокусировании на определённых частях входных данных, что позволяет модели выделять наиболее важную информацию и повышать эффективность обучения.

В данном исследовании в качестве базовой модели используется стандартная архитектура сверточной нейронной сети (CNN), например, ResNet или VGG. В различные уровни сети включаются модули управления каналами, такие как SE-Net или CBAM [3]. Эффективность этих механизмов внимания оценивается на основе эталонных наборов данных изображений, таких как ImageNet [2] и CIFAR-10 [3].

В рамках исследования будут проанализированы следующие аспекты:

1. Точность классификации: будет проведена оценка точности классификации сети с модулями внимания и без них с использованием различных показателей.
2. Вычислительные затраты: будет оценено влияние модулей внимания на вычислительные затраты сети с учетом таких факторов, как время обучения и скорость вывода.
3. Визуализация объектов: будет использована методика Grad-CAM [4] для визуализации полученных значений концентрации внимания и понимания того, как модель фокусируется на определенных областях входного изображения.

Предполагается, что внедрение механизмов привлечения внимания к каналам позволит повысить точность классификации в модели CNN. Сосредоточив внимание на соответствующих функциях, сеть, как ожидается, будет более эффективно обучаться и с большей точностью различать классы.

Данное исследование направлено на более глубокое понимание роли механизмов внимания в улучшении работы сверточных нейронных сетей (CNN) при классификации изображений. Целью исследования является демонстрация эффективности модулей внимания канала в улучшении процесса выделения признаков и распознавания. Это потенциально может привести к созданию более эффективных и точных моделей классификации изображений.

Библиографический список

1. Рафаэл С. Гонсалес, Ричард Е. Вудс Цифровая обработка изображений/Пер. с англ. - М.: Техносфера, 2012. – 1105с.
2. Дэн Дж., Донг У., Сочер Р., Ли Л. Дж., Ли К. и Фей-Фей Л. (2009). ImageNet: Крупномасштабная иерархическая база данных изображений. В материалах конференции IEEE по компьютерному зрению и распознаванию образов (стр. 248-255).
3. Крижевски А., Хинтон Г. и другие (2009). Исследование многослойных объектов на основе крошечных изображений. Технический отчет, Университет Торонто.
4. Сельвараджу Р. Р., Когсуэлл М., Дас А., Ведантам Р., Парих Д. и Батра Д. (2017). Grad-CAM: Визуальные объяснения из глубоких сетей с использованием локализации на основе градиента. Материалы Международной конференции IEEE по компьютерному зрению (стр. 618–626).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ВИДЕОХОСТИНГУ С ПОДДЕРЖКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ И КАТЕГОРИЗАЦИИ

Е.А. Соколов

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

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

Актуальность: особенностями современных видеохостингов, таких как YouTube, являются обработка больших объемов данных, необходимость предоставления пользователям релевантного контента. Создание собственного локального сервиса для компании или государства позволит не только избавиться от монополии глобальных сервисов и соответствовать требованиям законодательства, но и повысить качество поиска для целевой аудитории.

Сравнение аналогов: YouTube – популярная платформа с большой аудиторией, хорошо работающими алгоритмами поиска и рекомендаций, но фактически это монополист с большим количеством рекламы. Rutube и VK Video – отечественные платформы, но имеют посредственное качество поиска и рекомендательных алгоритмов. Twitch отлично подходит для онлайн трансляций, но в остальном функционал сильно ограничен. Vimeo позволяет хранить видео в хорошем качестве, отсутствует реклама, но аудитория сервиса сравнительно невелика из-за платных функций.

Обзор методов, алгоритмов и особенностей предметной области:

1. трансляция видео по сети: широко используются протоколы HLS, MPEG-DASH, RTMP, WebRTC [1]. Решено использовать протокол MPEG-DASH, поскольку он поддерживает большое количество кодеков, в том числе свободных, а также хорошо подходит для трансляции контента широкой аудитории: в частности, его используют YouTube и Netflix [2],

2. хранение видео: облачные хранилища, например, S3. Основные преимущества – масштабируемость, гибкое ценообразование, поддержка шифрования, наличие RESTful API. Недостатки – высокая цена исходящего трафика, задержки передачи данных от сервера далеко расположенным клиентам. Для решения этих проблем используют сервисы непрерывной доставки контента CDN.

3. поиск видео: в основном используются собственные закрытые разработки. Предлагается использовать свободную и активно-развивающуюся информационно-поисковую систему Elasticsearch [3], которая позволяет проводить полнотекстовый поиск по метаданным с возможностью тонкой фильтрации. Также возможно применять встроенные в СУБД средства полнотекстового поиска, методы машинного обучения [4].

4. кодирование видео: для преобразования видео из обычных форматов во фрагментированные, которые лучше подходят для передачи по сети, используется свободная утилита ffmpeg, позволяющая в том числе сменить кодек и качество видеопотока, проверить файл на ошибки. Поскольку процесс преобразования видео трудоемок, используется связка из нескольких отдельных серверов по обработке и балансировщика нагрузки.

Применяемый стек технологий: сервис разрабатывается на языке Java с использованием Spring Boot, Spring Rest, Spring MVC. Для frontend-части используются HTML, CSS, JavaScript. В качестве СУБД выбран PostgreSQL. Брокер сообщений – ActiveMQ, Система поиска – Elasticsearch. Для обработки видео используются возможности библиотеки ffmpeg, для распределения нагрузки по серверам обработки видео – балансировщик на основе алгоритма кругового обслуживания.

Высокоуровневая схема проектируемого сервиса представлена на рисунке 1.

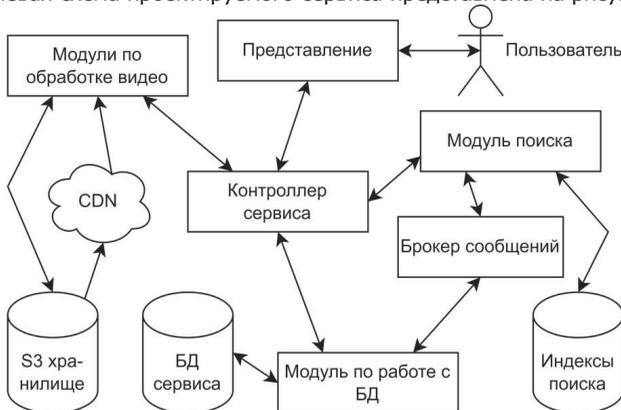


Рисунок 1 – Высокоуровневая схема проектируемого ПО

Библиографический список

1. Тоболь А. Архитектура для пользователей [Электронный ресурс] // habr.com. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/687752/>, свободный. – (Дата обращения: 23.10.2024),
2. Ключков М. Какой бывает HTML5-стриминг (и почему mp4-стриминга не существует) [Электронный ресурс] // habr.com. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/erlyvideo/articles/317494/>, свободный. – (Дата обращения: 24.10.2024),
3. Чумак Д. Учимся работать с Elasticsearch [Электронный ресурс] // хакер.ru. – Режим доступа: <https://хакер.ru/2015/06/11/elasticsearch-tutorial/>, свободный. – (Дата обращения: 25.10.2024),
4. Michael Avendi, Video Classification with CNN, RNN, and PyTorch [Электронный ресурс] // Medium.com. – Режим доступа: <https://medium.com/howtoai/video-classification-with-cnn-rnn-and-pytorch-abe2f9ee031>, свободный. – (Дата обращения: 25.10.2024)

АНАЛИЗ И ВЫБОР МЕТОДОВ ДЛЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПОДБОРУ ЛИТЕРАТУРЫ

Т.Е. Степанова

Научный руководитель – Филатов И.Ю. к.т.н., доцент

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

В настоящее время человек часто сталкивается с необходимостью выбора: какие фильмы посмотреть, какую музыку послушать, какую книгу прочитать. Это непростая задача. В мире, где каждый новый день приносит с собой множество предложений, пользователю доступна лишь ограниченная информация, и он вынужден делать выбор, опираясь на названия, краткие описания или советы других людей. Именно поэтому возникает вопрос: как найти то, что действительно заслуживает нашего внимания? В стремлении удовлетворить эту потребность, наблюдается активное развитие рекомендательных систем, которые учитывают предпочтения пользователей и предлагают наиболее подходящие варианты. Эти системы находят широкое применение не только в коммерческих проектах, но и в образовательной и культурной сферах, помогая пользователям ориентироваться в большом объеме информации и находить действительно важные материалы.

Одной из ключевых особенностей современных рекомендательных систем является использование данных о поведении пользователей [1]. На основе анализа историй чтения и пользовательских оценок можно строить более точные модели предпочтений. Однако, важным является не только учет предпочтения читателей на основе их истории чтения, но и анализ самих книг, а также отзывов других пользователей для более точного и персонализированного подбора рекомендаций.

Можно выделить два основных подхода для построения рекомендаций: коллаборативная и контентная фильтрация.

Коллаборативная фильтрация опирается на сходство в поведении разных пользователей, для того чтобы генерировать рекомендации на основании интересов других читателей. Это позволяет учитывать более тонкие и субъективные предпочтения, не всегда очевидные из описаний контента, так как система

рекомендует литературу, основываясь на мнении других пользователей, даже если при этом она не знает ничего о самом наполнении книги [2].

Контентная фильтрация работает на основе анализа характеристик контента, который предпочитает пользователь. Для книг это могут быть жанры, ключевые слова, стиль, описание сюжета или другие текстовые характеристики, которые важны в сфере литературных предложений. В отличие от коллаборативной, контентная фильтрация не требует данных о других пользователях. Система изучает предпочтения пользователя на основе уже прочитанных или оценённых книг, а затем рекомендует ему книги с похожими характеристиками.

Каждый подход имеет свои проблемы. Например, алгоритмы коллаборативной фильтрации К-ближайших соседей (KNN) [3] и сингулярное разложение матрицы (SVD) хорошо работают для пользователей с большим количеством данных, но могут испытывать трудности с новыми пользователями или книгами (проблема "холодного старта"). В то же время метод TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) [4] контентной фильтрации может решить эту проблему, предлагая книги на основе их характеристик. Гибридный подход объединяет коллаборативную и контентную фильтрацию, что позволяет избежать ситуаций, когда рекомендации оказываются пустыми или неактуальными, тем самым компенсируя недостатки каждого метода. Гибридная фильтрация объединяет преимущества обоих подходов и позволяет повысить точность рекомендаций.

Так же, для повышения точности и вариативности рекомендаций в гибридных системах можно использовать нейронные сети. Глубокие нейросетевые модели позволяют анализировать текст и выявлять скрытые шаблоны в поведении пользователей. Методы обработки естественного языка (NLP) играют ключевую роль в улучшении точности анализа текстовых данных, позволяя выявлять тонкости и контекст произведений, а также анализировать отзывы пользователей. К примеру, проверка рекомендаций, полученных с помощью гибридной фильтрации, с помощью анализа тональности отзывов поможет оценить приемлемость контента для различных пользователей.

Кроме того, применение NLP улучшает качество рекомендаций, учитывая стилистику, сюжетные линии и эмоциональную окраску произведений. Это позволяет нейронным сетям фокусироваться не только на основном содержании, но и на эмоциональных и контекстных аспектах, что делает рекомендации более персонализированными.

Таким образом, объединение разных методов фильтрации совместно с нейросетевым подходом позволит создать эффективную рекомендательную систему по подбору литературы.

Библиографический список

1. Фальк, К. Рекомендательные системы на практике / К. Фальк. – Москва: ДМК-Пресс, 2020. – 448 с.

2. Анатомия рекомендательных систем. Часть первая [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/companies/lanit/articles/420499> (Дата обращения: 24.09.2024).

3. Метод К-ближайших соседей (KNN). Принцип работы, разновидности и реализация с нуля на Python [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/articles/801885/> (Дата обращения: 22.10.2024).

4. Извлечение признаков из текстовых данных с использованием TF-IDF [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/755772/> (Дата обращения: 22.10.2024).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ИСПОЛНЕНИЯ ТАНЦЕВАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.Д. Табакова

Научный руководитель – Филатов И.Ю. к.т.н, доцент

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

В условиях растущей популярности танцев автоматизированный анализ исполнения танцевальных элементов становится все более актуальным. Специальные алгоритмы могут оценивать качество исполнения, идентифицировать стиль и создавать рекомендации для танцоров, что облегчает работу педагогам, особенно в больших коллективах.

С развитием технологий появляется возможность применения программного обеспечения для автоматизации процессов в танцевальной сфере, что позволяет глубже изучать и корректировать технику движений. Это расширяет возможности на занятиях в образовательных учреждениях, в том числе на онлайн занятиях.

Анализ исполнения движений, как в сольном, так и в групповом формате, играет ключевую роль в обучении танцам и существенно влияет на эффективность тренировок. Современные тренеры и учащиеся нуждаются в объективной оценке техники выполнения.

Программное обеспечение автоматизированного анализа поможет выявлять детали и ошибки, что способствует более эффективному обучению и коррекции техники. Создание такого ПО может быть применимо не только в профессиональном спорте, но и в образовательных целях.

Целью исследования является выявление эффективных алгоритмов, способных автоматически анализировать танцевальные движения, используя современные методы анализа движения и машинного обучения.

По результатам проведенных исследований можно сделать выводы – какие функциональные части должны содержаться в системе автоматизированного анализа исполнения танцевальных элементов.

1. Отслеживание ключевых точек человека. Является одной из основных технологий в областях компьютерного зрения и анализа движения, используется для анализа танцевальных элементов. Этот процесс включает в себя идентификацию определенных анатомических точек на теле танцора (таких как суставы и ключевые точки мышц) и отслеживание их перемещений в пространстве и времени. Такой подход может включать в себя описание набора данных и обучение модели [1].

Одной из наиболее подходящих технологий для решения подобных задач, является технология MediaPipe, которая относится к области компьютерного зрения. Этот метод обладают возможностью обнаруживать и отслеживать ключевые точки на теле человека, что делает их особенно полезными для анализа движений [3].

2. Машинное обучение. Использование алгоритмов глубокого обучения для классификации и оценки танцевальных движений. Это позволит создавать

адаптивные системы, которые будут обучаться на основе собранных данных и улучшать свою точность с течением времени [2].

В общем случае изображение обрабатывается с помощью сверточных нейронных сетей для генерации карт признаков (feature maps) конкретного входного сигнала. Сверточные нейронные сети (CNN) — это глубокие нейронные сети, которые получили широкое распространение в задачах обработки изображений и видео. Далее карта признаков обрабатывается на различных этапах конвейера CNN для получения карты достоверности (confidence map) и поля сходства частей тела (Part Affinity Fields) [6].

3. Сравнение движений с эталонами. Применение алгоритмов, которые могут сравнивать исполненные движения с заранее записанными эталонными последовательностями.

В качестве метрики можно использовать разные варианты, например — сумма квадратов разниц между шаблоном и картинкой (sum of squared differences, SSD), или использовать кросс-корреляцию (cross-correlation, CCORR) [4]. Кросс-корреляция является сверткой двух изображений. Свёртки можно реализовать, используя преобразование Фурье. Согласно теореме о свёртке, после преобразования Фурье свёртка превращается в простое поэлементное умножение.

Также возможно использование метода «Детектор угла Харриса» для выявления правильного положения частей тела. Данный метод рассматривает производные яркости изображения для исследования изменений яркости по множеству направлений [5].

4. Обратная связь и рекомендации. Функция предоставления обратной связи танцорам, что позволит улучшить технику выполнения. Например, на основе анализа исполнения танцевальных элементов система может рекомендовать конкретные упражнения или техники, направленные на исправление ошибок.

Таким образом, в результате исследования, были рассмотрены и предложены методы для автоматизированного анализа исполнения танцевальных элементов, которые позволят не только оценивать текущее состояние исполнителя, но и давать предложения по его улучшению. Эти результаты могут быть полезны как для профессиональных танцоров, так и для любителей, стремящихся повысить свои навыки.

Рассмотренные методы могут быть интегрированы в будущие проекты, такие как системы анализа соревнований и дистанционные тренировки. Система автоматизированного анализа исполнения танцевальных элементов сможет значительно улучшить подход к обучению и развитию танцевального мастерства.

Библиографический список

1. Анирад Коул, Сиддха Ганджу, Мехер Казам Искусственный интеллект и компьютерное зрение. Реальные проекты на Python, Keras и TensorFlow, Санкт-Петербург, 2023. – 608с.

2. А.В. Кугаевских, Д.И. Муромцев, О.В. Кирсанова Классические методы машинного обучения, Санкт-Петербург, 2022. – 53с.

3. Статья «OpenPose vs MediaPipe: Comprehensive Comparison & Analysis», 2023 г., [Электронный ресурс]. URL: <https://saiwa.ai/blog/openpose-vs-mediapipe/>

4. Habr: Нахождение объектов на картинках, [Сайт]. URL: <https://habr.com/ru/companies/joom/articles/445354/>

5. Habr: Детекторы углов, [Сайт]. URL: <https://habr.com/ru/articles/244541/>

6. GitHub: OpenPose, [Сайт]. URL: <https://github.com/CMUPerceptual-Computing-Lab/openpose>

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ФИТНЕС-КЛУБА И ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ

К.И. Тимофеева

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

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

В современном обществе люди все больше интересуются здоровьем и физической формой, а здоровый образ жизни и активный отдых становятся все более популярными. Фитнес-клубы являются важным элементом этой тенденции, предоставляя людям место для занятий спортом и тренировок, а также место для общения, саморазвития и поддержки.

Фитнес-клубы предлагают широкий спектр услуг, включая профессиональные тренировки и самое современное оборудование. В связи с этим возникают определенные проблемы по решению специфических задач. Эти задачи требуют значительных временных и трудовых затрат, что может снижать качество предоставляемых услуг и вызывать недовольство клиентов.

Бизнес-процессы многих фитнес-клубов часто вовсе не автоматизированы или автоматизированы минимально. Учет операций ведется на бумажных носителях (журнал продаж, журнал посещений), что увеличивает время обслуживания одного клиента. Помимо этого, ведение учета таким способом страдает уровнем отлаженности и надежности, ведь информация о клиенте, о посещении занятия, о проданной клубной карте, о какой-либо статистике по продажам может быть утеряна.

Исходя из этого, в современных реалиях, чтобы фитнес-клубу предоставлять качественные услуги, чтобы исключить влияние «человеческого фактора», который нередко приводит к потере дохода, нужно автоматизировать бизнес-процессы своей деятельности [1].

Автоматизация фитнес-клубов способствует оптимизации текущей деятельности сотрудников и процессов за короткий промежуток времени, эффективному проведению анализа результатов работы и долгосрочному планированию бизнеса. Предлагаемые услуги и возможности позволяют поддерживать заинтересованных клиентов, их вовлеченность в тренировочный процесс, а также конкурентоспособность фитнеса [2].

В данной ситуации разработка информационной системы для автоматизации работы фитнес-клуба становится особенно актуальной. Такая система позволит упростить и оптимизировать процессы, снижая нагрузку на административный персонал, обеспечивая доступ к актуальной информации и улучшая взаимодействие с клиентами. В связи с этим необходим комплексный продукт, который учитывал бы специфику конкретной предметной области. Проведем обзор существующих аналогов.

«1С: Фитнес-клуб». Программа для автоматизации и управления фитнес-клубом. Данное решение имеет широкий функционал, разработчики выделяют пять основных групп функций.

Работа с клиентами. Позволяет формировать клиентскую базу, и при этом хранить разнообразную информацию о клиенте.

Учет финансов. Данный раздел учитывает все манипуляции с денежными средствами, которые проводятся при работе с клиентами.

Управление персоналом. Основные возможности: хранение данных о сотрудниках, формирование рабочего графика, учет фактически отработанного ими времени, расчет заработной платы.

Достоинства и недостатки. Программный продукт не предусматривает ведения бухгалтерского и налогового учета. Для реализации этих возможностей необходимо провести интеграцию приложения с «1С: БУХГАЛТЕРИЯ 8», что требует дополнительных ресурсов. Также к недостаткам можно отнести короткий срок бесплатного гарантийного обслуживания по сравнению с другими программными продуктами.

AppEvent. Модульная платформа автоматизации учета и онлайн-записи.

Работа с клиентами. Используется единая база клиентов для повторных продаж. Статистика заказов по каждому клиенту. Возможность добавлять клиентов в черный список. Статистика по продлению абонементов.

Учет финансов. Оценка рентабельность и эффективность бизнеса на основе отчетов. Аналитика записи к тренеру. Источники записи.

Управление персоналом. Расчет заработной платы сотрудникам происходит автоматически. Минимизация ошибок при расчете. Экономия времени. Гибкие условия начисления зарплаты.

Достоинства и недостатки. В "планировании" нет вида календаря на «неделю». Есть финансовый учет. Интуитивно непонятный интерфейс.

ListOk CRM. Работа с клиентами. Добавление данных о занятиях, абонементов и составление расписания.

Учет финансов. Данный программный продукт не предусматривает ведения бухгалтерского и налогового учета.

Достоинства и недостатки. Функционал и интерфейс удобные. Техподдержка круглосуточная. К минусам относится неудобный календарь.

SportCRM. Облачная система для легкого управления спортивными клубами, которая автоматизирует процессы, держит под контролем работу сотрудников и партнеров по франшизе, делает ведение бизнеса более прозрачным.

Работа с клиентами. Наличие базы данных спортсменов, кандидатов и тренеров, журнала посещений, мероприятий, соревнований и сборов.

Достоинства и недостатки. База данных клиентов клуба. Контроль своевременности внесения оплаты по абонементам и прочим услугам. Анализ притока для автоматизации а/оттока клиентов (новые спортсмены, ушедшие, переходы от тренеров). Личный кабинет родителя: контроль оплат, оплата по квитанции или картой онлайн, персональное расписание занятий, загрузка отсканированных документов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что есть потребность в разработке собственной информационной системе, автоматизирующей различные бизнес-процессы фитнес-клуба.

Библиографический список

1. Попов Ю.А. Актуальность CRM-системы как нового подхода к выстраиванию взаимоотношений с клиентами в фитнес клубе. – Курск: Изд-во «Университетская книга», 2022.
2. Дерябина Е.П., Пестова С.Ю. Применение информационных технологий в сфере работы фитнес. – Омск: СибАДИ, 2021.

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ

В.С. Тулюков

Научный руководитель – Крошила С.В. к.т.н., доцент

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

В докладе рассматриваются проблемы при обработке изображений и их оптимизации. Обработка изображений является неотъемлемой частью той или иной сферы деятельности. Она находит применение в медицине (анализ снимков при рентгенографии), в промышленности (обнаружение дефектов на производстве), робототехнике (машинное зрение), спутниковой фотосъемке, военном деле и многом другом. Основные задачи, которые решаются в данной области, включают фильтрацию изображений для уменьшения шума, повышение четкости изображений, а также обнаружение контуров объектов для дальнейшего распознавания. Помимо этого, заслуживает внимания структура тех или иных изображений, так как при их обработке используются именно файловые данные изображений (байтовый код). Структура цифрового изображения определяется набором пикселей, каждый из которых обладает характеристиками, такими как цветовой канал и яркость [1, с.13]. Эта структура является основой для дальнейшей обработки, которая направлена на улучшение качества изображения или извлечение полезной информации.

Методы обработки изображений можно разделить на несколько ключевых направлений. Одним из важнейших направлений является фильтрация, которая применяется для удаления шума и повышения четкости. Шум может возникать по различным причинам, например, при захвате изображения в условиях плохого освещения. Классические методы фильтрации включают в себя линейные и нелинейные фильтры, которые сглаживают изображение, уменьшая влияние шума, при этом стараясь сохранить важные детали.

Еще одним направлением является обнаружение и выделение контуров объектов. Это позволяет выделять элементы на изображении и находит применение в компьютерном зрении. Существуют различные алгоритмы для этой задачи, большая часть из которых основывается на использовании градиентных операторов [2]. Каждый из них имеет свои особенности и применим в зависимости от типа и качества обрабатываемого изображения.

Для оценки эффективности методов обработки важно учитывать не только качество конечного результата, но и производительность алгоритмов. Оптимизация методов обработки изображений включает в себя улучшение работы как с точки зрения времени выполнения, так и использования вычислительных ресурсов (памяти). Оптимизация предполагает улучшение кода алгоритма путём уменьшения количества операций и переменных, а также применение параллельного программирования, позволяющего больше задействовать процессор при обработке.

Также имеет смысл использовать конкретные методы для той или иной задачи, так как некоторые из них специфичны и могут быть неприменимы при решении некоторых проблем.

Библиографический список

1. Поляков А.Ю. Методы и алгоритмы компьютерной графики в примерах на Visual C++. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 416 с.: ил.;
2. Международный научно-исследовательский журнал (МНИЖ) – рецензируемое научное издание [Электронный ресурс] : Анализ методов определения контуров изображения, Бондаренко А.Ю. (2015.09.15) – Режим доступа: <https://research-journal.org/archive/8-39-2015-september/analiz-metodov-opredeleniya-konturov-izobrazheniya>.

**АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ОТВЕТОВ
ЧАТ-БОТА**

Е.М. Федотов

Научный руководитель — Каширин И.Ю. д-р техн. наук, профессор
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

Постоянное развитие методов глубокого обучения позволяет использовать различные нейронные сети для решения задач обработки естественного языка (NLP) [1], где применяются нейросети с прямой связью (FNNLM), рекуррентные нейронные сети (RNN), нейронные сети долгой краткосрочной памяти (LSTM) и модели кодировщика-дешифратора трансформера.

Чат-бот – это компьютерная программа, способная отвечать человеку на привычном для него языке при помощи текстовых или голосовых сообщений, а взаимодействие с ней совершается посредством интуитивно понятного интерфейса [2].

Применение для определенной предметной области нейросетевой языковой модели, обученной на профессиональной литературе, предоставляемой её авторами, позволит наделять чат-бота узкоспециализированной информацией для генерации более точных и научно подтвержденных ответов. Но перед непосредственным использованием языковой модели следует рассмотреть некоторые их виды.

Языковая модель нейронной сети с прямой связью (FNNLM) представляет собой простую нейронную сеть, которая предсказывает следующее слово на основе фиксированного числа предыдущих слов. FNNLM улучшает традиционные n-граммные модели за счёт использования скрытых слоёв, которые позволяют модели лучше улавливать зависимости в данных. Однако и эта модель имеет ограничения, так как может обрабатывать только фиксированное количество предыдущих слов [3].

Рекуррентные нейронные сети (RNN), в отличие от FNNLM, способны учитывать произвольное количество предыдущих слов благодаря их архитектуре, которая включает в себя циклические соединения. Это позволяет моделям RNN учитывать долгосрочные зависимости в тексте, что существенно повышает качество генерации и понимания текста [3]. Но при увеличении расстояния между учитываемыми словами и генерируемым у RNN ухудшается способность связывания информации [3].

Устранить данную проблему позволяют сети долгой краткосрочной памяти (LSTM). LSTM — это разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способная к обучению долговременным зависимостям [3]. Такие сети используют механизмы управления потоком информации, что позволяет им лучше запоминать и использовать контекст при генерации текста.

Архитектура трансформера [4] активно используется в области NLP благодаря её способности работать с входными последовательностями любой длины, лучшей возможностью распараллеливания и меньшим количеством параметров по сравнению с предыдущими моделями [5]. Среди языковых моделей, построенных на основе данной архитектуры, можно выделить следующие:

- модели семейства GPT (Generative Pre-trained Transformer);
- модели семейства BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers).

В моделях семейства GPT используется только дешифратор трансформера [4], который укладывается в N слоёв и производит генерацию нового слова только на основе контекста, стоящего до него. Такой подход построения языковой модели демонстрирует хорошие результаты в генерации длинного текста и позволяет обучать модели при масштабировании до миллиардов параметров [5]. Но их основным недостатком является, механизм однонаправленного внимания, который не может полностью улавливать зависимости между контекстными словами в задачах понимания естественного языка.

Модели семейства BERT, в свою очередь, строятся на кодировщике трансформера, который укладывается в M слоёв [6]. При этом используется двунаправленное обучение, что позволяет понимать контекст слова как слева, так и справа от него. Это улучшает понимание грамматической структуры предложений, что позитивно отражается при генерации слов в языках со слабо формализованной структурой. Также благодаря данному подходу к построению модели улучшается понимание неоднозначностей в трактовке. Все эти факторы делают BERT особенно эффективным инструментом для задач, связанных с пониманием текста, таких как вопросно-ответные системы, информационный поиск.

На основе проведённого анализа нейросетевых языковых моделей для дальнейшего использования в алгоритме поиска и генерации ответов на запросы пользователей чат-бота выбран BERT за его достоинства перед другими моделями, рассмотренными в работе.

Библиографический список

1. Бахтизин А. Р. Большие языковые модели четвёртого поколения как новый инструмент в научной работе / А. Р. Бахтизин, А. В. Брагин, В. Л. Макаров // Искусственные общества, 2023. – Т. 18.
2. Использование чат-ботов в образовательном процессе [Электронный ресурс] / Ю.А.Токарева, А.С.Аристова, Ю.С.Безносюк [и др.] — Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82473/1/978-80-88327-04-2_017.pdf, свободный (дата обращения 15.10.2024).
3. Чучупал В.Я. Нейросетевые модели языка для систем распознавания речи / В.Я. Чучупал // Речевые технологии/Speech Technologies. 2020.
4. Attention Is All You Need / A.Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar [и др.]. - NeurIPS, 2017.

5. Прошина М. В. Анализ эффективности трансформеров для решения некоторых задач NLP / М. В. Прошина, А. Н. Виноградов // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологических систем. — Москва, 2023.

6. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding / J, Devlin, M. Chang, K. Lee, K. Toutanova, 2019.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АУДИОИНФОРМАЦИИ В НОТНУЮ ЗАПИСЬ

Л.А. Шестопалов

Научный руководитель - Филатов И.Ю. к.т.н., доцент

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

Игра на музыкальных инструментах становится все более популярной. Музыкантам, желающим научиться исполнять какую-либо композицию, приходится подбирать последовательность нот на слух. Данный процесс занимает достаточно много времени и для достижения наилучшего результата требует наличия под рукой инструмента, подобного тому, который использовался на записи. Это создает необходимость в разработке программного обеспечения, обеспечивающего быстрое и точное преобразование звуковой информации в ноты.

В ходе исследования существующих решений были найдены следующие преобразователи: MelodyScanner, Guitar2Tabs, Piano2Notes, SoundCloudStudio, LaToucheMusicale и AnthemScore 4.

Все перечисленные программные продукты используют нейронные сети для распознавания звуков и принимают требуемую последовательность нот в виде mp3-файла.

Guitar2Tabs и Piano2Notes имеют достаточно высокую точность преобразования, но предназначены только для распознавания звуков гитары или пианино соответственно. MelodyScanner и ScoreCloudStudio помимо преобразования аудио в ноты предоставляют возможность редактирования полученных партитур. LaToucheMusicale преобразует звуковую информацию в нотную запись с большей точностью, чем все остальные рассматриваемые конвертеры, но позволяет распознавать только звуки, извлекаемые при помощи фортепиано. AnthemScore 4 помимо нотной записи также строит спектрограмму полученных звуковых сигналов.

Все рассматриваемые преобразователи требуют оформления платной подписки для получения доступа к полному функционалу, в частности – к возможности формирования нотной записи музыкального фрагмента, длительность которого превышает тридцать секунд.

Звук представляет собой совокупность волн определённых частот. Все волны, образующие звук, составляют его спектр. При обработке звуковой информации применяется спектральный анализ. Данный метод анализа основан на преобразовании Фурье [1]. При применении преобразования Фурье исходный сигнал раскладывается на совокупность синусоид (гармоник). По полученному набору гармоник, звучащих в выбранный момент времени, можно определить, какие ноты звучат в этот момент.

Библиографический список

1. Алексей Лукин. Введение в цифровую обработку сигналов (математические основы). Лаборатория компьютерной графики и мультимедиа, МГУ, 2002г.

**РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ**

Е.С. Щенёв, Е.В. Гавзова, Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный

радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В докладе рассматривается ряд вопросов по разработке интеллектуальных методов принятия решений на основе анализа данных.

Повсеместная цифровизация общества диктует необходимость в написании и поддержке высококачественного программного обеспечения. С ростом количества функций и методов автоматизированной системы освоения знаний повышается уровень использования ее компонентов. Отображение визуальных компонентов, демонстрирующих определенные результаты или процессы, является немаловажным фактором для наглядности и взаимодействия пользователя с используемой системой. Ярким примером таких компонентов являются элементы искусственного интеллекта, представляющие самообучаемые алгоритмы, отражающие предельную ясность предмета или субъекта исследуемой системы. Алгоритмы искусственного интеллекта могут превосходить способности человека во многих сферах, использующих обработку данных [1].

Методы отображения визуальных компонентов, демонстрирующие результаты системы тестирования, необходимы для наглядного отображения результата взаимодействия пользователя с информационной системой. В качестве визуализации освоения образовательной программы может быть использован метод представления данных, реализованный с помощью элементов искусственного интеллекта для непрерывного анализа контроля знаний. Адаптация указанного метода заключается в изменении начальных, промежуточных и итоговых средств демонстрации результатов прохождения тестирования. В зависимости от позитивной или, наоборот, негативной прогрессии, строящейся в зависимости от ответов на каждый вопрос тестирования, изменяется фотография студента. Применение такого метода позволяет оптимизировать процесс оценивания статистических данных, полученных во время прохождения тестирования.

Технология изменения эмоций на фотографиях с помощью нейронных сетей представляет собой процесс, в котором алгоритмы машинного обучения анализируют изображение лица, определяют его эмоциональное состояние, а затем изменяют это состояние, чтобы создать новую эмоцию [2].

Один из способов, которым нейронные сети могут изменить эмоцию на фотографии – использование технологии распознавания ключевых точек на лице. Метод предполагает определение координат глаз, носа, рта и бровей, которые являются важными индикаторами эмоционального состояния человека. После того как ключевые точки выделены, алгоритм может анализировать их расположение и форму для определения типа эмоции, а также изменить эту эмоцию, перемещая ключевые точки в новые позиции. Технология изменения эмоций на фотографиях с

помощью нейронных сетей может быть использована для создания новых эмоций или изменения существующих на основе первоначально определенной эмоции на фотографии.

В качестве основы при разработке интеллектуальных методов принятия решений была использована модель для редактирования изображений в реальном времени. Модель работает на основе алгоритмов машинного обучения, которые анализируют изображение и определяют эмоциональное состояние человека на фото. Исходный код позволяет преобразовать модель, способную только определять эмоции на фотографии, к модели, изменяющей эти эмоции к нужным.

Исходная модель включает в себя функционал распознавания эмоции на фотографии, выделения ключевых точек на ней, а также координат каждой из этих точек. Для того чтобы изменять эмоции в «положительную» или «отрицательную» сторону необходимы не только координаты изначальных точек, но и векторы для последующего перемещения этих точек в определенные направления, зависящие от выбранной эмоции.

В качестве основной определяющей для построения каждого вектора к определенной ключевой точке являются параметры, которые подаются на вход модели помимо изначального изображения лица. Эти параметры необходимы для математической модели, которая позволяет рассчитывать векторы для каждой точки [3].

Подводя итог вышесказанному, можно заключить следующее: при разработке интеллектуальных методов принятия решений на основе анализа данных могут быть использованы методы, алгоритмы, а также основы теории распознавания эмоций на фотографиях. Структура нейросетевой модели применяется для классификации изображений по эмоциональной окраске и изменения эмоций на выбранной фотографии. Методы отображения визуальных компонентов, реализованные с помощью элементов искусственного интеллекта и демонстрирующие результаты системы тестирования, наглядно отображают результат взаимодействия пользователя с сетевой информационной системой.

Библиографический список

1. Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С., Бодров О.А. Модель освоения образовательных компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. № 84. С. 119-132.
2. Майков К.А. Алгебраические особенности композиции алгоритмов вычисления фрактальных структур // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2020. – № 76. – С. 117–127.
3. Демидова Л.А. Разработка двухуровневого классификатора сложноорганизованных многомерных данных больших объемов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2016. № 2 (56). – С. 71–82.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАЗНОРОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ДАННЫХ

Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин

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

В докладе рассматриваются особенности применения методов кластерного анализа для обработки разнородной информации в базах данных.

Одним из возможных подходов обработки разнородной информации в базах данных можно считать применение методов кластерного анализа.

Определяя процесс кластеризации необходимо выделить два уровня:

- «верхний», при котором решение задачи представления объектов, принадлежащих некоторому множеству S и характеризуемых совокупностью признаков X , в виде совокупности подмножеств (кластеров) может быть представлено «методом автоматической классификации»;
- «нижний», который подразумевает процесс классификации как разделение объектов в хорошо обследованном (статистически описанном) многомерном пространстве, поиск соответствующих гиперповерхностей. Оценки функций распределения для классов, в данном случае, определены параметрически или непараметрически.

Необходимо заметить, что нахождение оптимального решения с использованием «верхнего уровня» должно осуществляться при выполнении следующих условий:

- каждый объект должен принадлежать одному подмножеству;
- объекты, принадлежащие одному кластеру должны быть «схожими»;
- объекты, принадлежащие разным кластерам должны быть «разнородными».

Следует отметить, что в процессе проведения кластеризации при обработке разнородной информации происходит поиск групп объектов в «неразведанном» пространстве, в котором их скопления свидетельствуют о естественной близости, в дальнейшем интерпретируемые как промежуточный результат. Если статистическое описание пространства отсутствует, то задача может не иметь решения.

Полученное разбиение является результатом необходимым для поддержки принятия решений. Кластерный анализ является предварительным шагом перед использованием других методов обработки данных.

Однородность многокритериальных показателей определяется комбинацией методов корреляционного и кластерного анализа [1].

Если для исходного множества объектов отсутствуют метки принадлежности к подмножеству (кластеру, группе), то рассматривается задача классификации.

Применение методов принятия решений и инструментов моделирования к одной и той же группе данных в разных метрических пространствах зачастую приводит к различным результатам.

Для корректного решения задачи кластеризации необходимо использование разнообразных метрик, в которых вычисляется мера схожести или различия объектов. Так, для нахождения расстояния между объектами и получения кластеров предпочтительно проводить исследование на множестве метрик: расстояние Евклида, расстояние Махаланобиса, расстояние городских кварталов, взвешенное Евклидово расстояние, расстояние Хемминга, расстояние Хаусдорфа. Сравнительный

анализ полученных мер объектов в рассматриваемых метриках и выбор наиболее подходящего варианта необходим для получения качественного результата [2]. Использование различных мер схожести между объектами объясняется, прежде всего, разнородностью признаков (атрибутов) объектов. Они могут быть бинарными, категориальными (номинальными), упорядоченными, числовыми (количественными).

Для определения расстояния между кластерами применяются следующие основные методы: расстояние «ближнего соседа», расстояние «дальнего» соседа, расстояние по «центрам тяжести» групп, расстояние по принципу «средней связи» [3].

Выполнив анализ полученных расстояний между кластерами, производится процесс обработки разнородной информации в базах данных с использованием основных методов кластерного анализа:

- метод К-средних (K-means);
- метод С-средних (C-means);
- иерархическая кластеризация;
- алгоритм максимального правдоподобия (EM-алгоритм);
- спектральная кластеризация;
- самоорганизующиеся искусственные нейронные сети.

Подводя итог вышесказанному, можно заключить следующее: для обработки разнородной информации в базах данных применяются методы кластерного анализа с выбором наиболее подходящего варианта для получения качественного результата. При нахождении расстояния между объектами и получения разбиений, исследования проводятся на множестве метрик. Для апробации методики выбираются перспективные тенденции развития информационных технологий в сфере поддержки принятия решений, которые связаны с разработкой программных средств интеллектуального анализа данных и ориентированы на обработку многомерных сложноорганизованных структур данных.

Библиографический список

1. Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С., Бодров О.А. Модель освоения образовательных компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. № 84. С. 119-132.
2. Майков К.А. Алгебраические особенности композиции алгоритмов вычисления фрактальных структур // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2020. – № 76. – С. 117–127.
3. Демидова Л.А. Разработка двухуровневого классификатора сложноорганизованных многомерных данных больших объемов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2016. № 2 (56). – С. 71–82.

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ШАБЛОНОВ В ГЕНЕРАЦИИ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Я.В. Яковенко, С.В. Крошила

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

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

В статье рассмотрены области применения шаблонов в генерации. Они применяются в различных сферах, от текста до программных кодов, упрощая и автоматизируя процессы при реализации предметно-ориентированных информационных систем [1].

Генерация — процесс создания моделей объектов предметной области, например: код, текст, музыка или изображения. В основе этого процесса могут использоваться шаблоны.

Шаблоны — повторяющиеся структурные элементы, которые упрощают различные процессы. Они предоставляют структуру и основу для генерации новых объектов, используя заранее определённые правила и элементы.

Генерация текста. Шаблоны в генерации текста могут использоваться с заменой, например, шаблоны письма; с условиями, например, форма обращения в зависимости от параметра возраста. Кроме того, существуют шаблоны, используемые для описания грамматических правил языка, которые позволяют генерировать правильные грамматические конструкции [2].

Генерация изображений. Шаблоны в генерации изображений могут использоваться для создания текстур, повторяющихся элементов, или для создания базовых форм [3].

Генерация документов. Шаблоны в генерации документов могут использоваться для создания документов, которые могут быть динамически заполнены данными, например: письма, отчёты и анкеты [4].

Генерация вариантов заданий. Шаблоны в генерации различных моделей объектов предметной области могут использоваться для создания набора вариантов заданий, например: замены чисел, имён или текста [5]. Такой подход возможно использовать при разработке модуля автоматической генерации условий заданий по программированию для предметно-ориентированных информационных систем проверки знаний у испытуемых.

Генерация кода. Шаблоны в генерации кода могут использоваться для создания повторяющихся блоков кода. С помощью шаблонов можно создавать код для разных платформ, упрощая процесс разработки и минимизируя ошибки [6].

Шаблоны являются частью многих сфер генерации, позволяя автоматизировать создание моделей объектов при реализации информационных систем. Они предоставляют стандартную структуру для создания моделей объектов предметной области.

Библиографический список

1. Крошин А. В. Предметно-ориентированные информационные системы / А. В. Крошин, С. В. Крошила, Г. В. Овечкин. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "КУРС", 2023. — 176 с. — ISBN 978-5-907535-96-1. — EDN XBPJIV.

2. Генерация текста на русском по шаблонам. — Текст: электронный // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/471278>.

3. Генерация картинок в коде. — Текст: электронный // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/551312>.

4. Пенькова Т. Г. Функциональная модель генерации документов на основе специализированных шаблонов // Вестник КрасГАУ. 2008. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnaya-model-generatsii-dokumentov-na-osnove-spetsializirovannyh-shablonov>.

5. Павлова Е. А., Воробьева М. С. Разработка конструктора вариантов индивидуальных заданий на основе шаблонов // Russian Journal of Education and Psychology. 2017. № 4–2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-konstruktora-variantov-individualnyh-zadaniy-na-osnove-shablonov>.

6. Александров А. Е., Шильманов В. П. Инструментальные средства разработки и сопровождения программного обеспечения на основе генерации кода // Бизнес-информатика. 2012. № 4 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumentalnye-sredstva-razrabotki-i-soprovozhdeniya-programmnogo-obespecheniya-na-osnove-generatsii-koda>.

**Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕФАКТОРИНГА
ПРОГРАММНОГО КОДА**

Д.И. Бубликов

Научный руководитель – Маркин А.В. к.т.н., доцент

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

Языки программирования развиваются со временем. Иногда добавляются новые, обычно более эргономичные или имеющие большую производительность, способы реализовать то, что и раньше было возможно. Поэтому, чтобы воспользоваться новым функционалом, необходимо проводить рефакторинг кода. При таком рефакторинге многократно последовательно выполняются следующие действия:

- 1) поиск кода, использующего старый функционал;
- 2) извлечение из найденного кода конструкций (частей кода), которые можно использовать в новом функционале, например, названий переменных;
- 3) замена найденного кода на новый, использующий новый функционал с подстановкой конструкций, извлечённых во втором этапе.

Для упрощения и ускорения рефакторинга этот процесс обычно автоматизируется. В настоящей работе сравниваются два метода автоматизации: традиционный [1], в котором вручную создаётся семантический анализатор, и метод с использованием искусственного интеллекта (ИИ). Оба подхода решают третью задачу программно, путём подстановки извлечённых данных в шаблон кода, но они по-разному решают первые две.

В традиционном подходе создаются две программы: синтаксический анализатор, отвечающий за преобразование текста программы в структуру данных удобную для дальнейшего анализа, обычно, это абстрактное синтаксическое дерево; и семантический анализатор, который производит обход этой структуры данных и извлекает из неё нужную информацию.

В подходе, основанном на ИИ, обучаются две модели для решения первых двух задач рефакторинга.

Задача первой модели – определить для данного ей кода, использует ли он старый функционал или нет. На основе подготовленных примеров кода, ИИ обучается распознаванию структуры программ, использующих старый функционал. После завершения обучения модели передаются фрагменты кода, и для каждого из них она даёт оценку вероятности того, что код использует старый функционал. Оценка представляется числом от 0 до 1. При 0 код совсем не соответствует структуре и поэтому точно не использует старый функционал, а при 1 полностью соответствует структуре и поэтому точно использует. Если для заданного фрагмента кода модель на выходе даёт оценку, достаточно близкую к 1, фрагмент передаётся для дальнейшего анализа второй модели.

Задача второй модели – извлечь из кода конструкции, которые будут использованы в третьем этапе. На основе подготовленных примеров кода, ИИ обучается тому, какие конструкции в коде не относятся к старому функционалу и

должны быть выделены. После обучения модели передаются фрагменты кода, для каждого из них она возвращает выделенные конструкции. Эти конструкции могут быть представлены как текстом программы, так и качественными или количественными характеристиками. Выбирается представление, которое наиболее удобно использовать на третьем этапе. Обучающая выборка состоит из фрагментов кода, использующих старый функционал и ожидаемых ответов от модели, представленных в каком-либо структурированном формате, например JSON. После выделения конструкций из кода с помощью ИИ, они передаются на третий этап.

На третьем этапе одна часть извлечённых данных используется для выбора шаблона нового кода, а другая часть подставляется в шаблон. После выбора шаблона и подстановки в него данных на выходе получается код, использующий новый функционал. Все три этапа повторяются, пока первая модель не перестанет находить код, использующий старый функционал.

Процесс анализа кода с помощью ИИ представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Процесс анализа кода с помощью ИИ

Для сравнения традиционного подхода с методом, основанном на ИИ, оба метода применены для анализа кода SQL триггеров. Цель анализа – поиск триггеров, которые могут быть заменены на декларативные правила поддержания ссылочной целостности базы данных. Для каждого триггера необходимо определить, возможно ли его заменить, и, если возможно, то также нужно выделить данные, указываемые при создании декларативно правила поддержания целостности: названия родительской и дочерней таблицы; их столбцы, используемые в ссылке, и само действие, выполняемое для поддержания ссылочной целостности. В качестве первой модели ИИ использовалась модель YandexGPT, дообученная для классификации кода SQL, а в качестве второй – дообученная для выделения из кода описания декларативных правил с выводом их в формате JSON.

Всего проанализировано 797 триггеров. Из них 324 могут быть заменены декларативными правилами, оба подхода анализа триггеров дали одинаковое число таких триггеров. Суммарно 324 триггера реализуют 1385 правил поддержания ссылочной целостности. Традиционный подход выявил 1385 правил, а метод с использованием ИИ – 1382. Среди 1385 правил, подходы дали разный результат для 19 правил. После проверки этих 19 правил оказалось, что в них ИИ дал неверный результат. Таким образом, подход с применением ИИ дал верный результат в $(1382 - 19) / 1385 = 98.41\%$ случаев. Анализатор, основанный на традиционном подходе, разрабатывался в течение 4 недель, в то время как анализатор, основанный на ИИ, разрабатывался в течение 2 недель. Таким образом, подход с ИИ позволяет ускорить разработку анализатора кода за счёт небольшой потери точности. Метод может быть применён, если потеря в точности допустима.

Библиографический список

1. Компиляторы. Принципы, технологии, инструменты. Второе издание / А. В. Ахо, Р. Сети, Д. Ульман М. [и др.]. М.: Издательский дом "Вильямс", 2007. 1040 с.

**АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДОМ К-СРЕДНИХ
В N ИЗМЕРЕНИЯХ**

А.А. Буланов

Научный руководитель – Пылькин А.Н. д-р техн. наук, профессор

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

В докладе рассматривается алгоритм кластеризации данных методом k -средних в n измерениях.

Кластеризация – разбиение множества объектов на подмножества, называемые кластерами. Кластеризация, будучи математическим алгоритмом, имеет широкое применение во многих сферах: начиная с естественно-научных областей, таких как, например, биология и физиология, и заканчивая маркетингом в социальных сетях и поисковой оптимизацией [1].

Алгоритм k -средних является одним из самых популярных методов кластеризации данных в машинном обучении. Кластеризация — это процесс разделения набора данных на группы, называемые кластерами, таким образом, чтобы объекты в одном кластере были похожи между собой, а объекты из разных кластеров различались.

Однако, при работе с данным алгоритмом возникают различные проблемы, особенно при работе с данными в n измерениях. Одной из основных проблем является выбор оптимального количества кластеров (k) для разделения данных. Неправильно выбранный параметр k может привести к некорректным результатам кластеризации и ухудшению качества работы алгоритма.

Еще одной важной проблемой является инициализация центров кластеров, называемых центроидами. Начальное расположение центроидов может существенно влиять на итоговый результат кластеризации. Проблема инициализации центроидов особенно актуальна при работе с данными в большом количестве измерений.

Кроме того, кластеризация данных в n измерениях требует более сложных методов визуализации результатов для анализа и интерпретации полученных кластеров. Визуализация в высокоразмерных пространствах может быть сложной задачей.

Для решения данных проблем можно использовать различные методы определения оптимального количества кластеров, улучшенные способы инициализации центров кластеров, а также специализированные методы визуализации данных в n измерениях.

Таким образом, алгоритм кластеризации данных методом k -средних в n измерениях является эффективным инструментом для анализа больших объемов информации, однако требует внимательного подхода к решению проблем, связанных с выбором параметров, инициализацией центров и визуализацией результатов.

Библиографический список

1. Реализация кластеризации методом k -средних (habr.com)
2. k -means clustering (en.wikipedia.org)

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗМЫТЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К.А. Васильев

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

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

В докладе рассматриваются алгоритмы для восстановления изображений, которые были размыты. Размытие может быть намеренным с целью маскирования персональных данных, например в сферических изображениях улиц городов (Яндекс или Google карты) размываются лица прохожих и номера автомобилей для соблюдения закона о персональных данных. Происходит это одновременно со съемкой панорам. Алгоритм, с помощью машинного обучения, выявляет объекты в кадре и размывает их. Так же размытие может являться следствием фильтрации шума, в процессе оцифровки изображения системой технического зрения. Чем больше размерность ядра фильтра на основе свертки, тем сильнее удаляется зашумленность, однако при этом, растет и размытость изображения.

Алгоритм формирования размытого сигнала описывается интегральным уравнением Фредгольма 1-го рода [1, 2] для двумерного (изображения)

$$\int\int_{ca}^{db} K(x, y, t, s) \cdot \varphi(t, s) dt ds = f(x, y), \quad x, y \in [a, b] \times [c, d] \quad (1)$$

Проблема, возникающая при восстановлении сигнала в реальных системах, заключается в том, что правая часть уравнения (1) – функция f – известна неточно. Вместо нее наблюдается функция $\tilde{f}_\delta = f + \xi$ такая, что: $\|\tilde{f}_\delta - f\|_2 \leq \delta$. При этом, как известно [1], даже малые изменения функции f могут приводить к большим изменениям результата решения уравнения (1). Поэтому прямое использование обратного оператор Λ^{-1} для нахождения решения задачи невозможно.

Регуляризационный подход к поиску квазиоптимального решения заключается в замене исходной некорректной задачи задачей условной минимизации [1]:

$$(\mathbf{R}^T \mathbf{R} + \alpha \mathbf{W}) \cdot \Phi = \mathbf{R}^T \mathbf{F} \quad \text{или} \quad \mathbf{B} \cdot \Phi = \mathbf{V}, \quad \text{где введены обозначения}$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{R}^T \mathbf{R} + \alpha \mathbf{E}, \quad \mathbf{V} = \mathbf{R}^T \mathbf{F}.$$

Матрица \mathbf{B} в полученной СЛАУ $\mathbf{B} \cdot \Phi = \mathbf{V}$ является симметричной, положительно определенной и. теплицевой [3]. Значит, для решения СЛАУ (1) можно использовать устойчивые к вычислительным ошибкам, что важно для некорректных задач, и более быстрые алгоритмы. Это метод решения СЛАУ с теплицевой основной матрицей.

Итерационный алгоритм поиска квазиоптимального решения уравнения (1) организуется по схеме [4]:

$$\mathbf{Y}^{(k)} = \mathbf{Y}^{(k-1)} + \lambda (\mathbf{F} - \mathbf{G} * \mathbf{Y}^{(k-1)}), k = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Здесь $\mathbf{G} = \mathbf{K}^T \mathbf{K}$, начальный вектор $\mathbf{Y}^{(0)} = 0$, параметр $\lambda = \gamma / \lambda_{\min}$, где $1 < \gamma < 2$ (подбирается оператором), а λ_{\min} вычисляется по формуле

$$\lambda_{\min} = n * g_0^2 + 2 \sum_{i=1}^{2k} (n-i) * g_i^2.$$

Оба алгоритма были имплементированы в виде программ, с помощью которых было произведено восстановление размытого изображения с текстом.

Результат восстановления размытого изображения (рис. 1а) регуляризационным алгоритмом приведено на рис. 1,б, а итерационным методом – на рис. 1,в.

Следовательно, разруха не в клозетах, а в головах. Значит, когда эти баритоны кричат «бей разруху!» – я смеюсь. Клянусь вам, мне смешно! Это означает, что каждый из них должен пупить себя по затылку! И вот, когда он выплутит из себя всякие галлюцинации и займётся чистой сараев – прямым своим делом, – разруха исчезнет сама собой. Двум богам служить нельзя! Невозможно в одно и то же время подметать трамвайные пути и устраивать судьбы каких-то испанских оборванцев!

а

Следовательно, разруха не в клозетах, а в головах. Значит, когда эти баритоны кричат «бей разруху!» – я смеюсь. Клянусь вам, мне смешно! Это означает, что каждый из них должен пупить себя по затылку! И вот, когда он выплутит из себя всякие галлюцинации и займётся чистой сараев – прямым своим делом, – разруха исчезнет сама собой. Двум богам служить нельзя! Невозможно в одно и то же время подметать трамвайные пути и устраивать судьбы каких-то испанских оборванцев!

б

Следовательно, разруха не в клозетах, а в головах. Значит, когда эти баритоны кричат «бей разруху!» – я смеюсь. Клянусь вам, мне смешно! Это означает, что каждый из них должен пупить себя по затылку! И вот, когда он выплутит из себя всякие галлюцинации и займётся чистой сараев – прямым своим делом, – разруха исчезнет сама собой. Двум богам служить нельзя! Невозможно в одно и то же время подметать трамвайные пути и устраивать судьбы каких-то испанских оборванцев!

в

Рисунок 1 – Исходное размытое изображение текста (а) и результат его восстановления регуляризационным алгоритмом (б) и итерационным алгоритмом (в)

Библиографический список

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1986. – 288 с.
2. Новиков А.И., Шамин Н. О. Исследование регуляризационного метода восстановления размытых изображений // Вестник РГРТУ, № 72. С. 106-115.
3. Воеводин В.В., Тыртышников Е.Е. Вычислительные процессы с теплицевыми матрицами. - М.: Наука, 1987. – 320 с.
4. Бакушинский А.Б., Гончарский А.В. Итеративные методы решения некорректных задач. - М.: Физматлит, 1989. – 130 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ НЕСОБСТВЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ, ЗАДАЮЩИХ ДИСПЕРСИЮ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Н.А. Васильченко

Научный руководитель – Лискина Е.Ю. к. физ.-мат. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Рассматривается проблема применения нестандартных непрерывных функций плотности вероятности, при которых дисперсия случайной величины, вычисляемая по формуле $D(X) = M(X^2) - (M(X))^2$ [1], будет равняться неопределённости вида $[\infty - \infty]$. В исследовании представлены несколько способов разрешения этой неопределённости и представлены конкретные алгоритмы действия по ее раскрытию.

Были рассмотрены случаи:

1) функция $M_1(x) = \int f(x)x^2 dx$ выражается как конечный многочлен с натуральными степенями от $M_2(x) = \int f(x)x dx$;

2) функция $M_1(x)$ выражается как рациональная (некоторое рациональное выражение с рациональными степенями) функция от $M_2(x)$;

3) функции $M_1(x)$ и $M_2(x)$ не могут быть рационально выражены друг через друга.

Во всех случаях получен способ сведения разности двух различных несобственных интегралов к единому предельному выражению. В большинстве случаев было доказано, что дисперсия является бесконечно большой, и требуется применение специальных средств по типу работы с «тяжёлыми хвостами».

Приведен пример исследования функции плотности распределения

$$f(x) = \frac{1}{2\pi(1+x^2)} + \frac{1+\sin x}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

в системе компьютерной математики Maple с использованием разработанного алгоритма.

Библиографический список

1. Гнеденко Б.В. курс теории вероятностей. – Изд. 6-е, перераб. и доп. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 447 с.

ФАКТОРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА ЗНАЧЕНИЯ ВЫХОДНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОБЪЕКТА

Е.В. Городничева

Научный руководитель – Сосулин Ю.А. к.т.н., доцент

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

Рассматривается задача планирования эксперимента для построения регрессионной модели второго порядка для объектов с ограничениями на значение выходной величины. В практике экспериментальных исследований большое место

занимают задачи построения оценки функции отклика изучаемого объекта в виде квадратичной регрессионной модели. При этом в качестве экспериментальных планов обычно используются трехуровневые полные факторные планы, центральные композиционные планы и D-оптимальные планы.

Заметим, что существует большой класс объектов, выходная величина которых ограничена некоторым предельным значением. В этом случае зависимость выходной величины объекта от определяющих ее факторов представляется параблоидом в многомерном пространстве с усеченной вершиной. Область факторного пространства, в пределах которой выходной показатель объекта имеет постоянное значение, представляет собой эллипсоид в пространстве планирования. Очевидно, что измерения в пределах этой области при наложенных ограничениях на функцию отклика являются неинформативными при построении квадратичной регрессионной модели. Ввиду этого полные факторные планы и композиционные планы не могут использоваться в данном случае для построения регрессионной модели, так как они будут требовать постановки опытов внутри области ограничений. Исключение точек, попадающих в область ограничений, нарушает сам принцип формирования планов указанных видов, а, следовательно, и свойства получаемых при этом оценок коэффициентов регрессии. Построение D-оптимальных планов возможно для любой конфигурации пространства планирования, но процедура построения оптимального плана в этом случае существенно усложняется.

Еще одной особенностью постановки задачи регрессионного анализа с ограничениями на значения функции отклика является то, что изначально область ограничений в факторном пространстве неизвестна. Кроме того, вместе с поиском регрессионной модели, работоспособной в области активного эксперимента, представляют интерес именно границы области ограничений, так как они определяют допуски на значения факторов, в пределах которых обеспечивается требуемый уровень выходной величины исследуемого объекта. Понятно, задание области ограничений в виде эллипсоида в факторном пространстве неудобно с практической точки зрения. Такие ограничения обычно задаются в виде минимальных и максимальных значений факторов. Это может быть достигнуто, если использовать в качестве области ограничений параллелепипед в пространстве планирования, охватывающий эллипсоид, в пределах которого выходной показатель объекта имеет постоянное значение.

В качестве экспериментального плана при условии задания области ограничений в виде параллелепипеда, может быть использован полный факторный эксперимент с использованием двух пространств планирования: пространства активного эксперимента и пространства, представляющего область ограничений. В качестве плана эксперимента берутся все возможные комбинации значений факторов, варьируемых на трех уровнях, для каждого из указанных пространств. Понятно, что из полученной совокупности экспериментальных точек должны быть исключены все точки, попадающие внутрь области ограничений.

Для сохранения основных свойств факторного планирования предлагается отобразить удаленные внутренние точки факторного плана на границу области постоянных значений функции отклика. Очевидно, что такой метод построения экспериментального плана для поставленной задачи с ограничениями значительно усугубляет проблему избыточности степеней свободы, характерную для полного факторного планирования. В данной ситуации переход к дробным факторным

экспериментам возможен на основе анализа получаемой при таком способе планирования матрицы плана эксперимента.

Отбор выборки заданного объема из полученной в результате реализации предложенной последовательной процедуры совокупности экспериментальных точек может быть выполнен с использованием критерия D-оптимальности.

Таким образом, решение задачи построения регрессионной модели объекта с ограничениями на значения выходной величины приводит к циклическому исполнению этапов планирования эксперимента, выполнения наблюдений, требуемых в соответствии с полученным планом, обработки результатов наблюдений методом наименьших квадратов и построения регрессионной модели и определения уточненных границ области ограничений на значения входных факторов объекта. Получаемая регрессионная модель работоспособна на области планирования эксперимента и обеспечивает в пределах этой области эффективное управление объектом. Область ограничений, определяемая в виде параллелепипеда, описанного вокруг эллипсоида фиксированных значений функции отклика, не может использоваться в виде технологических допусков на значения входных факторов объекта. Очевидно, что в углах параллелепипеда поставленное ограничение на значение функции отклика будет нарушаться. Для определения поля технологических допусков необходимо определить границы параллелепипеда, вписанного в эллипсоид фиксированных значений функции отклика. Это может быть достигнуто при фиксации значений всех факторов кроме одного на некоторых уровнях, заданных центром эксперимента, и определения диапазона значений оставшегося свободным фактора, в пределах которого соблюдается поставленное условие. Поочередное выполнение таких действий обеспечивает решение поставленной задачи.

Предлагаемый метод факторного планирования эксперимента позволяет эффективно решить задачу построения регрессионной модели объекта с ограничениями на функцию отклика.

ВЫБОР ПРОЕКТОВ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК

М.П. Гришакова

Научный руководитель — Абрамов В.В. канд. физ.-мат. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

При выборе экономического проекта из нескольких рассматриваемых естественно предпочесть наиболее эффективный вариант. Традиционно эффективность определяется, как отношение доходов (или прибыли) проекта к расходам на его реализацию. Оценки доходов и расходов – это, по сути, оценки соответствующих денежных потоков. При этом возникает неопределенность, связанная с невозможностью точного предсказания размеров или дат платежей, а также с выбором модели потока, фокальной даты для оценки эффективности. Для решения указанных проблем предлагается два варианта выбора проекта по эффективности.

Для снятия неопределенности прогнозирования могут быть учтены несколько сценариев реализации проекта, то есть таких стандартных условий, при которых надежно оцениваются потоки доходов и расходов. Затем оцениваются вероятности реализации сценариев и осуществляется переход к усредненным показателям

доходов и расходов. Для вычисления вероятностей сценариев можно эффективно использовать модификацию метода анализа иерархий, предложенную в работах [1–2].

Второй подход заключается в следующем. Так как нужен лучший из нескольких предварительно выбранных проектов, то для проектов достаточно попарно вычислить отношения эффективностей и сравнить с единицей. Установлено, что отношение эффективностей не изменяется, если вместо абсолютных оценок доходов и расходов использовать относительные оценки. Поэтому вместо вычисления текущих стоимостей (PV) потоков доходов и расходов для определенной фокальной даты, что связано с неопределенностью, достаточно оценить приоритеты (оценки относительной предпочтительности) проектов по критериям «наибольшие выгоды» и «наибольшие издержки», то есть по факторам, которые прямо или косвенно ведут к увеличению доходов и расходов. Для оценки таких приоритетов также можно эффективно применить метод из работ [1–2].

Библиографический список

1. Гришакова М.П., Абрамов В.В. Модель оценки альтернатив при условии реверсивности // XXVI Всероссийская студенческая научно-рактическая конференция Нижневартковского государственного университета (Нижневартовск, 10–11 апреля 2024 года). – Нижневартовск: НВГУ, 2024. – С. 252-256.
2. Гришакова М.П., Абрамов В.В. Об одном способе рейтинговой многокритериальной оценки альтернатив // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2024: сборник трудов VII Международного научно-технического форума (Рязань, 04–06 марта 2024 года). – Рязань: РГТУ им. В.Ф. Уткина, 2024. Т. 7. – С. 38-42.

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ВТОРИЧНЫХ
ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ**

Е.Д. Гришечкин

Научный руководитель –Боровиков С.М., к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Вторичные источники питания являются одними из наиболее важных устройств радиоэлектроники. Зачастую надёжность электронного устройства существенно зависит от того, насколько надёжен его вторичный источник питания. Общепринято вторичные источники называть просто источниками питания.

Типичными структурными схемами источников питания, получающих энергию от промышленной сети с частотой 50 Гц, являются устройства, которые классифицируются как показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация источников питания

Источники питания без преобразования частоты ранее были безальтернативными и оттого широко использовались. Однако, в последнее время все чаще используют источники с преобразованием частоты, так как в источниках без преобразования частоты вес и габариты трансформатора, работающего на частоте 50 Гц, а также сглаживающего фильтра оказываются довольно большими. Тем не менее, рассматриваемые источники питания используются и в настоящее время. Трансформатор в таких источниках питания предназначен для гальванической развязки питающей сети и нагрузки, а также для изменения уровня переменного напряжения. Обычно трансформатор является понижающим.

Источники питания с преобразованием частоты, в которых напряжение подается непосредственно от сети на выпрямитель. На выходе сглаживающего фильтра создается постоянное напряжение, которое вновь преобразуется в переменное с помощью инвертора. Полученное переменное напряжение имеет частоту, значительно превышающую 50 Гц, которая обычно достигает значения в десятки килогерц). Затем напряжение передается через трансформатор, выпрямляется и фильтруется. Так как трансформатор в этой схеме работает на повышенной частоте, то его вес и габариты оказываются значительно меньшими, нежели в источниках питания без преобразования частоты. Как и в предыдущей схеме, основная роль трансформатора состоит в гальванической развязке сети и нагрузки.

В отечественной и мировой практике для прогнозирования эксплуатационной надёжности трансформаторов (λ_3) используют модель следующего вида:

$$\lambda_3 = \lambda_B \prod_{i=1}^m K_i, \quad (1)$$

где λ_3 – эксплуатационная интенсивность отказов трансформатора, соответствующая условиям его применения в составе электронной аппаратуры; λ_B – базовая (обобщённая, усреднённая) интенсивность отказов, характерная для данной группы трансформаторов в целом; K_i – коэффициенты, учитывающие изменения эксплуатационной интенсивности отказов в зависимости от различных факторов; m – число учитываемых факторов.

Согласно модели 1, для трансформаторов источников питания в качестве λ_B необходимо использовать значение $\lambda_B = 3,5 \times 10^{-9}$ 1/ч независимо от размеров трансформатора, числа обмоток и диаметра используемых проводов, количества внешних контактов и других конструкторско-технологических параметров.

Использование одного значения λ_B без учёта конструкторско-технологических параметров устройства вызывает дополнительные погрешности в дальнейшей

прогнозной оценке эксплуатационной надёжности λ_3 . Поэтому актуальным является учёт конструкционно-технологических параметров с целью использования в модели 1 более достоверной оценки значения λ_6 , что повысит также достоверность прогнозной оценки λ_3 .

Для трансформаторов источников питания, как сложных изделий, суммарный поток отказов которых складывается из независимых потоков отказов составных частей, в частности магнитопровода, катушек с обмотками, внешних контактных выводов и др., предлагается использовать модель прогнозирования эксплуатационной интенсивности отказов в виде

$$\lambda_3 = \lambda_{Б1} \prod_{i=1}^{m_1} K_i^{(1)} + \dots + \lambda_{Бn} \prod_{i=1}^{m_n} K_i^{(n)}, \quad (2)$$

где $\lambda_{Бj}$ – исходная (базовая) интенсивность отказов j -й части изделия, $j = 1, \dots, n$; n – количество выделенных составных частей трансформатора, влияющих на его надёжность; $K_i^{(j)}$ – коэффициент, учитывающий влияние i -го фактора для j -й части трансформатора; $i = 1, \dots, m_j$; $j = 1, \dots, n$; m_j – количество факторов, учитываемых для j -й части трансформатора.

Модель 2 учитывает тот факт, что различные компоненты трансформатора могут иметь разные значения коэффициентов, учитывающих влияние одного и того же фактора, например уровня качества изготовления в условиях производства (вид приёмки).

Библиографический список

1. Надёжность электрорадиоизделий, 2006: справочник / С. Ф. Прытков [и др.] // научн. руководитель авторского коллектива С. Ф. Прытков. – М.: ФГУП «22 ЦНИИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
2. Reliability prediction of electronic equipment: Military Handbook MIL-HDBK-217F. – Washington: Department of defense DC 20301, 1995. – 205 p.
3. Reliability Prediction Model for Electronic Equipment: The Chinese Military / Commercial Standard GJB/z 299B. – Yuntong Forever Sci.-тек. Co. Ltd. China 299B.
4. A universal model for reliability prediction of Electronics components, PCBs and equipment. RDF 2000: reliability data handbook. – Paris: UTE C 80-810. 2000. – 99 p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ В СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ MAPLE

Ю.Д. Гудков, В.Г. Мишустин

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

В докладе рассмотрены результаты разработки программы, позволяющей моделировать изменение интенсивности поглощенного света в зависимости от толщины полупроводниковой структуры при разной длине волны падающего излучения. Моделирование проводилось для гидрогенизированной аморфного кремния (α -Si:H), кристаллического кремния (c-Si) и двухслойной полупроводниковой структуры α -Si:H/c-Si.

В качестве среды моделирования была выбрана система компьютерной алгебры Maple, которая позволяет производить сложные математические вычисления и имеет различные инструменты для визуализации результатов моделирования. Кроме того, в данной среде есть свой язык программирования и возможность его перевода на другие языки, что позволяет разрабатывать собственные приложения для решения конкретных инженерных задач [1].

При моделировании использовался закон поглощения Бугера-Ламберта-Бера, который описывает изменение интенсивности прошедшего света от координаты внутри полупроводниковой структуры [2]. При расчетах были сделаны следующие допущения:

- рассматривается механизм собственного поглощения света в полупроводниках;
- свет падает на поверхность под углом 90° ;
- не учитывается процесс переотражения света на границе раздела α -Si:H/c-Si в двухслойной структуре;
- падающее излучение от импульсного источника света на исследуемую структуру нормировано, его мощность составляет $P = 600 \text{ Вт/м}^2$.

Для того чтобы получить динамическое изменение расчетной величины интенсивности света в полупроводниковой структуре в зависимости от длины волны падающего излучения была использована команда «Animate». Полученный динамически изменяющийся график был переведен в формат GIF, используемый для создания видео формата MP4. Здесь в качестве «ползунка» для изменения длины волны падающего света используется интерфейс стандартного видеопроигрывателя. Полученные таким образом результаты моделирования могут быть вставлены в стандартную презентацию Microsoft PowerPoint или аналогичные программные среды, предназначенные для подготовки и просмотра презентаций.

На рисунке 1 представлены результаты моделирования интенсивности света в двухслойной структуре α -Si:H/c-Si в зависимости от длины волны падающего излучения, полученные в среде Maple. Толщина слоя α -Si:H равна $0,1 \text{ мкм}$, c-Si – $0,9 \text{ мкм}$. Таким образом, суммарная толщина полупроводниковой структуры, для которой производилось моделирование, составляет 1 мкм , поскольку на большую глубину свет практически не проникает.

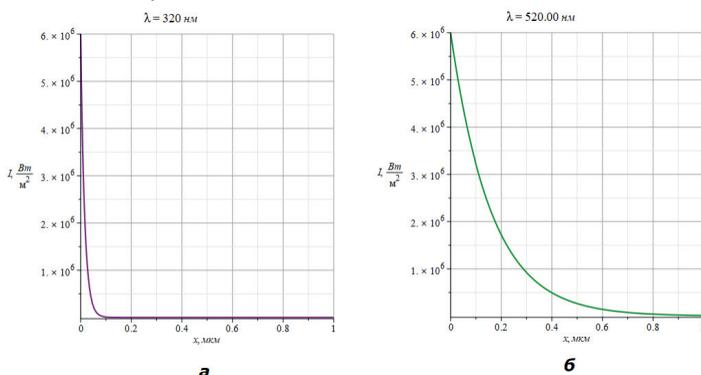


Рисунок 1 – Расчётная зависимость интенсивности света от координаты для двухслойной структуры α -Si:H/c-Si при длине волны 320 нм (а) и 520 нм (б)

Результаты работы используются для моделирования оптического поглощения в сложных многослойных полупроводниковых барьерных структурах при освещении монохроматическим светом. Эти данные необходимы при экспериментальном исследовании пространственного распределения встроенных электрических полей методом компенсации тока нестационарной проводимости [3].

Кроме того, программа моделирования может быть использована в качестве наглядного пособия на лекционных и практических занятиях при изучении соответствующих разделов в дисциплинах «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «Материалы электронной техники» и др. для студентов, обучающихся по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003) с использованием научного оборудования РЦЗМкп РГРТУ им. В.Ф. Уткина.

Библиографический список

1. Система компьютерной алгебры Maple [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://basissoft.ru/map_product_maple.html (дата обращения: 29.10.2022).
2. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках /По д ред. Алферова Ж. И. и Вавилова В. С. М.: Мир, 1973. 320 с.
3. С.П. Вихров, Н.В. Вишняков, А.Д. Маслов и др. Измерение распределения встроенных электрических полей в полупроводниковых барьерных структурах // Вестник РГРТУ. 2018. № 66. Часть 2. С. 23 – 29.

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ДЕСКРИПТОРОВ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК В ВИДЕ ВЕКТОРОВ НОРМАЛЕЙ ТРЕУГОЛЬНИКОВ, АППРОКСИМИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЬ В ОКРЕСТНОСТИ КЛЮЧЕВОЙ ТОЧКИ

А.А. Денисов

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

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

Одним из широко применяемых подходов для решения задач сопоставления и объединения изображений является обнаружение (детектирование), описание (формирование дескрипторов) и использование ключевых точек изображений [1-3].

Ключевая точка — это точка (пиксель) и некоторое ее описание (дескриптор), выделяющие ее среди прочих точек и отображающие уникальность, особенность изображения.

Существует множество алгоритмов обнаружения и описания ключевых точек, эффективность которых оценивается в критериях точности сопоставления изображений и скорости обработки этих изображений [4-7].

Предлагаем потенциально более эффективный метод описания ключевых точек, требующий меньших вычислений по сравнению с существующими подходами.

Зачастую ключевая точка представляет собой точку экстремума поверхности, каждая точка которой является интенсивностью яркости пикселя изображения. Окружение такой ключевой точки можно аппроксимировать поверхностью типа

эллиптического параболоида, которую в свою очередь можно разбить на секторы и аппроксимировать каждый из них равнобедренным треугольником с фиксированной вершиной в точке экстремума. Число треугольников выбирается в зависимости от необходимой точности описания и инвариантности к вращению. В простейшем случае, при сопоставлении или объединении изображений, подверженных исключительно смещению или масштабированию, достаточным будет аппроксимировать поверхность в окрестности ключевой точки 4-я треугольниками.

В случае с вращением изображений или иными аффинными преобразованиями, необходимо добавление еще 4-х треугольников, взятых с перекрытием под 45° к базовым треугольникам. В качестве дескриптора ключевой точки предлагается использовать векторы нормалей плоскостей, содержащих данные треугольники. Для обеспечения сопоставимости векторов нормалей в паре ключевых точек сопоставляемых изображений выполняется нормирование векторов нормалей. Получение данных параметров является достаточно простой задачей с точки зрения требуемых расчетов, при которых используются только операторы сложения, умножения и деления, а количество требуемых арифметических операций на порядок меньше, чем в известных методах описания ключевых точек.

Сопоставление ключевых точек двух изображений происходит путем расчета и поиска минимальных углов между соответствующими векторами нормалей изображений. Для обеспечения инвариантности к вращению осуществляется расчет углов между векторами нормалей с итерационным сдвигом и выявление наименьшего отклонения.

Финальным этапом сопоставления является отсеивание некорректных сопоставлений с помощью исключения из выборки пар, в которых угол вращения отличается от расчетного, определенного как наиболее повторяющегося среди всех найденных пар.

Результаты испытаний предложенного метода показали его состоятельность. Проверка производилась на нескольких наборах изображений, подверженных различным типам преобразований. Области ключевых точек, для которых были найдены соответствия, оказались подобными, как расчётно, так и визуально. Вместе с тем, в ходе тестирования были выявлены случаи сопоставления ключевых точек, имеющих все признаки сходства, но по факту являющимися элементами разных схожих объектов, при этом корректная пара расчётно имела большие отклонения, вследствие чего была отброшена. В связи с чем необходимы дополнительные исследования и доработка алгоритма сопоставления ключевых точек. При этом сам новый способ создания дескриптора доказал свою целесообразность, как с точки зрения точности описания области ключевой точки, так и с позиций минимизации вычислительных затрат на реализацию метода, что обеспечивает возможность его применения в системах технического зрения реального времени.

Библиографический список

1. Новиков А.И., Пронькин А.В. Методы цифровой обработки изображений подстилающей поверхности. – М.: Горячая линия- Телеком, 2023. – 224 с.
2. Ивашечкин А.П., Василенко А.Ю., Гончаров Б.Д., "Методы нахождения особых точек изображения и их дескрипторов", Международный научный журнал "Молодой учёный" № 15 (119) / 2016.
3. Новиков А.И., Ефимов А.И., Колчаев Д.А. Алгоритмы автоматической идентификации объектов на изображениях и совмещения изображений // IV

Международная конференция и молодёжная школа «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2018), Самара. – С. 651–654.

4. K. Mikolajczyk and C. Schmid. A performance evaluation of local descriptors. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, pages 1615–1630, 2005.

5. Anatoly I. Novikov, Victoria A. Sablina, Aleksey I. Efimov, Michael B. Nikiforov. Contour Analysis in the tasks of real and virtual images superimposition// Journal Coupled Systems and Multiscale Dynamics, vol 4(4), 2016. – Pp. 251-259. (Doi: 10.1166/jcsmd.2016.1112 J. Coupled Syst. Multiscale Dyn. vol 4(4)/2330-152X/2016/251/009).

6. Cuiyin Liu, Jishang Xu and Feng Wang, "A Review of Keypoints: Detection and Feature Description in Image Registration", Scientific Programming 2021(1):1-25. DOI:10.1155/2021/8509164.

7. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. М.: Мир, 1982. Кн.2. 480 с.

ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ОСТРОВНОЙ МОДЕЛИ ПОПУЛЯЦИОННОГО АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ETSS

В.Е. Журавлев

МИРЭА – Российский технологический университет

На сегодняшний день одной из ключевых задач в области обработки и анализа данных является оптимизация. В общем виде оптимизацию можно описать как процесс поиска такого набора параметров какой-либо целевой функции, с которым достигаются ее минимальные или максимальные значения. В том или ином виде задачи оптимизации возникают в разных сферах деятельности, включая экономику и финансы, медицину, естественные и гуманитарные науки, военное дело и образование.

Несмотря на формальность определения задачи оптимизации, ее классические подходы, использующие строгие математические принципы, как правило, не обладают достаточной гибкостью для решения реальных задач. Это связано с тем, что на практике целевая функция часто обладает сложным многомерным ландшафтом, неявными условиями и редко гарантирует гладкость и дифференцируемость, что делает применение традиционных алгоритмов оптимизации либо вычислительно дорогим, либо принципиально невозможным. Поэтому в решении практических задач все чаще используются так называемые популяционные алгоритмы оптимизации, основанные на моделировании взаимодействия множества агентов, исследующих функцию в заданном пространстве параметров. Принципы, лежащие в основе таких алгоритмов, являются эвристическими, поэтому не гарантируют абсолютную точность, но позволяют добиться приемлемых результатов при решении тех или иных практических задач.

Одним из популяционных алгоритмов является алгоритм ETSS (tent-map-based FSS algorithm with exponential step decay) [1], представляющий собой улучшенную версию оригинального алгоритма FSS (Fish School Search) [2], вдохновленного поведением косяков рыб в аквариуме. ETSS может быть применен для разных оптимизационных задач, а производимые им результаты не уступают таким известным и широко используемым алгоритмам, как рой частиц (Particle Swarm Optimization, PSO), дифференциальная эволюция (Differential Evolution, DE) или генетический алгоритм (Genetic Algorithm, GA).

Для дальнейшего повышения эффективности ETFSS целесообразно рассмотреть подходы, способные увеличить разнообразие решений и улучшить сходимость алгоритма. Одним из таких подходов является островная модель, которая предполагает разделение всей популяции на несколько изолированных подпопуляций, называемых островами. В отличие от параллельного запуска нескольких алгоритмов, между островами в данной модели периодически осуществляется обмен информацией, что обеспечивает их согласованность в процессе оптимизации.

В докладе предлагается островная модель для алгоритма ETFSS, основанная на SIM (Soft Island Model) [3]. Ее ключевая особенность заключается в применении вероятностного подхода к осуществлению миграций агентов между островами, позволяющего гибко регулировать обмен информацией между популяциями. Вероятности, управляющие поведением алгоритма, в предлагаемой модели формируются отдельно для каждого острова исходя из его приспособленности, которая определяется качеством решений, найденных его агентами. Таким образом, ход миграций, осуществляемых при оптимизации целевой функции, сам по себе представляет собой эволюционный процесс.

Библиографический список

1. Demidova, L.A. A Study of Chaotic Maps Producing Symmetric Distributions in the Fish School Search Optimization Algorithm with Exponential Step Decay / L.A. Demidova, A.V. Gorchakov // *Symmetry*. – 2020. Vol. 12. – P. 784. – DOI 10.3390/sym12050784.
2. Bastos Filho, C.J.A. A novel search algorithm based on fish school behavior / C.J.A. Bastos Filho, F.B. de Lima Neto, A.J.C.C. Lins [et al.] // 2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Singapore. – 2008. – P. 2646-2651. – DOI 10.1109/ICSMC.2008.4811695.
3. Akhmedova, S. Soft island model for population-based optimization algorithms / S. Akhmedova, V. Stanovov, E. Semekin // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2018. – Vol. 10941 LNCS. – P. 68-77. – DOI 10.1007/978-3-319-93815-8_8.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РУТНОН ШАБЛОНОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

И.Ю. Каширин

Научный руководитель – Каширина О.И.

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

В докладе рассматривается интеллектуальная технология автоматического анализа естественно-языковых текстов с использованием шаблонов устойчивых текстовых конструкций на языке Python.

Шаблоны используются для выделения именных групп или устойчивых словосочетаний в сложных текстовых описаниях, например, при анализе семантики политических новостей [1-3]. Эта задача является актуальной для извлечения фактографической информации из сложноподчиненных предложений с целью дальнейшего исследования правдивости фактов в лентах новостей.

Например, можно рассмотреть сообщение электронной версии журнала CNN, опубликованное 24 сентября 2024 года:

«Базирующаяся в Ливане военизированная группировка «Хезболла» нанесла новый шквал ударов по северному Израилю на следующий день после того, как в результате израильских авиаударов по военизированной группировке в Ливане погибло около 500 человек и 1600 получили ранения.»

Фактографическая информация, которая может быть извлечена из текста состоит из двух следующих лаконичных фраз.

1. Израиль атаковал Ливан, погибло 500 человек.
2. Группировка «Хезболла» атаковала Израиль.

Здесь в качестве шаблонов нужно использовать такие конструкции:

1) <произвольный текст> «Ливан» (географический объект), <произвольный текст> группировка (субъект действия) «Хезболла» (собственное наименование), нанесла (глагол) <произвольный текст> удар (дополнение), «по/в» (предлог) <произвольный текст> «Израиль» (географический объект).

2) «Израильский»(географическое определение) <произвольный текст> авиаудар «по/в» (предлог) «Ливан» («географический объект»), <произвольный текст> погибло (глагол) <произвольный текст> 500 (числительное) <произвольный текст> человек (дополнение).

Для решения представленной задачи на программном уровне необходимо использовать класс [SpaCy Matcher](#) в инструментарии программной системы Python. Этот инструментарий содержит весьма полный список готовых лексических меток, в частности:

ADJ: прилагательное (например, "военный", "сокрушительный");
 ADP: предлог (например, "по", "в");
 ADV: наречие (например, "быстро", "очень");
 AUX: вспомогательный глагол (например, "будет", "имеет");
 CONJ: союз (например, "и");
 DET: определитель (например, "этот", "каждый");
 INTJ: междометие (например, "Вот это да!");
 NOUN: существительное (например, "человек", "жертва", "группировка");
 NUM: числительное (например, "500", "1600", "пять");
 PART: частица (например, "не", "ли", "же");
 PRON: местоимение (например, "они");
 PROPN: собственное имя (например, "Ливан", "Израиль");
 PUNCT: пунктуационный знак (например, ".", ",", "!", ";");
 VERB: глагол (например, "нанести", "погибнуть").

Небольшой пример работы с шаблонами для английского языка приведен далее.

```
import spacy

nlp = spacy.load("en_core_web_sm")

# Я видел, как началась атака. Что видел ты?
text = "I saw The Attack begin. What did you see?"
doc1 = nlp(text)
print(doc1[2].tag_, doc1[2].pos_) # DT DET
print(doc1[3].tag_, doc1[3].pos_) # WP PRON
```

```

# Добавление атрибутов с исключением для "The Attack" (NNP/PROPN
NNP/PROPN)
ruler = nlp.get_pipe("attribute_ruler")

# Шаблон для сопоставления "The Attack"
patterns = [{"LOWER": "the"}, {"TEXT": "Attack"}]

# Атрибуты, которые следует назначить сопоставленному слову
attrs = {"TAG": "NNP", "POS": "PROPN"}

# Добавление правил в цепочку атрибутов
ruler.add(patterns=patterns, attrs=attrs, index=0) # "The" in "The Attack"
ruler.add(patterns=patterns, attrs=attrs, index=1) # "What" in "The Attack"
doc2 = nlp(text)
print(doc2[2].tag_, doc2[2].pos_) # NNP PROPN
print(doc2[3].tag_, doc2[3].pos_) # NNP PROPN
print(doc2[5].tag_, doc2[5].pos_) # WP PRON

```

Использование объемной библиотеки шаблонов дает возможность получения эффективных элементов программного инструментария для выделения фактов в естественно-языковых текстах.

Библиографический список

1. Каширин И.Ю. Нейросети нового многополярного мира: классификация электронных новостей. // Вестник РГРТУ. 2024. № 87. С.29-40.
2. Каширин И.Ю. Иерархические числа для проектирования ICF-таксономий искусственного интеллекта. //Вестник РГРТУ. 2020. № 71. С.71-82.
3. Каширин И.Ю. Теория иерархических чисел в задачах вычисления семантического сходства естественно-языковых конструкций. //Вестник РГРТУ. 2024. № 88. С.38-52.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОЖДАЕМОСТЬ

В.С. Королева

Научный руководитель – Лискина Е.Ю. канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В России с 1959 года наблюдается тенденция снижения рождаемости [1]. С 2007 года действуют меры финансовой поддержки семей: материнский капитал за второго ребенка, а в 2020 году его начинают выплачивать и за первого ребенка тоже. Однако, несмотря на данные меры поддержки, начавшийся в 2016 году демографический спад остановить не удалось. В связи с этим возникает задача: проверить, какие экономические факторы влияют на рождаемость в РФ. Целевыми показателями рождаемости будем считать общий Y_1 и суммарный коэффициенты

рождаемости Y_1 .

Для исследования, основанного на данных, были отобраны 15 экономических факторов, отражающих уровень жизни населения, меры социальной поддержки, уровень доступности здравоохранения и образования, занятость и безработицу. Период исследования охватывает 2010–2022 годы. Источник статистических данных – сайт Федеральной службы государственной статистики [2]. Объектами исследования являются регионы России. Вычисления выполнены на уровне значимости 0,05.

На первом этапе были вычислены выборочные коэффициенты парной линейной корреляции с целью выявления линейной зависимости Y_1 от выбранных факторов. В результате наблюдается умеренно линейная зависимость Y_1 от факторов X_5 (число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения), X_{10} (удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг в процентах от общей суммы потребительских расходов) и X_{15} (численность зарегистрированных безработных). А для остальных факторов необходимо проверить наличие нелинейной зависимости или отсутствие зависимости. Также планируется заменить в модели факторы, которые не влияют на Y_1 , на другие, и аналогичное исследование провести для Y_2 .

Далее планируется построение регрессионных моделей, позволяющих делать прогнозы динамики общего и суммарного коэффициентов рождаемости в зависимости от значений управляющих экономических показателей, и разработать рекомендации по управлению показателями рождаемости.

Библиографический список

1. Лискина Е.Ю. Математическая модель демографических волн на примере населения Российской Федерации // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020 [текст]: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.5./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020; Рязань. – С. 42–47.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2010–2023 гг. // Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – URL: <https://www.gks.ru/folder/210/document/13204> свободный (дата обращения: 28.09.2024).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЗОН ОТ КОРПУСОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

А.И. Корчунова, В.В Климаков

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

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

При предварительной расстановке электронных компонентов на этапе трассировки печатной платы нужно предусматривать пути отвода от них рассеиваемой мощности и их взаимное влияние [1]. Обычно основной поток тепла от электронных компонентов распространяется в плату и при установке радиатора на компонент только 40% рассеиваемой мощности отведется им, а в некоторых случаях и ещё меньше [2]. Соответственно, при большой рассеиваемой мощности, направленной от компонента в плату, может возникнуть деформация стеклотекстолита и его "обугливание".

Понимание геометрии зоны теплового влияния, распространяемого от электронного компонента на ближайшие элементы, позволит, на этапе проектирования топологии печатной платы, заложить дополнительный методологический механизм, позволяющий интенсифицировать тепловой режим будущего печатного узла. Однако кроме геометрии корпуса на форму и величину тепловых зон влияет подход к установке электронного компонента на печатную плату и материала изолирующей прокладки (при ее наличии в способе установки). На рисунке 1 показаны тепловые зоны полученные путем математического моделирования в Comsol корпуса 402.16-18 отечественной микросхемы при разных способах ее установки (с заданным значением рассеиваемой мощности 0,2 Вт) на многослойную плату.

В первом варианте модели (рисунок 1 а) корпус микросхемы был представлен в виде упрощенного параллелепипеда, как его моделируют в большинстве современных САПР по проектированию электронных узлов. Во втором варианте (рисунок 1 б), корпус компонента был представлен в виде детализированной конструкторской геометрии 3D модели со способом установки на печатную плату без прокладки с воздушным зазором. В третьей и четвертой (рисунок 1 в,г) под корпусом микросхемы устанавливалась тонкая изолирующая прокладка с разным значением теплопроводности (стеклотекстолит, керамика из нитрида алюминия).

Результаты моделирования показали, что в первом варианте тепловая зона имеет форму близкую к окружности, так как компонент непосредственно ставится на плату, а теплообмен через ножки не учитывается. Объемный тепловой поток в плату при этом может быть представлен в виде двух конических поверхностей. Такой подход не дает точные результаты при учете взаимного влияния компонентов при их начальной расстановке. Во втором варианте модели, корпус компонента был представлен в виде детализированной конструкторской геометрии со способом установки на печатную плату без прокладки. При таком способе установки основной поток тепла шел через выводы микросхемы. По результатам моделирования видно, что форма теплового потока изменилась и уже не может быть представлена окружностью. Поэтому для ее аппроксимации может быть выбран эллипс. В третьей и четвертой модели отчетливо показано изменение формы теплового потока от корпуса компонента и значительное снижение температуры в случае применения

прокладки из высокотеплопроводного материала. Наиболее близкой аппроксимацией для формы теплового потока (тепловой зоны) может служить так же эллипс.

На рисунке 2. приведены результаты моделирования взаимного влияния от корпусов трех микросхем в виде картины распространения теплового поля и изотерм.

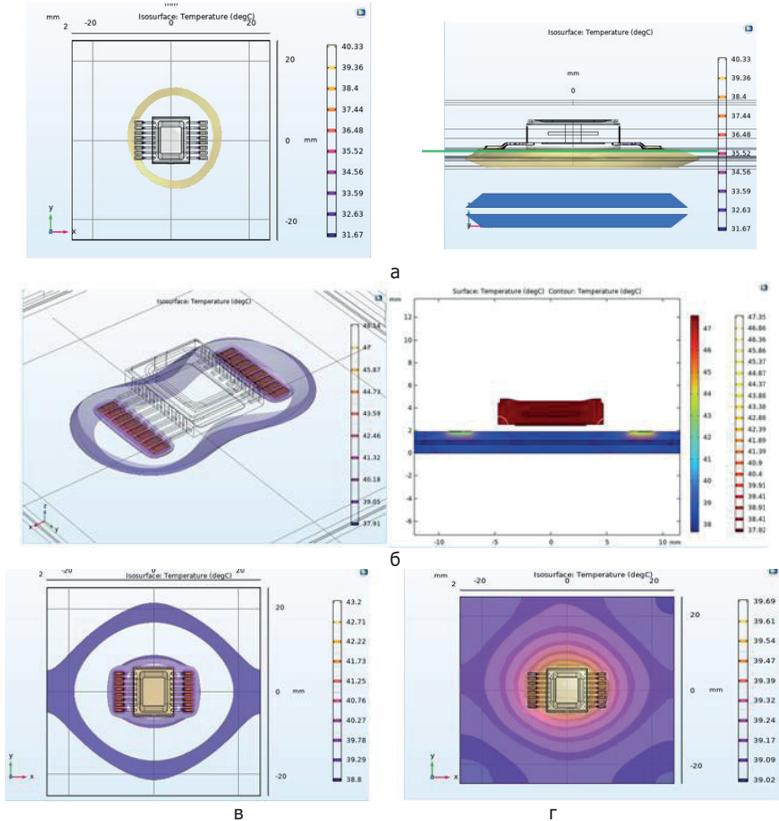


Рисунок 1 – Распределение температуры (форма тепловой зоны) от корпуса электронного компонента: а - без учета способа установки компонента и выводов микросхемы, б - с учетом выводов микросхемы и способа установки с воздушным зазором, в - с учетом способа установки на прокладку из стеклотекстолит FR4, г – с учетом способа установки на прокладку из нитрида алюминия (AlN теплопроводность $200 \text{ Вт/м}^2\text{К}$)

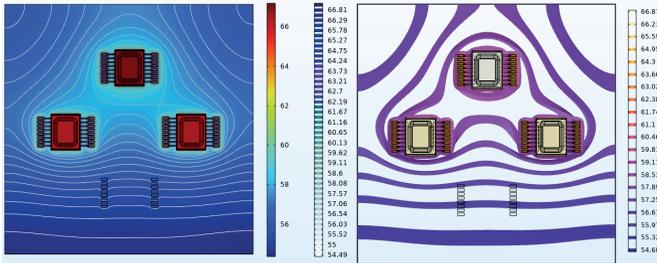


Рисунок 2 – Распространение теплового поля и изотерм от трех микросхем и их взаимное влияние

Таким образом при работе в современных САПР специализирующихся на тепловых расчетах печатных узлов, при использовании приближения для корпусов в виде параллелепипеда, точной начальной расстановки компонентов на плате не получить.

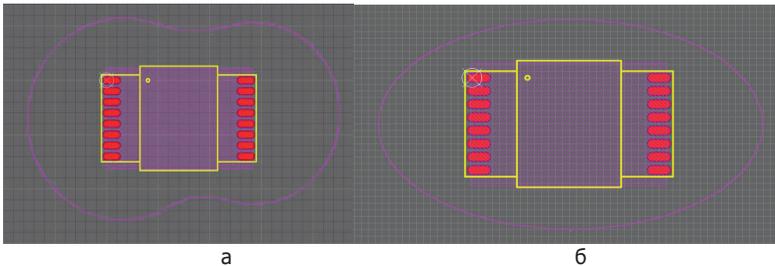


Рисунок 3 – Зоны теплового воздействия в Altium designer: а - без прокладки, б - с прокладкой под корпусом перед этапом трассировки

Полученные данные моделирования подтверждают необходимость знания начальной тепловой зоны компонента при учете начальной расстановки элементов на печатной плате. Внедрение такого решения в современные САПР по проектированию печатных плат например в виде дополнительных алгоритмов и соответствующих элементов библиотек (рисунок 3).

Библиографический список

1. Аркадий Медведев, Геннадий Мылов Физические характеристики печатных плат // Время электроники – 2012 – №2 – с. 22-30
2. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры/ Л.Н. Кечинев – М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. – 616с.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ: СТОХАСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

В.С. Кравцова

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Управление рисками и неопределенностью – ключевой элемент успешного завершения проектов по разработке и внедрению информационных систем (ИС), поскольку такие проекты часто сопровождаются множеством неопределенностей и потенциальных рисков. Управление рисками направлено на выявление, анализ и минимизацию факторов, которые могут негативно повлиять на проект, а работа с неопределенностями помогает учитывать непредсказуемые изменения, на которые проектный менеджер не имеет прямого влияния. Чтобы справляться с рисками и неопределенностью, применяются стохастические методы и моделирование методом Монте-Карло, которые позволяют построить вероятностные модели возможных исходов и подготовить проект к неожиданным событиям.

Стохастические методы помогают учесть вероятностные характеристики рисков и неопределенностей, позволяя оценивать вероятность различных исходов, как положительных, так и отрицательных, что делает их ценными инструментами для управления проектами в условиях неопределенности. В отличие от детерминированных методов, которые предполагают фиксированные значения для всех параметров, стохастические подходы работают со случайными величинами и распределениями вероятностей, что дает более гибкую модель, учитывающую множество сценариев. Среди распространенных стохастических методов для анализа рисков в проектах выделяют метод Монте-Карло, байесовские сети и марковские процессы. Эти подходы позволяют моделировать изменения в проекте с учетом случайных колебаний и получать распределение возможных значений для ключевых показателей проекта.

Моделирование методом Монте-Карло, разработанное в 1940-х годах, стало одним из самых эффективных методов для оценки неопределенностей и анализа рисков в проектах. Принцип этого метода заключается в проведении большого количества случайных симуляций, в которых входные параметры варьируются в определенных пределах с вероятностным распределением. При помощи этого метода можно оценить диапазон возможных исходов для временных затрат, бюджета, качества и других ключевых характеристик проекта, построив их вероятностное распределение. Этапы анализа метода Монте-Карло включают определение диапазонов значений и распределений вероятностей для ключевых параметров, запуск симуляций с случайными значениями в рамках этих диапазонов и анализ полученных результатов для выявления вероятностей различных исходов. Например, в проекте по разработке ИС каждая задача может иметь три оценки времени выполнения – оптимистичную, наиболее вероятную и пессимистичную. Во время симуляции каждый из этапов выполняется в соответствии со случайными значениями времени, взятыми из диапазона, что позволяет оценить возможные отклонения в графике выполнения проекта.

Результаты анализа методом Монте-Карло представляют собой распределение вероятностей для различных исходов. Это позволяет менеджеру оценить вероятность того, что проект будет выполнен в срок, останется в рамках бюджета

или что произойдут значительные отклонения. Этот метод также помогает выявить наиболее рискованные задачи и этапы, что позволяет проектной команде сосредоточить внимание на оптимизации этих аспектов. Моделирование методом Монте-Карло обеспечивает точность прогнозов и более реалистичные планы за счет учета множественных сценариев. Однако метод имеет и ограничения: анализ методом Монте-Карло требует большого количества вычислений, мощного программного обеспечения и детальной информации о начальных условиях и оценках, что увеличивает трудоемкость анализа.

Наряду с анализом методом Монте-Карло байесовские сети являются популярным стохастическим методом для анализа рисков и прогнозирования. Байесовские сети представляют собой вероятностные графические модели, которые показывают зависимости между событиями и позволяют оценить вероятности различных исходов на основе условий проекта. В проектах разработки ИС байесовские сети помогают оценить влияние отдельных факторов риска, спрогнозировать вероятность наступления тех или иных событий и проанализировать взаимосвязь между ними. Такой подход позволяет проектной команде выявить наиболее значимые риски, подготовиться к их возникновению и построить адекватный план реакций.

Таким образом, стохастические методы управления рисками, включая моделирование методом Монте-Карло и байесовские сети, представляют собой мощный набор инструментов, которые позволяют проектным менеджерам учитывать возможные сценарии развития проекта и минимизировать негативное влияние неопределенностей. Эти методы способствуют точному планированию, гибкости проекта и повышению вероятности его успешного завершения, а также дают возможность разработать стратегии для минимизации последствий рисков, учитывая различные вероятностные сценарии.

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. Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2017, 158
3. Трошин, И.В., Соколов, В.В. Теория вероятностей и её применение в управлении рисками /Юрайт – Минск, 2017. – С. 12–18.

АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ РЕГУЛЯРНОГО ВЫРАЖЕНИЯ

Н.А. Морошкин

МИРЭА – Российский технологический университет

Задача сопоставления с образом используется во многих сферах анализа текстовой информации – мониторинг социальных сетей, в лексическом анализе на этапе компиляции программного кода, в анализе поисковых запросов в браузере и во многих других. Наиболее распространённым решением задачи сопоставления с образом являются регулярные выражения (РВ). РВ – инструмент поиска подстрок в строке по некоторому шаблону. При развитии языков программирования появилось множество различных вариантов реализаций РВ в каждом конкретном языке.

Обычно, данные реализации различаются по синтаксису самих РВ и способу их имплементации в конечный автомат (КА). Обычно [1], имплементации РВ представляют собой алгоритмы построения некоторого детерминированного или недетерминированного КА.

Алгоритм оптимизации скорости работы регулярного выражения представляет собой алгоритм минимизации КА, задающегося самим РВ. Однако, учитывая разнообразие диалектов РВ [1] и различия в самих алгоритмах построения КА, разработка алгоритма оптимизации скорости работы РВ как алгоритма минимизации КА не всегда является возможной.

Предлагается альтернативная реализация алгоритма оптимизации РВ на основе наиболее распространённой стохастической модели оптимизации – популяционных алгоритмов [2]. РВ представляется как некоторая математическая модель, об имплементации которой ничего не известно, то есть предлагается рассматривать механизм РВ как некоторую модель «чёрный ящик».

В докладе рассматривается конкурентный коэволюционный алгоритм [3] на основе популяционного алгоритма дифференциальной эволюции. Индивид популяции дифференциальной эволюции представляется в виде промежуточного представления РВ. Промежуточным представлением РВ является список инцидентности абстрактного синтаксического дерева исходного РВ.

В данном исследовании под приспособленностью индивида понимается скорость работы РВ, умноженная на точность построенного РВ по индивиду на корпусе строк, задающийся исходным РВ. Коэволюционный алгоритм реализован в соответствии со схемой [3], в каждой итерации коэволюционного этапа определяется качество каждой субпопуляции, в случае проигрыша на популяцию накладывается штраф в виде удаления определенного количества индивидов.

Представлено сравнение нескольких ДЭ в работе коэволюционного алгоритма, приведены основные статистики популяций в каждой итерации. Показана эффективность алгоритма оптимизации исходного РВ с использованием конкурентного коэволюционного алгоритма.

Библиографический список

1. L.A. Demidova, N.A. Moroshkin Architecture of a regular expression translator with optimization of intermediate states // 2024 International Scientific Conference on Information Technologies (InfoTech). – 2024. – pp. 1-4. – DOI 10.1109/InfoTech63258.2024.10701407
2. Л.А. Демидова, А.В. Горчаков Применение биоинспирированных алгоритмов глобальной оптимизации для повышения точности прогнозов компактных машин экстремального обучения // Российский технологический журнал. – 2022. – №2. – С. 59-74. – DOI 10.32362/2500-316X-2022-10-2-59-74
3. Е.С. Семенкин, М.Н. Жукова, В.Г. Жуков [и др.] Эволюционные методы моделирования и оптимизации сложных систем: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины // Конспект лекций. Красноярск: СФУ. – 2007.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОТОКА ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА В РАМКАХ ОДНОЙ МОДЕЛИ

Е.М. Овчарова

Научный руководитель — Абрамов В.В. канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В работе [1] была предложена балансовая модель потока $x(n)$ объемов производства. В стационарном случае эта модель имеет вид

$$x(n+1) = Ax(n) + f(n), \quad (1)$$

где матрица A определяется ценами на товары, их себестоимостями и способом распределения выручки в конце производственного периода n , а неположительный вектор $f(n)$ связан с непроизводственным потреблением. Установлено [2], что в случае рентабельного производства всех товаров модель неустойчива, так как наибольшее собственное значение матрицы A больше единицы. Это приводит к тому, что объемы производства $x(n)$ становятся неограниченными или даже отрицательными. Для решения этой проблемы в целесообразно стабилизировать производственный поток $x(n)$ в некотором стационарном состоянии с помощью непроизводственного потребления. Для этого предлагается согласовать потребление с текущим объемом производства $x(n)$, выбрав в модели (1)

$$f(n) = -Dx(n) + p, \quad (2)$$

где требующие подбора матрица D и вектор p имеют неотрицательные элементы. При этом может возникать задача максимизации производственной прибыли или непроизводственного потребления путем варьирования D и p .

Процедура решения задачи о стабилизации стационарного потока системы (1)-(2) имеет вид:

- 1) матрица D выбирается так, что $\|A - D\| < 1$;
- 2) $\bar{x} = (A - D)^{-1}p \geq 0$ – вектор с неотрицательными компонентами;
- 3) $-D\bar{x} + p \leq 0$ – вектор с неположительными компонентами.

При этом система (1)-(2) имеет асимптотически устойчивое стационарное решение \bar{x} .

Процедура решения задачи и визуализации результатов реализована в программе Maple на тестовых данных.

Библиографический список

1. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Моделирование дискретной динамики производства // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета (5-6 апреля 2022 г): материалы конференции. – Ч. 4. – Нижневартовск: НВГУ, 2022. – С. 615–620.
2. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Исследование устойчивости одной модели производства // 72-я Международная студенческая научно-техническая конференция, Астрахань, 18-23 апреля 2022 года: материалы конференции. – Астрахань: АГТУ, 2022. – С. 489–491.

УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

О.В. Перевозчикова
Академия ФСИН России

В работе изучаются условия, при которых система информационной безопасности, описываемая с использованием математической модели Лотки-Вольтерры [1], имеет ненулевое периодическое решение.

Согласно классической модели «хищник» - «жертва», уровень развития жертвы должен соответствовать уровню развития хищника, иначе обратное может привести к вымиранию вида. Если отношения хищника и жертвы применить к теории информационной безопасности, мы получим аналогичные взаимоотношения между потенциальным нарушителем и исходящими от него угрозами (нарушитель) и системой безопасности (защитник).

Рассматриваемая модель «нарушитель» - «защитник» представляет собой систему дифференциальных уравнений с параметром. С помощью методов, описанных в работах [2,3], определены условия, при которых модель, учитывающая конкуренцию за ресурсы, т.е. с «логистической поправкой», имеет ненулевые периодические решения. Проблема существования ненулевого периодического решения системы сводится к проблеме разрешимости операторного уравнения. Доказательство теорем проводится методом сжатых отображений и завершается применением теоремы о неподвижной точке нелинейного оператора.

Библиографический список

1. Минаев В.А., Сычев М.П., Ваиц Е.В., Грачева Ю.В. Математическая модель «хищник-жертва» в системе информационной безопасности// Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 3. С. 397-400.
2. Терехин М.Т., Баева О.В. Периодические решения нелинейной неавтономной системы дифференциальных уравнений // Известия высших учебных заведений. Математика. 2017. № 5. С. 86-96.
3. Баева О.В., Павлова С.А. О периодических решениях математической модели «политика-экономика»// Итоги науки и техники. Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры. 2020. Т. 185. С. 28-36.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПАРАМЕТРОМ

А.С. Правдивцева

Научный руководитель — Абрамов В.В. канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Решается задача

$$\begin{cases} f(x, t) = x^T A(t)x + b^T(t)x + c(t) \rightarrow \max, \\ K(t)x \leq l(t), \end{cases} \quad (1)$$

в которой $A(t)$ – симметрическая $n \times n$ -матрица коэффициентов квадратичной формы $x^T A(t)x$, x – вектор-столбец n переменных, $b(t)$ – вектор коэффициентов

линейной формы $b^T(t)x$, $c(t)$ – некоторая вещественная функция, $K(t)$ – $m \times n$ -матрица, $l(t)$ – вектор-столбец, t – вещественный параметр (время).

Будем предполагать, что для любого вектора x при $t \in [t_1; t_2]$ выполняется условие

$$x^T A(t)x < 0, \quad (2)$$

которое проверяется по критерию Сильвестра. В частности, $\det A(t) \neq 0$. Тогда для любого вектора x при $t \in [t_1; t_2]$ функция $f(x, t)$ вогнута. Без учёта ограничений на x функция $f(x, t)$ имеет точку максимума

$$x_0(t) = -\frac{1}{2}A^{-1}(t)b(t). \quad (3)$$

Чтобы точка (3) удовлетворяла ограничениям, требуется покомпонентное выполнение векторного неравенства

$$0_m \leq 2l(t) + K(t)A^{-1}(t)b(t). \quad (4)$$

Итак, если на некотором промежутке внутри $[t_1; t_2]$ выполняются условия (2) и (4), то (3) является решением задачи (1) на этом промежутке.

Заметим, что задача с квадратичным целевым критерием типа (1), в частности, возникает при производственном планировании, если себестоимость реализации или отпускные цены плана x зависят от самого x . Такая задача решалась в работах [1, 2], но в этих работах не рассматривалась зависимость от времени. Тогда при вычислении промежутка времени, на котором задача (1) имеет решение, возникают дополнительные ограничения типа: $x_0(t) \geq 0_n$, $f(x_0(t), t) \geq \tilde{f}$, где \tilde{f} – минимальная допустимая прибыль.

В докладе приводится пример реализации изложенной схемы вычислений в программе Maple на тестовых данных при условии, что коэффициенты задачи (1) являются линейными функциями от t . Такое предположение естественно для прикладных задач, в которых используется прогнозирование данных.

Библиографический список

1. Титова Е.В., Абрамов В.В. Игровая модель принятия решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: сб. науч. статей IV научно-практ. междунар. конф. (школы-семинара) молодых ученых: 23-25 апреля 2018 г. – Ч. 1. – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2018. – С. 527–531.
2. Анашкин Н.О. Квадратичная оптимизационная модель производства // Математика и ее приложения в современной науке и практике: сборник научных статей XIV Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, 5–6 апреля 2024 г. / отв. ред.: О.А. Бредихина. – Курск: ЮЗГУ, 2024. – 339 с. – С. 164–171.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИМПУЛЬСНОГО РЕФЛЕКТОМЕТРИЧЕСКОГО УРОВНЕМЕРА ДЛЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

С.С. Румянцев

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

Импульсная рефлектометрия — это широко распространённый метод, который применяется для тестирования и контроля кабельного оборудования. Принцип работы этого метода основан на технологии рефлектометрии во временной области (TDR — Time Domain Reflectometry). Метод заключается в измерении отражённого сигнала от неоднородностей в кабельной линии с учётом скорости распространения электромагнитных волн [1].

В импульсном рефлектометрическом уровнемере, который используется в судовых ядерных энергетических установках, неоднородностью является граница раздела сред в чувствительном элементе, представляющем собой жёсткую фазостабильную коаксиальную линию. В отличие от механического метода, в рефлектометрическом уровнемере отсутствуют подвижные части, что делает его надёжным и долговечным [2].

При использовании импульсного рефлектометрического уровнемера в резервуарах первого контура судовой ядерной энергетической установки необходимо учитывать особенности, связанные с экстремальными условиями эксплуатации, такими как высокая радиация, переменные температурные режимы, давление и вибрационные нагрузки, при этом узел ввода должен обеспечивать передачу зондирующего сигнала в чувствительный элемент, расположенный внутри первого контура, и передачу эхосигнала в обратном направлении [3].

Разработанная модель СВЧ-тракта импульсного рефлектометрического уровнемера для измерения уровня теплоносителя в первом контуре судовой ядерной энергетической установки позволяет учитывать неоднородности на границах элементов тракта. Использование среды динамического моделирования SiminTech для реализации этой модели позволяет при необходимости расширять её для учёта дополнительных неоднородностей и встраивать полученную модель в более крупные системы.

Библиографический список

1. Дьяконов В. Рефлектометрия и импульсные рефлектометры [Текст] / В. Дьяконов // Компоненты и технологии. – 2011. – № 1. – С. 164–172.
2. Тренкаль Е.И. Измерение уровней жидкости методом импульсной рефлектометрии (обзор) / Е.И. Тренкаль, А.Г. Лоцилов // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 67–73.
3. Корячко В.П. Математическая модель рефлектометрического уровнемера для измерения уровня воды в контуре ядерной энергетической установки / В.П.Корячко, С.С.Румянцев, Л.В.Аронов //Вестник РГРТУ. Рязань. РГРТУ. 2023. Вып. 2 (84). С. 157-165. DOI: 10.21667/1995-4565-2023-84-157-165

ПРИМЕНЕНИЕ ЭМУЛЯТОРОВ ПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ИНФОРМАТИКИ И ОСНОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.И. Тарасов

Научный руководитель – Советов П.Н. к.т.н.

МИРЭА – Российский технологический университет

В докладе рассматривается подход к разработке программных моделей простых процессорных ядер и опыт его внедрения в программу дополнительного образования учащихся среднего школьного возраста.

На сегодняшний день в стране создаются различные программы дополнительного образования, в том числе и в сфере информационных технологий. В рамках образовательной программы дополнительного образования НКО «Остров» была реализована программа знакомства школьников средних классов с принципами работы вычислительной машины, основанной на работе Тьюринга [1].

Описание Аланом Тьюрингом вычислительной машины в 1936 году заложило основу для создания современных арифметико-логических устройств. Ценность машины Тьюринга для современного научного мира трудно переоценить. Хотя известно, что в исходном виде машина Тьюринга не может быть реализована, принцип ее работы может быть положен в основу программных моделей.

Программа знакомства для мероприятий [2] была реализована в форме исторической игры. В игре была использована самодельная механическая реплика ленты с ячейками, внутри которых находились символы разных форм и цветов. В качестве регистра машины выступал блокнот для записей, а в качестве считывающего и записывающего устройства выступали участники образовательной программы. Алгоритм для машины предстояло разработать самим учащимся. Такое решение было принято, чтобы показать, что машина Тьюринга способна выполнять любой алгоритм.

Как уже было сказано выше, символы представляли из себя различные фигуры разных цветов. Участникам программы было выдано изначальное число в качестве начального состояния машины Тьюринга, а операции с этим числом должны были выполняться в соответствии с придуманным алгоритмом. Дальнейшее развитие учебной программы дополнительного образования предполагается на основе учебно-методических материалов, преподаваемых в Институте Информационных Технологий РТУ МИРЭА.

В практике разработки программных моделей используется подход, заключающийся в имитации элементов процессора в программе на языке высокого уровня. В качестве такого языка выбирается Python или C++, в зависимости от набора команд, требуемых для эмуляции. Предполагается как привлечение учащихся старшей школы для продолжения изучения основ информатики на примере программных моделей, так и использование моделей для исследования характеристик процессорных ядер, разрабатываемых в РТУ МИРЭА в рамках направления достижения технологического суверенитета в области микроэлектроники.

Библиографический список

1. Turing, A.M., 1936–7, "On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem", Proceedings of the London Mathematical Society, s2-42: 230–

265; correction *ibid.*, s2-43: 544–546 (1937). doi:10.1112/plms/s2-42.1.230 and doi:10.1112/plms/s2-43.6.544

2. <https://vostrove.ru/> (дата обращения 29.10.2024)

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ПАРАМЕТРОВ ОЖЕ – ЛИНИЙ И ДРУГИХ ИМПУЛЬСОВ

Е.М. Тимохин

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

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

Во многих приложениях математики необходимо решить задачу обнаружения сигнала малой амплитуды на фоне плавно изменяющейся низкочастотной составляющей (подложки). Такие задачи возникают в оже–спектрометрии при обнаружении оже-линий [1], в рамках технологических процессов по обработке металла, предполагающих обнаружение краевых точек и в других областях, связанных с анализом сигналов.

Для решения данной задачи предлагается метод, основанный на применении симметричного линейного оператора с ядром (маской) специального вида. Свойства линейных операторов с симметричными векторными масками подробно исследованы в работах [2,3]. Маска предлагаемого оператора имеет следующий вид:

$$\bar{a} = \left(-\frac{1}{2s}, \dots, -\frac{1}{2s}, 0, \dots, 0, \frac{1}{2k+1}, \frac{1}{2k+1}, \dots, \frac{1}{2k+1}, 0, \dots, 0, -\frac{1}{2s}, \dots, -\frac{1}{2s} \right),$$

где $s=2k+1$. Таким образом:

- левые и правые участки маски состоят из $2k+1$ коэффициентов вида $-1/(2*(2k+1))$;
- центральный участок содержит $2k+1$ коэффициентов вида $1/(2k+1)$;
- между краевыми участками и центральными элементами маски находятся нулевые коэффициенты;
- совокупная длина маски и значение параметра k подбираются так, чтобы длина маски не превышала длину основания самого узкого импульса.

Приведенный оператор обеспечивает аннулирование плавно меняющейся низкочастотной составляющей сигнала, если она аппроксимируется линейной функцией, и дает небольшое константное смещение на линиях, адекватно аппроксимируемых многочленом второй степени с малым значением коэффициента при старшей степени переменной. Действие оператора на импульс проявляется в выходном сигнале следующим образом. В начальной и конечной точках гауссоподобного импульса в выходном сигнале образуются локальные минимумы, равные по абсолютной величине половине амплитуды импульса. Таким образом, оператор эффективно выделяет кратковременные импульсы на фоне низкочастотного фона.

Алгоритм метода включает следующие этапы:

1. Вычисление свёртки исходного сигнала с оператором в скользящем режиме.
2. Поиск локальных экстремумов в результирующем сигнале для определения координат начала и конца импульса.
3. Выделение импульсов из состава исходного сигнала.

4. Оценку параметров импульсов (длина основания, ширина импульса на уровне 0,6 от амплитуды, площадь под импульсом).

На рисунке приведены модельный исходный сигнал с четырьмя импульсами, два из которых являются гауссовыми кривыми с подобранными должным образом параметрами, и два –параболическими кривыми, имитирующими параболический импульс. В нижней части рисунка приведен выходной сигнал, наглядно иллюстрирующий действие предлагаемого оператора на исходный сигнал.

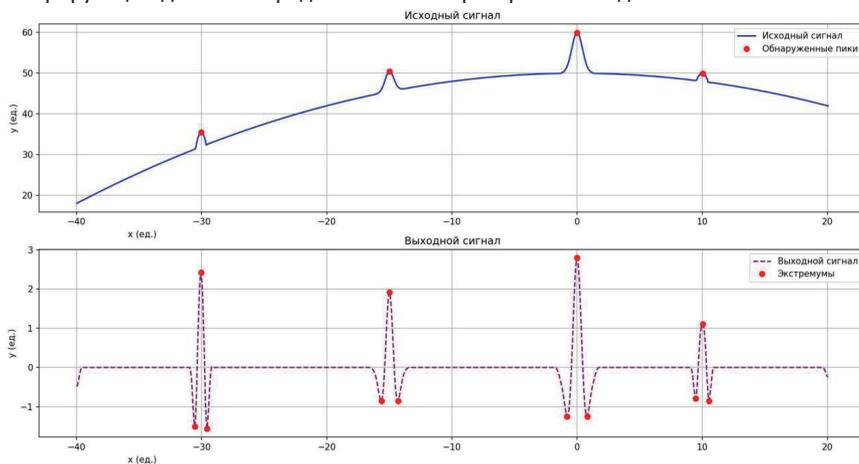


Рисунок 1 – Исходный сигнал и результат его обработки

Таким образом, предложенный метод позволяет эффективно определять координаты и параметры оже-линий и других импульсов на фоне плавно меняющихся низкочастотных составляющих. Это открывает возможности для его применения в различных областях, где требуется точное обнаружение кратковременных сигналов.

Библиографический список

1. Борисов В.В., Новиков А.И., Чураков Е.П. Применение факторного анализа для исследования послыных спектров // Электронное моделирование. 1994. Т. 16. №1. – 80-83.
2. Новиков А. И., Пронькин А. В. Методы цифровой обработки изображений подстилающей поверхности. М.: Горячая линия-Телеком. 2023. 224 с.
3. Novikov AI. The formation of operators with given properties to solve original image processing tasks. Pattern Recognition and Image Analysis, 2015. DOI: 10.1134/S1054661815020194.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАНИЦ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ДВУХЗВЕННОГО ПЛАНАРНОГО МАНИПУЛЯТОРА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Т.А. Шевелева

Научный руководитель - Ляшков А.А., д-р техн. наук, профессор
Омский государственный технический университет

В докладе рассматривается моделирование границ рабочего пространства двухзвенного планарного манипулятора средствами современных САПР.

Рабочее пространство манипулятора является основной характеристикой, которая указывается в паспорте.

В промышленных манипуляторах обобщенные координаты изменяются в определенных пределах. Разработанные алгоритмы и программы позволяют получать и исследовать компьютерные модели при задании необходимых границ изменения независимых параметров в автоматизированном режиме. С помощью программы созданы модели рабочего пространства планарного двухзвенного манипулятора при изменении параметров u и v : $0^\circ \leq u \leq 180^\circ$, $-180^\circ \leq v \leq 180^\circ$. Эти модели показаны на рисунке 1. Для создания модели в диалоговом окне задаются параметры манипулятора (рис. 1а). Затем следует выбрать вид модели поверхности: U или V - поверхности. На рис. 1б представлены проекции 3D модели U - поверхности. Для подтверждения достоверности полученных результатов на рис. 1в приведены границы модели рабочего пространства манипулятора, известных из [1], для тех же диапазонов изменения обобщенных координат и длин звеньев манипулятора. Сравнивая известный результат с выполненным в настоящей работе, определяем, что границы рабочего пространства совпадают в обоих решениях. При этом 3D модель обладает существенной информативностью.

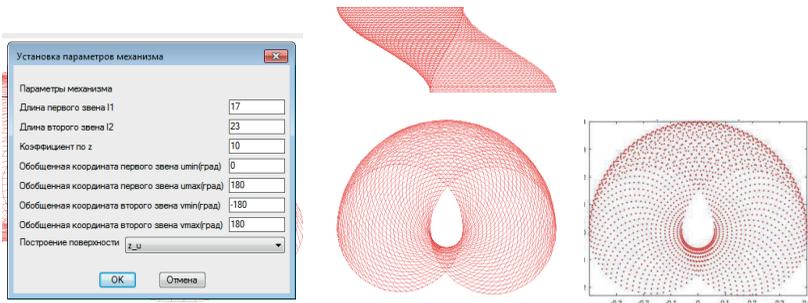


Рисунок 1 - Моделирование рабочего пространство манипулятора, где а) диалоговое окно программы для ввода данных; б) проекции 3D модели U – поверхности (результат выполнения программы); в) границы рабочего пространства [1]

Также разработаны модели, которые визуализируют 3D-модели U -поверхности и V -поверхности соответственно, а также границы этих поверхностей. Рабочее пространство ограничено кривыми линиями и линиями, определяющими границы обобщенных координат.

Из совмещенных 3D-моделей U и V -поверхностей, а также границ дискриминант этих поверхностей следует, что горизонтальные проекции линий этих поверхностей

совпадают и представляют собой стыкованные дуги окружностей, что подтверждается исследованиями, приведенными в работе [2]. Фронтальные проекции этих линий не совпадают, так как находятся на различных поверхностях.

Принципиальным отличием полученных результатов от известных является возможность с помощью разработанных алгоритмов и программы находить границы рабочего пространства и решать обратную задачу кинематики. Определены обобщенных координат (углов поворота звеньев) манипулятора по известным координатам (x, y) точки центра схвата выполняется на U - и V - поверхностях. Так, задав точку центра схвата с координатами (x, y) на горизонтальных проекциях U - и V - поверхностей, на фронтальных проекциях этих поверхностей определяются обобщенные координаты u и v . И наоборот, зная (u, v) , можно определить (x, y) . Отметим, что для некоторых фрагментов поверхностей существует два решения (u, v) для одной и той же точки (x, y) . Для иллюстрации таких возможностей ниже приводится несколько примеров.

Библиографический список

1. Thu Zar, Phyo Wai Lin, Dr. Su Yin Win Workspace Analysis of Two-link Planar Manipulator // Science and Engineering Applications. 2019. Vol. 8. Issue 08, pp. 380-383.
2. Зенкевич С.Л., Юценко А.С. Основы управления манипуляционными роботами: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Роботы и робототехнические системы» – М.: Изд. МГТУ, 2004. - 478 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ИГРОВОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА

К.П. Шиндина

Научный руководитель – Абрамов В.В. канд. физ.-мат. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Допустим, требуется найти в смешанном расширении решение игры с матрицей выигрышей $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$. В данном случае оба игрока имеют по две чистых стратегии. Поэтому их смешанные стратегии – это нормированные неотрицательные векторы

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \text{ и } y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}. \text{ Вычислим функцию выигрыша}$$

$f(x, y) = x^T A y = (x_1 \ x_2) \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$. Допустим, $x_1 = r \in [0; 1]$. Так как $x_1 + x_2 = 1$, то $x_2 = 1 - r$. Аналогично $y_1 = z \in [0; 1]$, $y_2 = 1 - z$. Получим

$$f(x, y) = (r \ 1-r) \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z \\ 1-z \end{pmatrix} = (r \ 1-r) \begin{pmatrix} a_{11}z + a_{12}(1-z) \\ a_{21}z + a_{22}(1-z) \end{pmatrix} = r(a_{11}z + a_{12}(1-z)) + (1-r)(a_{21}z + a_{22}(1-z)).$$

Результат вычисления обозначим $\varphi(r, z)$. Итак, вместо исходной игры с функцией выигрыша $f(x, y)$ получена вспомогательная игра с функцией выигрыша $\varphi(r, z) = rz(a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}) + r(a_{12} - a_{22}) + z(a_{21} - a_{22}) + a_{22}$, определенной при $r \in [0; 1]$, $z \in [0; 1]$. В силу сделанных замен по r для $\varphi(r, z)$ требуется найти максимум, а по z – минимум. Так как любая матричная игра имеет решение в смешанном расширении [1], то имеет решение и вспомогательная игра. Составим для $\varphi(r, z)$ необходимые условия экстремума по каждой из переменных:

$$\begin{cases} \varphi'_z = z(a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}) + a_{12} - a_{22} = 0, \\ \varphi'_r = r(a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}) + a_{21} - a_{22} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

В системе (1) обозначим: $c_1 = a_{12} - a_{22}$, $c_2 = a_{21} - a_{22}$. Предположим,

$$c = a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22} \neq 0. \quad (2)$$

Тогда решение системы (1) имеет вид: $z_0 = -\frac{c_2}{c}$; $r_0 = -\frac{c_1}{c}$.

Возможны случаи, которые назовём нестандартными: 1) $z_0 \notin [0; 1]$ и $r_0 \in [0; 1]$; 2) $z_0 \in [0; 1]$ и $r_0 \notin [0; 1]$; 3) $z_0 \notin [0; 1]$ и $r_0 \notin [0; 1]$. Тогда у каждого игрока только одна из чистых стратегий будет оптимальной. При этом неопределённости в действиях игроков нет. Поэтому далее нас будет интересовать стандартный случай:

$$z_0 \in [0; 1], r_0 \in [0; 1]. \quad (3)$$

Так как эта пара значений переменных оказалась допустимой, то она является седловой точкой для вспомогательной функции $\varphi(r, z)$.

Таким образом, исходная игра имеет решение:

$$x_0 = \begin{pmatrix} r_0 \\ 1 - r_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{c_2}{c} \\ 1 + \frac{c_1}{c} \end{pmatrix} - \text{оптимальная смешанная стратегия игрока 1,}$$

$$y_0 = \begin{pmatrix} z_0 \\ 1 - z_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{c_1}{c} \\ 1 + \frac{c_2}{c} \end{pmatrix} - \text{оптимальная смешанная стратегия игрока 2,}$$

$$v_0 = f(x_0, y_0) = \varphi(r_0, z_0) = \frac{\det A}{c} - \text{оптимальная средняя цена игры.}$$

Используем полученную схему рассуждений при условии, что коэффициенты матрицы A зависят от времени t для моделирования производства.

Допустим, предприятие производит и реализует k видов продукции в условиях риска, когда оценка прибыли не гарантирована. При этом для принятия обоснованного решения на перспективу составим игровую модель, с помощью которой получим для предприятия динамический производственный план.

Пусть $p_1 = \begin{pmatrix} p_{11} \\ \dots \\ p_{1k} \end{pmatrix}$ и $p_2 = \begin{pmatrix} p_{21} \\ \dots \\ p_{2k} \end{pmatrix}$ – стандартные планы предприятия, для которых

удаётся спрогнозировать прибыль. Их реализация – это стратегии S_1, S_2 предприятия, которое будем принимать в качестве игрока 1. Прибыль от применения каждого плана зависит от условий сбыта U_1, U_2 – это стратегии рынка, который будем рассматривать в качестве игрока 2. вычислим $A(t) = (a_{ij}(t))$ – матрицу прибылей предприятия в каждой игровой ситуации (S_i, U_j) . Будем рассматривать промежутки времени $t \geq 0$.

Допустим, при решении игры по предложенной выше схеме имеет место стандартный случай на некотором интервале $t \in (t_1; t_2)$, $t_1 \geq 0$. Найдём оптимальные смешанные стратегии игроков: $x_0(t) = \begin{pmatrix} x_{10}(t) \\ x_{20}(t) \end{pmatrix}$ и $y_0(t) = \begin{pmatrix} y_{10}(t) \\ y_{20}(t) \end{pmatrix}$. Вычислим максимальную среднюю прибыль $S(t) = x_0^T(t)A(t)y_0(t)$. Без ограничения общности рассуждений, допустим, $S(t) > S^*$ при $t \in (t_1; t_2)$, где S^* – минимально допустимая прибыль для предприятия. На основании полученного результата для предприятия получили:

1) $\bar{p}(t) = x_{10}(t)p_1 + x_{20}(t)p_2$ – оптимальный усреднённый безрисковый план производства, который начинает действовать в момент t_1 , а заканчивает в t_2 ;

2) $S(t)$ – максимальная средняя безрисковая оценка прибыли в каждый момент t .

Значимость риска может быть преувеличена. При этом оценка прибыли может быть занижена. Поэтому предлагается коррекция прогноза $S(t)$ на основе критерия Ходжа–Лемана.

Библиографический список

- Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А. Теория игр. М.: Высшая школа, 1998. – 304 с.

НАЛИЧИЕ СТАБИЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ В ОДНОСЕКТОРНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Д.В. Юдин

Научный руководитель — Абрамов В.В. канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Рассматривается проблема моделирования односекторной экономики на основе модели типа Солоу. В отличие от классических условий [1, 2] предполагается, что инвестиции за счет валового продукта влияют как на динамику основных фондов, так и на динамику труда. Чтобы добиться эффекта ограниченного роста экономики для модели задана переменная структура на основе производственной функции, где при достаточно больших значениях хотя бы одного из факторов (аргумента функции) её значения становятся отрицательными [3, 4]. Модель имеет следующий вид

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + \lambda_1 F(K, L), \\ \dot{L} = \nu L + m\lambda_2 F(K, L), \end{cases} \quad (1)$$

где K – основные фонды, L – труд; $F(K, L) = \alpha K + \beta L$ – аддитивная кусочно-линейная производственная функция от K и L ; λ_1, λ_2 – доли инвестиций направленные на увеличение K и L в размерах $\lambda_1 F(K, L)$ и $\lambda_2 F(K, L)$ соответственно, причём $\lambda_1 + \lambda_2 \in (0; 1]$; $\mu \in (0; 1)$ – норма амортизации; ν – темп роста труда; m – коэффициент влияния инвестиций на скорость прироста труда; $(1 - \lambda_1 - \lambda_2)F(K, L)$ – размер экспорта валового продукта.

Для обеспечения долгосрочного функционирования такой экономики возникает **задача** поиска условий существования устойчивого состояния равновесия системы (1).

Случай 1. Допустим, коэффициенты модели (1) имеют вид

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_1, K \leq K^* \\ -\alpha_2, K > K^* \end{cases} \quad \beta = \begin{cases} \beta_1, L \leq L^* \\ -\beta_2, L > L^* \end{cases} \quad \mu = \begin{cases} \mu_1, K \leq K^* \\ \mu_2, K > K^* \end{cases}; \quad \nu = \begin{cases} \nu_1, K \leq K^* \\ \nu_2, K > K^* \end{cases} \quad (2)$$

где K^*, L^* – предельные значения факторов, $\alpha_i > 0, \beta_i > 0, \mu_i > 0$.

В ходе качественного исследования модели (1), (2) получены оценки для норм инвестиций

$$\frac{-\nu_1 L^*}{mF_{21}(K^*, L^*)} < \lambda_2 \leq \frac{-\nu_2 L^*}{mF_{12}(K^*, L^*)}, \quad \frac{\mu_1 K^*}{F_{12}(K^*, L^*)} < \lambda_1 \leq \frac{\mu_2 K^*}{F_{21}(K^*, L^*)}, \quad (3)$$

причём

$$F_{12}(K^*, L^*) > \mu_1 K^*, \quad F_{21}(K^*, L^*) > \frac{-\nu_1 L^*}{m}, \quad \nu_1 + m\lambda_2 \beta_1 > 0, \quad \nu_2 < 0, \quad (4)$$

где $F_{ij}(K, L) = (-1)^{i+j} \alpha_i K + (-1)^{i+j} \beta_j L$ – величина валового выпуска.

С учётом (3), (4) и включения $\lambda_1 + \lambda_2 \in (0; 1]$ имеем

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} F_{21}(K^*, L^*) < F_{12}(K^*, L^*) < \frac{V_2}{V_1} F_{21}(K^*, L^*), \quad \frac{\mu_1 K^*}{F_{12}(K^*, L^*)} + \frac{-v_1 L^*}{m F_{21}(K^*, L^*)} \leq 1. \quad (5)$$

Теорема 1. Если выполняются условия (3)–(4), то система (1) с коэффициентами (2) имеет устойчивое положение равновесия $P(K^*, L^*)$.

Случай 2. Допустим, коэффициенты модели (1) имеют вид

$$\alpha = \begin{bmatrix} -\alpha_1, g(K, L) > 0 \\ \alpha_2, g(K, L) < 0 \end{bmatrix}, \beta = \begin{bmatrix} -\beta_1, g(K, L) > 0 \\ \beta_2, g(K, L) < 0 \end{bmatrix}, \mu = \begin{bmatrix} \mu_1, g(K, L) > 0 \\ \mu_2, g(K, L) < 0 \end{bmatrix}, \nu = \begin{bmatrix} \nu_1, g(K, L) > 0 \\ \nu_2, g(K, L) < 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

где $a_i > 0$, $\beta_i > 0$, $\mu_i > 0$, $g(K, L) = aK + bL - c = 0$ – граница области максимально допустимых значений основных фондов и труда, при которых валовой продукт растёт.

В ходе качественного исследования модели (1), (6) получены следующие оценки

$$-\mu_2 + \lambda_1 \alpha_2 \geq 0, \quad (a\lambda_1 + bm\lambda_2)\beta_2 + b\nu_2 > 0, \quad \lambda_1 \alpha_2 \nu_2 - \mu_2(\nu_2 + m\lambda_2 \beta_2) < 0, \quad \nu_1 < 0, \quad (7)$$

и уравнения

$$g(K, L) < 0: \{\lambda_1 \beta_2 p^2 + (-\mu_2 + \lambda_1 \alpha_2 - \nu_2 - m\lambda_2 \beta_2)p - m\lambda_2 \alpha_2 = 0\}, \quad (8)$$

$$g(K, L) > 0: \{-\lambda_1 \beta_1 q^2 + (-\mu_1 - \lambda_1 \alpha_1 - \nu_1 - m\lambda_2 \beta_1)q + m\lambda_2 \alpha_1 = 0\}, \quad (9)$$

где $p = \dot{L}/\dot{K}$ – угловой коэффициент уравнения сепаратрис седла, $q = \dot{L}/\dot{K}$ – угловой коэффициент особого луча узла.

Теорема 2. Если выполняются условия (7) и уравнения (8), (9) имеют общий корень $p = q > 0$, то модель (1) имеет устойчивое положение равновесия $P(c/(a+bp), cp/(a+bp))$.

Теоремы 1 и 2, в частности, позволяют оценить максимальный размер экспорта (непроизводственного потребления) в качестве целевого критерия работы экономики.

На основе доказанных теорем 1 и 2 в программе Maple реализована процедура проверки наличия стабильного режима работы экономики, реализована визуализация результатов в виде траекторий системы (1).

Библиографический список

1. Solow R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. — 1956. — Vol. 70, no № 1. — P. 65–94.
2. Swan T. W. Economic growth and capital accumulation // The Economic Record. — 1956. — Vol. 32, no 2. — P. 334–361.
3. Юдин Д.В. Существование устойчивого положения равновесия в модифицированной модели Солоу // XXVI Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета. — Нижневартовск, 2024. — С. 281–287.
4. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Об одной модели односекторной экономики с ограниченными возможностями использования производственных факторов // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2024. – Сборник трудов VII Международного научно-технического форума. – Т. 5. – Рязань, 2024. – С. 58–62.

Секция 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**ОЦЕНКА АМПЛИТУДЫ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ SDR НА
ОСНОВЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА**

С.А Аббас, Р.С. Хаддур, Т.Р. Муксунов, Р.М. Махманазаров
 Научный руководитель – Кузьменко И.Ю. к.т.н.
Томский государственный университет

Введение

Технологии БПЛА быстро развиваются, позволяя использовать их в широком спектре применений, включая аэрофотосъемку, геодезию и доставку посылок. Хотя определение местоположения на основе измерений RSS является простым и экономичным решением, зачастую не удовлетворяет необходимой точности [1]. В этой статье предлагается новый подход к улучшению локализации БПЛА на основе RSS за счет использования программно-определяемой радиосвязи (SDR) и фильтрации по Калману. Используя SDR, мы можем точно фиксировать результаты измерений RSS. Впоследствии, для обработки этих измерений используется фильтр Калмана, повышающий точность определения местоположения цели. Наши экспериментальные результаты демонстрируют эффективность этого подхода.

Алгоритмы локализации на основе измерения RSS.

Модель измерения RSS сформулирована следующим образом. Предполагая, что передаваемая источником мощность равна, и при отсутствии помех, средняя мощность, полученная на l -м датчике, обозначаемая как $P_{r,l}$, моделируется как [2]:

$$P_{r,l} = K_l P_t d_l^{-\alpha} = K_l P_t \|X - X_l\|^{-\alpha} \quad l=1,2,\dots,L, \quad (1)$$

где K_l учитывает все другие факторы, влияющие на принимаемую мощность, включая высоту антенны и коэффициент усиления антенны, в то время как α - постоянная затухания. В зависимости от условий распространения, α может варьироваться от 2 до 5. В частности, при $\alpha = 2$ в свободном пространстве предполагается, что значения $P_{r,l}$, K_l , $l = 1, 2, \dots, L$ при $L \geq 3$ и α известны априори. Полевые испытания подтвердили, что возмущение в RSS распределено логарифмически нормально. Соответственно, логарифмическая модель потерь в свободном пространстве может быть выражена следующим образом:

$$\ln(P_{r,l}) = \ln(K_l) + \ln(P_t) - \alpha \ln(d_l) + n_{RSS,l} \quad l=1,2,\dots,L, \quad (2)$$

где возмущение $n_{RSS,l}$ теперь распределено по Гауссу. Для простоты мы предполагаем, что $n_{RSS,l}$, $l = 1, 2, \dots, L$ являются некоррелированными гауссовыми процессами с нулевым средним значением с дисперсиями $\{\sigma_{RSS,l}^2\}$. Пусть

$$r_{RSS,l} = \ln(P_{r,l}) - \ln(K_l) - \ln(P_t). \quad (3)$$

Модель измерения RSS упрощена до:

$$r_{RSS,l} = -\alpha \ln(d_l) + n_{RSS,l}. \quad (4)$$

Задача локализации источника, основанная на измерениях RSS, заключается в оценке x по заданному r_{RSS} .

Обычно значение RSS радиосигнала содержит шум, который необходимо отфильтровать. Шум вызван различными факторами. В данной работе используется

фильтрация Калмана для оценки величины RSS [3]. Общая форма модели перехода выражена в виде [3]:

$$x_k = x_{k-1} + w_{k-1}, \quad (5)$$

где w_{k-1} - шум модели состояния с дисперсией Q . Соответственно, уравнение наблюдения может быть задано в виде

$$z_k = x_k + v_k, \quad (6)$$

где z_k содержит скорректированный RSS, а v_k - шум наблюдения с дисперсией R .

Практические результаты

В этом разделе представлена аппаратная часть измерительной системы. Система состоит из специально разработанной патч-антенны, работающей на частотах стандарта WI-Fi и модуля ADALM Pluto SDR [4]. На рисунке [1] показаны аппаратные компоненты разработанной измерительной системы.



Рисунок 1 – ADALM Pluto с патч-антенной WI-Fi

Чтобы оценить эффективность предложенного алгоритма, мы провели серию экспериментов. Сигнал частотой 2457 МГц был сгенерирован и передан с помощью патч-антенны, работающей на частоте 2400-2500 МГц. Антенна передатчика была расположена на фиксированном расстоянии от приемника.

На рисунке [2] показаны результаты измерений RSS, полученные как до, так и после применения фильтра Калмана. Как можно заметить, исходные данные RSS демонстрируют значительные колебания во времени. Используя фильтр Калмана, мы эффективно устраняем эти эффекты, в результате чего получаем более плавные и стабильные значения RSS.

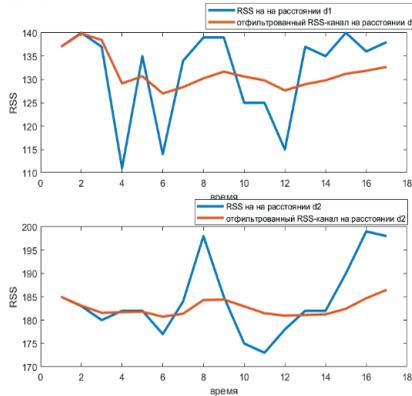


Рисунок 2 – RSS и отфильтрованный RSS на расстояниях d1=1м и d2=2м

Вывод

Представлен новый метод повышения точности определения местоположения БПЛА по измерениям RSS. Комбинируя SDR и фильтр Калмана, система улучшает оценку местоположения цели. Этот подход устраняет ограничения традиционных методов, основанных на RSS. Дальнейшая работа направлена на расширение системы локализации радиопередатчиков с использованием алгоритмов RSS-AOA (Измерение уровня сигнала с учетом угла прихода).

Библиографический список

[1] I. i. yaoyi, h. e. xiaoxing, and s. liu, "wireless localization algorithm based on path loss model parameter estimated in real-time," chinese journal of sensors and actuators, vol. 23, no. 9, pp. 1328–1333, 2010.

[2]: s. a. (reza) zekavat and r. michael buehrer. handbook of position location theory, practice, and advances. ieee press wiley.

[3] K. C. Lee, A. Oka, E. Pollakis, and L. Lampe, "A comparison between unscented Kalman filtering and particle filtering for RSSI-based tracking," 2010, doi: 10.1109/WPNC.2010.5650817.

[4]www.mouser.com/datasheet/2/609/DALM-PLUTO-Product_Hiligh1633770

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АУДИОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ С АРХИТЕКТУРОЙ МНОГИЕ КО МНОГИМ

Т.О. Аверин

Научный руководитель - Баранчиков П.А к.т.н., доцент

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

Развитие цифровой коммуникации и необходимость быстрого обмена информацией приводят к росту использования аудиоконференцсвязи, особенно с архитектурой "многие ко многим". Подобные системы позволяют нескольким пользователям одновременно участвовать в аудиосвязи, обеспечивая высокую степень взаимодействия и эффективности обмена информацией. Однако создание качественной инфраструктуры для устойчивого обмена данными между большим числом участников требует разработки сложных алгоритмов, обеспечивающих минимальные задержки и высокую надежность связи.

Одной из основных проблем в данной области является оптимизация передачи данных, минимизация задержек и обеспечение синхронизации потоков в реальном времени. В настоящее время существуют разнообразные решения и алгоритмы, которые позволяют достигать высокого качества связи, но многие из них имеют свои ограничения и требуют доработки. Исследование возможностей улучшения алгоритмов синхронизации, снижения нагрузки на сеть и оптимизации маршрутизации данных остаётся актуальной задачей.

Для решения данной проблемы предлагается изучить и усовершенствовать существующие алгоритмы аудиоконференцсвязи с архитектурой "многие ко многим". Применение адаптивных алгоритмов кодирования и сжатия аудиопотоков, а также использование методов автоматического управления полосой пропускания позволит значительно повысить эффективность таких систем и улучшить пользовательский опыт.

Настоящая работа направлена на изучение возможностей оптимизации архитектуры систем аудиоконференцсвязи и предлагает реализацию на базе современных технологий, таких как WebRTC [2], позволяющих осуществлять передачу потоков в реальном времени через браузеры и мобильные приложения. Кроме того, рассмотрены алгоритмы распределенной обработки аудиопотоков, позволяющие снизить нагрузку на центральные серверы и повысить стабильность связи.

В рамках исследования были рассмотрены следующие аспекты:

1. Анализ современных алгоритмов для передачи и обработки аудиоданных в системах с многопользовательской архитектурой;
2. Оптимизация пропускной способности и уменьшение задержек путем кодирования аудиосигнала.

Реализация данных решений позволит создать системы аудиоконференцсвязи с высокой масштабируемостью и качеством связи, отвечающим требованиям как корпоративного, так и массового рынка.

Библиографический список

1. Antonio, N. A comparative study of RTC applications // IEEE International Symposium on Multimedia. 2020.
2. WebRTC Working Group. WebRTC 1.0: Real-Time Communication Between Browsers // W3C Recommendation. 2021.

ПОДВОДНЫЙ БЕСПРОВОДНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ КАНАЛ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ В ПРОСТРАНСТВЕ

Л.В. Аронов

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

Затухание оптического излучения в толще океана зависит от концентрации взвешенных частиц, которая характеризуется вертикальным профилем распределения. Основной составляющей затухания является рассеяние на частицах фитопланктона и органических остатках, которое рассчитывается на основе однопараметрической модели, согласно которой концентрации частиц взвесей, фитопланктона и органических остатков коррелируют с концентрацией хлорофилла [1]. Достоинством данного подхода является простота определения концентрации хлорофилла с помощью спектрофотометрического анализа, что позволяет оперативно определить и спрогнозировать работу подводного беспроводного оптического канала связи в толще океана.

Несмотря на то, что параметры океана на большой глубине отличаются стабильностью [2], необходимо учитывать, что вертикальный профиль ослабления различается для различных географических областей.

В результате проведенной работы была создана математическая модель подводного беспроводного лазерного канала связи. Расчёты показывают, что значительная часть энергии в таком канале теряется в окрестностях глубинной отметки, соответствующей максимальной концентрации хлорофилла в данном вертикальном профиле. Таким образом, кроме обычных способов увеличения

дальности, таких как увеличение мощности, использование помехоустойчивого кодирования, увеличение приёмной оптической апертуры и т.д. [3,4], возможно техническое решение с погружением оптического приёмника на глубину ниже данной отметки. При этом возникнет проблема стабилизации ориентации луча в пространстве, так как будет отсутствовать твёрдая опора.

Библиографический список

1. Laura J. Johnson Underwater optical wireless communications: depth dependent variations in attenuation [Текст] / Laura J. Johnson, Roger J. Green, Mark S. Leeson // Applied Optics, Volume 52 (Number 33). pp. 7867-7873.
2. Кириллов С.Н. Определение характеристик подводного открытого оптического канала передачи информации на больших глубинах [Текст] / С. Н. Кириллов, Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2018. – № 1 (63). – с. 40-48
3. Кириллов С. Н. Разработка модели распространения оптического сигнала в водной среде для подводных систем передачи информации [Текст] / С. Н. Кириллов, С. А. Балюк, С. Н. Кузнецов, А. С. Есенин // Вестник РГРТУ. – 2012 – №2 – с. 3-8
4. Аронов Л. В. Коды Рида – Соломона в подводном оптическом канале передачи информации с кодоимпульсной модуляцией по интенсивности [Текст] / Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2021. – № 4 (78). – с. 12-20. DOI: 10.21667/1995-4565-2021-78-12-20

**ВЫЯВЛЕНИЕ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ**

Е.В Бегляк

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Современное общество все больше зависит от информационных технологий. Компьютерные сети стали неотъемлемой частью бизнеса, государственного управления и повседневной жизни. Однако вместе с ростом цифровых технологий возникает необходимость в обеспечении информационной безопасности. Угрозы, с которыми сталкиваются компьютерные сети, становятся все более сложными и разнообразными. В данной статье мы рассмотрим основные виды угроз информационной безопасности, методы их выявления и современные подходы к защите информации [1–3].

Можно выделить следующие виды угроз информационной безопасности

1. Вредоносное ПО – представляет собой одну из самых серьезных угроз для компьютерных сетей. Эти программы (вирусы, черви, трояны) могут уничтожать данные, получать доступ к конфиденциальной информации или использовать вычислительные мощности компьютеров для выполнения несанкционированных действий.
2. Атаки с использованием социальных технологий – социальная инженерия включает в себя тактики, направленные на манипуляцию людьми с целью получения доступа к защищенной информации. Это могут быть фишинговые атаки, когда злоумышленники обманом заставляют пользователей раскрывать пароли и другую конфиденциальную информацию.

3. Отказ в обслуживании (DoS) – атаки типа «отказ в обслуживании» направлены на перегрузку сервера или сети, что делает их недоступными для пользователей. Эти атаки могут наносить серьезный ущерб бизнесу, приводя к потерям и снижению доверия со стороны клиентов.

4. Уязвимости программного обеспечения – многие угрозы возникают из-за уязвимостей в программном обеспечении, таких как отсутствие обновлений или использование устаревших систем. Злоумышленники могут использовать эти уязвимости для получения несанкционированного доступа к данным и системам.

Для выявления угроз информационной безопасности можно использовать следующие методы:

1. Системы обнаружения вторжений (IDS) – системы обнаружения вторжений осуществляют мониторинг трафика и анализируют действия пользователей на предмет подозрительной активности. IDS могут быть сетевыми (NIDS), которые анализируют трафик на уровне сети, и хостовыми (HIDS), которые следят за действиями на конкретных устройствах.

2. Антивирусное программное обеспечение – антивирусные программы предназначены для обнаружения и удаления вредоносного ПО. Они используют различные методы, включая сигнатурный анализ, эвристический анализ и поведенческий анализ, для выявления угроз.

3. Аудит безопасности – регулярный аудит безопасности компьютерных систем позволяет выявить уязвимости и недостатки в существующих мерах защиты. Это может включать проверку конфигурации сетевых устройств, анализ журналов событий и тестирование системы на проникновение.

4. Системы управления информацией и событиями безопасности (SIEM) – SIEM-системы собирают и анализируют данные о событиях безопасности из различных источников, позволяя выявлять и реагировать на угрозы в реальном времени. Они способны интегрировать данные от IDS, антивирусов, брандмауэров и других систем безопасности.

Можно предложить подходы к защите информации:

1. Многоуровневая защита – многоуровневая защита сетевой инфраструктуры включает использование различных технологий и методов – от брандмауэров и IDS до шифрования данных. Это помогает создать более надежную систему защиты, способную противостоять множеству различных угроз.

2. Обучение пользователей – обучение сотрудников принципам информационной безопасности является важным аспектом защиты данных. Пользователи должны знать о рисках, associated with social engineering, how to recognize phishing attempts, and the importance of using strong passwords.

3. Регулярные обновления ПО – систематическое обновление программного обеспечения и операционных систем позволяет устранить известные уязвимости, тем самым снижая риск атак. Использование актуальных версий программного обеспечения значительно увеличивает уровень защиты.

4. Разработка стратегий реагирования на инциденты – организации должны иметь четко прописанные планы реагирования на инциденты, которые могут возникнуть в результате атак. Это включает в себя как технические меры по устранению угрозы, так и действия по восстановлению данных и информированию пострадавших сторон.

Заключение

В условиях постоянно изменяющегося ландшафта угроз информационной безопасности выявление и предотвращение атак на компьютерные сети становится

критически важной задачей. Комплексный подход к безопасности, основанный на многоуровневой защите, обучении пользователей и регулярном аудите систем, способствует созданию надежной среды для работы с информацией. Важно понимать, что информационная безопасность — это не только технический аспект, но и культура безопасности, которая должна быть внедрена на всех уровнях организации.

Библиографический список

1. Network security: private communication in a public world / Charlie Kaufman, Radia Perlman, Mike Speciner. – Englewood Cliffs (N.J.): Prentice-Hall, 1995. – 504 p.
2. William Stallings, Lawrie Brown. Computer Security: Principles and Practice. – Pearson Education, Incorporated, 2018 – 778 p.
3. Dafydd Stuttard, Marcus Pinto. The Web Application Hacker's Handbook - John Wiley & Sons, 2008. – 736 p.

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ

Е.В Бегляк

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В современном мире, где информация передается по компьютерным сетям в огромных объемах, вопросы безопасности сетевой инфраструктуры становятся особенно актуальными. Аномалии в сетевом трафике могут свидетельствовать о несанкционированном доступе, кибератаках или других угрозах, и их своевременное выявление является одной из ключевых задач для специалистов по IT-безопасности. В данной статье рассмотрим основные методы выявления аномалий в сетевом трафике, их преимущества и недостатки.

1. Статистические методы – основаны на анализе данных о сетевом трафике с целью выявления отклонений от нормального поведения. К таким методам относятся:

– *контрольные карты*: применяются для мониторинга определенных параметров трафика, таких как объем передаваемых данных или число запросов в секунду. Если значение выходит за пределы контрольного интервала, это может свидетельствовать о наличии аномалии;

– *сбор статистики*: регулярный сбор данных о сетевом трафике позволяет установить средние значения и диапазоны нормального поведения, что помогает в дальнейшем выявлять аномалии.

Преимущества статистических методов заключаются в их простоте и легкости реализации. Однако они имеют недостатки, связанные с высокой вероятностью ложных срабатываний, особенно в условиях изменяющегося трафика.

2. Машинное обучение – системы на основе машинного обучения становятся все более популярными для выявления аномалий в сетевом трафике. В этом подходе используются алгоритмы, обученные на данных о нормальном и аномальном поведении сети.

Неп supervised обучение: В этом методе модель обучается только на нормальных данных, и при появлении аномалий сверяется с этими данными. Примеры

алгоритмов: локальные методы на основе плотности (LOF), автокодировщики и методы кластеризации.

Supervised обучение: В этом случае модели обучаются на размеченных данных, где аномалии уже известны. Примеры алгоритмов: деревья решений, случайные леса и нейронные сети.

Методы машинного обучения могут обеспечивать высокую точность выявления аномалий, однако они требуют большого объема данных для обучения и могут быть сложными в настройке и интерпретации результатов.

3. Анализ протоколов – представляет собой еще один метод выявления аномалий, который включает в себя исследование структуры и содержания сетевых пакетов. С помощью протокольного анализа можно выявлять необычные паттерны, такие как:

- *необычные запросы*: например, большое количество запросов к одному адресу за короткий промежуток времени может указывать на атаку типа "отказ в обслуживании".

- *аномальные последовательности*: анализ временных интервалов между запросами и ответами может помочь в выявлении аномалий.

Преимуществом этого метода является детальный анализ трафика, который может выявить сложные атаки. Однако он требует значительных вычислительных ресурсов и может быть затруднен шифрованием протоколов.

4. Системы обнаружения вторжений (IDS) – являются специальными инструментами для мониторинга и анализа сетевого трафика. Они могут использовать различные методы, включая:

- *сигнатурное распознавание*: определяет аномалии на основе известных шаблонов вредоносной активности. Например, IDS может распознавать известные атаки, такие как SQL-инъекции или атаки типа «человек посередине»;

- *аномальное распознавание*: использует методы машинного обучения и статистики для выявления отклонений от нормального поведения. Это позволяет обнаруживать новые и неизвестные атаки.

IDS могут обеспечить высокую степень защиты сети, однако они могут быть подвержены ложным срабатываниям и требуют регулярного обновления сигнатур.

Выводы.

Методы выявления аномалий в сетевом трафике являются важными инструментами в арсенале специалистов по IT-безопасности. Каждая из рассмотренных методик имеет свои сильные и слабые стороны, и их эффективность может зависеть от конкретных условий работы. Важно комбинировать различные подходы, внедрять современные технологии и обеспечивать постоянное обновление систем безопасности для защиты информационных ресурсов от угроз.

Таким образом, проактивный мониторинг и анализ сетевого трафика, используя методы статистики, машинного обучения, анализа протоколов и системы обнаружения вторжений, может значительно повысить уровень кибербезопасности и помочь организациям предотвратить кибератаки и минимизировать риски.

Библиографический список

1. Network security: private communication in a public world / Charlie Kaufman, Radia Perlman, Mike Speciner. – Englewood Cliffs (N.J.): Prentice-Hall, 1995. – 504 p.
2. William Stallings, Lawrie Brown. Computer Security: Principles and Practice. – Pearson Education, Incorporated, 2018 – 778 p.

3. Dafydd Stuttard, Marcus Pinto. The Web Application Hacker's Handbook - John Wiley & Sons, 2008. – 736 p.

4. Stephen Northcutt. Network Intrusion Detection: An Analyst's Handbook. – New Riders, 2001. – 267 p.

АДАПТИВНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ

Буй Куок Вьонг

Научный руководитель – Паршин Ю.Н. д-р техн. наук, профессор

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

Адаптивная фильтрация играет ключевую роль в цифровой обработке сигналов, где необходимо подавить помехи и улучшить качество желаемого сигнала. Одним из наиболее эффективных подходов к решению подобных задач является использование оптимального весового вектора, который можно рассчитать с помощью корреляционной матрицы входного сигнала и матрицы взаимной корреляции между входным и опорным сигналами. На рисунке 1 показывается структурную схему адаптивный пространственно-временной алгоритм подавления помех.

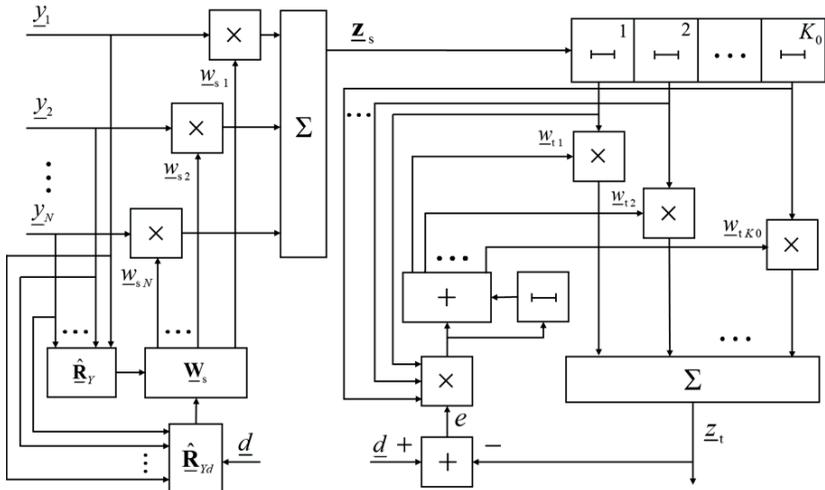


Рисунок 1 – Структурная схема адаптивный пространственно-временной алгоритм подавления помех

В этом докладе рассматривается адаптивный алгоритм, в котором используются оценки корреляционной матрицы входного сигнала, матрицы взаимной корреляции и критерии минимума среднеквадратического ошибки (СКО). В статье [1, 2] было показано, что периодическая адаптивная настройка весовых коэффициентов антенной решетки вызывает периодические мультипликативные искажения

узкополосной помехи (УП) и сигнала, а также приводит к появлению дискретных составляющих в их спектре. Однако, оптимизация весового вектора для пространственной обработки в системе с разомкнутой обратной связью не вызывает подобных искажений, поскольку в данной работе рассматривается подход, при котором обработка разделена на пространственную и временную. Такой подход позволяет значительно снизить вычислительных затрат при незначительном уменьшении отношения сигнал-помехи (ОСП). Помимо простого упрощения устройства обработки и соответствующего уменьшения цены и массогабаритов, уменьшение числа весовых коэффициентов снижает требования к производительности цифровой обработки сигналов, упрощает адаптивную подстройку, но для аппаратурной оценки элементов корреляционной матрицы \hat{R}_Y требуется более сложная схема. Процесс формирования выборочной корреляционной матрицы включает выполнение $KN(N+1)/2$ комплексных умножений, где K — количество независимых выборок, а N — число весовых коэффициентов. Инверсия результирующей эрмитовой матрицы требует $N^3/2 + N^2$ комплексных операций, а вычисление самих весовых коэффициентов требует дополнительных N^2 умножений [3].

Библиографический список

1. Паршин Ю.Н., Буй К.В. Спектральные характеристики узкополосной помехи в антенной решетке с фазовой адаптацией // Сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти Б.Я. Осипова. В 6-ти томах. Том 5. Воронеж, 2022. - С.326-332.
2. Y. Parshin and B. Q. Vuong, "Spatial Suppression of Interference Complex using Phase Adaptation Algorithms," 2023 25th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA), Moscow, Russian Federation, 2023, pp. 1-4.
3. Reed I. S., Mallet J. D., Brennan L. E. Rapid Convergence Rate in Adaptive Arrays // IEEE trans. Aerosp. Electron. Syst., Vol. AES-10, No. 6, pp. 853-863, November 1974.

ПОСТКВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ

А.Р. Булатова, И.В. Дмитриева

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Информационная безопасность является одной из фундаментальных проблем в эпоху цифровых преобразований. Криптографические методы применяются для защиты аутентификации соответствующей информации. Однако с появлением квантовых компьютеров и квантовых алгоритмов классическая криптография оказывается под угрозой, поскольку квантовые компьютеры могут решать сложные задачи за полиномиальное время. Исходя из этого риска, специалисты в области информационной безопасности начали активные исследования постквантовых алгоритмов для противодействия атакам квантовых компьютеров.

В настоящее время в области кибербезопасности уже существуют решения для отдельных проблем, связанных с новыми технологиями. Одним из них являются квантовые вычисления, которые способны разрешить сложные задачи с невообразимой для классических компьютеров скоростью. Однако, если

злоумышленник воспользуется данной технологией, это может серьезно угрожать современным методам шифрования, которые защищают конфиденциальные данные. Для обеспечения безопасности данных специалисты углубились в область постквантовой криптографии, которая относится к разработке систем безопасности, предназначенных для противостояния квантовым компьютерам.

Постквантовая криптография — это тип криптографии, разработанный для защиты от кибератак со стороны квантовых компьютеров. Квантовые компьютеры обрабатывают информацию в кубитах, которые являются квантовыми битами. Этот процесс осуществляется с использованием законов квантовой механики. Квантовый компьютер намного быстрее своего “классического” аналога благодаря тому, что кубиты представляют собой комбинации 0 и 1, что приводит к более быстрой обработке переменных [1].

Для того, чтобы подготовиться к угрозе, постквантовая криптография стремится разработать алгоритмы, которые защищены от атак с квантовых компьютеров. Специалисты изучают различные подходы к созданию этих алгоритмов, включая криптографию на основе решетки, криптографию на основе кода и многомерную криптографию. Эти методы основаны на математических задачах, которые, как считается, трудно решить как классическим, так и квантовым компьютерам.

Разработка постквантовых криптографических стандартов является актуальной областью исследований для обеспечения будущей цифровой безопасности и долгосрочной защиты конфиденциальных данных в постквантовом мире.

Постквантовая криптография предлагает решение путем разработки алгоритмов, устойчивых к квантовым атакам. Разработка и внедрение постквантовой криптографии может обеспечить упреждающий подход к обеспечению безопасности, позволяющий организациям подготовиться и избежать потенциальных сбоев или затрат, связанных с внезапным взломом.

Поскольку технология квантовых вычислений продолжает развиваться, потребность в постквантовой криптографии становится все более актуальной. Разрабатывая и внедряя эти алгоритмы, мировое сообщество может работать сообща для защиты критически важной инфраструктуры и конфиденциальной информации от возникающих угроз.

Уже существующие алгоритмы не подходят для обеспечения безопасности квантовой криптографии. Одно из основных препятствий заключается в вычислительных затратах, связанных с этими алгоритмами.

Многие постквантовые алгоритмы требуют большего размера ключей и более сложных математических операций по сравнению с их классическими аналогами [2]. Это может привести к увеличению времени обработки и энергопотребления, потенциально влияя на производительность систем, которые полагаются на них.

Стандартизация и внедрение постквантовых алгоритмов - сложный процесс. Существует множество конкурирующих алгоритмов, у каждого из которых есть свои сильные и слабые стороны.

Кроме того, переход с существующих криптографических систем на постквантовые сопряжен со значительными техническими и логистическими проблемами. Это включает обновление программного обеспечения, оборудования и протоколов для адаптации к новым алгоритмам, и потенциальные затраты, и сбои, связанные с этим переходом, могут стать препятствием для организаций.

По мере того, как квантовые компьютеры становятся более мощными, безопасность постквантовых алгоритмов, возможно, потребует пересмотра. Важно сохранять бдительность и адаптироваться к новым разработкам в области квантовых вычислений, чтобы обеспечить долгосрочную безопасность постквантовой криптографии.

Библиографический список

1. Соловьев Владимир Михайлович Квантовые компьютеры и квантовые алгоритмы. Часть 1. Квантовые компьютеры // Изв. Саратовского университета. Нов. Сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2015. №4.
2. Азман Андрей Владимирович, Растамханов Рамиль Наилевич, Цуканов Иван Русланович АУТЕНТИФИКАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КВАНТОВЫХ КЛЮЧЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПОСТКВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. №1.

**ВЫИГРЫШ КАЧЕСТВА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ РЕЧИВЫХ СИГНАЛОВ
С АЛГОРИТМОМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА
В ТРЕХ- И ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫХ РЕАЛИЗАЦИЯХ**

Бу Хоанг Шон

Научный руководитель – Дмитриев В.Т. д-р. техн. наук, доцент

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

Современные системы связи требуют высокого качества передачи и восстановления речевых сигналов. Одноканальные системы обработки, основанные на теореме В.А. Котельникова имеют ограничения в скорости обработки и уязвимы к шумам.

Многоканальные методы обработки, в том числе алгоритм Хургина-Яковлева, предлагают более эффективное решение. В данной работе мы исследовали модифицированный алгоритм Хургина-Яковлева в трех- и четырехканальных реализациях. В результате экспериментальных исследований показано, что алгоритм демонстрирует значительный выигрыш в качестве восстановления речевых сигналов в условиях повышенного шума.

Обобщив теорему отсчетов В.А. Котельникова, в своей работе Я.И. Хургин и В.П. Яковлев рассмотрели многоканальную версию и показали, что можно восстановить сигнал с ограниченным спектром, используя отсчеты этого сигнала и $(K-1)$ его производных [1]. Соответственно, по сравнению с теоремой В.А. Котельникова, частота дискретизации уменьшается в K раз, а дискретизация осуществляется по K каналам, включая один канал для дискретизации сигнала и $(K-1)$ каналов для дискретизации производных.

Восстановление речевых сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева затруднено при построении синтезирующих фильтров, так как эти фильтры имеют неопределенные частотно-фазовые характеристики.

Поэтому необходимо модифицировать алгоритм путем корректировки фазовой характеристики и использовать методы полиномиальной аппроксимации для получения универсального уравнения амплитудной характеристики синтезирующих фильтров. Частотные характеристики синтезирующих фильтров после модификации подробно представлены в работах [3, 4, 6].

Модифицированный алгоритм был применен для первичных кодеков речевых сигналов в ходе экспериментальных исследований, проводимых в двух условиях: идеальном (без ошибок на канале) и с ошибками, возникающими при передаче от 0,1 до 5%.

Отбор речевых сигналов осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 50840-95 [7], а результирующее качество воспроизведения сигналов оценивается с использованием объективной модели качества речи VISQOL [8].

Выигрыш в восстановлении качества речевого сигнала рассчитывался путем сравнения трехканальной и четырехканальной систем, основанных на модифицированном алгоритме Хургина-Яковлева, с системой, основанной на теореме В.А. Котельникова, что представлено в таблице.

Количество каналов	Низкоскоростные кодеки	Среднескоростные кодеки	Высокоскоростные кодеки
без ошибок на канале			
K=3	0,50 ÷ 0,67 балла	0,35 ÷ 0,63 балла	0,06 ÷ 0,86 балла
K=4	0,68 ÷ 0,86 балла	0,61 ÷ 0,89 балла	0,07 ÷ 1,02 балла
с ошибками на канале			
K=3	0,41 ÷ 1,14 балла	0,26 ÷ 1,46 балла	0,09 ÷ 1,46 балла
K=4	0,62 ÷ 1,41 балла	0,31 ÷ 1,76 балла	0,16 ÷ 1,65 балла

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что при первичном кодировании речевых сигналов системы, основанные на модифицированном алгоритме Хургина-Яковлева, демонстрируют выигрыш качества воспроизведения речевых сигналов по сравнению с аналогичными системами, основанными на теореме В.А. Котельникова. Четырехканальная система обеспечивает более высокий выигрыш, чем трехканальная. В частности, при возникновении ошибок в канале передачи этот выигрыш становится еще более очевидным, что свидетельствует о хорошей помехоустойчивости предложенного алгоритма.

Библиографический список

1. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Методы теории целых функций в радиофизике, теории связи и оптике. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. 220с.
2. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 – 35.
3. Дмитриев В.Т., Ву Хоанг Шон Применение трёхканальной модификации алгоритма Хургина – Яковлева в алгоритмах первичного кодирования речевых сигналов// Вестник РГРТУ 2024. №88. С. 3- 14.
4. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина - Яковлева// Вестник РГРТУ 2022. №82. С. 27- 37.
5. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Adaptive Primary Speech Signals Codecs for Software-Configured Radio Systems// 1st International Conference Problems of Informatics, Electronics, and Radio Engineering (PIERE) | 978-1-7281-8990-1/20/.00 ©2020 IEEE | DOI: 10.1109/PIERE51041.2020.9314648 IEEE Catalog Number: CFP20Y62-ART ISBN: 978-1-7281-8990-1. 2020. С. 32-38.

6. Дмитриев В.Т. Адаптация кодеков речевых сигналов на основе теоремы В.А. Котельникова и модификации алгоритма Хургина-Яковлева к шумам в канале связи// Цифровая обработка сигналов №2. 2023. С. 55 – 60.

7. ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости. М.: Изд-во стандартов. 1995. 60 с.

8. A Hines, J Skoglund, A Kokaram, N Harte ViSQL: The Virtual Speech Quality Objective Listener/ Acoustic Echo Noise Control (IWAENC), IEEE Intl. Workshop on, IEEE Aachen, Germany, 2012. pp. 1–4.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ НА КИТАЙСКОМ РЫНКЕ ЧЕРЕЗ КИТАЙСКИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

А.А. Гамбаров

Научный руководитель – Андрианова Е.Г. к.т.н., доцент
МИРЭА – Российский технологический университет

Стандартные способы продвижения бизнеса через Интернет включают использование различных цифровых маркетинговых инструментов и стратегий. Наиболее распространёнными способами являются следующие [1].

1. **SEO (Search Engine Optimization)**: оптимизация сайтов для поисковых систем. Компании стремятся занять высокие позиции в поисковых результатах для повышения органического трафика. SEO включает работу с ключевыми словами, улучшение структуры сайта и создание контента, который соответствует запросам целевой аудитории.

2. **Контекстная реклама (PPC)**: компании размещают рекламные объявления, которые появляются в результатах поиска или на сторонних веб-сайтах, когда пользователи вводят соответствующие ключевые слова. В случае клика на объявление компании платят определённую сумму, что делает этот метод точным и управляемым с точки зрения бюджета.

3. **Маркетинг в социальных сетях**: компании создают страницы, публикуют контент и взаимодействуют с аудиторией для повышения узнаваемости бренда и вовлечённости пользователей.

Эти способы часто сочетаются в комплексных кампаниях, чтобы добиться максимального эффекта и охватить различные сегменты аудитории.

Китайские интернет-инструменты маркетинга отличаются глубоким проникновением в повседневную жизнь пользователей, интеграцией с популярными платформами и мощными возможностями для персонализации. Основные игроки, такие как WeChat и Weibo, предлагают не только социальные функции, но и полный спектр маркетинговых решений, включая таргетированную рекламу, электронную коммерцию и интеграцию с платежными системами. Важной особенностью является возможность построения комплексных экосистем для взаимодействия с пользователями, где компании могут напрямую продвигать свои товары, взаимодействовать с клиентами и предоставлять услуги в одном месте. Преимущества продвижения российской компании на китайском рынке через китайские интернет-ресурсы обусловлены спецификой и масштабом китайского цифрового пространства [2]. Основными преимуществами являются следующие.

1. **Доступ к крупнейшему онлайн-рынку в мире**. Китай является крупнейшим в мире интернет-рынком, насчитывающим более 1 миллиарда

пользователей. Это обеспечивает огромный потенциал для роста и охвата широкой аудитории. Использование китайских платформ помогает российским компаниям выйти на этот рынок и получить доступ к миллионам потенциальных клиентов.

2. **Популярность локальных платформ.** Китайские интернет-платформы, такие как WeChat, Weibo, Tmall и Baidu, доминируют на рынке и отличаются высоким уровнем доверия среди пользователей. Российские компании, адаптирующиеся к этим платформам, могут эффективно охватить аудиторию, которая предпочитает пользоваться знакомыми и местными цифровыми ресурсами.

3. **Учет культурных особенностей и поведенческих предпочтений.** Китайские интернет-платформы хорошо адаптированы к культурным и социальным особенностям страны. Они предоставляют возможности для коммуникации на китайском языке и создания контента, соответствующего предпочтениям местных потребителей. Это позволяет компаниям быстрее наладить связь с целевой аудиторией и создать локализованные маркетинговые стратегии. Компания может продвигать бизнес в китайском сегменте интернета с помощью следующих инструментов.

1. **WeChat** — многофункциональная платформа для общения, маркетинга и электронной коммерции. Бренды могут создавать официальные аккаунты, запускать мини-программы, вести блог и использовать таргетированную рекламу для взаимодействия с пользователями.

2. **Weibo** — микроблоговая платформа, которая служит мощным инструментом для привлечения внимания к бренду через короткие посты, изображения и видео. Weibo особенно эффективен для проведения вирусных маркетинговых кампаний и работы с инфлюенсерами.

3. **Baidu** — китайская поисковая система, где SEO и контекстная реклама играют ключевую роль. Оптимизация контента под алгоритмы Baidu позволяет улучшить видимость в результатах поиска, что повышает трафик.

4. **Tmall и JD.com** — крупнейшие онлайн-торговые платформы в Китае. Компании могут размещать свои продукты и получать доступ к массовой аудитории покупателей через партнёрские программы и рекламу внутри платформ.

5. **Red (Xiaohongshu)** — социальная платформа для обзоров продуктов и рекомендаций. Особенность Xiaohongshu заключается в сильном влиянии пользователей и создании доверительного контента, основанного на реальном опыте.

6. **Alipay и WeChat Pay** — платёжные системы, интеграция с которыми облегчает процесс покупок для пользователей и улучшает опыт клиента, предлагая безопасные и быстрые транзакции внутри приложений.

Каждый из этих инструментов предоставляет уникальные возможности для продвижения, адаптированные под поведенческие и культурные особенности китайских потребителей.

Таким образом, продвижение через китайские интернет-ресурсы даёт российским компаниям возможность охватить огромную и целевую аудиторию, воспользоваться популярными и пользующимися доверием платформами, а также адаптировать свои маркетинговые стратегии к местным особенностям и требованиям.

Библиографический список

1. Пингин Д.В., Кузьмина А.Д. Анализ инструментов интернет-маркетинга для продвижения на рынке Китая // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2019

2. 运营推广 // 001w URL: <https://0001w.com/news/4342.html> (дата обращения: 20.10.2024).

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРВИЧНЫХ КОДЕКОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

**В.Т. Дмитриев, М.С. Бунин, Д.М. Меньшиков
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В современных системах связи огромный интерес представляет разработка защищенных систем передачи информации. Особый интерес представляет изучение возможности защиты передаваемой информации с помощью алгоритмов первичного кодирования и помехоустойчивого канального кодирования.

Для оценки возможности защиты передаваемой информации с помощью алгоритмов первичного кодирования необходимо рассмотреть алгоритм определения параметров первичных кодеков речи. Известны алгоритмы оценки параметров помехоустойчивого кодирования, основанные на корреляционном анализе принятой последовательности. Поэтому возможно рассмотреть алгоритм корреляционной обработки для различных сигналов, кодированных алгоритмами первичного кодирования.

В результате экспериментальных исследований показано, что при кодировании первичной информации закодированных с помощью кодеков формы возникают однозначные максимумы корреляционной функции, расстояние между которыми определяет разрядность представления первичного кода. Для анализа последовательности достаточен участок анализа составляющий 10 отсчетов.

В случае использования вокодеров, полувокодеров и липридеров передаются параметры речевые сигналы, которые передаются в каждом кадре при передаче речевого сигнала. В этом случае корреляционная функция имеет несколько максимумов и уровней разного уровня. Расстояния между главными максимумами определяет общий размер передаваемого кадра. Локальные минимумы корреляционной функции определяют длительность передачи отдельных параметров в кадре. При этом если в рамках кадра передается несколько параметров, то длительность каждого параметра будет определяться максимумами третьего уровня.

Таким образом, по корреляционной функции можно определить основные параметры первичного кодеками, по которым возможно значительно сократить пространство возможного выбора алгоритма первичного кодера.

Для увеличения защищенности алгоритма первичного кодирования возможно использовать алгоритм первичного кодирования на основе алгоритма Хургина-Яковлева [1, 2]. При использовании данного представления кодируются отсчеты сигнала и его производных. Поэтому при кодировании речевого сигнала возникают отдельные блоки для кадров сигнала и производной.

При использовании для кодирования отсчетов сигнала и производных различных алгоритмов первичного кодирования корреляционная функция имеет более сложный вид. Чем более сложные алгоритмы используются для кодирования отсчетов сигнала и производной, тем сложнее дешифрование алгоритма первичного кодирования. Для дальнейшего усложнения алгоритма декодирования возможно использовать

переменение кодированных отсчетов сигнала и производной [3...5]. В этом случае дешифрование первичного кода практически невозможно.

Библиографический список

1. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева. // Вестник РГРТУ 2022 №82 – С. 27- 37.
2. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 - 35
3. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев Асинхронное маскирование речи на основе алгоритма Хургина-Яковлева / Новые информационные технологии 2004. №1. – С.46-48.
4. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Асинхронное маскирование, обнаружение фальсификаций и реставрация фонограмм речевых сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева / Безопасность информационных технологий. 2003. №2. – С.26-30.
5. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Алгоритм маскирования на основе представления Хургина-Яковлева с использованием производных второго и третьего порядков. Вестник РГРТУ 2012 №4. – С.13-17.

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗАЩИЩЕННЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

В.Т. Дмитриев, Д.М. Меньшиков, М.С. Бунин
**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
 радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

В настоящее время огромное внимание ведущих ученых в мире уделяется разработке защищенных систем передачи речевой информации. Речь очень важный источник информации, и порой несанкционированное использование незащищенных или недостаточно защищенных каналов для передачи конфиденциальной и секретной информации приводит к многомиллионным убыткам.

В результате экспериментальных исследований показано, что существенное влияние на сложность расшифровки передаваемой информации оказывают алгоритмы первичного и помехоустойчивого кодирования. В случае применения нестандартных алгоритмов первичного и помехоустойчивого кодирования возможно существенное увеличение неопределенности передаваемой информации. При этом использование даже алгоритмов тактической защиты, таких как маскирование или скремблирование совместно с определенными алгоритмами первичного и помехоустойчивого кодирования обеспечивает дополнительную защиту передаваемой информации.

Количество возможных комбинаций алгоритмов первичного и помехоустойчивого кодирования определяет степень защиты передаваемой информации. В первую очередь это относится не к стандартным алгоритмам, так как в первую очередь злоумышленник перебирает стандартные алгоритмы с определенными заранее параметрами. Поэтому для защищенных систем передачи речевой информации предложено использовать нестандартные алгоритмы первичного и помехоустойчивого кодирования или использовать нестандартные параметры алгоритма.

В работе проанализировано построение защищенной системы передачи речевой информации на основе теоремы В.А. Котельникова и представлении речевого сигнала построенном на основе модификации алгоритма Хургина-Яковлева [1...3].

Показано, что применение модификации алгоритма Хургина-Яковлева обеспечивает возможность N-канальной обработки речи, что обеспечивает возможность маскирования речевого сигнала при передаче по каналу связи [4...6]. Кроме того, применение представления Хургина-Яковлева обеспечивает возможность применения различных алгоритмов первичного и помехоустойчивого кодирования для отсчетов сигнала и его производной, каждый из которых обладает своими индивидуальными параметрами. Таким образом, общее количество параметров защищенной системы на увеличивается на $2^N 2^N K_1 \cdot \dots \cdot K_N \cdot P_1 \cdot \dots \cdot P_N$, где $2^N 2^N$ - увеличение за счет представления речевого сигнала в виде параллельных групп сигналов, $K_1 \cdot \dots \cdot K_N$ - количество ключей для N алгоритмов первичного кодирования, $P_1 \cdot \dots \cdot P_N$ - количество ключей для N алгоритмов помехоустойчивого кодирования.

Библиографический список

1. Андреев В.Г., Дмитриев В.Т. Алгоритм совместной реализации первичного кодека и маскиратора речевых сигналов с возможностью защиты фонограмм от фальсификаций// Вестник РГРТУ. 2023. №84. – С.66 -76.
2. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 – 35
3. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева.//Вестник РГРТУ 2022 №82 – С. 27- 37.
4. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев Асинхронное маскирование речи на основе алгоритма Хургина-Яковлева / Новые информационные технологии 2004. №1. – С.46-48.
5. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Асинхронное маскирование, обнаружение фальсификаций и реставрация фонограмм речевых сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева/ Безопасность информационных технологий. 2003. №2. – С.26-30.
6. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Алгоритм маскирования на основе представления Хургина-Яковлева с использованием производных второго и третьего порядков. Вестник РГРТУ 2012 №4. –С.13-17.

РАЗВИТИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ 5G К 6G И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЦИФРОВУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ

Д.С. Донских

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

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

Телекоммуникационные технологии играют ключевую роль в современном обществе, обеспечивая связь и обмен данными между людьми и устройствами. В

последние годы наблюдается стремительное развитие сетевых технологий, в частности, переход от 4G к 5G, который уже начинает оказывать значительное влияние на различные сферы жизни. Однако, несмотря на успешное внедрение 5G, исследователи и инженеры уже активно обсуждают будущее — технологию 6G, которая обещает еще более революционные изменения.

Технология 5G представляет собой не только увеличение скорости передачи данных, но и значительное снижение задержки, что открывает новые возможности для таких приложений, как автономные автомобили, телемедицина и умные города. Основные преимущества 5G заключаются в высокой пропускной способности, способности поддерживать миллионы подключенных устройств и обеспечении надежной связи в условиях высокой плотности трафика. Это создает основу для развития интернета вещей (IoT) и умных технологий, которые становятся неотъемлемой частью нашей повседневной жизни.

Однако с появлением новых технологий возникают и новые вызовы. Безопасность данных становится приоритетной задачей, поскольку с увеличением числа подключенных устройств возрастает риск кибератак и утечек информации [1]. Поэтому разработка эффективных методов защиты данных в сетях 5G и будущих 6G становится важной задачей для исследователей и специалистов в области телекоммуникаций.

Технология 6G обещает не только улучшение существующих характеристик связи, но и внедрение совершенно новых концепций. Ожидается, что 6G обеспечит скорость передачи данных до 100 Гбит/с, что позволит реализовать такие приложения, как виртуальная реальность в реальном времени и полное погружение в цифровые среды [2]. Кроме того, 6G будет использовать спектр частот выше 100 ГГц, что значительно увеличит пропускную способность и снизит задержку.

Одной из ключевых особенностей 6G станет интеграция различных технологий, включая искусственный интеллект и машинное обучение. Эти технологии помогут оптимизировать управление сетями, предсказывать нагрузки и автоматически адаптировать параметры связи в зависимости от условий [3]. Это приведет к созданию более устойчивых и эффективных телекоммуникационных систем, способных справляться с изменяющимися требованиями пользователей.

Важным аспектом внедрения новых телекоммуникационных технологий является их влияние на цифровую трансформацию экономики. Сетевые технологии становятся основой для создания цифровых экосистем, где предприятия могут обмениваться данными и сотрудничать в режиме реального времени. Это открывает новые возможности для бизнеса, позволяя компаниям оптимизировать процессы, повышать эффективность и разрабатывать новые продукты и услуги.

В заключение можно сказать, что развитие телекоммуникационных технологий, начиная с 5G и переходя к 6G, имеет огромное значение для будущего общества. Эти технологии не только улучшают качество связи и скорость передачи данных, но и создают условия для реализации новых бизнес-моделей и повышения качества жизни. Важно продолжать исследования в этой области, чтобы обеспечить безопасность и устойчивость новых систем связи, а также максимально эффективно использовать их потенциал для решения актуальных задач современности.

Библиографический список

1. Хохлов В.А. Телекоммуникационные технологии: история, современные тенденции и перспективы развития. – М.: Наука, 2020. – 256 с.

2. Рябов А.Н., Кузнецов И.В. Будущее сетевых технологий: от 5G к 6G. – СПб.: Питер, 2021. – 320 с.

3. Иванов П.П., Смирнова Е.С. Искусственный интеллект в телекоммуникациях: новые горизонты. – М.: Высшая школа экономики, 2022. – 180 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОГЛАСОВАНИЯ УРОВНЯ СИГНАЛА БЕСПРОВОДНЫХ МАРШРУТИЗАТОРОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

А.А. Дорин

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

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

В наше время интернет занимает одно из центральных мест в нашей жизни. Многие сферы жизни напрямую связаны с интернетом. По этой причине очень важно иметь стабильное интернет-подключение к сети в любом месте и в любое время, однако, обеспечение этого является достаточно трудной задачей. Одним из главных факторов, влияющих на качество подключения, является согласование уровней сигналов маршрутизаторов в компьютерной сети.

К устройствам, влияющим на уровень сигнала точки доступа, являются сигналы других точек доступа из той же компьютерной сети. Этот фактор оказывает влияние, если устройства работают в одном частотном диапазоне. Частотные диапазоны подразделяются на частотные каналы. Работа устройства на каком-либо частотном канале создает значительные помехи на соседние каналы, в следствие чего уровень сигнала других устройств становится заметно ниже.

Способ решения данной проблемы заключается в изменении выходной мощности точек доступа в сети, однако эта задача является трудной, так как не существует единого признанного алгоритма, определяющего оптимальные выходные мощности маршрутизаторов в сети. В результате необходимо определить значения выходной мощности каждой точки доступа в сети в зависимости от их положения в помещении таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная площадь покрытия сети при обеспечении приемлемого уровня сигнала во всей этой площади. При решении данной задачи необходимо использовать алгоритм оптимизации, а одним из наиболее подходящих алгоритмов в данном случае является алгоритм роя частиц.

Алгоритм роя частиц был предложен в 1995 году Джеймсом Кеннеди и Расселом Еберхартом. Идея алгоритма была частично заимствована из исследований поведения скоплений животных (косяков рыб, стай птиц и т.п.), модель была немного упрощена и добавлены элементы поведения толпы людей, поэтому, в отличие, например, от алгоритма пчел агенты алгоритма (возможные решения) и были названы нейтрально - частицы.

Алгоритм роя частиц является подходящим для решения поставленной задачи по нескольким причинам: во-первых, данному алгоритму не требуется знания исходной целевой функции, во-вторых, алгоритм обладает достаточно высокой точностью. У этого алгоритма также есть недостаток, заключающийся в невысокой скорости работы, однако в данном случае это не является критически важным.

В докладе рассматривается подробное описание применяемого алгоритма оптимизации, определение целевой функции, конкретные особенности реализации алгоритма, а также разработка графического приложения.

АНТЕННЫ С ЗАМЕДЛЯЮЩИМИ СТРУКТУРАМИ

А.В. Захряпин

Научный руководитель – Аронов Л.В. к.т.н., доцент

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

Замедляющие системы в антеннах сверхвысоких частот (СВЧ) уменьшают фазовую скорость, за счёт чего создается фазовый набег, в результате которого удаётся сконцентрировать электромагнитную энергию в определенном направлении, получив относительно узкую диаграмму направленности.

Выделяют три основных типа замедляющих систем:

- спиральные структуры;
- стержневые структуры;
- ребристые структуры.

Спиральные структуры представляют провода, изогнутые в пространстве по винтовой линии. В таких структурах может распространяться волна с фазовой скоростью, постоянной в широком диапазоне частот и существенно меньшей скорости света в вакууме. Коэффициент замедления волны пропорционален отношению шага намотки к длине витка спирали. Спиральные антенны обладают хорошими направленными свойствами.

Стержневыми называют системы, состоящие из отрезков параллельных проводников с относительно малыми размерами поперечного сечения. В зависимости от взаимного расположения это могут быть гребёнки, встречные гребёнки, лестничные и другие замедляющие системы. Применительно к антеннам, наиболее распространены диэлектрические стержневые антенны. Они обладают относительно широкой диаграммой направленности и хорошими диапазонными свойствами, однако низкий КПД за счёт потерь мощности в диэлектрике.

Ребристые структуры, в общем случае, системы, состоящие из ряда бесконечных в одном измерении проводящих плоскостей. Как правило такие системы применяются в устройствах СВЧ, а в антеннах их использование ограничено.

На основе обзора замедляющих систем можно сделать вывод, что наиболее распространены антенны в виде пространственных спиралей: цилиндрических и конических. Они технологичны, имеют высокий КПД, обладают направленными свойствами и работоспособны в широком диапазоне частот.

Библиографический список

1. Тараненко З.И. Замедляющие системы [Текст] / З. И. Тараненко, Я. К. Трохименко. - Киев: Техніка, 1965. - 307 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОГО ТРАФИКА В СЕТЯХ И СИСТЕМАХ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА

Е.М. Калмыкова

Научный руководитель – Дмитриев В.Т. д-р техн. наук, профессор

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

Сегодня защита речевой информации от несанкционированного доступа является одной из ключевых задач, требующих особого внимания. Из-за высокой информативности речевых сообщений и разнообразия угроз, связанных с речевыми сигналами, возникает потребность в разработке новых методов и средств защиты данных от постороннего доступа.

Конфиденциальность передаваемой информации можно обеспечить несколькими способами, включая шифрование и маскирование. Современные мощные алгоритмы шифрования обеспечивают надежную защиту данных с использованием защитных кодов, однако это может привести к избыточной информации и увеличению вычислительных ресурсов. В связи с этим возникает интерес к маскированию сигналов, то есть сокрытию факта передачи информации с помощью уменьшения мощности несущего сигнала. Этот метод позволяет существенно экономить вычислительные ресурсы и трафик, но перед передачей требуется дополнительная обработка сигнала.

Одним из решений упомянутых проблем является использование алгоритма Хургина-Яковлева, который представляет исходную информацию в виде отсчетов сигнала и его производных. Применение данного алгоритма для маскирования речевых сигналов увеличивает помехоустойчивость и расширяет возможности системы маскирования.

Алгоритм Хургина-Яковлева анализирует представление речевых сигналов с конечным спектром и верхней граничной частотой как набор отсчетов сигнала и его первых $N-1$ производных, полученных с определенной частотой дискретизации $f_d = 2F/N = f_{d,0}/N$, где $f_{d,0} = 2F$ - частота дискретизации, определяемая в соответствии с теоремой В.А. Котельникова.

В качестве примера можно рассмотреть использование алгоритма Хургина-Яковлева при уменьшении частоты дискретизации в два раза. Эта реализация снижает вероятность среднеквадратичной ошибки на 40-60 %, а помехоустойчивость восстановленного сигнала повышается на 1,2-1,5 дБ по сравнению с аналогичной обработкой согласно теореме Котельникова.

Таким образом, внедрение алгоритма Хургина-Яковлева позволяет эффективно скрывать факт передачи информации без значительных вычислительных затрат.

Библиографический список

1. Дмитриев В.Т., Ву Хоанг Шон Применение трехканальной модификации алгоритма Хургина-Яковлева в алгоритмах первичного кодирования речевых сигналов. // Вестник РГРТУ. 2024. №88. – С.3 -14.
2. Дмитриев В.Т. Адаптация кодеков речевых сигналов на основе теоремы В.А. Котельникова и модификации алгоритма Хургина-Яковлева к шумам в канале связи// Цифровая обработка сигналов №2. 2023 – С. 55 – 60.

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

4. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Д.Е. Крысяев, С.С. Попов Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех. Вестник РГРТУ 2008 № 1 (Выпуск 23). С. 53-56.

5. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 – 35.

6. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Алгоритм маскирования на основе представления Хургина-Яковлева с использованием производных второго и третьего порядков. Вестник РГРТУ 2012 №4. –С.13-17

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПОМЕХ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА

Д.А. Караулкина

Научный руководитель – Дмитриев В.Т. д-р техн. наук, профессор

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

По данным Российских и зарубежных экспертов, значительная доля информации в общедоступных каналах электросвязи приходится на речевые сообщения. Предполагается, что данная тенденция сохранится в будущем, поскольку в качестве универсального средства общения речь не имеет равнозначной замены в различных системах связи и передачи данных. Поэтому очистка речевых сигналов от шумов и помех остается ключевым аспектом их обработки.

Чтобы снизить вычислительные затраты при обработке речевой информации, возможно использование алгоритмов вейвлет-анализа и многоскоростной обработки с применением бэнк-фильтров. Главные задачи заключаются в уменьшении ошибок при восстановлении сигналов, повышении устойчивости дискретных алгоритмов к помехам и упрощении реализации синтезирующих фильтров. Однако на практике возникают сложности: спектр сигнала, имеющего ограниченное время, является бесконечным в частотной области, идеальный низкочастотный фильтр для точного восстановления сигнала физически невозможен, а количество выборок ограничено. Эти факторы могут вызывать наложения ошибок из-за бесконечного спектра, усечения из-за конечного числа отсчетов и округление из-за неточности цифрового представления.

В целях решения указанных проблем и снижения вычислительных затрат можно использовать метод обработки сигналов, предложенный Я.И. Хургиным и В.П. Яковлевым. Этот подход, в отличие от классической теоремы В.А. Котельникова, позволяет отдельно обрабатывать сигнал с верхней частотой спектра F и его первые $N-1$ производные, используя частоту дискретизации. Для определенных значений N представление Хургина-Яковлева обеспечивает более упрощенную реализацию синтезирующих фильтров с учетом амплитудно-частотной характеристики при меньшей частоте дискретизации. Это сравнительное преимущество позволяет

минимизировать ошибку восстановления сигналов при реализации цифровых неперекрестивных фильтров.

аким образом, задача разработки и исследования алгоритмов дискретной обработки речевых сигналов на базе модели Хургина-Яковлева, включая алгоритмы для удаления акустических помех, становится особенно актуальной. Практические результаты показывают, что преобразование алгоритма Хургина-Яковлева обеспечивает повышение помехоустойчивости до 5 дБ при количестве обрабатываемых каналов от 2 до 4 и уровне разложения от 1 до 3, что также открывает возможности для параллельной обработки и сокращения вычислительных затрат.

Библиографический список

1. В.Т. Дмитриев, А.С. Тараканова РГРТУ методы цифровой обработки акустических и сейсмических сигналов для систем охранной сигнализации: Неделя науки СПбПУ 2016 - С.68-70.

2. Чучупал, В.Я. Цифровая фильтрация зашумленных речевых сигналов/ Чучупал В.Я., Чичагов А.С., Маковкин К.А - Вычислительный центр РАН М., 1998. 52 с.

3. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 – 35.

4. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев Асинхронное маскирование речи на основе алгоритма Хургина-Яковлева / Новые информационные технологии 2004. №1. – С.46-48.

5. Андреев В.Г., Дмитриев В.Т. Алгоритм совместной реализации первичного кодека и маскиратора речевых сигналов с возможностью защиты фонограмм от фальсификаций// Вестник РГРТУ. 2023. №84. – С.66 -76.

6. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева//Вестник РГРТУ 2022 №82 – С. 27- 37.

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ФИЛЬТР С ВЕСОВОЙ ОБРАБОТКОЙ, ОПТИМИЗИРОВАННОЙ МЕТОДОМ ОДНОМЕРНОГО ПОИСКА

К.Е. Малахаев

Научный руководитель – Кошелев В.И. д-р техн. наук, профессор

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

Представлено решение задачи оптимизации весовой обработки алгоритма многоканальной доплеровской фильтрации с комбинацией параметрических функций Дольфа-Чебышева и Кайзера-Бесселя. Использован метод одномерной оптимизации «Золотое сечение», с помощью которого за 3.4 шага достигается оптимум параметрических весовых окон, обеспечивающий максимум среднего по всем частотным каналам коэффициента улучшения (КУ) отношения сигнал-(помеха+шум).

Среднее значение КУ достигается путем усреднения КУ, вычисленных на каждом шаге оптимизации, по числу каналов:

$$\mu_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \mu_i = \frac{1 + \lambda}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{ci}(\varphi_{ci}) \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_n + \lambda * \mathbf{E}) \mathbf{w}}, \quad (1)$$

где μ_i – коэффициент улучшения отношения сигнал-(помеха + шум) в i -ом канале, \mathbf{w} – вектор обработки, \mathbf{R}_{ci} – корреляционная матрица сигнала в i -ом канале, \mathbf{R}_n – корреляционная матрица помехи; λ – отношение шум-помеха; φ_{ci} – изменение фазы сигнала за период дискретизации в i -ом канале, \mathbf{E} – единичная матрица (корреляционная матрица шума); N – число каналов.

Многоканальный фильтр (МФ) реализуется на базе вычислительно эффективного алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) [1]. В ходе решения задачи оптимизации проводится сравнение оптимизированных параметрических весовых функций с оптимальным значением, полученным на основе собственного вектора матрицы:

$$\mathbf{M} = \mathbf{R}_n^{-1} \mathbf{R}_c,$$

где \mathbf{M} – матрица собственных значений [1].

Полученный алгоритм фильтрации при практической реализации на цифровых микросхемах связан с дополнительными вычислительными затратами для оценки корреляционных матриц, решением характеристического уравнения и оптимизацией комбинации двух параметрических функций. Тем не менее, его применение при объединении оптимизированных весовых функций приводит к заметному повышению качества выделения сигнала на фоне помех.

Библиографический список

1. Кошелев В.И., Кирдяшкин В.В., Сычев М.И., Ясенцев Д.А. Актуальные вопросы радиолокации. //Под ред. П.А. Бакулева. - М: Изд. МАИ, 2016 - 216 с.

АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ КАНАЛА СВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ

А.А. Мельников

Научный руководитель – Павлов В.И. д-р техн. наук, профессор
Тамбовский государственный технический университет

Важнейшая задача информационно-управляющих систем радиосвязи (ИУСРС) при работе с подвижными объектами, заключается в обеспечении устойчивости к внешним помехам. Подвижный объект часто используется для выполнения тактических задач, что привлекает внимание источника помех, стремящегося контролировать и подавлять их коммуникационные каналы с использованием космической, воздушной и наземной разведки. Источник помех может иметь представление о режиме работы ИУСРС, расположении передатчиков, параметрах передаваемой информации и времени сеансов связи, что повышает риск информационного подавления.

Принципы помехоустойчивости ИУСРС

Помехоустойчивость системы связи определяется её способностью передавать команды управления и опорные сигналы от наземной станции управления (НСУ) к подвижному объекту в заданные временные сроки, несмотря на воздействие информационного подавления. Ключевым критерием эффективности системы

является вероятность выполнения поставленных задач, что обуславливает её способность сопротивляться активным помехам. [1].

Радиоэлектронное противодействие (РП) со стороны источника помех включает как радиоподавление, так и радиотехническую разведку, что затрудняет работу ИУСРС. Применение преднамеренных помех позволяет источнику помех нарушать задачи подвижного объекта и даже выдавать ложные команды. Успех постановки таких помех зависит от информации о характеристиках системы связи и расположении средств РЭБ относительно НСУ и подвижного объекта, что делает ситуацию стохастической. [2].

Разведывательные процессы и функции РПК источника помех

Технические средства разведки позволяют источнику помех обнаруживать, идентифицировать и отслеживать источники радиоизлучений, такие как ИУСРС. Радиоразведывательные комплексы (РПК) используют методы поиска, пеленгования, радиоперехвата и анализа для сбора разведывательных данных. Основные этапы анализа включают сбор данных о сигналах, обработку признаков излучения и комплексную интерпретацию информации, что позволяет определить расположение и характеристики объектов связи.

На первом этапе разведка фиксирует сигналы, измеряет их параметры. На втором этапе проводится анализ этих данных для выделения признаков, как частота и тип излучения. Третий этап включает объединение данных из разных источников, что позволяет источнику помех точнее определять координаты и параметры ИУСРС. [3].

Основные виды преднамеренных помех

Источник помех применяет различные виды активных помех, в том числе прицельные, скользящие и заградительные. Эти помехи могут отличаться по амплитуде и типу модуляции, что усложняет работу радиолиний. Чаще всего для воздействия на конкретные каналы связи применяются прицельные помехи. В случае множественных радиолиний целесообразно использование заградительных помех, таких как забрасываемые передатчики.

Технические меры защиты от радиоэлектронного противодействия

Защита от РП разрабатывается на различных этапах, включая планирование, проектирование и тестирование средств связи. Современные методы повышения помехоустойчивости включают помехоустойчивое кодирование, использование широкополосных сигналов и поляризационную обработку сигналов. [4].

Применение таких мер позволяет системам связи эффективно выполнять свои задачи, несмотря на преднамеренные помехи со стороны источника помех.

Библиографический список

1. Вакуленко, А.А. Математическая модель динамики конфликта радиоэлектронных систем [Текст] / А.А. Вакуленко, В.И. Шевчук // Радиотехника. М.: Изд-во «Радиотехника», 2011. №1. - С.56-59.
2. Куликов, Г.В. Два алгоритма адаптивной фильтрации нефлуктуационных помех при приеме модулированных сигналов с непрерывной фазой [Текст] / Г.В. Куликов // Научное обозрение. 2003. - № 6. - С. 19 -23.
3. Куликов, Г.В. Алгоритм адаптивной фильтрации нефлуктуационных помех для приема сигналов с минимальной частотной манипуляцией [Текст] / Г.В. Куликов // Труды 11 Международной науч.-техн. конф. «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций». - Рязань: 2002. - С. 129-130.

4. Волков, Л.Н. Системы цифровой радиосвязи: Базовые методы и характеристики [текст] / Л.Н. Волков, М.С. Немировский, Ю.С. Шинаков // Уч. пособ. — М.: Эко-Трендз, 2005. — 392с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРУКТУРНОЙ ПОМЕХИ

П.С. Мещанинов

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

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

Прогресс в области цифровых систем передачи информации стал ключевым элементом в мировом развитии телекоммуникаций. Сегодня цифровые системы интегрированы в повседневную жизнь миллионов людей, и трудно представить современную действительность без мобильной связи, спутников, интернета, цифрового телевидения и прочих технологий. Ограниченность спектра частот, усложнение помеховой обстановки [1, 2] и увеличение скорости передачи данных через каналы связи стали факторами, которые необходимо сочетать с достоверностью передачи информации. Однако с развитием телекоммуникаций проблема только усугубляется, т.к. появляется всё больше источников излучения [3].

Структурная помеха – помеха, подобная по структуре полезному сигналу, т.е. как правило имеющая те же модуляцию, полосу частот, метод кодирования и пр. Такой тип помех негативно воздействуют на радиолинию передачи информации за счет схожести по параметрам с полезным радиосигналом [4]. В данной работе рассматривается построение системы передачи, имеющей возможность автоматического изменения типа цифровой модуляции с целью увеличения помехоустойчивости. В настоящее время широко распространены радиосигналы с модуляциями PSK, APSK, QAM позиционностью 4, 16, 64, 128. Изменение модуляции осуществляется по мере изменения свойств помехоустойчивости модуляции: PSK-128, PSK-64, APSK-128, QAM-128, APSK-64, QAM-64, PSK-16, APSK-16, QAM-16, PSK-4 [5].

В ходе работы было определено, что при постоянном отношении сигнал/помеха с увеличением позиционности возрастает влияние помехи, при этом самой чувствительной к качеству канала модуляцией является модуляция PSK большой позиционности из-за малого евклидова расстояния в сигнальном созвездии.

В реальных системах связи для определения качества канала может использоваться пилот-сигнал [6]. С некоторой периодичностью отправляется битовая последовательность, известная и на приёмнике, и на передатчике, так называемый пилот-сигнал. Коэффициент ошибок на приёмной стороне сравнивается с 10^{-3} и, если больше, модуляция переключается на более помехоустойчивую. Если уровень меньше порогового, то на этой модуляции начинается передаваться основной сигнал.

Средняя скорость передачи может составлять более 10 Мбит/с [6], тогда пилот-сигнал длиной 10^6 бит будет передан менее чем за 100 мс, что не будет создавать ощутимых задержек для работы системы передачи.

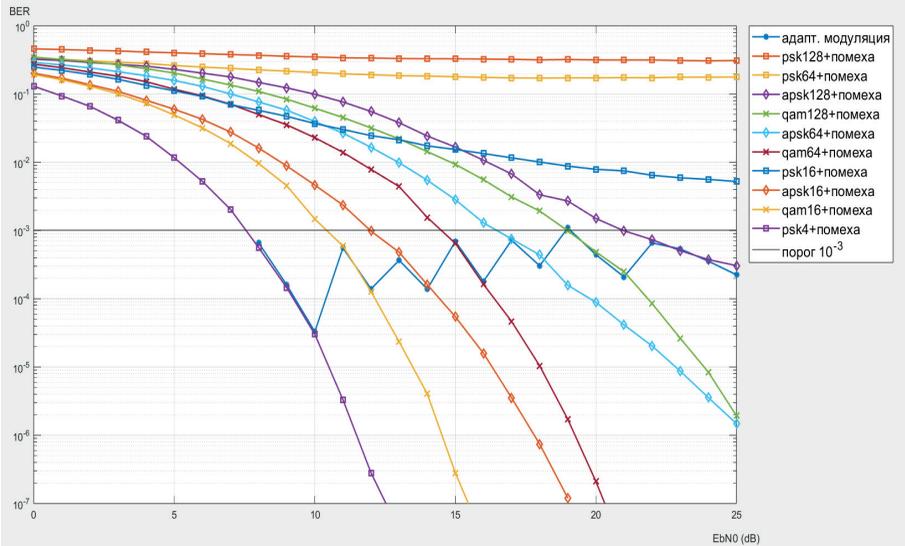


Рисунок 1 – BER для адаптивной системы при действии помехи с модуляцией APSK-16 с ОСП 22 дБ

В процессе исследования работы системы был сделан ряд выводов:

1. Передача наименее надёжна при действии помехи более высокой позиционности, т.к. точки сигнального созвездия помехи сильнее перекрывают созвездие сигнала. Чем меньше евклидово расстояние в сигнальном созвездии, тем хуже помехоустойчивость, т.к. точки в сигнальном созвездии располагаются близко друг к другу. Может произойти так, что на приёмнике рядом с одной точкой созвездия полезного сигнала будет находиться несколько точек смеси сигнала и помехи, что затруднит демодуляцию и приведёт к ошибке.

2. Использование адаптивной системы передачи способно обеспечить вероятность битовой ошибки 10^{-3} в диапазоне E_b/N_0 от 8 до 25 дБ, но с увеличением позиционности модуляции структурной помехи диапазон уменьшается.

3. Чем больше длина пилот-сигнала, тем точнее будет определена необходимость смены модуляции. При длине сигнала $10^5 - 10^6$ бит перестройка происходит точнее, при уменьшении длины до 10^3 ощущаются значительное ухудшение качества адаптации.

Библиографический список

1. Лисничук А.А., Кириллов С.Н. Анализ характеристик когнитивных радиосистем передачи информации при адаптации к действию узкополосных помех на основе синтезированных четырехпозиционных радиосигналов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 3-8. DOI: 10.21667/1995-4565-2018-66-4-1-3-8

2. Кириллов С.Н., Лисничук А.А. Многокритериальный синтез сигнально-кодowych конструкций на основе зависимых сигналов для адаптации радиосистем передачи

информации к действию узкополосных помех // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2017. № 4. С. 3-12.

3. Рудой, В.Н. Системы передачи информации: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Радиотехника» / В. М. Рудой. - Москва: Радиотехника; ISBN 5-88070-100-X (В пер.)

4. Лисничук А.А. Процедура многокритериального синтеза сигналов с прямым расширением спектра для адаптации когнитивных радиосистем передачи информации к сложной помеховой обстановке // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 9-15. DOI: 10.21667/1995-4565-2018-66-4-1-9-15

5. Markos Dillinger; Kambiz Madani; Nancy Alonistioti (2003). Software Defined Radio: Architectures, Systems and Functions. Wiley&Sons. p. xxxiii. ISBN 0-470-85164-3.

6. Леонидов В.В. Учебно-методический конспект по дисциплине «Цифровая обработка сигналов». Конспект лекции «Преобразование Гильберта»: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.

СНИЖЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ЧМ ДАЛЬНОМЕРОМ ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ НАЧАЛЬНОЙ ФАЗЫ СИГНАЛА РАЗНОСТНОЙ ЧАСТОТЫ

В.Д. Нгуен

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

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

В современных дальномерах с частотной модуляцией излучаемого сигнала (ЧМ дальномер) актуальна задача повышения точности измерения расстояния до отражающей поверхности, находящей в замкнутом объеме. Существенным фактором, приводящим к значительному увеличению погрешности измерения расстояния, является наличие мешающих отражений (МО). Анализируя график погрешности при измерении расстояния ЧМ дальномером, видно, что эта погрешность имеет колебательный характер, причем имеются точки, где погрешность равна нулю [1]. Нулевая погрешность достигается тогда, когда взаимная энергия сигнала и помехи равна нулю. Уменьшить влияние МО можно, варьируя несущую частоту передатчика при сохранении диапазона её перестройки [1]. При этом изменяются начальные фазы сигнала разностной частоты, соответствующие МО и полезному сигналу. При определенных знаменаниях начальных фаз обеспечивается равенство нулю взаимной энергии. В работе предложен алгоритм, позволяющий снизить погрешность измерения расстояния без перестройки несущей частоты. Последовательность действий при практической реализации этого алгоритма следующая.

1. Сигнал разностной частоты (сигнал на выходе смесителя дальномера) разбивается на два блока длиной N и M отсчетов.

2. Вычисляется энергия сигнала разностной частоты с использованием первого блока длиной N отсчетов, начиная с первого отсчета.

3. Отсчеты первого блока сдвигаются «вправо» на один отсчет, то есть для вычисления энергии сигнала разностной частоты используются отсчеты, начиная с номера 2. Отсчетом с номером $N+1$ будет первый отсчет второго блока.

4. Вычисления со сдвигом отсчетов в «право» повторяется до тех пор, пока не определится максимальное и минимальное значения полной энергии сигнала разностной частоты.

5. Номер отсчета h , при котором взаимная энергия сигнала будет равна нулю, определится так:

$$h = (h_1 + h_2) / 2, \quad (1)$$

где h_1, h_2 - соответственно номера отсчетов первого блока, при которых полная энергия сигнала разностной частоты принимает максимальное и минимальное значения.

6. Вычисляется оценка $\hat{\omega}$ частоты по положению максимальной спектральной составляющей спектральной плотности сигнала разностной частоты

$$A(\hat{\omega}) = \max_{\omega} \{A(\omega)\}, \quad (2)$$

где $A(\omega)$ - спектральная плотность амплитуды (или мощности) сигнала разностной частоты,

которая затем пересчитывается в расстояние.

Указанные выше операции необходимо производить при каждом измерении, поскольку начальные фазы сигналов разностной частоты, соответствующие полезному сигналу и МО, зависят от расстояния.

Очевидно, что предложенный алгоритм оценки расстояния по сравнению с перестройкой несущей частоты передатчика [1], более просто реализовать на практике, поскольку все необходимые вычисления осуществляются программно.

Проведено моделирование предлагаемого алгоритма измерения расстояния. Моделирование осуществлялось при следующих условиях. Несущая частота передатчика, диапазон перестройки несущей частоты соответственно равны 10 ГГц и 1 ГГц. Отношение сигнал-помеха принято 2 дБ. Отношение сигнал-шум равно 60 дБ. Результаты моделирования показало следующее.

Погрешность измерения, вызванная МО, уменьшается примерно в полтора раза. Ширина зоны повышенной погрешности также уменьшается примерно в полтора раза. Для устранения аномальных ошибок измерения расстояния возможно использование очень простой весовой функции [2]. Результаты моделирования полностью совпадают с результатами, приведенными в [1]. Однако, как уже отмечено выше, техническая реализация предлагаемого алгоритма оказывается очень простой.

Библиографический список

1. Паршин, В.С. Уменьшение погрешности измерения расстояния дальномером с частотной модуляцией зондирующего сигнала при использовании перестройки несущей частоты передатчика / В.С. Паршин, Н.С. Заигров // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2020. - № 74. – С. 14-22. – DOI 10.21667/1995-4565-2020-74-14-22. – EDNIBJKEX.

2. Нгуен, В. Д. Выбор весовой функции при измерении расстояния с варьированием несущей частоты передатчика ЧМ дальномером / В. Д. Нгуен // Новые информационные технологии в научных исследованиях : Материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 22–24 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2023. – С. 151-152. – EDN NJAEYR.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ КАНАЛА МИМО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Нгуен В.Х.

Научный руководитель – Паршин А.Ю. к.т.н., доцент

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

Современные беспроводные коммуникации требуют высоких скоростей передачи данных и надежной связи. Актуальным подходом является применение многоантенных систем МИМО. Технология МИМО позволяет значительно увеличить пропускную способность каналов за счет использования нескольких антенн как на передающей, так и на приемной стороне [1]. Это достигается благодаря пространственно-временной обработке сигналов, которая обеспечивает прием многолучевых сигналов, тем самым увеличивая общую эффективность системы. Одним из ключевых факторов, влияющих на производительность МИМО систем, является конфигурация антенных решеток. Различные геометрические формы и расположение антенн могут существенно изменить характеристики канала, включая его пропускную способность. В работе влияние конфигурации антенной системы рассматривается при распространении сигнала в условиях прямой видимости.

В данной работе рассматриваются три конфигурации антенных решеток с количеством антенн, равным 36: прямоугольная, круговая и шестигранная, как показано на рисунке 1. Каждая из этих конфигураций имеет свои уникальные преимущества и недостатки, которые могут влиять на эффективность передачи данных в зависимости от условий эксплуатации. Целью данного исследования является анализ пропускной способности канала МИМО при различных антенных конфигурациях в условиях прямой видимости, что позволит выявить оптимальные решения для повышения производительности современных беспроводных систем связи.

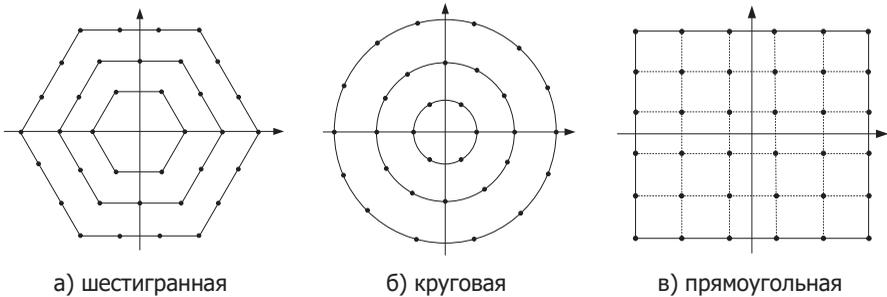


Рисунок 1 – Различные конфигурации антенных решеток МИМО

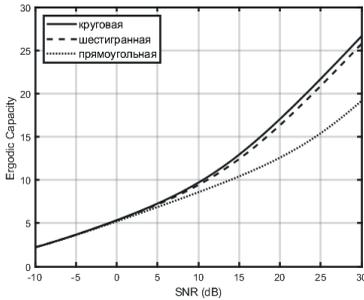
Для вычисления пропускной способности канала МИМО с N_{TX} передающими и N_{RX} приемными антеннами используется следующее выражение:

$$C_H = \log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_{RX}} + \frac{q}{N_{TX}} \mathbf{H} \mathbf{H}^H \right)$$

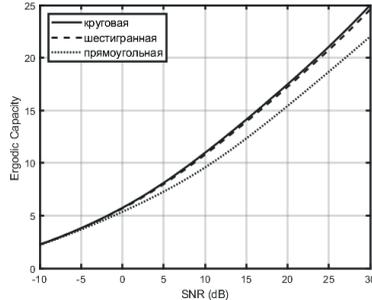
где q – отношение сигнал/шум, $\mathbf{I}_{N_{RX}}$ – единичная матрица. Канальную матрицу \mathbf{H} в условиях прямой видимости можно представить в виде [2]:

$$\mathbf{H}_{\text{LOS}} = \left\{ a_{mn} e^{-j2\pi \frac{D_{mn}}{\lambda}}, m = 1, \dots, N_{TX}, n = 1, \dots, N_{RX} \right\}$$

где D_{mn} – расстояние между передающей и приемной антеннами. Для оценки эффективности канала MIMO получены зависимости эргодической пропускной способности $C_{\mathcal{E}} = \overline{C_H}$ от отношения сигнал/шум с различными конфигурациями антенн.



а) одинаковая конфигурация



б) с линейной приемной антенной

Рисунок 2 – График зависимости эргодической пропускной способности от отношения сигнал/шум

Результаты моделирования показывают, что конфигурация антенной системы оказывает влияние на пропускную способность канала MIMO. Применение круговой конфигурации антенных решеток может привести к значительным улучшениям в пропускной способности и по сравнению с квадратно-гнездовым расположением элементов. Полученные результаты исследования могут быть использованы для оптимизации современных беспроводных систем связи, позволяя выбирать наиболее эффективные антенные конфигурации для достижения максимальной производительности и надежности связи.

Библиографический список

1. A. Mujeeb. Eight Element Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Antenna for 5G Mobile Applications // IEEE Communications Magazine. 2019. Vol. 7. P.488–495.
2. Паршин Ю.Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех. М.: КУРС, 2021. – 200 с.

АЛГОРИТМ ВЫБОРА МОДЕЛИ ТРЕНДА ШУМА В БЛОКЕ СТАБИЛИЗАЦИИ УРОВНЯ ЛОЖНОЙ ТРЕВОГИ

Ч.К. Нгуен

Научный руководитель – Белокуров В.А. д.т.н., профессор

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

При обнаружении объекта на фоне нестационарного шума, среднее значение который может меняться по неизвестному закону, одной из ключевых задач является определение модели изменения среднего значения шума.

В данной работе исследован алгоритм выбора модели тренда среднего значения шума, который используется в блоке стабилизации уровня ложной тревоги (СУЛТ).

Предположим, что среднее значение шума в пределах "скользящего" окна может меняться либо по линейному закону, либо по квадратичному закону:

$$y_k = b1_k \cdot i + c1_k \quad (1)$$

$$y_k = a2_k \cdot i^2 + b2_k \cdot i + c2_k \quad (2)$$

где $a2_k, b1_k, c1_k, b2_k, c2_k$ – параметры кривой, которая используется для аппроксимации среднего значения шума в блоке СУЛТ.

Выбор модели определяется путём сравнения следующих дисперсий $\sigma1_k^2$ и $\sigma2_k^2$, которые характеризуют ошибки аппроксимации при использовании различных законов и определяются следующим образом:

$$\sigma1_k^2 = \sum_{i=1}^M (z_{ki} - (\hat{b}1_k \cdot i + \hat{c}1_k))^2, \quad (3)$$

$$\sigma2_k^2 = \sum_{i=1}^M (z_{ki} - (\hat{a}2_k \cdot i^2 + \hat{b}2_k \cdot i + \hat{c}2_k))^2, \quad (4)$$

где $z_k = \{z_{ki}\}_{i=0}^{M-1}$ – массив M отсчётов на входе блока СУЛТ; оценки коэффициентов $\hat{b}1_k, \hat{c}1_k, \hat{a}2_k, \hat{b}2_k, \hat{c}2_k$ определяются на основе метода наименьших квадратов [1,2,3].

Для выбора модели аппроксимации среднего значения шума применяется критерий минимума дисперсии [4], суть которого заключается в сравнении значений дисперсий $\sigma1_k^2$ и $\sigma2_k^2$. При $\sigma1_k^2 \leq \sigma2_k^2$ выбирается линейная аппроксимация изменения среднего значения шума в пределах "скользящего" окна, а при $\sigma1_k^2 > \sigma2_k^2$ – квадратичная.

В таблице 1 показан выигрыш в пороговом отношении сигнал-шум алгоритма СУЛТ на фоне нестационарного шума по сравнению с известным алгоритмом СУЛТ с усреднением (УС-СУЛТ) в случаях оценки параметров шума по линейному и по квадратичному закону и также в случае применения предлагаемого алгоритма.

Эффективность предлагаемого алгоритма определяются методом имитационного моделирования при следующих параметрах: M=128; вероятность ложной тревоги F=10⁻⁷; вероятность правильного обнаружения D=0,9.

Таблица 1 - Выигрыш в пороговом отношении сигнал-шум

Модели					Аппроксимация		Предлагаемый алгоритм с выбором модели аппроксимации, дБ
Линейный		Квадратичный			по линейному закону, дБ	по квадратичному закону, дБ	
b_{1k}	c_{1k}	a_{2k}	b_{2k}	c_{2k}			
3,0	4,0	-	-	-	2,90	2,73	2,90
4,0	2,5	-	-	-	3,73	3,56	3,73
-	-	0,1	1,0	3,0	3,48	3,59	3,59
-	-	0,2	3,5	2,0	4,81	4,97	4,97

Анализ таблицы 1 показывает, что наибольший выигрыш в пороговом отношении сигнал-шум достигается в случае точного знания о модели изменения среднего значения шума в пределах "скользящего" окна. В случае, если закон изменения априорно неизвестен, то необходимо адаптивно выбирать модель.

Применение алгоритма выбора модели аппроксимации среднего значения шума позволяет обеспечить выигрыш в пороговом отношении сигнал-шум от 2,9 дБ до 4,97 дБ. При этом не вводятся априорные предположения о модели изменения среднего значения уровня шума.

Библиографический список

1. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М. Изд-во «Советское радио». 1969. 752с.
2. Белокуров В.А., Нгуен Ч.К. Расчет плотности распределения вероятностей оценок коэффициентов полинома в методе наименьших квадратов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2024. № 89. С. 12-20.
3. Stepanov O.A. Fundamentals of estimation theory with applications to navigation information processing problems. SPb.: State Scientific Center of the Russian Federation JSC Concern Central Research Institute Elektropribor, 2010. 509 p.
4. Прокие Джон. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь. 2000. – 800 с.: ил.

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ПЕРВИЧНОГО И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ХОРОШЕЕ КАЧЕСТВО РЕЧИ

А.И. Панферов

Научный руководитель – Дмитриев В.Т. д-р техн. наук, профессор

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

В проекте описаны низкоскоростные первичные (TWELP, MELPe, CODEC2, Spirit LBRAMR, Spirit MMBE на скоростях 0,6, 1,2, 2,4 Кбит/с) и помехоустойчивые (БЧХ) кодеки, разработан алгоритм универсального первичного кодека, адаптивного к скорости и условиям передачи сообщений [1...3]. Предложены различные сочетания алгоритмов низкоскоростного первичного и помехоустойчивого кодирования речевых сигналов, обеспечивающие наилучшие сочетания наименьшей избыточности

передаваемой помехоустойчивости и хорошее качество восстановленной речи на приеме [4].

Произведена оценка речевого сигнала (РС) на выходе кодеков на разных скоростях передачи, при различных коэффициентах ошибок, а также при влиянии различных акустических шумов с различным уровнем. Анализ выполнялся с помощью шкалы MOS (средняя экспертная оценка).

В процессе проектирования адаптивного кодека рассмотрены и оценены некоторые виды алгоритмов адаптации кодеков: адаптация к скорости передачи, адаптация к голосу говорящего, адаптация к акустическим шумам, адаптация к пропускной способности канала связи, адаптация к искажениям в канале связи [5, 6].

В итоге разработана общая схема адаптивного кодера и декодера, адаптивных к скорости и условиям передачи сообщений. Схема предоставляет возможность реализации в аппаратном и программном виде. Использование алгоритма возможно при дальнейшей разработке технических решений.

В дальнейшем возможно улучшение адаптивного кодека на основе представления Хургина – Яковлева, которое обеспечивает представление речевого сигнала в виде отсчетов сигнала и его производных [7...10].

Библиографический список

1. Wai C. Chu. Speech Coding Algorithms: Foundation and Evolution of Standardized Coders; 2003.
2. Кодек 2 - Codec 2 [Электронный ресурс]. URL: https://wikichi.ru/wiki/Codec_2.
3. TWELP™ Vocoders [Электронный ресурс]. URL: <https://twelp.pro/>.
4. Дмитриев В.Т. Адаптация кодека CELP к воздействию акустических помех// Вестник рязанского государственного радиотехнического университета. 2021, № 76, С.25-34.
5. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Adaptive Primary Speech Signals Coders for Software-Configured Radio Systems// 2020 1st International Conference Problems of Informatics, Electronics, and Radio Engineering (PIERE) P. 32-38.
6. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Д.Е. Крысяев, С.С. Попов Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех. Вестник РГРТУ 2008 № 1 (Выпуск 23). С. 53-56.
7. Дмитриев В.Т. Адаптация кодеков речевых сигналов на основе теоремы В.А. Котельникова и модификации алгоритма Хургина-Яковлева к шумам в канале связи// Цифровая обработка сигналов 2023, №2, С. 55 – 60.
8. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 – 35
9. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Устойчивость первичных кодеков речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева к действию акустических шумов// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. №3 – С.17-25.
10. Дмитриев В.Т., Лантратов С.Ю. Адаптивный алгоритм кодирования на основе кодека CELP и модификации алгоритма Хургина-Яковлева// Вестник РГРТУ. 2024. №88. – С.21 -30

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В СИСТЕМАХ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А.К. Панферов

Научный руководитель – Аронов Л.В. к.т.н., доцент

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

Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) – многоуровневая, иерархическая, автоматизированная система, обеспечивающая измерение количества электроэнергии и величин ее параметров, а также автоматизированный сбор и передачу результатов измерений по коммуникационный каналам на верхний уровень, с последующим ее хранением и использованием.

Специализированным средством группового учета электроэнергии, используемым в АСКУЭ на среднем уровне являются устройства сбора и передачи данных (УСПД).

УСПД представляют собой цифровые устройства, работающие под управлением встроенного микропроцессора. Принцип работы УСПД основан на преобразовании сигналов измерительной информации в значения физических параметров, расчете мгновенных и интегральных значений параметров и хранении измеренной и расчетной информации в архивах.

Обработка измерительной информации осуществляется по заданным алгоритмам, при этом УСПД обеспечивает периодическую синхронизацию времени от сервера центра сбора информации, как в самом УСПД, так и в обслуживаемых им счетчиках. Корректировка времени счетчиков производится обязательно один раз в сутки на величину не более 2 мин, а с инхронизация времени происходит в случае, когда расхождение текущего времени счетчика и времени УСПД превысит 1 с.

Основные технологии передачи данных с интеллектуальных приборов учета в АСКУЭ можно разделить на следующие группы:

- Системы передачи данных через локальное присоединение к сети Интернет (Ethernet).
- Системы передачи данных по сотовой сети мобильных операторов (GSM, GPRS, 3G, 4G).
- Системы передачи данных по радиоканалу в сети “Интернет вещей” (LoRaWAN, NB-IoT).
-

Библиографический список

1. Лоскутов А.Б. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии / А. Б. Лоскутов, А. И. Гардин, А. А. Лоскутов – Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева – 2018. – 84с.

2. Основные технологии передачи данных с интеллектуальных приборов учета в АСКУЭ – Текст: электронный // IT-Платформа КОМЕТА — экосистема для работы с умными счётчиками и датчиками. – URL: <https://cometa.ru/blog/detail/osnovnye-tehnologii-peredachi-dannykh-s-intellektualnykh-priborov-ucheta-v-askue>

ОБЗОР ПОДХОДОВ БАЛАНСИРОВКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ

Д.А. Перепелкин, К.А. Никонов

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

Программно-конфигурируемые сети (ПКС) — это эволюционная концепция, которая преобразует традиционные сетевые архитектуры, обеспечивая централизованный контроль над сетевыми ресурсами. Такой подход позволяет гибко и эффективно управлять потоками данных, что актуально в условиях растущего спроса на высокоскоростные и надежные сетевые соединения. Одним из ключевых элементов ПКС является балансировка потоков данных, задача которой — равномерное распределение трафика между различными путями и устройствами, чтобы избежать перегрузки отдельных узлов и обеспечить оптимальную производительность. В качестве известных подходов балансировки потоков данных в ПКС отмечают следующие алгоритмы:

1. Round Robin – самый простой алгоритм. Он распределяет потоки данных между всеми доступными путями по очереди. Round Robin прост в реализации, но неэффективен в условиях неравномерного трафика. Для решения основного недостатка такого способа балансировки, его можно модифицировать за счет приписывания каждому пути «вес». Такая модификация называется **Weighted Round Robin**. Этот способ позволяет учитывать различные параметры сети, такие как задержка, пропускная способность и т.д. и на основе их присваивать каждому пути свой «вес», который учитывается в распределении данных. Основной недостаток этих алгоритмов в том, что оба способа не реагируют на динамические изменения в сети.

2. Least Connection – данный алгоритм удобно использовать в условиях частых динамических изменений, его суть заключается в постоянном мониторинге загруженности сети и перенаправления трафика по наименее загруженному маршруту. Основное преимущество такого алгоритма заключается в динамическом управлении трафиком и повышении производительности. Один из главных недостатков такой балансировки является то, что метод не учитывает QoS параметры, а значит может направлять трафик по наименее загруженному маршруту, с неподходящими параметрами для передачи этого трафика.

3. ECMP (Equal Cost Multi-Path) – это алгоритм балансировки нагрузки, который распределяет трафик между несколькими путями с одинаковой стоимостью, за нее может быть взят любой параметр сети, например задержка. Суть алгоритма заключается в поиске всех возможных путей и их метрик и распределение потоков между путями с одинаковой стоимостью. Для равномерного распределения можно использовать хэш-функции. Такой параметр для выбора пути можно реализовывать разными способами в зависимости от технических нужд. Например, выбор пути можно организовать как остаток деления хэш-функции на количество доступных путей. Несмотря на простоту реализации данный алгоритм плохо учитывает QoS параметры, т.к. оценку маршрутов производит лишь по одному из них, а также не учитывает динамические изменения в сети, например перегрузку каналов. Главное преимущество такого метода заключается в гибкой настройке сети под определенные нужды.

4. Traffic Engineering – это комплекс алгоритмов, используемых для оптимизации маршрутизации и распределения сетевого трафика. Суть данного алгоритма в частом сборе и мониторинге всей информации о сети и быстрого реагирования на возможные запросы пользователя, смену типа трафика и прочие динамические изменения. На основе всей собранной информации о сети и поставленных целей данный метод может использовать какой-либо из уже рассмотренных алгоритмов балансировки и изменить маршрутизацию по своему усмотрению. Главная цель заключается в более равномерном распределении ресурсов, т.е. все параметры сети должны быть реализованы по максимуму. Такой способ балансировки более надежный, за счет постоянного измерения параметров сети и быстрого реагирования, что позволяет обеспечить отказоустойчивость в сети, улучшить ее гибкость и производительность.

Стоит отметить следующие направления в области развития балансировки потоков данных в ПКС:

1. Балансировка на основе методов искусственного интеллекта – алгоритмы, способные самостоятельно анализировать трафик и оптимизировать сеть без человеческого вмешательства, а также использование глубокого обучения для прогнозирования трафика.

2. Балансировка нагрузки в облачных средах.

3. Балансировка нагрузки для 5G сетей и устройств следующего поколения.

3.1. Динамическая балансировка в 5G сетях для удовлетворения различным типам данных

3.2. Балансировка трафика для различных сегментов 5G сети, оптимизируя ресурсы для различных типов сервисов.

4. Балансировка нагрузки для IoT (интернет вещей).

4.1. Разработка алгоритмов балансировки трафика с учетом IoT протоколов.

4.2. Усиление безопасности трафика

В заключение, рассмотренные в данной работе традиционные методы балансировки потоков данных в ПКС имеют свои ограничения, особенно в условиях динамически меняющейся сетевой среды. Для преодоления этих ограничений будущие исследования будут направлены на разработку интеллектуальных систем балансировки, основанных на искусственном интеллекте (ИИ) и машинном обучении.

Библиографический список

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

РАЗРАБОТКА ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С НЕРАВНОМЕРНЫМ АМПЛИТУДНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ

М.А. Пикалова

Научный руководитель – Аронов Л.В. к.т.н., доцент

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

В современном мире спутниковые системы связи играют важную роль в различных областях. Для их дальнейшего развития необходимо совершенствовать и модернизировать компоненты, включая антенно-фидерные устройства.

Антенно-фидерные устройства состоят из различных типов антенн, в том числе и щелевых. Одиночная щель имеет ограниченные направленные свойства, поэтому для получения более узких диаграмм направленности и увеличения коэффициента направленного действия используются многощелевые антенны.

Среди многощелевых антенн наиболее важными являются волноводно-щелевые антенны. Они представляют собой систему полуволновых щелей, прорезанных в стенке волновода.

Для расчётов характеристик волноводно-щелевой антенны было использовано равномерное амплитудное распределение. В результате были определены технические и геометрические параметры, такие как диаграмма направленности облучателя и антенны, коэффициент стоячей волны и ширина диаграммы направленности.

Преимущество волноводно-щелевой антенны с неравномерным амплитудным распределением заключается в том, что она позволяет значительно уменьшить уровень боковых лепестков. Это приводит к более чистому сигналу и меньшему уровню интерференции от нежелательных источников, что улучшает общее качество связи.

Библиографический список

1. Кочержевский Г.Н. и др. Антенно-фидерные устройства. - М.: Радио и связь, 1989. - 351 с.
2. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн / Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В. Г. - М.: Радио и связь, 1996. - 486 с.
3. Драбкин А. Л. и др. Антенно-фидерные устройства. - М.: Сов. радио, 1974.
4. Проектирование антенных устройств СВЧ: учеб. пособие / И.П. Заикин, А.В. Тоцкий, С.К. Абрамов, В.В. Лукин. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 107 с.
5. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: учебник для радиотехнич. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1988. – 432 с

РАЗРАБОТКА ТРАНСЛЯТОРОВ ЛОГИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ДЛЯ ПРИЁМНОГО И ПЕРЕДАЮЩЕГО ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

Е.А. Сердюков, Е.В. Васильев

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

Для современных телекоммуникационных систем передачи информации характерно применение технологии, основанной на использовании приёмных и передающих оптических модулей, а также оптического волокна. На сегодняшний день наша промышленность выпускает широкую номенклатуру приёмных (фотодиодных) и передающих (лазерных) оптических модулей, предназначенных для работы во II и III спектральных окнах прозрачности оптического волокна.

Ряд таких приёмных и передающих оптических модулей рассчитаны на работу с дифференциальными логическими уровнями стандарта LVPECL (от англ. – low voltage positive emitter-coupled logic), с целью повышения скорости передачи данных. Это вызывает определённые трудности при согласовании логических уровней [1]. В связи с этим возникает необходимость построения лабораторного макета волоконно-

оптической линии передачи данных (ВОЛП), в которой в качестве источника сигнала может быть применён стандартный лабораторный генератор прямоугольных импульсов (или специальная схема на микроконтроллере), а в качестве оконечного устройства – осциллограф или цифровой логический анализатор.

Целью работы является разработка схем трансляторов логических уровней LVPECL в LVTTTL (от англ. – low voltage transistor-transistor logic) (Рисунок 1) и LVTTTL в LVPECL (Рисунок 2) для приёмного оптического модуля ПОМ-155-3-ip-FC-L-1 и передающего лазерного модуля ПОМ-155-3-s-ip-FC-L-1, которые производит компания ООО «ФТИ-оптроник». Данные оптические модули предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи, со скоростью передачи информации до 155 Мбит/сек. (OC-3/STM-1).

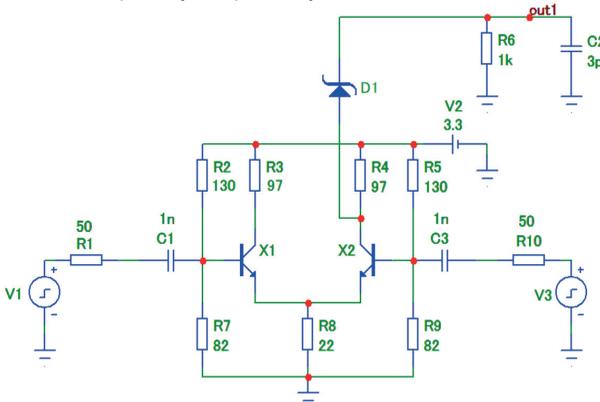


Рисунок 1 – Схема модели транслятора LVPECL в LVTTTL в среде MicroCap

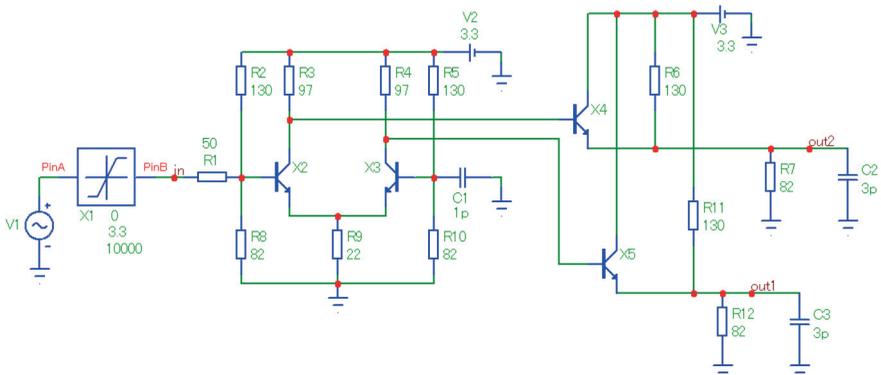


Рисунок 2 – Схема модели транслятора LVTTTL в LVPECL в среде MicroCap

Разработанные схемы трансляторов удовлетворяют требованию преобразования логических уровней стандартов LVTTTL и LVPECL с целью согласования приёмного и передающего оптических модулей с оконечным устройством и источником сигнала соответственно.

Обе схемы обладают быстродействием, соответствующим паспортному значению этой величины для модулей ПРОМ-155-3-ір-FC-L-1 и ПОМ-155-3-s-ір-FC-L-1, т.е. способны работать на частоте до 150 МГц, обеспечивая тем самым номинальную скорость передачи информации для этих модулей.

Библиографический список

1. Филипп Уиссел (Phillip Wissel) Согласование LVPECL-схем // Электронные компоненты. 2018. № 9. С. 30-33.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УКОРОЧЕННОЙ АНТЕННЫ
В МІМО СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ НАВИГАЦИОННЫХ ПОПРАВОК**

А.А. Титов

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

В последние десятилетия технологии связи и навигации стремительно развиваются, что связано с растущими потребностями в высококачественных системах передачи данных. Современные системы передачи навигационных поправок, такие как модемы для роверных передатчиков и приемников, используют дифференциальную GPS (DGPS), которая задействует сеть стационарных опорных станций для передачи информации о разнице между фактическими и измеренными позициями [1]. DGPS позволяет значительно повысить точность позиционирования, однако её эффективность снижается с увеличением расстояния до базовой станции и времени передачи данных [1]. Для повышения эффективности передачи навигационных поправок и решения проблем, связанных с многолучевым распространением радиосигналов, рассматривается возможность интегрирования в данные модемы технологии Multiple Input Multiple Output (MIMO).

Технология MIMO включает в себя применение нескольких антенн как на передающей, так и на приемной сторонах, что позволяет одновременно отправлять и принимать различные потоки данных. Это дает возможность не только существенно увеличивать пропускную способность связи, но и улучшать устойчивость к интерференции, что в итоге приводит к более надежному и точному определению координат по сравнению с классической системой, использующей одну антенну для передачи и одну для приема Single-Input-Single-Output (SISO) [2].

Применение технологии MIMO в модемах для роверных передатчиков и приемников предполагает использование не менее двух антенн, что в диапазоне ультракоротковолновой радиосвязи с частотой передачи данных, обычно варьирующейся от 410 до 470 МГц, приводит к необходимости использования антенн значительной длины. Это обстоятельство может вызвать определенные трудности в компактных устройствах, где пространство ограничено. Поэтому представляет интерес применение укороченных антенн для реализации пространственного разнесения.

В рамках проведенного вычислительного эксперимента была исследована зависимость вероятности битовой ошибки (BER) от отношения сигнал-шум (SNR) для систем SISO и MIMO с использованием конфигурации антенн 2x1, известной как MISO. Основное внимание в исследовании уделялось влиянию длины антенн в MISO,

где одна из передающих антенн имела такие же размеры, как в SISO, а вторая антенна была укорочена. Длина второй антенны была уменьшена, в результате чего ее коэффициент передачи сигнала уменьшился и задавался в диапазоне от 1 до 0,01 [3]. В конфигурации MISO пространственно-временное кодирование и декодирование сигналов построено на алгоритме Аламоути [4].

Результаты вычислительного эксперимента продемонстрировали, что зависимость эффективности системы MISO от коэффициента передачи сигнала в укороченной антенне не является однозначной. При увеличении длины одной из передающих антенн наблюдается уменьшение вероятности ошибки. Однако полученные зависимости показывают, что при малом коэффициенте передачи вероятность ошибки в MISO системе может быть больше, чем вероятность ошибки в SISO системе. Это связано с тем, что в системе MISO часть мощности передатчика теряется из-за снижения коэффициента полезного действия одной из антенн. В результате общая мощность, излучаемая антеннами в MISO, оказывается меньше, чем мощность излучаемая одной антенной в SISO. При этом в обоих случаях на антенны поступает одинаковая мощность передатчика, которая в MISO делится поровну между двумя антеннами. При увеличении SNR выигрыш от использования дополнительной антенны возрастает и компенсирует энергетические потери, что уменьшает вероятность ошибки по сравнению с вероятностью ошибки SISO системы.

MISO при меньшей суммарной мощности, излучаемой антеннами позволяет повысить эффективность передачи данных. Но когда длина одной из антенн и ее коэффициент передачи невелики, то при малом значении BER система MISO демонстрирует более высокую вероятность битовых ошибок по сравнению с SISO. Однако, при $SNR > 10$ дБ система MISO начинает показывать преимущество перед SISO. При низком BER преимущество MISO сохраняется при коэффициенте передачи не менее 0,5. В то время как при высоком BER размеры антенны и ее коэффициент могут снижаться примерно до 0,2. Однако данные значения могут варьироваться в зависимости от помеховой обстановки, а также от требований к качеству передачи данных.

Таким образом, исследование зависимости вероятности битовой ошибки от отношения сигнал-шум и параметров антенн показало, что оптимизация длины антенн в MIMO может существенно повысить эффективность системы в условиях многолучевого распространения радиоволн. Интеграция технологии MIMO в модемы для навигационных поправок улучшает качество передачи данных при условии оптимальной конфигурации антенн и детальном выборе параметров.

Библиографический список

1. Дардари Д., Фаллетти Э., Луизе М. Методы спутникового и наземного позиционирования. Перспективы развития технологий обработки сигналов. – М.: Техносфера, 2012. – 528 с.
2. Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделин В.Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 244 с.
3. Grachev, M. Channel Capacity and Efficiency Energy of Small- Size IoT Sensor in MIMO Communication System / M. Grachev, Yu. Parshin // Proceeding of the 2022 11th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). – Budva, Montenegro. – 2022. – Pp. 151-154.
4. Паршин Ю.Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех. – М: КУРС, 2021. – 200 с.

ОСОБЕННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЧАСТОТНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 5G

А.А. Тришаков, А.О. Смирнов, Р.Д. Карих, М.М. Кирюпин, М.М. Паршкова
Научный руководитель – Белоусов О.А. к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

В эпоху цифровизации и технологического прогресса системы мобильной связи играют ключевую роль в обеспечении коммуникации между людьми и устройствами по всему миру. С развитием технологий и увеличением объёма передаваемых данных, требования к скорости, надёжности и эффективности систем мобильной связи постоянно растут. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является внедрение сетей пятого поколения (5G), которые предлагают улучшенные характеристики передачи данных, более высокую скорость интернета и более надёжное соединение.

Одним из ключевых компонентов систем мобильной связи 5G являются антенные решётки. Они представляют собой совокупность антенн, расположенных в определённом порядке, что позволяет достичь более эффективного распределения радиоволн и улучшить качество связи. В данной статье мы рассмотрим особенности применения многочастотных антенных решёток в системах мобильной связи 5G и их влияние на качество связи. [1]

Многочастотные антенные решётки представляют собой системы, состоящие из нескольких антенн, работающих на разных частотах. Это позволяет повысить эффективность передачи данных и обеспечить более стабильную связь. Принцип работы таких систем заключается в том, что каждая антенна излучает радиоволны на своей частоте, что позволяет добиться более равномерного распределения сигнала и снизить вероятность возникновения помех. [2]

Особенности применения многочастотных антенных решёток в системах 5G:

1. Увеличение скорости передачи данных: Многочастотные антенные решётки позволяют увеличить скорость передачи данных за счёт более эффективного использования радиочастотного спектра. Это достигается благодаря возможности одновременной передачи данных на разных частотах, что позволяет повысить пропускную способность канала связи.

2. Улучшение качества связи: Многочастотные антенные решётки обеспечивают более стабильное соединение и улучшают качество связи за счёт снижения вероятности возникновения помех и искажений сигнала. Это особенно актуально для систем мобильной связи, работающих в условиях плотной городской застройки или на больших расстояниях. [3]

3. Снижение энергопотребления: Использование многочастотных антенных решёток позволяет снизить энергопотребление за счёт более эффективного использования радиочастотного спектра и снижения уровня помех. Это особенно важно для мобильных устройств, работающих от батарей.

4. Повышение надёжности связи: Многочастотные антенные решётки обеспечивают более надёжную связь за счёт снижения вероятности выпадения пакетов данных и повышения стабильности соединения. Это особенно важно для систем мобильной связи, работающих в условиях высокой загруженности или при наличии препятствий на пути распространения сигнала.

5. Адаптация к изменяющимся условиям: Многочастотные антенные решётки обладают способностью адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей

среды, таким как наличие препятствий, погодные условия и другие факторы, влияющие на качество связи. Это позволяет поддерживать стабильную связь даже в сложных условиях.

6. Интеграция с другими технологиями:

- Многочастотные антенные решётки могут интегрироваться с другими технологиями, такими как множественный доступ с частотным разделением (FDMA) или множественный доступ с кодовым разделением (CDMA). Это позволяет создавать более гибкие и эффективные системы связи.

- Интеграция с другими технологиями позволяет расширить возможности многочастотных антенных решёток и повысить их эффективность.

Таким образом многочастотные антенные решётки представляют собой перспективное направление в области систем мобильной связи 5G. Их применение позволяет повысить эффективность передачи данных, улучшить качество связи, снизить энергопотребление и повысить надёжность соединения. Это делает их незаменимым компонентом для создания современных и эффективных систем мобильной связи.

Библиографический список

1. Многочастотные антенные решетки и их применение в радиотехнических системах / Н.В. Воробьев, В.А. Грязнов. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2024. – 204 с.

2. Сети мобильной связи 5G. Технологии, архитектура и услуги 5G mobile networks. Technologies, architecture and services: 5G mobile networks. Technologies, architecture and services / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, В. А. Коваль. – Москва: Медиа Паблишер, 2019. – 375 с.

3. Развитие сетей мобильной связи от 5G Advanced к 6G: проекты, технологии, архитектура / В.О. Тихвинский, С.В. Терентьев, В.А. Коваль, Е.Е. Девяткин. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2023. – 528 с.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ФАЙЛОВ ПО СЕТИ ТЕЛЕКС

Д.И. Туфлейкин

Научный руководитель – Спицын С.В. к.т.н., доцент

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

Международная сеть ТЕЛЕКС является одной из сетевых инфраструктур, которая наряду с мобильной связью, Internet и телефонии дают возможность удаленным абонентам общаться между собой. Телексная сеть охватывает практически весь мир, пользователи телексной связи имеют возможность передавать информацию практически в любую точку земного шара.

В сети ТЕЛЕКС каждый абонент имеет уникальный маршрутный индекс состоящий из 6 цифр.

Данный вид связи широко используется различными ведомственными структурами и банковскими организациями по следующим причинам:

1) Телексная сеть занимает одно из первых мест по надежности передачи данных среди других сетевых технологий. Это в первую очередь обеспечивается использованием выделенных каналов связи поставщика услуг и надежных протоколов, гарантирующих доставку информации.

2) Любая полученная или переданная по телексной сети информация является документом. Это особенность очень ценится юридическими лицами для решения необходимых вопросов.

3) Возможность обмена информацией без физического присутствия адресата. Рабочие места (телетайпы или обычные персональные компьютеры) работая в автоматическом режиме, абонентские установки могут принимать сообщения с распечаткой на бумаге или в виде электронного носителя информации.

Для передачи данных между абонентами используются стандартные телеграфные коды МТК-2 (для стран СНГ) и ИТА-2 (международный)

МТК-2 или Международный телеграфный код № 2 (или согласно ГОСТ 15607-84 Пятиэлементный код стартстопных буквопечатающих телеграфных аппаратов) является пятибайтовым кодом. Он состоит из 85 символов: 26 букв латинского алфавита, 31 букву русского алфавита (Ё и Ъ не используются, а буква Ч записывается как Ч), 10 цифр, 11 орфографических, пунктуационных и математических знаков, а также 8 управляющих символов (в том числе пробел). Данные символы разделены на три регистра Латинский алфавит ЛАТ, Русский алфавит РУС, и для цифр и знаков ЦИФ.

Таблица 1 – Символы МТК-2

Код	ЛАТ	РУС	ЦИФ	Код	ЛАТ	РУС	ЦИФ
11000	А	А	-	11101	Q	Я	1
10011	В	Б	?	01010	R	Р	4
01110	С	Ц	:	10100	S	С	`
10010	D	Д		00001	T	Т	5
10000	Е	Е	3	11100	U	У	7
10110	F	Ф	Э	01111	V	Ж	=
01011	G	Г	Ш	11001	W	В	2
00101	Н	Х	Щ	10111	X	Ь	1
01100	I	И	8	10101	Y	Ы	6
11010	J	Й	Ю	10001	Z	З	+
11110	K	К	(00010		CR	
01001	L	Л)	01000		LF	
00111	M	М	.	11111		ЛАТ	
00110	N	Н	,	11011		ЦИФ	
00011	O	О	9	00100		SP	
01101	P	П	0	00000		РУС	

Основная идея заключается в передаче различных файлов по сети телекс по выделенным каналам связи. Для этого специально разработанное программное обеспечение производит трансляцию кода файла в МТК-2 и подготовки к последующей передаче. Это позволит стандартным программам для передачи информации по сети телекс производить отправку кода без каких либо модификации. Далее полученный код обратно ретранслируется в стандартный исполняемый файл.

Преимущество данного способа является передача данных по стандартным каналам связи и программным обеспечением, сохраняя при этом надежность сетевой технологии.

Библиографический список

1. REX400 Тематические услуги/о телекной связи [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rex400.ru/services/service/telex/tlx_about/
2. Пуртов Л. П., Замрий А. С., Захаров А. И., Иванов Н. И., Охорзин В. М. Теория и техника передачи данных и телеграфия. - 482 с.
3. Основные параметры и общие технические требования ГОСТ 156 07-84 – с.6
4. RFT Инструкция по обслуживанию телетайп типа F2000 с электрическим устройством запоминания – 4 с.

**ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СИСТЕМЫ МІМО ПРИ ДЕЙСТВИИ
ПРОСТРАНСТВЕННО КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ**

В.Д. Фам

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

В докладе рассматривается проблема пропускной способности системы МІМО при действии пространственно коррелированных помех. В системах МІМО помимо некоррелированного теплового помех могут присутствовать пространственно коррелированные внешние помехи [1]. Пространственно коррелированные помехи ухудшают возможности системы МІМО по разделению сигнала и помех, что напрямую сказывается на пропускной способности. Если помехи сильно коррелированы, система МІМО теряет способность эффективно использовать несколько антенн для улучшения качества связи. Существуют различные методы уменьшения влияния пространственно сосредоточенных помех для повышения эффективности систем МІМО [3-5]. Одним из них является метод «обеления» помех. Это метод, используемый для преобразования коррелированных помех в некоррелированный помех с равной дисперсией [2]. Это улучшает способность системы МІМО к декодированию сигналов, поскольку с некоррелированным шумом легче справиться и предотвратить.

Рассмотрим антенную систему, составленную из $M_{\text{ПРМ}}$ ненаправленных приемных антенн, расположенных на плоскости с координатами $x_n, y_n, n=1, \dots, M_{\text{ПРМ}}$. Вектор наблюдаемого процесса \mathbf{Y} на выходах антенн представляет собой сумму передаваемого сообщения и помехи:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{H}\mathbf{X} + \mathbf{V},$$

где \mathbf{X} — вектор-столбец передаваемых символов; \mathbf{V} — вектор-столбец помехи; \mathbf{H} — матрица канальных коэффициентов.

Тогда пропускная способность МІМО-системы передачи информации при передаче коррелированных сообщений и действии некоррелированных возмущений представляется следующим выражением [1]:

$$C_H = \log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_{\text{ПРМ}}} + \frac{1}{P_{\text{Ш}}} \mathbf{H}\mathbf{R}_X\mathbf{H}^H \right),$$

где $\mathbf{R}_X = \overline{\mathbf{X}\mathbf{X}^H}$ — корреляционная матрица передаваемого сообщения; $\mathbf{I}_{N_{\text{ПРМ}}}$ — единичная матрица размером $M_{\text{ПРМ}} \times M_{\text{ПРМ}}$; $P_{\text{Ш}}$ — мощность шума в приёмном канале.

Помехи представляют собой пространственно некоррелированную случайную величину, поэтому для расчета пропускной способности предлагается преобразовать коррелированную помеху в некоррелированную помеху - декорреляция или «обеление» [2]. Операция декорреляции осуществляется путем линейной фильтрации с использованием фильтра с матричным коэффициентом пропускания \mathbf{W} :

$$\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{W}\mathbf{Y} = \tilde{\mathbf{X}} + \tilde{\mathbf{V}} = \mathbf{W}\mathbf{H}\mathbf{X} + \mathbf{W}\mathbf{V},$$

$$\text{где } \mathbf{W} = \sqrt{P_{\psi}} [\text{Chol}(\mathbf{R}_V)]^{-1}.$$

Подставляя в ранее полученную формулу, получим выражение для расчета пропускной способности в помеховой обстановке, которая характеризуется наличием пространственно коррелированных помех:

$$C_H = \log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_{\text{ММО}}} + \frac{1}{P_{\psi}} \mathbf{W}\mathbf{H}\mathbf{R}_X\mathbf{H}^H\mathbf{W}^H \right).$$

Таким образом, метод «отбеливания» помех позволяет рассчитать пропускную способность системы ММО в условиях пространственно коррелированных помех. Результаты проведенных исследований показывают, что этот метод не только облегчает расчёт пропускной способности, но также способствует её увеличению и улучшению общей производительности системы в сложных помеховых условиях.

Библиографический список

1. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех. – М.: Радиотехника, 2014. – 632 с.
2. Паршин Ю.Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех. М.: КУРС, 2021. – 200 с.
3. Бакулин, М.Г., Варукина В.В., Крейнделин В.Б. Технология ММО: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия - Телеком, 2014. – 244 с.
4. Монзинго, Р. А. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию / Р. А. Монзинго, Т. У. Миллер. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986. – 448 с.
5. Ермолаев В.Т., Флакман А.Г. Адаптивная пространственная обработка сигналов в системах беспроводной связи, Нижний Новгород, 2006. – 99 с.

ТРАНСФОРМЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

М.А. Черентаев, Е.С. Черентаева

Научный руководитель – Дмитриев В.Т. д-р техн. наук, профессор

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

С развитием технологий неуклонно растёт необходимость в обработке изображений различными способами [1,2]. В частности, всё более сложные задачи ставятся в области детектирования объектов на изображениях [3]. Алгоритмы, способные решать задачи данного класса применяются в различных датчиках, таких как камеры беспилотных транспортных средств, камеры для контроля качества производимых товаров и т. д. [4]

Одной из бурно развивающихся архитектур компьютерного зрения на сегодняшний день являются трансформерные нейронные сети. Изначально данный класс алгоритмов нашел своё применение в области обработки естественного языка [5] и произвел в нем революцию.

Основными особенностями трансформерных нейронных сетей являются:

1. Механизм внимания — позволяет модели взвешенно учитывать все входные данные при генерации выходных данных;
2. Многоголовое внимание — использование нескольких «голов» внимания для того, чтобы учитывать больше аспектов входных данных одновременно;
3. Позиционное кодирование входных данных — позволяет сохранить порядок в последовательности выходных данных;
4. Многослойность — позволяет моделям обучаться на сложных зависимостях.

Одной из проблем при адаптации трансформерных нейронных сетей к задачам обработки изображений было определение понятия «слова» для изображения, так как пиксель слишком мал и содержит слишком мало информации о структуре изображения, а целое изображение, в свою очередь, содержит много информации из-за чего теряется информация о малых структурных элементах.

Первыми, кто смог решить данную проблему, стала команда Google Research, Brain Team со своей моделью Vision Transformer (ViT) [6]. В качестве «слова» был выбран блок 16X16 пикселей. Модели данного семейства достигают выигрыша порядка 1% в задачах классификации по сравнению с свёрточными нейронными сетями семейства ResNet. Однако, у ViT присутствует существенный недостаток — плохая точность при работе с малыми деталями на изображении, что не позволяет применять данную архитектуру в задачах детектирования и сегментации объектов на изображениях.

Данный недостаток получилось решить с помощью архитектуры Shifted Windows Transformer (Swin Transformer), которая стала развитием идей Vision Transformer, разработанной командой Microsoft Research [7]. Основой данной нейронной сети стало использование иерархической структуры, то есть продвижение от разбиения изображения на малые блоки на первых слоях сети к более крупным блокам на последних слоях сети, что позволило улучшить работу с малыми деталями на изображениях, но, из-за иерархической структуры сети теряется главное преимущество трансформерных нейронных сетей — хорошее понимание контекстуальных связей между частями изображения, что в свою очередь было решено добавлением в каждый слой дополнительного блока трансформации данных, но который работает в смещенном окне внимания. Модели данного семейства дают выигрыш по точности классификации объектов по сравнению с ViT порядка 1,5%.

Таким образом, ViT является хорошей отправной точкой для разработки трансформерных алгоритмов компьютерного зрения, а Swin Transformer готовым решением для выполнения широкого спектра задач.

Библиографический список

1. В.Т. Дмитриев, А.А. Бауков Многокритериальный синтез алгоритма обнаружения частиц дождя на видеоизображениях в цифровых системах телевидения// Вестник РГРТУ. 2022 № 79. – С. 20- 30.
2. Дмитриев В.Т., Сконников П.Н. Сравнительный анализ алгоритмов комплексирования изображений различных спектральных диапазонов. // Вестник рязанского государственного радиотехнического университета. 2021. № 78, - С.29-37.

3. Дмитриев В.Т., Бауков А.А. Алгоритм обнаружения атмосферных осадков для задач компьютерной обработки видеоизображений // Программирование 2023 №3 – С.13-25.

4. Дмитриев В.Т., Бауков А.А. Разработка алгоритма улучшения контраста видеоизображений для применения в системах цифрового телевидения. // Вестник РГРТУ. 2023. №84. – С.77 -87.

5. Vaswani A. Attention is all you need //Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017.

6. Alexey D. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale //arXiv preprint arXiv: 2010.11929. – 2020.

7. Liu Z. et al. Swin transformer: Hierarchical vision transformer using shifted windows //Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision. – 2021. – С. 10012-10022.

АЛГОРИТМЫ СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВЕСОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ С.Л. СОБОЛЕВА

Е.С. Черентаева, М.А. Черентаев

Научный руководитель – Дмитриев В.Т. д-р техн. наук, профессор

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

Обычно алгоритмы спектрального анализа сигналов основаны на представлении сигнала в пространстве L_2 , являющимся пространством измеримых функций, для которых квадрат интеграла по всему пространству является конечным числом. Пространство L_2 также обладает свойствами компактности и полноты, что делает его удобным для работы с сигналами. Но, как известно, при обработке сигналов в L_2 пространстве из-за конечного по времени сигнала спектр бесконечен, при обработке его ограничивают частотой дискретизации, из-за чего возникают искажения в результате наложения.

Пространство С.Л.Соболева позволяет также использовать информацию о производной сигнала и является одним из основных инструментов в математическом и функциональном анализе. Оно является обобщением L_2 пространства для функций с непрерывными производными. Это пространство используется для анализа функций, которые не являются гладкими, но обладают некоторой степенью гладкости. Пространство С.Л.Соболева позволяет определять различные показатели гладкости функций и выполнять операции над ними таким образом, что это удобно для обработки сигналов с переменной частотой и темпом изменения [1,6].

Одним из основных применений пространства С.Л.Соболева является аппроксимация произвольных сигналов с помощью рядов Фурье или вейвлет-преобразований, что позволяет снизить размерность сигнала и увеличить его сжатие без потери информации [2,3].

Кроме того, пространство С.Л.Соболева позволяет решать задачи восстановления сигналов [4], фильтрации шума [5], детекции аномалий и другие задачи обработки сигналов. Также его применяют в задачах анализа и кластеризации данных, распознавания образов и машинного обучения.

Пространство С.Л.Соболева является важным инструментом для обработки изображений, так как позволяет учесть не только яркостные характеристики

пикселей, но и их пространственные характеристики. Оно предоставляет более гибкую модель для анализа и обработки изображений, чем традиционные методы, такие как Фурье-анализ или вейвлет-анализ.

Одним из основных применений пространства С.Л.Соболева в обработке изображений является регуляризация или сглаживание изображений, что может быть полезно для удаления шума или артефактов изображений, улучшения качества изображений или улучшения визуального восприятия.

Другим важным применением пространства С.Л.Соболева является решение задачи восстановления изображений. Это может включать восстановление изображений после искажения или компрессии, реставрацию старых или поврежденных изображений, а также восстановление деталей изображений.

Пространство С.Л.Соболева также может быть использовано для сегментации изображений, выделения объектов и областей интереса, а также для обнаружения и идентификации объектов на изображениях.

Таким образом, разработка алгоритмов, использующих пространство С.Л.Соболева для обработки изображений, является актуальной задачей, так как существует возможность получить более точные и качественные результаты, а также расширить возможности анализа и обработки изображений.

Библиографический список

1. С.Н. Кириллов, Бузыкканов С.Н., Дмитриев В.Т., Бахурин С.А. Практические аспекты реализации алгоритмов обработки при дискретизации с использованием отсчетов функции и ее производной/ Международная конференция "В.А.Котельников и его роль в развитии радиоэлектроники": Сборник трудов.– М., 2003. –С.24 - 25.
2. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Использование представления Хургина-Яковлева в системах обработки речевых сигналов при использовании отсчетов сигнала и первых трех производных. // Материалы конференции XVII Международная научно-техническая конференция "Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций" 6-8 мая 2012г Рязань.2012. – С.67-68.
3. Бузыкканов, С. Н. Вейвлет-обработка изображений в весовом пространстве Соболева / С. Н. Бузыкканов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2010. – № 34. – С. 12-19. – EDN NBFWZD.
4. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев Модификация алгоритма Фиенупа при восстановлении речевой информации по прореженным отсчетам сигнала и его производной. Вестник РГРТУ 2007 № 22. С.7 – 10.
5. Бузыкканов, С. Н. Алгоритм снижения шумов квантования сигнала в весовом пространстве Соболева / С. Н. Бузыкканов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2011. – № 37. – С. 100-103. – EDN OCQPEN.
6. С.А. Бахурин, В.Т. Дмитриев Исследование точности алгоритмов оценки отсчетов производной в радиотехнических устройствах/ Вестник РГРТА Вып. №13, 2004 – С.32 – 35

ОПТИМИЗАЦИЯ ФИЛЬТРА НЕЭКВИДИСТАНТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСОВ С НЕИЗВЕСТНОЙ ЧАСТОТОЙ МОДУЛЯЦИИ

Н.Х. Чинь

Научный руководитель – Кошелев В.И. д-р техн. наук, профессор

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

В докладе представлено решение задачи оптимизации алгоритма многоканальной доплеровской фильтрации неэквидистантной последовательности видеоимпульсов промодулированных по амплитуде сигналом с априорно неизвестной частотой. Коэффициенты импульсной характеристики фильтра выбираются из условия максимума среднего коэффициента улучшения (КУ) сигнал-(помеха+шум) по всем частотным каналам многоканального фильтра [1]. Многоканальный фильтр (МФ) реализуется на базе вычислительно эффективного алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ). Однако он не обеспечивает максимального КУ, т.к. не учитывает наличие узкополосной помехи и неэквидистантного характера импульсной последовательности [2]. Неэквидистантность (вобуляция) периода повторения импульсов приводит к появлению паразитного бокового лепестка в спектрах как узкополосной помехи, так и сигнала. Для обеспечения максимального отношения сигнал-(помеха+шум) на выходе МФ авторы предлагают модифицированный алгоритм БПФ, а также комбинированный (классический и модифицированный) алгоритм БПФ. Особенностью синтеза таких алгоритмов МФ является оптимизация обработки в каждом из каналов, что приводит к реализации МФ на базе алгоритма дискретного преобразования Фурье.

Максимальное значение КУ определяется из решений характеристического уравнения и системы линейных уравнений для собственного вектора, соответствующего максимальному собственному значению матрицы $(\mathbf{R}_n + \lambda \mathbf{E})^{-1} \mathbf{R}_c$ [3]:

$$\det\{\mathbf{R}_c - \mu(\mathbf{R}_n + \lambda \mathbf{E})\} = 0, \quad \{(\mathbf{R}_n + \lambda \mathbf{E})^{-1} \mathbf{R}_c\} \mathbf{w} = \mu \mathbf{w},$$

где μ – коэффициент улучшения отношения сигнал-(помеха + шум), \mathbf{w} – вектор обработки, \mathbf{R}_c – корреляционная матрица сигнала, \mathbf{R}_n – корреляционная матрица помехи; λ – отношение шум-помеха; \mathbf{E} – единичная матрица (корреляционная матрица шума).

Полученный алгоритм фильтрации при практической реализации на цифровых микросхемах связан с дополнительными вычислительными затратами, т.к. связан с оценкой корреляционных матриц сигнала и помехи, решением характеристического уравнения и системы линейных уравнений. Оптимизация весовых окон в отдельных доплеровских каналах противоречит структуре алгоритма БПФ и соответственно к потере его преимуществ перед алгоритмом дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Тем не менее, он может успешно применяться для импульсных последовательностей небольшой длины характерных для задач доплеровской фильтрации радиосигналов.

Библиографический список

1. Справочник по радиолокации / Под ред. М.И. Сколника. Пер. с англ. под общей ред. В.С. Верба. В 2 книгах. Книга 1. Москва: Технология, 2014. – 672 с.

2. Кошелев, В. И. Многоканальная доплеровская фильтрация радиолокационных сигналов / В. И. Кошелев // Радиотехника. – 2012. – № 3. – С. 30-35.

3. Кошелев В. И., Чинь Н.Х. Оптимизация алгоритма весовой обработки в многоканальной доплеровской фильтрации // Известия высших учебных заведений России. Радиотехника. 2024. Т. 27. № 2. С. 93 – 104.

ОБЗОР МЕТОДОВ СОСТАВЛЕНИЯ МАРШРУТОВ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Д.Д. Чубов

Научный руководитель – Паршин А.Ю. к.т.н., доцент

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

Одной из задач, решаемых при разработке и проектировании беспроводных сенсорных сетей, является определение маршрутов ретрансляции сигнала для обеспечения связи с удаленными от концентратора информации датчиками сети. Требования по снижению потребляемой энергии датчиком от источника питания, а также ограничения стандарта связи на максимальную излучаемую мощность не позволяют увеличить мощность излучаемого сигнала. Таким образом, связь с удаленными датчиками сложно реализуется. Другой причиной, требующей определения маршрута ретрансляции сигнала, может являться отсутствие прямой видимости между датчиком и системой обработки информации.

Доклад о методах и принципах маршрутизации в БСС на примере 10 алгоритмов SPIN, DD, RR, GBR, GPSR, MCF, LEACH, TEEN, GAF, TTDD.

1. SPIN (Sensor Protocols for Information via Negotiation). Это семейство протоколов, обеспечивающее доставку данных на основе процедуры «переговоров». Механизм базируется на трех типах сообщений: ADV – для информирования о наличии новых данных в узле; REQ – для запроса данных; DATA – для пересылки непосредственно самих данных.

2. DD (Directed Diffusion). Метод DD ориентирован на централизованную модель сбора данных (data-centric) с доставкой по запросу (query-driven); Централизованная модель состоит из центрального узла сбора (sink). Центральным узлом рассылаются сообщения запроса (interest). Данные представляются в виде пар «атрибут-значение». Каждый узел поддерживает локальный кэш запросов. В кэше хранятся дополнительные данные: временная метка (timestamp), градиенты (gradient), скорость обмена (data rate), длительность существования по таймеру (duration) и время жизни (expiresAt).

3. RR (Rumor Routing). Вариация предыдущего алгоритма. Используется когда число событий невелико, а запросов огромно. Каждый узел ведет свою таблицу событий. Когда возникают события, сведения о них заносятся в таблицу и генерируются сообщения (agent). Сообщения отправляются в сеть. При получении сообщений удаленные узлы пополняют свою таблицу событий и передают агента соседним узлам, пока он не исчерпает свое время жизни (TTL).

4. GBR (Gradient-based routing). Вариант алгоритма DD. В каждом узле вычисляется параметр (height), который указывает на минимально возможное число звеньев (hops) в цепочке маршрута от данного узла к центральному. Градиентом для соседних направлений в узле обозначается разность между высотой исходного узла

и высотой его соседа. Для маршрутизации выбирается направление с наибольшим значением градиента. Когда градиенты равны, выбор осуществляется случайным образом.

5. GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing). Алгоритм, использующий географическую информацию о местоположении узла в пространстве. Каждый узел знает о расположении самого себя и ближайших соседей. Пересылка сообщения осуществляется узлом тому соседу, который находится ближе всего к адресату («жадный» метод). Для обхода зон отсутствия связи («holes», «dead-ends»), применяется маршрутизация по периметру (выбираются узлы, находящиеся дальше от узла-адресата).

6. MCF (Minimum Cost Forwarding). Используется когда направление маршрутизации известно. Узел хранит параметр наименьшей цены (leastcost), который оценивает минимальное расстояние от данного узла до центрального. Цена доставки определяется в терминах энергопотребления. Ретрансляция происходит, если узел находится на маршруте с минимальной ценой.

7. LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy). Относится к классу иерархических методов маршрутизации. близлежащие узлы, находящиеся в одной зоне радиодоступа, объединяются в отдельную коммуникационную группу – кластер. Кластер состоит из узлов низшего ранга (Cluster Members – CM) и одного узла высшего ранга (CH), выполняющего функции маршрутизации. Множество главных узлов (CH) образуют основу коммуникационной инфраструктуры сети.

8. TEEN (Threshold sensitive Energy Efficient Sensor Network). Основан на LEACH. Отличие заключается в том что, сенсорные узлы контролируют изменение измеряемой величины. В том случае, когда она выходит за пределы пороговых значений, направляется соответствующее сообщение об этом в центральный узел.

9. GAF (Geographic Adaptive Fidelity). GAF основывается на кластерном разбиении сети, использует информацию о пространственном расположении узлов. Вся территория, разбивается на фиксированные зоны (virtual grid). Внутри кластера выбирается узел-«лидер», он поддерживает связанность сети и маршрут трафика, когда все остальные узлы находятся в «спящем» режиме.

10. TTDD (Two-Tier Data Dissemination). Для работы алгоритма строится сетка (grid) звеньев. Сенсорные узлы являются стационарными, а базовые станции мобильными. Сеточная структура формируется теми узлами, которые наиболее близко расположены к точкам пересечения линий сетки. Данные узлы образуют звенья пути маршрутизации верхнего уровня (higher-tier) и называются (dissemination nodes). Узлы передают свои данные через ближайший узел-распространитель посредством звеньев нижнего уровня (lower-tier).

Для дальнейшего исследования выбраны методы-DD, GBR. На основе выбранных методов будет проведена оценка оптимального маршрута по критериям минимальных затрат времени и мощности вычислительных устройств.

Библиографический список

1. Обзор методов маршрутизации в беспроводных сенсорных сетях /А. М. Бершадский, Л. С. Курилов, А. Г. Финюгеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2012. - № 1 (21). -С. 47-57. (Дата обращения: 13.10.2024)
2. Баскаков С. С. Беспроводные сенсорные сети: вопросы и ответы // Авторизация в промышленности. 2008 № 4. С. 34-40. (Дата обращения 13,10,2024)

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

М.А. Шмелева

Научный руководитель – Дмитриев В.Т. д-р техн. наук, профессор

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

В докладе рассматривается современное состояние и тенденции развития систем связи военного назначения в Российской Федерации и странах блока «НАТО».

Как указано в «US Army Vision 2030», «С3 COMMAND, CONTROL AND COMMUNICATIONS Modernization Strategy» и Военной доктрине Российской Федерации, современные военные конфликты имеют такие характерные черты, как: сетцентричные технологии ведения боевых действий; децентрализация и комплексное управление войсками и оружием с помощью глобальных сетевых автоматизированных систем; ведение боевых действий не только на земле, суше и море, а также в космосе и киберпространстве; применение беспилотных летательных и автономных морских аппаратов, управляемых роботизированных образцов вооружений и военной техники; поэтапное внедрение современных помехо- и разведзащищенных систем связи и абонентских устройств [1...3].

Значительно изменившиеся условия ведения боевых действий подталкивают предприятия по всему миру к разработке инновационных режимов передачи речи и данных и алгоритмов защиты информации, которые будут способны обеспечить устойчивость взаимодействия между подразделениями и безопасность личного состава.

В докладе были проанализированы перспективные методы достижения помехоустойчивости и защищенности систем связи военного назначения за счет использования в средствах связи сложных сигнально-кодовых конструкций, процедур многопараметрической адаптации, высокой скорости псевдослучайной перестройки рабочих частот (ППРЧ), а также применения алгоритма Хургина-Яковлева в интересах маскирования речевых сигналов [4...8].

Библиографический список

1. С3 COMMAND, CONTROL AND COMMUNICATIONS Modernization Strategy, US DoD, 2020
2. US Army Vision 2030, US DoD, 2022
3. Военная доктрина Российской Федерации (утв. Президентом РФ 25 декабря 2014 г. N Пр-2976)
4. Стогов Г.В., Елишев В.В. Помехоустойчивость систем связи с быстрой ППРЧ и кодированием в условиях шумовых помех в части полосы // Техника средств связи. Сер. Техника радиосвязи. 1991. Вып.1.
5. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов// Радиотехника. 2003. №1. С. 73-75.
6. Дмитриев В.Т. Адаптация кодеков речевых сигналов на основе теоремы В.А. Котельникова и модификации алгоритма Хургина-Яковлева к шумам в канале связи// Цифровая обработка сигналов №2. 2023 – С. 55 - 60.

7. Дмитриев В.Т., Смирнов М.С. Исследование помехоустойчивой и защищенной системы передачи речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева // Вестник РГРТУ 2022 №82 – С. 27- 37.

8. Андреев В.Г., Дмитриев В.Т. Алгоритм совместной реализации первичного кодека и маскиратора речевых сигналов с возможностью защиты фонограмм от фальсификаций// Вестник РГРТУ. 2023. №84. – С.66 -76.

9. Дмитриев В.Т., Лантратов С.Ю. Адаптивный алгоритм кодирования на основе кодека CELP и модификации алгоритма Хургина-Яковлева// Вестник РГРТУ. 2024. №88. – С.21 -30.

Секция 4. ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОБЗОР МЕТОДОВ ВЕКТОРИЗАЦИИ ТЕКСТА

А.П. Бабаян

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

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

Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) представляет собой важную область в искусственном интеллекте, направленную на взаимодействие между компьютерами и человеческим языком. Одной из ключевых задач NLP является преобразование текстовых данных в форму, которую может эффективно обрабатывать алгоритм. Векторизация слов, или преобразование текстовой информации в числовые векторы, является основным шагом для достижения этой цели. Существует несколько подходов к векторизации слов, которые эволюционировали с течением времени, начиная от простых методов представления текста до более сложных моделей, учитывающих контекст и семантическую близость слов [1].

1. Мешок слов (Bag of Words, BoW). Метод представляет текст в виде набора отдельных слов без учета порядка их следования. В этом подходе создается вектор, элементы которого соответствуют частоте или наличию каждого слова из словаря в документе. Основные преимущества BoW заключаются в его простоте и эффективности при работе с небольшими текстовыми коллекциями. Однако метод игнорирует контекст и порядок слов, что приводит к потере важной информации о структуре текста.

2. TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency). Метод TF-IDF направлен на улучшение BoW, учитывая важность слов в контексте всего корпуса текстов. В TF-IDF каждому слову присваивается вес, который определяется его частотой в конкретном документе и обратной частотой встречаемости в других документах. Таким образом, редко встречающиеся слова в целом, но часто появляющиеся в определенном тексте, получают больший вес, что позволяет выявить ключевые слова и улучшить качество текстовой классификации, а, например, предлоги и союзы не учитываются в обработке текста и удаляются как шум [2].

$$TF_{token_i} = \frac{n_i}{N_i}, \quad IDF_{token} = \log \frac{p}{p_i}$$

где n_i – сколько раз встречается токен в i -м документе, N – общее количество токенов в i -м документе, p – количество документов, в которых встречается токен, P – общее количество документов.

TF-IDF – это произведение TF на IDF.

3. Векторные представления слов (Word Embeddings). С развитием глубинного обучения векторные представления слов стали стандартом для NLP. Эти методы позволяют представить слова в виде плотных векторов фиксированной размерности, где каждая координата вектора отражает некоторое свойство слова. Примерами таких методов являются Word2Vec и FastText.

- **Word2Vec**: предложенный исследователями Google, этот метод использует нейронные сети для создания плотных векторов, обученных на основе контекста слов. Word2Vec поддерживает два варианта обучения: Continuous Bag of Words (CBOW) и Skip-Gram. CBOW предсказывает текущее слово на основе окружающих, а Skip-Gram предсказывает контекстные слова по заданному слову.

- **FastText**: модель FastText, предложенная Facebook, расширяет Word2Vec, учитывая морфологию слов. Она разбивает слова на n-граммы, что позволяет обрабатывать новые слова и лучше учитывать сходства между словами с общими корнями.

4. Контекстные модели представления слов. Современные методы NLP все чаще используют контекстные модели, которые формируют представления слов в зависимости от их окружения в предложении. Примером таких подходов являются нейросетевые архитектуры, такие как BERT и GPT.

- **BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)**: разработан исследователями Google, он является одной из самых популярных моделей для контекстного представления слов. Использует механизм self-attention и обучается на задачах маскирования слов и предсказания следующих предложений, что позволяет эффективно захватывать семантику текста.

- **GPT (Generative Pre-trained Transformer)**: модель GPT, предложенная OpenAI, использует архитектуру трансформера для генеративного моделирования текста. GPT также учитывает контекст, однако его обучение направлено на предсказание следующего слова в предложении, что делает его подход несколько отличающимся от BERT.

Применение векторизации в задачах NLP. Векторизация слов является ключевым компонентом во многих задачах NLP, таких как классификация текста, машинный перевод, анализ тональности, ответы на вопросы и т.д. Например, модели, обученные на основе Word Embeddings, используются для вычисления сходства между словами, что полезно в задачах семантического анализа. Контекстные модели, такие как BERT, позволяют решать более сложные задачи, включая понимание намерений пользователя и генерацию текста.

Несмотря на успехи, методы векторизации сталкиваются с рядом проблем. Во-первых, многие модели требуют больших вычислительных ресурсов для обучения и выполнения. Во-вторых, нейросетевые подходы могут страдать от проблем интерпретируемости, что затрудняет понимание того, как модель принимает решения.

Векторизация слов играет фундаментальную роль в обработке естественного языка и развитии методов машинного интеллекта. Современные подходы к созданию векторных представлений слов позволяют моделям NLP эффективно обрабатывать текстовые данные, улучшая качество и точность решений. В будущем ожидается дальнейшее развитие моделей, учитывающих контекст и специфические языковые особенности, что приведет к более точным и интерпретируемым решениям в NLP.

Библиографический список

1. Краткий обзор техник векторизации в NLP. URL: <https://habr.com/ru/articles/778048/> (дата обращения: 05.10.2024).

2. Попова И.О. Анализ методов векторизации текстовых документов // Вестник РГРТУ. – 2023. – № 85. – С. 96–101.

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Д.В. Беликова

Научный руководитель – Сапрыкина А.О.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В данном докладе рассматривается влияние искусственного интеллекта на образовательные процессы, включая внедрение адаптивного обучения и микрообучения, а также преимущества и недостатки использования нейросетей в современной образовательной среде.

Применение искусственного интеллекта в образовательных процессах все чаще стало рассматриваться в положительном ключе. Благодаря использованию технологий нейросетей образовательные учреждения потенциально могут выйти на новый уровень по эффективности обучения.

Один из основных трендов, способных серьезно изменить всю сферу образования — внедрение адаптивного обучения. Адаптивное обучение предполагает учет индивидуальных особенностей и интересов каждого обучающегося. Эта технология позволяет анализировать данные о результатах освоения обучающимися образовательной программы и корректировать ее по ходу обучения. Такие технологии значительно облегчают образовательный процесс, так как всю информацию об усвоении обучающимися программы обрабатывает нейросеть в виде массива данных.

Тем не менее, внедрение адаптивного образования с помощью искусственного интеллекта имеет один существенный минус. Разработка специальных программ и приложений и обучение алгоритма на материалах, входящих в конкретные образовательные программы, требует колоссальных вложений. Поэтому в обозримом будущем внедрение таких технологий не представляется возможным для среднестатистического учебного заведения.

Еще один не менее интересный тренд — микро- и нанообучение. Этот подход представляет собой предоставление информации в виде коротких уроков (около 10-15 минут), различных заданий и упражнений. Такой подход широко применяется в сфере корпоративного образования, но в последнее время методика переносится и в сферы среднего и высшего образования. Успех данного тренда показала российская компания Skillscup, разработавшая приложение, внешне напоминающее соцсеть, в котором пользователи в любое удобное время могут проходить короткие уроки. Нейросети помогают выявить пробелы в знаниях и могут порекомендовать материалы для их заполнения.

Но такая тенденция также имеет свои недостатки. То, что хорошо подходит для корпоративного обучения, не совсем подходит для обучения в высших учебных заведениях. Короткие уроки помогут усвоить базовую информацию, необходимую для выполнения рутинных задач, в эпоху развития клипового мышления. Но этот подход не способствует эффективному обучению специалистов гуманитарных направлений, так как они часто имеют дело с крупными пластами информации. Поэтому, к примеру, для обучения филологов и литераторов этот подход совсем не подойдет.

Внедрение технологий нейросетей в процесс обучения — это возможность облегчения работы для обучающихся, ведь можно делегировать некоторые задачи, на которые уходит много времени нейросети, и сосредоточиться на практически полезных этапах исследования. Некоторые учебные заведения официально

разрешают использование искусственного интеллекта, чтобы позволить обучающимся улучшить качество работы и повысить ее скорость. Так, например, НИУ ВШЭ позволил своим студентам использовать технологии YandexGPT в написании курсовых и дипломных работ, установив перечень задач, которые может решить нейросеть. Также в Северном федеральном университете утвердили предельный процент текста в ВКР, который может написать нейросеть.

С одной стороны, практика использования технологий искусственного интеллекта позволила обучающимся сократить время работы над рутинными задачами и сосредоточиться на выполнении более сложной, требующей внимания работы. И разрешение на использование технологий искусственного интеллекта действительно показало, что, уделяя внимание исследовательским задачам, а не поиску ошибок и обобщению данных, обучающиеся смогли значительно улучшить качество своих работ. Но с другой стороны, официальное разрешение использования нейросетей в написании работ оказалось не только шагом навстречу обучающимся, но и предупреждением о том, что текст будет тщательно проверяться как на плагиат, так и на использование нейросетей.

Нейросети – это замечательный инструмент, позволяющий облегчить некоторые этапы образовательного процесса. Но, тем не менее, их использование имеет множество минусов, не позволяющих широко применять их. В обозримом будущем применение некоторых технологий несомненно поможет повысить эффективность образования и улучшить результаты обучающихся. Но повсеместное распространение технологий искусственного интеллекта не будет возможным, пока не решатся такие вопросы как недобросовестное использование нейросетей и техническое оснащение образовательных учреждений.

Библиографический список:

1. Кожухина, В. И. Нейросети в переводе: технологический прорыв или просто тренд (на примере нейросети heugen) / В. И. Кожухина // «Школа молодых ученых» по проблемам технических наук: материалы областного профильного семинара, Липецк, 16 ноября 2023 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2023. – С. 305-307. – EDN YGTUHG.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

В.В. Белов, А.С. Бурмистров

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

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

Искусственный интеллект оказал значительное влияние на различные области человеческой деятельности и его потенциал к развитию образовательной деятельности как никогда очевиден. Основным фактором влияния сейчас является уровень развития науки и технологий, повышение которого невозможно без повышения уровня и качества образования.

Рост возможностей и потребностей применения искусственного интеллекта в образовании можно объяснить множеством факторов, среди которых персонализация обучения, возможность расширенного анализа данных,

автоматизации административных процессов, повышение доступности и инклюзивности образования, развитие интерактивных и адаптивных обучающих платформ, глобализация образования [2]. Важно отметить, что применение подобных технологий оказывает влияние как на учащихся, так и на преподавателей.

В последние годы искусственный интеллект добился больших успехов в образовании, предлагая инновационные решения, выходящие за рамки традиционных методов преподавания и обучения [4]. Применение искусственного интеллекта в образовательных учреждениях стремится изменить устоявшиеся подходы к обучению, делая его более адаптированным, эффективным и гибким. Интеграция технологий ИИ в образовательный процесс создает множество новых возможностей, однако также вызывает серьезные вопросы, касающиеся этики, справедливости и будущей роли педагогов.

Образование все активнее использует искусственный интеллект для удовлетворения растущей потребности в индивидуализированном обучении [3]. Создаются новые методы, в которых ИИ, интеллектуальные датчики и носимые устройства способствуют саморегулируемому обучению в университетах. Применяются учебная аналитика и алгоритмы машинного обучения для прогнозирования результатов студентов перед выпускными экзаменами. Это включает персонализированные тесты, адаптивное обучение, основанное на теории автоматизированного обучения Кроудера, а также обратную связь по самооценке. Главная цель состоит в том, чтобы улучшить успеваемость учащихся и их академический опыт в интересах студентов, преподавателей и администрации.

В 2019 году Стивен Янг обратил внимание [1] на вопросы точного обучения и анализ результатов образования с применением искусственного интеллекта. Основная задача точного обучения заключается в раннем выявлении учащихся, испытывающих трудности и предоставлении им необходимой поддержки на основе педагогического опыта.

Построение математических моделей обработки образовательных результатов является необходимым шагом для создания индивидуальных образовательных маршрутов, соответствующих уникальным потребностям и способностям каждого учащегося. Такие модели позволяют систематизировать и анализировать данные о достижениях студентов, выявлять закономерности и тренды в их обучении, а также прогнозировать результаты на основе различных факторов, включая предшествующий опыт, уровень мотивации и стиль обучения. Внедрение математических методов в образовательный процесс способствует более точной адаптации содержания и форм обучения, что, в свою очередь, повышает эффективность образовательного процесса и способствует достижению высоких результатов. Таким образом, использование математических моделей не только оптимизирует образовательные стратегии, но и обеспечивает индивидуализированный подход, что является ключевым аспектом современного образования.

Более того, математические модели позволяют образовательным учреждениям более эффективно распределять ресурсы, определять области, требующие дополнительного внимания. Например, анализ данных о результатах тестирования может помочь выявить учащихся, испытывающих трудности в определенных предметах, и предложить им дополнительные занятия или специализированные программы. Кроме того, такие модели могут учитывать динамику изменений в

успеваемости и мотивации учащихся, что позволяет педагогам адаптировать свои методы преподавания в реальном времени.

Вопросы применения искусственного интеллекта в оценке остаются актуальными и требуют дальнейшего изучения.

Библиографический список

1. Янг С. Precision Education - A New Challenge for AI in Education // Journal of Educational Technology & Society. 2021. Т. 24, № 1.
2. Прахани Б. К., Ризки И. А., Ятмико Б., Супратпо Н., Амелия Т. Artificial Intelligence in Education Research During the Last Ten Years: A Review and Bibliometric Study // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2022. Т. 17, № 8.
3. Кинтонова А. Ж., Сулейменова Б. Б., Шанытбаева А. К. Искусственный интеллект в образовании // Yessenov science journal. 2024. № 3.
4. Ущeko А. В. Искусственный интеллект в образовании. Применение искусственного интеллекта для обеспечения адаптивности образования // Вестник науки. 2023. № 6 (63).

ПРЕИМУЩЕСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ТВОРЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

С.К. Боярский

Научный руководитель – Сапрыкина А.О.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Дистанционное обучение становится все более популярным в высших учебных заведениях, и это касается не только технических или гуманитарных направлений, но и творческих специальностей. Несмотря на то, что многие традиционно ассоциируют творчество с непосредственным взаимодействием в аудитории, дистанционный формат предоставляет множество преимуществ для обучающихся на творческих направлениях.

Одним из главных преимуществ дистанционного обучения является лёгкий доступ к инструментам, ресурсам и материалам для работы. Современные технологии предоставляют широкий выбор программного обеспечения, которое активно используется в творческих профессиях — от графического дизайна и монтажа видео до композиторских программ и 3D-моделирования. Люди, обучающиеся дистанционно, имеют доступ к этим инструментам [1], зачастую даже в большем объеме, чем в традиционном классе, где могут быть ограничения по числу рабочих станций или доступности программ.

Для направлений, которые не используют компьютерные программы как свой основной инструмент, дистанционное обучение также приносит свои плюсы. Обучающиеся не испытывают нужды брать с собой в учебное заведение свои материалы, количество которых зачастую бывает крайне высоким. При дистанционной работе возможно выполнить все поставленные задачи, не тратя силы и время на перевозку необходимых инструментов.

Дистанционное обучение стирает границы между людьми и создает уникальные возможности для коллаборации между обучающимися. Творческие проекты, особенно в таких сферах, как графический дизайн, музыка или видео-искусство,

нередко требуют командной работы. Онлайн-формат позволяет легко взаимодействовать с коллегами, обмениваться идеями и делиться ходом работы.

Процесс аттестации также значительно упрощается при дистанционном формате обучения. Обучающимся достаточно загрузить свои проекты в онлайн-портфолио [2], где преподаватели сразу же могут их оценить. Такая система убирает затраты на создание физических копий проекта, особенно, если он был выполнен в цифровом формате, и на транспортировку их в учебное заведение.

Дистанционное обучение на творческих специальностях предлагает варианты и возможности, которые не всегда доступны в традиционном формате. Развитие технологий продолжает открывать новые горизонты для творчества, и дистанционное образование становится важной частью этого процесса, предоставляя обучающимся условия для развития и реализации их потенциала в полной мере.

Библиографический список

1. Сапрыкина, А. О. Электронное портфолио и виды контроля результатов обучения / А. О. Сапрыкина // Информационные технологии в прикладных исследованиях: Межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2023. – С. 217-220. – EDN ZPBOPF.

2. Студенческое портфолио [Электронный ресурс] / Школа дизайна НИУ ВШЭ. – Режим доступа: <https://portfolio.hse.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОНЯТИЙ ИЗ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.А. Буланова

Научный руководитель – Пылькин А.Н. д-р техн. наук, профессор

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

Применительно к рабочим программам дисциплин, понятия – это некоторые ключевые выражения, термины, которые характеризуют определенный объем знаний, освоенный студентом в ходе занятий [1]. Понятия требуются для формирования фонда оценочных средств и, как правило, берутся из тем занятий или учебных материалов. Для автоматизации процесса выбора понятий может быть составлен алгоритм, сочетающий несколько инструментов автоматического извлечения понятий для достижения лучшего результата. В результате полученный список понятий должен предоставляться эксперту для окончательного решения о допустимости тех или иных понятий.

Для обзора были выбраны инструменты, умеющие работать с русскоязычными текстами, задача которых заключается в формировании списка ключевых выражений в виде униграмм, биграмм, n-грамм. Методы, на которых работают исследуемые инструменты, классифицируют по подходам: статистические (Log-Likelihood, TF-IDF, Хи-квадрат), лингвистические (RAKE, YAKE, PullEnti, Topia), гибридные, графовые (TextRank), с использованием машинного обучения (KeyBERT) [2].

Статистические подходы основаны на статистических метриках и мерах, которые рассчитываются по частотности ключевого выражения, совместной встречаемости ключевых выражений и т.д. В лингвистических подходах отбор терминов происходит

по определенным лексико-грамматическим шаблонам и другим лингвистическим признакам термина [3]. Графовые подходы предполагают использование машинного обучения, когда вершины графа представляют собой лексические единицы (слова или предложения), а ребра графа взвешены в соответствии с силой связи между ними [4]. В основе подходов с использованием машинного обучения лежат языковые модели, самой распространённой из которых является модель BERT.

Библиографический список

1. Буланова И.А., Пылькин А.Н. Семантическая модель образовательной программы и программное обеспечение для ее построения, визуализации и анализа // Вестник РГРТУ. 2023. № 86 – С. 133-144.
2. Гаврилик Д.А. Экспериментальное исследование методов автоматического выделения ключевых выражений в корпусах русскоязычных текстов: 45.04.02 Лингвистика: выпускная квалификационная работа / Гаврилик Д.А.; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург, 2021. – 143 с.
3. Шадричева В.Ф. Использование деривационных преобразований терминологических элементов для автоматического поиска терминов: 45.04.02 Лингвистика: выпускная квалификационная работа / Шадричева В.Ф.; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург, 2016. – 82 с.
4. Милкова М.А. Извлечение ключевых терминов направления «Цифровая экономика»: графоориентированный подход // Цифровая экономика. - 2018. № 4 (4). – С. 57-65.

АСПЕКТЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ ОБ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИИ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.А. Демидова

МИРЭА – Российский технологический университет

В настоящее время системы онлайн обучения активно внедряются вузами и другими образовательными организациями для обучения студентов различным дисциплинам. При этом анализ данных об онлайн обучении осуществляется с использованием различных EDM (Educational Data Mining) подходов, позволяющих выявлять закономерности в активности студентов и делать соответствующие выводы [1, 2].

В предлагаемом исследовании выполнен сравнительный анализ данных об активности студентов при обучении программированию на языке Python в Институте информационных технологий РТУ МИРЭА с использованием Цифрового ассистента преподавателя (ЦАП) [3 – 5] на основе журналов событий в 2 циклах обучения, относящихся к 2022/2023 и 2023/2024 учебным годам. Сравнительный анализ данных об активности студентов осуществлен с применением таких инструментов машинного обучения, как SVM (Support Vector Machine) классификатор с линейной функцией ядра [6] и LR (Logistic Regression) классификатор [7]. Результаты сравнительного анализа должны позволить выявить наличие или отсутствие дрейфа [8] в распределениях данных об активности студентов в процессе смены одного цикла обучения другим на однотипных задачах. При выявлении различий в распределениях данных целесообразно осуществить углубленный анализ активности студентов с целью модификации учебных задач, методики преподавания и т.п.

При проведении сравнительного анализа на основе журналов событий были сформированы признаки, описывающие активность студентов по каждой из 11 задач, предлагавшихся им:

- $attempt_i$ ($i = \overline{1,11}$), соответствующие числу неудачных попыток до первой успешной загрузки решения i -й задачи;
- $time_i$ ($i = \overline{1,11}$), соответствующие времени первой успешной загрузки решения i -й задачи;
- $delta_i$ ($i = \overline{1,11}$), соответствующие длительности решения i -й задачи.

Таким образом, активность студента по i -й задаче ($i = \overline{1,11}$) будет характеризоваться 3 признаками. Так как в системе ЦАП есть 11 задач, то общая активность студента, допущенного к итоговой аттестации в форме зачета, будет описываться 33 признаками. Признаки, полученные на основе 2 журналов событий, были объединены в общий набор данных с метками классов, соответствующих разным циклам обучения.

Предлагаемые к использованию классификаторы позволили выполнить анализ возможности разделения студенческих активностей, принадлежащих к разным циклам обучения, и оценить весовые коэффициенты признаков для выявления тех из них, которые внесли наибольший вклад в разделение студенческих активностей на классы. Для оценки качества классификаторов была использована метрика AUC (Area Under the Curve) [9], рассчитываемая на основе ROC (Receiver Operating Characteristic) кривой.

При обучении классификаторов была использована 10-fold кросс-валидация. Обучение классификаторов осуществлялось как на основе полного набора данных, описывающего активности студентов при решении всех 11 задач, которые были представлены в системе ЦАП в течение обоих рассматриваемых учебных циклов, так и на основе поднаборов данных для каждой из этих задач по отдельности.

Результаты экспериментов показали, что только при работе с полным набором данных, описывающим все 11 задач, решенных в 2 циклах обучения, удалось получить средние значения AUC, равные 0.83 (при стандартном отклонении, равном 0.06) и 0.81 (при стандартном отклонении, равном 0.06) для SVM и LR классификаторов соответственно. Полученные результаты позволяют предположить проявление хотя и незначительного, но дрейфа в распределении данных. При разработке SVM и LR классификаторов для сравнительного анализа активностей студентов при решении отдельных задач в 2 циклах обучения было установлено, что полученные классификаторы обладают плохой дискриминационной способностью: максимальное среднее значение AUC равно 0.7 (при стандартных отклонениях 0.13 и 0.12 для SVM и LR классификаторов соответственно). Такие классификаторы не могут быть рекомендованы для предсказания дрейфа в распределении данных.

Библиографический список

1. Wang C., Dai J., Xu L. Big data and data mining in education: a bibliometrics study from 2010 to 2022 // 7th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics (ICCCBDA), IEEE. 2022. pp. 507–512.
2. Baashar Y., Alkaws G., Mustafa A., Alkahtani A.A., Alsariera Y.A., Ali A.Q., Hashim W., Tiong S.K. Toward Predicting Student's Academic Performance Using Artificial Neural Networks (ANNs) // Applied Sciences. 2022. Vol. 12. No. 3. p. 1289.
3. Andrianova E.G., Demidova L.A., Sovetov P.N. Pedagogical design of a digital teaching assistant in massive professional training for the digital economy // Russian Technological Journal. 2022. Vol. 10. No. 3. pp. 7–23.

4. Demidova L.A., Andrianova E.G., Sovietov P.N., Gorchakov A.V. Dataset of Program Source Codes Solving Unique Programming Exercises Generated by Digital Teaching Assistant // Data. 202. Vol. 8. No. 6. p. 109.

5. Demidova L.A., Sovietov P.N., Andrianova E.G., Demidova A.A. Anomaly Detection in Student Activity in Solving Unique Programming Exercises: Motivated Students against Suspicious Ones // Data. 2023. Vol. 8. No. 8. p. 129.

6. Chapel O., Vapnik V., Bousquet O., Mukherjee S. Choosing multiple parameters for support vector machines // Machine Learning. 2002. Vol. 46. pp. 131–159.

7. Sperandei S. Understanding logistic regression analysis // Biochemia medica. 2014. Vol. 24. No. 1. pp. 12–18.

8. Rahmani K., Thapa R., Tsou P., Chetty S.C., Barnes G., Lam C., Tso C.F. Assessing the effects of data drift on the performance of machine learning models used in clinical sepsis prediction // International Journal of Medical Informatics. 2023. Vol. 173. p. 104930.

9. Fan J., Upadhye S., Worster A. Understanding receiver operating characteristic (ROC) curves // Canadian Journal of Emergency Medicine. 2006. Vol. 8. No. 1. pp. 19–20.

СПОСОБЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОМУ КОНТЕНТУ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

С.В. Краснов

Научный руководитель – Спицын С.В. к.т.н., доцент

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

Всемирная сеть интернет, как и другие этапы в развитии человечества, не только открывает новые возможности, позволяющие облегчить быт, но и создает новые трудности.

Социальные сети, компьютерные игры и другой развлекательный контент стимулирует выделение большого количества дофамина, что, в свою очередь, не позволяет сосредоточиться на выполнении качественной монотонной работы. Программа «Cold Turkey Blocker» призвана помочь в противостоянии с вышеперечисленными негативными факторами.

В своей области данная программа является ведущей на рынке, поскольку предоставляет целый спектр способов ограничения доступа к развлекательному контенту.

«Cold Turkey Blocker» обладает следующими способами блокировки доступа к сайтам и приложениям:

1. Сайты:
 - a. Домен;
 - b. Ютуб-канал;
 - c. Джокер (wildcard);
 - d. Веб-адрес (URL);
 - e. Интернет.
2. Приложения:
 - a. Файл;
 - b. Папка;
 - c. Заголовок окна.

Отличительной особенностью «Cold Turkey Blocker» является функция запрета внесения изменений в план ограничений с запретом отключения установленных ранее блокировок. Такой запрет осуществляется при помощи следующих методов:

1. Таймер;
2. Ввод текста;
3. Период времени;
4. Перезагрузка компьютера;
5. Пароль.

Данная функция дает возможность увеличить время отключения ограничений, давая пользователю побороть аддикцию и продолжить работу.

Неудобство «Cold Turkey Blocker» заключается в отсутствии календарного или иного схематичного представления планов ограничений. Программа «RescueTime» предназначена не только для блокировки развлекательного контента, но и для планирования дел в календаре. Однако такое разнообразие способов блокировки как в «Cold Turkey», в «RescueTime» отсутствует.

Из вышеизложенного следует, что на рынке отсутствует программа, которая поможет контролировать поведение пользователя на рабочем месте. В этой связи, дальнейшие исследования в области способов ограничения доступа к развлекательному контенту с целью увеличения продуктивности на рабочем месте следует сосредоточить на синтезе «положительных» функций вышеперечисленных программных продуктов.

Библиографический список

1. Cold Turkey Blocker [Электронный ресурс] <https://getcoldturkey.com/>
2. RescueTime [Электронный ресурс] <https://www.rescuetime.com/>

АЛЬТ РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

А.Н. Крюков

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

Выработка компетенций «способен проводить моделирование функциональных узлов радиоэлектронных систем и комплексов», «способен проводить исследования модернизируемых функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов» [1, 2] предполагает обучение работе с системами автоматизированного проектирования (САПР). Свободная САПР Micro-Cap 8 [3] не требовательна к ресурсам и изучается студентами. При реализации плана перехода РГРТУ на отечественное программное обеспечение (ПО) [4] были приобретены лицензии на операционную систему (ОС) Альт Рабочая станция [5] и P7-Офис [6].

Для ускорения развёртывание ПО на 10 восстановленных до RAM 2 GB, ROM 128 GB SSD Socket 775 ЭВМ тестовой аудитории 408 производилась сначала чистая установка ОС на машину с типовой комплектацией. Для запуска приложений Windows из Программы управления пакетами Synaptic [7] на все Альт Рабочие станции установлено ПО Wine [8], обеспечивающее совместимость Windows на UNIX. В Меню — Все — Настройки Wine — Установки по умолчанию — Версия Windows выбрана Windows XP 64, в противном случае модели могут не сохраняться. Ярлыки запуска приложений положены на панель или рабочий стол.

После настройки параметров и установки ПО с помощью Clonezilla из состава Hiren's BootCD [9] образ системы переносился на SSD следующей машины и производился запуск Альт Рабочая станция в режиме «Дополнительные параметры» - «Recovery Mode». Разница комплектации тестовых машин потребовала трехкратного повторения этого процесса. Для выхода в сеть Интернет в OpenVPN [10] поднята многопользовательская виртуальная частная сеть (VPN), для получения доступа к сайтам в браузере Firefox [11] установлено дополнение Browsec [12].

Загрузка компьютеров выполняется студентами самостоятельно. В Центре управления системой — Локальные учётные записи установлена «галочка» «Автоматический вход в систему» для пользователя с системной ролью «users». Для входа в систему дистанционного обучения РГРТУ [13] в браузере Firefox выполнены Настройки — Начало - Мой сетевой адрес со ссылкой на его страницу в локальной сети. Во время зачёта в форме теста выход в сеть интернет отключается.

Действия сочетаний клавиш в Альт Рабочая станция по-умолчанию совпадают с их сочетаниями в ОС Windows. Поскольку уровень подготовки обучающихся разный, не все студенты без дополнительных пояснений начинают работать в ОС Альт, P7-Офис или LibreOffice [14], устанавливаемом вместе с ОС по-умолчанию. Для таких студентов в дистанционном курсе «Электропреобразовательные устройства» есть методические рекомендации и ссылки на электронные ресурсы. Допускается взаимное консультирование студентов.

Библиографический список

1. Рабочая программа дисциплины «Электропреобразовательные устройства» Б1.В.04 направления 11.03.01 «Радиотехника» Профиль «Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения». [Электронный ресурс] <https://uop.rsreu.ru/Rp?rupRowId=1752013&rpId=36505> (для авторизованных пользователей)
2. Рабочая программа дисциплины «Электропреобразовательные устройства» Б1.В.04 направления 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» Профиль «Радионавигационные системы и комплексы». [Электронный ресурс] <https://uop.rsreu.ru/Rp?rupRowId=1751502&rpId=36597> (для авторизованных пользователей)
3. Micro-Cap User Downloads. [Электронный ресурс] <https://gotroot.ca/spectrum/www.spectrum-soft.com/download/download.html>
4. План мероприятий по переходу на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в т.ч. офисного программного обеспечения. [Электронный ресурс] <https://rsreu.ru/sotrudniku/rossijskoe-po>
5. Альт Рабочая станция - операционная система, проверенная временем, для оборудования с любыми процессорами. [Электронный ресурс] <https://www.basealt.ru/alt-workstation>
6. P7-Офис. [Электронный ресурс] <https://r7-office.ru/>
7. Synaptic — графический интерфейс к программе управления пакетами APT. Краткая инструкция по работе с Synaptic. [Электронный ресурс] <https://www.altlinux.org/Synaptic>
8. Wine — свободная реализация среды ОС Windows поверх Linux (*UNIX) подсистем. [Электронный ресурс] <https://altlinux.org/WINE>
9. Hiren's BootCD. Архивные версии. [Электронный ресурс] <https://archive.hirensbootcd.org/pe-versions/>

10. OpenVPN — свободная реализация технологии виртуальной частной сети. [Электронный ресурс] <https://www.altlinux.org/OpenVPN>
11. Mozilla Firefox — свободный браузер на движке Quantum. [Электронный ресурс] https://altlinux.org/Education_applications/Firefox
12. Browsec VPN — расширение для браузера. [Электронный ресурс] <https://mozilla-free.ru/fag/browsec-vpn-dlya-firefox.html>
13. Дистанционное обучение РГПУ. [Электронный ресурс] <https://cdo.rsreu.ru>
14. LibreOffice — бесплатный, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом. [Электронный ресурс] https://www.altlinux.org/Education_applications/LibreOffice

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ФИЛОЛОГОВ В ОБЛАСТИ ПЕРЕВОДА

В.С. Курцова

Научный руководитель – Сапрыкина А.О.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В докладе рассматриваются вспомогательные программные инструменты для обучающихся, занимающихся изучением иностранных языков, на примере английского и японского языков.

Современный мир продолжает стремительно развиваться и технологии все больше внедряются в нашу жизнь. Уже сейчас во многих учебных заведениях есть дорогостоящее оборудование для обучения студентов в различных отраслях. Однако не только они способны помочь в обучении молодым студентам.

Словари являются основными помощниками переводчика на протяжении всей его студенческой и карьерной жизни. В случае с такими языками как японский в первую очередь нужны акцентологические словари, ведь тональное ударение имеет смысловозначительную функцию. Если переводчик неправильно поймет слово и переведет его неверно, может возникнуть путаница, которая недопустима.

Первой программой, рассматриваемой в данной работе, является JAccent. Она представляет собой акцентологический словарь японского языка. Его преимуществами являются высокая доступность и простота в использовании. Кроме того, в JAccent пользователи могут ознакомиться с правильным изображением черт иероглифов, а также их фонетическим чтением, что способствует улучшению перевода слов.

Вторая не менее важная программа – акцентологический словарь OJAD. Его можно найти в открытом доступе в сети Интернет. OJAD также, как и JAccent, довольно прост в использовании. Помимо тонового ударения отдельных слов в OJAD можно найти интонационные чертежи словосочетаний или предложений. Присутствует функция прослушивания, благодаря чему обучающиеся могут услышать аутентичную японскую речь.

Английский язык в прочтении и понимании гораздо легче японского, но и здесь есть свои особенности. В первую очередь это связано с тем, что в английском языке присутствует несколько диалектов, из которых наиболее распространенные это американский и британский. Несмотря на то, что язык один и тот же, некоторые слова все же различаются в произношении. В связи с этим основной словарь для студента-переводчика с английским языком – Oxford Dictionary. В нем можно увидеть

две транскрипции: для американского и для британского английских. В словаре также есть функция прослушивания, она может помочь, когда обучающийся учится различать американскую речь и британскую. В Oxford Dictionary также содержится определение слов, что простыми словами объясняет как-либо непонятный термин.

В заключение, стоит еще раз подчеркнуть важность использования вспомогательных программных инструментов в процессе изучения иностранных языков, что особенно актуально в контексте концепции цифрового университета. Интеграция технологий в образовательный процесс открывает новые горизонты для обучающихся, позволяя им более эффективно осваивать иностранные языки и избегать распространенных ошибок. Инструменты, такие как JAccent и OJAD для японского языка, а также Oxford Dictionary для английского, становятся незаменимыми помощниками в изучении, предоставляя доступ к акцентологическим особенностям, произношению и культурным нюансам. В условиях цифрового университета, где обучение становится более интерактивным и доступным, внедрение подобных инструментов рождает новые возможности для обучающихся и повышает качество обучения.

Библиографический список

1. Сапрыкина, А. О. Задача обучения переводу в контексте японского языка / А. О. Сапрыкина // Актуальные вопросы лингвистики и лингводидактики: Межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2024. – С. 72-75. – EDN HTPVQZ.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

И.А. Пантелеев

Научный руководитель – Крошила С.В. к.т.н., доцент

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

Системы электронного документооборота (СЭД) необходимы для удобной организации хранения, управления и использования по мере необходимости файлов и документов. Использование СЭД организациями для управления файлами и документами позволяет получить преимущества за счет повышения производительности. Исследования Gartner показывают, что почти 50% специалистов в области цифровых технологий испытывают трудности с поиском информации, необходимой для эффективного выполнения их работы [1], что подчёркивает острую необходимость в оптимизации управления документами в организациях.

Основными задачами при создании СЭД являются разработка пользовательского интерфейса, подходящего для конкретной организации, определение требований к хранению и защите данных, а также разработка системы контроля доступа, чтобы избежать утечек конфиденциальной информации [2]. Среди ключевых компонентов такой системы выделяются модули регистрации, классификации и маршрутизации документов, которые обеспечивают последовательное и корректное выполнение задач и удобное хранение информации. Для создания этих модулей используются

языки программирования и платформы, позволяющие разрабатывать надёжные решения, включая базы данных и технологии обеспечения безопасности.

Оптимизация разработки программного обеспечения для СЭД также играет важную роль. Она включает сокращение временных затрат на выполнение операций, оптимизацию структуры базы данных для быстрого поиска и минимизации объема хранимых данных [3]. Для разработки интерфейсов и модулей с целью повышения производительности применяются принципы модульного программирования и параллельного выполнения операций. Важно также учитывать требования к интеграции с другими системами, что облегчает взаимодействие СЭД с уже существующими информационными платформами в организации.

В докладе рассматривается разрабатываемое программное обеспечение СЭД, предназначенной для использования при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторскими работ (НИОКР). Такая система автоматизирует процесс создания, хранения, поиска и управления доступом для цифровых документов, создаваемых в рамках НИОКР, а также позволяет выполнять группировку документов по проектам, определять и контролировать состояние и сроки их оформления, закреплять ответственных за работу над документами сотрудников. Применение такой СЭД при выполнении задач НИОКР повышает эффективность и упрощает контроль за выполнением задач, ускоряет взаимодействие между сотрудниками, снижает количество ошибок, а также повышает сохранность данных.

Библиографический список

1. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-05-10-gartner-survey-reveals-47-percent-of-digital-workers-struggle-to-find-the-information-needed-to-effectively-perform-their-jobs> (Дата обращения 31.10.2024).
2. Кузнецов С. Л. Современные технологии документационного обеспечения управления 2020. — 290 с.
3. М.П. Бобылева. Управленческий документооборот: от бумажного к электронному. 2019. — 368 с.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МИКРОСРЕДА НА ОСНОВЕ КОЛЛЕКТИВНОГО КРАУДСОРСИНГА ЗНАНИЙ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЦИФРОВОГО УНИВЕРСИТЕТА

А.В. Половинкин

Научный руководитель – Клейносова Н.П. к.п.н., доцент

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

В условиях стремительного развития цифровых технологий и необходимости создания доступных и эффективных образовательных систем важным становится поиск новых методов взаимодействия студентов и преподавателей с учебными материалами [1]. Одним из перспективных направлений в данной области является разработка образовательной платформы, основанной на коллективном краудсорсинге знаний и микрообучении. Такая система позволит пользователям — студентам, преподавателям, исследователям и экспертам — совместно создавать, редактировать и улучшать учебные материалы, обеспечивая тем самым гибкость и масштабируемость образовательного процесса при минимальных инвестициях.

Современная образовательная среда требует гибкости и адаптивности. Одной из ключевых особенностей предложенной платформы является использование принципов микрообучения, где учебные материалы структурируются в короткие, легко усваиваемые модули. Это может включать мини-лекции, задания, тесты и другие виды образовательных активностей. Важным аспектом платформы является её краудсорсинговая модель: пользователи смогут не только пользоваться контентом, но и создавать его. Студенты, аспиранты, преподаватели и эксперты в своих областях знаний получат возможность вносить вклад в развитие учебных материалов, предлагая свои идеи, решения и дополнения.

Для мотивации участников к активному созданию и улучшению контента предусмотрена система геймификации. Она будет включать систему баллов, достижений и рейтингов, которые будут присваиваться за создание учебных материалов, их редактирование и помощь в модерировании. Участники смогут зарабатывать баллы и получать за них вознаграждения: гранты, сертификаты, стипендии или другие поощрения, что повысит их интерес к участию. Геймификация делает учебный процесс более увлекательным и интерактивным, что особенно важно в условиях дистанционного образования и онлайн-курсов. Это будет способствовать не только привлечению большего числа участников, но и стимулировать их к постоянной активности на платформе, а также к углублению знаний в интересующих их областях.

Одним из главных элементов платформы станет поддержка совместной работы между участниками. Студенты смогут работать в группах, создавая и улучшая учебные материалы, решая практические задачи и участвуя в проектах. Преподаватели, в свою очередь, смогут модерировать такие проекты и предлагать свои рекомендации по улучшению материалов. Это создаст живую и динамичную образовательную экосистему, где каждый может внести свой вклад [2].

Для улучшения взаимодействия предусмотрены социальные инструменты, такие как форумы, чаты и группы по интересам, которые помогут создавать профессиональные сообщества внутри университета и за его пределами. Это позволит участникам обмениваться идеями, искать решения сложных задач и создавать инновационные образовательные материалы совместными усилиями.

На основе краудсорсингового контента платформа будет автоматически формировать индивидуальные учебные траектории для каждого студента. Это обеспечит персонализированный подход к обучению, где материалы будут подбираться на основе интересов, уровня подготовки и успехов студента. Адаптивные траектории помогут эффективно развивать навыки каждого обучающегося и быстрее достигать результатов. Такая система не только повышает мотивацию студентов, но и позволяет университетам предлагать более гибкую и персонализированную образовательную программу.

Одним из важных преимуществ платформы является её прозрачность. Все материалы будут оцениваться самими пользователями, что позволит быстро выявлять наиболее полезные и качественные учебные ресурсы. Студенты и преподаватели смогут оставлять отзывы, рейтинги и комментарии на материалы, что обеспечит обратную связь для авторов и позволит улучшать контент на основе коллективного мнения. Кроме того, система предоставит студентам возможность отслеживать свой прогресс, получать рекомендации по улучшению знаний и навыков, а также сравнивать свои результаты с другими участниками. Это создаст стимул для непрерывного улучшения и развития [3].

Контент, создаваемый на платформе, может быть лицензирован по гибридной модели. В зависимости от вклада участников и их желания, материалы могут быть доступны по открытым лицензиям или распространяться на коммерческой основе. Это позволит привлекать как университеты и образовательные учреждения, так и коммерческие компании, заинтересованные в использовании или продаже образовательного контента.

Одним из ключевых преимуществ, предложенной платформы является её экономическая эффективность. Платформа работает на принципе создания контента пользователями, что минимизирует затраты на производство учебных материалов. Система может быть интегрирована в существующую образовательную инфраструктуру университетов, что позволит минимизировать затраты на её внедрение и поддержку.

Кроме того, платформа легко масштабируется. Её можно внедрить в рамках одного факультета или учебного заведения, а затем расширять на другие образовательные программы и университеты.

Библиографический список

1. Кларин М.В. Инновационные модели обучения: Исследования мирового опыта. Монография –М.: Луч, 2016. - :640 с.
2. Санько, Альбина Михайловна. Средства обучения в условиях цифровизации образования: учебное пособие / А.М. Санько. – Самара: Издательство Самарского университета, 2020 – 100 с.: ил.
3. Андриенко, А. С. А Компетентностно-ориентированный подход в системе высшего образования: история, современное состояние и перспективы развития: монография / А. С. Андриенко. – Чебоксары: ИД «Среда», 2018. – 92 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕЙМИФИКАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

С.А. Рыбина

Научный руководитель – Сапрыкина А.О.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В докладе рассматривается применение принципов геймификации в высшем образовании, анализируется ее влияние на образовательный процесс и мотивацию обучающихся, а также приводятся примеры успешных обучающих игр.

Высшее образование требует внимательности и усидчивости. В современном мире, в условиях цифровизации, многие представители молодежи лишены подобных качеств - воспринимать и усваивать большое количество информации становится сложнее. Однотипные задания, на которые требуется большое количество времени, также не вызывают желания углубляться в проблему предмета и формируют поверхностные знания. Обучение должно формировать интерес к изучаемой дисциплине, искать различные способы решения поставленной проблемы.

Современные технологии помогают решить данную задачу. Сейчас каждый обучающийся может найти свой подход к обучению, и один из них это геймификация. Данный метод представляет собой применение техник и механик, характерных для компьютерных игр (системы заданий и наград, символы прогресса, такие как баллы и достижения) с целью повышения вовлечённости в образовательный процесс.

Первыми, кто предложил применение игровых механик в других сферах, были Ричард Бреннер и Ян Кенни. В 2010 году они запустили систему геймификации на популярном сайте, где пользователи могли зарабатывать баллы и получать награды за участие в различных онлайн-активностях. С тех пор геймификация распространилась на различные сферы деятельности, включая образование.

Геймификация подразумевает иллюстративное сопровождение. В игре могут быть специально подобранные для концентрации внимания цвета и образы. Использование игровых элементов, таких как виртуальные награды, статусы, очки, повышают мотивацию к обучению – пользователи получают баллы за выполнение заданий, которые можно обменять на различные награды. Разнообразные поощрения помогают получать удовольствие от учебы и достигать лучших результатов.

Следует также отметить, что геймификация снижает страх совершить ошибку. Во многих играх и приложениях существует система уровней, от простого к сложному, а также функция повторного прохождения. В случае неверного ответа обучающийся может пережить уровень сразу после его завершения или через некоторое время, когда его объем знаний увеличится. Очень часто приложение само добавляет уровни на повтор тем, в которых были допущены ошибки. Это помогает без лишнего стресса проработать пробелы в знаниях.

Если в игре, направленной на закрепление какой-либо учебной темы, присутствует интересный и динамичный сюжет, обучающимся становится интересно наблюдать за развитием истории и действиями персонажа. Это помогает побороть прокрастинацию, обучающемуся хочется заниматься чаще и больше. Наконец, игра сама дает оценку и пояснения, то есть в некоторой степени заменяет преподавателя. Это дает возможность пользователю заниматься самостоятельно.

Очень многие приложения для обучения используют такой метод. Хорошим примером является «Duolingo» - приложение для изучения иностранных языков. Данная платформа использует систему заданий и наград (рис. 1): вручает звания и достижения своим пользователям за прохождение уроков. Яркий дизайн и персонажи создают интерес и вовлеченность, а «навязчивый» виджет с маскотом-совой помогает не забыть об обучении.

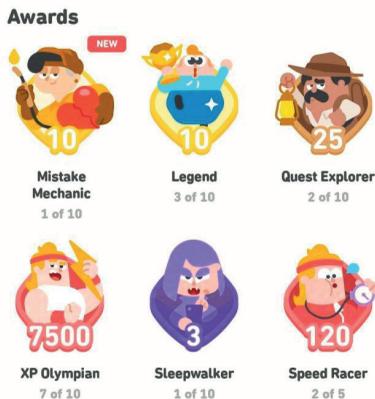


Рисунок 1 – Система наград приложения «Duolingo»

Приложение «Mimo» для изучения программирования тоже эффективно благодаря геймификации. Привлекательный интерфейс поддерживает интерес, а система уровней и «жизней» повышают мотивацию развивать знания в данной области.

Современные исследования показывают, что игры улучшают навыки, необходимые на рабочем месте. Результаты варьируются от настольных игр, поощряющих креативность, эмпатию и командную работу, до видеоигр, развивающих когнитивные навыки и способствующих управлению стрессом.

Нельзя отрицать, что использование геймификации помогает мотивировать обучающегося, избавляет от однотипных заданий, не предполагающих развития критического мышления. Естественно, важно понимать, что геймификация не может полностью заменить все обучение и должна занимать только часть программы, например, использоваться для закрепления пройденной темы или в качестве дополнительного задания на повторение. В свете всего вышесказанного становится очевидной эффективность применения геймификации в высшем образовании, что ставит перед педагогами, методистами и разработчиками подобных игр следующую задачу: создание и интеграция обучающих игр в образовательный процесс.

Библиографический список

1. Albuai, H. A. A. Efficiency of Gamification in E-learning / H. A. A. Albuai // Languages in professional communication. – ООО «Издательский Дом «Ажур», 2021. – P. 184-190. – EDN VUTPES.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОСТОЧНЫХ ЯЗЫКОВ

А.С. Рябова

Научный руководитель - Сапрыкина А.О.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В последние десятилетия цифровые технологии значительно изменили подход к изучению языков, открыв новые возможности для учащихся и преподавателей. Абсолютное большинство стран Востока составляют страны, культура, религия и речевой этикет которых в значительной степени отличается от привычных жителям центральной части России. Восточные языки, такие как китайский, японский, тайский, арабский, турецкий и вьетнамский традиционно считались сложными для освоения из-за их уникальных грамматических структур, иероглифических систем и культурных контекстов. Таким образом, перед педагогами и учителями стояла задача не только передать смысл лексических и грамматических функций, но и преодолеть культурную дистанцию и обучить культуре иноязычного общения. Тем не менее, с развитием технологий, включая мобильные приложения, онлайн-курсы и интерактивные платформы, процесс обучения значительно изменился. Он стал не только более доступным для широкой аудитории, но и гораздо более увлекательным, что позволило упростить и ускорить процесс поиска нужной информации и заучивания ключевых терминов и понятий. Теперь студенты могут учиться в удобное для них время и в любом месте, используя разнообразные мультимедийные ресурсы и интерактивные элементы. Это способствует более глубокому вовлечению и повышает мотивацию к обучению, что делает образовательный процесс более эффективным и разнообразным.

Мобильные приложения предлагают пользователям возможность учиться в любое время и в любом месте, что значительно увеличивает гибкость учебного процесса. Эти платформы используют игровые элементы, такие как уровни, достижения, баллы и конкурсы, чтобы сделать обучение более мотивирующим и интересным, что особенно важно для изучения сложных языков. Эти механики помогают создать элемент соревнования и поощряют пользователей продолжать обучение, что особенно важно для изучения сложных языков, где может быть легко потерять интерес из-за трудностей. Кроме того, многие приложения предлагают систему напоминаний и персонализированные планы обучения, что помогает пользователям оставаться на правильном пути и не сбиваться с графика. Таким образом мобильные приложения являются одними из самых доступных ресурсов, которые помогают в изучении иностранных языков в целом и в изучении восточных языков в частности так, как позволяют изучать новые выражения совместно с культурным аспектом, имеют особые интерактивные задания для лучшего понимания иероглифических систем, позволяют находить точных и более полный список значений и определений для многозначных слов или иероглифов, происхождение которых влияет на их толкование.

Онлайн-курсы, предлагаемые университетами и языковыми школами, обеспечивают доступ к высококачественным образовательным ресурсам и опытным преподавателям для всех желающих вне зависимости от их местонахождения. Онлайн-курсы включают в себя интерактивные элементы, такие как групповые обсуждения, проекты и языковые обмены, осуществляемые при помощи видеоконференций и возможностей общения в социальных интернет-сетях. Данные элементы способствуют созданию сообщества среди студентов, что может значительно повысить мотивацию и вовлеченность в процесс обучения. Помимо этого, платформы часто предлагают дополнительные ресурсы, такие как видеоуроки, подкасты и задания для самостоятельной работы, что позволяет учащимся учиться в удобном для них темпе и по индивидуальному графику.

Библиографический список

1. Сапрыкина, А.О. Сравнительный анализ систем дистанционного обучения / А.О. Сапрыкина, М.С. Игошина // Информационные технологии: межвузовский сборник научных трудов / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022. – С. 306-315. – EDN DZLPNT.
2. Сапрыкина, А.О. Типы электронного портфолио и основные модели внедрения / А. О. Сапрыкина // Новые информационные технологии в научных исследованиях: Материалы XXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 22–24 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2023. – С. 181-182. – EDN SYTKPM.

ПЕРЕВОД И АДАПТАЦИЯ АУТЕНТИЧНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ

А.О. Сапрыкина

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В докладе рассматривается влияние цифрового обучения на доступность и адаптацию аутентичных языковых материалов, подчеркивая важность их использования в процессе изучения иностранных языков для достижения эффективных языковых и культурных навыков у обучающихся.

Цифровое обучение способствует активному внедрению в образовательный процесс множества материалов, ранее бывших не настолько доступных для обучающихся. Одной из сфер, получившей от цифровизации большую выгоду, стала сфера обучения иностранным языкам. Изучение иностранного языка – процесс, требующий активного использования аутентичных языковых материалов, поскольку они позволяют обучающимся познакомиться с использованием иностранного языка его носителями в реальной жизни. Аутентичные материалы включают в себя газеты, видео, подкасты и материалы социальных сетей, которые позволяют работать с языком в том виде, в котором он естественно произносится и пишется, тем самым улучшая понимание контекста, культуры и интонации.

При выборе подходящих аутентичных материалов необходимо установить четкие критерии, чтобы убедиться, что они отвечают потребностям учащихся. Эти критерии могут включать в себя такие аспекты, как соответствие содержания интересам и целям учащихся, уровень языковой сложности и аутентичность языка, используемого в материалах. Также важно, чтобы материалы соответствовали возрасту и учитывали культурные особенности.

Большинство аутентичных материалов используются в первоизданном виде. В таком случае цифровизация позволяет обучающимся взаимодействовать в электронной образовательной среде, получая доступ не только к текстовым, но и аудио- и видеоматериалам, значительно повышающим качество изучения иностранного языка.

Однако существуют и материалы, требующие адаптации. аутентичные материалы зачастую слишком сложны для студентов начальных курсов и потому нуждаются в методической переработке. Другой целью адаптации учебных материалов становится повышение их привлекательности и усваиваемости. Адаптация материалов включает в себя изменение формата, структуры и подачи информации. В цифровом обучении, где основное внимание уделяется интерактивности и вовлечению, адаптация становится еще более актуальной. Возможна доработка материалов с добавлением интерактивных заданий, тестов и викторин или добавление возможности доступа к материалам на разных устройствах (ПК, планшеты, смартфоны).

Цифровое обучение открывает новые горизонты для перевода и адаптации материалов. Появление онлайн-платформ и образовательных технологий дает возможность преподавателям и переводчикам более эффективно работать с аутентичными ресурсами. Системы управления обучением (LMS), такие как Moodle, позволяют интегрировать адаптированные материалы в курсы, создавая единую цифровую среду.

Перевод и адаптация аутентичных образовательных материалов на иностранных языках становятся все более важными в контексте цифрового обучения. Это требует тщательного подхода, учитывающего культурные, языковые и образовательные аспекты. Только через качественную адаптацию ресурсов можно обеспечить эффективное обучение, способствующее не только языковым навыкам, но и культурной компетентности обучающихся. В конечном итоге, именно это и является целью современного образования: подготовить обучающихся к жизни в многоязычном и многокультурном мире.

Библиографический список

1. Nault D. Going global: rethinking culture teaching in ELT contexts // Language, Culture and Curriculum. – 2006. – Vol. 19 (3). – Pp.314-328.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

М.Е. Юрков

Научный руководитель - Сапрыкина А.О.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

В докладе рассматривается важность информатизации для обучающихся, которые изучают иностранные языки, и с помощью

Информатизация образования является важным аспектом для обучающихся, особенно для тех, кто выбрал направление лингвистики. Внедрение современных технологий и программного обеспечения значительно облегчает процесс обучения иностранным языкам. Так, например, программы CAT значительно упрощают процесс работы с переводом текста.

CAT (Computer-Assisted Translation) — это программы, помогающие в переводе и изучении языков. Примеры таких программ: OmegaT, Trados, MemoQ.

Эти программы имеют преимущества, которые облегчают образовательный процесс:

1. Обучающиеся могут быстрее осваивать новые языки благодаря использованию автоматизированных систем, которые помогают им видеть примеры употребления слов и фраз в контексте.

2. Некоторые CAT программы имеют встроенные функции поиска, что позволяет обучающимся находить нужные материалы и примеры на разных языках без необходимости перескакивать между различными источниками.

3. Использование глоссариев и баз данных переводов помогает обучающимся лучше запоминать новую лексику и грамматические конструкции.

4. Обучающиеся могут применять полученные знания на практике, работая с реальными текстами и проектами, что значительно повышает уровень их подготовки.

Информатизация образования и использование CAT-инструментов, открывает новые возможности для обучающихся и специалистов в области программного обеспечения. Эти технологии не только делают обучение более эффективным и доступным, но и подготавливают обучающихся к требованиям современного рынка труда, где знание языков и умение работать с высокими технологиями становятся все более важными. Внедрение таких программ в образовательный процесс увеличит качество образования.

И я думаю, что интеграция данных программ в обучающую среду нашего университета станет важным шагом в облегчении работы обучающихся. Наш университет уже использует платформу Moodle. Она сама по себе является легко адаптируемой системой дистанционного обучения. Интеграция данных приложений напрямую не должна составить большого труда для программистов университета. Данная инициатива должна облегчить жизнь студентам направления лингвистики и ПО, которые выбрали изучение иностранных языков.

Я считаю, что OmegaT лучше всего подходит для интеграции в Moodle, так как оно имеет некоторые преимущества, которые выделяют его на фоне остальных CAT-программ:

1. OmegaT имеет простой и легко настраиваемый интерфейс, который можно подстроить под личные нужды.
2. Приложение находится в свободном бесплатном доступе.
3. Оно просто в использовании.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Аронов Л.В.	3
ТЕХНОЛОГИЯ FREE-SPACE OPTICS В ПОДВОДНЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	
Арустамов А.И., Орешков В.И.	5
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ БАЗИС СОВРЕМЕННЫХ ПЛАТФОРМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ ДАННЫХ	
Мосин С.Г.	8
ТЕХНОЛОГИИ УЗКОПОЛОСТНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	

Секция 1

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Аникеев С.В., Гусев Н.А., Костиков М.Г.	11
РАСЧЕТ ОБЪЕМА ПОТРЕБЛЕНИЯ КОММУНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ И HDF-ФАЙЛОВ	
Архипкин В.М.	13
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ REDIS И S3 ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕЩЕЙ	
Бобылева Е.В., Крошилина С.В.	14
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ТАНЦЕВАЛЬНОЙ СТУДИИ	
Веркин С.А.	16
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМОВ	
Графкина К.В., Куркина М.С.	18
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЛАДЕЛЬЦА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ УЧЕТА ТРАНЗАКЦИЙ ПО ОПЛАТЕ ПАРКОВКИ	
Гук Е.С., Крошилин А.В.	19
ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА АВТОМОБИЛЕЙ	
Елатников Н.В.	21
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА СТАТИЧЕСКОМ ФОНЕ	
Елисеева А.В.	22
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНА ПИТАНИЯ	
Зубков А.А., Крошилин А.В.	23
АЛГОРИТМЫ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ СЕРВИСОВ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ	
Карамышев И.Ю., Крошилин А.В.	25
РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН МАГАЗИНОВ ИНСТРУМЕНТАМИ JAVA И REACT	
Костин В.Ю.	27
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ NP-ПОЛНЫХ ЗАДАЧ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ О РЮКЗАКЕ	

Костылев И.В.	27
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕЧИ И ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ	
Котиков Д.Г.	29
АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ	
Лагутин В.С.	31
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИКИ И ОТЧЕТНОСТИ В SERVICE DESK ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗАЦИИ	
Лагутин В.С.	33
ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК В SERVICE DESK	
Лузгин М.Д.	35
ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Малинин А.Д., Крошилин А.В.	37
ОБЗОР МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Мамзев Д.А.	39
ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ КРАСНО-ЧЕРНЫЕ ДЕРЕВЬЯ	
Моисеев А.В., Тишкина В.В.	40
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ВОЛОНТЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Мосякин Д.Д.	41
АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБРАЗОВ	
Назаркин Г.К.	43
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ	
Пекишев Д.В.	44
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СЕРВИСЕ ПО БЫСТРОМУ ПОИСКУ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ	
Подфигурный А.В., Крошилина С.В.	44
ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПЕШИХ МАРШРУТОВ СРЕДИ ИНТЕРЕСНЫХ ЛОКАЦИЙ ЗАДАННОЙ ТЕРРИТОРИИ	
Попова А.А.	46
ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС-АРХИТЕКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ	
Радаев Д.Е., Жданович Г.Э.	48
АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МАШИНИСТОВ: НЕПРЕРЫВНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗДОРОВЬЯ	
Рукоделов Г.Д.	49
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	
Савоськина И.В., Крошилин А.В.	51
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АНАЛИЗА ИНСТРУМЕНТОВ ФОНДОВОГО РЫНКА	

Садовников М.А.	53
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ СИСТЕМ	
Саморукова О.Д.	54
КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Самсонов А.С.	57
МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ В МЕССЕНДЖЕРАХ	
Сергеев Н.Ю.	58
RISC-V, ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ И СИСТЕМЫ КОМАНД	
Сермягин К.А., Пылькин А.Н.	59
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ЧИСЛЕННЫМИ ТИПАМИ ДАННЫХ В RUTNOM	
Сермягин К.А., Пылькин А.Н.	61
ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ И МАСШТАБИРУЕМЫХ СЕРВИСОВ НА FASTAPI, ПРИНЦИПЫ И ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ	
Слепушкина Р.К.	63
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	
Слобожанин Ф.В.	65
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАНАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВНИМАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Соколов Е.А.	66
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ВИДЕОХОСТИНГУ С ПОДДЕРЖКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ И КАТЕГОРИЗАЦИИ	
Степанова Т.Е.	68
АНАЛИЗ И ВЫБОР МЕТОДОВ ДЛЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПОДБОРУ ЛИТЕРАТУРЫ	
Табакова А.Д.	70
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ИСПОЛНЕНИЯ ТАНЦЕВАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
Тимофеева К.И.	72
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ФИТНЕС-КЛУБА И ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ	
Тулюков В.С.	74
МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ	
Федотов Е.М.	75
АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ОТВЕТОВ ЧАТ-БОТА	
Шестопалов Л.А.	77
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АУДИОИНФОРМАЦИИ В НОТНУЮ ЗАПИСЬ	
Щенёв Е.С., Гавзова Е.В., Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н.	78
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ	
Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н.	80
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАЗНОРОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ДАННЫХ	

Яковенко Я.В., Крошила С.В.	82
ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ШАБЛОНОВ В ГЕНЕРАЦИИ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	

Секция 2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Бубликов Д.И.	84
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕФАКТОРИНГА ПРОГРАММНОГО КОДА	
Буланов А.А.	86
АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДОМ К-СРЕДНИХ В N ИЗМЕРЕНИЯХ	
Васильев К.А.	87
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗМЫТЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Васильченко Н.А.	89
ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ НЕСОБСТВЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ, ЗАДАЮЩИХ ДИСПЕРСИЮ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ	
Городничева Е.В.	89
ФАКТОРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА ЗНАЧЕНИЯ ВЫХОДНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОБЪЕКТА	
Гришакова М.П.	91
ВЫБОР ПРОЕКТОВ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК	
Гришечкин Е.Д.	92
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ	
Гудков Ю.Д., Мишустин В.Г.	94
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ В СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ MAPLE	
Денисов А.А.	96
МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ДЕСКРИПТОРОВ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК В ВИДЕ ВЕКТОРОВ НОРМАЛЕЙ ТРЕУГОЛЬНИКОВ, АППРОКСИМИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЬ В ОКРЕСТНОСТИ КЛЮЧЕВОЙ ТОЧКИ	
Журавлев В.Е.	98
ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ОСТРОВНОЙ МОДЕЛИ ПОПУЛЯЦИОННОГО АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ETfSS	
Каширин И.Ю.	99
ПРОЕКТИРОВАНИЕ PУТНОН ШАБЛОНОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
Королева В.С.	101
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОЖДАЕМОСТЬ	
Корчунова А.И., Климаков В.В.	103
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЗОН ОТ КОРПУСОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ	
Кравцова В.С.	106
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ: СТОХАСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО	

Морошкин Н.А.	107
АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ РЕГУЛЯРНОГО ВЫРАЖЕНИЯ	
Овчарова Е.М.	109
СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОТОКА ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА В РАМКАХ ОДНОЙ МОДЕЛИ	
Перевозчикова О.В.	110
УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Правдивцева А.С.	110
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПАРАМЕТРОМ	
Румянцев С.С.	112
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИМПУЛЬСНОГО РЕФЛЕКОМЕТРИЧЕСКОГО УРОВНЕМЕРА ДЛЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ	
Тарасов А.И.	113
ПРИМЕНЕНИЕ ЭМУЛЯТОРОВ ПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ИНФОРМАТИКИ И ОСНОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Тимохин Е.М.	114
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ПАРАМЕТРОВ ОЖЕ-ЛИНИЙ И ДРУГИХ ИМПУЛЬСОВ	
Шевелева Т.А.	116
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАНИЦ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ДВУХЗВЕННОГО ПЛАНАРНОГО МАНИПУЛЯТОРА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ	
Шиндина К.П.	117
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ИГРОВОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА	
Юдин Д.В.	119
НАЛИЧИЕ СТАБИЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ В ОДНОСЕКТОРНОЙ ЭКОНОМИКЕ	

Секция 3

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аббас С.А., Хаддур Р.С., Муксунов Т.Р., Махманазаров Р.М.	121
ОЦЕНКА АМПЛИТУДЫ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ SDR НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА	
Аверин Т.О.	123
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АУДИОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ С АРХИТЕКТУРОЙ МНОГИЕ КО МНОГИМ	
Аронов Л.В.	124
ПОДВОДНЫЙ БЕСПРОВОДНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ КАНАЛ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ В ПРОСТРАНСТВЕ	
Бегляк Е.В.	125
ВЫЯВЛЕНИЕ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ	
Бегляк Е.В.	127
МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ	

Буй Куок Выонг	129
АДАПТИВНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ	
Булатова А.Р., Дмитриева И.В.	130
ПОСТКВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ	
Ву Хоанг Шон	132
ВЫИГРЫШ КАЧЕСТВА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ С АЛГОРИТМОМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА В ТРЕХ- И ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫХ РЕАЛИЗАЦИЯХ	
Гамбаров А.А.	134
ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ НА КИТАЙСКОМ РЫНКЕ ЧЕРЕЗ КИТАЙСКИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ	
Дмитриев В.Т., Бунин М.С., Меньшиков Д.М.	136
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРВИЧНЫХ КОДЕКОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ	
Дмитриев В.Т., Меньшиков Д.М., Бунин М.С.	137
МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗАЩИЩЕННЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	
Донских Д.С.	138
РАЗВИТИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ 5G К 6G И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЦИФРОВУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ	
Дорин А.А.	140
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОГЛАСОВАНИЯ УРОВНЯ СИГНАЛА БЕСПРОВОДНЫХ МАРШРУТИЗАТОРОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ	
Захряпин А.В.	141
АНТЕННЫ С ЗАМЕДЛЯЮЩИМИ СТРУКТУРАМИ	
Калмыкова Е.М.	142
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОГО ТРАФИКА В СЕТЯХ И СИСТЕМАХ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА	
Караулкина Д.А.	143
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПОМЕХ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА	
Малахаев К.Е.	144
МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ФИЛЬТР С ВЕСОВОЙ ОБРАБОТКОЙ, ОПТИМИЗИРОВАННОЙ МЕТОДОМ ОДНОМЕРНОГО ПОИСКА	
Мельников А.А.	145
АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ КАНАЛА СВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ	
Мещанинов П.С.	147
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРУКТУРНОЙ ПОМЕХИ	
Нгуен В.Д.	149
СНИЖЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ЧМ ДАЛЬНОМЕРОМ ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ НАЧАЛЬНОЙ ФАЗЫ СИГНАЛА РАЗНОСТНОЙ ЧАСТОТЫ	
Нгуен В.Х.	151
ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ КАНАЛА МІМО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК	
Нгуен Ч.К.	153
АЛГОРИТМ ВЫБОРА МОДЕЛИ ТРЕНДА ШУМА В БЛОКЕ СТАБИЛИЗАЦИИ УРОВНЯ ЛОЖНОЙ ТРЕВОГИ	

Панферов А.И. АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ПЕРВИЧНОГО И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ХОРОШЕЕ КАЧЕСТВО РЕЧИ	154
Панферов А.К. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В СИСТЕМАХ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	156
Перепелкин Д.А., Никонов К.А. ОБЗОР ПОДХОДОВ БАЛАНСИРОВКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ	157
Пикалова М.А. РАЗРАБОТКА ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С НЕРАВНОМЕРНЫМ АМПЛИТУДНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ	158
Сердюков Е.А., Васильев Е.В. РАЗРАБОТКА ТРАНСЛЯТОРОВ ЛОГИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ДЛЯ ПРИЕМНОГО И ПЕРЕДАЮЩЕГО ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ	159
Титов А.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УКОРОЧЕННОЙ АНТЕННЫ В МИМО СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ НАВИГАЦИОННЫХ ПОПРАВOK	161
Тришаков А.А., Смирнов А.О., Карих Р.Д., Кирюпин М.М., Паршкова М.М. ОСОБЕННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЧАСТОТНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 5G	163
Туфлейкин Д.И. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ФАЙЛОВ ПО СЕТИ ТЕЛЕКС	164
Фам В.Д. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СИСТЕМЫ МИМО ПРИ ДЕЙСТВИИ ПРОСТРАНСТВЕННО КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ	166
Черентаев М.А., Черентаева Е.С. ТРАНСФОРМЕННАЯ АРХИТЕКТУРА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	167
Черентаева Е.С., Черентаев М.А. АЛГОРИТМЫ СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВЕСОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ С.Л. СОБОЛЕВА	169
Чинь Н.Х. ОПТИМИЗАЦИЯ ФИЛЬТРА НЕЭКВИДИСТАНТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСОВ С НЕИЗВЕСТНОЙ ЧАСТОТОЙ МОДУЛЯЦИИ	171
Чубов Д.Д. ОБЗОР МЕТОДОВ СОСТАВЛЕНИЯ МАРШРУТОВ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ	172
Шмелева М.А. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	174

Секция 4 ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ

Бабаян А.П. ОБЗОР МЕТОДОВ ВЕКТОРИЗАЦИИ ТЕКСТА	176
Беликова Д.В. ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ	178

Белов В.В., Бурмистров А.С. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ	179
Боярский С.К. ПРЕИМУЩЕСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ТВОРЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ	181
Буланова И.А. ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОНЯТИЙ ИЗ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ	182
Демидова А.А. АСПЕКТЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ ОБ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИИ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	183
Краснов С.В. СПОСОБЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОМУ КОНТЕНТУ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ	185
Крюков А.Н. АЛЬТ РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	186
Курцова В.С. КЛЮЧЕВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ФИЛОЛОГОВ В ОБЛАСТИ ПЕРЕВОДА	188
Пантелеев И.А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА	189
Половинкин А.В. ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МИКРОСРЕДА НА ОСНОВЕ КОЛЛЕКТИВНОГО КРАУДСОРСИНГА ЗНАНИЙ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЦИФРОВОГО УНИВЕРСИТЕТА	190
Рыбина С.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕЙМИФИКАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ	192
Рябова А.С. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОСТОЧНЫХ ЯЗЫКОВ	194
Сапрыкина А.О. ПЕРЕВОД И АДАПТАЦИЯ АУТЕНТИЧНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ	196
Юрков М.Е. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ	197

***НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2024***

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

Материалы конференции

Том 1

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. 13.

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

ISBN 978-5-907811-69-0

