

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

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2023

XXVIII 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 2023

УДК 681.512.001.56:6 21.37.39

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 г., 238 с.

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

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Программный комитет:

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

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

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

Витязев В.В. – заведующий кафедрой ТОР РГРТУ, д.т.н., профессор;

Дмитриев В.Т. – зав. кафедрой РУС РГРТУ, к.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» (СберТех);

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

Секретари:

Периго Н.Б.

Кошелева М.С.

ISBN 978-5-7722-0274-6

© Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ САПР
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ТРАССИРОВКЕ ПЕЧАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

И.А. Андрианов, Д.В. Донцов

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

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

В настоящее время, в связи со стремительным темпом роста цифровизации всех сфер человеческой жизни, актуальным становится вопрос уменьшения габаритов устройств современной электроники, для его решения применяются САПР электронных средств, но, зачастую даже самые передовые САПР продолжают работать в полуавтоматическом режиме.

В данной статье исследуется быстродействие и эффективность ряда современных САПР электронных средств, используемых для трассировки печатных соединений.

Целью данной статьи является сравнение быстродействия и эффективности следующих САПР:

1. KiCad;
2. DipTrace;
3. EasyEDA.

Исследование быстродействия и эффективности проводятся со следующими ограничениями:

1. Количество слоев печатной платы – 2;
2. Ширина печатных проводников - 0.2, 0.5 и 1 мм соответственно;
3. Отступ от края печатной платы – 5 мм;
4. Параметры отверстий, в случае DIP монтажа – равны 4 мм для контактного пояса и 2 мм для сверления соответственно;
5. Параметры контактных площадок, в случае SMD монтажа – длина площадки 3 мм и ширина 1.5 мм соответственно.

Оценка быстродействия проводится по времени от начала автотрассировки, до отчета о завершении.

Оценка эффективности проводится по следующим параметрам, параметры указаны в порядке значимости:

1. Процент проведенных соединений;
2. Количество переходных отверстий;
3. Суммарная длина соединений;

На рисунке 1, показана схема использованная применяемая в исследовании.

каждой итерации после каждого следующего приращения времени прохождения ребра будет происходить сравнение с текущим минимальным временем прохождения маршрута и если в процессе формирования текущего пути его время прохождения уже будет превышать минимальное текущее время, то перестаем дальше формировать текущий маршрут и переходим к следующей перестановке.

В качестве примера можно привести случай, когда у водителя есть два попутчика. В этом случае задача описывается как поиск гамильтонова пути через граф, со структурой которого можно ознакомиться на рисунке 1.

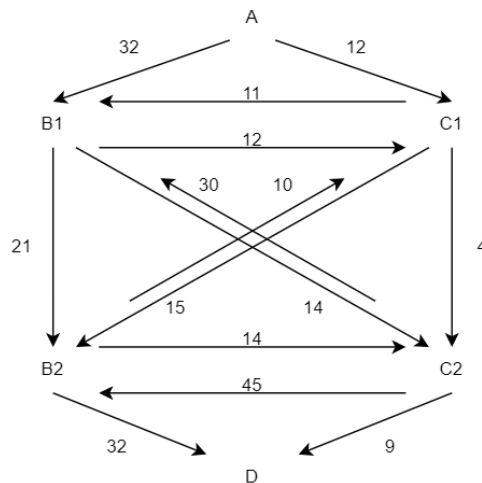


Рисунок 1 Структура графа для двух маршрутов

Матрица времени прохождения для требуемых ребер будет иметь вид:

```
timeMatrix = [
    [0, 32, - , 12, - , -],
    ...]
```

В индексном представлении:

```
routeVariants = [
    [0, 1, 2, 3, 4, 5],
    [0, 1, 3, 4, 2, 5],
    ...
```

```
];
```

Теперь выберем опорный маршрут с помощью метода ближайшего соседа и запишем результат в переменную `bestTime`. Это будет маршрут A, C1, C2, B1, B2, D и время его прохождения будет равняться `bestTime = 99` минут. Запомним и сам маршрут и вынесем индексы точек этого маршрута в отдельный массив `bestPath = [0, 3, 4, 1, 2, 5]`.

Далее мы должны последовательно пройти по каждому маршруту из массива `routeVariants` и при получении более короткого по времени прохождения пути поменять `bestPath` и `bestTime`. Во временную переменную `tempMin`, куда будем накапливать время текущего варианта маршрута. При расчете каждого варианта будем сравнивать текущее лучшее время прохождения со значением в переменной `tempMin`. Если же `tempMin` больше или равна `bestTime` это говорит о том, что далее рассчитывать текущий вариант нет смысла и нужно переходить к следующему.

Однако данный алгоритм можно ускорить если массив `routeVariants` будет заведомо отсортирован по номерам вершин и в каждый элемент этого

массива будет содержать массив чисел, каждое число которого будет показывать, на сколько именно итераций необходимо пропустить, если вариант не устроил при суммировании уже первых нескольких элементов. Об алгоритме и способах его ускорения более подробно будет описано в статье.

Библиографический список

1. Скворцов С.В., Орехов В.В. Данные и алгоритмы в программном обеспечении САПР: учеб. пособие. Рязань: РГРТУ, 2009. 88 с.
2. Базовые алгоритмы нахождения кратчайших путей во взвешенных графах // Хабр : сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/119158/> (дата обращения: 11.06.2023)
3. Базовые алгоритмы нахождения кратчайших путей во взвешенных графах // Хабр : сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/560468/> (дата обращения: 11.06.2023)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

А.С. Ениватов

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

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

В современном мире информационные технологии вошли во все сферы жизни. Использование искусственного интеллекта становится все более актуальным для поддержки образовательного процесса. Так, применение в диалоговых системах образовательного портала *генеративных нейросетевых моделей GPT* [1], поддерживающих запросы на естественных языках, позволяет организовать взаимодействие с пользователем, облегчить поиск разнообразной информации по требованиям, упростить обмен материалами, заданиями и комментариями, помогать осуществлять удаленное обучение. Подобные чат-системы способны отвечать на вопросы, генерировать тексты, относящиеся к различным предметным областям, избегая при этом спорных этических вопросов или провокаций.

Целью данного исследования является обзор и анализ современных *GPT*-моделей и систем в контексте их возможного использования в электронной образовательной среде.

Наиболее известными нейросетями с данной моделью являются ***ChatGPT***, ***Bard***, ***YaGPT*** и ***GigaChat***.

- Чат-бот *ChatGPT* основан на новой версии нейросетевой модели *GPT-3.5*, разработанной компанией *OpenAI*.
- ***Bard*** — это чатбот от компании *Google*, который позиционируется как инструмент, помогающий находить идеи и подпитывать вдохновение во время написания текстов.
- Нейросеть *Яндекса YaGPT* может генерировать тексты, используя данные из интернета, помогая пользователям создавать уникальный контент.

- Сервис *Сбера GigaChat* умеет взаимодействовать с пользователем в формате диалога, писать код, создавать тексты и картинки по запросу пользователя. *GigaChat* основан на наборе моделей **NeONKA** с 13 млрд параметров, не имеет точки ограничения и может использоваться для решения различного спектра задач [2].

В докладе рассмотрены особенности приведённых нейронных сетевых моделей, их достоинства и недостатки, а также возможность их интеграции в различные среды и информационные системы образовательного профиля.

Библиографический список

1. Generative pre-trained transformer. / [Электронный ресурс] // Wikipedia: сайт. URL: https://wikipedia.org/wiki/Generative_pre-trained_transformer (дата обращения: 27.10.2023).

2. Русскоязычная мультимодальная нейросеть от Сбера / [Электронный ресурс] // Код Дурова: сайт. URL: <https://kod.ru/gigachat-sber-neuro> (дата обращения: 27.10.2023).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЗАВИСИМЫХ ПУТЕЙ И ВХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРУКТУРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММ

Д.В. Замешаев, С.В. Скворцов

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

При разработке программных средств возникает необходимость в решении задачи тестирования. Видов тестирования достаточно много. Каждый из них предназначен для проверки тех или иных аспектов разработанного программного обеспечения (ПО). Одним из видов тестирования является структурное тестирование, или тестирование методом «белого ящика» [1]. Структурное тестирование направлено на анализ логики работы относительно небольших программных модулей и предполагает, что внутренняя структура программы известна.

Для реализации тестирования методом «белого ящика» программа представляется в виде управляющего графа, т.е. ориентированного графа, имеющего единственную входную вершину (старт программы, s) и одну конечную выходную вершину (конец программы, t). Остальные вершины разделяются на два вида – операторные и предикатные. Операторные вершины соответствуют линейным участкам программы, а предикатные описывают условные переходы в программе [1]. Пример такой модели программного модуля показан на рисунке 1, а алгоритм построения управляющего графа по исходному тексту программы приведен в работе [2].

```

1 Program prg1;
2 var
3   i, n, f: integer;
4 Begin
5   write('Введите число: ');
6   read(n);
7
8   f := 1;
9   for i:= 0 to n do
10    f *= n;
11
12  write('Полученный факториал: ', f);
13 End.

```

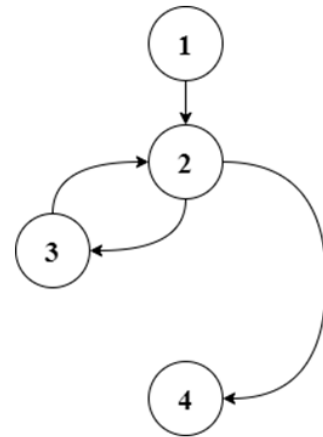


Рисунок 1 – Текст программы и управляющий граф

Для полученной модели вычисляется цикломатическая сложность – метрика ПО, которая обеспечивает количественную оценку логической сложности программы [1] и определяет верхнюю оценку числа тестов, которые гарантируют выполнение всех операторов программы хотя бы по одному разу. Тесты формируются на основе базового множества независимых путей в управляющем графе, связывающих вершины s и t , и определяющих последовательность выполняемых операторов. Важной задачей при этом является формирование исходных данных и ожидаемых результатов для каждого теста.

Известные методы обработки графов, позволяющие получить все возможные пути из s в t , такие, как, например, алгоритм Йена, ввиду своих особенностей не всегда гарантируют формирование множества независимых путей. Поэтому для получения базового множества независимых путей предлагается воспользоваться алгоритмом [3], основанным на использовании операции умножения путевых матриц. Данный метод сохраняет свою работоспособность при любой конфигурации управляющего графа.

В докладе рассматривается реализация алгоритма построения базового множества независимых путей управляющего графа, а также предлагается подход к автоматизации формирования входных тестовых данных, обеспечивающих выполнение последовательности операторов для каждого из таких путей.

Библиографический список

1. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2021. 608 с.
2. Замешаев Д.В., Скворцов С.В. Алгоритм построения управляющего графа программы для задач тестирования // Информационные технологии в прикладных исследованиях. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Boot Jet), 2023. – С. 87-90. – ISBN 978-5-907568-65-5
3. Рудаков В.Е., Скворцов С.В. Построение базового множества независимых путей потокового графа для тестирования программных модулей // Системы управления и информационные технологии. 2012. Т. 50. № 4. С. 67-70

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КОНТЕНТА

А.М. Зотов

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Разработка рекомендательных систем является актуальной задачей с разных точек зрения. Во-первых, в условиях огромного количества информации они позволяют находить нужную информацию. Во-вторых, такие технологии, применяемые компаниями, способствуют увеличению продаж, улучшению клиентского опыта, удержанию клиентов и позволяют предлагать более точно таргетированные объявления. В-третьих, рекомендательные системы широко используются в социальных сетях, чтобы предлагать друзей, контент и группы, которые могли бы заинтересовать пользователя. В-четвертых, развитие мобильных устройств и технологий связи позволяет учитывать контекст, такой как местоположение и время, для предоставления более точных рекомендаций.

При создании современных рекомендательных систем применяются три основных класса алгоритмов: коллаборативная фильтрация, алгоритмы, учитывающие содержание, и гибридные методы.

Контентная фильтрация формирует рекомендацию на основе поведения пользователя. К ее недостаткам можно отнести необходимость точного описания и характеристик товаров или контента, что может быть сложным в случае текстовых данных, изображений или музыки. А так же ограниченность контента, могут возникнуть ограничения из-за отсутствия разнообразия в контенте, особенно для пользователей с широкими интересами.

У алгоритмов коллаборативной фильтрации существует две проблемы: «холодный старт», когда у новых пользователей или товаров нет истории взаимодействия, что затрудняет предоставление рекомендаций; проблема разреженности, если данных о взаимодействии между пользователями и товарами мало, то коллаборативная фильтрация может быть менее точной.

Одним из вариантов решения данных проблем может быть подход с применением гибридных методов, в частности алгоритма коллаборативной фильтрации и алгоритма глубокого обучения с использованием нейронных сетей для моделирования сложных зависимостей между пользователями, товарами и контентом. Такой подход может быть использован для улучшения рекомендаций для новых пользователей и товаров, так как глубокое обучение способно извлекать информацию из контента и характеристик товаров, также глубокое обучение может помочь в улучшении рекомендаций в случае ограниченной истории взаимодействий или данных о пользователях и товарах. Учитывая сказанное, можно сделать вывод, что данный подход позволит решить проблемы «холодного старта» и разреженности, что, в свою очередь, повысит эффективность работы рекомендательной системы.

Рекомендательные системы подобного рода могут применяться в самых различных сферах, например: электронная коммерция, в онлайн-магазинах гибридные рекомендательные системы могут предлагать клиентам персонализированные рекомендации товаров, учитывая их предпочтения и

историю покупок, социальные сети, для рекомендации друзей, групп, контента и объявлений на основе интересов и активности пользователей, музыкальные платформы, для подбора музыки, соответствующей вкусам пользователя, а также потоковое видео и медиа, новостные платформы, туризм и путешествия.

Библиографический список

1. Фальк, К. Рекомендательные системы на практике / К. Фальк. – Москва: ДМК-Пресс, 2020. – 448 с. – ISBN 978-5-97060-774-9.
2. Рекомендательные системы: идеи, подходы, задачи // Хабр: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/companies/jetinfosystems/articles/453792/> (дата обращения: 22.10.2023)
3. Исламова, С. А. Обзор рекомендательных систем / С. А. Исламова, Н. В. Липатникова // MODERN SCIENCE. – 2019. – № 4-3. – С. 174-176.

**ЗАДАЧА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ
В МУЛЬТИПРОВАЙДЕРНЫХ ОБЛАЧНЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ**

М.А. Иванчикова

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

В настоящее время облачные технологии нашли широкое применение и применяются различных сферах деятельности. Основным достоинством облачных технологий является их распределенная архитектура, что обеспечивает отказоустойчивость системы и использование в случае ошибок резервных копий данных, сохраненных на удаленном сервере. В мультипровайдерных сетях внутри центров обработки данных или между ними важными параметрам являются задержка передачи данных и разброс на выходе коммутатора среднего значения задержки (джиттер). Для повышения качества функционирования сетевой инфраструктуры необходимо спрогнозировать возможное изменение данных параметров и минимизировать их. Применение интеллектуальных алгоритмов позволит решить задачу балансировки нагрузки позволит оптимизировать нагрузку на каналы связи при распределении ресурсов и обеспечить требуемые показатели по качеству предоставляемых сервисов в условиях частых скачков нагрузки на оборудовании и обновления таблиц маршрутизации.

В классических компьютерных сетях балансировка нагрузки может решаться в рамках сетевого и телекоммуникационного оборудования (коммутаторы, маршрутизаторы). Задача балансировки решается с помощью управления полосой пропускания и управления очередями к управлению ресурсами. К наиболее эффективным алгоритмам относятся циклические алгоритмы (Round Robin, RR) и взвешенные справедливые (Weighted Fair, Queuing WFQ). Но при построении мультипровайдерной облачной инфраструктуры довольно сложно спрогнозировать изменение структуры сети в сегменте каждого провайдера и получить оптимальный маршрут передачи данных по всем параметрам качества сервиса одновременно из-за высокой нагрузки и частого обновления информации об изменениях в сети.

Поэтому для решения поставленной задачи выбрано использование искусственных нейронных сетей.

Задачу балансировки нагрузки с помощью нейронных сетей можно рассмотреть как задачу обучения с учителем на основе анализа потока сетевого трафика. Для формирования обучающего набора данных была сформирована математическая модель поиска кратчайших маршрутов в мультипровайдерных облачных сетях.

Представим мультипровайдерную облачную сеть в виде неориентированного взвешенного связного мультиграфа **Network** = (**DC**(**S**, **ND**(**SND**)), **E**(**W**, **Z**), **T**), где **DC** – множество вершин (узлов сети), $|\mathbf{DC}| = N$, **E** – множество ребер (каналов или линий связи), $|\mathbf{E}| = M$, **T** – множество трафиков (пользовательских приложений, служебных данных и т.д.), **W** – множество весов ребер (стоимость каналов связи между ЦОД), **Z** – множество провайдеров связи в сети, $|\mathbf{Z}| = m$, **S** – множество весов вершин (общая стоимость подключения каналов связи к сети), $|\mathbf{S}| = Nm = s$, **ND** – множество сетевых устройств (маршрутизаторов и коммутаторов) в ЦОД, $|\mathbf{ND}| = n$, **SND** – множество весов сетевых устройств (стоимость подключения каналов связи к сетевым устройствам в ЦОД), $|\mathbf{SND}| = nm$,

$$S = \sum_{i=1}^{nm} SND_i.$$

Для решения задачи балансировки нагрузки необходимо вычислить все возможные кратчайшие маршруты в сети и спрогнозировать изменение ресурсов. На первом этапе применяется модифицированный алгоритм Йена для определения k -кратчайших путей минимальной стоимости во взвешенном графе с неотрицательными весами. На втором этапе производится определение типов трафика и пользовательских запросов в сети с помощью интеллектуальных алгоритмов классификации [1]. Все входные данные будут категоризированы и распределены по заранее определенным маршрутам с учетом приоритета трафика и загрузки канала. С помощью прогноза показателей спроса только необходимые ресурсы будут выделены и распределены между каналами и узлами связи с учетом целевого показателя качества сетевого сервиса.

Анализ полученных результатов показал, что с применением интеллектуального алгоритма балансировки нагрузки появляется дополнительная возможность контроля качества функционирования мультипровайдерной облачной сети. Достигается более низкое потребление ресурсов, чем при классическом подходе заранее избыточного выделения ресурсов. Большая часть загруженных каналов и, следовательно, маршрутов в сети будут сбалансированы (разгружены), тогда как в случае классического подхода будет только уменьшена метрика максимально-загруженного канала в маршруте, а отклонение от длины оптимального маршрута изменится незначительно.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-2459.2021.5

Библиографический список

1. Dmitry Perepelkin, Maria Ivanchikova Problem of Network Traffic Prediction in Multiprovider Cloud Infrastructures Based on Neural Networks Methods. Proceedings of 11th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO-2022). 2022. pp. 1-4.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПО ПОДБОРУ ПЕРСОНАЛА**

М.А. Иванчикова

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

Работа любого предприятия всегда связана с необходимостью кадрового обеспечения. В этом случае одной из центральных проблем является подбор персонала. Отдел кадров – один из ключевых элементов любой организации, так как от качества выбранных кадров зависит эффективность работы организации и всех ее составляющих. Запуск рекрутинга, привлечение и отбор кандидатов, несколько итераций собеседований делают процесс подбора персонала достаточно трудоемким. При этом ошибка при приеме на работу может быть крайне дорогостоящей для организации, в то время как хороший выбор кадров станет инвестицией в успешное будущее организации. Для любой организации отбор и обучение работников, которые не подходят для задач, возложенных на них, будет приносить большие затраты финансов и времени. Для малых и средних предприятий это просто недопустимая трата средств и сил. Среди основных факторов, определяющих успех предприятия можно выделить высокую квалификацию, обучение сотрудников и их мотивацию; обеспечение постоянного качества работы; образ предприятия для широкого спектра клиентов. Решение о принятии на работу, по мнению экспертов, действие не только необходимое, но и влияющее на перспективу развития компании в целом. Поэтому актуальной проблемой является поиск решений для автоматизации процесса подбора персонала и повышение качества отбора кандидатов в зависимости от их компетенций.

В связи со сложившейся экономической ситуацией простой оптимизации применяемых методов подбора персонала становится недостаточно. Оптимизация работы отдела кадров позволит добиться ускорения процессов поиска информации, но не повышения качества поиска. Применение современных информационных технологий позволит эффективно решить существующие проблемы путем применения специализированных информационных систем.

Все информационные системы, предназначенные для подбора персонала, направлены на анализ конкретной вакансии в рамках одного предприятия. Поэтому необходимо создание системы, выполняющей следующие основные функции:

1. Создание анкеты для любой вакансии и любого предприятия.
2. Удаленное заполнение анкеты соискателями.
3. Расчет и выбор наилучшего соискателя в кратчайшие сроки.

4. Отсутствие человеческого фактора в расчетах и выборе соискателя.

5. Математический расчет преимуществ каждого из соискателей.

Так как при подборе персонала все альтернативы и критерии заранее известны, то необходимо только сравнить их и найти оптимальное решение, т.е. выбрать наилучшего кандидата на вакансию. Поэтому для реализации расчетной части поставленной задачи был выбран метод порогов несравнимости.

Общую постановку задачи принятия решений, понимаемой как задачу выбора из некоторого множества, можно сформулировать следующим образом: пусть X – множество альтернатив, Y – множество возможных последствий (исходов, результатов). X , Y – произвольные абстрактные множества. Предполагается существование причинной связи между выбором некоторой альтернативы $x_i \in X$ и наступлением соответствующего исхода

$y_i \in Y$. Кроме того, предполагается наличие механизма оценки качества такого выбора – обычно оценивается качество исхода.

Основные этапы метода порогов несравнимости:

1. На основании заданных оценок двух альтернатив подсчитываются значения двух индексов: согласия и несогласия. Эти индексы определяют согласие и несогласие с гипотезой, что альтернатива a превосходит альтернативу b .

2. Задаются уровни согласия и несогласия, с которыми сравниваются подсчитанные индексы для каждой пары альтернатив. Если индекс согласия выше заданного уровня, а индекс несогласия – ниже, то одна из альтернатив превосходит другую. В противном случае альтернативы несравнимы.

3. Из множества альтернатив удаляются доминирующие. Оставшиеся альтернативы образуют первое ядро. Альтернативы, входящие в ядро, могут быть либо эквивалентными, либо несравнимыми.

4. Вводятся более «слабые» значения уровней согласия и несогласия (меньший по значению уровень согласия и больший уровень несогласия), при которых выделяются ядра с меньшим количеством альтернатив.

В последнее ядро входят лучшие альтернативы. Последовательность ядер определяет упорядоченность альтернатив по качеству.

Система для подбора персонала была реализована на языке программирования C# в среде VisualStudio на технологии .NETCore. Она предоставляет пользователям возможность создания, заполнения анкеты для подбора персонала, а так же поиска оптимального решения среди заполненных анкет. Практическая ценность работы определяется возможностью использования системы в управлении персоналом в любой организации для подбора персонала на любую вакансию, и дальнейшим анализом данных для развития интеллектуального модуля принятия решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-2459.2021.5

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРОВ

С.Р. Кабочкин

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

Организация бизнеса интернет-провайдера является стабильным и прибыльным предприятием. Колебания рынка являются незначительными и лишь в малой степени зависят от сезона.

В удаленных или некрупных населенных пунктах также возрастает количество пользователей интернет-соединением. Потому потребность в интернет-соединении все еще не удовлетворена до конца.

Для слежки за QoS (Quality of Service) и QoE (Quality of Experience), необходимо обрабатывать имеющуюся информацию и выявлять в ней тенденции. Для этого необходимо провести интеллектуальный анализ данных [1].

При этом будут собираться следующие данные:

- используемые абонентом протоколы и приложения;
- периоды пиковых нагрузок на полосу пропускания;
- используемые абонентами устройства для выхода в Интернет;
- способы использования Интернета для маркетинговых кампаний.

Существуют требующие высокой скорости протоколы, такие как например, P2P (torrent), или особо чувствительные к скорости и задержкам (sip, skype, voip). Настройка параметров для каждого из них в отдельности – отличная практика для эффективного использования полосы пропускания.

Анализ устройства пользователя также важен, т.к. каждое устройство имеет свой уклон в сторону определенного типа трафика

Если интернет-провайдер может определить тип абонентского устройства, значит, он может установить правильные приоритеты на выделенные протоколы и приложения.

Анализ истории посещения абонентом Интернет-ресурсов, а также создаваемую им нагрузку по определенным протоколам и приложениям демонстрируют поведенческие отчеты, которые можно использовать для проведения маркетинговых кампаний.

Зная предпочтения пользователя можно показывать ему таргетированную рекламу или привлекать к участию в специальных акциях [2].

Таким образом, интеллектуальный анализ данных позволит улучшить качество предоставляемых Интернет-провайдерами услуг, а также сохранить пользователей и увеличить прибыли за счет получения информации об постоянных услугах или посещении сайтов.

Определение времени пиковых нагрузок на полосу пропускания и приоритизация трафика в это время позволяют сильно улучшить QoS.

Библиографический список

1. Моделирование бизнес-процессов интернет-провайдера [Электронный ресурс] – URL: <https://sciup.org/modelirovanie-biznes-processov-internet-provajder-140106946>

2. Практика и оценка развития интернет-провайдера [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/companies/vasexperts/articles/521466/> (дата посещения 28.10.2023).

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Е.А. Клименцова

Научный руководитель – Грачев М.В., к.т.н., старший преподаватель
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

В радиотехнике в настоящее время активно используются методы искусственного интеллекта (ИИ) для решения задач оптимальной обработки сигналов. Выбор конкретного метода зависит от вида целевой функции, требованиям к точности и времени оптимизации. Целевые функции, описывающие используемые в радиотехнических устройствах и системах критерии качества зачастую являются многомерными, нелинейными и многоэкстремальными. Таким образом, для оптимизации нагрузочных импедансов в многоканальной приемной системе необходимо использовать численные методы [1-2] .

Целью данной работы является анализ преимуществ и недостатков оптимизационных методов, используемых для решения радиотехнических задач.

Существует большое количество методов оптимизации, применяемых в радиотехнике. На рисунке 1 представлена классификация, которая условно разделяет методы оптимизации на следующие группы: аналитические, численные и графические. Первые используются для решения простых задач оптимизации, в которых целевая функция имеет известное аналитическое выражение, тогда задача сводится к нахождению экстремумов этой функции. Довольно часто применяются следующие аналитические методы: метод Ньютона, метод перебора, метод наименьших квадратов.

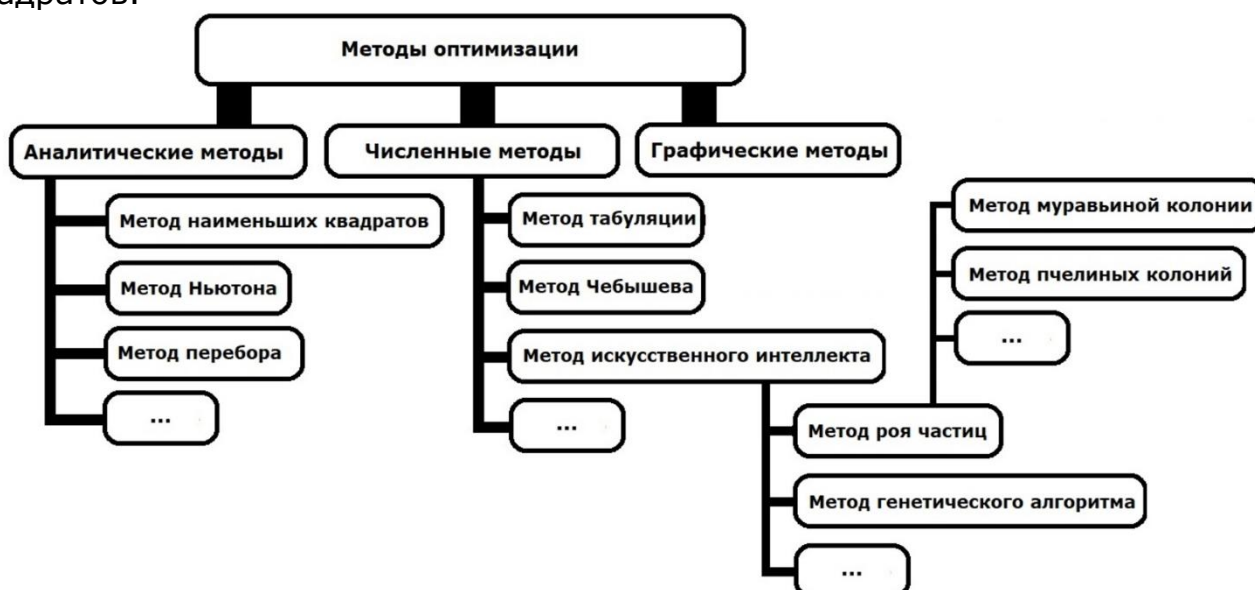


Рисунок 1 – Классификация методов оптимизации

При решении сложных задач, в которых целевая функция является недифференцируемой, комплексной, многомерной или заданная в параметрической форме, традиционно используются численные методы. К этой группе методов относятся метод табуляции, метод Чебышева, методы искусственного интеллекта и т.д. В методе табуляции данные параметров и результат при них записываются в виде таблицы, а после среди рассматриваемых случаев ищется оптимальное решение. Метод Чебышева, он же метод минимакса, основанный на применении полиномов Чебышева, используется для нахождения приближенного решения задачи минимизации или максимизации функции на заданном интервале. Метод Чебышева может быть вычислительно сложным, особенно при работе с высокими степенями полиномов, для его реализации требуются большие вычислительные затраты, однако обеспечивается высокая точность искомых оптимальных значений.

Методы искусственного интеллекта – группа численных методов, которые активно развиваются в настоящее время. К данной группе методов относят метод роя частиц, генетические методы и т.п. Рассмотрим названные методы искусственного интеллекта. Метод роя частиц основан на имитации движения частиц в рое, которые в пространстве ищут наилучшее решение, у каждой частицы есть своё направление и скорость движения. Метод пчелиной и муравьиной колонии частные случаи данного метода. В первом случае каждая «пчела» движется в поиске своего пути и обмениваются своим результатом с другими, чтобы упростить дорогу. Во втором «муравьи» оставляют следы феромонов, которые говорят о лучшем решении, тем самым направляя остальных. Генетический алгоритм ориентирован на поиск субоптимального решения в условиях невозможности полного перебора вариантов. В отличие от других численных методов, использующих случайный поиск, генетический алгоритм использует знания о прошлых полученных решениях, использует только оценки решений, а не их производные или другие параметры [1].

Проведенный анализ методов оптимизации, используемых в радиотехнике, показал, что методы оптимизации на основе ИИ находят все более широкое применение при решении оптимизационных задач, особенно когда они являются нелинейными многомерными и недифференцируемыми. Выбор конкретного метода зависит от вида целевой функции и требует настройки большого количества параметров.

Библиографический список

1. Бураков М. В. Генетический алгоритм: теория и практика: учеб. пособие. – СПб.: ГУАП, 2008. – 164 с.
2. Паршин Ю.Н., Грачев М.В. Сравнительный анализ алгоритмов поиска оптимального значения нагрузочных импедансов многоканальных радиосистем с взаимным влиянием // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2020, №73, с. 10-18.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЛАДЕЛЬЦА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

М.А. Комарова, Д.С. Венчикова

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

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

Главными целями создания платных парковочных зон во многих городах России являются упорядочение размещения автомобилей на улично-дорожной сети, предотвращение хаотической парковки, сокращение нарушений правил дорожного движения в части остановки и парковки транспортных средств (далее - ТС), увеличение оборачиваемости парковочных мест, сокращение потоков личного автотранспорта, въезжающего в пределы платной зоны и стимулирование использования общественного транспорта.

Деньги, которые платят автомобилисты за парковочное место, поступают в городской бюджет, из которого в последствии финансируются ремонты дорог, покупка общественного транспорта, обустройство остановок, благоустройство территорий районов, в том числе дворовых территорий, парков, скверов, бульваров, обустройство улиц, создание условий для доступа маломобильных групп населения к объектам городской среды и беспрепятственного передвижения этих групп населения в городской среде, в том числе установка и ремонт общедомового и внутриквартального оборудования и многое другое.

В данной работе рассматривается проблема, связанная с тем, что водители избегают оплаты парковочного места, скрывая часть регистрационного номера ТС. Они закладывают пластиковые карточки в рамку, скрывающие цифры или буквы номера, замазывают их грязью, прикрепляют магнитные картинки или просто наклеивают белую бумагу.

Зачастую недобросовестные водители заклеивают не весь регистрационный номер, а лишь его часть, благодаря чему задача восстановления регистрационного номера становится более возможной.

Данная разработка направлена на то, чтобы по имеющимся данным о ТС: цвете, марке и известной части госномера, извлеченных с фотографии, выявлять ФИО владельца, путем сопоставления указанной выше информации с базой данных государственной инспекции безопасности дорожного движения (далее – ГИБДД).

Для реализации данного проекта разработан программный модуль информационной системы с использованием высокоуровневого языка программирования общего назначения Python. Исходные данные (цвет, марка, известная часть регистрационного номера) в программном модуле распознаются с фотографии, загруженной в программу, благодаря использованию библиотеки программных функций, направленных на компьютерное зрение в реальном времени – OpenCV, библиотеки глубокого обучения Keras и др.

После формирования исходных данных с помощью стороннего модуля *pyodbc* осуществляется связь с базой данных. Аналог БД ГИБДД создан с использованием системы управления реляционными базами данных MS SQL

Server. В БД необходимо получить доступ к полям, содержащим сведения о номере ТС. Это осуществляется запросами SQL. Путем сопоставления исходных данных со строками базы данных выявляется необходимая строка, из которой на выход программы идет ФИО владельца автомобиля.

Чтобы удостовериться в том, что владелец автомобиля действительно не оплатил парковочное место, необходимо с помощью стороннего модуля pyodbc связаться с БД парковочного пространства. С помощью запросов SQL на выход программы получаем статус оплаты парковочного места.

Таким образом, созданный программный модуль позволит идентифицировать транспортное средство, несмотря на неполный регистрационный номер, а также удостовериться в том, что владелец действительно не оплатил парковочное место.

Сравнивая систему распознавания владельца автомобиля по известным нам параметрам с другими странами, можем сказать, что в других странах этого нет. Существуют программы для распознавания номеров, такие как «Smart PlateReader» и «Recognizer», которые способны идентифицировать номер транспортного средства на фотографии, но они не могут распознать номер, если он частично закрыт.

Разработка, описанная в данной работе, является уникальной и не имеет аналогов на рынке, что делает ее популярной среди владельцев парковок, а также может быть усовершенствована и применена на платных дорогах, таких как ЦКАД.

ПОДХОДЫ К ВЫЯВЛЕНИЮ АНОМАЛЬНЫХ ДАННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ИНДУСТРИИ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Д.С. Коротков

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматриваются различные подходы к интеллектуальному анализу данных организации, занимающейся предоставлением транспортных услуг и применяющим спутниковый мониторинг транспорта.

Необходимость разработки эффективной фильтрации данных об автомобилях клиентов, анализа их перемещения, а так же пополнения и расхода топлива обусловлена следующими причинами:

- расширение рынка услуг мониторинга транспортных средств;
- увеличение спроса со стороны логистических и транспортных компаний на данные услуги,
- стремление компаний максимизировать свою прибыль и минимизировать убытки.

С увеличением спроса на услуги мониторинга транспортных средств происходит увеличение риска потери организацией-поставщиком услуг своей прибыли. Это связано с несвоевременным выявлением аномалий в данных автомобилей клиента при высокой нагрузке на службу технической поддержки, и так называемым «человеческим фактором».

Для минимизации рисков потерь организации необходимо набрать дополнительный штат техподдержки и оптимизировать ее работу.

Лучшим решением для организации будет автоматизация выявления аномальных данных клиентов.

Преимущества применения интеллектуального анализа данных в сфере мониторинга транспорта в следующем:

- повышение эффективности работников организации посредством уменьшения нагрузки;
- более точные и актуальные данные клиентов;
- уменьшение обращений клиентов в техподдержку организации-поставщика;
- анализ большого количества данных происходит отдельно от основного ПО организации, что сильно ускоряет построение отчетов по топливу и координатам машин клиентов;

Выявление аномалий — это опознавание во время интеллектуального анализа данных редких данных, событий или наблюдений, которые вызывают подозрения ввиду существенного отличия от большей части данных. Обычно аномальные данные характеризуют некоторый вид проблемы, такой как мошенничество в банке, структурный дефект, медицинские проблемы или ошибки в тексте.

Аномалия (выброс, ошибка, отклонение или исключение) – это отклонение поведения системы от стандартного (ожидаемого) [1].

Основными подходами к выявлению аномалий являются [2]:

- метод опорных векторов с одним классом One-Class SVM;
- Elliptic envelope и статистические методы;
- метрические методы;
- кластерные методы;
- модельные тесты;
- метод изолирующего леса – isolation forest;
- автокодировщик для прогнозирования отказов.

Библиографический список

1. В.П. Шкодырев, К.И. Ягафаров, В.А. Баштовенко, Е.Э. Ильина, «Обзор методов обнаружения аномалий в потоках данных», Second Conference on Software Engineering and Information Management, 2017.
2. 9 подходов для выявления аномалий // Habr[сайт] URL: <https://habr.com/ru/post/477450/> (Дата обращения 25.10.2023)

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНОГО ВНЕШНЕГО ОКРУЖЕНИЯ

М.С. Кошелева, В.И. Орешков

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

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

В современных условиях предприятия должны быстро адаптироваться к изменениям динамичной внешней среды. Эффекта от автоматизации ручных бизнес-процессов, который был основным драйвером экономического роста в последние десятилетия, уже недостаточно для получения конкурентных

преимуществ на современном рынке. Чтобы быть конкурентоспособными, предприятиям необходимо формировать новые цифровые решения в области управления производством.

В настоящее время в области управления предприятием сложился достаточно устойчивый набор информационных технологий, который, как считается, обеспечивает эффективные решения в автоматизации управления бизнесом. Как правило он включает платформы бизнес-аналитики [1], хранилища и витрины данных [2], интеллектуального анализа данных [3], сетевые технологии, многомерные и реляционные СУБД, оперативную аналитическую обработку (OLAP), облачные вычисления и др.

Каждое из этих достижений в области современных информационных технологий само по себе является многообещающим, но попытка внедрять их точечно, одновременно выполняя текущую работу, и в короткие сроки, может привести к большим проблемам. Во многом это связано с тем, что в настоящее время не существует универсальной модели, которая объединяла бы эти элементы первичного информационного пула в сбалансированную систему, соответствующую меняющимся потребностям производства. И создать такую модель является невозможным из-за огромного разнообразия предметных областей и экономических условий, в которых приходится работать современным предприятиям. Кроме этого усугубляет проблему и высокая динамика внешней среды: управленческая модель, хорошо работающая сегодня, может оказаться бесполезной завтра. А адаптация модели к новым условиям может потребовать много времени и больших затрат.

В этой связи альтернативой построению информационной модели предприятия, которая предполагает точечное применение IT-технологий для поддержки отдельных направлений деятельности, является создание цифровой экосистемы предприятия, в рамках которой реконфигурация бизнес-модели в соответствии с изменившимися условиями может производиться в сжатые сроки и с минимальными издержками.

Цифровая экосистема — это система, состоящая из различных элементов IT-инфраструктуры, каждый из которых работает совместно с другими элементами для создания целостной, сбалансированной информационной среды. Со временем баланс между различными элементами и их взаимоотношениями друг с другом, меняется. Для формирования цифровой экосистемы необходимо учитывать три фундаментальных фактора: динамика экономической среды, усиление конкуренции и сложности, а также требования к повышению операционной эффективности.

Цифровая экосистема должна обеспечивать контекст для понимания потребностей производства и принятия соответствующих мер реагирования в области управления, продолжая при этом вести повседневную деятельность. Кроме того, цифровая экосистема предоставляет предприятиям комплексную модель для использования растущего числа уникальных информационных конструкций и технологий.

Таким образом, внедрение цифровой экосистемы предоставляет предприятию комплексное информационное решение, дополняющее традиционные бизнес-операции и позволяющее адаптировать

производственную систему к изменяющимся условиям внешней среды с минимальными временными и материальными затратами.

Библиографический список

1. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика от данных к знаниям (уч. пособие). 2-е изд. испр. – СПб.: Питер. 2013. – 704 с.
2. Орешков В.И. Хранилища данных и OLAP-технологии (уч. пособие). Изд-во Рязан. гос. радиотехн. ун-та. Рязань, 2016. 64 с.
3. Орешков В.И. Интеллектуальный анализ данных (уч. пособие). Изд-во Рязан. гос. радиотехн. ун-та. Рязань, 2016. 160 с.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ

М.С. Кошелева, Ю.М. Тобратов

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

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

В докладе рассматриваются основные понятия технологии цифровых двойников, анализируются существующие подходы интерпретации термина «цифровой двойник».

Цифровой двойник (Digital Twin, цифровой близнец) – виртуальный аналог реального объекта, группы объектов или процессов, созданный на основе данных, получаемых на стадии разработки и изготовления продукта, а также во время всего его жизненного цикла при помощи многочисленных датчиков. За счет возможности имитации различных ситуаций, концепция позволяет подбирать наиболее адекватные сценарии проведения технологических процессов для предотвращения сбоев и оптимизации производства.

Применение цифровых двойников в промышленности дает ряд преимуществ, в том числе:

- улучшение качества проектирования и разработки за счет выявления потенциальных проблем еще на этапе проектирования, что существенно снижает риски и затраты на доработку изделия или процесса;
- повышение эффективности производства. Цифровые двойники позволяют оптимизировать производственные процессы, повысить качество продукции и снизить затраты;
- увеличение срока службы оборудования достигается благодаря возможности прогнозировать отказы оборудования и своевременно проводить профилактическое обслуживание, что снижает риски простоев и поломок;
- оптимизация использования ресурсов. Цифровые двойники позволяют рационально использовать ресурсы, такие как энергия, вода и сырье.

Существует несколько разновидностей цифровых двойников:

Прототип цифрового двойника. Он содержит всю информацию о продукте, начиная с его проектирования и заканчивая производством. Включает данные о требованиях к изделию, трехмерные модели объектов, описание технологических процессов, условия утилизации и многое другое, что позволяет анализировать работу реального объекта еще до его создания.

Экземпляр цифрового двойника – данные, описывающие физический объект. Здесь можно найти информацию о материалах и компонентах изделия, рабочих процессах, результаты тестов, записи о проведенных ремонтных работах, операционные данные от датчиков, параметры мониторинга и многое другое. Экземпляр цифрового двойника позволяет отслеживать и анализировать работу физического объекта в реальном времени.

Агрегированный двойник – это система, объединяющая все цифровые двойники и их реальные прототипы. Она позволяет собирать данные со всех источников и обмениваться ими в режиме реального времени. Благодаря агрегированному двойнику можно получить полное представление о состоянии объекта и его окружающей среды, что позволяет принимать обоснованные решения и оптимизировать работу системы.

Интеллектуальный двойник – это архитектура, которая использует облачные сервисы и искусственный интеллект для интеллектуальной модернизации государственных органов и предприятий. Интеллектуальный двойник создает открытую систему, способную воспринимать и анализировать данные со всех уровней, обеспечивать сотрудничество и принимать точные решения. Это позволяет системе эволюционировать и постоянно улучшаться.

В сфере высокотехнологичной промышленности существует большое количество определений цифровых двойников, в том числе противоречащих друг другу. Это связано с тем, что понятие цифрового двойника является достаточно широким и может трактоваться по-разному в зависимости от специфики деятельности компании или конкретного проекта. В целом, можно выделить следующие основные подходы к интерпретации термина «цифровой двойник»:

- цифровой двойник как технология – отдельный набор технологий или совокупность технологий, используемых для создания виртуального представления физического объекта;
- цифровой двойник как процесс – процесс сбора, обработки и анализа данных о физическом объекте;
- цифровой двойник как результат – виртуальное представление физического объекта, созданное на основе данных о нем.

В связи с этим возникла острая необходимость формирования подходов к интерпретации термина «цифровой двойник» с учетом следующих факторов:

– Стадии разработки. Разные определения подразумевают, что разработка цифрового двойника должна осуществляться до этапа создания физического объекта, либо до начала его эксплуатации, либо допускают оба подхода (классическая концепция, включающая в себя прототипы и экземпляры цифровых двойников).

– Адекватность модели. Необходимый уровень адекватности модели достигается до ввода реального объекта в эксплуатацию.

– Бизнес-цели. Различия в терминологии чаще всего связаны с преследуемыми целями применения данной концепции.

Таким образом, цифровые двойники – это не просто новая технология, а мощный инструмент, способный решить множество реальных проблем,

изменить существующие подходы к проектированию, производству и управлению системами.

Библиографический список

1. Стариковская, Н. А. Цифровой бизнес и сквозные цифровые технологии: теория и практика: учебное пособие / Н. А. Стариковская, А. И. Стариковский, М. В. Куц. — Москва: РТУ МИРЭА, 2022 — Часть 1 — 2022. — 259 с.
2. Трофимов, А. В. Компьютерные технологии в машиностроении. Индустрия 4.0: учебное пособие / А. В. Трофимов, И. А. Зверев; под редакцией А. В. Трофимова. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2022. — 68 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КОДОВОЙ ТАБЛИЦЫ ПО АЛГОРИТМУ ХАФФМАНА

Н.А. Кузнецов, С.В. Скворцов

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

При построении составлении дерева Хаффмана и последующем составлении кодовой таблицы [1, 2] возникает вопрос об эффективности использования кодов, которые были сформированы по части исходного текста или даже по тексту, отличному от исходного.

Если использовать часть исходного текста для его полного сжатия, то может возникать ситуация, когда при построении дерева Хаффмана будут учитываться не все символы алфавита. Для разрешения таких ситуаций предлагается считать, что все символы алфавита сжимаемого текста встречаются хотя бы один раз, т.е. если при анализе части текста символ не использовался, то частота его появления устанавливается равной единице.

Результаты сжатия текста при условии, что дерево Хаффмана строится по его части, показаны на примере первых четырех глав романа «Война и мир». В результате выполненных экспериментов получена зависимость степени сжатия полного текста от его доли, использованной для формирования дерева Хаффмана и кодовой таблицы (рисунок 1).

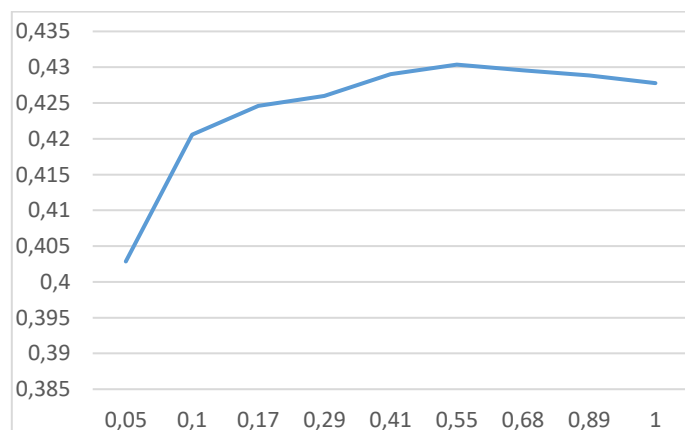


Рисунок 1 – график зависимости степени сжатия текста от его доли, использованной для формирования таблицы кодов

Из графика видно, что для эффективного сжатия может быть достаточно около 30% исходного текста для составления дерева Хаффмана. При этом, чем более разнообразен используемый набор символов исходного текста, тем большая доля текста должна быть использована. Для текста романа «Война и мир» это объясняется частым использованием слов французского языка.

Эксперименты по сжатию исходного текста при условии, что дерево Хаффмана строится по другому тексту, выполнены на примере пьесы «Гроза». На рисунке 2 приведена диаграмма зависимости степени сжатия от источника формирования таблицы кодов, где дерево Хаффмана и кодовая таблица формировались в трех вариантах: по сжимаемому тексту, по четырем первым главам романа «Война и мир» и по тексту романа «Анна Каренина».

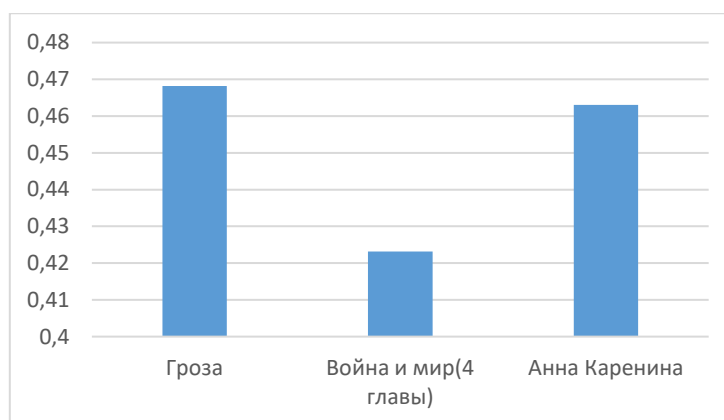


Рисунок 2 – диаграмма зависимости степени сжатия текста от источника формирования таблицы кодов

Полученные результаты экспериментов показывают, что при обработке больших различных текстов, составленных в одном алфавите, частоты появления символов будут схожими. Для второго источника уменьшение степени сжатия можно объяснить наличием символов французского алфавита в тексте и недостаточностью исходных данных для подсчета частот, использованных при построении дерева Хаффмана.

Библиографический список

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

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКИХ ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ

Д.Ю. Логинов

Научный руководитель – Хизриева Н.И., старший преподаватель
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается задача автоматизации процесса диагностирования онкологических заболеваний кожи.

В настоящее время постановка диагноза в области онкодерматологии затрудняется и замедляется множеством факторов. Специалисту требуется провести большое количество анализов исследований и собраний с другими врачами, чтобы верно определить заболевание, исходя из зачастую крайне похожей симптоматики множества смежных типов онкозаболеваний. Поэтому для упрощения и ускорения диагностики предлагается создать нейронную сеть, способную классифицировать тип рака кожи по изображению и некоторым данным о человеке.

Для данной задачи разумно отталкиваться от сверточной архитектуры нейронной сети, как стандарта для задач классификации изображений. В ходе работы было протестировано множество модификаций, от относительно многослойных до крайне простых. Как самых характерных представителей различных категорий модификаций можно выделить следующие архитектуры:

1. Сверточная сеть с большим количеством слоев (6-9)
2. Сверточная сеть со средним количеством слоев (4-6)
3. Сверточная сеть с малым количеством слоев (2-4)
4. Модификации вышеперечисленных сетей с использованием данных о пациенте (пол, возраст, место поражения)

Путем многочисленных испытаний перечисленных архетипов с изменением их гиперпараметров (начиная от количества слоев и заканчивая размерами изображения) было выявлено, что для поставленной задачи наиболее подходящей является сеть с малым числом слоев и использованием данных о пациенте. Так сети с большим количеством слоев были склонны к сильному переобучению и малой точности. Модели со средним количеством слоев хоть и показывали зачастую лучшие результаты, стремясь к 83% верных диагнозов, но они также были несколько переобучены, из чего следует возможная неадекватность данной оценки для реальных данных. Сети с малым числом слоев и аналогичные с использованием данных о пациенте в свою очередь стремились к ~70 и 75-80 процентной точности соответственно практически без переобучения, что является наилучшим результатом среди всех архитектур.

Стоит отметить, что в ходе исследований обработка сжатых изображений показала себя лучше, чем работа с исходным разрешением, что опровергает возможность получения лучших результатов путем увеличения обрабатываемых данных и усложнения сети (ведь исходные данные в общем случае содержат больше информации, а значит, могут нивелировать эффект переобучения более сложной модели).

Так как большинство методов повышения качества обучения, такие как регуляризация, нормализация данных, подбор гиперпараметров и др. не

возымели должного эффекта, было выдвинуто предположение, что проблема обучения лежит за границами архитектуры. Рассмотрим набор данных, использовавшийся для обучения [1]. Он состоит из ~10 000 изображений и описаний к ним, в которых содержатся такие параметры, как пол, возраст, локализация очага, тип поставленного диагноза и метод его установления. В ходе изучения данных было выявлено, что некоторые изображения изредка повторяются, а некоторые диагнозы поставлены на основе коллегиального решения врачей (что говорит о существенной трудности при классификации в данном конкретном случае и, как следствие, повышенной возможности неверного диагноза). Таким образом в оценке полученных точностей сетей также стоит сделать поправку на некорректность части данных, а также обозначить приоритетной мерой повышения точности улучшения качества и объема набора данных и его аугментацию.

В ходе работы получилось разработать крайне легковесную нейронную сеть (которая может быть развернута на мобильном устройстве) с точностью ~75%, которая позволит сократить время и затрачиваемые ресурсы на постановку диагноза.

Библиографический список

1. Skin Cancer Dataset [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/farjanakabirsamanta/skin-cancer-dataset> (дата обращения 25.09.2023).

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СКОРИНГОВЫХ МОДЕЛЕЙ

А.Д. Махнёв

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматриваются различные подходы к разработке скоринговых моделей кредитования физических лиц.

На рынке кредитования существует множество различных скоринговых моделей, предназначенных для различных секторов рынка, продуктов и категорий заёмщиков.

Большинство банков и микрофинансовых организаций имеют свои скоринговые модели, построенные на основе данных клиентов и направлений кредитования, что даёт большее преимущество по сравнению с обобщёнными моделями кредитного скоринга.

Первая система кредитного скоринга FICO Score была разработана компанией Fair Isaac Corporation [1]. Рассчитывается FICO на основе информации трёх крупнейших национальных кредитных бюро США: Experia, Equifax и TransUnion. Кредитный балл незначительно отличается от того, по чьим данным он рассчитывается.

Точная формула расчёта является коммерческой тайной, но известно какая информация и в какой мере используется при формировании кредитного балла:

- 35% кредитная история;

- 30% бремя задолженности;
- 15% продолжительности кредитных историй;
- 10% типы использованных кредитов;
- 10% недавние заявки на получение кредита.

Компания EGAR Technology специализирующаяся на разработке программного обеспечения для участников финансового рынка разработала систему «EGAR Scoring», которая оценивает кредитоспособность физического лица, основываясь на его социально-демографических характеристиках и динамики экономических показателей, независимо от наличия и состояния его кредитной истории.

Сбербанк, один из крупнейших банков России и Восточной Европы, разработал свою уникальную скоринговую модель, основанную на анализе расходов клиента при использовании карт банка [2].

Система учитывает оборот денежных средств на банковских картах, а также где и на что были потрачены эти денежные средства. По результатам анализа будет рассчитан скоринговый балл и вынесен вердикт по кредиту – будет ли заявка одобрена или отклонена.

В отличие от большинства остальных скоринговых моделей модель Сбербанка не учитывает социально-демографические характеристики заёмщика и его кредитную историю, а концентрируется на его транзакциях.

Библиографический список

1. Кочеткова В.В., Ефремова К.Д. Обзор методов кредитного скоринга — *Juvenis scienta Экономические науки*, 2017. — №6.
2. Мешкова Е.И., Данилова Е.Н. Скоринговые модели как интеллектуальная собственность банка — *Финансовые рынки и банки*, 2022. — №4.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Т.А. Минахметов

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

Интеллектуальный анализ данных играет важную роль в современном мире. С его помощью человек способен выявлять скрытые закономерности и связи в большом количестве данных, превращая эти данные в полезную информацию. Интеллектуальный анализ используется в торговле, банковском деле, телекоммуникациях, производстве, медицине и других сферах, а потому присутствует большое разнообразие исследуемых данных. Так как проектировать каждый раз новую систему анализа для нового набора данных нецелесообразно, исходные данные необходимо предварительно подготовить для работы существующих систем. В докладе рассматривается ряд основных методов предварительной подготовки данных для интеллектуального анализа данных.

Цель работы – изучить основные методы и программные средства предварительной обработки данных, их задачи и применение для интеллектуального анализа.

Был проведен теоретический анализ информации из научных статей, статей в сети Интернет. Были разобраны примеры использования методов предварительной обработки с различными типами данных для их последующего интеллектуального анализа.

Для различных типов данных и задач дальнейшего интеллектуального анализа существует множество методов предварительной обработки. Так, для числовых данных применимы методы обработки недостающих и повторяющихся данных. Метод заключается в генерации искусственной информации для пропусков либо удалении этих данных, если их влияние на дальнейший анализ будет несущественным. К методам обработки числовых данных можно отнести и обработку выбросов, которые могут негативно влиять на дальнейший анализ. В зависимости от специфики интеллектуального анализа, может понадобиться кодирование и нормализация данных. Для текстовых данных на естественном языке применимы методы очистки данных от лишней информации, удаление стоп-слов, токенизация, стемминг и лемматизация (выделение основы слова). Для изображений могут использоваться бинаризация, преобразование в монохромное изображение, морфологические преобразования – дилатация и эрозия. В качестве программных средств для реализации данных методов используются различные библиотеки Python 3, например, pandas, numpy, nltk, opencv, seaborn, sklearn и др.

Таким образом, различные по содержанию и типу массивы данных требуют различные методы для их предварительной обработки, реализуемые с помощью современных программных средств. Также большую роль в предварительной обработке играют цели и задачи дальнейшего интеллектуального анализа.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ UML-ДИАГРАММ ПО ТЕКСТОВОМУ ОПИСАНИЮ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Н.М. Нижегородцев

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

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

В докладе анализируется вопрос применения интеллектуальных технологий при построении UML-диаграмм по текстовому описанию.

В современном мире всё чаще обсуждаются идеи применения интеллектуальных технологий не только в процессах, поддающихся формализации, но и в творческих процессах, требующих креативного мышления, а также в процессах, где невозможно выстроить алгоритм действий, так как следующий шаг алгоритма напрямую зависит от результата предыдущего шага, при этом результаты как конкретного шага, так и всей деятельности в целом находятся в высокой степени неопределённости. Примером такой деятельности является этап анализа при проектировании информационной системы.

Согласно ГОСТ Р 51904-2002 разработчик должен принимать участие в анализе информации, необходимой для достижения и понимания потребностей и целей пользователей [1]. Согласно модели жизненного цикла разработки ИС, любая ИС проходит через этапы анализа и проектирования. На данном этапе формируются требования к программному обеспечению, которые реализуются на дальнейших этапах жизненного цикла ПО. На данном этапе производится сбор данных об объекте автоматизации и осуществляемых видах деятельности, после чего производится оценка качества функционирования объекта и осуществляемых видов деятельности, решение которых возможно средствами автоматизации [2]

Этап анализа состоит из выявления информации, её анализа, спецификации и проверки. В данной работе предполагается проанализировать возможность автоматизации спецификации требований существующими в открытом доступе средствами.

Одним из способов спецификации требований является моделирование. Одними из наиболее популярных средств моделирования являются модели UML. Конкретными реализациями данных средств моделирования являются инструменты `plant uml` для языка UML. Предлагается исследовать возможность генерации кода для языка `plant UML`, используя российские нейронные сети YandexGPT 2 от компании Yandex, и GigaChat от компании Сбер.

В качестве исходных данных представлен процесс получения данных сервисом 1 из сервиса 2 с помощью REST API.

В результате выполнения запроса нейросеть GigaChat предоставила код не в синтаксисе `plantUml`. А нейросеть YandexGPT2 предоставила код с ошибками, исправив которые можно получить диаграмму, представленную на рисунке 1

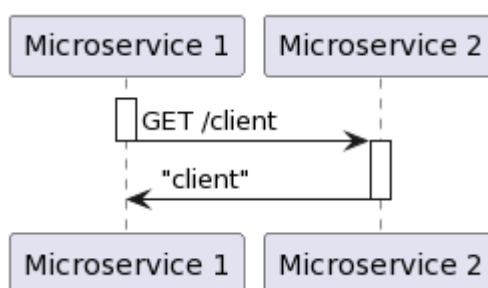


Рисунок 1 – Результат работы нейронной сети YandexGPT2

Проанализировав работы нейронных сетей можно сделать вывод, что текущие отечественные реализации не подходят в качестве средства автоматизации построения UML диаграмм, генерируя код в синтаксисе `plant uml`, так как трудозатраты на редактирования кода, сгенерированного нейросетью больше трудозатрат самостоятельного написания данного кода.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51904-2002 Общие требования к разработке и документированию. – введ. 2002 Москва: Изд-во стандартов, 2005. – 56с.
2. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология (ИТ) Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы.

Стадии создания. от 29 дек. 1990 г. № 3469 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006921>

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭТАПЕ АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИС

Н.М. Нижегородцев

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

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

В докладе анализируется вопрос применения интеллектуальных технологий при разработке информационных систем. Рассматривается текущий процесс этапа анализа при разработке информационных систем и делается вывод о необходимости применения интеллектуальных технологий, как средства оптимизации этого процесса.

Было выявлено, что этап анализа является наиболее сложным при разработке ИС. Фридерик Брукс, американский учёны и лауреат множества премий в области информационных технологий, в эссе 1987 года «No silver Bullet: Essence and Accidents of software Engineering» писал, что «Самая сложная часть построения ПО – решить точно, что же создавать. Никакая другая часть концептуальной работы не является такой трудной, как выявление деталей технических требований, в том числе и взаимодействие с людьми, механизмами и иными системами ПО». Кроме того, согласно ГОСТ Р 51904-2002 разработчик должен принимать участие в анализе информации, необходимой для достижения и понимания потребностей и целей пользователей [1]. Нагрузка на аналитика в процессах на начальных этапах проекта самая высокая, что подтверждает и Карл Вигерс в своей книге «Разработка требований к программному обеспечению» [2].

Процесс анализа состоит из выявления информации, её анализа, спецификации требований и их проверки. На данном этапе производится сбор данных об объекте автоматизации и осуществляемых видах деятельности, после чего производится оценка качества функционирования объекта и осуществляемых видов деятельности, решение которых возможно средствами автоматизации [3]. Предлагается использовать средства с применением интеллектуальных технологий для автоматизации процесса анализа информации на этапе анализа при разработке информационных систем.

В основе средства автоматизации предлагается использовать механизм автоматического анализа текста, который формирует проблему данной работы.

На этапе анализа при проектировании информационной системы, разработчик пользуется различными методами выявления информации, после чего она фиксируется на каком-либо носителе. Предлагается использовать существующие системы, использующие технологии нейронных сетей для автоматического анализа текста, который зафиксировал аналитик в процессе анализа.

На сегодняшний день, одними из популярных решений в области нейронных сетей являются решения от компании Yandex. Предлагается

проанализировать возможность их использования для достижения поставленной цели.

В рамках работы нейронным сетям было предложено проанализировать бизнес-процесс обработки заявок в центре обработок заявок. В данной задаче было предложено выявить всех акторов, фигурирующих в процессе, а также выявить их действия. Нейронная сеть смогла выявить акторов из текста, а также выявить все их действия, которые они совершают в процессе.

Однако, после повторного запроса в нейронную сеть, система не смогла определить ещё одного актора, которого раньше определила корректно. Все последующие запуски нейронной сети с одним и тем же запросом, не давали полного списка акторов.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что применение интеллектуальных технологий с целью анализа текстовой информации возможно. На текущий момент эти технологии могут использоваться для самопроверки аналитика, для выявления базовых объектов анализа – акторов, их действий. Нейронные сети могут помочь оперативно погрузиться в контекст, однако текущий уровень их развития не позволяет полностью положиться на них и реалии требуют тщательной проверки результатов работы интеллектуальных технологий.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51904-2002 Общие требования к разработке и документированию. – введ. 2002 Москва: Изд-во стандартов, 2005. – 56с
2. Вигерс К. Битти Д. Разработка требований к программному обеспечению. 3-е изд., дополненное / Пер. с англ. – СПб.: БХВ, 2020 – 736 с.
3. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология (ИТ) Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. от 29 дек. 1990 г. № 3469 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006921>

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ЗАДАНИЙ НА ТЕСТИРОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

О.И. Никитов

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

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

В докладе рассматриваются различные подходы к формированию заданий на тестирование обучающихся.

Существует несколько методов создания интеллектуальных заданий, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Один из наиболее распространенных методов — это использование искусственного интеллекта для создания заданий [1]. Этот метод основан на анализе больших объемов данных, таких как результаты предыдущих тестирований, информация об успеваемости учащихся и их предпочтениях. На основе этих данных создаются задания, которые

соответствуют уровню знаний учащихся и их интересам. Однако, этот метод может быть дорогостоящим и требует значительных ресурсов для обработки больших объемов данных.

Еще одним методом создания интеллектуальных заданий является использование машинного обучения. Машинное обучение позволяет создавать модели, которые могут анализировать данные и предсказывать результаты тестирования. Этот метод также может использоваться для создания персонализированных заданий, которые соответствуют индивидуальным особенностям учащихся. Однако, создание моделей машинного обучения требует значительных вычислительных ресурсов и времени.

Также существует метод создания заданий на основе статистических данных. Этот метод основывается на анализе результатов предыдущих тестирований и определении статистических закономерностей. Затем на основе этих закономерностей создаются новые задания, которые имеют высокую вероятность правильного ответа [2]. Этот метод может быть эффективным для создания простых заданий, но он не учитывает индивидуальные особенности учащихся.

Одним из популярных программных решений в этой области является Testdome. Это платформа для создания тестов на основе искусственного интеллекта, которая позволяет создавать персонализированные тесты на основе данных об успеваемости обучающихся. Testdome также предоставляет инструменты для анализа результатов тестирования и обратной связи с обучающимися.

Другое программное решение - IntelliTest. Это система тестирования, которая использует машинное обучение для создания персонализированных тестов на основе данных об успехах обучающихся. IntelliTest также предоставляет возможность настройки тестов и создания отчетов о результатах тестирования.

Еще один инструмент - Learndesk. Это платформа для автоматизации тестирования обучающихся, которая использует искусственный интеллект для создания персонализированных тестов и анализа результатов. Learndesk также предоставляет отчеты о результатах тестирования и возможность настройки тестов.

Библиографический список

1. И. Ю. Балашова, К. И. Волынская, П. П. Макарычев. Методы и средства генерации тестовых заданий из текстов на естественном языке
2. Посов, И. А. Обзор генераторов и методов генерации учебных заданий // И. А. Посов // Образовательные технологии и общество. – 2014. – № 4 (17). – С. 593–609.

ПЕРВИЧНАЯ ДИАГНОСТИКА ПАЦИЕНТА ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Н.Д. Пантюхин

Научный руководитель – Белов В.В., д.т.н., профессор

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

Медицинская диагностика – это фундаментальный этап в обеспечении качественной и своевременной медицинской помощи пациентам. Точная и быстрая первичная диагностика заболеваний является ключевым фактором, влияющим на успешное лечение и прогноз для пациентов. От нейросетей ждут серьезных достижений в этой области — это и диагностика различных заболеваний, и разработка новых лекарств, и новые методы лечения.

Технологии машинного обучения могут применяться при работе с различными видами информации. Наиболее широкое распространение нейросети в медицине получили именно в области работы с изображениями. Рабочие процессы медицинских учреждений неразрывно связаны со сбором, обработкой и анализом различных медицинских изображений: рентген, КТ, цифровые гистологические исследования и так далее.

Рассмотрим подробнее, чем именно полезны сервисы с применением технологии компьютерного зрения, на примере системы для анализа медицинских изображений Цельс. На данный момент сервис работает по четырём направлениям диагностики — маммография, флюорография, компьютерной томография лёгких и гистология. Работа врача с системой происходит следующим образом:

- Врач загружает в систему изображения (по одному или целым пакетом). Дальше система ранжирует список исследований по приоритетности — от наибольшей вероятности наличия патологии до наименьшей. Таким образом врач в первую очередь просмотрит снимки тех пациентов, у которых система заподозрила наличие новообразования. Это позволит оперативно провести дообследование, поставить диагноз и начать лечение.
- Врач открывает конкретное исследование из списка и видит изображение, на котором система маркером выделила именно те области, на которых предположительно визуализируются признаки патологии.
- Затем врач просматривает описание снимка, автоматически сформированной системой, и при необходимости вносит в него свои замечания.

Таким образом, основные задачи сервисов на основе технологий компьютерного зрения — облегчение рутинной работы врача, сокращение времени на исследование и как следствие более оперативная помощь пациенту.

Выявленные на этапе анализа предметной области аспекты автоматизации медицинской деятельности можно определить следующим образом:

- Диагностика и лечение:
 - Анализ изображений: ИИ может использоваться для анализа медицинских изображений

- Анализ медицинских данных: ИИ может обрабатывать большие объемы медицинских данных, идентифицируя закономерности и подсказывая врачам оптимальные методы лечения.
- Рекомендации по лечению: ИИ может предоставлять врачам рекомендации по выбору оптимальных методов лечения и лекарств.
- Управление медицинской информацией: ИИ может автоматизировать учет и анализ медицинской информации, что упростит работу врачей и сократит риски ошибок.
- Управление болезнями: Системы мониторинга и контроля заболеваний могут использовать ИИ для определения трендов и планирования мероприятий.
- Улучшение пациентского опыта: Персонализированный уход: ИИ может помогать создавать персонализированные планы лечения и обеспечивать более эффективное взаимодействие между врачами и пациентами.

Сотрудничество искусственного интеллекта и врача поможет улучшить результаты диагностики и сохранить время на общение с пациентом [1].

Библиографический список

1. Человеческий фактор в здравоохранении [Электронный ресурс] – URL: https://www.hopkinsmedicine.org/armstrong_institute/centers/human_factors_engineering/human_factors_in_health_care.html (дата посещения 20.10.2023).

ОТСЛЕЖИВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ ИГРОКОВ НА ВИДЕОЗАПИСИ ИГРЫ В ВОЛЕЙБОЛ

М.И. Пасынков

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

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

В докладе рассматривается проблема анализа игровой ситуации в волейболе на основе системы отслеживания действий игроков на видеозаписи.

Волейбол – популярный вид спорта, который представляет значительный интерес для профессиональных команд и тренеров. В настоящее время развитие информационных технологий активно влияет на спортивную индустрию, усиливается потребность в современных системах анализа игры, которые способны помочь тренерам развивать стратегию игры. Данные системы могут предоставлять важную информацию о динамике игры, эффективности игроков, местах наибольших возможностей для развития и принятия решений.

В работе [3] описана система отслеживания перемещений игроков по площадке на видеозаписи игры в волейбол. Для этого использовалась нейронная сеть архитектуры YOLOv8 и метод отслеживания объектов DeepSORT.

Однако информация о перемещении игроков по площадке сама по себе не позволяет генерировать рекомендации для тренера. Анализ игровой

ситуации в волейболе во многом состоит в анализе действий игроков. Поэтому систему отслеживания перемещений предлагается дополнить функциями отслеживания действий игроков.

Согласно [2], действия (приемы) игроков в волейболе принято делить на 5 основных групп.

1. Подача – введение мяча в игру в начале каждого розыгрыша.
2. Приём мяча – удар по мячу после подачи или атаки соперника с целью оставить мяч на своей стороне и придать ему более удачную для дальнейших действий траекторию.
3. Передача мяча – удар по мячу после приема с целью направить его атакующему игроку.
4. Атакующий удар – перенос мяча на сторону соперника. Атакующий удар считается успешным, если мяч падает на площадку соперника.
5. Блок – попытка помешать сопернику совершить атакующий удар с целью оставить мяч на стороне соперника.

Таким образом, результирующая система должна, помимо отслеживания перемещений игроков, определять моменты совершения ими вышеуказанных действий. Это позволит сравнивать результативность игроков на разных временных промежутках, предсказывать стратегию игры соперника и т.д.

В докладе рассматриваются современные методы отслеживания действий человека на видеозаписи [1]:

- методы на основе дескрипторов,
- пространственно-временные методы,
- локально-двоичные шаблоны,
- методы на основе нечеткого логического подхода,
- методы с применением глубокого обучения.

Проводится сравнительный анализ методов, обосновывается выбор метода для дальнейшей реализации системы отслеживания действий игроков на видеозаписи.

Библиографический список

1. Азаренко К.А., Каунг М.Н., Белов Ю.С. Обзор методов для распознавания действий человека // E-Scio. 2019. №5 (32).
2. Волейбол: Учебник для высших учебных заведений физической культуры. Под редакцией Беляева А. В., Савина М.В., — М.: «Физкультура, образование, наука», 2000. — 368 с.
3. Пасынков М.И. Применение машинного обучения в обнаружении и отслеживании объектов на видеозаписи // IT OPEN 2022: Материалы II регионального конкурса студенческих научно-исследовательских работ в области информационных и вычислительных технологий. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2022. – С. 197-204.

ВИЗУАЛЬНАЯ СРЕДА УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММНО- КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТЬЮ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Д.А. Перепелкин, К.В. Анисимов

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

Программно-конфигурируемые сети (ПКС) [1] нашли широкое применение в различных областях: центры обработки данных, сети устройств Интернета вещей, облачные платформы и т.д. Одними из наиболее важных факторов, влияющих на характеристики ПКС, являются алгоритмы, применяемые для решения задач маршрутизации, сегментирования, балансировки. Для исследования работы алгоритмов ПКС были разработаны визуальная среда и приложение для контроллера.

Визуальная среда предназначена для графического представления структуры ПКС, а также исследования работы сетевых алгоритмов. Интерфейс визуальной среды представлен на рисунке.

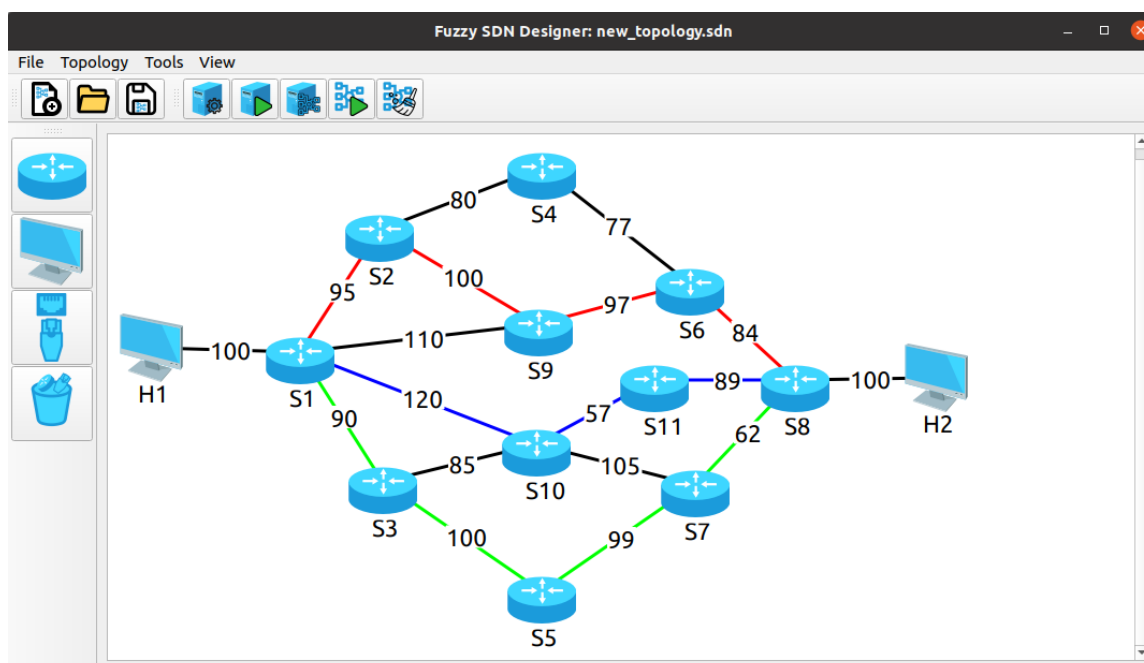


Рисунок – Интерфейс визуальной среды

Среда имеет возможность совместной работы с эмулятором ПКС Mininet и контроллером Ryu. Функции визуальной среды следующие: построение топологии программно-конфигурируемой сети, генерация скрипта топологии на языке Python для эмулятора Mininet, передача данных о топологии в контроллер, визуальное отображение как отдельных каналов связи так и маршрутов, экспорт созданной топологии и импорт имеющейся.

При создании сети на поле топологии можно добавить OpenFlow коммутаторы, хосты, а также каналы связи между ними. Каждый коммутатор имеет свой уникальный номер в рамках топологии. Каждый хост имеет MAC и IP адреса, которые устанавливаются автоматически или вручную пользователем. Каналы связи имеют следующие параметры: задержка, пропускная способность, процент потерь пакетов, джиттер, нечеткая метрика [2], которая устанавливается контроллером.

Среда позволяет устанавливать IP адрес контроллера и номера портов его северного и южного мостов.

Для удобного взаимодействия с эмулятором Mininet и контроллером среда имеет возможность запускать эти приложения прямо из графического интерфейса.

В процессе своей работы среда может отправлять данные об имеющихся сетевых устройствах и соединениях между ними в контроллер посредством REST API.

Управление ПКС осуществляет сетевой контроллер. Для обеспечения маршрутизации в сети было разработано приложение для контроллера Ryu. Приложение состоит из нескольких классов, отвечающих за различные функциональные возможности контроллера. Первый класс *Controller* отвечает за южный мост контроллера и позволяет обрабатывать сообщения, поступающие от OpenFlow коммутаторов. Также этот класс обеспечивает установку правил в таблицы маршрутизации коммутаторов.

Второй класс *ControllerAPI* обеспечивает взаимодействие с контроллером через северный мост. Контроллер имеет возможность получать данные от визуальной среды, а также от других сетевых приложений при необходимости. Помимо этого, сам контроллер может отправлять данные в визуальную среду посредством ее API. Так, контроллер может выделить некоторый канал связи в визуальной среде, чтобы оператор обратил на него внимание, или может подсветить весь маршрут. Также контроллер имеет возможность передать визуальной среде значения нечетких метрик каналов связи.

Третий класс *Network* предназначен для хранения данных о сетевой топологии: id коммутаторов, IP и MAC адреса хостов, значения метрик каналов связи. Этот класс также хранит мультиграф сети. Помимо этого, данный класс осуществляет процесс нечеткого логического вывода, в результате которого получает значения нечетких метрик каналов связи и составляет из них матрицу смежности, по которой в дальнейшем работают алгоритмы маршрутизации.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3201.2022.1.6.

Библиографический список

1. Корячко В. П., Перепелкин Д. А. Программно-конфигурируемые сети. Учебник для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2020. 288 с.
2. Перепелкин Д. А., Анисимов К. В. Разработка архитектуры и системы нечетких метрик каналов связи программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 80. – С. 53-66.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

И.В. Печенин, А.Н. Сапрыкин

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

В последние годы с использованием глубокого обучения и нейронных сетей были достигнуты значительные успехи в области компьютерного зрения. Одной из задач, которую можно решить с помощью нейронных сетей, является распознавание текста на изображении.

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

Нейронная сеть – это математическая модель, которая имитирует работу нейронов в человеческом мозге. Она состоит из множества взаимосвязанных и взаимодействующих нейронов, которые передают и обрабатывают информацию с помощью весов и активационных функций [1].

Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN) являются одним из самых эффективных инструментов для распознавания текста на изображении. Они способны автоматически извлекать признаки из изображений, что позволяет им обрабатывать сложные иерархические структуры, такие как текст.

Алгоритм распознавания текста на изображении с использованием сверточной нейронной сети обычно состоит из следующих шагов:

1. Подготовка данных: для обучения нейронной сети необходимо иметь набор размеченных данных, состоящих из изображений с текстом и соответствующих им меток или классов. Данные могут быть собраны и размечены вручную или использованы готовые наборы данных, такие как EMNIST или CIFAR-10.

2. Архитектура сверточной нейронной сети: следующим шагом является выбор архитектуры сверточной нейронной сети. Существует множество различных архитектур, которые могут быть использованы для этой задачи. Например, одна из популярных архитектур - сверточная нейронная сеть с несколькими слоями свертки и пулинга, а также полносвязными слоями для классификации.

3. Обучение нейронной сети: после выбора архитектуры необходимо обучить нейронную сеть на обучающем наборе данных. Обучение состоит в подстройке весов нейронной сети таким образом, чтобы она могла правильно распознавать текст на изображении.

4. Тестирование и оценка: после обучения нейронной сети необходимо протестировать ее на тестовом наборе данных, который не использовался в процессе обучения. Это позволяет оценить точность и эффективность алгоритма.

5. Доработка и улучшение: в случае низкой точности распознавания текста можно провести доработку алгоритма, например, путем изменения

архитектуры нейронной сети или добавления большего количества обучающих данных.

Практическая ценность работы заключается в необходимости совершенствования методов распознавания текста, в уменьшении количества затрачиваемых на это ресурсов. Возможность автоматизировать огромное количество ручного монотонного труда несет немалую практическую ценность.

Также важно учитывать размер и качество обучающей выборки, а также правильно подобрать параметры обучения, чтобы достичь оптимальной производительности и точности распознавания.

Разработка алгоритма распознавания текста на изображении при помощи сверточной нейронной сети является активной областью исследований. Множество усовершенствованных моделей и методов появляются каждый год, что позволяет достигать все более высокой точности распознавания текста [2].

Библиографический список

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

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ

И.М. Пузанов

Научный руководитель – Майков К.А., д.т.н., профессор

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

Анализ временных рядов позволяет решить такие задачи, как определение природы ряда, прогнозирование будущих значений и выявление аномалий. В данной работе решается задача выявления аномалий во временных рядах, что позволяет определять отсутствующие или искаженные данные в наблюдаемых последовательностях.

Методы поиска аномалий во временных рядах принято разделять на группы [1]:

- основанные на близости параметров или последовательности параметров фиксированной длины;
- основанные на использовании прогнозной модели с последующей сверкой прогноза и фактической величины;
- основанные на реконструкции фрагментов данных.

Особенностью некоторых временных рядов является наличие тренда и сезонности [2]. Чтобы избежать ложных выявлений предлагается выбрать метод, основанный на прогнозной модели, которая учитывает структурные особенности временных рядов.

Целью работы является реализация метода определения аномалий на основе прогнозной модели.

В качестве прогнозной модели была выбрана архитектура нейронной сети на базе автоэнкодера, включающая в себя слои LSTM [3]. Использование нейронов LSTM позволяет отслеживать зависимость новых наблюдений от прошлых, таким образом построить модель временного ряда и выявить такие закономерности как тренд, сезонность и периодичность [4].

Архитектура автоэнкодера состоит из энкодера и декодера. Энкодер выделяет базовые, наиболее существенные признаки входных данных, исключая избыточность. Благодаря этому сокращается объем анализируемых данных без потери точности выделения закономерностей временных рядов [5]. Декодер реконструирует данные по полученному от энкодера вектору.

При существенном расхождении между фактическими и предсказанными значениями, можно сделать вывод о нахождении аномалии.

Тестирование метода проводилось на наборе данных SWAT2015 [6]. Используемый набор представляет собой временные ряды нескольких устройств сети системы очистки воды, полученные на испытательном стенде, обрабатывающем в течение 7 дней трафик, соответствующий корректной работе, и в течение 4 дней при сценарии атак.

Точность определения аномалий рассмотренным методом составила 87%. Таким образом, с помощью данной реализации метода на основе прогнозной модели достигается практически приемлемая точность распознавания аномалий временных рядов.

Библиографический список

1. Поиск аномалий во временных рядах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/588320/>.
2. Анализ временных рядов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asu-analitika.ru/analiz-vremennyh-rjadov>.
3. LSTM Автоэнкодер для обнаружения аномалий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://machinelearningmastery.ru/lstm-autoencoder-for-anomaly-detection-e1f4f2ee7ccf/>.
4. Баяртуев Б. Р. Исследование возможности применения нейронных сетей для прогнозирования финансовых временных рядов: магистерская диссертация / Б. Р. Баяртуев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа ядерных технологий (ИЯТШ), Отделение экспериментальной физики (ОЭФ); науч. рук. М. Л. Шинкеев. — Томск, 2020.
5. Сравнительный анализ алгоритмов машинного обучения для определения предотказных и аварийных состояний авиадвигателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.iae.nsk.su/images/stories/5_Autometria/5_Archives/2020/6/05_Abdurakipov.pdf.
6. A Dataset to Support Research in the Design of Secure Water Treatment Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/305809559_A_Dataset_to_Support_Research_in_the_Design_of_Secure_Water_Treatment_Systems.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОГГЕРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВ

С.В. Редько

Научный руководитель – Крошила С.В., к.т.н., доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается проектирование программного обеспечения для принятия решений, которое представляет собой диалоговую систему альтернатив с использованием метода Коггера.

В основе ее лежит диалог, то есть обмен сообщениями между пользователем и компьютером, в нашем случае, разрабатываемым ПО, при котором осуществляется постоянная смена ролей информатора и реципиента [1].

Процесс диалога должен удовлетворять следующим условиям:

- единая цель информатора и реципиента;
- постоянная смена ролей пользователя и компьютера;
- общий язык общения;
- наличие общей базы знаний (данных);
- возможность пополнения базы знаний хотя бы одним из объектов (субъектов).

Проектирование разрабатываемой системы поддержки принятия решений можно разделить на несколько этапов.

Этап 1. Описание предметной области, целей создания системы и выполнение постановки задачи.

Описание должно отражать предметную область в формах:

- текстовое описание процессов, объектов и связей между ними;
- графическое представление дерева целей, стоящих перед пользователем, или дерева И-ИЛИ.

Этап 2. Составление словаря системы.

Словарь системы – это набор слов, фраз, кодов, наименований для обозначения условий, целей, заключений и гипотез. Благодаря словарю пользователь понимает результаты работы системы. Составление словаря является важным шагом, так как четко сформулированные условия и ответы резко повышают эффективность эксплуатации системы.

Этап 3. Разработка базы знаний и базы данных.

База знаний, как правило, состоит из двух компонентов: дерева целей с расчетными формулами и базы правил (сеть вывода). База правил создается на основании графа целей и сформулировавших ранее гипотез. Главное внимание уделяется коэффициентам определенности исходных условий и правил их обработки [2].

Метод МАИ включает в себя следующие четыре этапа.

1. Построение соответствующей иерархии задачи ПР.
2. Парное сравнение всех элементов иерархии.
3. Устранение несогласованности матриц попарных сравнений (если это необходимо).
4. Математическая обработка полученной от ЛПР информации.

Этап 4. Внедрение системы.

Для выявления необходимого состава и функций системы были сформированы требования к создаваемой системе:

- **Интеллектуальность.** Система должна самостоятельно определять возможность решить проблему без участия человека и в случае невозможности решения проблемы передавать ее ЛПР. Система должна быть способна оценить проблему, отнести ее к определенному классу. Система должна уметь не только осуществлять выбор наилучшего решения из определенного списка, но и генерировать этот список. Система должна выдвигать решения, а не только принимать. Система на основе данных мониторинга должна осуществлять поиск проблем (несоответствие текущих параметров плановым).
- **Обучаемость, адаптивность.** Система должна иметь возможность расширения круга решаемых проблем и методов их решения.
- **Простота.** Система должна иметь удобный и понятный графический интерфейс пользователя.
- **Рациональная быстрота.** Система должна иметь высокую скорость работы, в то же время скорость не должна быть в ущерб качеству принимаемых решений.

Для реализации перечисленных требований были выделены наиболее важные методы и технологии, которые необходимо реализовать в системе:

- Прямой и обратный индуктивный и дедуктивный вывод;
- Вывод по аналогии (абдуктивный вывод);
- Нечеткий вывод, работа с неопределенными и интервальными значениями;
- Машинное обучение;
- Поиск закономерностей в больших массивах данных (Data Mining);
- Обработка естественного языка.

Разрабатываемое программное обеспечение для решения задач диалоговой системы альтернатив с использованием метода Коггера должно соответствовать следующим требованиям (включать в себя следующие функции):

- Ввод критериев и вариантов в предметной области.
- Заполнение матрицы попарных сравнений исходными значениями.
- Вывод результатов как в текстовом, так и в схематически-графическом виде.
- Ведение диалога с пользователем.
- Активное взаимодействие с внутренними и внешними базами знаний и данных.
- Подробное объяснение выдаваемых результатов, используя внутреннюю справочную информацию.

Библиографический список

1. Белецкая С.Ю., Боковая Н.В. Организация современных диалоговых систем оптимального проектирования [Текст] – Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009.

2. Черненький, А.В. Принципы оценки и ранжирования структурных подразделений вуза [Текст] / А. В. Черненький // Технические науки. – 2016. - КубГАУ, №116(02).

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А.Н. Сапрыкин, Т.С. Васильева

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

В век информатизации и постоянного роста сложности программного обеспечения (ПО), автоматизированное тестирование становится неотъемлемой частью разработки. Техники и инструменты автоматизации тестирования продолжают совершенствоваться и приносить новые возможности. Под автоматизированным тестированием следует понимать процесс использования программных средств для выполнения тестовых сценариев и проверки соответствия ожидаемого и фактического поведения программы. Оно позволяет автоматизировать повторяющиеся и рутинные проверки, сэкономить время и ресурсы, а также повысить точность и скорость тестирования. Перейдем к рассмотрению некоторых существующих видов тестирования.

Юнит-тестирование – это процесс тестирования отдельных компонентов (юнитов) ПО для проверки их корректной работы в изоляции. Целью юнит-тестирования является обеспечение надежности и правильного функционирования отдельных модулей, функций или классов без зависимости от других частей системы. К его достоинствам можно отнести: проверку отдельных компонентов программы, обеспечение быстрой обратной связи и выявление дефектов на ранних этапах разработки. Отметим такие недостатки: необходимость создания мок-объектов и сред, ограниченная проверка взаимодействия между компонентами. Области применения данного вида тестирования являются разработка модулей, функций, классов.

Интеграционное тестирование – это тип тестирования, в котором проверяется взаимодействие между различными компонентами системы или модулями, чтобы убедиться, что они работают вместе без ошибок. Целью интеграционного тестирования является выявление дефектов, возникающих при интеграции компонентов и обеспечение правильной работы системы в целом. К его достоинствам можно отнести: проверку взаимодействия между компонентами, обнаружение проблем интеграции и тестирование интерфейсов. Отметим такие недостатки: сложность в настройке тестовой среды, высокая зависимость от внешних систем. Области применения данного вида тестирования являются интеграция модулей, проверка работы с внешними сервисами.

Системное тестирование – это процесс тестирования разработанной системы в целом с использованием реальных данных и условий. Оно направлено на проверку соответствия системы заданным требованиям и оценку ее работоспособности, производительности, надежности и безопасности. Системное тестирование проводится после успешного прохождения юнит-тестирования и интеграционного тестирования, и оно представляет собой финальную проверку перед выпуском системы в полноценную работу. К его достоинствам можно отнести: проверку работы всей системы в целом, эмуляцию реальных сценариев использования и выявление проблем производительности. Отметим такие недостатки:

сложность настройки и подготовки тестовой среды, более затратное по времени и ресурсам. Области применения данного вида тестирования являются проверка работоспособности системы, ее соответствия требованиям.

Автоматизированное тестирование – это процесс использования специальных программных инструментов и скриптов для выполнения тестовых сценариев и проверки работоспособности ПО. Цель автоматизированного тестирования заключается в автоматизации повторяемых и ресурсоемких тестовых задач, ускорении процесса тестирования и улучшении качества продукта. К его достоинствам можно отнести: увеличение скорости выполнения тестов, повышение точности и последовательности тестирования, повторное использование тестовых сценариев, возможность тестирования в широком диапазоне условий и данных, облегчение работы с большими объемами тестов. Отметим такие недостатки: высокие затраты на разработку и поддержку тестовых скриптов, ограничение эффективности при тестировании новых и изменяющихся функциональностей, невозможность полной эмуляции пользовательского опыта, требование технических навыков для написания и поддержки автоматизированных тестов. Области применения данного вида тестирования являются различные области разработки ПО.

После рассмотрения указанных в докладе видов тестирования можно сделать следующие выводы.

Каждый из видов тестов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного зависит от контекста и потребностей проекта. Они используются в различных сферах, таких как разработка ПО, веб-приложения, мобильные приложения, автоматизация процессов и т.д.

Отметим, что автоматизированное тестирование не заменяет полностью другие виды тестирования. Успешная стратегия тестирования часто включает в себя комплексный подход, в котором автоматизированное тестирование дополняет и дополняется ручным тестированием и другими видами тестирования.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ФУНКЦИОНАЛ СОВРЕМЕННЫХ ЧАТ-БОТОВ

А.Н. Сапрыкин, А.А. Храмова

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

Использование чат-ботов в настоящее время широко распространено во всех сферах жизни. Многие организации прибегают к помощи виртуальных ассистентов для общения с пользователями и клиентами. Высшие учебные заведения также следуют этому тренду, стремясь создать свой цифровой университет и облегчить студентам поиск информации.

Чат-боты или виртуальный ассистенты - это программы, которые могут проводить диалог с пользователями в режиме реального времени. Они используются для автоматизации общения между людьми и компьютерами. Чат-боты способны выполнять множество функций различного характера: отвечать на вопросы, оказывать помощь в поиске информации и т.д.

Виртуальные ассистенты могут быть интегрированы в мессенджеры, веб-сайты и другие платформы.

Общение между пользователем и чат-ботом осуществляется с помощью http-запросов. Чат-бот и платформа, на которой он работает, связаны через вебхук в виде URL, который состоит из двух частей: frontend и backend.

Frontend представляет клиентскую часть интерфейса виртуального ассистента. Для этого чаще всего используют следующие мессенджеры: telegram, vk, whatsapp и т.д.

Backend представляет программно-аппаратную часть системы - серверную часть. С помощью сервера осуществляется последовательность действий по приему сообщения от пользователя и передачи ему соответствующего ответа.

Для разработки чат-ботов используются такие языки программирования, как PHP, Python, C# и т.д.

Чат-боты классифицируются по алгоритму, виду и функциональности. По алгоритму они делятся на простые, с небольшим функционалом и заранее заготовленным скриптом для общения с пользователем и саморазвивающиеся. В основу последних заложена нейронная сеть, благодаря которой бот анализирует сообщения, введенные пользователем, и выдает реалистичные ответы.

По виду можно выделить кнопочные и текстовые чат-боты. Общение пользователя с кнопочным виртуальным ассистентом производится с помощью специальных кнопок, на которых написаны возможные ответы для той или иной ситуации. При общении с текстовым чат-ботом пользователь в праве сам писать необходимый текст, а программа с помощью распознавания ключевых слов в запросе пользователя выдаст требуемый ответ.

По функционалу чат-ботов можно разделить на функциональные и коммуникационные. Задача функциональных состоит в том, чтобы помочь пользователю в выполнении того или иного действия. Они могут проводить оплату, оформлять заказ на товары в магазине и т.д. Целью коммуникационных ботов является поддержка пользователей в реальном времени. В их функционал могут входить такие задачи как: информирование о различных новостях, поиск необходимой информации и т.д.

Выделим основные преимущества чат-ботов:

1. обеспечивают консультацию и поддержку в режиме реального времени;
2. помогают находить нужную информацию для пользователя за короткое время;
3. могут сохранять и анализировать информацию о конкретном пользователе;
4. могут быть легко интегрированы в различные платформы и мессенджеры;
5. улучшают качество обслуживания пользователей и повышают уровень удовлетворенности.

Использование чат-ботов становится все более популярным и широко применяемым в различных сферах деятельности. Они упрощают коммуникацию с пользователями, сокращают время ожидания ответа и

повышают качество обслуживания. В будущем можно ожидать дальнейшего развития и усовершенствования чат-ботов, а также их применения в новых областях.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВ МУТАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

А.О. Сапрыкина

Научный руководитель – Корячко В.П., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе проводится сравнительный анализ основных видов мутации генетических алгоритмов.

Мутация предназначена для внесения произвольных изменений в хромосомы особей. Данное свойство оператора мутации позволяет «выбираться» из локальных экстремумов и, тем самым, препятствует преждевременной сходимости алгоритма. Мутация гена выполняется в определенной, заданной заранее вероятностью, значение которой, как правило, значительно меньше единицы. Рассмотрим различные варианты реализации оператора мутации.

Целочисленная мутация

При целочисленном кодировании с помощью мутации изменяются отдельные биты хромосомы. Происходит это следующим образом: для каждого гена хромосомы генерируется случайное число в интервале $[0,1]$, которое сравнивается со значением вероятности мутации. Если полученное на шаге число не превосходит заданного порога, то значение гена изменяется на противоположное.

Мутация для вещественных особей

Для данного вида мутации необходимо определить величину шага мутации. Этот параметр задает число, на которое изменится значение гена при мутации. Выбор оптимального размера шага очень сложная задача. Доказано, что оптимальный шаг должен изменяться в течение всего процесса поиска. Наиболее пригодными считаются маленькие шаги и вероятность их задания выше. В результате новая особь, в большинстве случаев, не сильно отличается от предыдущей.

Другие виды мутации

Пусть дана некая особь. К данной особи можно применить следующие операторы мутации:

1. Присоединение случайного гена из множества возможных значений генов к концу последовательности.
2. Вставка случайного гена в произвольно выбранную позицию.
3. Удаление произвольно выбранного гена из последовательности.
4. Обмен местами соседей случайного гена.

Заметим, что для особей с фиксированным числом генов в последовательности возможно применение в чистом виде только 4 типа мутации, а 1 и 2 виды мутации должны применяться в сочетании с мутацией номер 3.

Библиографический список

1. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы // Учебное пособие: 2 изд. – 2006. – С. 221-230.
2. Фогель Л., Оуэнс А., Уолш М. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. – М.: Мир, 1969. – С. 210-220.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ МАТЛАВ ДЛЯ АНАЛИЗА АУДИОДАНЫХ

М. Н. Сараев

Научные руководители –

Бабаев С.И., к.т.н., доцент,

Мельник О.В., д.т.н., профессор

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

В докладе рассмотрено применение инструментов среды разработки MATLAB для первичной обработки и анализа аудиоданных. В частности, представлены методы извлечения аудио и речевых признаков на основе мел-частотного кепстрального коэффициента (MFCC), частотно-временного преобразования на основе кратковременного преобразования Фурье (STFT), дискретно косинусного преобразования (MDCT), дискретное преобразование Фурье (DFT).

Мел-частотный кепстральный коэффициент позволяет осуществить выделение признаков лингвистического содержания из аудиоданных, что можно считать первичным анализом речевых данных. Практика показала, что в результате применения данного метода будут отброшены признаки, отвечающие за эмоции, а также различные шумы, которые присутствуют на записи.

На рисунке 1 представлена мел диаграмма 5-ти секундной речи, со словами «Всем добрый день, делаю тестовую запись для анализа данных».

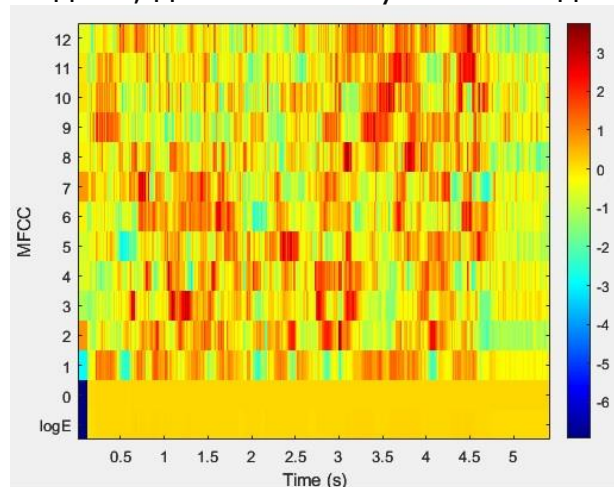


Рисунок 1 – Мел диаграмма речи

Расчёт мел-частотного кепстрального коэффициента осуществляется в среде разработки MATLAB, командой `[coeffs, delta, deltaDelta, loc] = mfcc(audioIn, fs)`, где задаются следующие четыре параметра: coeffs -

кепстральные коэффициенты Mel-частоты; delta - изменение коэффициентов; deltaDelta - изменение значений дельты; loc - местоположение последней выборки в каждом входном кадре.

На рисунке 2 представлен результат оконного преобразования Фурье (STFT) 5-ти секундного аудио файла.

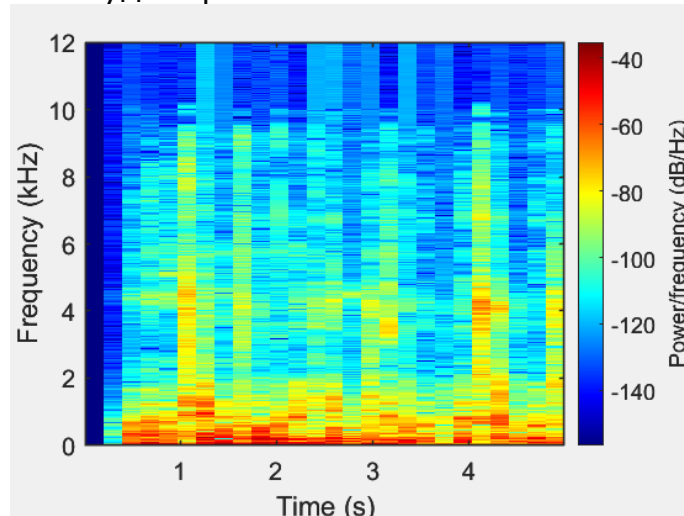


Рисунок 2 – Оконное преобразование Фурье

Один из аспектов распознавания речи включает в себя обнаружение и анализ признаков, которые носят эмоциональную составляющую речи. Такую эмоциональную окрашенность речи приносят следующие группы признаков:

- спектральные признаки;
- временные признаки;
- кепстральные признаки;
- амплитудно-частотные признаки;
- признаки нелинейной динамики.

Для распознавания эмоционального состояния спикера, необходимо использовать интегральный показатель из перечисленных выше признаков, на основе нейронной сети, способной достоверно классифицировать как сами эмоциональные состояния, так и отклонения от нормы.

Библиографический список

1. Саймон Хайкин. Нейронные сети: учебник: полный курс, 2-е издание – М. Изд-во «Вильямс», 2006 – 1104с.
2. М. Г. Доррер Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB: лабораторный практикум – СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2021 – 98с.
3. Загуменнов А. Компьютерная обработка звука: Пособие, 2-е издание – М. ДМК-Пресс, 2004 – 582с.
4. О.Д. Аксенов. Метод мел-частотных кепстральных коэффициентов в задаче распознавания речи, БГУИР - Минск, 2019.
5. Steven L. Brunton, J. Nathan Kutz. Data-Driven Science and Engineerin: 2 Second edition– United KingdomTJ, Books Limited, Padstow, Cornwall, 2022 – 615с.
6. Deep learning toolbox [Электронный ресурс]. URL:

<https://exponenta.ru/neural-network-toolbox/> (дата обращения: 25.10.2023 г)

РЕВОЛЮЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА «GRAALVM» ИЛИ JAVA СО СКОРОСТЬЮ СВЕТА

И.С. Трофимов

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

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

Введение

Java разработчики часто сталкиваются с проблемой сниженной производительности программы. GraalVM решает проблему сниженной производительности Java программ путем АОТ-компиляции, убирая необходимость в использовании виртуальной машины Java.

JIT-компиляция

JIT-компиляция - это оптимизация кода во время выполнения программы. Она позволяет анализировать и оптимизировать код в реальном времени, улучшая производительность приложения. JIT-компиляция адаптируется к изменяющимся условиям и данным программы, что приводит к снижению затрат на компиляцию и улучшению производительности. Она также выполняется инкрементально, только для нужных частей кода, что сокращает время запуска и потребление памяти.

АОТ-компиляция:

АОТ-компиляция - это процесс, при котором код компилируется в машинный код до выполнения программы. Она позволяет достичь быстрого запуска программы, так как код уже предварительно скомпилирован и готов к выполнению. АОТ-компиляция также обеспечивает предсказуемую производительность, поскольку весь код уже скомпилирован и не требует оптимизации во время выполнения. Единственным недостатком АОТ-компиляции является большее потребление памяти, так как весь код должен быть предварительно скомпилирован, в отличие от JIT-компиляции, где компиляция происходит по мере необходимости.

Процесс JIT-компиляции:



Процесс АОТ-компиляции:



Время старта реального промышленного ПО на Java (программа уже скомпилирована):



Недостатки GraalVM:

Приложения, скомпилированные один раз с использованием GraalVM, действительно, работают куда быстрее, чем приложения, использующие JVM, однако компиляция Java-программы в бинарный код требует довольно много времени и ресурсов из-за чего первый запуск приложения может занять значительное время. Если разработчик захочет модернизировать ПО, то ему потребуется заново долго компилировать доработанную программу.

Вывод:

GraalVM значительно ускоряет работу приложения за счёт АОТ-компиляции, однако его использование требует предварительного анализа частоты выпуска обновлений для приложения.

Библиографический список

1. GraalVM Documentation [Электронный ресурс]: URL: <https://www.graalvm.org/latest/docs/>
2. Oracle GraalVM Enterprise Edition [Электронный ресурс]: URL: <https://www.oracle.com/a/ocom/docs/graalvm-enterprise-white-paper.pdf>

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

С.В. Чернышёв

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

В докладе рассматриваются вопросы алгоритмизации морских бортовых информационных систем, использующих аппаратно-программные средства (далее АПС) определения местоположения подводных робототехнических комплексов (далее ПРТК), к которым относятся как буксируемые подводные средства, так и автономные, способные нести аппаратуру для исследования толщи океана и океанического дна. В последнее время наиболее актуальными являются ПРТК, производящие морские подводные работы в шельфовой зоне на глубинах до 200 метров с целью изучения инженерно-геологических условий для бурения и добычи залежей нефтяных и газовых конденсатов.

АПС ПРТК могут содержать приемоизлучающие антенные системы, бортовые системы обработки гидроакустической информации, быть обитаемыми или необитаемыми. Определение местоположения ПРТК, как правило, производится относительно судна обеспечения в корабельной системе координат. Координаты судна определяются с необходимой точностью, например, с помощью глобальной спутниковой системы навигации.

Необходимость точного определения координат ПТРК вызвано следующими основными причинами [1]:

- нанесением на карту или рабочий планшет результатов наблюдений, например, в случае наличия в составе АПС бортовых эхолотов и/или гидролокаторов бокового обзора;
- привязка к точным геофизическим координатам результатов поисковых и разведочных работ (инженерно-геофизические исследования, батиметрия, донные отложения, трубопроводы, затонувшие суда и др.);
- знание координат приемников в распределенной акустической антенне, буксируемой за судном или ПТРК для правильной интерпретации и решения обратной задачи по результатам проведенных измерений и исследований.

В докладе рассмотрены основные известные методы решения названной выше задачи, основанные на взаимодействии судна обеспечения и ПТРК при использовании «маяка-ответчика», установленного на борту ПТРК. К ним относятся способы «короткой и сверхкороткой базы», использующие акустический тонально-импульсный сигнал запроса и ответа на частоте f_1 . Алгоритм обработки принимаемых и оцифрованных сигналов выбирается исходя из применяемых методов для каждой из выбранных баз, а именно: «пеленг-пеленг» или «пеленг-дистанция» [2].

Рассмотрены достоинства метода «пеленг-дистанция» при «сверхкороткой базе» в случае применения фазовых алгоритмов измерения. В этом случае существенно уменьшается размер судовой приемной антенны, состоящей из трех элементов, конструктивно оформленной в виде единой конструкции, имеющей форму цилиндра диаметром и высотой не превышающих длину волны излучающего тонального акустического сигнала. Оцифрованный ответный сигнал в АПС подвергается обработке цифровыми фазовыми методами измерения. По вычисленным фазам прихода ответных сигналов, принятых на три приемника, образующих две пары расположенных в горизонтальной плоскости в направлениях взаимно перпендикулярных осей x и y координат судна с базовыми расстояниями d , определяются синусы углов прихода ответного сигнала в плоскостях судовой координатной системы. Для расчета координат местоположения ПТРК в этом случае необходимо знать его наклонное расстояние до судна L , определяемое временем пробега t акустического сигнала до удаленного робота и обратно. Показано, что при использовании временных методов расчета t , среднеквадратическая ошибка в вычислениях местоположения ПТРК значительно превышает такую же ошибку, но в сравнении с фазовыми методами. Это определяется точностью измерения времени поступления сигнала, которая зависит:

- от уровня воздействующих на вход приемника шумов;
- от изменения формы сигнала из-за его фильтрации в водной среде;
- от выбранного критерия принятия решения о наличии сигнала.

Для увеличения точности определения местоположения ПТРК предлагается отказаться от расчета расстояния L временными методами, заменив их фазовыми методами. Для этого в направлении приемной акустической антенны судна обеспечения с борта ПТРК излучается тонально-импульсный акустический сигнал на частоте f_2 близкой и некратной частоте f_1 , Причем разнос используемых частот выбирается из

максимально возможного удаления ПРТК от судна, а значения частот из требуемой точности определения его трехмерных координат.

Прием акустического сигнала на частоте f_2 производится в АПС дополнительным приемником, входящим в состав акустической приемной антенны и расположенным на минимальном расстоянии от базовых взаимно перпендикулярных приемных элементов. Наклонная дальность L является функцией разности фаз излученного и принятого на дополнительный приемный элемент сигналов на частотах f_1 и f_2 , разности этих частот, а также скорости звука в водной среде, которая является параметром, определяемым сезонным термоклином в месте проведения поисковых работ (табличные данные выбираются из информационной базы в обрабатывающей программе).

Предлагаемый метод и алгоритм обработки позволяет:

- использовать один и тот же излучатель в маяке-ответчике с разделенными по времени близкорасположенными излучаемыми частотами;
- минимальным образом изменить конструкцию приемной судовой антенны, добавив дополнительный приемник:
- унифицировать программную часть алгоритма обработки АПС с одновременным увеличением его быстродействия.

Библиографический список

1. Гусев В.Г. Системы пространственно-временной обработки гидроакустической информации. – Л.: Судостроение, 1988. – 262 с.
2. Евтютов А.П., Митько В.Б. Инженерные расчеты в гидроакустике, 2-ое изд. перераб. и доп. Л.: Судостроение, 1988. – 288 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ChatGPT ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А.Д. Шевырева, М.И. Иваев

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ)

В настоящее время наиболее часто говорят об искусственном интеллекте (ИИ). Очень популярен в наши дни и у всех на слуху chatGPT – чат-бот от OpenAI, который уже умеет делать массу вещей, в том числе, писать и выявлять баги в программных кодах. Искусственный интеллект, в просторечии известный как ИИ, завоевал популярность в различных отраслях промышленности, от программного обеспечения SIRI для распознавания голоса до возможностей самостоятельного вождения современных автомобилей. [2]

Технологии искусственного интеллекта начали широко применять в области строительства, а именно в планировании, чтобы отслеживать местоположение и загрузку оборудования, контролировать качество работ и безопасность стройплощадки, создавать цифровой двойник, тем самым повышать производительность труда при возведении здания.

Искусственный интеллект может помочь дизайнерам быстрее создавать проекты. Он также может предлагать альтернативы и сообщать, как они могут улучшить дизайн. [1]

Это помогает дизайнерам более эффективно настраивать и персонализировать дизайн. Различные бренды могут быть разработаны с использованием искусственного интеллекта и распространены среди тысяч пользователей на основе их предпочтений и опыта. Искусственный интеллект генерирует миллионы уникальных версий, новых сайтов и медиа, найденных в профиле пользователя.

Это полезно для распознавания лиц и компьютерного зрения. Это помогает дизайнерам учитывать широкий спектр характеристик пользователей, таких как пол, возраст, местоположение, контекст и настроение. [3]

Можно объединить искусственный интеллект с распознаванием голоса. Это помогает разработчикам UX создавать более удобные и персонализированные приложения.

Искусственный интеллект используется при выполнении анализа данных, тем самым помогая дизайнерам располагать широким спектром информации о пользовательских показателях.

Системы ИИ станут повседневными в самом ближайшем будущем – и в быту и в бизнесе. Многие компании окажутся перед неизбежной необходимостью разрабатывать свои стратегии использования ИИ, и неверные решения негативно отразятся на их функционировании и репутации.

Библиографический список

1. Лукичѳв П.М., Чекмарев О.П. Применение искусственного интеллекта в системе высшего образования // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Том 13. – № 1. – С. 485-502. – doi: 10.18334/vines.13.1.117223. (дата обращения: 24.10.2023)

2. Абасов, Р. К. Анализ методов искусственного интеллекта САПР технологических процессов производства электронной аппаратуры / Р. К. Абасов, Абубакар Силла. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 24 (128). — С. 41-48. — URL: <https://moluch.ru/archive/128/35423/> (дата обращения: 25.10.2023).

3. Области применения ИИ /Краснов А.Н., Ксенофонтов А.А., Шмелева Л.А.// CyberLinika, - 2023. —URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-kak-proryvnaaya-innovatsiya> (дата обращения: 24.10.2023).

Секция 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

**РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БИЛЛИНГА
КОММУНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ЖИЛИЩНЫХ УСЛУГ**

Д.В. Аникеев, Е.М. Федотов

**Научный руководитель — Маркин А.В., канд. техн. наук, доцент
Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Жилищно-коммунальная сфера является одной из основных составляющих народного хозяйства Российской Федерации, охватывающей многоотраслевой производственно-технический комплекс, потребность в продукции которого практически не ограничена.

Жилищно-коммунальными услугами называют сочетание разных типов деятельности, общей целью которых является ресурсоснабжение жилых домов, обеспечение функциональности и исправности их технических составляющих и разрешение прочих вопросов, связанных с удобным проживанием.

Расчёт и приём жилищно-коммунальных платежей — важная составляющая повседневного быта граждан, каждый из которых для удовлетворения своих жизненных потребностей пользуется жилищными услугами (аварийное и плановое обслуживание, ремонт), потребляет или расходует коммунальные ресурсы (вода, газ, тепло, электроэнергия).

Целью текущей работы является разработка прототипа информационной системы биллинга коммунальных ресурсов и жилищных услуг в виде веб-приложения с использованием микросервисной архитектуры.

Создание прототипов информационной системы помогает сделать требования к ней более реалистичными, а также помогает устранять пробелы в их понимании. Прототипы — это частичная реализация предлагаемого программного продукта, которую заказчики могут опробовать, а также обдумать все требования к своей будущей информационной системе. Обсуждение прототипов на ранних этапах процесса разработки помогает прийти к соглашениям относительно того, что должна делать система, это в свою очередь снижает вероятность провала проекта [1].

В работе рассматривается использование микросервисной архитектуры при разработке ИС. Данное требование установлено заказчиком прототипа — ООО "АБОНЕНТ+" для расчетно-платежного комплекса «Абонент+», который производит автоматизацию расчётов и приёма платежей за жилищно-коммунальные услуги [2]. В таком случае, целесообразно применять вертикальный или структурный прототип, так как он разрабатывается в случае, если присутствуют сомнения в реализации предполагаемого подхода к архитектуре системы [1].

Микросервисная архитектура — это подход, при котором единое приложение строится как набор сотрудничающих микрослужб, каждая из которых является независимо развертываемой службой, моделируемой вокруг определенного бизнес-процесса. Взаимодействие между ними

происходит через сети, что делает их разновидностью распределенной системы [3]. Преимущества использования микросервисной архитектуры заключаются в том, что независимое развертывание микрослужб открывает новые модели повышения масштаба и работоспособности систем. Изоляция процессов дает возможность выбора различных технологий в отдельных микрослужбах, используя разные языки и стили программирования, платформы развертывания или базы данных. Также микросервисы обеспечивают гибкость, что открывает больше возможностей относительно того, как решать задачи в будущем [3].

Помимо этого разрабатываемый прототип информационной системы представлен в виде веб-приложения. Веб-приложение — это ПО, использующее соединение клиент-серверного типа. Сервер представлен веб-сервером, а клиентом является браузер. Местом хранения информации выступает сервер, а сеть используется для передачи информации пользователю. Данное ПО, является сервисом, достоинствами которого являются кроссплатформенный характер, простота доступа приложения [4].

В качестве технологии для развертывания приложений выбран Docker, позволяющий разрабатывать, тестировать и запускать веб-приложения в средах, поддерживающих контейнеризацию [5].

Принимая во внимание описанные подходы к разработке прототипа ИС, построена его структурная схема, представленная на рисунке 1.



Рисунок 1 — Структурная схема

На данный момент разработан прототип информационной системы биллинга коммунальных ресурсов и жилищных услуг в виде веб-приложения с применением микросервисной архитектуры и технологии Docker. В перспективе предполагается увеличение количества микрослужб относительно предметной области и в зависимости от требований заказчика.

Библиографический список

1. Солонин Е.Б. Современные методики разработки информационных систем [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13395/1/Solonin_FT.pdf, свободный (дата обращения 16.10.2023).
2. Абонент+ Расчетно-платежный комплекс [Электронный ресурс] / официальный сайт. — Режим доступа: <https://www.abonent.plus/>, свободный (дата обращения 16.10.2023). — Загл. с экрана.

3. Ньюмен С. От монолита к микросервисам: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2021. — 272 с.: ил.

4. Тузовский А.Ф. Проектирование и разработка web-приложений / А. Ф. Тузовский. — М.: Издательство Юрайт, 2019.—218 с.

5. Docker Documentation: How to Build, Share, and Run [Электронный ресурс] / официальный сайт. — Режим доступа: <https://docs.docker.com/> , свободный (дата обращения 16.10.2023). — Загл. с экрана.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОНОГРАММ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТЕГАНОФОНИИ

А.М. Асиненко

Научный руководитель – Алефиренко В.М., к.т.н., доцент
**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Компьютерная стеганофония основана на использовании сонограмм аудиофайлов, в которых могут скрываться графическая и аудиоинформация. Сонограмма чаще всего отображается в виде квазитрехмерного многоуровневого изображения, где по осям ординат y и абсцисс x отложены, соответственно, частота и время, а амплитуда или мощность сигнала на данной частоте в данное время отражается по оси z на плоскости в виде определенного хроматического цвета или оттенков серого (ахроматического цвета). На черно-белых сонограммах именно уровень серого цвета соответствует мощности звукового сигнала в данном узле частотно-временной сетки [1].

Сонограмма позволяет анализировать звуковые сигналы, идентифицировать различные частотные компоненты и их изменения во времени. Она широко используется в области акустики, музыки, речевых наук и других областях, где требуется анализировать звуковые данные.

На сонограмме можно определить такие характеристики звука, как частота основной тона, его длительность, наличие и интенсивность побочных частот, шумов и других акустических особенностей. С помощью сонограммы можно также определить характеристики сигналов, которые невозможно обнаружить слухом или посредством обычного спектрального анализа.

Одним из направлений использования сонограмм для компьютерной стеганофонии является возможность скрытия информации без существенного нарушения звучания аудиофайла, что требует специальных исследований различных видов аудиофайлов, видов текста и их расположения относительно оси частот.

Другим направлением использования сонограмм для компьютерной стеганофонии является сканирование текстовых или графических изображений и скрытие в них информации с последующим инвертированием в исходные изображения.

Сонограмма может быть создана с использованием различных программных инструментов и алгоритмов обработки звука. Одним из наиболее популярных инструментов для создания сонограммы является

программное обеспечение *Audacity*, которое предоставляет широкие возможности для анализа и визуализации звука.

Библиографический список

1. Петраков, А.В. Защита абонентского телетрафика / А.В. Петраков, В.С. Лагутин. – М.: Радио и связь, 2001. – 504 с.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Е.И. Бавбель, Е.В. Коляда, А.А. Бородич

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Беспилотные летательные аппараты уже давно применяются не только для решения военных задач, но в гражданских целях. Сопровождение цели, доставка грузов, поиск людей или объектов, работа в опасных или загрязненных условиях – являются типичными задачами, решаемыми с борта беспилотного летательного аппарата. Возможность получения данных изображения и предоставления данных, касающихся распознанных объектов, может быть предложена как автономная система, которая может эксплуатироваться агентствами или субъектами, такими как отделы дорожного движения и другие правительственные учреждения. Данные также могут быть предоставлены как часть услуги, посредством которой организация собирает и анализирует данные изображения и предоставляет данные как часть одноразового проекта, проекта постоянного мониторинга или другого подобного пакета. Клиент услуги может указать тип желаемых данных, а также частоту данных или продолжительность мониторинга, и с него может взиматься соответствующая плата. В некоторых вариантах осуществления данные могут быть опубликованы как часть службы подписки, при этом поставщик мобильных приложений или другой подобный субъект может получить подписку, чтобы публиковать или получать данные для таких целей, как навигация и определение маршрута. Такие данные также могут быть использованы для выявления аварий, строительных работ, затоплений и других подобных происшествий [1–7].

Исследование методов и средств проектирования беспилотного летательного аппарата для ведения наблюдения осуществлялась на основании рассмотрения статей, методов и решений, предложенных по теме диссертации как в странах СНГ, так и дальнего зарубежья. Одним из недостатков исследований, представленных в современной технической литературе, является отсутствие обширного сравнительного анализа, который может объективно дать ответ о целесообразности применения тех или иных алгоритмов и методов в разных ситуациях. Предложенное исследование направлено на усовершенствование и анализ методов проектирования беспилотных летательных аппаратов с целью видеонаблюдения по заданной траектории.

Поставленная цель работы определяет следующие основные задачи исследований:

1. Провести обзор современных беспилотных летательных аппаратов и состояния проблемы при проектировании беспилотного летательного аппарата.

2. Выполнить анализ современных методов проектирования, необходимых для разработки беспилотного летательного аппарата для ведения наблюдения за объектами по заданной траектории;

3. Разработать модель беспилотного летательного аппарата на основании существующих методов проектирования и определить наиболее оптимальное решение.

Тема исследования отвечает потребностям, обусловленным требованиями к научным исследованиям в области разработки новых БПЛА, и учитывает возможности современного уровня математических методов и вычислительных технологий.

Данная технология позволит осуществить переход с традиционного подхода «проб и ошибок» на новые технологии на основе точных и вычислительно-эффективных современных алгоритмов аэродинамического анализа и глобальных методов автоматического оптимального поиска с использованием многоуровневой параллелизации вычислительного потока на суперкомпьютерных вычислительных кластерах.

В настоящее время разработка методов оптимального аэродинамического проектирования ведется рядом исследовательских коллективов. Среди них можно указать исследователей из Станфордского университета в США, французских ученых проф. В. Mohammadi и проф. О. Pironneau со своими учениками, специалистов из DLR (German Aerospace Center) в Германии. Отметим, что основной подход этих коллективов основан на использовании различных вариантов градиентного метода. Основным слабым местом этого подхода является локальный характер поиска оптимальной геометрии и трудности с удовлетворением большого количества ограничений на оптимальное решение, которые являются решающими для применения этих методов для решения реальных задач промышленного аэродинамического проектирования. В России можно отметить ученых из ЦАГИ А.Л. Болсуновского, Н.П. Бузоверю и др. При этом необходимо отметить, что работ посвященных решению этой задачи в трехмерной постановке практически нет.

Исходя из анализа литературы можно сделать вывод, что одним из важнейших критериев эффективности современного БПЛА является высокая продолжительность полёта, которая пропорциональна планерному качеству, что подтверждает правильность предлагаемого в исследовании нового подхода к технологии аэродинамического проектирования, в основе которого лежит задача минимизации полного сопротивления при фиксированном коэффициенте подъемной силы. Крыло должно иметь большое удлинение и должно формироваться из высоконесущих профилей, обладающих большой толщиной. Для обеспечения управляемости на закритических углах атаки срыв потока должен начинаться в корне крыла, сохраняя безотрывное обтекание в концевых сечениях для сохранения благоприятных условий работы элеронов. Целесообразно применение профилей пусть даже с незначительно меньшим, но с более затянутым по углу атаки срывом.

Библиографический список

1. Бавбель, Е. И. Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в обеспечении безопасности дорожного движения = Features of use of unmanned aerial vehicles in ensuring road safety / Бавбель Е. И. // Электронные системы и технологии : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023. – С. 61–63.
2. Бавбель, Е. И. Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в обеспечении безопасности дорожного движения = Features of use of unmanned aerial vehicles in ensuring road safety / Бавбель Е. И. // Электронные системы и технологии : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023. – С. 61–63.
3. Анискевич, А. С. Проблемы проведения аэрофотосъемки с применением БПЛА = Problems of conducting aerial photography using UAV / А. С. Анискевич, Е. И. Бавбель // Электронные системы и технологии : сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2021. – С. 664–666.
4. Бавбель, Е. И. О необходимости применения систем высокоточного позиционирования при построении БПЛА = On the necessity of application of high-precision positioning systems when building a UAV / Е. И. Бавбель, А. С. Анискевич // Электронные системы и технологии : сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2021. – С. 670–672.
5. Бавбель, Е. И. Описание и принципы работы систем радиотелеметрии на примере БПЛА / Бавбель Е. И., Анискевич А. С. // Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2020 : материалы Республиканской научно-практической конференции, Минск, 28-29 октября 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2020. – С. 309-310.
6. Бортовые измерительные и радиотелеметрические системы [Электронный ресурс] // Научно-производственное предприятие «МЕРА». – Режим доступа: <http://www.nppmera.ru/assets/files/Bort.pdf>; Дата доступа: 14.10.2023.
7. Бакин, Э. Н. Применение беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа при организации воздушной радиационной и химической разведки / Э. Н. Бакин, А. Н. Петрикин, Д. Г. Колесов // Воздушнокосмические силы. Теория и практика. – 2017. – № 3. – С.7–14.

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ БПЛА С ПОВЫШЕННОЙ ВЫНОСЛИВОСТЬЮ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ

Е.И. Бавбель, А.А. Бородич, Е.В. Коляда

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в последние годы получили повсеместное распространение благодаря своей адаптируемости и простоте использования. В частности, наблюдательные летательные аппараты вызвали повышенный интерес и использование правоохранительными органами, гражданской безопасностью, геодезическими и федеральными службами. Повышенный интерес привел к разработке беспилотного летательного аппарата с повышенной выносливостью и грузоподъемностью. Кроме того, поскольку многие области применения беспилотников-наблюдателей связаны с повышенными требованиями к безопасности, для многих организаций предпочтение отдается летательным аппаратам российского производства [1–7].

БПЛА с летающим крылом должен быть в состоянии оставаться в воздухе в течение длительного времени, а также обладать грузоподъемностью, достаточной для перевозки камер и другого сенсорного оборудования. Кроме того, летательный аппарат должен иметь съемные крылья, которые остаются в пределах заданного размаха.

Разработка беспилотного летательного аппарата представляет собой итеративный процесс, в ходе которого рассматриваются и анализируются различные области.

Беспилотный летательный аппарат может включать в себя одну или несколько камер для захвата данных изображения в поле зрения, которое частично зависит от местоположения и ориентации летательного аппарата. По крайней мере, часть данных изображения может быть обработана на беспилотном летательном аппарате для определения местоположения интересующих объектов, таких как люди или автомобили, и использования этой информации для определения направления полета беспилотника, чтобы получить более качественные данные изображения тех или иных подобных объектов. После идентификации интересующие объекты можно подсчитать, а также определить плотность, движение, местоположение и поведение этих объектов. Это может помочь определить такие события, как заторы на дорогах или необычные модели движения пешеходов, а также определить местонахождение людей, пожаров или других подобных объектов.

Кроме того, БПЛА могут работать в местах и снимать изображения, которые было бы трудно получить с помощью обычных камер или устройств. Однако возможность использования этих представлений изображений ограничена из-за таких факторов, как ограниченная вычислительная мощность, объем памяти для хранения данных и пропускная способность связи этих устройств. Хотя можно использовать более крупные БПЛА, которые могут поддерживать дополнительные ресурсы, эти летательные аппараты значительно дороже в эксплуатации и имеют ограничения в

отношении того, где и как они могут работать.

Проектирование БПЛА – сложная задача, особенно для исследователей, не обладающих достаточными базовыми знаниями в области аэродинамики и механики винтокрылых аппаратов. Проблемы могут возникать из-за различных аспектов, таких как выбор аппаратных компонентов, разработка программного обеспечения и антивибрационные решения. Кроме того, широко распространенный радиоуправляемый вертолет имеет строго ограниченную полезную нагрузку, что значительно усложняет процесс проектирования. Хотя некоторые летательные аппараты были успешно созданы и реализованы, не существует единой, экономящей время и эффективной методологии проектирования, которая была бы четко описана в литературе.

Неопределенность, существующая на ранних этапах процесса проектирования, влияет на надежность системы. Важно управлять ошибками на ранних этапах процесса проектирования, чтобы снизить вероятность повторного проектирования. Проектирование сложных и больших систем, таких как беспилотные летательные аппараты является важной задачей, которая требует соответствующего компромисса для достижения баланса между несколькими связанными целями. Цели включают высокую производительность и низкие затраты. Чем раньше эти компромиссы будут осознаны в процессе проектирования, тем больше рисков, связанных с технологиями, программированием и затратами, можно будет минимизировать. Между требованиями к назначению, ограничениями, подсистемами проектирования и противоречивыми целями существуют сложные взаимосвязи, которые можно координировать с помощью подходящей стратегии оптимизации.

Достижения в таких технологических областях, как блокчейн, искусственный интеллект и машинное обучение, позволяют разработать БПЛА с модернизированными и усовершенствованными системами, которые обеспечивают большие возможности применения и эффективность, чтобы сделать миссии БПЛА более успешными.

На сегодняшний день существует достаточно большое число работ по изучению методов проектирования беспилотных летательных аппаратов. Наиболее значимые результаты были получены зарубежными учеными, которые проводили исследования, направленные на уточнение методов проектирования и повышения их качества изготовления (Д. Гунаратна, Н. Блуаз, С. Мохсан, Во-утер Х. Мэйс, Юн Чжан, Н. Пульсири и Р. Тезенвиц) а также работы российских и белорусских ученых, Крылов Е.Д., Лопатин А.В., Кондров Я.В., Припадчев А.Д., Горбунов А.А. и др., в которых описывалась методика проектирования конструкций беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов.

Библиографический список

1. Бавбель, Е. И. Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в обеспечении безопасности дорожного движения = Features of use of unmanned aerial vehicles in ensuring road safety / Бавбель Е. И. // Электронные системы и технологии : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и

радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023. – С. 61–63.

2. Бавбель, Е. И. Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в обеспечении безопасности дорожного движения = Features of use of unmanned aerial vehicles in ensuring road safety / Бавбель Е. И. // Электронные системы и технологии : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023. – С. 61–63.

3. Анискевич, А. С. Проблемы проведения аэрофотосъемки с применением БПЛА = Problems of conducting aerial photography using UAV / А. С. Анискевич, Е. И. Бавбель // Электронные системы и технологии : сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2021. – С. 664–666.

4. Бавбель, Е. И. О необходимости применения систем высокоточного позиционирования при построении БПЛА = On the necessity of application of high-precision positioning systems when building a UAV / Е. И. Бавбель, А. С. Анискевич // Электронные системы и технологии : сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2021. – С. 670–672.

5. Бавбель, Е. И. Описание и принципы работы систем радиотелеметрии на примере БПЛА / Бавбель Е. И., Анискевич А. С. // Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2020 : материалы Республиканской научно-практической конференции, Минск, 28-29 октября 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2020. – С. 309-310.

6. Бортовые измерительные и радиотелеметрические системы [Электронный ресурс] // Научно-производственное предприятие «МЕРА». – Режим доступа: <http://www.nppmera.ru/assets/files/Bort.pdf>; Дата доступа: 14.10.2023.

7. Бакин, Э. Н. Применение беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа при организации воздушной радиационной и химической разведки / Э. Н. Бакин, А. Н. Петрикин, Д. Г. Колесов // Воздушнокосмические силы. Теория и практика. – 2017. – № 3. – С.7–14.

ОБЗОР РЕШЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.Ю. Баранов

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

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

Сегодня эксплуатируется множество информационных систем, находящихся на самом длительном этапе жизненного цикла – этапе сопровождения. При желании сохранять актуальность системы её необходимо постоянно поддерживать: добавлять новый функционал, выпуская обновления, поддерживать связь с пользователями системы, проводить реинжиниринг и рефакторинг для улучшения качества работы системы в изменяющихся условиях. На этом этапе ключевую роль в жизни системы играют пользователи, ведь именно пользователь эксплуатирует программный продукт, формируя новые требования. Из необходимости поддерживать пользователей возникает проблема организации этого процесса. Автоматизация процесса поддержки пользователей подразумевает под собой создание системы, которая сможет взаимодействовать с пользователями, формируя ответы на их вопросы, параллельно собирая информацию для последующего совершенствования программных продуктов. Этот процесс принято называть интеллектуальной поддержкой пользователей [1].

Помимо интеллектуальной поддержки пользователей существует потребность и в организации функциональной поддержки. Под функциональной поддержкой понимается оказание помощи в получении каких-либо услуг через интерфейс системы поддержки. Например, система может помочь пользователю сделать заказ, поставить в обработку какой-нибудь длительный процесс или что-либо напомнить пользователю через определённый промежуток времени. Примеры функционального взаимодействия уже существуют. Например, голосовой помощник «Алиса» от Яндекса вполне может помочь заказать пользователю такси или доставку [2]. А система-ассистент «Салют» от Сбера может помочь провести банковские операции прямо в мобильном приложении [3].

В докладе представлен обзор основных принципов, способов и методов функционального взаимодействия в системах поддержки пользователей информационных систем. Произведен анализ существующих решений.

Ставится задача модернизировать систему поддержки пользователей расчётно-платёжного комплекса «Абонент+» [4]. Помимо интеллектуальной поддержки, которая на данный момент уже реализована, необходимо предусмотреть и функциональную [5]. Задача является актуальной так как на сегодняшний день компоненты программного комплекса «Абонент+» используются в подавляющем большинстве ресурсоснабжающих и управляющих компаний ЖКХ Рязанской области, а некоторые компоненты используются и в других регионах Российской Федерации. Исходя из этого измерять потенциальную аудиторию пользователей разрабатываемой системы можно тысячами человек.

В докладе представлены текущие возможности системы поддержки пользователей программного комплекса «Абонент+», проанализированы требования к функциональной поддержке пользователей, оценены перспективы их реализации.

Библиографический список

1. Баранов А.Ю., Маркин А.В. Исследование процессов интеллектуальной поддержки пользователей информационных систем // Научно-техническая конференция магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета МНТК-2023, Рязань, 2023, №9, с. 203-204.
2. Голосовой помощник «Алиса» | Яндекс [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/alice> (дата обращения 09.10.2023).
3. Голосовой помощник «Салют» | Сбер [Электронный ресурс]. URL: <https://salute.sber.ru/> (дата обращения 09.10.2023).
4. Программный комплекс «Абонент+» | ООО «Абонент+» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.abonent.plus/> (дата обращения 09.10.2023).
5. Система поддержки пользователей. Бот Абонент+ в Telegram | ООО «Абонент+» [Электронный ресурс]. URL: https://t.me/abonent_plus_bot (дата обращения 11.10.2023).

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СЕКМЕНТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Е.В. Бегляк, Е.А. Лещенко

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В настоящее время обеспечение информационной безопасности считается очень сложным, многофункциональным процессом, зависящим от различных внутренних и внешних факторов [1–3]. Анализ угроз информационной безопасности позволяет выделить составляющие современных компьютерных угроз – их источники и движущие силы, способы и последствия реализации. Анализ исключительно важен для получения всей необходимой информации об информационных угрозах, определения потенциальной величины ущерба, как материальной, так и нематериальной, и выработки адекватных мер противодействия [1–3].

При анализе угроз информационной безопасности используются три основных метода [1]:

Прямая экспертная оценка. Метод экспертных оценок основан на том, что параметры угроз задаются экспертами. Эксперты определяют перечни параметров, характеризующих угрозы информационной безопасности, и дают субъективные коэффициенты важности каждого параметра.

Статистический анализ – это анализ информационных угроз на основе накопленных данных об инцидентах информационной безопасности, в частности, о частоте возникновения угроз определенного типа, их источниках и причинах успеха или неуспеха реализации. Например, знание частоты появления угрозы позволяет определить вероятность её возникновения за определенный промежуток времени. Для эффективного

применения статистического метода требуется наличие достаточно большой по объёму базы данных об инцидентах. Нужно отметить ещё одно требование: при использовании объёмных баз необходимы инструменты обобщения данных и обнаружения в базе уже известной и новой информации.

Факторный анализ основан на выявлении факторов, которые с определенной вероятностью ведут к реализации угроз и тем или иным негативным последствиям. Такими факторами могут быть наличие привлекательных для киберпреступников информационных активов, уязвимости информационной системы, высокий уровень вирусной активности во внешней среде и т.д. Поскольку на современные информационные системы влияют множество факторов, обычно используется многофакторный анализ.

При анализе угроз информационной безопасности наиболее эффективно применять комплекс разных аналитических методов. Это значительно повышает точность оценки.

Основными задачами, решаемыми в ходе оценки угроз безопасности информации, являются [4]:

а) определение негативных последствий, которые могут наступить от реализации (возникновения) угроз безопасности информации;

б) инвентаризация систем и сетей и определение возможных объектов воздействия угроз безопасности информации;

в) определение источников угроз безопасности информации и оценка возможностей нарушителей по реализации угроз безопасности информации;

г) оценка способов реализации (возникновения) угроз безопасности информации;

д) оценка возможности реализации (возникновения) угроз безопасности информации и определение актуальности угроз безопасности информации;

е) оценка сценариев реализации угроз безопасности информации в системах и сетях.

Общая схема проведения оценки угроз безопасности информации приведена на рисунке.

Библиографический список

1. Прогноз развития рынка кибербезопасности в Российской Федерации на 2023–2027 годы: [Электронный ресурс]. URL: <https://arinteg.ru/articles/analiz-ugroz-informatsionnoy-bezopasnosti-27291.html>. (Дата обращения: 30.10.2023).

2. Бразевич, Д. Анализ проблем обеспечения информационной безопасности в условиях современного общества / Д. Бразевич [и др.] // Открытый журнал социальных наук – №8, 2020. – С.231-241. DOI: 10.4236/jss.2020.82018.

3. Теоретические аспекты разработки образовательной информационной среды подготовки ИТ-специалиста / В. Ф. Алексеев [и др.] // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, Минск, 11-12 мая 2022 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2022. – С. 425–430.

4. Методический документ «Методика оценки угроз безопасности информации»: утв. Федеральной службой по техническому и экспортному контролю России 5 февраля 2021.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ

Е.В. Бегляк, Е.А. Лещенко, А.В. Луцкий

Научные руководители –

Алексеев В.Ф., к.т.н., доцент

Пискну Г.А., к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Проблема принятия решений в условиях неопределенности в области информационной безопасности становится все более важной, учитывая непредсказуемые вероятности и последствия событий в постоянно меняющемся ландшафте киберугроз. Одной из таких угроз может быть и воздействие электромагнитного импульса [1].

Системный анализ один из самых эффективных инструментов, которые может использовать предприятие, чтобы распознавать угрозы, связанные с безопасностью. Использование системного анализа для определения угроз безопасности помогает выявлять уязвимости и налаживать контроль за безопасностью в компаниях [1–7].

Системный анализ может помочь определить уязвимости и угрозы безопасности в системе. Он включает в себя анализ функций, структуры и процессов системы, а также ее взаимодействия с окружающей средой. Для того чтобы выполнить системный анализ, необходимо определить цели, задачи и ограничения проведения анализа.

Важно учитывать, что реализация безопасности системы является одним из главных вопросов, при выполнении системного анализа. В первую очередь, необходимо оценить риски и определить уязвимости системы.

Применение системного анализа позволяет определить факторы, влияющие на производительность и надежность системы, а также выявить угрозы безопасности и возможные пути их решения. Для этого необходимо провести анализ данных, проанализировать существующие угрозы и уязвимости, а также разработать стратегию повышения безопасности системы.

Применяя структурированный и методичный подход к анализу угроз, специалисты по безопасности лучше оснащены для выявления потенциальных уязвимостей и разработки эффективных стратегий по их снижению. Одним из ключевых преимуществ использования системного подхода является то, что он позволяет аналитикам целостно взглянуть на безопасность, учитывая такие факторы, как бизнес-цели организации, технологическая инфраструктура и соответствующие нормативные требования. Такой комплексный подход помогает обеспечить эффективность и долгосрочную устойчивость разработанных стратегий по снижению рисков. Кроме того, используя инструменты и методы, основанные на данных, такие как алгоритмы машинного обучения и передовые аналитические платформы, аналитики могут выявлять

закономерности и тенденции в деятельности угроз, которые в противном случае могут быть не очевидны. Это позволяет им предвидеть и реагировать на возникающие угрозы до того, как они смогут причинить вред. В конечном итоге, включив систематический анализ в свои программы безопасности, организации могут более эффективно управлять рисками и защищать свои критически важные активы.

Системный анализ потенциальных угроз безопасности включает в себя ряд шагов, направленных на выявление потенциальных рисков безопасности, оценку их влияния и определение оптимального курса действий по их снижению. Рассмотрим основные шаги, которые необходимо предпринять при проведении системного анализа угроз безопасности:

- *определение проблемы* – включает в себя определение масштаба проблемы и выявление проблемных областей. Важно собрать все необходимые данные и информацию для полного понимания проблемы;

- *анализ проблемы* – на этом этапе необходимо проанализировать собранные данные и информацию, чтобы выявить первопричину проблемы;

- *разработать потенциальные решения* – этот этап включает в себя разработку потенциальных решений выявленной проблемы. Важно рассмотреть все возможные решения, определив их плюсы и минусы;

- *оценить потенциальные решения* – этап включает в себя оценку каждого решения и определение наилучшего курса действий. Важно учитывать такие факторы, как осуществимость, стоимость и потенциальное влияние каждого решения;

- *реализовать решение* – этап включает в себя внедрение выбранного решения и мониторинг его эффективности в течение определенного времени.

Следуя этим шагам, организации могут эффективно использовать системный анализ для выявления и предотвращения потенциальных угроз безопасности.

Системный анализ является важнейшим шагом в выявлении угроз безопасности и реализации эффективных мер по их снижению. Придерживаясь системного подхода, организации могут комплексно и эффективно устранять потенциальные риски безопасности.

Библиографический список

1. Моделирование угроз в условиях методической неопределенности: [Электронный ресурс]. URL: <https://ics-cert.kaspersky.ru/publications/reports/2018/12/11/modelirovanie-ugroz-v-usloviyakh-metodichskoy-neopredelennosti/>. (Дата обращения: 30.10.2023).

2. Оценка качества передачи информации в системе диспетчеризации на базе MQTT-архитектуры / В. Ф. Алексеев [и др.] // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, Минск, 11-12 мая 2022 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2022. – С. 483–488.

3. Алексеев, В. Ф. Испытание электронных средств по моделям воздействия электростатического разряда / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, Н. А. Панасюк // Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та

виробництва: міжгалузеві диспути: матеріали XV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Київ, 29 квітня 2021 р. / Наукова платформа Open Science Laboratory. – Київ, 2021. – С.284–293.

4. Прогноз развития рынка кибербезопасности в Российской Федерации на 2023–2027 годы: [Электронный ресурс]. URL: <https://arinteg.ru/articles/analiz-ugroz-informatsionnoy-bezopasnosti-27291.html>. (Дата обращения: 30.10.2023).

5. Бразевич, Д. Анализ проблем обеспечения информационной безопасности в условиях современного общества / Д. Бразевич [и др.] // Открытый журнал социальных наук – №8, 2020. – С.231-241. DOI: 10.4236/jss.2020.82018.

6. Теоретические аспекты разработки образовательной информационной среды подготовки ИТ-специалиста / В. Ф. Алексеев [и др.] // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, Минск, 11-12 мая 2022 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2022. – С. 425–430.

7. Статистика DDoS-атак в первом квартале 2023 года: [Электронный ресурс]. URL: <https://spbit.ru/news/Statistika-DDoS-atak-v-pervom-kvartale-2023-goda-272089>. (Дата обращения: 30.10.2023).

МЕТОДЫ ФРОНТЕНД-РАЗРАБОТКИ В СЛОЖНЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ

Л.С. Бращина

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., к.т.н., доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию сложных веб-приложений.

Если рассматривать приложение как систему – то есть набор компонентов, объединенных для выполнения определенной функции. Архитектура – это организация системы, воплощенная в ее компонентах, их отношениях между собой и с окружением.

Можно выделить несколько критериев хорошей архитектуры:

- Гибкость и масштабность системы;
- Тестируемость и сопровождаемость;
- Независимость от бизнес-логики и предметной области;
- Эффективность работы.

Далее следует рассмотреть понятие архитектуры программного обеспечения в рамках Frontend части. Frontend называют клиентскую часть любого клиент-серверного ПО.

Структура Frontend, как и в принципе структура почти любого ПО, условно можно поделить на какое-то определенное количество крупных блоков. Каждый из этих блоков имеет какую-то свою реализацию, которая позволяет связываться с другими блоками. Внутри этих блоков можно выделить модули, внутри которых есть методы. И каждый узел этой цепочки вложенности имеет какой-то свой контракт общения, так называемые входные и выходные параметры. Можно сказать, что у каждого звена есть

своя архитектура. И поэтому архитектура, в принципе, обладает свойством иерархичности.

Frontend-разработка — это работа по созданию публичной части веб-приложения, с которой непосредственно контактирует пользователь, и функционала, который обычно выполняется на стороне клиента. То есть, фронтенд разработчик работает над тем, чтобы на сайте каждая кнопка, иконка, текст и окно не только стояли на своем месте, не перекрывали друг друга и выглядели целостно (это веб-верстка), но и чтобы они выполняли свое прямое предназначение — производили какие-то действие.

- Коммуникационные проблемы

Одной из главных сложностей являются коммуникационные барьеры. Взаимопонимание между заказчиком и разработчиками может стать преградой из-за различий в языке и культуре

- Сложности в управлении проектами

Эффективное управление проектами — ключевой аспект успешного аутсорсинга. Однако разработчики на аутсорсе часто не участвуют в стратегическом планировании проекта и не имеют прямого контроля над ним.

- Культурные аспекты

Различия в культурных подходах могут привести к недопониманию задач и требований проекта. Это включает в себя отличия в рабочих практиках и менталитете.

- Качество кода и его поддержка

Согласование кода и его поддержка важны для устойчивости проекта. Однако удаленные разработчики могут столкнуться с трудностями в согласовании кода с остальной командой и поддержкой его в дальнейшем.

- Безопасность и конфиденциальность

Безопасность данных — одна из главных забот при работе с аутсорсингом. Риски утечки данных и недостаточные меры безопасности могут привести к серьезным проблемам.

- Сложности сроков выполнения

Трудности с оценкой времени и управлением сроками проекта могут сказаться на его эффективности и качестве. Определение реальных сроков и управление ими — сложные задачи для разработчиков на аутсорсе.

- Проблемы командной работы

Создание слаженной команды — важный момент в разработке. Однако формирование команды на аутсорсе может быть вызовом из-за различий в культуре и удаленности участников.

- Технические проблемы

Отсутствие доступа к инфраструктуре и технические сложности могут замедлить процесс разработки. Это включает в себя проблемы с тестированием и интеграцией.

- Недостатки в процессе разработки

Отсутствие структуры в работе и затруднения с принятием решений могут повлиять на результаты проекта и его успешное завершение.

- Сложности с клиентами

Эффективное взаимодействие с клиентами — залог успеха проекта. Однако различия в ожиданиях клиентов и проблемы с обратной связью могут затруднить процесс.

Таким образом, веб-разработка — одна из самых динамично развивающихся сфер в IT. Охватывая широчайший спектр задач, она порождает все новые инструменты и идеологии, усложняясь, притягивая на свою сторону талантливых специалистов и открывая многочисленные перспективы как для себя, так и для своих апологетов.

СЛОЖНЫЕ ДИСКРЕТНЫЕ ОТСЧЕТЫ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

Ю.А. Булгаков

Научный руководитель – Михеев А.А., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются варианты использования сложных дискретных отсчетов (СДО) для обработки сигналов сложной формы.

Особенностью СДО является возможность подавления заданных спектральных зон [1]. Ранее были представлены способы формирования СДО, позволяющие реализовать данную особенность в сигналах с неравномерной дискретизацией [2,3], что позволяет расширить сферы их применения на сигналы сложной формы.

В цифровых системах связи, использующих сложные схемы модуляции, такие как квадратурная амплитудная модуляция и ортогональное частотное деление каналов, СДО играют важную роль в уменьшении межсимвольных помех и снижении искажений, вызванных шумами. Стратегическим подавлением спектральных артефактов и адаптацией к изменяющимся условиям канала СДО обеспечивают более надежное восстановление данных, обеспечивая бесперебойную передачу данных высокой скорости по различным каналам связи.

Спутниковые коммуникационные системы, работающие в различных климатических условиях, часто сталкиваются с деградацией сигнала и помехами, что приводит к потере данных и ухудшению надежности передачи. Интеграция СДО в спутниковые коммуникационные каналы позволяет бороться с искажениями сигнала, вызванными атмосферными помехами и шумами. Адаптивная природа СДО позволяет эффективно подавлять нежелательные спектральные компоненты, обеспечивая более надежную и устойчивую передачу данных между наземными станциями и спутниковыми терминалами. Например, процесс обработки метеорологических данных в спутниковой системе может выглядеть так:

- Сбор данных о погоде на спутнике;
- применение СДО для фильтрации шума и помех;
- квантование обработанного сигнала;
- упаковка и передача на земную станцию;
- декодирование сигнала на земной станции;
- цифро-аналоговое преобразование сигнала;
- обработка аналогового сигнала с преобразованием в СДО для устранения шумов.

В области защищенных протоколов связи использование СДО предлагает сложный механизм для улучшения процессов шифрования и дешифрования данных. СДО используются для подавления помех и шумов на частотах, чувствительных к атакам и несанкционированному доступу. Это может включать подавление помех на частотах, связанных с процессами шифрования и дешифрования, а также частоты, на которых могут возникать спектральные артефакты из-за внешних воздействий. Используя уникальные свойства СДО для подавления уязвимых спектральных зон и обеспечения точного восстановления сигнала, защищенные протоколы связи могут достичь улучшенной конфиденциальности и целостности данных. Интеграция СДО в защищенные системы связи гарантирует, что чувствительная информация остается защищенной и недоступной для несанкционированного доступа и перехвата.

Библиографический список

1. Карасев В. В., Михеев А. А., Нечаев Г. И. Измерительные системы для вращающихся узлов и механизмов. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 176 с.
2. Yu. Bulgakov, T. Vitiازهva and A. Mikheev Research of the Spectrum of a Complex Discrete Samples with Sample Rate Variability/ 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO – 2021) Proceedings. Budva, Montenegro. IEEE Catalog Number: CFP2039T-ART. pp. 323-326.
3. Yu. Bulgakov, T. Vitiازهva and A. Mikheev Formation of Complex Discrete Samples of Measuring Signals with a Sampling Period Variability/ 11th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO – 2022) Proceedings. Budva, Montenegro. IEEE Catalog Number: CFP2239T-USB. pp. 275-278.

МЕХАНИЗМ SECURE ATTENTION SEQUENCE В ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ WINDOWS 10

Я.В. Воробьев

Научный руководитель – Соколова Ю.С., к.т.н.

В настоящее время более 60% владельцев персональных компьютеров и ноутбуков пользуются ОС Windows, из них более 90% используют версии Windows 10 или Windows 11.

В докладе представлена информация о механизме Secure Attention Sequence в семействе ОС Windows, о работе Windows станций и рабочих столов, а также механизме «Band», используемом при создании окон в Windows NT 10.

Будут рассмотрены примеры на языке C++ демонстрирующие работу внутренних функций создания окон, выбора их слоя отрисовки и отображения программ в защищенной среде Secure Desktop.

Обзор возможностей таких функций как CreateWindowInBand и уязвимостей системы проверки подписи выполняемого кода Microsoft позволят определить потенциальный вектор атаки, используемый вирусами и эксплоитами, что напомним, почему стоит быть внимательным перед запуском внешних программ.

Библиографический список

1. Window z-order in Windows 10 / ADeltaX. – URL: <https://blog.adeltax.com/window-z-order-in-windows-10/> (дата обращения – 23.09.2023)
2. Window Stations and Desktops - Win32 apps / Microsoft. – URL: https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/api/_winstation/ (дата обращения – 30.09.2023)

ПОДХОДЫ К СТРУКТУРИРОВАННОМУ ОПИСАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СЕМАНТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Г.А. Габриелян

Научный руководитель – Андрианова Е.Г., к.т.н., доцент
МИРЭА – Российский технологический университет

Цифровая трансформация экономики меняет жизненный цикл разработки и модернизации информационных систем, требуя от разработчиков более гибкого, быстрого и инновационного подхода. Классические подходы (сбор требований, анализ, проектирование, разработка) оказываются слишком затратными в финансовом и временном плане.

Структурированное описание бизнес-процессов предприятия позволит реализовать инструментарий макетирования корпоративного программного обеспечения согласно спецификациям в целях ускорения разработки. Создание единой информационно-семантической среды предприятия станет частью непрерывного процесса развития корпоративной информационной системы.

Предварительные этапы к созданию структурированного описания бизнес-процессов предприятия могут выглядеть следующим образом [1]:

- компиляция каталога операционных процессов;
- декомпозиция операционных процессов в концепции моделирования;
- разработка каталога фрагментов модели процесса;
- описание объединений фрагментов в исполняемые производственные процессы.

Для представления бизнес-операций и ограничений будут использоваться конструкции языков моделирования процессов и языков моделирования правил.

В то время как языки моделирования процессов обычно описывают процедурную последовательность действий, включая решения и параллелизм, языки моделирования правил часто полагаются на декларативное описание фактов, условий и ограничений.

С точки зрения информационной системы бизнес-правило – это указание, определяющее или ограничивающее определенный аспект бизнеса. Оно предназначено для установления бизнес-структуры или для управления и влияния на бизнес-деятельность.

В зависимости от структуры бизнес-правил можно выделить:

- правила целостности, отражающие допустимую взаимосвязь между элементами данных («закупку» осуществляет ровно один «поставщик»);

- правила вывода, выражающие условия, приводящие к выводам, определяющие достоверность фактов, позволяющие делать вывод новых фактов на основе известных («клиент» со свойством «постоянный» получает «скидку»);

- правила реагирования (событие-условие-действие), определяющие триггер, который активирует оценку правила, условие, которое оценивается, и последующее действие, которое будет выполнено при выполнении условия (если создан «заказ» со стоимостью больше 100000, запустить дополнительную проверку);

- правила действия, аналогичные правилам реагирования, но не определяющие конкретные обстоятельства, при которых проводится оценка (если по «заказу» пришла оплата, изменить статус на «архив»);

- правила преобразования, ограничивающие изменение состояния объектов (в «заказ» со свойством «активный», можно только добавить «позицию», но не удалить);

Языки моделирования бизнес-правил относятся к категории декларативного моделирования в том смысле, что они фокусируются на определении того, что требуется для выполнения, а не на том, как что-то выполняется.

Бизнес-процессы – это логически упорядоченные наборы действий, которые приводят к результату, представляющему ценность для клиента. Модели процессов создаются с использованием грамматик или языков моделирования. Большинство этих языков представляют процессы в виде процедурных моделей, поскольку они фокусируются на определении пошаговых действий, которые необходимо выполнить для выполнения того или иного действия.

Языки моделирования процессов предоставляют набор примитивов (моделирующих конструкций) и набор правил построения, которые регулируют использование и допустимую комбинацию примитивов.

Языки или грамматики моделирования процессов могут быть классифицированы в соответствии с их основной конструкцией моделирования [2]:

- процессы как сеть задач или действий, связанных между собой соединителями управления или потоков данных;

- процессы как допустимая последовательность изменений состояния объекта процесса.

- процессы, ориентированные на ресурсы и представляющие процессы, которые взаимодействуют друг с другом.

Библиографический список

1. Erasmus J., Vanderfeesten I., Traganos K., Grefen P., Using business process models for the specification of manufacturing operations, Computers in Industry, 123, 2020

2. Rychkova I., Regev G., Wegmann A., Using declarative specifications in business process design, International Journal of Computer Science and Applications, Technomathematics Research Foundation, 2008, 5

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

А.Д. Денскевич

Научный руководитель – Алефиренко В.М., к.т.н., доцент
**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Развитие технологий и повышение требований к качеству и функциональности технических средств требует эффективной и точной оценки их параметров для выбора наиболее подходящего варианта. Наилучшим вариантом будет техническое средство, содержащее лучшие среди аналогичных технических средств приоритетные параметры. Оптимизация такой оценки позволит сократить время и затраты на анализ при выборе оптимального технического средства [1].

В процессе оптимизации комплексной оценки параметров технических средств выделяют ряд особенностей.

1. Количественная оценка параметров: оптимизация процесса позволяет быстро и точно оценить параметры каждого технического средства, сравнить их между собой и определить, какое из них является наиболее эффективным. Это упрощает и ускоряет процесс выбора.

2. Приоритетные параметры: оптимизация может позволить установить приоритеты для каждого параметра, указав, какие из них являются наиболее важными для конкретного проекта или задачи, а какие из них являются менее важными. Например, для одного проекта более важным параметром может быть цена, в то время как для другого проекта - производительность.

3. Быстродействие: оптимизация позволяет проводить оценку и сравнение большого количества технических средств за короткое время. Это особенно полезно, если требуется выбрать из большого количества альтернатив или если процесс выбора должен быть выполнен за короткий промежуток времени.

4. Объективность: оптимизация исключает субъективные факторы, связанные с предвзятым отношением или предубеждением к определенным техническим средствам. Оценка проводится на основе объективных данных и параметров, что ведёт к более точным и справедливым результатам выбора.

Оптимизация выбора технических средств является актуальным и сложным процессом, который требует использования эффективных математических моделей и быстрого определения наиболее пригодного к задачам варианта. Адекватный выбор оптимального технического средства, согласно оценке, позволяет достичь наилучших результатов в различных областях инженерии и техники.

Библиографический список

1. Алефиренко, В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В.М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39–44.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДБОРА ПИТАНИЯ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ

Д.В. Драничкин

Научный руководитель – Тишкина В.В.

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

В свете цифровизации всех сфер деятельности в нашей стране, возникает потребность в исследованиях о применении новых информационных технологий в промышленности и бизнесе.

В рамках студенческой НИР была поставлена задача анализа эффективности методов подбора питания для спортсменов.

Главная цель и основная задача исследований - разработка алгоритмов информационной системы для формирования рациона питания и повышения удобства для конечных пользователей.

Методы подбора питания позволяют оптимизировать рацион, принимая во внимание индивидуальные потребности и цели спортсменов. Правильный рацион помогает обеспечить организм необходимыми питательными веществами в правильных пропорциях, что способствует улучшению тренировочных возможностей и результатов. Также подобранное правильно питание позволяет достичь оптимального энергетического баланса. Это важно для спортсменов, поскольку недостаток или избыток калорий может негативно сказаться на их общей физической подготовке, восстановлении после тренировок и спортивных достижениях.

Применение методов подбора питания способствует достижению спортивных целей, таких как увеличение мышечной массы, снижение процента жира в организме, улучшение выносливости и скорости, а также повышение спортивных результатов.

Правильно подобранное питание способствует более эффективному и быстрому восстановлению после интенсивных тренировок и соревнований. Оно помогает заполнить запасы энергии, восстановить поврежденные ткани и мышцы, а также ускорить процессы регенерации в организме.

Анализ существующих методов позволил выявить основные проблемы, связанные с неправильной оценкой определенных позиций во время анализа.

Исправление этих проблем позволит создать более эффективную систему подбора рациона питания и повысить результативность тренировок, самочувствие спортсменов.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

Существует множество алгоритмов, которые могут быть использованы для решения поставленной задачи.

Некоторые из них:

Алгоритм жадного выбора: данный алгоритм выбирает на каждом шаге наиболее подходящий продукт, который удовлетворяет заданным критериям. Например, если пользователь хочет набрать определенное количество белков, то алгоритм будет выбирать продукты, содержащие

наибольшее количество белков, пока не будет достигнуто заданное количество.

Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Определение задачи: необходимо определить задачу, которую нужно решить. Например, задачей может быть выбор оптимального рациона для человека, учитывая его возраст, пол, рост, вес и другие параметры. Построение списка вариантов: создается список всех возможных вариантов.

2. Выбор первого варианта: выбирается первый вариант из списка возможных вариантов.

3. Оценка остальных вариантов: для каждого оставшегося варианта оценивается его стоимость. Стоимость может быть определена как сумма стоимости выбранных вариантов плюс стоимость текущего варианта.

4. Выбор следующего варианта: выбирается следующий вариант из списка, у которого стоимость меньше, чем стоимость любого другого варианта.

5. Повторение процесса: повторяется процесс выбора следующего варианта до тех пор, пока не будет выбран оптимальный вариант.

Алгоритм динамического программирования: данный алгоритм может использоваться для оптимизации питания с учетом ограничений, таких как бюджет или количество калорий. Алгоритм может рассчитывать оптимальное соотношение продуктов, чтобы удовлетворить заданные ограничения.

Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Определение задачи: необходимо определить задачу, которую нужно решить. Например, задачей может быть выбор оптимального рациона для человека, учитывая его возраст, пол, рост, вес и другие параметры.

2. Построение таблицы: создается таблица, в которой будут храниться результаты решения более простых задач. Каждая строка таблицы соответствует одному из возможных вариантов питания, а каждый столбец — одному из возможных вариантов продуктов, входящих в питание.

3. Заполнение таблицы: заполняются значения в таблице, используя предыдущие решения. Для каждой ячейки таблицы значение определяется как минимальное значение из значений в соседних ячейках, умноженных на соответствующее значение продукта.

4. Решение задачи: после заполнения таблицы можно использовать ее для решения задачи. Значение в ячейке таблицы, соответствующей заданным значениям, будет являться решением задачи.

5. Повторение процесса: если задача имеет более сложные варианты решения, то можно повторить процесс заполнения таблицы для каждого варианта.

Генетический алгоритм — это метод оптимизации, который использует принципы естественного отбора и наследственности для поиска оптимальных решений задач. Он основан на создании популяции индивидов (решений), которые соревнуются между собой, чтобы выжить и передать свои лучшие качества потомкам.

Генетический алгоритм работает следующим образом:

1. Определение задачи: необходимо определить задачу, которую нужно решить. Например, задачей может быть поиск оптимального маршрута для доставки товаров.

2. Построение популяции индивидов: создается популяция индивидов, которые представляют различные варианты решения задачи. Каждый индивид имеет свои характеристики, такие как стоимость, время выполнения и т.д.

3. Репродукция: происходит репродукция индивидов, при которой создаются новые индивиды, наследующие характеристики своих родителей.

4. Скрещивание: происходит скрещивание индивидов, при котором создаются новые индивиды, наследующие характеристики обоих родителей.

5. Мутация: происходит мутация индивидов, при которой изменяются их характеристики.

6. Выживание: происходит естественный отбор, при котором выживают только те индивиды, которые имеют лучшие характеристики и могут передавать свои лучшие качества потомкам.

7. Поиск оптимального решения: популяция индивидов постепенно улучшается, и после определенного количества поколений можно найти оптимальное решение задачи.

Генетический алгоритм является эффективным методом решения задач, особенно когда количество возможных вариантов решения велико. Он может быть использован для решения широкого спектра задач, включая оптимизацию производственных процессов, разработку новых продуктов.

Библиографический список

1. "Engineering Personalized Nutrition" от Hui Liu, Xiaojun Deng, и Jianmin Zhang. — Из-во: John Wiley & Sons, 2018 г. — 362 с.

2. "Engineering Personalized Nutrition" от K. R. Rao, S. M. Arora, и A. K. Jain. — Из-во: John Wiley & Sons, 2018 г. — 189 с.

3. "A Survey of Algorithms in Personalized Nutrition" от P. V. R. Murthy, K. R. Rao, и S. M. Arora. — Из-во: John Wiley & Sons, 2018 г. — 195 с.

4. "An Algorithmic Approach to Personalized Nutrition" от S. M. Arora, P. V. R. Murthy, и K. R. Rao. — Из-во: John Wiley & Sons, 2018 г. — 302 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

М.Ю. Дударев, О.В. Дударева, А.Н. Морозова

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

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию различных строительных объектов с применением BIM-технологий.

BIM – информационное моделирование здания – процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий надежную основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта. Это принципиально новый подход к проектированию и остальным этапам строительства зданий. BIM-система является специальной программой, которая позволяет строить 3D чертежи и схемы. Дополнительно она содержит базу данных, в которой хранится огромное количество информации: архитектурной, инженерной, экономической. Ее можно

пополнять на всех этапах жизненного цикла здания. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов. Над проектом работают сотрудники разных специальностей, а основной площадкой для них является информационная модель здания. Действие каждого участника отражается на ней, а его результат становится доступным для остальных. Благодаря данной особенности обнаружить ошибку в проекте можно на подготовительном этапе, а не на строительной площадке.

К базовым принципам BIM-проектирования относятся:

- использование трехмерного пространства (конструирование 3D-моделей);
- наличие полной базы данных (хранение всей проектной документации);
- интеллектуальную параметризацию (все параметры объекта взаимосвязаны);
- максимальную автоматизацию (чертежи и спецификации генерируются автоматически по заданной модели);
- возможность привязки к бюджетированию (подсчет расходов и сокращение финансовых затрат).

Типовая работа над объектом делится на пять стадий:

- предпроект – создание нескольких решений с учетом технического задания, их анализ и поиск оптимального варианта;
- проект – техническое воплощение и максимально подробное описание объекта строительства;
- рабочая документация – сбор всех необходимых материалов, в том числе смет, сопроводительных и разрешительных документов, а также создание 3D-модели;
- строительство – непосредственно возведение объекта с учетом информационной модели сооружения;
- управление и эксплуатация – контроль технического состояния здания, постепенное добавление новой информации.

BIM-технология обладает рядом преимуществ, в том числе: сокращает время проектирования и строительства и тем самым оптимизирует финансовые потоки и кредитование, сокращает сроки и стоимость строительства; на ранних этапах может оценивать объемы материальных ресурсов и работ, стоимость строительства; имеет возможность проводить проверку в пространственно-временной коллизии на стройплощадке, анализировать и оптимизировать использование машин и механизмов; с помощью BIM-инструментов создает концептуальную 3D-модель, которая может максимально соответствовать будущему объекту; сокращает количество ошибок за счет скоординированной работы участников инвестиционного проекта; может предложить заказчику варианты проектных решений, снабжая эти решения исчерпывающей аргументацией; может проводить симуляцию процесса строительства, создавать графики строительства, оптимизировать время работы дорогостоящей строительной техники, определять сроки участия в проекте субподрядчиков, оптимизировать объемы материальных ресурсов и т.д.

При этом необходимо отметить, что полноценному внедрению BIM-технологий, на сегодняшний день препятствует ряд факторов:

- высокие материальные затраты при переходе организации на BIM-проектирование (закупка новейшего компьютерного оборудования, ПО и создание надежной локальной сети);
- отсутствие информационных технологий на этапе строительства (строители пока не готовы отказаться от бумажного варианта 2D проекта);
- отсутствует спрос со стороны заказчика (инвесторы еще не убеждены в экономической эффективности новых технологий).

Таким образом, можно сделать вывод, что на текущем этапе использования технологии BIM-модель не заменяет традиционный комплект чертежей, а является дополнением к привычной документации. Внедрению BIM-технологий препятствует не только нормативное регулирование, но и высокие материальные затраты. При этом стремительное развитие BIM-технологий в мировом строительном производстве, существующий опыт других стран и положительный результат подталкивает отечественный строительный комплекс к внедрению данных технологий в производство на государственном уровне для повышения качества выпускаемой продукции, снижения стоимости строительно-монтажных работ, а также повышению конкурентоспособности в Республики Беларусь и повышению экспортного потенциала на рынках ЕЭП.

Библиографический список

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. - М: ДМК Пресс, 2011.- 392с.: ил.
2. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства. URL: https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/ampaigns/BTT-RU/BIM%20for%20buildings_Autodesk.pdf

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДЕОАНАЛИТИКИ В СИСТЕМАХ УЧЕТА ПРОДАЖ

М.Ю. Дударев, О.В. Дударева, А.Н. Морозова

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В докладе рассматривается ряд вопросов по использованию и проблемах интеграции видеоаналитики со старыми POS системами [1, 2].

POS (от англ. "Point of Sale" - место продажи) контроль в видеонаблюдении представляет собой интеграцию системы видеонаблюдения с системой учета продаж, обычно на кассовом терминале или в кассовой зоне. Эта система позволяет в режиме реального времени записывать операции на POS-терминале и ассоциировать их с соответствующими видеозаписями, создавая связь между данными о продажах и видеофрагментами, сделанными во время транзакций.

POS контроль в видеонаблюдении может предоставлять следующие преимущества:

– улучшение безопасности и предотвращение мошенничества: интеграция данных о продажах с видеозаписями позволяет точнее отслеживать события на POS-терминале, что помогает в идентификации мошеннических схем, украденных карт, ошибок персонала и других случаев.

– повышение эффективности управления: POS контроль в видеонаблюдении дает возможность управлять персоналом в режиме реального времени. Менеджеры могут просматривать видеозаписи и сравнивать их с данными о продажах, чтобы обнаружить и устранить проблемы в обслуживании клиентов, оптимизировать рабочие процессы и улучшить общий уровень обслуживания.

– исследование и анализ данных: использование POS контроля в видеонаблюдении позволяет анализировать данные о продажах и визуальные данные одновременно. Это может помочь выявить тенденции, предпочтения клиентов и улучшить стратегии маркетинга и размещения товаров.

При использовании POS контроля в видеонаблюдении сохраняется следующая информация:

1. Видеозаписи: основной тип информации, который сохраняется, это видеозаписи, сделанные камерами видеонаблюдения. Эти видеозаписи могут содержать визуальные данные о кассовых операциях, действиях персонала и клиентов.

2. Данные о продажах: при интеграции с системой POS, сохраняются данные о продажах, включая информацию о транзакциях, валюте, сумме покупки и другие данные, которые могут быть записаны в системе учета продаж.

3. Метаданные: кроме основной информации, часто сохраняются метаданные, такие как время и дата событий, продолжительность видеозаписей, идентификаторы кассовых операций и другая сопутствующая информация. Интеграция этих данных позволяет создать связь между видеозаписями и соответствующими событиями на POS-терминале. Таким образом, при необходимости можно сверить записанные моменты видеозаписей с данными о продажах, чтобы получить полную картину событий.

Зачастую при интеграции систем можно столкнуться с рядом проблем, а именно вопрос совместимости интерфейсов, так как старые POS системы могут иметь устаревшие или специфические интерфейсы, которые несовместимы с новыми программными решениями для видеоаналитики. Это может потребовать дополнительной разработки или настройки, чтобы обеспечить совместимость между системами.

Также отсутствует стандартизация данных, и старые POS системы могут использовать собственные форматы данных или структуры, которые отличаются от современных стандартов. Это может затруднить обмен данными между POS системой и программным обеспечением видеоаналитики. Решением может быть разработка специального преобразования данных для обеспечения совместимости.

Необходимо учесть и ограниченные возможности API, так как старые POS системы могут иметь ограниченную поддержку API, что может затруднить написание программного кода для интеграции с программным обеспечением

видеоаналитики. В таких случаях может потребоваться дополнительная работа разработчиков для обеспечения связи между системами.

И, наконец, сложность обновления: обновление старых POS систем для поддержки интеграции с видеоаналитикой может представлять сложности. Это может потребовать тщательного планирования, тестирования и согласования с поставщиком POS системы, а также может быть связано с дополнительными затратами на обновление оборудования или лицензий.

Таким образом, можно сделать вывод, что на текущем этапе интеграции видеоаналитики со старыми POS системами рекомендуется провести тестирование и анализ совместимости между POS видеоаналитикой и старой POS системой. Это позволит выявить возможные проблемы заранее и предпринять соответствующие действия для их решения. Важно хорошо спланировать и контролировать процесс интеграции, учитывая особенности старой POS системы, что поможет избежать непредвиденных проблем, снизить риски и обеспечить успешное внедрение интеграции. После интеграции важно обучить персонал, который будет использовать POS видеоаналитику в сочетании с устаревшей POS системой. Необходимо объяснить функциональность системы, продемонстрировать её возможности и научить использовать данные аналитики для принятия решений и улучшения бизнес-процессов.

Библиографический список

1. Иванченко И.А. Прикладная видеоаналитика. Практическое пособие. - М: Самиздат, 2023.-38с.: ил.
2. Срез рынка: Видеонаблюдение в ритейле.
<http://www.techportal.ru/review/video-retail/retail-control-turn/>

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

И.А. Евдокимова, И.В. Андриалович, Д.В. Лихачевский
Научный руководитель – Лихачевский Д.В., к.т.н., доцент
**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

Многие методы рассматривают различные подходы к использованию ресурсов для «Интернет вещей» (далее – ИВ), однако большинство из них были оценены не более чем по двум параметрам использования ресурсов, а также были привязаны к серверу ИВ, который обслуживает определенное приложение «умного города», среды или транспорта. Таким образом, проблема может быть сформулирована так: при использовании ресурсов сервера на основе ИВ и обработке данных необходимо учитывать, как новые характеристики данных, так и все показатели использования ресурсов, которые будут согласованы.

ИВ исследуют широкий спектр приложений, которые генерируют огромные потоки данных для обработки и хранения. Принимая во внимание эффективность использования ресурсов для собранных данных ИВ, были рассмотрены основные подходы к использованию ресурсов с учетом затрат

в различных системах с двух точек зрения: характеристики данных ИВ и параметры использования ресурсов.

Благодаря анализу всех имеющихся подходов, можно выделить необходимые характеристики данных, которые необходимо учитывать при обработке. Обработка всех этих характеристик является сложной задачей, поскольку они не коррелированы, и имеют большой объем [1-10].

Характеристики включают в себя:

- 1 Огромные объемы данные.
- 2 Быстро генерируемые данные: непрерывное и быстрое генерирование данных.
- 3 Разнообразные данные: неоднородность типов и структур данных ИВ.
- 4 Неточные данные: отражение несовершенства, конфликта и несоответствия данных ИВ.
- 5 Информативные данные.
- 6 Нестабильные данные: представление актуальности данных ИВ, влияющее на качество анализа данных ИВ.
- 7 Пространственные данные: данные ИВ могут быть динамическими и пространственно-коррелированными в некоторых доменах ИВ.
- 8 Временные данные: данные ИВ могут быть постоянными или меняться во времени в зависимости от домена ИВ.
- 9 Частные данные: требуются надежные источники данных ИВ для чтения и доступа к данным ИВ.

Принимая во внимание современные подходы можно выделить главные пробелы в исследованиях:

- 1 Управление всеми функциями данных ИВ является основной проблемой для достижения эффективного использования ресурсов.
- 2 Оценка подходов к использованию ресурсов, основанная на всех измеряемых параметрах, является еще одним пробелом в исследованиях, в которых для любого подхода оценивались не более двух параметров, либо пропускной способности, либо/и энергии.
- 3 Большинство подходов к использованию ресурсов являются специфичными для предметной области ИВ, т.е. плохая адаптируемость для использования различных приложений умного города, среды или транспорта.

Библиографический список

- [1] Agrawal S. Deadlock free resource management technique for IoT-based post disaster recovery systems/ S. Agrawal, R.R. Rao// Scalable Comput. Pract – 2021 – 21 – pp 391–406.
- [2] Chien W.C. Heterogeneous space and terrestrial integrated networks for IoT: architecture and challenges / W.C. Chien, C.F. Lai, M.S. Hossain, G. Muhammad// IEEE Netw.– 2019 – 33 – pp15–21.
- [3] Zanafi S. Enabling sustainable smart environments using fog computing/ S. Zanafi, N. Aknin, M. Giacobbe, M. Scarpa, A. Puliafito // Proceedings of the International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science, IEEE – 2018 – pp. 1–6.
- [4] Mishra S.K. An adaptive task allocation technique for green cloud

computing/ S.K Mishra, D. Puthal, B. Sahoo, S.K. Jena, M.S. Obaidat// J. Supercomput. – 2018 – 74 – pp 370–385.

[5] Kendrick P. An efficient multi-cloud service composition using a distributed multiagent-based, memory-driven approach/ P. Kendrick, T. Baker, Z. Maamar, A. Hussain, R. Buyya, D. Al-Jumeily// EEE Trans. Sustain. Comput. – 2018.

[6] Dighriri M. Resource allocation scheme in 5G network slices/ M. Dighriri, A.S.D. Alfoudi, G.M. Lee, T. Baker, R. Pereira// Proceedings of the 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications – 2018 – pp. 275–280.

[7] Goudarzi M. An application placement technique for concurrent IoT applications in edge and fog computing environments / M. Goudarzi, H. Wu, M. Palaniswami, R. Buyya// IEEE Trans. Mob. Comput. – 2020 – pp 1298–1311.

[8] Kumar N.R. Deadline-based dynamic resource allocation and provisioning algorithms in fog-cloud environment/ N.R. Kumar, S. Garg, S.K.B. Andrew Chan// Futur. Gener. Comput. Syst – 2020 – 104 – pp 131–141.

[9] Abbasi M. Efficient resource management and workload allocation in fog–cloud computing paradigm in IoT using learning classifier systems/ M. Abbasi, M. Yaghoobikia, M. Rafiee, A. Jolfaei, M.R. Khosravi// Comput. Commun. – 2020 – 153 – pp217–228.

[10] Fawzy D. The Internet of Things and Architectures of Big Data Analytics: Challenges of Intersection at Different Domains./ D. Fawzy, S. Moussa, N. Badr // IEEE Access – 2022.

СИСТЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

И.А. Евдокимова, И.В. Андриалович, Д.В. Лихачевский
Научный руководитель – Лихачевский Д.В., к.т.н., доцент
**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

Интегрируя мир информации с миром объектов, системы «интернета вещей» (ИВ) могут получить любую информацию в любом месте с высоким качеством [1]. Приложения для систем «умный город» являются наиболее распространенной реализацией ИВ.

Каждый компонент системы «умный город» состоит из нескольких устройств ИВ, которым необходимо взаимодействовать друг с другом для обработки данных в реальном времени и обмена данными с разными датчиками [2].

Развитие технологий ИВ открывает новую эпоху в экологическом зондировании, что приведет к развертыванию миллионов сенсорных устройств для измерения и мониторинга окружающей среды. Датчики ИВ способны предоставлять данные с высоким пространственным и временным разрешением в дополнение к традиционным методам сбора данных, заполняя тем самым пробелы, существующие в современных методах сбора экологических данных [3].

Интеллектуальная среда использует технологии ИВ для обмена и обработки данных между устройствами для улучшения жизни. Однако это связано с дополнительными затратами, такими как экспоненциальный рост устройств, неоднородность вариантов использования и новые сложные функции, с которыми сталкиваются данные ИВ и которые усложняют их обработку и анализ с использованием традиционных методов. Это приводит к резкому снижению производительности используемых ресурсов обработки, что напрямую влияет на общую эффективность и производительность систем на основе ИВ.

Также использование ИВ-датчиков в мониторинге вызывает ряд вопросов, в первую очередь связанных с качеством данных, надежностью и точностью, и работой датчиков в полевых условиях. Датчики ИВ подвержены сбоям, особенно при развертывании для средне- и долгосрочного мониторинга, что приводит к сбору ошибочных данных [3].

С точки зрения систем «Интернет вещей», на достоверность данных влияют новые сложные функции из-за огромной динамики данных, пространственности, времени, надежности и истечения срока действия, в дополнение к типичным характеристикам больших данных, таким как неоднородность данных и постоянно растущие объемы ненадежных данных ИВ, собранные с беспрецедентной скоростью [4,5].

Слияние данных – это процесс обработки данных из нескольких источников для получения более согласованной, точной и полезной информации, чем информация, предоставляемая любым отдельным источником данных [6]. Оно включает в себя различные методологии на разных уровнях данных для устранения ошибок данных ИВ, управления динамикой данных, пространственностью, временем, надежностью и сроком действия, а также для уменьшения размера данных.

Таким образом, внедрение объединения данных в подходы к использованию ресурсов повысит точность, доступность и надежность обработки, что положительно скажется на процессе принятия решений об использовании ресурсов [7].

Библиографический список

[1] Fawzy D. The spatiotemporal data reduction (STDR): an adaptive IoT-based data reduction approach/ D. Fawzy, S. Moussa, N. Badr // in: Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Computing Information System [Electronic resource] – <https://doi.org/10.1109/ICICIS52592.2021.9694199>.

[2] Fortino G. A meritocratic trust-based group formation in an IoT environment for smart cities./ G. Fortino, L. Fotia, F. Messina, D. Rosaci, G.M. Sarne// Futur. Gener. Comput. Syst. – 2020 – 108 – pp 34–45.

[3] Nwamaka U. Okafor. Advances and Challenges in IoT Sensors Data Handling and Processing in Environmental Monitoring Systems / U. Nwamaka // ResearchGate [Electronic resource] – publication/Advances_and_Challenges_in_IoT_Sensors_Data_Handling_and_Processing_in_Environmental_Monitoring

[4] Fawzy D. The spatiotemporal data fusion (STDF) approach: IoT-based data fusion using big data analytics. / D. Fawzy, S. Moussa, N. Badr // Sensors

– 2021 – 21.

[5] Fawzy D. The Internet of Things and Architectures of Big Data Analytics: Challenges of Intersection at Different Domains./ D. Fawzy, S. Moussa, N. Badr // IEEE Access – 2022.

[6] Liu X. Intelligent data fusion algorithm based on hybrid delay-aware adaptive clustering in wireless sensor networks/ X. Liu, R. Zhu, A. Anjum, J. Wang, H. Zhang, M. Ma// Futur. Gener. Comput. Syst.– 2020 – 104 – pp 1–14.

[7] C.M. de Farias. A multi-sensor data fusion technique using data correlations among multiple applications/ C.M. de Farias, A.L Pirmez, G. Fortino, Guerrieri// Futur. Gener. Comput. Syst. – 2019 – 92 – pp 109–118.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

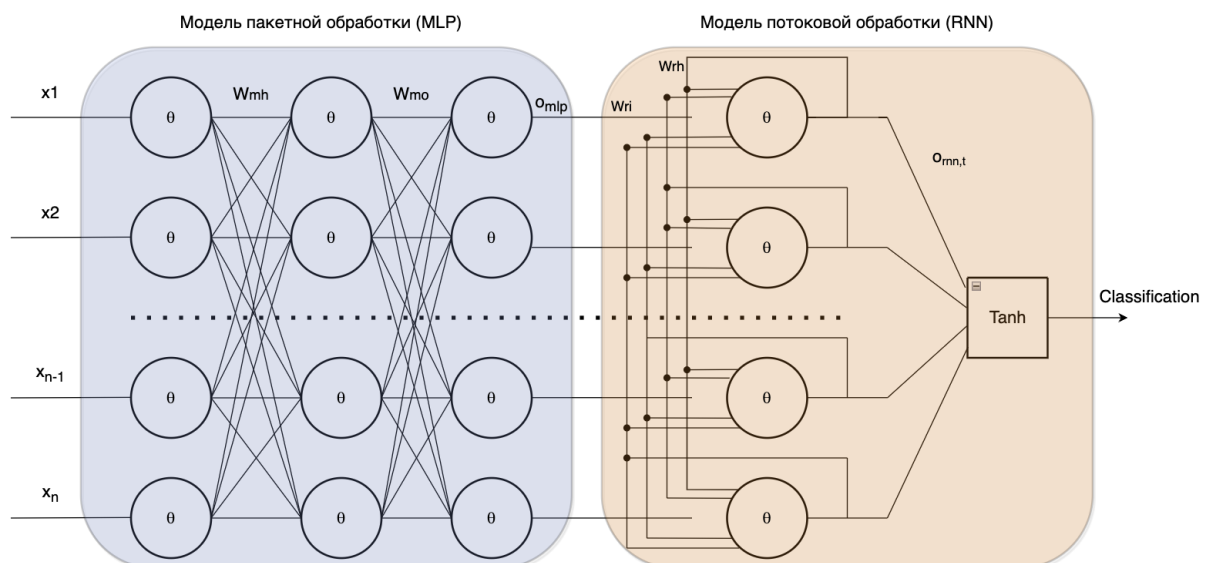
Е.Р. Евтушенко

Научный руководитель – Майков К.А., д.т.н., профессор

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

Анализ опубликованных исследований показывает, что применение алгоритмов машинного обучения для задач классификации и фильтрации сетевого трафика с целью выявления аномальных воздействий демонстрирует практически приемлемые результаты, что обуславливает актуальность разработки и исследования методов и алгоритмов машинного обучения в решение задач классификации.

Для анализа сетевого трафика используют комбинированную нейросетевую модель, состоящую из систем обработки пакетов и потока. Система пакетной обработки используется для сбора характеристик отдельных пакетов и основана на многослойном персептроне. Система обработки потока применяется для анализа сетевого трафика в целом. Для ее реализации используют сверточную нейронную сеть (CNN) или рекуррентные модели (RNN, LSTM, GRU). Для выполнения классификации используют различные классификаторы, например, softmax или тангенс.



Известные рекуррентные сети [1, 2] используют общую схему инициализации весовых коэффициентов с математическим ожиданием 0.1. Специализированные методы начальной инициализации весов, показанные в [3, 4, 5], имеют нерешенную проблему взрыва градиента в рекуррентных сетях с архитектурой RNN, поэтому предлагается модифицированный метод инициализации.

Для решения проблемы взрыва градиента необходимо сформировать диапазон значений весов инициализации. Входные данные для скрытого и рекуррентного слоев состоят из двух компонентов – входных данных на каждом временном шаге и выходных данных предыдущего шага. Аналогично выходные данные слоя RNN имеют следующие компоненты: один из которых передается классификатору, а на вход другого передается выходное значение предыдущего шага по каналам обратной связи. Математическая модель обратного распространения представлена ниже [6].

$$\frac{\partial \text{Cost}}{\partial a^t} = \theta'(a^t) \frac{\partial \text{Cost}}{\partial z^t} = \theta'(a^t) \left(\sum_{k=1}^{n_K} \omega_{hk} \cdot \frac{\partial \text{Cost}}{\partial a_{\text{out}}^t} + \sum_{h'}^{n_H} \omega_{h'h} \cdot \frac{\partial \text{Cost}}{\partial a^{t+1}} \right).$$

Балансировка дисперсии отклика на каждом временном шаге итерационного процесса выполняется согласно выражениям

$$\begin{cases} D[\omega_{h'h}] = \frac{4}{(n_K + n_H + 2n_I)}, \\ D[\omega_{ih}] = \frac{4}{(n_H + 4n_I)}, \\ D[\omega_{hk}] = \frac{4}{(2n_K + n_H)}. \end{cases}$$

Приведенные выражения используются для определения диапазона инициализации весовых коэффициентов нейронной сети.

Библиографический список

1. Lee K.-F. AI Superpowers // China, Silicon Valley, and the New World Order. Houghton Mifflin Harcourt – 2018 – p. 272.
2. Talabis M, McPherson R., Miyamoto I., Martin J. Information Security Analytics // Elsevier – 2015 – p. 166.
3. Kanimozhi V., Jacob T.P. Artificial Intelligence based Network Intrusion Detection with hyper-parameter optimization tuning on the realistic cyber dataset CSE- CIC-IDS2018 using cloud computing // ICT Express, vol. 5, issue 3 – 2019 – p. 214.
4. Kostas K. Anomaly Detection in Networks Using Machine Learning. Master thesis // School of Computer Science and Electronic Engineering, University of Essex – 2018 – p. 70.

5. Duygu Sinanc Terzi, Ramazan Terzi, Seref Sagiroglu. Big data analytics for network anomaly detection from netflow data // International Conference on Computer Science and Engineering – 2017 – p. 597.

6. Farivar F., Haghghi M. S., Jolfaei A., Alazab M. Artificial intelligence for detection, estimation, and compensation of malicious attacks in nonlinear cyber-physical systems and industrial iot // Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 4 – 2019 – p. 2725.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СМАРТ-ТУРИЗМА И ИННОВАЦИОННЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ: АНАЛИЗ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

А.В. Жалыбина

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

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

В докладе рассматривается концепция смарт-туризма, которая предполагает использование технологий для создания удобных и безопасных путешествий. Она основывается на использовании мобильных приложений, онлайн-карт, GPS-навигаторов и других цифровых инструментов для облегчения процесса путешествия и повышения комфорта путешественников.

Современные туристические платформы представляют собой комплексные системы, которые объединяют в себе функции бронирования авиабилетов, отелей, туров и экскурсий. Они предоставляют пользователям широкий спектр возможностей для планирования путешествий, поиска информации о достопримечательностях и культурных объектах, заказа билетов на мероприятия и многое другое.

Основной целью смарт-туризма является повышение качества сервиса и удовлетворение потребностей путешественников. Благодаря использованию современных технологий компании могут создавать персонализированные туры, предлагать скидки и бонусы клиентам, а также предоставлять им дополнительные сервисы, такие как страхование, трансферы и экскурсии.

Концепция смарт-туризма основана на использовании информационных и коммуникационных технологий для создания единого информационного пространства, в котором туристы и туристические компании могут обмениваться информацией, планировать и осуществлять путешествия. Это позволяет туристам более эффективно искать и сравнивать различные туристические предложения, а также получать доступ к актуальной информации о маршрутах, достопримечательностях, погоде и других важных аспектах путешествия.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 24 декабря 2021 г. N 2439 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие туризма"

2. Андрейчиков А.А. - Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Концептуальное проектирование инновационных систем / А.А. Андрейчиков, Андрейчикова О.С. - М., 2013. - 402 с.

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВЫХ КОЛЛЕКЦИЙ

С.Ю. Заикин

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

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

Актуальность анализа и классификации текстовых коллекций в современном мире обусловлена рядом факторов. Во-первых, объем текстовых данных постоянно растет, что требует разработки новых методов их обработки и анализа. Во-вторых, классификация текстов позволяет выявить скрытые закономерности и тенденции, которые могут быть использованы для принятия решений в различных отраслях. В-третьих, анализ текстовых данных играет ключевую роль в разработке систем автоматического распознавания и обработки текста, что является важным шагом в развитии искусственного интеллекта. Кроме того, классификация текстовых коллекций может помочь в создании новых алгоритмов машинного обучения, которые могут улучшить качество работы различных систем.

Использование тематических моделей предоставляет следующие преимущества.

1. Автоматическое выявление основных тем в коллекции документов.
2. Определение наиболее релевантных документов для каждой темы.
3. Определение семантической близости между документами.
4. Адаптивность к различным типам текстовых данных.
5. Гибкость в настройке под различные характеристики текстовых данных.

Целью работы является исследование методов и алгоритмов применения тематических моделей для анализа и классификации текстовых коллекций.

Задачи научно-исследовательской работы приведены ниже.

1. Изучение и анализ существующих методов тематических моделей.
2. Разработка экспериментальной методики для оценки эффективности различных моделей.
3. Оценка качества работы тематических моделей на разных наборах данных.
4. Определение оптимальных параметров моделей для различных задач.
5. Сравнение полученных результатов с другими методами анализа данных.

ПРОБЛЕМА ОБРАБОТКИ ЭФФЕКТА ПАРАЛЛАКСА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАНОРАМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.С. Калинов

Научный руководитель – Оборина Т.А., к-т техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по обработке эффекта параллакса при формировании панорамных изображений.

Панорамное изображение представляет собой широкоформатное изображение, охватывающее широкий угол обзора. Такое изображение можно получить путем сшивки серии изображений, как правило двух или трех экземпляров, имеющих общие элементы сцены. В наше время панорамные изображения получили широкое распространение и применяются в самых разных областях, начиная от рекламы и коммерции, и заканчивая научными исследованиями, а потому совершенствование способов и алгоритмов их получения на сегодняшний день является актуальной задачей компьютерного зрения.

Общую схему алгоритмов формирования панорамного изображения можно разбить на следующие шаги:

1. Подготовка исходных изображений;
2. Выявление и сопоставление ключевых точек на изображениях;
3. Вычисление матрицы гомографии;
4. Сшивка изображений.

Несмотря на простоту общей схемы, большинство существующих алгоритмов демонстрируют успешные результаты только при работе с 2D-изображениями, то есть изображениями, на которых все объекты сцены находятся на приблизительно одинаковом расстоянии от положения наблюдателя. При работе с 3D-изображениями, на которых присутствуют объекты переднего и заднего плана, на получаемых панорамах можно наблюдать размытия и искажения. Причиной этому становятся оптические эффекты, которые являются серьезным препятствием в получении качественного панорамного изображения. Одним из таких эффектов является параллакс.

Параллаксом называют изменение положения объектов переднего плана относительно объектов заднего плана при изменении положения наблюдателя. Иными словами, параллакс возникает при перемещении камеры относительно наблюдаемого объекта.

Одним из способов устранения эффекта параллакса является использование штатива со специальной панорамной головкой. При использовании такого штатива вращение камеры происходит вокруг нодальной точки, что исключает возникновение параллакса на фотографиях. Однако стоит учесть, что на практике использование штатива возможно не во всех обстоятельствах. Соответственно, имеет место поиск способов обработки параллакса программными средствами. Одним из таких способов является использование карты глубины.

Карта глубины представляет собой изображение, каждый пиксель которого характеризует расстояние от объекта на изображении до наблюдателя. С точки зрения интеграции в алгоритм формирования

панорамного изображения, карта глубины может быть использована для предварительного выравнивания сопоставляемых изображений по глубине, что в дальнейшем повысит точность сшивки и качество панорамы.

Библиографический список

1. "Panoramic photography" [Электронный ресурс] // URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Panoramic_photography (Дата обращения: 27.10.2023) "OpenCV: Images stitching" [Электронный ресурс] // URL: https://docs.opencv.org/4.x/d1/d46/group_stitching.html (Дата обращения: 27.10.2023)
2. Matthew Brown, David G. Lowe, "Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features" (Дата обращения: 27.10.2023)
3. "Parallax" [Электронный ресурс] // URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Parallax> (Дата обращения: 27.10.2023)
4. Tianli Liao, Nan Li, "Natural Image Stitching Using Depth Maps" (Дата обращения: 27.10.2023)

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.В. Королев

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

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

Рынок пестицидов в сельском хозяйстве наводнён разными производителями и их дистрибуторами, которые, работая в формате B2B, проводят большое количество операций и редко анализируют все этапы движения продукта от завода к полю. Современному производителю пестицидов необходима автоматизация задач маркетинга для ускорения процессов и увеличения гибкости при работе с ключевыми клиентами – сельхозтоваропроизводителями. В рамках компании производителя есть разрозненные системы сбора данных, разные отделы формируют свои базы, включающие в себя: данные о продажах, планы продаж, бюджеты, складские остатки, данные от дистрибуторов, контакты, характеристики контрагентов, данные по мероприятиям, полевым активностям. Всё это формирует препятствия в кросс-функциональном взаимодействии внутри компании производителя.

Основная задача, рассматриваемая в рамках ВКР: сформировать блок-систему маркетинга, которая будет определять и влиять на управление продажами, а также, факультативно позволит формировать маркетинговые активности при работе с рынком. Необходимо сформировать полуколлaborационную CRM. CRM – Customer Relationship Management, переводится как управление взаимоотношениями с клиентом. Сейчас рынок предлагает разные системы CRM, которые можно разделить на два типа: Operation CRM (OCRM) — это операционная CRM, решающая задачи контроля, учета, автоматизации процессов взаимоотношений с клиентами. Analytical CRM (ACRM) — это аналитическая CRM, то есть мы используем глубокую аналитику, в том числе поведенческую, чтобы выстраивать стратегию взаимодействия с клиентом.

Необходимо сформулировать основные задачи OCRM и ACRM в рамках задач компании производителя пестицидов (далее R&D компания) от маркетинга и свести их к функции управления продаж, выработав методику формирования базы данных и их аналитики. Для решения выбран путь, отраженный на схеме (рисунок 1).

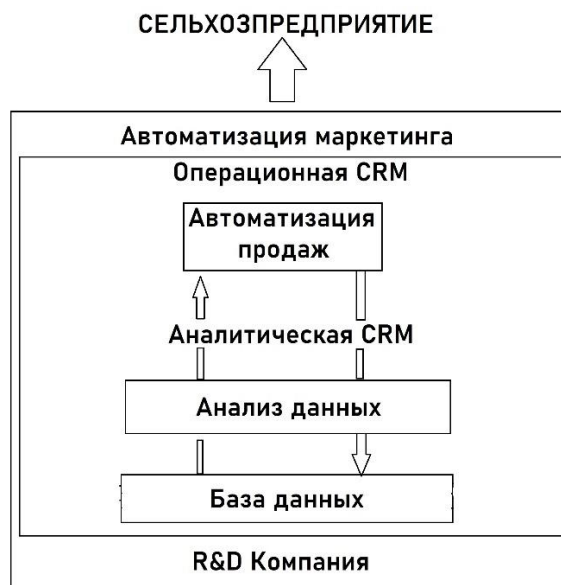


Рисунок 1 – архитектура комплекса автоматизации маркетинга

Данный подход позволит автоматизировать план продаж, формировать аналитические отчёты, включающие в себя статус контрагента, его потенциал, что напрямую ускорит работу как в продажах, так и в маркетинге.

Библиографический список

1. Аналитическая CRM система. [Электронный ресурс]: <https://crm-systems.info/analiticheskaya-crm-sistema/?ysclid=locx4mb0us662001753>
2. Связка аналитического и операционного CRM: как работает и кому подходит. [Электронный ресурс]: <https://korusconsulting.ru/press-centr/svyazka-analiticheskogo-i-operatsionnogo-crm-kak-rabotaet-i-komu-podkhodit/?ysclid=locxlyps2a561873406>
3. Современная концепция маркетинга в управлении проектами. [Электронный ресурс]: <https://spravochnik.ru/menedzhment/sovremennaya-koncepciya-marketinga-v-upravlenii-proektami/?ysclid=locxpr0vz8913986399>

GERT-СЕТИ: ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

М.С. Кошелева, А.Н. Сапрыкин

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

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

В докладе рассматривается эволюция развития GERT-сетей, анализируется опыт внедрения данного метода в промышленность, дается оценка перспектив развития.

На сегодняшний день для оценки временных параметров проекта или производственного процесса используются следующие методы:

- метод Ганта;
- метод критического пути, заключающийся в поиске самого продолжительного маршрута, где будет отсутствовать запас времени;
- метод оценки и анализа проектов, основанный на построении модели сетевого планирования, где каждый этап работы рассчитывает оптимистичный, пессимистичный и наиболее вероятный ход событий;
- метод графической оценки и анализа, применяемый в тех случаях, когда необходимо знать какие задачи в модели должны быть выполнены для дальнейшей работы.

Рассмотрим их более подробно.

В основе современных методов управления проектами лежит ленточная диаграмма Г. Ганта, предложенная в 1910 г., в которой по оси абсцисс располагается шкала времени, а по оси ординат построено – список работ, ограниченный заранее заданным промежутком времени. Она отличается простотой и наглядностью, но не дает представления о сущности выполняемых операций и их значимости для проекта.

Прототипами методов сетевого планирования (СРМ и PERT) считаются теории гармонографии Адамского и построения линейных графиков Уайта, представленные в 1910 г., однако метод критического пути (СРМ) с программной реализацией на ЭВМ был разработан только к концу 1957 г. Идея способа заключается в поиске самого продолжительного маршрута: в вершинах графа располагаются задачи, длительность выполнения которых выражается в длинах дуг между вершинами [2]. Подобный подход является эффективным решением в случаях, когда состав работ и время их выполнения четко определены. Существенный недостаток – задержка операций, лежащих на критическом пути, сдвигает конечный срок сдачи всего проекта.

Система сетевого планирования PERT (Program Evaluation and Review Technique), предложенная в 1958 г., представляет собой сетевые диаграммы, вершины которых отражают исследуемые события, а линии между ними – выполняемые задачи. Основное отличие от метода СРМ заключается в учетывании оценки времени для трёх возможных исходов событий:

- оптимистичное (О) время предполагает, что работы выполняются быстрее положенного;
- пессимистичное (П) вычисляется для случаев с максимальной продолжительностью операций, за исключением аварийных ситуаций;
- реалистичное (Р) время учитывает все варианты, характерные для конкретной задачи и всего процесса.

При этом ожидаемое время выполнения проекта вычисляется из соотношения:

$$T_{\text{ож}} = \frac{T(\text{О}) + 4T(\text{Р}) + T(\text{П})}{6}$$

В настоящее время развитие методов сетевого планирования происходит на базе СРМ, PERT и системного подхода к управлению проектом по стадиям его жизненного цикла, сформулированных во второй половине 1950-х г.

В 1966 г. математиком А. Прицкером был предложен метод графической оценки и анализа (GERT – Graphical Evaluation and Review Technique) как альтернативный вероятностный способ сетевого планирования, основанный на использовании GERT-сетей, позволяющих адекватно описывать сложные процессы производства в тех случаях, когда проблематично или невозможно однозначно определить, какие именно работы и в какой последовательности должны быть выполнены для достижения цели проекта (то есть осуществлять многовариантное планирование) [1].

В методе GERT используются входные и выходные функции. Операция выполняется в том случае, если в момент работы приходят входные данные функции, в качестве которой, как правило, представляются два типа параметров: детерминированный и вероятностный выходы.

Существенное преимущество заключается в том, что при определённой реализации модели возможен пропуск сразу нескольких операций, что намного ускоряет производство и экономит ресурсы, однако сам расчет GERT-сетей, моделирующих реальные процессы в рамках проекта, достаточно сложен и требует специального программного обеспечения для вычисления эффективности предлагаемых сетевых моделей.

В отличие от других сетевых диаграмм, таких как PERT (метод оценки и анализа программ) или СРМ (метод критического пути), метод GERT-сетей менее востребован, однако обладает более широким диапазоном возможностей, так как PERT или СРМ имеют некоторые ограничения:

- нет альтернативных путей – все действия должны быть выполнены;
- нет циклов - невозможно повторить действие, необходимо добавить следующее аналогичное действие;
- на диаграмме нет решений – нет параметров (и, или, исключаящее или), которые помогают выбрать правильный путь;
- нет масштабирования – невозможно заменить некоторую подробную группу действий одной сводной задачей.

Метод графической оценки и анализа снимает эти ограничения за счет усложнения схемы.

Библиографический список

1. Максимов, Н. А. Индустрия 4.0: планирование производственных процессов: монография / Н. А. Максимов, Ю. Б. Склеимин. — Москва: МАИ, 2023. — 158 с.

2. Масловский, В. П. Управление проектами: учебное пособие / В. П. Масловский. — Красноярск: СФУ, 2020. — 224 с.

ОБЗОР МЕТРИК ПОСЕЩАЕМОСТИ И БИЗНЕС-ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОММУНАЛЬНОГО БИЛЛИНГА

К.А. Краснов

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

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

Понимание качества пользовательского опыта и состояния бизнес-показателей важно для стабильной работы сервисов. Информация о падении интереса к продукту или о наличии проблем в производительности приложения помогает команде вовремя реагировать на проблемы. Один из лучших способов получить эту информацию – это надежная система мониторинга, которая собирает метрики и визуализирует данные [1].

Сбор и анализ метрик для мобильных приложений становится все более важным в современном мире. Это позволяет разработчикам и бизнес-владельцам получить ценные данные о поведении пользователей, эффективности приложения и достижении бизнес-целей. Путем изучения метрик, можно принимать обоснованные решения, оптимизировать процессы и повысить качество пользовательского опыта [2].

Метрика – это стандарт для измерения ресурса. Метрики могут ссылаться либо на ресурс и его единицы измерения, либо на данные, собранные об этом ресурсе. Они могут быть полезны для измерения производительности, эффективности, качества и пользовательского опыта приложений. Метрики помогают разработчикам и бизнес-владельцам принимать обоснованные решения, оптимизировать процессы разработки и улучшать продукт на основе полученных данных анализа метрик и фактических результатов [3].

Различают множество метрик, которые можно поделить на основные категории: продуктовые, маркетинговые и бизнес-метрики. Так же возможно выделять тематические — по целям, которых они помогают достичь. Важно определить тип требуемых для сбора метрик, чтобы сосредоточиться на получении и анализе наиболее релевантных данных. Это позволяет измерить и оценить ключевые аспекты проекта, принимать обоснованные решения и достигать поставленных целей.

В докладе исследуются различные категории метрик. Раскрывается такое понятие как пирамида метрик и производится её составление. Пирамида метрик может быть использована для оценки и анализа различных уровней метрик. Она помогает визуализировать иерархию метрик и их взаимосвязь, позволяя сфокусироваться на ключевых показателях успеха и принимать обоснованные решения на основе данных [3].

Исследование проводится на основе мобильного приложения «Абонент+» [4]. Для мобильного приложения требуется провести анализ ключевых метрик с целью увеличения числа пользователей и общего объема оплат за услуги ЖКХ через приложение.

На основе результатов анализа продуктовых метрик, представленных, в докладе, составлена пирамида метрик для информационно-аналитической системы коммунального биллинга, построенной на массивно-параллельной СУБД Greenplum.

Библиографический список

1. Худорожков И. [Электронный ресурс] URL: <https://logrocon.ru/news/monitoring> (дата обращения: 14.10.2023).
2. Гонзалес П. [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/magnit-tech/560338-zachem-razrabotchiku-biznes-metriki> (дата обращения: 14.10.2023).
3. Ираидина М. [Электронный ресурс] URL: https://skillbox.ru/media/management/chto_takoe_produktovye_metriki_i_zachem_oni_nuzhny/#3 (дата обращения: 14.10.2023).
4. Мобильное приложение «Абонент+» [Электронный ресурс] URL: https://www.abonent.plus/product_08 (дата обращения: 15.10.2023).

ЭФФЕКТИВНОЕ И НАДЕЖНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ В CAMUNDA BPMN

М.Г. Кузнецов

Научный руководитель – Соколова Ю.С., к.т.н.

В современном мире автоматизация бизнес-процессов является неотъемлемой частью успешного функционирования предприятий. Одним из наиболее популярных инструментов для управления бизнес-процессами является Camunda BPMN.

Camunda BPMN (Business Process Model and Notation) представляет собой открытую платформу для моделирования, автоматизации и управления бизнес-процессами. Она основана на стандарте BPMN 2.0, который является международным стандартом для моделирования бизнес-процессов.

Одной из ключевых особенностей Camunda BPMN является его гибкость и расширяемость. Платформа предоставляет широкий набор инструментов и возможностей для создания и настройки бизнес-процессов в соответствии с уникальными потребностями каждого предприятия. Она поддерживает различные типы задач, включая последовательные, параллельные и условные задачи, а также возможность интеграции с другими системами и сервисами.

В докладе будут рассмотрены примеры бизнес-процессов в Camunda BPMN, основные элементы и возможности платформы, интеграции со Spring Boot.

Библиографический список

1. Camunda: The Universal Process Orchestrator. – URL: <https://camunda.com/> (дата обращения – 23.09.2023)
2. Spring Boot Integration – URL: <https://docs.camunda.org/manual/7.20/user-guide/spring-boot-integration/> (дата обращения – 30.09.2023)

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФОЛИО

В.И. Ларионов

Научный руководитель – Трошина Г.В., к.т.н., доцент

Новосибирский государственный технический университет

Базовые информационные системы для сбора общей статистики об учащихся средней школы, об оценках, домашних заданиях и другой информации, уже давно стали обыденностью для школьной системы, но они часто не учитывают некоторые потребности учителей и завучей. В таком случае возникает необходимость в узконаправленных информационных системах. Таковой и является информационная система, позволяющая анализировать и оценивать внеурочную деятельность учащихся средней школы, с последующим формированием портфолио.

В работе описывается создание узконаправленной информационной системы для средней школы. Разработка велась с использованием технологий: Visual Studio code, XAMPP, phpMyAdmin, Bootstrap, языки PHP, HTML [1] – [8]. Была разработана информационная система оценки внеурочной деятельности учащихся средней школы для формирования портфолио, были решены следующие задачи: выполнен обзор предметной области, проведено обоснование выбора средств разработки, разработаны структура и интерфейс информационной системы, разработана структура и выполнена реализация базы данных информационной системы, описана технология работы пользователя. В информационной системе присутствует база данных из 11 таблиц, в которых хранится информация об учащихся средней школы: балльная оценка их достижений, сами достижения, информация о соревнованиях и олимпиадах, таблицы справочники с уровнями и местами олимпиад и соревнований, таблица с логинами и паролями пользователей.

В информационной системе присутствуют такие страницы, как, например, "Лучшие ученики", "Портфолио", "Статистика", "Редактирование таблиц", "Добавление новых записей".

Основные сущности информационной системы: ученики школы, олимпиады, спортивные соревнования, социальные акции, достижения учеников. Потенциальные пользователи информационной системы: учителя (user), завучи (admin).

Функциональные возможности: управление базой данных (чтение, добавление, редактирование и удаление записей), обеспечение защиты данных от несанкционированных пользователей (система авторизации), защита от неправильного ввода информации, автоматическая оценка всех достижений учащихся, вывод списка учащихся средней школы с градацией по количеству баллов, предоставление статистики по достижениям учащихся, создание и вывод портфолио учащихся.

Информационная система позволяет получить следующую статистику: количество одарённых учеников (ученики с достижениями), количество учеников с достижениями в олимпиадах, количество учеников со спортивными достижениями, количество учеников с социальными достижениями, количество одарённых учеников по параллели, количество

учеников, участвующих в олимпиаде (одной из списка), количество учеников, участвующих в спортивном соревновании (одном из списка), количество учеников, получивших достижение, связанное с одним из видов спорта, количество учеников, получивших достижение, связанное с одним из предметов, количество учеников, получивших достижение в олимпиаде выбранного уровня, количество учеников, получивших достижение в спортивном соревновании выбранного уровня.

Библиографический список

1. PhpStorm — Текст: электронный // JetBrains: [сайт]. — URL: <https://www.jetbrains.com/ru-ru/phpstorm/> (дата обращения: 16.03.2023).
2. Сравнение IDE для программирования на PHP: PhpStorm или NetBeans — Текст: электронный // WebforMyself: [сайт]. — URL: <https://webformyself.com/sravnenie-ide-phpstorm-ili-netbeans/> (дата обращения: 16.03.2023).
3. 7 лучших инструментов разработки на PHP для веб-разработки в 2022 году — Текст: электронный // wrp: [сайт]. — URL: <https://wrp.ru/statii/7-luchshikh-instrumentov-razrabotki-na-php-dlya-veb-razrabotki-v-2022-godu/> (дата обращения: 16.03.2023).
4. Что такое базы данных? — Текст: электронный // oracle: [сайт]. — URL: <https://www.oracle.com/cis/database/what-is-database/> (дата обращения: 22.03.2023).
5. Реляционные базы данных: достоинства и недостатки — Текст: электронный // GOSy VMKSS: [сайт]. — URL: <https://sites.google.com/site/gosyvmkss12/bazy-dannyh/07-relacionnye-bazy-dannyh-dostoinstva-i-nedostatki> (дата обращения: 28.03.2023).
6. Что такое ACID в базах данных? — Текст: электронный // nikitakiselev: [сайт]. — URL: <http://nikitakiselev.ru/article/chto-takoe-acid-v-bazah-dannyh> (дата обращения: 28.03.2023).
7. Нереляционные данные и базы данных NoSQL — Текст: электронный // learn.microsoft: [сайт]. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/architecture/data-guide/big-data/non-relational-data> (дата обращения: 31.03.2023).
8. Сравнение современных СУБД — Текст: электронный // drach: [сайт]. — URL: <https://drach.pro/blog/hi-tech/item/145-db-comparison> (дата обращения: 10.04.2023).
9. 8 лучших GUI клиентов PostgreSQL в 2021 году — Текст: электронный // proglib: [сайт]. — URL: <https://proglib.io/p/8-luchshih-gui-klientov-postgresql-v-2021-godu-2021-09-20> (дата обращения: 17.04.2023).
10. PHP mysqli query() Функция — Текст: электронный // w3schools: [сайт]. — URL: PHP mysqli query() Function (w3schools.com) (дата обращения: 21.04.2023).
11. Отправка форм — Текст: электронный //METANIT: [сайт]. — URL: <https://metanit.com/php/tutorial/3.1.php> (дата обращения: 21.04.2023).

МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ИСКАЖЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАПСУЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Н.К. Ле

Научный руководитель – Майков К.А., д.т.н., профессор
**Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана**

Классификация изображений — одна из актуальных задач компьютерного зрения. Из-за передержки, дрожания, движения и других помех обрабатываемые изображения претерпевают искажения во время получения или передачи. Сверточные нейронные сети позволяют решать задачи классификации неискаженных изображений, но мало применимы в условиях наличия искажений входных данных. Поэтому особую актуальность приобретает разработка структур капсульных нейронных сетей, обладающих функциональными возможностями классификации искаженных изображений [1,2].

Введение концепции капсул или векторной организации нейронов для инкапсуляции параметров вероятности и реализации обнаруженного признака было впервые предложено Хинтоном и др. [1]. Сабур и др. [2] предложили сверточную нейронную сеть, содержащую два уровня капсул, названную CapsNet, и представили концепцию маршрутизации по соглашению с динамической маршрутизацией. Как показано в [3], алгоритм маршрутизации с вниманием превосходит динамическую маршрутизацию, и определен как неитеративный, хорошо распараллеливаемый алгоритм маршрутизации.

Капсульная нейронная сеть включает в себя два компонента: кодировщик и дешифратор. В данной работе предлагается капсульная нейронная сеть с модифицированной архитектурой кодировщика на этапе извлечения признаков.

Кодировщик выполняет извлечение признаков объектов на изображении с последующим преобразованием в векторную форму в первичном капсульном слое и направлением в капсульный слой с использованием алгоритма маршрутизации по вниманию. Первая часть кодировщика, помимо использования слоев свертки, использует остаточные блоки с целью ускорения обучения. Для маршрутизации активных капсул к капсуле более высокого уровня, используются алгоритм маршрутизации по вниманию и модифицированная версия функции активации.

Архитектура дешифратора состоит из одного полносвязного слоя и последующих транспонированных слоев свертки. Транспонированная свертка использует преобразование в направлении противоположном нормальной свертке, т. е. от карт признаков, имеющих форму выходных данных некоторой свертки, к картам признаков, имеющих форму входных данных.

Эксперименты проводились на моделях, обученных в 40 эпох. В результате, по сравнению с традиционной капсульной сетью и остаточной сетью ResNet50, показано, что модифицированная капсульная сеть обеспечивает более высокую точность классификации наборов данных MNIST и CIFAR10. Однако сеть имеет функциональные ограничения при

работе с некоторыми видами искаженных изображений, что является направлением дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Hinton G.E., Krizhevsky A., Wang S.D. Transforming Auto-Encoders // ICANN. 2011.
2. Sabour S., Frosst N., Hinton G.E. Dynamic Routing Between Capsules // 2017. С. 3856–3866.
3. Mazzia, V., Salvetti, F. & Chiaberge, M. Efficient-CapsNet: capsule network with self-attention routing. Sci Rep 11, 14634 (2021).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСНОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ СХЕМЫ**

А.В. Луцкий, А.В. Абрамчук

Научные руководители –

Пискну Г.А., к.т.н., доцент

Алексеев В.Ф., к.т.н., доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Электромагнитный импульс (ЭМИ) – это быстрое ускорение заряженных частиц, которое может вызвать выброс электромагнитной энергии высокой интенсивности. Из-за этой огромной электромагнитной энергии наши электрические сети, коммуникационные и компьютерные системы могут быть разрушены. В работах [1–12] достаточно подробно рассмотрены вопросы воздействия ЭМИ на полупроводниковые структуры и электронные схемы (ЭС).

В реальной обстановке ЭС, входящие в компьютерные системы, подвержены воздействию электромагнитных полей излучения от большого числа источников, которые оказывают влияние на их нормальную работу. Это является следствием той или иной электромагнитной обстановки (ЭМО).

Электромагнитная обстановка в рассматриваемой области пространства определяется как совокупность электромагнитных полей этой области, влияющих на качество функционирования ЭС (вызывающих сбои, кратковременные отказы в работе или полный выход их из строя). Природа электромагнитного излучения различна. Все типы источников ЭМИ генерируются как повторяющиеся и регулярные последовательности импульсов.

Электромагнитные помехи (ЭМП) в окружающем пространстве создаются источниками, излучение которых не предусмотрено их функциональным назначением, а также источниками естественного происхождения. При этом влияние источников ЭМП на ЭС, приводящее к ухудшению качества их функционирования, как правило, сопровождается деградационными последствиями для этих средств. ЭМО, которая соответствует таким последствиям, является неблагоприятной, что может привести к ухудшению качества функционирования или выходу из строя полупроводниковых приборов, составляющих основу современных ЭС.

Проведенные исследования указывают на сильную чувствительность полупроводниковых структур к воздействию ЭМП [2]. Характер их повреждений в условиях неблагоприятной ЭМО зависит от режимов работы приборов, их функционального назначения, технологии производства, а также от самой конструкции прибора. Исходя из этого, очевидно, что надежность полупроводниковых приборов в условиях ЭМП можно повысить оптимизацией их конструкции, производства и эксплуатации с позиции их электромагнитной устойчивости.

Для решения указанной задачи необходимо определить параметры ЭМП, вызывающих сбои в работе ЭС, механизмы деградации полупроводниковых элементов, разработать методы оценки отказов приборов и прогнозирования их работоспособности в рассматриваемых условиях.

Отказы в полупроводниковых приборах при наличии ЭМП часто являются не только результатом непосредственного действия импульса, но следствием целого ряда известных гальванотермических эффектов. Эти эффекты могут также возникать и как реакция на действие ЭМИ. Деградация интегральных схем (ИС), нестабильность их параметров обуславливаются суммированием эффектов воздействия ЭМИ и режимов работы ИС, а также пространственным положением полупроводникового кристалла относительно направления прихода импульса.

Основной мишенью любого электромагнитного импульса являются полупроводниковые приборы. В устройствах на базе биполярных транзисторов пробой происходит из-за обратного смещения перехода, вызванного ЭМИ. Другим эффектом воздействия импульса является термическое повреждение *p-n*-перехода. В устройствах с полевым транзистором, таких как МОП-транзистор, возникают очень сильные электрические поля, которые прорываются через диэлектрик затвора, вызываемые ЭМИ.

Импульсы имеют очень острый передний фронт и быстро достигают максимального уровня. Энергия ЭМИ распространяется по проводам и цепям электронных устройств. Сложные схемы с большим количеством проводов, как правило, захватывают больше энергии. За несколько наносекунд ЭМИ излучает энергию до 50000 вольт в электронную схему [9, 12]. Этот импульс полностью расплавляет цепь. Современные компьютерные процессоры, которым требуются меньшие пути, являются уязвимыми к действию ЭМИ.

Более мелкие соединения, расположенные ближе друг к другу, легко разрываются и поэтому быстро плавятся. Логические схемы внутри электронной системы также легко повреждаются скачками энергии. Энергетический разрыв может даже разрушить отключенные электронные схемы. Энергия ЭМИ распространяются как радиоволны. Электромагнитная энергия создает огромные токи в проводниках, которые являются частью электронных схем, подключенных к любой электрической системе или устройствам, и из-за этих огромных токов любая электрическая система страдает от следующих повреждений:

- электромагнитная энергия создает в проводниках большие токи, которые повреждают устройство независимо от того, подключено оно или нет;
- если ток проводов каких-либо проводников или компонентов превышает допустимый предел, это может привести к повреждению устройства;

– превышение пределов наведенного напряжения и напряжения пробоя изоляции приводит к повреждению устройства;

– скачки напряжения проникают через металлооксидные затворы в полупроводниках, разрушая их.

Электромагнитный импульс небольшой продолжительности и огромной мощности может навсегда разрушить электронные и электрические схемы.

Под действием внешнего магнитного поля от ЭМИ может измениться удельное сопротивление полупроводника или его электронная доля теплопроводности (эффект Маджи-Риги-Ледюка). При этом в некоторых полупроводниках обнаруживается пик электрического сопротивления.

В полупроводниках со сверхрешетками имеется явно выраженное распределенное электростатическое поле внутри кристаллической решетки, величина которого зависит от наличия внешних полей. При воздействии ЭМИ, очевидно, что это распределение внутреннего поля нарушается, что приводит к изменению электрических свойств полупроводников со сверхрешетками.

Библиографический список

1. Alexseev, V. Modeling a two-level risk reduction of an enterprise in the formation of staff competence / V. Alexseev, V. Matyushkov, A. Pisarchik // Scientific Community: Interdisciplinary Research : Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference, Hamburg, January 26-28 2022 / InterConf. – Hamburg, 2022. – P. 104–109.

2. Zhuravliov V., Alexeev V. Influence of electromagnetic impulses on degradation of ICs. // XXVth General Assembly of the International Union of Radioscience. Lille, France. – 1996. – p.258.

3. Журавлев В. И., Алексеев В. Ф. Моделирование реакции полупроводниковых структур на действие электромагнитных помех. / Белгосуниверситет информатики и радиоэлектроники. – Мн., 1999. – 20 с. – Деп. в БелИСА 13.07.1999, № 199980.

4. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun, V. F. Alexeev, S. M. Avakov, V. E. Matyushkov, D. S. Titko // Ed. by V. E. Alexeev. Minsk: Kolorgrad, 2018. 184 p.

5. Alexeev, V. F. Modeling of nonstationary heating of semiconductor structures under HEMP actions with short pulse duration / V. F. Alexeev, V. I. Zhuravliov // IEEE Transactions on Device and Materials Reliability. – 2006. – Vol. 6, № 3. – P. 429 – 435. – DOI: 10.1109/TDMR.2006.882200.

6. Zhuravliov, V. Thermal conductivity influence on failures of semiconductor ICs under powerful EMP action / Vadim Zhuravliov, Victor Alexeev // The 2003 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC): Symp. Rec. - 2003. – Vol. 2. - P. 1040-1042. - DOI: 10.1109/ICSMC2.2003.1429092.

7. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах печатной платы при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018. – №Д201806 от 05.01.2018.

8. Chen Xiuqiao; Hu Yihua; Zhang Jianhua; Huang Yourui; He Li, "The simulation of electromagnetic pulse coupling with computer box," in Computational Electromagnetics and Its Applications, 2004. Proceedings. ICCEA

2004. 2004 3rd International Conference on , vol., no., pp.260-263, 1-4 Nov. 2004.

9. Алексеев, В. Ф. Использование кондуктивной схемы испытаний реакции полупроводниковых приборов на внешний ЭМИ / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев, В. П. Бруцкий-Стемпковский // Известия Белорусской инженерной академии, Минск. – 2005. – № 1 (19)/1. – С. 28–31.

10. Алексеев, В. Ф. Тепловые модели отказов полупроводниковых структур при воздействии мощных электромагнитных импульсов / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев // Доклады БГУИР. - 2005. - № 2 (10). - С. 65 - 72.

11. Sheng-quan Zheng; Dong-yun Hou; Dong-dong Wang; Feng Deng, "Electromagnetic pulse protection requirements and test methods for systems," in Antennas, Propagation & EM Theory (ISAPE), 2012 10th International Symposium on, vol., no., pp.857-860, 22-26 Oct. 2012.

12. Журавлёв В.И., Алексеев В.Ф. Импульсный нагрев ИС электромагнитными помехами. // Петербургский журнал электроники. – 1999. – №3. – с.67-72.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.А. Лучкина

Научный руководитель – Тарасова В.Ю., старший преподаватель
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время цифровая идентификация продукции стала ключевым элементом современной промышленности и торговли. С ростом объемов производства необходимость обеспечить эффективное управление продукцией становится все более актуальной. В этом контексте разработка системы цифровой идентификации продукции на предприятии представляет собой значимую задачу, которая способствует улучшению производственных процессов. Цифровая идентификация продукции производится с целью отследить каждую единицу продукции на всех этапах жизненного цикла [1]. Это может быть полезно для обнаружения и предотвращения поддельной продукции, а также реагирования на возможные проблемы или отзывы.

В данной работе рассмотрим основные аспекты и принципы разработки такой системы.

В качестве продукции будем рассматривать банки с краской, на крышках которых указаны номер и дата производства. Банки с краской плавно движутся по ленточному конвейеру. Расположенная над конвейером камера фиксирует изображение крышки и передает системе. Прежде чем произвести процесс идентификации, изображения подвергаются предварительной обработке, а именно поворот текста на нужный угол до горизонтального положения и устранение лишних шумов. Это необходимо для обеспечения точных результатов в последующем идентификационном процессе.

Для предварительной обработки изображения, используя библиотеку OpenCV, был разработан следующий алгоритм:

1. Бинаризация. Процесс бинаризации изображения направлен на преобразование изображения в двоичное (черно-белое) представление, где каждый пиксель либо относится к черному классу (значение 0), либо к белому классу (значение 255).
2. Сегментация. Процесс сегментации изображения используется для выделения отдельных объектов на изображении. Это позволяет разделить и идентифицировать интересующие нас области [2].
3. Эрозия. Эрозия помогает удалить отдельные пиксели или небольшие регионы, которые являются шумом на изображении и могут мешать дальнейшей обработке.
4. Дилатация. Она добавляет количество пикселей к границам объектов на изображении, расширяя их и тем самым способствуя объединению областей изображения. В результате вместо текста мы получаем подобие эллипса [3].
5. Поиск контуров на изображении и определение контура с наибольшей длиной, который и будет являться нашим текстом. Это нужно для того, чтобы определить длину и ширину текста, параметры, которые понадобятся для последующего перспективного преобразования.
6. Перспективное преобразование. Процесс применяется над изображением, получившееся после процесса эрозии. Позволяет повернуть текст до горизонтального положения.

В итоге получаем следующий результат, представленный на рисунке 1.



Рисунок 1 – Исходное и преобразованное изображения

После того как получили преобразованное изображение, можем идентифицировать на нем текст, используя библиотеку IronOCR, и получить его в текстовом формате, который далее можно занести в базу данных предприятия [4].

Таким образом, в ходе проведения данной работы, была разработана система цифровой идентификации для анализа объема продукции на производстве.

Результаты работы предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

Библиографический список

1. Нгуен Ф.Б.Ч. Идентификация товаров в цифровой среде // Научные стремления. 2019. № 25. С. 66-68.

2. Потапова В.Ю. Разработка программных средств сегментации изображений // Методы и средства обработки и хранения информации. Межвузовский сборник научных трудов. Под ред. Б.В. Кострова. Рязань, 2018. С. 152-155.

3. Efimov A.I., Novikov A.I., Sablina V.A. Image superimposition technique in computer vision systems using contour analysis methods // 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2016 - Including ECyPS 2016, BIOENG.MED 2016, MECO: Student Challenge 2016. 5. 2016. С. 132-136.

4. Иванов Н.А., Прокуров Д.А., Родионов В.С., Федюнин Р.Н., Щетинин К.А. Технологии осг для преобразования графической информации в текстовую // Вестник Пензенского государственного университета. 2021. № 3 (35). С. 85-88.

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ПОИСКА ОБЪЕКТОВ ПО ЗАДАНЫМ ПАРАМЕТРАМ

Е.О. Макаровская, Л.В. Ханджян, Ю.А. Заяц

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

В современной мире, где время считается ограниченным ресурсом, вопрос сокращения издержек на преодоления маршрутов стоит максимально остро. Использование различных систем позволяет уменьшить количество времени на преодоление маршрутов, найти наикратчайший путь и, в следствии этого, снизить затраты на его преодоление. В настоящее время существует целый ряд программных решений для поиска объектов, однако многие из них требуют значительных финансовых вложений и достаточно сложны в использовании.

Может потребоваться произвести точную локализацию зданий, остановок общественного транспорта, туристических объектов или просто найти точку на карте.

Основным инструментом для поиска места на карте по координатам x и y является географический информационный сервис, предоставляющий пользователю возможность задать координаты и получить соответствующее им место на карте. Такие сервисы обычно предоставляются в виде веб-приложений, которые работают на основе специальных географических баз данных. Системы поиска места на карте по координатам x и y предоставляют пользователю не только информацию о точном положении объекта, но и возможность прокладывать маршруты, искать ближайшие объекты и получать дополнительную информацию о местности. Такой подход позволяет использовать данную технологию в различных областях человеческой деятельности, включая туризм, транспорт, геологию и другие.

Одним из наиболее распространенных алгоритмов является поиск места на карте по координатам x и y . Для этого можно использовать различные методы, такие как алгоритмы поиска в ширину или алгоритмы Дейкстры.

Алгоритм поиска в ширину позволяет найти кратчайший путь от начальной точки до конечной на карте. Он основывается на том, что исследует все возможные направления движения и отмечает посещенные точки. Этот

метод является достаточно простым, но может быть довольно ресурсоемким при работе с большими картами. Алгоритм Дейкстры, в свою очередь, позволяет найти кратчайший путь от начальной точки до всех остальных на карте. Он работает на основе поиска минимального пути и обновления стоимости перемещения при нахождении более оптимального пути. Данный метод эффективен при работе с большими картами и позволяет получить все возможные кратчайшие пути.

Библиографический список

1. Ананий В. Левитин Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы: введение в разработку и анализ, 2006.
2. Оре О. Теория графов. - М.: Наука, 1980.

**ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
НЕРЕГУЛЯРНЫХ РЕЙСОВ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ
ГРУЗОВОЙ АВИАКОМПАНИИ**

Т.А. Мигалевич

Научный руководитель – Тонкович И.Н., канд.хим.наук, доцент
**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Управление затратами при выполнении нерегулярных рейсов грузовой авиакомпании является актуальной задачей на современном воздушном транспорте. Это связано с неопределенностью спроса на перевозки, нестабильностью мировых экономических условий и высокой стоимостью операций.

Одной из проблем является неопределенность спроса на перевозки. В случае нерегулярных рейсов постоянный спрос отсутствует, что создает сложность прогнозирования и планирования затрат.

Еще одной важной проблемой является нестабильность мировых экономических условий. В периоды экономического спада спрос на грузовые перевозки снижается, а расходы на содержание авиакомпании остаются на прежнем уровне. Это приводит к увеличению нерентабельных рейсов и непроизводительному использованию ресурсов.

Перед грузовыми авиакомпаниями стоит задача не только поиска и осуществления рейсов, но и анализа рентабельности каждого из них. Слежение за рентабельностью авиаперевозок с целью ее повышения считается в настоящее время одной из важнейших стратегических задач управления любой авиакомпанией [1].

В этой ситуации автоматизация управления затратами становится необходимостью. Автоматизация позволяет компании эффективно собирать, анализировать и управлять информацией о затратах на рейс, иметь более точное представление о затратах на каждый рейс и принимать обоснованные решения по их оптимизации.

В случае нерегулярных рейсов грузовые авиакомпании сталкиваются с существенными проблемами в определении и управлении себестоимостью рейса. Это связано с тем, что планируемая и фактическая себестоимости

рейсов могут существенно отличаться друг от друга. Задачей любой авиакомпанией является максимальное приближение планируемой себестоимости к фактической.

Неопределенность спроса, нестабильные экономические условия и сложность слежения за рентабельностью и себестоимостью рейсов создают проблемы в планировании и оптимизации использования ресурсов. Автоматизация управления затратами позволит более эффективно планировать затраты на каждый рейс, а также быстро реагировать на изменения внешних факторов.

Библиографический список

1. Мигалевич, Т.А. Особенности рентабельности грузовой авиакомпании / Т.А. Мигалевич // 59-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов; Минск: БГУИР, 2023. – С. 249-251.

СЕБЕСТОИМОСТЬ РЕЙСА ГРУЗОВОЙ АВИАКОМПАНИИ И ЕЁ АВТОМАТИЗАЦИЯ

Т.А. Мигалевич

Научный руководитель – Тонкович И.Н., канд.хим.наук, доцент
**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Автоматизация расчётов себестоимости грузовой авиакомпании является важной задачей для эффективного управления бизнесом. Она способствует оптимизации процессов, улучшению качества работы и повышению конкурентоспособности компании.

Задачей любой организации, в том числе и авиакомпании, является получение максимально высокой прибыли. Но что бы ее увидеть необходимо тщательно анализировать работу организации, а в большей степени – обращать внимание на затраты предприятия. В случае же с грузовой авиакомпанией тщательному анализу должна подвергаться себестоимость рейса.

Себестоимость рейсов грузовой авиакомпании представляет собой стоимостную оценку используемого полётного времени, реактивного топлива, аэропортовых расходов, страховки, расходов на связь, банковских расходов, аэронавигации, разрешение на пролет воздушной территории, бортипитания, суточных, гостиницы.

Различают себестоимость планируемую и фактическую.

Планируемая себестоимость – это заранее оцененная стоимость рейсов, которая основывается на прогнозах и расчетах [1]. Планируемая себестоимость позволяет авиакомпании определить ожидаемые расходы и спланировать финансовую стратегию. Фактическую себестоимость определяют по данным бухгалтерского учета. Она может отличаться от планируемой. В процессе осуществления операций авиакомпании могут возникнуть неожиданные расходы или изменения условий, которые повлияют на итоговую стоимость.

Важно отметить, что фактическая себестоимость должна быть тщательно отслежена и проанализирована, чтобы выявить причины отклонений от

планируемой. Планируемая и фактическая себестоимость являются важными показателями для оценки финансовой устойчивости авиакомпании. Контроль и анализ фактической себестоимости позволят авиакомпании оптимизировать свою деятельность и принять соответствующие меры для улучшения своей финансовой производительности и конкурентоспособности.

Основная задача авиакомпании – тщательно отслеживать и анализировать себестоимость, максимально приблизить планируемую себестоимость авиакомпании к фактической и не допустить ее превышения. Решение данной задачи позволит получать прибыль и не выполнять убыточные рейсы.

Библиографический список

1. Мигалевич, Т.А. Особенности рентабельности грузовой авиакомпании / Т.А. Мигалевич // 59-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов; Минск: БГУИР, 2023. – С. 249-251.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРИСУТСТВИЯ СОТРУДНИКОВ В ОРГАНИЗАЦИИ

А.А. Митрошин, А.С. Степченков

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

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

Внедрение системы мониторинга присутствия сотрудников играет важную роль в управлении персоналом в организации. Она способствует улучшению учета, контролю времени работы и оптимизации управленческих процессов.

Разработка такой системы направлена на повышение эффективности работы организации. Путем мониторинга присутствия сотрудников можно точнее планировать рабочее время, оптимизировать производственные процессы и увеличить производительность труда.

Автоматизация учета рабочего времени и создание надежной базы данных о присутствии сотрудников являются ключевыми элементами такой системы. Она включает различные технологии, включая биометрические устройства и мобильные приложения.

Помимо этого, разработка такой системы помогает оптимизировать производственные процессы. За счет точной информации о присутствии сотрудников можно оптимизировать операционную последовательность, ускорить выполнение задач и сократить затраты на рабочую силу.

Важным фактором при разработке является соблюдение правил конфиденциальности и защиты персональных данных. Необходимо гарантировать, что информация не будет использоваться незаконно или передаваться третьим лицам.

Внедрение системы мониторинга присутствия сотрудников требует обучения персонала и установления четких правил использования. Важно провести тренинг по использованию системы и объяснить цели и преимущества такого мониторинга, чтобы избежать конфликтов и недовольства.

Оценка эффективности системы мониторинга присутствия сотрудников может быть осуществлена путем анализа данных о рабочем времени, повышения производительности и снижения затрат на персонал. Такой анализ помогает выявить узкие места в производственных процессах и определить меры по их оптимизации.

Внедрение системы мониторинга присутствия сотрудников является актуальной задачей для современных организаций. Она позволяет управлять персоналом более эффективно, повышает производительность и способствует достижению целей организации.

Для достижения поставленных целей был создан микросервис и мобильное приложение, способные распознавать, фиксировать и собирать статистическую информацию. Создание серверной части было выполнено на языке программирования Java, а для разработки клиентской части были задействованы HTML, CSS, JS, а также язык программирования Kotlin для мобильной разработки.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ АРХИТЕКТУР НЕЙРОСЕТЕЙ

Н.А. Морошкин

Научный руководитель – Демидова Л.А., д.т.н., профессор

РТУ МИРЭА

В докладе рассматриваются актуальные подходы к проектированию мультимодальных архитектур глубоких нейронных сетей, общие тренды в исследовании мультимодальности вопросы обучения мультимодальных архитектур на непарных датасетах, основные подходы к обучению и созданию LLM моделей.

Цель мультимодального глубокого обучения – создание нейросетевых моделей, которые могут обрабатывать и связывать информацию с использованием различных модальностей. Заинтересованность разработчиков в таком обучении обусловлена тем, что для максимально правдоподобной имитации поведения человека одной модальности не хватает – необходимы модели, способные связывать и обрабатывать информацию с использованием нескольких сущностей – видео неразрывно связано с аудио, изображения могут быть описаны текстом и наоборот. Это позволяет выходить за пределы ограниченного количество признаков, полученных из обучающего датасета [1].

Первые успехи в мультимодальных архитектурах были получены несколько лет назад. В качестве примера можно рассмотреть модель ImageBERT [2], появившуюся в 2020 году. Данная модель основана на архитектуре трансформера BERT и способна работать с парами изображений и текста. Интересна данная модель больше не итоговыми метриками качества, а обучением. В обучении модели было реализовано решение таких задач, как языковое моделирование в маске (аналогично с исходным классическим обучением модели BERT), классификация маскированных объектов, регрессия признаков маскированной области и сопоставление текста изображения. Последняя задача является типичной для мультимодальных моделей, с помощью неё модели способны не только

сопоставлять входные изображения и текст, но и описывать изображения текстом, генерировать изображения по входному тексту или запросу.

Явление запроса к модели машинного обучения стал знаком широкой общественности приблизительно в 2021 году, тогда же стали появляться первые большие языковые модели (Large Language Model, LLM). LLM продемонстрировали замечательные возможности в задачах обработки естественного языка и за его пределами. Успех LLM привел к большому притоку исследовательских работ в этом направлении. Эти работы охватывают разнообразные темы, такие как архитектурные инновации базовых нейронных сетей, улучшение длины контекста, выравнивание моделей, наборы обучающих данных, сравнительный анализ, эффективность и многое другое [3].

Наиболее известные модели – SOTA LLM – получили всемирное признание и стали использоваться буквально в каждой задаче обработки текстов на естественном языке (*Natural Language Processing, NLP*). Среди них есть и поколения GPT [4] от OpenAI и коллекция открытых моделей LLaMa [5], превосходящая GPT. Развитие моделей LLM, основанные на трансформерах, повлияло на мультимодальные решения, например, GPT-4 [6].

Данные решения представляют собой модернизированные LLM, наличие в которых больших энкодеров позволило перенести данные архитектуры на мультимодальность. Параллельно идут архитектуры, изначально разрабатываемые для мультимодальных задач, одна из таких – CLIP [7] от OpenAI. Данная модель содержит в себе несколько энкодеров для каждой модальности, которые формируют латентные вектора, описывающие входные данные, которые мы можем использовать для получения другой модальности через декодер. Данное решение неоднократно улучшалось, последние работы в этой области – BLIP [8], улучшенная версия CLIP и xCLIP [9], позволяющая работать с описанием видео.

У всех перечисленных мультимодальных моделей есть несколько общих черт – обучение происходит на парных наборах данных (изображение и текст, видео и описание видео и т.д.), все они имеют в своей архитектуре энкодеры и декодеры, позволяющие искать похожие вектора в латентном пространстве. Но у этого тренда есть две неочевидные проблемы: необходимость больших парных наборов данных и парная группировка векторных представлений в латентном пространстве.

Первая проблема стоит очень остро из-за ограниченности числа больших парных наборов, самые популярные – MSCOCO и Flickr30k [10]. Такие наборы содержат большой набор пар «изображение-текст». Таких подготовленных данных очень мало, и если требуется обучение типа transfer learning модели на специфичных задачах приходится синтезировать данные [12] или собирать вручную, что не всегда бывает возможным. Вторая проблема напрямую связана с первой и её решение заключается в отказе от парного обучения.

Одними из первых исследователей, которые попытались решить эти проблемы, были создатели архитектуры jWAE [13]. Создатели реализовали архитектуру на основе автоэнкодеров, которые обучали на отдельных датасетах. После получения обученных энкодеров создатели пытались получить связь двух модальностей с помощью дискриминатора. Такой подход позволил решить сразу же обе проблемы, однако данный подход не

смог превзойти метрики мультимодальных моделей, обученных на парных датасетах. Исследования в этой области продолжаются [14]. В настоящее время в ряде исследований решаются задачи мультимодального синтеза речи [14] и построения визуальных QA моделей [14].

Библиографический список

1. Huan Ma, Zongbo Han, Changqing Zhang, Huazhu Fu, Joey Tianyi Zhou, Qinghua Hu. Trustworthy Multimodal Regression with Mixture of Normal-inverse Gamma Distributions // <https://arxiv.org/abs/2111.08456>, 2021.
2. Di Qi, Lin Su, Jia Song, Edward Cui, Taroon Bharti, Arun Sacheti. ImageBERT: Cross-modal Pre-training with Large-scale Weak-supervised Image-Text Data // <https://arxiv.org/abs/2001.07966>, 2020.
3. Humza Naveed, Asad Ullah Khan, Shi Qiu, Muhammad Saqib, Saeed Anwar, Muhammad Usman, Naveed Akhtar, Nick Barnes, Ajmal Mian. A Comprehensive Overview of Large Language Models // <https://arxiv.org/abs/2307.06435>, 2023.
4. Alec Radford, Karthik Narasimhan, Tim Salimans, Ilya Sutskever. Improving Language Understanding by Generative Pre-Training // <https://paperswithcode.com/paper/improving-language-understanding-by>, 2018.
5. Hugo Touvron, Thibaut Lavril, Gautier Izacard, Xavier Martinet, Marie-Anne Lachaux, Timothée Lacroix, Baptiste Rozière, Naman Goyal, Eric Hambro, Faisal Azhar, Aurelien Rodriguez, Armand Joulin, Edouard Grave, Guillaume Lample. LLaMA: Open and Efficient Foundation Language Models <https://arxiv.org/abs/2302.13971>, 2023.
6. Arham Islam. Multimodal Language Models: The Future of Artificial Intelligence // <https://www.marktechpost.com/2023/07/19/multimodal-language-models-the-future-of-artificial-intelligence-ai/>, 2023.
7. Alec Radford, Jong Wook Kim, Chris Hallacy, Aditya Ramesh, Gabriel Goh, Sandhini Agarwal, Girish Sastry, Amanda Askell, Pamela Mishkin, Jack Clark, Gretchen Krueger, Ilya Sutskever. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision // <https://arxiv.org/abs/2103.00020>, 2021.
8. Junnan Li, Steven Hoi, Donald Rose. BLIP: Bootstrapping Language-Image Pre-training for Unified Vision-Language Understanding and Generation // <https://blog.salesforceairesearch.com/blip-bootstrapping-language-image-pretraining/>, 2019.
9. Bolin Ni, Houwen Peng, Minghao Chen, Songyang Zhang, Gaofeng Meng, Jianlong Fu, Shiming Xiang, Haibin Ling. Expanding Language-Image Pretrained Models for General Video Recognition // <https://arxiv.org/abs/2208.02816>, 2022.
10. Zhedong Zheng, Liang Zheng, Michael Garrett, Yi-Dong Shen. Dual-Path Convolutional Image-Text Embedding // https://www.researchgate.net/publication/321095980_Dual-Path_Convolutional_Image-Text_Embedding, 2017
11. Jonathan Tremblay, Thang To, Stan Birchfield. Falling Things: A Synthetic Dataset for 3D Object Detection and Pose Estimation // https://research.nvidia.com/publication/2018-06_falling-things-synthetic-dataset-3d-object-detection-and-pose-estimation, 2018.
12. Shweta Mahajan, Teresa Botschen, Iryna Gurevych, Stefan Roth. Joint Wasserstein Autoencoders for Aligning Multimodal Embeddings // <https://arxiv.org/pdf/1909.06635.pdf>, 2019.

13. Jabeen Summaira, Xi Li, Amin Muhammad Shoib, Songyuan Li, Jabbar Abdul. Recent Advances and Trends in Multimodal Deep Learning: A Review // <https://arxiv.org/abs/2105.11087>, 2017.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ТЕКСТОВОЙ АНАЛИТИКИ И ПРАКТИК OSINT В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

И.С. Москалев, А.Ю. Выжигин

Научный руководитель – Трубиенко О.В., к.т.н., доцент

РТУ МИРЭА

В настоящее время из-за больших объемов данных в интернете возникают проблемы с поиском необходимой информации и её анализа. Сегодня существует различные поисковые системы такие, как Google, Bing, ... и в том числе сделанные в России: Yandex, Mail, Rambler. Пользователи в бытовом использовании выбирают более удобную для них поисковую систему, но при поиске специфической узконаправленной информации прибегают к результатам сразу нескольких поисковых систем, потому что каждая система выдает различные результаты. Основная проблема организации поиска информации состоит в невозможности создания идеальной поисковой системы. И даже при наличии таких гигантов как Google ведутся научные работы по поиску и анализу информации в интернете.

Для решения поставленной проблемы было проведено исследование, целью которого являлось повышение эффективности методов текстовой аналитики за счет применения практик OSINT.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведен обзор и анализ существующих информационно-аналитических систем в предметной области;
- описана суть предлагаемого решения;
- описаны практики OSINT;
- описаны особенности предобработки запросов;
- описана интеграция техник OSINT;
- описан метод решения задачи;
- проведено исследование работоспособности предложенного метода на основе разработанной ИАС;
- проведено описание экспериментов.

Библиографический список

1. Брумштейн Ю. М., Васьковский Е. Ю., Куаншкалиев Т. Х. Поиск информации в Интернете: анализ влияющих факторов и моделей поведения пользователей // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2017. – №. 1. – С. 50-55.

2. Москалев И. С. Применение технологии OSINT для получения информации по IP-адресу // IT OPEN 2022. – 2022. – С. 187-191.

3. Google Dorking или используем Гугл на максимум. — Текст : электронный // habr.com : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/postuf/articles/510766/> (дата обращения: 16.10.2023).

4. Голушко, А. П. Цель и задача поиска информации в открытых источниках (open source intelligence) / А. П. Голушко, Ю. Ю. Дрянных. — Текст : непосредственный // внедрение результатов инновационных разработок: Проблемы и перспективы. — Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований" , 2019. — С. 158-161.

5. Янгаева, М. О. OSINT. Получение криминалистически значимой информации из сети интернет / М. О. Янгаева, Н. О. Павленко. — Текст : непосредственный // Алтайский юридический вестник. — 2022. — № 2. — С. 131-135.

6. Бельдеубаева, Д. Р. Применение OSINT технологий в качестве повышения эффективности деятельности органов внутренних дел / Д. Р. Бельдеубаева. — Текст : непосредственный //

7. Bogdan, Batrinca Social media analytics: a survey of techniques, tools and platforms / Batrinca Bogdan, C. T. Philip. — Текст : непосредственный // AI & SOCIETY. — 2015. — № 30. — С. 89-116.

8. Jason, H. S. Is Information Systems Late to the Party? The Current State of DevOps Research in the Association for Information Systems eLibrary / H. S. Jason, S. B. Jeffry. — Текст : непосредственный // DevOps Research in the AISeL . — 2018. — № . — С. 1-8.

9. Рассел, Джесси Контент-анализ / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2021. - 931 с.

10. Таршис, Е.Я. Контент-анализ. Принципы методологии. Построение теоретической базы. Онтология, аналитика и феноменология текста. Программы исследования / Е.Я. Таршис. - Москва: ИЛ, 2020. - 786 с.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИМ ОБЩЕЖИТИЕМ

Д.В. Низовцов

Научный руководитель – Тонкович И.Н., канд.хим.наук, доцент
**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Эффективное управление студенческим общежитием зависит от многих факторов и может различаться в зависимости от контекста и особенностей конкретного учебного заведения. Комплексная автоматизация управления студенческим общежитием – это сложная задача, требующая внимания к множеству аспектов, таких как удовлетворение потребностей жильцов, обеспечение безопасности и комфорта, эффективное распределение ресурсов и другие. Проведенные исследования позволили выделить ряд ключевых особенностей управления студенческим общежитием:

1. Управление ресурсами и бюджетом. Актуальная задача – эффективное управления финансами и ресурсами. Необходимо проводить оптимизацию расходов, бюджетное планирование и поиск источников дополнительного финансирования.

2. Процессы заселения и управление очередью. Важнейшая проблема – это формирование очереди студентов для заселения на основе списка нуждающихся в общежитии. Следует учитывать и тот факт, что многие

аспекты информации, влияющие на решения о заселении, способны достаточно быстро подвергаться изменениям в период массового заселения. Анализ очередей на заселение и методов их структурирования может помочь в оптимизации процессов размещения студентов [1].

3. Обеспечение безопасности и контроля доступа. Контроль доступа и обеспечение безопасности студенческого общежития – критически важные задачи. Необходимо оценить эффективность систем безопасности и предложить их улучшения.

4. Социальное и психологическое благополучие студентов. Важный аспект – влияние условий проживания в общежитии на социальную адаптацию и психологическое состояние студентов, что требует проведения анализа социальной интеграции, стресса и психологической поддержки.

5. Экологические аспекты. Первоочередные вопросы – вопросы энергоэффективности и экологической устойчивости общежитий.

6. Участие студентов и управление общежитием. Здесь важна оценка влияния участия студентов в управлении общежитием и их взаимодействие с администрацией для общего благополучия.

Эффективное управление студенческим общежитием невозможно без рассмотренных аспектов.

Библиографический список

1. Низовцов, Д.В. Аспекты проектирования алгоритмов и механизмов для автоматизации процессов заселения студентов в общежитие / Д.В. Низовцов, Д.В. Басак // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022. – С. 53-54.

МНОГОКАНАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

С.А. Новиков

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Диагностика тремора является важной современной задачей в различных областях медицины таких как неврология, психиатрия, эндокринология и кардиология. Для измерения характеристик тремора используются различные технические средства например: оптические системы на основе видеодатчиков или же лазерных дальномеров и сканеров, электрические датчики на основе методов электромиографии, механические системы на основе MEMS датчиков ускорения и угла поворота, а также электромагнитные преобразователи расстояния в емкость или же индуктивность.

В нашей работе было принято решение использовать датчик основанную на емкостном преобразователе расстояния в силу его преимуществ перед другими типами датчиков таких как: высокая чувствительность, независимость от параметров освещения и

расположения, слабая зависимость от условий внешней среды, цена компонентов.

Однако единичный датчик позволяет получить только некоторую информацию о треморе, а именно амплитудные характеристики в вертикальной плоскости и частоту колебаний конечности. Однако для более точной диагностики тремора, а также исследования его генеза полезными могут быть данные тремора в горизонтальной плоскости.

Для получения этих дополнительных данных и повышения точности, и как следствие, повышения диагностической ценности измерительных данных и предлагается использовать систему из девяти датчиков, расположенных в одной плоскости.

Конечность, попадая в электромагнитное поле каждого из этих датчиков, будет вызывать изменение емкости системы «рука-антенна» в зависимости от расстояния до датчика и того какая часть конечности попала в поле. Выходным сигналом датчиков является прямоугольный сигнал с частотой, которая зависит от емкостной нагрузки системы «рука-антенна». Далее частота измеряется с помощью FPGA контроллера или же ARM микроконтроллера, который осуществляет подсчет импульсов входного сигнала по каждому каналу и вычисление расстояния до конечности. В дальнейшем эти данные собираются и передаются на ЭВМ, где будет происходить дальнейшая математическая обработка. Такой подход позволит получить горизонтальную составляющую тремора, а также повысит точности измерения вертикальной составляющей.

Библиографический список

1. С.А. Новиков, М.Б. Никифоров Анализ технической базы для определения и диагностирования тремора верхних конечностей человека. Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2021 [текст]: сб. тр. XXXIV Всерос. науч.-техн. конф. студ., мол. ученых и спец., 8-10 декабря 2021 г. / под общ. ред. В.И. Жулева. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 344346 с., ил.

2. Fan Xia, Umme Zakia, Carlo Menon, Behraad Bahreyni, "Improved Capacitive Proximity Detection for Conductive Objects through Target Profile Estimation", Journal of Sensors, vol. 2019, Article ID 3891350, 11 pages, 2019.

3. Oliveira, F.H.M., Zaruz, T.F., Andrade, A.O. (2019). Use of Non-contact Capacitive Sensors to Detect Hand Gestures. In: Costa-Felix, R., Machado, J., Alvarenga, A. (eds) XXVI Brazilian Congress on Biomedical Engineering. IFMBE Proceedings, vol 70/2. Springer, Singapore.

РАЗРАБОТКА MESH-СЕТИ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев

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

В докладе рассматривается построение программно-конфигурируемой mesh-сети устройств Интернета вещей на основе умных розеток и лампочек TP-Link Таро, микроконтроллеров ESP32 и хаба устройств Интернета вещей,

являющимся центральным элементом в локальной сети Интернета вещей и обеспечивающим связь между всеми устройствами, управление ими, а также обработку данных и их отправку в облачную платформу.

Микроконтроллер ESP32 имеет низкую стоимость, широкий набор интерфейсов для подключения датчиков, встроенные модули Wi-Fi и Bluetooth, что делает его идеальным выбором для разработки mesh-сети. Для сбора параметров к ESP32 подключены датчик температуры и влажности воздуха DHT11, фоторезистор GL5537 и датчик движения HC-SR501.

Для создания mesh-сети на микроконтроллерах ESP32 используется библиотека PainlessMesh, которая предоставляет простой интерфейс для создания mesh-сети и обмена данными между устройствами. Библиотека работает на основе протокола OLSR, который позволяет устройствам автоматически настраивать маршруты передачи сообщений и обходить узлы, которые не работают. Один из узлов mesh-сети является главным и передает всю информацию на IoT-хаб. В случае, когда главный узел больше недоступен, его обязанности случайным образом передаются другому узлу.

Для создания mesh-сети с помощью библиотеки PainlessMesh создается объект класса PainlessMesh и вызывается метод *init()*, в который передаются SSID, пароль и номера порта создаваемой mesh-сети. Функция *receivedCallback()*, отвечает за обработку полученных данных от других узлов mesh-сети устройств Интернета вещей. Данная функция также вызывает функцию *sendMessageToServer()*, которая отправляет полученные от других узлов данные на IoT-хаб, если текущий узел является главным.

IoT-хаб позволяет управлять и координировать работу других устройств Интернета вещей и осуществляет сканирование Wi-Fi сети, к которой он подключен для определения всех беспроводных устройств, доступных в данной сети. В качестве устройств Интернета вещей, подключаемых к IoT-хаба, используются умные розетки TP-Link Tapo P100, умные лампочки TP-Link Tapo L530 и микроконтроллеры ESP32, образующие mesh-сеть и собирающие с помощью датчиков информацию о температуре, влажности, уровне освещенности окружающей среды и наличии движения.

Сканирование IoT-хабом Wi-Fi сети для определения устройств выполняется с помощью утилит, реализованных на языке программирования Python на основе протоколов ICMP и ARP. Функция *ping_device()* в качестве входного параметра принимает IP-адрес и с помощью метода *ping()* библиотеки *pythonping* определяет доступность устройства по этому IP-адресу. Для ускорения сканирования Wi-Fi сети IoT-хабом вызов функции *ping_device()* для каждого IP-адреса осуществляется в отдельном потоке.

Взаимодействие хаба устройств Интернета вещей и облачной платформы происходит с помощью сокета. IoT-хаб собирает данные от подключенных устройств и передает их на облачную платформу, где происходит их обработка и анализ. Облачная платформа может отправлять команды на управление устройствами через хаб.

Метод *send_messages()* отвечает за отправку данных в облачную IoT-платформу через сокет в формате json. Метод *receive_messages()* отвечает за прослушивание входящих сообщений от облачной IoT-платформы, которые содержат команды управления устройствами Интернета вещей. В случае, если облачная IoT-платформа недоступна в настоящий момент, IoT-

хаб циклически будет осуществлять попытки подключиться к ней в методе `do_connection_attempt()`, пока не будет установлено соединение.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3201.2022.1.6.

Библиографический список

1. Перепелкин Д. А., Ткачев Д.Д. Разработка облачной платформы и визуальной программной системы конфигурирования устройств Интернета вещей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – № 82. – С. 73-88.

2. Перепелкин Д. А., Ткачев Д.Д. Разработка шлюза и облачной платформы программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2023. – № 84. – С. 88-98.

ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И РЕЖИМОВ ИЭТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

И.С. Пономарёв, И.В. Свиржевский, М.А. Крень

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

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Электронные системы (ЭС), как объект оптимального проектирования, представляют собой сложные как в схемотехническом, конструкторско-технологическом, так и в плане надежности, системы, подвергающиеся широкому спектру интенсивных воздействий дестабилизирующих факторов: электрических, тепловых, механических и других. Для ЭС характерно протекание нескольких взаимосвязанных физических процессов, учет характера протекания и взаимодействия которых в значительной степени определяют показатели надежности и оптимальность проектирования ЭС [1–11].

Основные проблемы, возникающие в начале создания надежных ЭС, состоят в необходимости системного исследования и отработки модели эксплуатации ЭС и ее составных частей в составе технического объекта, в достаточно точном определении влияния внешних воздействий на ЭС, анализе оптимальных методов защиты от них и синтезе проектных решений, позволяющих обеспечить требуемые характеристики надежности с минимальными затратами.

Существующие нормативные документы по проектированию ЭС предполагают решение следующих задач:

- выбор элементной базы с учетом надежности и стойкости к режимам эксплуатации;
- обеспечение допустимых или облегченных режимов и условий применения изделий электронной техники (ИЭТ) при всех возможных отклонениях их параметров, режимов, внешних и специальных факторов;

- оптимизацию схемно-конструктивных решений (по критерию надежности и стойкости) методами и средствами математического и физического моделирования;
- сочетание расчетных и экспериментальных методов оценки, увязанных с этапами разработки и изготовления.

Так в [1] рассмотрены особенности проектирования медицинских электронных устройств. Показано, что разработка современной медицинской электроники является комплексной задачей, включающей необходимость учета и строгого соблюдения специфических требований в области электромагнитной совместимости. Они гораздо жестче, чем при проектировании бытовой техники, поскольку сбои в работе медицинских приборов могут привести к трагическим последствиям, вплоть до гибели пациента. Обозначен ряд трудностей, возникающих при проектировании медицинского оборудования, представленных в виде иерархии принятия решений. Приведены основные стандарты проектирования медицинских электронных устройств, среди которых особое внимание следует обратить на IEC-60601-1-1 и IEC-60601-1-2, поскольку соблюдение требований данных нормативных документов имеет решающее значение для сертификации и выпуска на рынок произведенного оборудования. Даны рекомендации по применению матрицы управления рисками, используемой для предоставления количественных показателей для каждого возможного риска, связанного с медицинским устройством, в любом режиме работы и при любой возможной неисправности.

Решение перечисленных задач лежит в области разработки новых информационных технологий моделирования и системного оптимального автоматизированного проектирования и синтеза надежных ЭС, существенный вклад в развитие которых внесли работы российских учёных Вермишева Ю.Х., Кофанова Ю.Н., Норенкова И.О., Борисова Н.И., Кравченко В.А., Солодовникова И.В., Кечиева Л.И., Гридина В.Н., Сарафанова А.В., Шалумова А.С. и других, а также белорусских учёных Белоуса А.И., Емельянова В.А., Алексеева В.Ф., Ланина В.М., Пискуна Г.А., Ефименко С.А., Боровикова С.М., Мордачёва В.И. и других.

Анализ особенностей протекания физических процессов, анализ отказов, а также изучение особенностей процесса проектирования ЭС позволили сделать заключение о том, что современная методология разработки базируется на разрозненных расчетах, макетировании и доработке изделий по результатам испытаний.

В настоящее время развиваются методологии проектирования ЭС на основе CALS-технологий с использованием системной комплексной модели ЭС. Согласно этой методологии, получаемые варианты проекта ЭС опираются на комплексные исследования характеристик ЭС, которые выполняются при помощи соответствующего программно-методического обеспечения с использованием системной комплексной модели ЭС – электронного макета (ЭМ). Для реализации возможности информационного взаимодействия разработчиков в рамках, например, виртуальных конструкторских бюро процесс комплексных исследований характеристик ЭМ ЭС может выполняться по технологии «клиент-сервер» с использованием вычислительных сетей.

Такие схемы проектирования даже при применении комплексного системного моделирования не приводят к нахождению оптимальных проектных решений или близких к ним еще на этапе доэскизного и эскизного конструирования, в результате чего недостатки проектного решения выявляются на более поздних этапах проектирования, что вызывает большие временные и материальные затраты по их устранению и реализации. Поиск же оптимальных проектных решений вообще не производится из-за отсутствия соответствующего математического, программного и методического обеспечений САПР.

При наличии перечисленных выше факторов, влияющих на надежность ЭС, с целью повышения качества и снижения стоимости разработки и ее реализации необходимо на ранних этапах проектирования ЭС обеспечить разработчика и конструктора данными по оптимальным вариантам проектирования: для обеспечения нагрузочных электрических, тепловых и механических режимов ИЭТ; выбору типов ИЭТ; параметрам системы обеспечения необходимого теплового режима; допускам на параметры ИЭТ; параметрам несущей конструкции и системы виброудароизоляции.

Нерешёнными задачами являются:

1. В существующих методиках проектирования выбор нагрузочных режимов ИЭТ (коэффициент электрической нагрузки и температура окружающей среды) производится интуитивно на основе опыта разработчика с последующей проверкой при расчете теплового режима после разработки конструкции и уточненном расчете надежности. При этом не учитывается оптимальное сочетание электрического нагрузочного режима ИЭТ (коэффициента нагрузки) и его теплового режима с точки зрения стоимости набора ИЭТ и стоимости обеспечения его теплового режима при обеспечении надежности.

2. Расчет надежности на этапе схемотехнического проектирования производится ориентировочно и только по внезапным отказам, т.к. расчет надежности по постепенным отказам можно произвести лишь при условии знания тепловых режимов ИЭТ, т.е. только при уточненном расчете надежности после проектирования конструкции.

3. Выбор системы охлаждения и ее параметров в рассмотренных методиках производится без учета оптимального сочетания электрических и тепловых режимов ИЭТ с точки зрения минимальной стоимости системы охлаждения и набора ИЭТ при обеспечении заданной надежности ЭС по внезапным и постепенным отказам и теплостойкости.

Вследствие этого актуальной является задача нахождения оптимального сочетания показателей надежности и режимов ИЭТ.

Библиографический список

1. Алексеев, В. Ф. Особенности проектирования медицинских электронных устройств = Features of Design of Medical Electronic Devices / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун // Доклады БГУИР. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 51-57.
2. Alexseev, V. Modeling a two-level risk reduction of an enterprise in the formation of staff competence / V. Alexseev, V. Matyushkov, A. Pisarchik // Scientific Community: Interdisciplinary Research : Proceedings of the 6th

International Scientific and Practical Conference, Hamburg, January 26-28 2022 / InterConf. – Hamburg, 2022. – P. 104–109.

3. Zhuravliov V., Alexeev V. Influence of electromagnetic impulses on degradation of ICs. // XXVth General Assembly of the International Union of Radioscience. Lille, France. – 1996. – p.258.

4. Журавлев В. И., Алексеев В. Ф. Моделирование реакции полупроводниковых структур на действие электромагнитных помех. / Белгосуниверситет информатики и радиоэлектроники. – Мн., 1999. – 20 с. – Деп. в БелИСА 13.07.1999, № 199980.

5. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun, V. F. Alexeev, S. M. Avakov, V. E. Matyushkov, D. S. Titko // Ed. by V. E. Alexeev. Minsk: Kolorgrad, 2018. 184 p.

6. Alexeev, V. F. Modeling of nonstationary heating of semiconductor structures under HEMP actions with short pulse duration / V. F. Alexeev, V. I. Zhuravliov // IEEE Transactions on Device and Materials Reliability. – 2006. – Vol. 6, № 3. – P. 429 – 435. – DOI: 10.1109/TDMR.2006.882200.

7. Zhuravliov, V. Thermal conductivity influence on failures of semiconductor ICs under powerful EMP action / Vadim Zhuravliov, Victor Alexeev // The 2003 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC): Symp. Rec. - 2003. – Vol. 2. - P. 1040-1042. - DOI: 10.1109/ICSMC2.2003.1429092.

8. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах печатной платы при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018. – №Д201806 от 05.01.2018.

9. Алексеев, В. Ф. Использование кондуктивной схемы испытаний реакции полупроводниковых приборов на внешний ЭМИ / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев, В. П. Бруцкий-Стемпковский // Известия Белорусской инженерной академии, Минск. – 2005. – № 1 (19)/1. – С. 28–31.

10. Алексеев, В. Ф. Тепловые модели отказов полупроводниковых структур при воздействии мощных электромагнитных импульсов / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев // Доклады БГУИР. - 2005. - № 2 (10). - С. 65 - 72.

11. Журавлёв В.И., Алексеев В.Ф. Импульсный нагрев ИС электромагнитными помехами. // Петербургский журнал электроники. – 1999. – №3. – с.67-72.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

И.С. Пономарёв, М.А. Крень, И.В. Свиржевский

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Современные электронные средства (ЭС) функционируют в тяжелых условиях эксплуатации: высокие уровни внешних механических

воздействий и высокая температурная нагрузка, что требует при разработке ЭС учета этих воздействий с учетом электрической нагрузки [1–10].

В настоящее время выдвинуты требования к повышению качества продукции в соответствии с новыми требованиями к системе менеджмента качества по СТБ ISO 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», СТБ 1505-2015 «Системы менеджмента. Менеджмент процессов. Методы статистического управления процессами», ГОСТ ISO 9000-2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» и др.

Недостатком существующих средств автоматизированного проектирования ЭС является то, что отсутствуют методология, методы, математические модели и алгоритмы автоматизированного синтеза экономических и качественных проектных решений с учетом требований обеспечения надежности, электрического, теплового и механического режимов изделий электронной техники (ИЭТ), входящих в состав ЭС. Однонаправленность выбора проектных решений на этапах схемотехнического и конструкторского проектирования приводит к тому, что выявление недостаточной надежности ЭС из-за электрических, тепловых и механических воздействий на завершающих этапах проектирования как путем математического моделирования, так и путем испытаний опытного образца приводит к длительным итерациям по их обработке, а значит, к резкому увеличению материальных затрат и увеличению сроков проектирования.

Необходимость разработки новой информационной технологии вытекает из следующих соображений: исходя из требований нормативно-технической документации по электрическим, тепловым и механическим режимам, нужно на как можно более ранних этапах проектирования оптимально выбрать тип конструкции, системы охлаждения и виброудароизоляции, элементную базу и режимы ИЭТ ЭС, обеспечивающие необходимую надежность ЭС. Указанный выбор должен исключить ошибки в проектировании на более поздних этапах.

В конце этапа схемотехнического проектирования возникают задачи уточнения номинальных значений параметров ИЭТ, синтеза допусков на параметры и выбора электрических и тепловых нагрузочных режимов ИЭТ, обеспечивающих заданную надежность по внезапным и постепенным отказам, которые могут быть оптимально решены лишь при системном подходе к решению, т.е. с учетом электрического, теплового, механического и других режимов ИЭТ.

Однако на этапе схемотехнического проектирования не известны тепловой и механический режимы ИЭТ, что не позволяет достаточно точно определить надежность электронной схемы в процессе эксплуатации. В то же время конструктор ЭС не знает требований к тепловому и механическому режимам ИЭТ, которые он должен обеспечить в конструкции ЭС, что приводит к некачественным проектам.

Возможности применяемых в настоящее время методов оптимизации на ЭВМ электронных схем и конструкций в частотной области, характеристики в которой являются основными, ограничены задачами средней размерности, а решение реальных задач большой размерности является для них чрезмерно трудоемким.

Поэтому возникает проблема разработки методологии оптимального автоматизированного проектирования ЭС, в которой были бы системно увязаны требования к надежности и режимам ИЭТ, причем проектные решения должны обеспечивать минимальные затраты на процесс проектирования и на комплектующие элементы. Под понятием оптимального проектирования при этом необходимо понимать применение методов поиска оптимальных проектных решений.

Таким образом выполнение исследований по данному направлению предполагает разработку методов, математических моделей, алгоритмов и на их основе методологии оптимального автоматизированного проектирования ЭС с учетом требований надежности, стойкости, электрических, тепловых и механических режимов.

Библиографический список

1. Alexseev, V. Modeling a two-level risk reduction of an enterprise in the formation of staff competence / V. Alexseev, V. Matyushkov, A. Pisarchik // Scientific Community: Interdisciplinary Research : Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference, Hamburg, January 26-28 2022 / InterConf. – Hamburg, 2022. – P. 104–109.

2. Zhuravliov V., Alexeev V. Influence of electromagnetic impulses on degradation of ICs. // XXVth General Assembly of the International Union of Radioscience. Lille, France. – 1996. – p.258.

3. Журавлев В. И., Алексеев В. Ф. Моделирование реакции полупроводниковых структур на действие электромагнитных помех. / Белгосуниверситет информатики и радиоэлектроники. – Мн., 1999. – 20 с. – Деп. в БелИСА 13.07.1999, № 199980.

4. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun, V. F. Alexeev, S. M. Avakov, V. E. Matyushkov, D. S. Titko // Ed. by V. E. Alexeev. Minsk: Kolorgrad, 2018. 184 p.

5. Alexeev, V. F. Modeling of nonstationary heating of semiconductor structures under HEMP actions with short pulse duration / V. F. Alexeev, V. I. Zhuravliov // IEEE Transactions on Device and Materials Reliability. – 2006. – Vol. 6, № 3. – P. 429 – 435. – DOI: 10.1109/TDMR.2006.882200.

6. Zhuravliov, V. Thermal conductivity influence on failures of semiconductor ICs under powerful EMP action / Vadim Zhuravliov, Victor Alexeev // The 2003 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC): Symp. Rec. - 2003. – Vol. 2. - P. 1040-1042. - DOI: 10.1109/ICSMC2.2003.1429092.

7. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах печатной платы при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018. – №Д201806 от 05.01.2018.

8. Алексеев, В. Ф. Использование кондуктивной схемы испытаний реакции полупроводниковых приборов на внешний ЭМИ / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев, В. П. Бруцкий-Стемпковский // Известия Белорусской инженерной академии, Минск. – 2005. – № 1 (19)/1. – С. 28–31.

9. Алексеев, В. Ф. Тепловые модели отказов полупроводниковых структур при воздействии мощных электромагнитных импульсов / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев // Доклады БГУИР. - 2005. - № 2 (10). - С. 65 - 72.

10. Журавлёв В.И., Алексеев В.Ф. Импульсный нагрев ИС электромагнитными помехами. // Петербургский журнал электроники. – 1999. – №3. – с.67-72.

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

С.А. Попов

Научный руководитель – Гусев С.И., д.т.н., профессор

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

Согласно стратегии развития станкостроительной промышленности до 2035 года, существует комплекс проблем производства, таких как: дефицит высококвалифицированных кадров, устаревшая материально-техническая база. Одним из направлений, решающих эти проблемы, является цифровизация производства [1]. Повышение квалификации персонала и ускорение подготовки новых специалистов является приоритетным. Таким образом, целью работы является внедрение цифровых технологий в процесс обучения специалистов в области машиностроения.

Метод тренировки на тренажерах (симуляторах), моделирующих реальные производственные задачи, показал высокую эффективность, так как является практико-ориентированным обучением, способствующим лучшему закреплению теоретического материала. С точки зрения производства, метод позволяет снизить нагрузку на преподавателя, обучающего мастера, таким образом, повышая и его продуктивность.

Система «человек-машина» (СЧМ) - система, включающая в себя оператора, комплекс программно-технических средств, посредством которых он осуществляет трудовую деятельность и формирует виртуальную среду рабочего места.

Перед созданием тренажера необходим анализ задач, выполняемых данной системой. На основе опроса преподавателей и студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана сформированы гипотезы: тренажеры повышают скорость обучения и вовлеченность, ускоряют адаптацию к новому оборудованию.

На основе опроса 25 промышленных компаний сформированы решаемые проблемы: низкая мотивация сотрудников, психологический барьер (боязнь) допущения ошибки, недостаток специальных знаний, высокая вероятность ошибки в первые 3 месяца работы. Целевые потребители программного обеспечения: крупное производство и технические вузы.

Для внедрения тренажера выбрана кафедра «Сварка, диагностика и специальная робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Тренажер программно имитирует оборудование для автоматической сварки под флюсом и применяется в лабораторной работе на этапе подбора сварочных параметров.

Симулятор представляет собой специализированное программное обеспечение (ПО), разрабатываемое для компьютерных систем в соответствии с ГОСТ 26387-84 и ГОСТ 57412-2017 [2,3]. Обучение

оператора СЧМ ведется через компьютерный интерфейс, программа состоит из 3 модулей:

- документация (методические указания, документы по эксплуатации);
- внешний вид оборудования (3D модель оборудования и интерактивные инструкции);
- симулятор (имитационная модель, база данных режимов сварки и решаемых задач).

На Рисунке 1 предлагается структурная технологическая карта ПО.

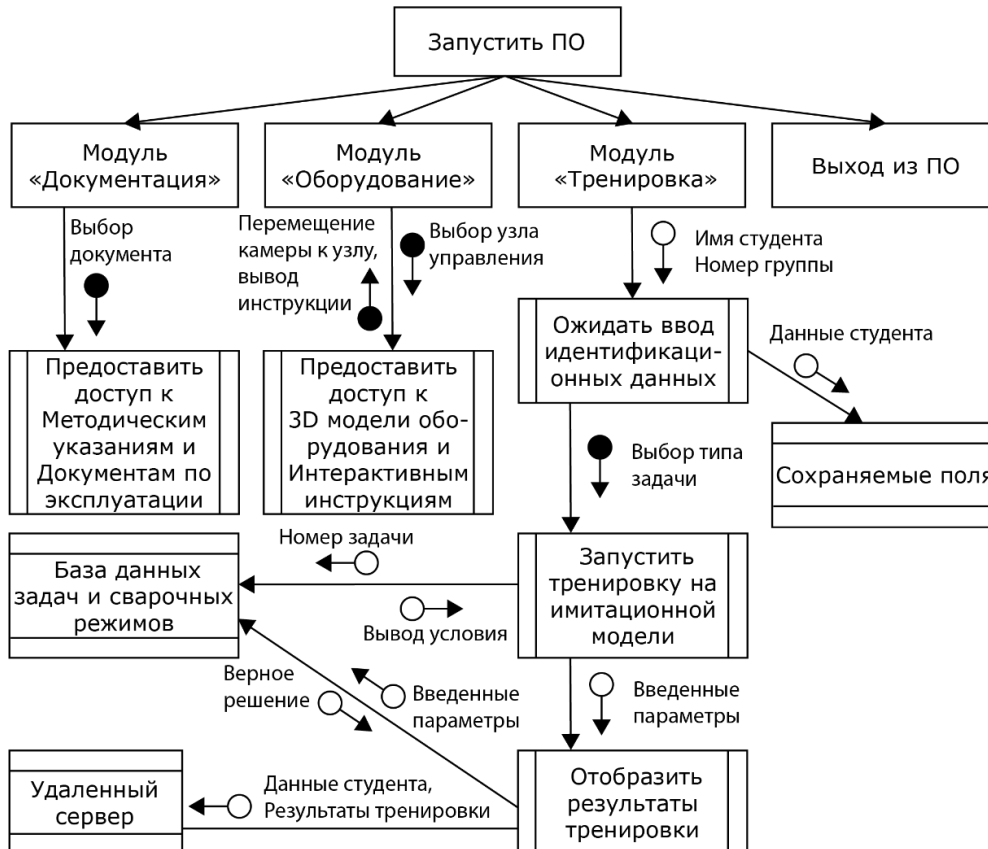


Рисунок 1 – Структурная технологическая карта ПО

Алгоритм функционирования следующий: оператор через компьютерный интерфейс обращается к модулю «Документация» для ознакомления с ходом проведения работы, затем переходит к модулю «Оборудование», где осматривает 3D-модель с выведенными интерактивными инструкциями. Закончив, переходит к модулю «Симулятор», где вводит идентификационные данные и переходит непосредственно к тренировке. По окончании тренировки результаты выводятся на экран и отправляются на удаленный сервер. Программа позволяет проводить работу дистанционно, оценивать скорость выполнения задач, отображать в чем конкретно совершены ошибки.

В результате выполнения лабораторной работы, в которой приняли участие обучающиеся групп магистратуры и специалитета, получена статистика, согласно которой без предварительной работы в симуляторе среднее время настройки составляет 5 минут, после симулятора, время составило 1 минуту, таким образом, в 5 раз быстрее. По окончании проведен опрос, согласно которому студенты чувствовали большую вовлеченность в

процесс, чем на других лабораторных. Таким образом, внедренное программное позволяет эффективней готовить специалистов в области машиностроения за счет повышения скорости обучения, увеличения вовлеченности, ускорения адаптацию к новому оборудованию.

Библиографический список

1. Об утверждении Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года [текст]: распоряжение Правительства РФ от 5 ноября 2020 г. № 2869-р.
2. ГОСТ 26387-84 "Система "Человек-машина"".
3. ГОСТ Р 57412-2017 "Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения"

ВИЗУАЛЬНЫЙ ПОИСК ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СХОЖИМ СОДЕРЖАНИЕМ

В.Ю. Тарасова

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

Поиск изображений по заданному сюжету в настоящий момент является актуальной задачей [1-5].

В докладе рассматривается алгоритм определения местоположения фотоснимка на основе поиска похожих изображений в коллекции геопривязанных панорамных снимков города Рязани. Данный алгоритм позволяет только по графическому отображению определить предполагаемое место фотосъемки.

Пользователь загружает в поисковую систему изображение-запрос, которое представляет собой любительские снимки города [6]. Изображение поступает без информации о местоположении. На основе алгоритма выбираются визуально схожие изображения и, в результате поискового запроса, выводится карта города с отмеченным предположительным местом съемки. Так же в качестве результата поисковая выборка выводит наиболее схожие изображения, локации которых были отмечены на карте. Исследование проводилось с использованием панорамных снимков Яндекс Карты.

Сервис Яндекс Карты дает возможность получить только часть панорамы, координаты съемки и соседние локации. В работе также была произведена склейка частей панорамы.

Местоположение фотоснимка определяется следующим образом: в поисковой коллекции изначально хранятся GPS-координаты панорамных снимков, их местоположение и имя файла, на основе алгоритма поиска изображений по заданному сюжету в поисковой коллекции осуществляется обнаружение визуально схожих изображений. Определить корректность работы алгоритма обнаружения местоположения изображений можно если пользователь изначально знает локацию загруженного им изображения или исходя из визуального сходства результатов поисковой выборки.

Разработанный алгоритм может быть применим в поисковых коллекциях больших объемов данных [7]. Однако стоит отметить, что он уступает по скорости работы поисковым системам, но позволяет с приемлемой точностью обнаруживать схожие по содержанию изображения с указанием предположительного места съемки.

Библиографический список

1. Бабенко А., Лемпицкий. Эффективный алгоритм поиска ближайших соседей при больших объемах поисковой базы // Труды 54-ой научной конференции МФТИ. Инновации и высокие технологии. Долгопрудный: 2011. С. 16–17.
2. Десятников И.Е. Поиск изображений по визуальному содержанию в графических базах данных и сети интернет // Информационные технологии и вычислительные системы. 2013. № 2. С. 88-95
3. А. А. Рогов, К. А. Рогова, К. Н. Спиридонов, М.Ю. Быстров Система поиска в электронной коллекции изображений петроглифов Карелии [Электронный ресурс] http://rcdl.ru/doc/2008/246_251_paper29.pdf (дата обращения 23.03.2019)
4. Eric J. Stollnitz, Tony D. DeRose, David H. Salesin Wavelets for Computer Graphics Theory and Applications перевод с английского Л.А. Кунгуровой под редакцией Мищенко Е.В. М., Ижевск, 2002.
5. Isuru Suranga Wijesinghe, Chathurika Gamage, Charith Chitraranjan. Deep Supervised Hashing through Ensemble CNN Feature Extraction and Low-Rank Matrix Factorization for Retinal Image Retrieval of Diabetic Retinopathy // [Электронный ресурс] https://www.researchgate.net/publication/338441571_Deep_Supervised_Hashing_through_Ensemble_CNN_Feature_Extraction_and_Low-Rank_Matrix_Factorization_for_Retinal_Image_Retrieval_of_Diabetic_Retinopathy
6. Никифоров М.Б., Тарасова В.Ю. Алгоритм обнаружения визуального сходства изображений // Цифровая обработка сигналов. 2022. № 3. С. 53-57.
7. Тарасов А.С., Тарасова В.Ю. Разработка системы поиска похожих изображений в локальных хранилищах // Нейроинформатика-2020. Сборник научных трудов. XXII Международная научно-техническая конференция. Москва, 2020. С. 286-293.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАКУПОК НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.В. Тишкина, М.Е. Очкина

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

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке модуля автоматизации закупок на предприятии оборонной промышленности. Наиболее встречающейся проблемой процесса закупок является формирование ручным способом в таблицах Excel. Оперативная

потребность формируется в системе 1С:Документооборот в форме служебных записок. Вышеуказанный подход к планированию и согласованию потребности может привести к задвоению закупок и неоправданным расходам.

Управление закупочной деятельностью выстроено на базе нескольких программных продуктов:

- 1С:Документооборот (формирование и согласование закупочной документации, регистрация договорных документов и протоколов заседания закупочной комиссии, контроль за исполнением договоров);
- 1С:ERP (регистрация цен поставщиков, оформление документов поступления товаров и услуг, оформление документов возврата).

Настроена синхронизация данных нормативно справочной информации вышеуказанных информационных систем, но выстроить сквозные закупочные процессы не представляется возможным. В настоящий момент система 1С:Документооборот перегружена и выполняет задачи не предназначенные для типового функционала. В то же время назрела необходимость оптимизации процессов согласования закупочной деятельности.

При проектировании и разработке модуля будет использована гибкая методология разработки программного обеспечения. Особенность данного метода заключается в том, что есть возможность наблюдать за изменениями в разработке и вносить необходимые изменения.

Это должно помочь работникам унифицировать бизнес-процессы и построить сквозные процессы закупочной деятельности на предприятии. А также улучшить мониторинг и контроль процессов управления закупочной деятельности в соответствии с требованиями 223-ФЗ "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц" от 18.07.2011 г., предотвратить потери и расходы на предприятии.

Информационная база состоит из базы данных и программного модуля – алгоритма закупочной деятельности, который модифицирует прикладные решения.

Выходная информация: при использовании данного механизма сокращаются трудозатраты работников и время решения поставленной задачи. Охватывает все участки управления ресурсами и персоналом, финансового и управленческого учета, оперативной деятельности предприятия. Обеспечивает полную функциональность, необходимую для реализации информационных сервисов аналитики.

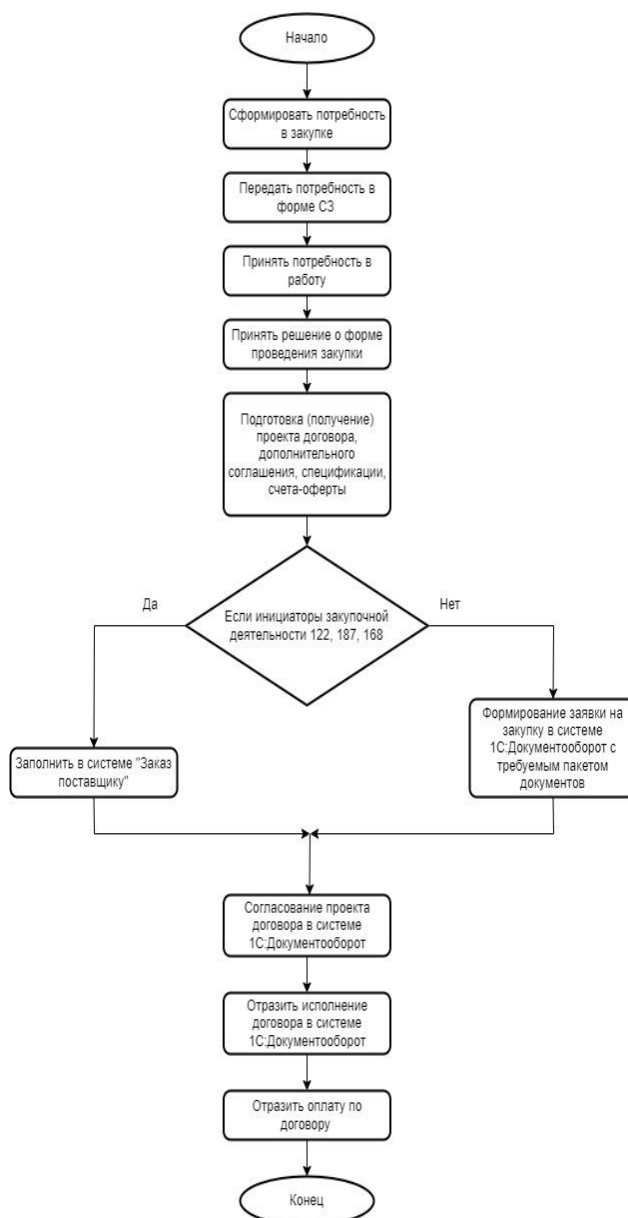


Рисунок 1 – Фрагмент алгоритма

Библиографический список

1. И.Ю. Коцюба, Чунаев А.В. Основы проектирования Информационных Систем: учебное пособие. - Изд 2.М., - 2015
2. Федеральный закон № 223. "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц" от 18.07.2011 г.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.В. Тишкина, Р.В. Ефремов

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

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке модуля мониторинга процесса производства на предприятии оборонной промышленности. Наиболее встречающейся проблемой отслеживания процесса производства заключается в своевременной отметке производственных операций по технологическому процессу. Для выполнения данной работы необходимо использовать систему планирования ресурсов предприятия «Enterprise Resource Planning» (далее - 1С:ERP). Доступ в систему 1С:ERP для работы по диспетчированию производственных операций имеют только производственные мастера цехов, за которыми закреплено не менее 10 рабочих – исполнителей операций. Для того чтобы мастеру отметить все выполненные рабочими операции, необходимо не менее 4 часов рабочего времени, помимо данной функции у мастера есть и другие функциональные обязанности, такие как распределение работы между рабочими, подготовка для них конструкторской и технологической документации на детали и сборочные единицы (ДСЕ), подготовка инструмента, предъявление первой детали контролеру, предъявление полной партии продукции контролеру, а систему 1С:ERP не представляется возможным разместить на каждом рабочем месте исполнителей, но итоговую информации все равно необходимо хранить в системе 1С:ERP, для обеспечения учета и прослеживаемости изготовления ДСЕ и, самое главное, для дальнейшей оплаты выполненных работ рабочим.

Поэтому было решено сделать синхронизацию с имеющейся на предприятии программой Winnit, установленной на моноблоках на каждом производственном участке всех цехов.

Это должно помочь производственным мастерам отмечать операции своевременно и также своевременно осуществлять оплату заработной платы рабочим. Минимизировать ошибки неправильной отметки выполненной производственной операции. Данный учет в дальнейшем поможет провести анализ трудовых нормо-часов на основании времени фактического выполнения операций производственными рабочими.

Информационная система состоит из базы данных и программного модуля – алгоритма синхронизации двух систем, с помощью которого данные переносятся в систему 1С:ERP. База данных должна содержать следующую информацию:

1. маршрутная карта;
2. технологическая операция;
3. номер операции;
4. ДСЕ;
5. время начало выполнения операции;
6. время окончания выполнения операции;
7. табельный номер сотрудника;
8. количество возможное к выполнению;

9. количество выполненных;

10. количество несоответствующих.

Выходная информация: При использовании данного механизма сокращаются трудозатраты производственных мастеров, учет о начале и завершении производственных операций ведется в реальном времени, что позволит сотруднику отдела зарплаты и труда не снимать хронометраж рабочего дня по работнику, а пользоваться данными системы, следовательно, сократятся трудозатраты по нормированию технологических операций и пересмотру норм, заложенных в них.

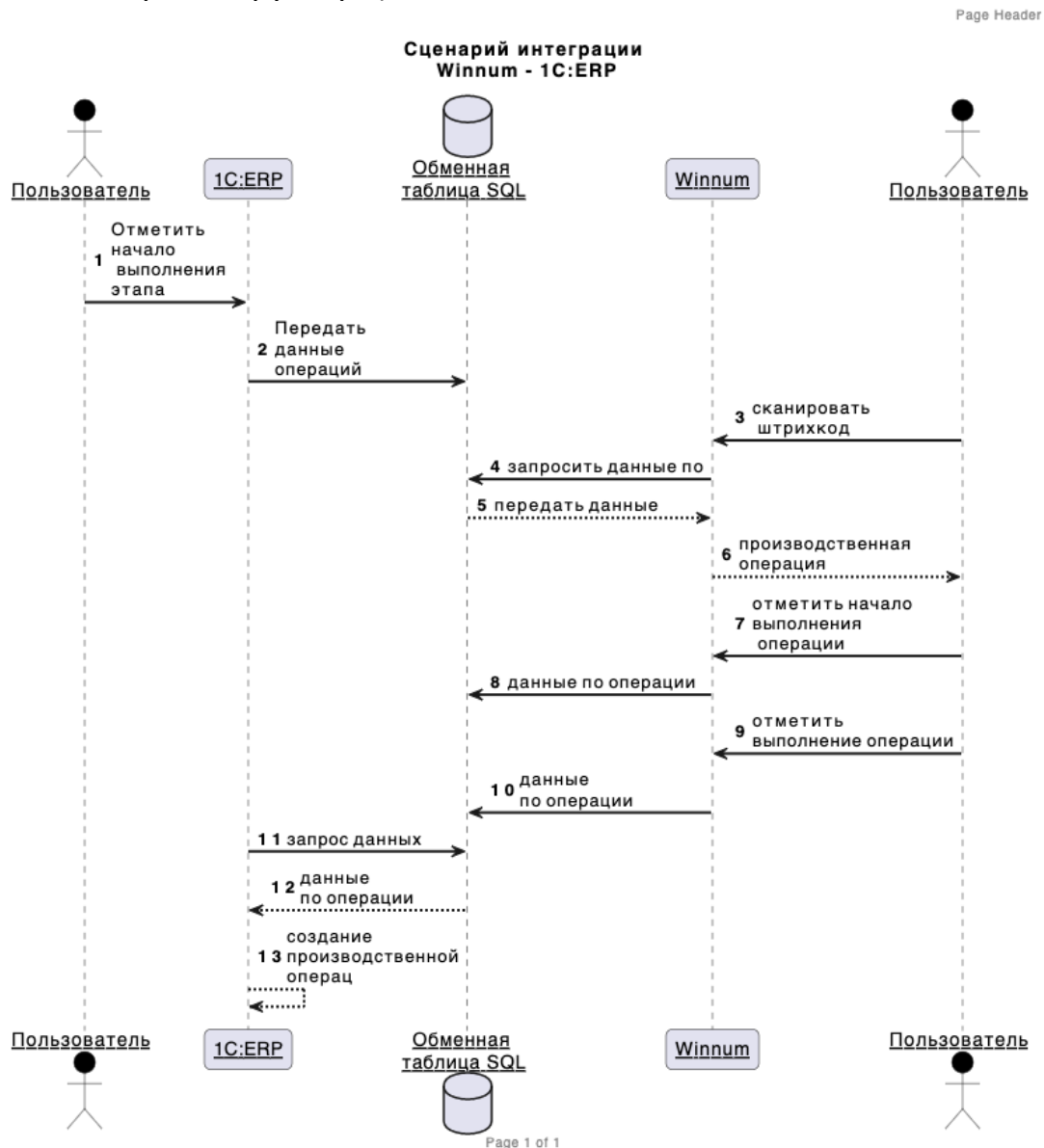


Рисунок 1 – Фрагмент сценария

Библиографический список

1. Информационная система 1C: ИТC: [сайт]. - 2023. - URL: https://its.1c.ru/video/erp_automation_planning_and_scheduling (дата обращения: 20.10.2023). – Текст : электронный.

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ДЕБЕТОВЫМ КАРТАМ

М.Н. Ужегова

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

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

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, информационные системы становятся неотъемлемой частью нашей жизни. Они позволяют автоматизировать процессы, упрощать работу и повышать эффективность деятельности различных организаций. Одной из актуальных задач является разработка информационной системы, которая будет собирать и обрабатывать данные по дебетовым картам. Это позволит улучшить контроль за движением средств на счетах клиентов, оптимизировать работу банков и других финансовых учреждений.

Согласно статистике, предоставленной Центральным банком Российской Федерации (ЦБ РФ), число дебетовых карт в стране достигло 157 миллионов по состоянию на конец 2021 года [1]. Это является рекордным значением, которое продолжает расти на протяжении последних лет.

Разрабатываемая информационная система сбора и обработки данных о дебетовых картах будет собирать и анализировать следующие данные, связанные с использованием дебетовых карт.

1. Информация о держателе карты: ФИО, дата рождения, пол, адрес, контактные данные (телефон, электронная почта), данные удостоверения личности (номер и тип документа, срок его действия).

2. Данные о карте: номер карты, дата начала и окончания срока действия, тип карты (Visa, Mastercard, МИР и т.д.), валюта счета, информация о банке-эмитенте.

3. История операций: все транзакции, совершенные с использованием дебетовой карты (покупки, снятия наличных, переводы, оплата услуг и т. д.), их сумма, дата и время, место проведения операции (торгово-сервисное предприятие, банкомат, интернет-магазин и т.п.).

4. Остаток средств на счете карты: текущий баланс, история изменения баланса (пополнение, списание, переводы и т.п.).

5. Активность использования карты: количество и сумма транзакций в месяц, частота использования, длительность неактивности.

Был проведен анализ существующих СУБД для хранения вышеперечисленных данных.

1. Oracle. Может использоваться для хранения и обработки больших объемов данных, а также для выполнения сложных запросов. В информационной системе сбора и обработки данных по дебетовым картам Oracle будет использоваться для хранения информации о транзакциях, пользователях, банках и других данных, связанных с дебетовыми картами.

2. PostgreSQL. Может использоваться для хранения и обработки менее объемных данных, а также для работы с базами данных, имеющими более сложную структуру. В системе сбора и обработки данных по дебетовым картам PostgreSQL будет использоваться для хранения данных о статистике транзакций, анализа данных и т.д.

3. Cassandra. Может использоваться для обработки и хранения больших объемов данных в режиме реального времени, обеспечивая высокую производительность и масштабируемость. В информационной системе Cassandra будет использоваться для обработки данных в реальном времени, например, для отслеживания транзакций или анализа данных в режиме реального времени.

Подробные сведения о возможностях, функциях и ограничениях СУБД Oracle [2], PostgreSQL [3] и Cassandra [4] содержатся в официальных документах.

Целью исследования является разработка информационной системы для сбора и обработки данных о дебетовых картах с использованием СУБД Oracle, PostgreSQL и Cassandra.

Задачи исследования:

- разработать архитектуру системы, определить требования к аппаратному и программному обеспечению;
- реализовать функциональность системы, включая сбор данных о транзакциях и состоянии счетов, а также обработку этих данных;
- оценить эффективность работы системы и ее масштабируемость.

Для информационной системы сбора и обработки данных по дебетовым картам наиболее подходящим вариантом архитектуры является трехзвенная клиент-серверная архитектура. В этой архитектуре серверы приложений, серверы баз данных и клиенты разделены, что позволяет более эффективно использовать ресурсы и улучшать масштабируемость системы [5].

Библиографический список

1. Банк России: Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbr.ru/>. (Дата обращения: 25.10.2023)
2. Oracle Database Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/>. (Дата обращения: 27.10.2023).
3. Документация PostgreSQL и Postgres Pro [Электронный ресурс]. URL: <https://postgrespro.ru/docs>. (Дата обращения: 27.10.2023)
4. Welcome to Apache Cassandra's documentation! [Электронный ресурс]. URL: <https://cassandra.apache.org/doc/latest/>. (Дата обращения: 27.10.2023)
5. АйтиСпектр [Электронный ресурс]. URL: <https://itspectr.ru/arhitektura-klient-server-osnovy-i-princzipy/>. (Дата обращения: 28.10.2023)

Секция 7. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛИ

В.С. Астапов

Научный руководитель – Бабаян П.В., к.т.н., доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Применение систем технического зрения (СТЗ) является важнейшей задачей для автоматизированного контроля качества деталей в машиностроении. В настоящей работе рассматривается СТЗ, предназначенная для получения информации о геометрических параметрах детали[1], представляющей собой маслоъемный стаканчик, устанавливаемый в поршне среднеоборотных дизелей типа Д49. Основными этапами алгоритма анализа изображений в СТЗ являются определение расположения и ориентации деталей, а также оперативный контроль размеров обрабатываемых деталей в процессе их обработки[2].

В настоящей работе был предложен алгоритм для обработки изображения в СТЗ, выполненный в программном комплексе Vision Builder (настраиваемое программное обеспечение для систем машинного зрения, которое можно использовать для конфигурирования, прототипирования, тестирования). Данный алгоритм может применяться для измерения геометрических параметров других сложнопрофильных деталей в области машиностроения[3].

В алгоритме используются блоки программы Vision Builder: Match Pattern, Calibrate image, Vision assistant, Caliper, Geometry, Find edges, Set coordinate system, Detect objects.

Алгоритм способен обнаружить деталь, ее угол наклона на изображении и линейные размеры, поиск краев детали выполняется при помощи пороговой обработки.

В дальнейшем планируется апробация алгоритма с применением выборки деталей, включающей годные и негодные образцы.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Балашов О.Е., Шубин Н.Ю. Алгоритм измерения координат движущихся объектов последовательности изображений // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2010. – №4. – С.32-36.
2. Бабаян П.В., Серегина Н.В. Сегментация изображений полуфабрикатов кожи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2010. – №4. – С.8-12.
3. Колючкин В.Я., Нгуен К.М., Чан Т.Х. Алгоритмы обработки информации в системах технического зрения промышленных роботов // Инженерный журнал: наука и инновации – 2013. - вып.9. – С.42.

АЛГОРИТМ ПОДСТРОЙКИ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ ВИДЕОДАТЧИКА

О.Н. Буркина

Научный руководитель – Бабаян П.В., к.т.н., доцент

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

Способность видеодатчиков автоматически адаптироваться к изменению освещения крайне важна для сохранения высокого качества изображения, поэтому разработка и исследование алгоритмов коррекции экспозиции является весьма актуальной задачей.

На практике получили распространение три основных способа изменения светочувствительности камеры: управление временем экспозиции камеры, изменение чувствительности матрицы и размера диафрагмы объектива. Каждый из этих подходов по-своему влияет на свойства формируемых изображений и имеет свои преимущества и ограничения применимости.

В работе предлагается эвристический алгоритм, направленный на изменение времени экспозиции, который может применяться на практике в системах технического зрения [1].

Идея алгоритма подстройки времени экспозиции основывается на последовательной максимизации энтропии изображения. Предусмотрены проверки при чрезмерном освещении или затемнении изображения. Шаг изменения времени экспозиции меняется нелинейно [2].

Экспериментальная проверка предложенного алгоритма осуществлялась с использованием Ethernet камеры The Imaging Source DMK 33GR0134 на полутоновых восьмибитных изображениях. Проводилось сравнение предлагаемого алгоритма и реализованного на камере режима автоэкспозиции как при искусственном, так и при естественном освещении.

В ходе экспериментов было выявлено, что рекомендуемое время экспозиции достигается быстрее при использовании предложенного алгоритма: установившийся режим наступает до 4-х раз быстрее, чем при использовании автоэкспозиции.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что предложенный алгоритм, обладает лучшим быстродействием при схожем итоговом времени экспозиции, при этом он не требует большого объема вычислений.

Библиографический список

1. Бабаян П.В., Буркина О.Н., Муравьев В.С. Исследование алгоритма коррекции времени экспозиции для систем технического зрения // Труды 32-й Междунар. конф. по компьютерной графике и машинному зрению GraphiCon 2022. – М.: Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2022. – С. 613-619.

2. Бабаян П., Буркина О. Алгоритм подстройки времени экспозиции видеочамеры на основе оценки энтропии яркостной гистограммы: Материалы 11-й Международной конференция «Физико-техническая информатика (СРТ2023)», 16-19 мая 2023 г. – Нижний Новгород: Автономная некоммерческая организация в области информационных технологий "Научно-исследовательский центр физико-технической информатики", 2023. – С. 124-129.

ДВИЖЕНИЕ НАПЛАНЕТНЫХ РОБОТОВ БЕЗ ЛИДЕРА И С УЧЕТОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ПЕРИМЕТРУ ОБЪЕКТА ИНТЕРЕСА

М.С. Глазов

Научный руководитель – Бехтин Ю.С., д.т.н., профессор

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

При выполнении исследовательских миссий коллективами напланетных роботов возникает задача, когда требуется организовать исследование роботами по периметру объекта интереса. В таких случаях необходимо рассматривать полезности коалиций роботов, которые, вообще говоря, не являются суммой индивидуальных полезностей.

Формирование коалиций изучается в теории игр, где основными понятиями являются ядро игры и вектор Шепли. Даже в простейших случаях методы решения игр отличаются сложностью и нерасширяемы на общие случаи. Несмотря на множество литературы по формированию коалиций в мультиагентных системах (МАС), ни один из этих методов не был продемонстрирован на группе реальных мобильных роботов, которые выполняют общее задание и которые называются коллективами роботов.

В качестве основы для разработки предлагаемого алгоритма решения задачи будем использовать метод из [1], используя который Shehory и Kraus разработали метод распределения заданий в теории МАС. Он опирается на жадный метод и отличается тем, что является $(1 + \ln(k))$ -приближенным при $k \rightarrow \infty$ [2]. Однако его применение к МАС имеет ряд серьезных ограничений:

- метод обеспечивает решение только для случая, в котором разрешены пересечения коалиций. Таким образом, он применим только для задачи о покрытии множества, а не разбиении;
- метод может быть использован только в централизованной архитектуре;
- метод требует большого объема коммуникаций и синхронизации действий во время вычисления значений коалиций. Это некритично для виртуальных агентов, но не для роботов.

Предлагаемый модифицированный метод для коллектива роботов состоит из двух стадий, в каждой из которых выделяется несколько шагов. Таким образом, получаются следующий алгоритм распределения миссий.

1. В распределенном режиме рассчитываются всевозможные коалиции роботов не превосходящие по размеру k , и для каждой из них вычисляются полезности для каждого задания.

2. В цикле выполняются распределенные жадные процедуры, состоящие из трех шагов:

1. роботы выбирают лучшую коалицию по значению специальной величины (комбинации полезности и размера коалиции), которая сразу формируется;

2. в случае Single-Task – Multi-Robot из рассмотрения удаляются все коалиции, в которые включены роботы, вошедшие в коалицию, выбранную на предыдущем шаге;

3. пересчитываются значения величин всех оставшихся коалиций.

Если пересечение коалиций запрещено (Single-Task – Multi-Robot), то роботы, которые сформировали лучшую коалицию, не участвуют в дальнейшем процессе.

Если пересечение коалиций разрешено (Multi-Task – Multi-Robot), то роботы, которые сформировали лучшую коалицию, не выходят из процесса формирования коалиций, если их ресурсы не исчерпаны. Условие пересекающихся коалиций увеличивает эффективность выполнения задачи и, соответственно, полезность применения коллектива роботов при исследовании по периметру объекта интереса.

Библиографический список

1. Ивченко В. Д., Корнеев А. А. Анализ методов распределения заданий в задаче управления коллективом роботов. Мехатроника, автоматизация, управление. № 7 (100), 2009. С.36-42.

2. S. V. Zwaan, J. A. A. Moreira, and P. U. Lima, "Cooperative learning and planning for multiple robots," 2000. [Online]. Available: citeseer.nj.nec.com/299778.html.

ВИДЕО СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

С.В. Головин, В.С. Семилетов

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

Системы обнаружения подвижных объектов на основе видео-технологии являются важным и актуальным направлением в современной науке и промышленности. Они находят широкое применение в областях безопасности, автомобильной промышленности, медицинской диагностике, производстве, робототехнике и логистике. С возрастающим объемом видеоданных и развитием искусственного интеллекта, эти системы становятся все более точными и эффективными, что подчеркивает их важность для дальнейших исследований и разработок в этих областях.

Почти все существующие реализации систем обнаружения подвижных объектов работают либо с низкой точностью, либо слишком дороги и тяжело интегрируемы, либо требуют мощные вычислительные ресурсы. При наличии подобных недостатков использование данных систем становится затруднительным.

Улучшение видео-системы обнаружения подвижных объектов может быть достигнуто путем разработки более эффективных алгоритмов компьютерного зрения и обработки видео, способных справляться с динамически меняющимися сценариями, такими как быстрые движения или изменения освещения. Также, применение глубокого обучения, включая глубокие нейронные сети и методы глубокого обучения, позволяет повысить точность и эффективность обнаружения подвижных объектов. Обучение на больших объемах разнообразных данных позволяет системе лучше понимать и распознавать объекты. Кроме того,

комбинирование различных датчиков, таких как радары или инфракрасные датчики, с видео данными может улучшить обнаружение подвижных объектов в условиях плохой видимости или ночного времени.

Библиографический список

1. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений (2011) / Красильников Н. С.411 – 420.
2. Zhang, R., Zhu, D., Huang, K., & Tan, T. (2016). Visual object tracking: A survey. ACM Computing Surveys (CSUR), 1-30.
3. Li, Y., Huang, B., & Zhang, J. (2013). Video object tracking: A survey. Journal of Zhejiang University SCIENCE C, 1-31.
4. Chu, D., & Tai, Y. W. (2011). Fast detection of multiple objects in video sequences. IEEE Transactions on Multimedia, 502-511.

**УСЛОВИЯ УВЕРЕННОГО ПРИЕМА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ**

В.Ю. Ерохин

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

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

Основной проблемой, возникающей при получении и обработке телеметрической информации, является её неоднородность. Чтобы решить данную проблему, в настоящее время ведётся разработка специализированных программных комплексов, предназначенных для оценки состояния космических аппаратов, получения и визуализация информации о контролируемых процессах, происходящих непосредственно на борту [1]. Автоматизированный анализ телеметрической информации космических аппаратов представляет собой процесс получения оценки технического состояния контролируемого объекта с целью определения правильности отработки его временных программ, работы систем и агрегатов.

Разрабатываемые автоматизированные комплексы предъявляют высокие требования к качеству и достоверности исходной телеметрической информации, что связано с нехваткой времени, отведенного на решение задачи и многопоточной структурой схем автоматизированного анализа. Особенно это необходимо при возникновении различных нештатных ситуаций, приводящих к отклонениям от программы полета и нарушению функционирования систем космического аппарата. Следовательно, для дальнейшего использования телеметрической информации и её дальнейшего автоматизированного анализа существует необходимость предварительной подготовки информационных потоков.

Для успешного анализа телеметрической информации необходимо точно определить время старта ракеты-носителя по местному времени. Помимо этого, требуется выделить требуемый частотный диапазон для канала передачи, обеспечить необходимую мощность радиосигнала и отфильтровать помехи. После получения нужной информации, необходимо

расшифровать её и представить в графическом виде для более удобной оценки и анализа контролируемых процессов на борту. Для решения этих задач ведётся разработка специализированных автоматизированных комплексов и программного обеспечения, позволяющих обрабатывать телеметрическую информацию в режиме реального времени, учитывая все особенности её формирования и сбора.

Библиографический список

1. Каргин В.А. Особенности обработки телеметрической информации ракет-носителей в реальном времени / Каргин В.А., Нездоровин Н.В., Николаев Д.А., Самойлов Е.Б. // Информация и космос – 2009 -№ 7. С. 78-83 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСФЕРНОГО ОБУЧЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ КЛАССИФИКАЦИИ В АРХИТЕКТУРЕ YOLO

П.Е. Жгутов

Научный руководитель – Муравьев В.С., к.т.н.

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

К настоящему времени нейросети получили широкое распространение во всех областях общественной жизни. Популярность нейросетевых алгоритмов объясняется высокой точностью и универсальностью по сравнению с другими известными подходами. Однако использование готовых, предобученных нейросетевых моделей при решении специализированных задач может негативно сказаться на эффективности их работы. Одним из примеров данной проблемы является использование нейросетевого детектора YOLO (You Only Look Once) [1] в системе мониторинга и контроля дорожного трафика [2]. Использование предобученных моделей детектора YOLO может снижать точность всей системы, так как обучающая выборка COCO (Common Objects in Context), часто используемая для обучения стандартных моделей, полностью не учитывает особенности решаемой задачи.

Решением данной проблемы является подготовка собственных обучающих данных, учитывающих все важные аспекты задачи. Однако подготовка обширной выборки и полное обучение модели занимают значительное время и требуют производительное аппаратное обеспечение. В качестве альтернативы полноценного обучения может использоваться трансферное [3], позволяющее существенно ускорить процесс вычисления весов, и адаптировать модель под собственные задачи.

Ключевым отличием трансферного обучения является дообучение уже готовых весов, вместо вычисления весов с нуля, что позволяет изменить модель под собственные задачи, сохранив прогресс от предыдущих этапов обучения.

В данной работе исследовалось влияние трансферного обучения на точность классификации в архитектуре YOLO [2]. Для исследования были выбраны модели трех разных размеров (nano, small, medium) пятой версии нейросетевого детектора – YOLO. Обучающая выборка содержала порядка

двух тысяч изображений, размеченных вручную и содержащих около пяти тысяч объектов трех классов: «автобус», «грузовик», «автомобиль». Дообучение проводилось на протяжении 500 эпох. Выборка включала новые изображения объектов, снятых с разных ракурсов и при разных масштабах. Дообученные и предобученные модели тестировались на выборке, состоящей из 358 изображений, содержащих около 1800 объектов. В ходе исследования сравнивалась как средняя точность классификации модели, так и точность классификации по каждому классу. Точность классификации модели по классу определялась по формуле:

$$P_{\text{класс}} = \frac{TP_{\text{класс}}}{N_{\text{класс}}} 100\%,$$

где $P_{\text{класс}}$ – точность классификации модели по отдельно взятому классу, $TP_{\text{класс}}$ – количество правильно-классифицированных объектов отдельно взятого класса, $N_{\text{класс}}$ – количество объектов отдельно взятого класса, размеченных вручную. Результаты сравнительного исследования сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Точность классификации исследуемых моделей

Классы	Точность классификации исследуемых моделей, %					
	YOLOv5m	YOLOv5m*	YOLOv5s	YOLOv5s*	YOLOv5n	YOLOv5n*
«Автобус»	54,1	82,8	49,3	61,6	52,1	43,8
«Грузовик»	76,7	81,1	68,8	77	50,4	69,3
«Автомобиль»	83,7	88,5	76,4	82,6	62,8	79
Усредненная по всем классам	71,5	84,1	64,8	73,7	55,1	64

* – модели, дообученные с использованием собственного набора данных

На основе проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

- 1) Средняя точность классификации модели YOLOv5m увеличилась на 12,6%;
- 2) Средняя точность классификации модели YOLOv5s увеличилась на 8,9%;
- 3) Средняя точность классификации модели YOLOv5n увеличилась на 8,9%.

В результате трансферного обучения моделей с использованием собственного набора данных удалось увеличить как общую точность классификации, так и точность по отдельно взятым классам.

Библиографический список

1. X. Dong, S. Yan, C. Duan A lightweight vehicles detection network model based on YOLOv5 // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2022. – Vol. 113. – 104914 p.

2. Жгутов П.Е., Муравьев В.С. Сравнительное исследование нейросетевых алгоритмов в задаче оценки плотности автомобильного потока // Цифровая обработка сигналов и её применение. DSPA-2023: Доклады 25-ой Международной конференции, Москва, 29 марта – 31 марта 2023 года. – Москва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, 2023. – С. 205-209.

3. YOLOv5 – Custom Object Detection Training [Электронный ресурс] // LearnOpenCV. URL : <https://learnopencv.com/custom-object-detection-training-using-yolov5/> (дата обращения: 25.10.2023)

СОВМЕСТНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ РЛС И ОЭС

В.С. Капитанский, В.А. Баранов

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

РЛС (радиолокационные станции) и ОЭС (оптико-электронные системы) часто используются вместе для получения максимально полной и точной информации о целях или объектах, на которые они направлены. Совместная визуализация изображений, полученных от РЛС и ОЭС, позволяет объединить данные этих систем и дать пользователю более полное представление о ситуации.

На данный момент существует 3 варианта объединения, каждое из которых имеет свои преимущества и некоторые недостатки.

1. Интеграция с использованием программного обеспечения: Одно из наиболее распространенных решений – это интеграция данных от РЛС и ОЭС с помощью специализированного программного обеспечения, которое позволяет объединить и визуализировать полученные изображения. Преимуществом этого подхода является гибкость настройки и возможность использования различных типов РЛС и ОЭС. Однако, недостатком может быть сложность в настройке и поддержке такой системы, а также высокая стоимость программного обеспечения.

2. Использование специализированного оборудования: Некоторые производители предлагают интегрированные системы, которые объединяют в себе РЛС и ОЭС с помощью специализированного оборудования. Это может быть, например, комбинированная антенна, которая одновременно работает как радиолокационная и оптико-электронная система. Преимущества такого решения включают более простую настройку и использование, а также лучшую синхронизацию данных. Однако, данный подход может быть ограничен вариантами выбора и типами РЛС и ОЭС.

3. Модульное решение с отдельными системами: Третий вариант состоит в использовании отдельных РЛС и ОЭС, а затем объединении их изображений в единую визуализацию с использованием соответствующего оборудования или программного обеспечения. Этот подход обладает гибкостью в выборе компонентов и типов систем, но может потребовать дополнительных усилий для синхронизации и интеграции данных.

Нейронные сети могут быть применены в совместной визуализации изображений от радарных систем (РЛС) и оптико-электронных систем (ОЭС) для улучшения обработки и анализа данных. Вот несколько способов, как нейронные сети могут быть использованы в этом десятилетии:

1. Объединение данных: Нейронные сети могут быть обучены для объединения данных от РЛС и ОЭС, чтобы создать единое изображение, содержащее информацию из обоих источников. Это может помочь улучшить качество изображения, устранить шум или улучшить разрешение.

2. Обнаружение и классификация объектов: Нейронные сети могут быть обучены для обнаружения и классификации объектов по изображениям, полученным от РЛС и ОЭС. Это может помочь в автоматическом обнаружении и отслеживании интересующих объектов, таких как транспортные средства, люди или другие объекты.

3. Сегментация изображений. Нейронные сети могут использоваться для сегментации изображений, полученных от РЛС и ОЭС, на различных объектах или областях. Это может быть полезно, например, для выделения определенных зон интереса или для анализа структуры и формы объектов.

4. Генерация синтетических данных: нейронные сети могут использоваться для генерации синтетических данных, соответствующих изображениям, полученным от РЛС и ОЭС. Это может быть полезно для создания большего объема данных для обучения моделей или для создания симуляций различных явлений.

В целом, применение нейронных сетей в совместной визуализации изображений РЛС и ОЭС может помочь улучшить обработку данных, автоматизацию процессов анализа, а также повысить точность и эффективность получения информации.

Библиографический список

1. Ввод-вывод изображений в авиационных системах технического зрения / Под ред. А.В. Воробьева, М.Б. Никифорова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2020. - 248 с. - ISBN 978-5-9221-1884-2.

2. Верба В.С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения. Принципы построения, проблемы разработки и особенности функционирования. – М.: Радиотехника, 2014. – 528 с.

3. Лавров А.А. Радиолокационный скоростной портрет. Основы теории. – М.: Радиотехника, 2013.

4. Кондратенков Г.С., Быков В.Н., Викентьев А.Ю. Методика автоматического совмещения радиолокационных изображений с цифровыми картами и оптическими снимками местности. // Радиотехника. 2007. № 8.

5. Верба В.С., Меркулов В.И., Попов Е.В., Чернов В.С. Интеграция данных в многодатчиковых бортовых информационно-управляющих системах. // Информационно-управляющие системы. 2014. № 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОЧНОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ КООРДИНАТ ОТ ФАКТИЧЕСКОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПОРНЫХ УЧАСТКОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Е.С. Кожина

Научный руководитель – Бабаян П.В., к.т.н., доцент

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

Важным этапом при решении задач анализа видеопоследовательностей является геометрическое совмещение изображений. Для совмещения изображений необходимо получить достаточно точную оценку параметров геометрических преобразований, и эта точность является определяющей для повышения качества решения задач распознавания, обнаружения движущихся объектов [1] и изменений сцен [2].

Анализ источников показывает, что при использовании оценок параметров геометрических преобразований обычно предполагается, что ошибка совмещения незначительна, либо ее статистические характеристики постоянны для всего кадра [1].

При использовании алгоритмов, основанных на сопоставлении опорных участков, точность определения параметров геометрических преобразований будет зависеть от фактического расположения выбранных участков. Очевидно, что в зоне, где сосредоточена основная часть опорных участков, точность совмещения выше, чем в зонах, удаленных от них. Игнорирование этого факта может приводить к ошибкам решения задач, основанных на совмещении изображений, при этом наибольшую выраженность ошибки будут иметь в зонах резких границ.

Целью настоящей работы является определение зависимости точности оценивания параметров геометрических преобразований и совмещения изображений в зависимости от фактического расположения опорных участков на изображении. При этом в качестве математической модели геометрических преобразований выбрано преобразование подобия.

Предполагая, что координаты опорных участков на текущем изображении x'_i и y'_i некоррелированные и в каждом измерении имеют одну и ту же дисперсию σ_z^2 , выражение для корреляционной матрицы \mathbf{K}_u принимает вид

$$\mathbf{K}_u = \sigma_z^2 \text{diag}\left(\frac{1}{\sum x_i^2 + y_i^2}, \frac{1}{\sum x_i^2 + y_i^2}, \frac{1}{n}, \frac{1}{n}\right), \quad (1)$$

где σ_z^2 – заранее известная дисперсия оценки координат опорных участков, x'_i и y'_i – координаты опорных участков на исходном изображении, n – количество опорных участков.

В выражении (1) по главной диагонали матрицы располагаются параметры дисперсии масштаба, поворота и смещения по оси x и y , соответственно. Из (1) следует, что высокой точности совмещения изображений можно добиться в том случае, когда сумма координат x'_i и y'_i будет больше. Такое возможно тогда, когда опорные участки будут максимально разнесены по площади изображения, если опорные участки

группируются в определенной зоне изображения, то элементы корреляционной матрицы K_v будут увеличиваться, а точность алгоритма снижаться [3].

Для экспериментальных исследований использовалась пара изображений размером 692x692 (рисунок 1). Опорные участки на изображениях выбирались по-разному: в первом случае выбор был разрешен только в центре изображения размером 150x150, во втором случае опорные участки располагались по всему изображению.

Ниже приведены полученные корреляционные матрицы.

Для случая 1:

$$K_v = \text{diag}(8.1853 \cdot 10^{-6}, 8.1853 \cdot 10^{-6}, 0.0313, 0.0313)$$

Для случая 2:

$$K_v = \text{diag}(1.0107 \cdot 10^{-6}, 1.0107 \cdot 10^{-6}, 0.0313, 0.0313)$$

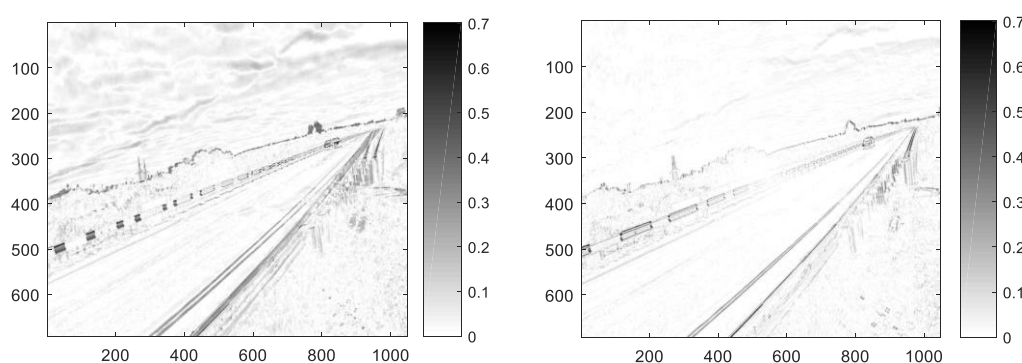


Рисунок 1 – Модуль разности совмещенных изображений:
а) для случая 1; б) для случая 2

Из рисунка 1 видно, что максимальная разность изображений в первом случае больше, чем во втором. Для каждого изображения рассчитывалось среднеквадратичное значение разностного изображения: для первого случая оно составляет 0.0682, для второго – 0.0459.

Дальнейшим развитием работы является рассмотрение более сложных видов геометрических преобразований (евклидово, проективное, эластичное), а также учет полученных ошибок в алгоритмах выделения и обнаружения объектов.

Библиографический список

1. Babayan P.V., Kozhina E.S. A Study of the Automatic Object Extraction Algorithm on the Image Sequence Under Scaling Transformations // 2023 25th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA). – IEEE. – pp. 1-4. DOI: 10.1109/DSPA57594.2023.10113422 (2023)
2. Han Y., Javed A., Jung S., Liu S. Object-Based Change Detection of Very High Resolution Images by Fusing Pixel-Based Change Detection Results Using Weighted Dempster-Shafer Theory. Remote Sens. 12, 983. <https://doi.org/10.3390/rs12060983> (2020)
3. П.В. Бабаян, Е.С. Кожина Влияние точности оценивания координат опорных участков на точность совмещения изображений в системах дистанционного зондирования Земли // 8-ая международная научно-техническая конференция. Космонавтика. Радиоэлектроника.

Геоинформатика»: Мат. докл. / Рязанс. гос. радиотехн. Университет им. В.Ф. Уткина. Рязань, 2023, 408 с. – ISBN 978-5-7722-0388-0

МЕТОД КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ- ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

А.К. Коровченко

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., д.т.н., профессор

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

Пусть имеется L зашумленных изображений одной и той же сцены, которые получены видеодатчиками в разных спектральных диапазонах и которые формируют библиотеку исходных изображений $\Lambda = \{Y^1, Y^2, \dots, Y^L\}$. И пусть

$$Y = X + Z$$

является зашумленным изображением оригинала X , состоящим из I пикселей, которые подвергаются вейвлет-преобразованию на несколько уровней с выбранным вейвлет-базисом. Шум Z с дисперсией σ_z^2 в наблюдаемом изображении Y представляется вейвлет-коэффициентами, которые слабо коррелированы с вейвлет-базисом. Ставится задача комплексирования L исходных изображений с целью формирования изображения высокого качества [1].

Чтобы снизить вычислительные затраты, каждое изображение декомпозируется с помощью единственного вейвлет-базиса, выбранного конечным пользователем из имеющейся у него библиотеки вейвлет-базисов. Выбор подходящего вейвлет-базиса может быть сделан посредством различных функций стоимости, например, используя оценку коэффициента корреляции между входным изображением Y_i , $i=1, \dots, L$, и любым вейвлет-базисом из библиотеки базисов. Данный подход является основой для выделения т.н. когерентных структур на изображении [2]. Поскольку входные изображения содержат одну и ту же сцену, то один и тот же вейвлет-базис может быть выбран для нескольких изображений. Такая ситуация происходит, если количество изображений в библиотеке Λ относительно небольшое, например $L=2, 3$, и/или изображения получены видеодатчиками, работающими в соседних участках спектра. Как показало компьютерное моделирование, извлечение когерентных структур в таких случаях остается стабильным.

Исходные изображения имеют низкие разрешения из-за воздействия шумов видеодатчиков и внешних помех. Когда статистические свойства искажающих воздействий неизвестны, то поиск когерентных структур может рассматриваться как адаптивная пороговая обработка вейвлет-коэффициентов с изменяющейся величиной порога. Основная идея предлагаемого метода комплексирования заключается в том, чтобы выделять и сохранять те когерентные структуры изображений, которые являются наилучшими в смысле некоторого критерия, а результат

комплексирования представлять в виде суммы сохраненных когерентных структур вида.

Библиографический список

1. *Image Fusion: Algorithms and Applications* / Ed. Tania Stathaki. Academic Press, 2008. p. 519.
2. Mallat, S. and Zhang, Z. Matching pursuits with time-frequency dictionaries. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 41(12) (1993). pp. 3397-3415.

ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА В ЗАДАЧЕ НАСТРОЙКИ ЭЛЕКТРОННОГО КАНАЛА ФОТОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА

Д.С. Масальский

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

Для выделения полезного сигнала, искаженного действием геометрического шума многоэлементного фотоприемника, можно прибегнуть к частотной фильтрации [1]. Пусть частотные коэффициенты передачи оптимального фильтра (ОФ) выбираются так, что его значения велики в области частот, где сконцентрирована основная доля энергии сигнала, и малы там, где преобладает спектральная плотность мощности шума. Следует ожидать, что, подав на вход такого фильтра сумму сигнала и шума, на выходе можно получить заметное увеличение относительной доли полезного сигнала. В работе была разработана методика оценки эффективности использования полосового фильтра (ПФ) при обработке сигналов многоэлементного фотоприемника его сравнением с оптимальным фильтром, который, как известно, не является физически реализуемым.

В результате подстановки производственных параметров и учитывая при этом, что коэффициент передачи ПФ по импульсу рассчитывается по максимальному значению реакции ПФ на входной сигнал от тестового точечного источника излучения, оказалось, что ПФ проигрывает ОФ в дисперсии погрешности измерения амплитуды (она определяется дисперсией шума при коэффициентах передачи фильтров по импульсу равных единице):

$$\mu = \frac{\sigma_{ш\text{ ОФ}}^2}{\sigma_{ш\text{ ПФ}}^2} = 0.92,$$

т.е. примерно 8 %. Данный результат не может считаться удовлетворительным с точки зрения метрологии и измерительных стандартов. Очевидно, чтобы повысить (оптимизировать) значение μ , необходимо подобрать параметры полосового фильтра f_n, f_g , что в условиях большой неопределенности целесообразно осуществлять с помощью генетического алгоритма.

Генетический алгоритм использует три вида правил, на основе которых

формируется новое поколение: правила отбора, скрещивания и мутации. Мутация позволяет путем внесения изменений в новое поколение избежать попадания в локальные минимумы оптимизируемой функции [1]. Механизм работы с генетическими алгоритмами в среде MATLAB реализован двумя способами: 1) через вызов функции генетических алгоритмов; 2) путем использования команд Genetic Algorithm Tool.

Оба способа реализуются в числе стандартного набора функций и модулей MATLAB. На основе первого способа была разработана программа, позволяющая подбирать значения параметров электронного тракта фотоприемника, при которых происходит минимизация отношения μ . С помощью данной программы были получены новые параметры полосового фильтра f_n, f_g . При этом значение критерия оптимальности получается равным $\mu = 0.96$.

Таким образом, полосовой фильтр проигрывает оптимальному фильтру только 4 %, что может считаться удовлетворительным результатом с точки зрения производства опико-электронных измерительных приборов.

Библиографический список

1. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы / Под ред. В.М. Курейчика. 2-е изд., испр. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 320с.

МЕТОД КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ПРАВИЛ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ КОМПРЕССИИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.Д. Провинтьев

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., д.т.н., профессор

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

Радиолокационные изображения (РЛИ), полученные с помощью радаров с синтезированной апертурой (РСА), искажаются мультипликативным шумом, известным как спекл. Существует множество методов и алгоритмов, изобретенных в последние десятилетия, пытающихся эффективно фильтровать и/или сжимать зашумленные РЛИ. В большинстве случаев задачи фильтрации и сжатия решаются отдельно. Поэтому алгоритмы фильтрации и сжатия не согласованы, что приводит к новым искажениям и артефактам на восстановленных после сжатия изображениях. Более того, будучи теоретически ориентированным на аддитивную гауссовскую модель шума, любой алгоритм фильтрации неизбежно приводит к неудовлетворительным результатам. Очевидно, объединение фильтрации и сжатия в рамках одной и той же процедуры обработки зашумленных изображений может привести к повышению качества восстановленного после сжатия изображения.

В большинстве работ используется вейвлет-преобразование, позволяющее согласовать фильтрацию и сжатие на основе какого-либо одного правила пороговой обработки вейвлет-коэффициентов. Обычно в основе многих предлагаемых методов и алгоритмов лежит так называемое быстрое дискретное вейвлет-преобразование (fast wavelet transform - FWT)

[1]. Изображение декомпозируется на несколько высокочастотных псевдоизображений (поддиапазонов), содержащих вейвлет-коэффициенты деталей в горизонтальной, вертикальной и диагональной ориентациях с увеличением масштаба. Различные правила порога являются основой методов вейвлет-фильтрации [2]. Существует несколько популярных подходов к пороговой обработке: полумягкая (semisoft), неотрицательная «удавка» n -й степени (гаррота - garrote) и гипербола. Тем не менее, полумягкая пороговая обработка, куда относятся известные правила жесткой (hard), мягкой (soft) и Видаковича (Vidacovic) пороговой обработки, является наиболее популярной на практике, потому что только один параметр (значение порога) необходимо найти. В противном случае, неотрицательное правило гарроты, например, требует оценки уже двух параметров, что дает дополнительную задачу оптимизации. Концентрируясь на правилах полумягкой пороговой обработки в этой статье, необходимо отметить, что эффективность фильтрации для любого порогового правила зависит от различных особенностей изображения, таких как текстура, тип и интенсивность шума, пространственные и радиометрические разрешения и т.д. Другими словами, каждое из пороговых правил может выиграть в «конкурсе» на лучшее качество отфильтрованного изображения. Более того, ситуация становится непредсказуемой, когда зашумленное изображение подвергается вейвлет-компрессии, что дает ошибки так называемой нелинейной аппроксимации и квантования. Таким образом, в данной работе предпринята попытка разработать теоретическую базу для объединения различных правил полумягкой пороговой обработки вейвлет-коэффициентов при сжатии данных зашумленных изображений, что обеспечивает полностью автоматическую схему выбора наилучшего порогового правила и соответствующего значения порога.

Библиографический список

1. S. Mallat, A wavelet tour of signal processing (Academic Press, 1999)
2. B. Vidakovic, Statistical Modeling by Wavelets, John Wiley & Sons (1999)

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

В.А. Савин

Научный руководитель – Смирнов С.А., к.т.н.

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

Нейросети являются перспективным решением в задаче локализации и распознавании объектов на изображениях, включая задачу распознавания дорожных знаков в реальном времени. В автомобилях и других транспортных средствах нашего времени нередко стоит достаточно мощный бортовой компьютер, который может обрабатывать изображения в реальном времени. Применение «Систем Помощи Водителю» (СПВ) во время движения способствует существенному повышению безопасности при использовании

транспортного средства. Такую систему можно реализовать на основе нейронной сети, обрабатывающей информацию с видеодатчика.

В данной работе рассмотрен разработанный алгоритм распознавания дорожных знаков РФ на основе нейронной сети глубокого обучения YOLOv3 [1]. Обучение нейросети проводилось на основе открытой базы данных российских дорожных знаков, созданной Конушиным А.С. и Шахуро В.И. (RTSD) [2]. Обученная модель тестировалась на выборке изображений, содержащих 5 типов знаков, которые были сняты в разное время суток, при разных условиях погоды и ракурсах. Результаты тестирования представлены в таблице 1:

Таблица 1 – точность классификации исследуемых моделей

Тип знака	Точность классификации знака P, %
Знак 1.17	81.75
Знак 1.23	87.44
Знак 2.1	91.66
Знак 2.4	92.74
Знак 3.1	93.88
Знак 5.19.1	89.01
Общая точность	89.41

Под точностью классификации знака (Precision) подразумевается количественная мера рассчитываемая как:

$$\text{precision} = \frac{TP}{TP+FP}, \quad (1)$$

где TP (True Positive) – верное обнаружения искомого объекта на изображении; FP (False Positive) – ошибочное обнаружение объекта на изображении при его отсутствии.

Результаты экспериментов показывают высокую точность алгоритма, в том числе и при неблагоприятных условиях. Средняя вероятность правильного распознавания знака алгоритмом равна 89.41%.

Библиографический список

1. YOLO v3 introduction to object detection with TensorFlow 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://pylessons.com/YOLOv3-TF2-introduction> – Дата доступа: 25.10.2023.
2. В.И. Шахуро, А.С. Конушин Российская база изображений автодорожных знаков // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, № 2. – С. 294-300. – DOI:10.18287/2412-6179-2016-40-2-294-300

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДЕТАЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ

Р.Е. Селиверстов

Научный руководитель – Бабаян П.В., к.т.н., доцент

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

В настоящее время приобрела особую остроту и актуальность проблема контроля изготовления деталей сложной формы, поскольку данное изготовление не исключает появления дефектов. Это может быть связано с несовершенством обрабатывающего оборудования, с неправильно настроенным инструментом, а также неправильной установкой. И изготовленная с дефектом деталь может послужить выходом из строя целого узла или изделия, в который она входит. Чтобы этого избежать разрабатывается система технического зрения, базирующаяся на применении программного комплекса Vision Builder, которая будет выявлять дефекты на стадии производства детали и является достаточно актуальной, поскольку использование специализированного алгоритма значительно увеличивает скорость и точность контроля за процессом [1].

Алгоритм, разработанный в Vision Builder, содержит следующие блоки:

1. Блок имитации ввода изображения. Использование этого этапа является первым шагом при построении схемы алгоритма, если необходимо проверить работу схемы алгоритма без подключения камеры. Этот шаг можно настроить для ввода изображения похожего на изображение сцены, которую необходимо получить. Затем можно поэкспериментировать с различными шагами обработки, предварительно оценив поставленную задачу.

2. Улучшение изображения. Для создания скрипта, предназначенного для анализа и обработки изображений, используется блок Vision Assistant. С помощью скрипта можно улучшить качество изображения и преобразовать его для дальнейшего анализа. Ручная пороговая операция позволяет выбирать диапазоны значений пикселей в оттенках серого. Операции с локальными пороговыми значениями выбирают пиксели с использованием локально адаптивного алгоритма установления пороговых значений. Используя локальные пороговые значения в приложениях, изображения которых демонстрируют неравномерные изменения освещенности, которые могут быть вызваны сильным градиентом освещенности или тенями.

3. Поиск различных элементов изображения, поиск границ. Данный блок служит для поиска границ в одномерной зоне обработки. Границы находятся на основе анализа перепадов интенсивности. Для наглядного отображения интенсивности границ служит график Edge Strength Profile [2]. Пик графика показывает присутствие границы в этой позиции. Интенсивность перепада задаётся амплитудой пика.

Алгоритм поиска резких границ ищет прямолинейную границу в двумерной зоне обработки. Зона обработки содержит большое количество линий, вдоль которых происходит поиск резких изменений интенсивностей. Резкий перепад обычно характеризует край объекта изображения. В результате обработки выбирается наиболее подходящая прямая линия, проходящая через граничные точки, найденные на линии поиска.

Обнаружение границы базируется на анализе интенсивности границы. Для наглядного отображения интенсивности границ служит график Edge Strength Profile.

4. Обнаружение объекта. Данный шаг основывается на технологии, называемой blob-анализ. Все пиксели изображения, соответствующим blob, находящемуся на переднем плане сцены. Все остальные точки являются точками фона. На бинарном изображении пиксели фона имеют яркость равную нулю. Ненулевые пиксели являются точками объекта. Blob-анализ может использоваться для обнаружения связных частей изображения, а также для произведения измерений различных характеристик связных областей. Blob-анализ представляет собой последовательность операций и функций анализа, с помощью которых можно получить информацию о любой двумерной области на изображении.

Пороговая обработка позволяет выбирать диапазон яркости точек цветных или черно-белых изображений, с помощью которого можно отделить объект от фона. С помощью пороговой обработки изображение преобразуется в бинарный вид. Пиксели бинарного изображения принимают значение 0 или 1. На этом шаге все пиксели изображения, яркости которых попадают в заданный интервал, становятся единичными. Яркость всех остальных пикселей приравнивается к нулю.

5. Вычисление геометрических характеристик. Данный блок выполняет задачи вычисления различных геометрических характеристик на основе результатов предшествующих этапов обработки, проводит геометрические построения на основе найденного на предыдущих шагах алгоритма анализа изображения.

Результат обнаружения дефекта представлен на рисунке 1. В дальнейшем планируется провести эксперименты на расширенной выборке изображений.

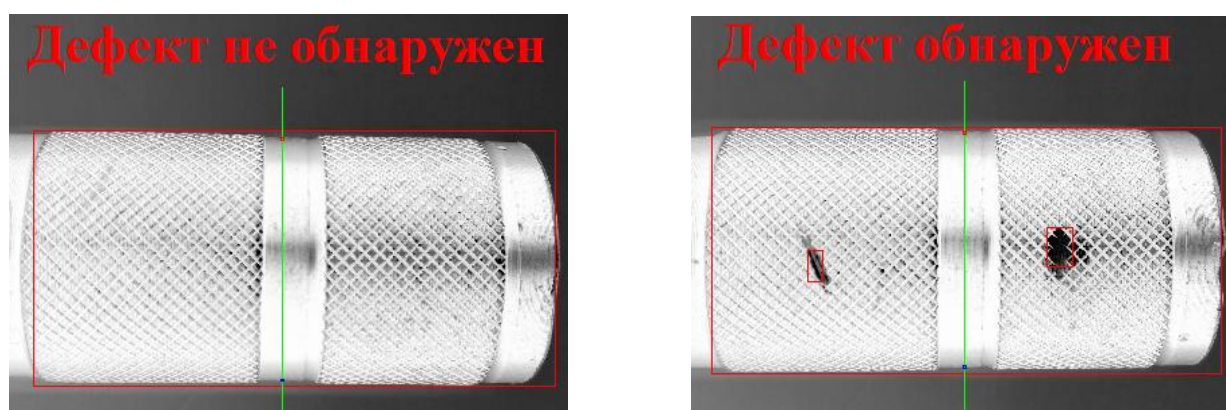


Рисунок 1 – Finalный этап обнаружения дефектов

Библиографический список

1. Бабаян П.В., Серегина Н.В. Сегментация изображений полуфабрикатов кожи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2010. – №4. – С.8-12.
2. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. М. : ДМК Пресс, 2007. 464 с.

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ СВЕРТОЧНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ КОМПЛЕКСОМ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛЫХ БАС

А.О. Смирнов, А.А. Тришаков, О.А. Белоусов, М.М. Кирюпин

Научный руководитель – Белоусов О.А., к.т.н., доцент

Тамбовский государственный технический университет

Современные технологии в области беспилотной авиации стремительно развиваются, приобретая все большую популярность. Одной из основных задач, стоящих перед разработчиками беспилотных авиационных систем (БАС), является обеспечение их надежной и точной идентификации объектов в окружающей среде. Для этого применяются специализированные техники и алгоритмы, включая многослойные сверточные нейронные сети (СНС) [1]. При идентификации объектов комплексом обнаружения малых БАС, сверточные многослойные нейронные сети (СНС) могут быть обучены с использованием различных методов.

Backpropagation (обратное распространение ошибки) - этот метод является стандартным для обучения глубоких нейронных сетей и заключается в вычислении градиента функции потерь по весам сети и последующим обновлением весов в направлении, противоположном градиенту. Обратное распространение ошибки позволяет сверточным слоям вносить корректировки для улучшения точности идентификации объектов [2].

Аугментация данных - этот метод заключается в создании дополнительных обучающих примеров путем применения различных преобразований к исходным образцам. Например, изображения могут быть повернуты, масштабированы, обрезаны или изменены по яркости и контрасту. Аугментация данных помогает нейронным сетям обучаться на более разнообразных вариантах объектов.

Dropout (случайное отключение) - этот метод заключается во временном и случайном отключении некоторых нейронов во время обучения. Это помогает предотвратить переобучение и повысить обобщающую способность сети. Для сверточных сетей dropout может быть применен к активационным картам [3].

Использование предобученных моделей - этот метод позволяет уже на основе предобученной модели произвести инициализацию весов сверточных слоев нейронной сети. Затем эти веса могут быть дополнительно дообучены на специфическом наборе данных для идентификации объектов комплексом обнаружения малых БАС.

В дополнение к вышеописанным методам применяются различные оптимизаторы могут быть использованы для обучения сверточных многослойных нейронных сетей. Например, Stochastic Gradient Descent (SGD), Adam, RMSprop и другие. Оптимизаторы помогают настраивать веса сети для достижения минимума функции потерь [4].

При использовании этих методов для обнаружения и идентификации малых БАС, изображения дронов могут быть поданы на вход CNN. Сеть будет обучена распознавать особенности, характерные для дронов, такие как форма, размер, цвет и другие визуальные признаки [5].

Кроме того, можно использовать комплекс обнаружения малых БАС, который включает в себя дополнительные методы обработки изображений, такие как детектирование движения и сегментация изображений. Например, можно применить алгоритмы оптического потока или различные алгоритмы сегментации, чтобы выделить объекты связанные с дронами на изображении [6].

Таким образом, использование многослойных сверточных нейронных сетей в комплексе обнаружения малых БАС позволяет более эффективно идентифицировать дроны и классифицировать их на основе извлеченных признаков. Это может быть полезным для различных задач, таких как обнаружение незаконных дронов, анализ поведения дронов или контроль воздушного пространства.

Однако обучение многослойных СНС для обнаружения и идентификации малых БАС является сложной задачей. Во-первых, такие объекты могут отличаться по форме, размеру и особенностям, что требует учёта разнообразных входных данных. Во-вторых, на фоне окружающей среды, объекты могут быть незначительно видимыми, что усложняет процесс обучения.

Алгоритм обучения многослойной сверточной нейронной сети для обнаружения беспилотных авиационных систем имеет 4 этапа сбор и подготовка данных, проектирование архитектуры, обучение и оптимизация, тестирование и оценка. Первым этапом выполняется сбор и подготовка данных. Для обучения многослойной СНС необходимо иметь большой объем данных, включая различные изображения малых БАС и их окружения. Данные должны быть размечены для последующего использования в процессе обучения. Дальше на втором этапе происходит разработка и выбор эффективной архитектуры, которая требует поиск оптимального количества слоев и их конфигурации. После разработки следует третий этап на происходит обучение многослойной СНС, в ходе которой применяются различные алгоритмы обратного распространения ошибки, такие как метод градиентного спуска. Важно также учесть процесс оптимизации, чтобы достичь необходимой точности и скорости работы. После обучения многослойной СНС необходимо провести тестирование, чтобы оценить ее работоспособность и точность при идентификации малых БАС [7]. Это позволит провести доработки и оптимизацию алгоритмов обучения и оптимизации.

Методы обучения сверточных многослойных нейронных сетей при идентификации объектов комплексом обнаружения малых БАС являются важной темой исследования в области беспилотной авиации. Многослойные СНС позволяют обрабатывать большой объем данных и выявлять особенности объектов, что обеспечивает точность идентификации.

Библиографический список

1. Николенко, С., Кадури, А., Архангельская, Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – Питер, 2018. – 479 с.
2. LeCun, Y. Deep learning / Y. LeCun, Y. Bengio, G. E. Hinton // Nature – 2015. – 521. P. 436–444.
3. Russakovsky, O. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge/ O. Russakovsky, J. Deng, Su H // Int J Comput Vis – 2015. – 115. P. 211–252.

4. Krizhevsky, A. ImageNet classification with deep convolutional neural networks / A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. E. Hinton // Adv Neural Inf Process Syst 25– 2012.
5. Fukushima, K. Neocognitron: a self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position / K. Fukushima. – 1980. – 36. P. 195-202.
6. Ерёмин Г. Малоразмерные беспилотники – новая проблема для ПВО / Ерёмин Г. В., Гаврилов А. Д., Назарчук И. И. // Армейский вестник. 2015.
7. Hubel, D.H. Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex / Hubel D.H., Wiesel T.N. – 1968. – 195. P. 215-43.

СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОТЕРЯМИ ПРИ ПОМОЩИ ФРАКТАЛОВ

М.Д. Соколовский

Научный руководитель – Майков К.А., д.т.н., профессор
**Московский государственный технический университет
 имени Н.Э. Баумана**

В докладе рассматриваются особенности реализации метода сжатия изображений с потерями с использованием фракталов. Метод применим к сжатию одноканальных изображений (в оттенках серого), однако может быть применён к обработке цветных изображений путём отдельного сжатия каждого канала цветности.

В структуре изображения формируются наборы ранговых и доменных блоков. Доменные блоки могут пересекаться, и могут не покрывать всё изображение. Ранговые блоки не пересекаются и покрывают всё изображение. Каждому ранговому блоку сопоставляется доменный блок и сжимающее отображение, позволяющее получить из заданного доменного блока другой блок, наиболее схожий с рассматриваемым ранговым. Распространённым подходом [1] к выбору формы отображения является: $f(D) = cOD + b$, где c и b – вещественные числа (контраст и яркость), O – матрица преобразования (комбинация произвольного поворота на 90° , отражения и сжатия).

Выделение ранговых блоков выполняется с использованием иерархической структуры квадратных блоков, формируется начальное покрытие изображения наиболее крупными блоками, где каждый блок может быть представлен 4 блоками меньшего размера.

Процесс подбора доменных блоков и отображений является наиболее требовательным к вычислительным ресурсам и в значительной мере определяет ресурсоёмкость процесса обработки. Простейший вариант решения задачи подбора доменных блоков заключается в полном переборе всех возможных пар ранговых и доменных блоков. Для каждой пары вычисляются оптимальные значения c и b согласно [1]. Далее для каждого рангового блока выбирается такой доменный блок, результат применения отображения к которому является наиболее близким к этому блоку. Данный подход позволяет гарантировано получить наилучший возможный результат, однако обладает низкой скоростью обработки изображения, что ограничивает его практическое применение.

Известны следующие подходы к ускорению этого процесса обработки. Возможно применение алгоритмов поиска ближайших соседей для индексирования блоков. Также возможна классификация блоков, позволяющая выполнять поиск (в т.ч. полный перебор) только среди блоков, принадлежащих одному классу. Извлечение числовых характеристик блоков (далее – признаки), позволяющих добавить предварительную проверку схожести блоков, а также провести индексирование доменных блоков.

В ходе работы рассматривались подходы к извлечению признаков блоков и построение индексной структуры над ними. Для построения индекса используется структура KD-дерево с 2 вариантами метрик: евклидово и манхэттенское расстояния [2].

Были рассмотрены признаки: среднеквадратичное отклонение пикселей в блоке, коэффициенты симметрии и эксцесса, средние значения горизонтальных и вертикальных градиентов, средняя разность значений пикселей блока и 4 пикселями в центре блока. В [1, 3, 4] признаки выбираются с условием независимости от ориентации блоков. Большинство рассмотренных на текущий момент признаков в данной работе удовлетворяют указанному условию, однако в разрабатываемом методе это требование не является обязательным, поскольку доменные блоки различной ориентаций обрабатываются независимо.

Исследуемый метод имеет следующие изменяемые параметры: количественные характеристики структур доменных и ранговых блоков, пороговое значение допустимой ошибки блока, при достижении которой поиск может быть прекращён, метрика в KD-дерево и число запрашиваемых ближайших соседей, набор используемых признаков блоков.

Исследования показали возможность практического применения описанного подхода: время сжатия по сравнению с методом полного перебора сократилось: в 4-5 раз для изображений размера 256x256 и в 15 раз для изображений размера 512x512.

Полученные в результате экспериментальных исследований более высокая скорость обработки достигается с использованием евклидовой метрики. При этом влияние на качество изображения оказалось незначительным.

В рамках дальнейших исследований планируется рассмотреть, в том числе, вопросы классификации блоков.

Библиографический список

1. Stephen Welstead Fractal and Wavelet Image Compression Techniques // SPIE – The International Society for Optical Engineering. 1991.
2. Rina Panigrahy An Improved Algorithm Finding Nearest Neighbor Using Kd-trees // Latin American Symposium on Theoretical Informatics (LATIN), vol 4957. 2008. pp. 387-398.
3. Vijayshri Chaurasia, Vaishali Chaurasia Statistical feature extraction based technique for fast fractal image compression // Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 41. 2016.
4. Eman Abdul-Jabar Saad Fractal Image Coding Based on the Features Extraction // Al-Mustansiriyah Journal of Science, vol. 22. 2011. pp. 85-92.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТОМ ВИБРОИСПЫТАНИЙ

А.Л. Шаров, А.М. Никитин

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

При моделировании автоматизированных систем управления виброиспытаниями на ЭВМ большое значение имеет адекватный выбор модели объекта управления, которую можно представить сочетанием линейных динамических звеньев с резонансными характеристиками и нелинейных безынерционных и инерционных звеньев [1].

Модель системы управления [1] содержит управляемый генератор случайных процессов (УГ) с регулируемой формой спектральной плотности, объект управления, спектроанализатор и блок управления, который вырабатывает корректирующее воздействие на управляемый генератор. Задача управления процессом виброиспытаний заключается в настройке УГ на режим близости спектральной плотности в контролируемой точке объекта и заданной спектральной плотности в требуемом диапазоне частот в плане принятого критерия качества, и поддержании этого режима в течение определенного интервала времени.

В докладе приводятся результаты разработки алгоритма управления объектом, в котором проявляется нелинейная упругая деформация с жёсткой восстанавливающей силой. Была разработана модель такого объекта в среде Simulink/Matlab.

На первом этапе на вход модели объекта управления подавался сигнал типа белого шума с регулируемой дисперсией и анализировался спектр выходного сигнала. Показано, что при увеличении мощности входного сигнала происходит смещение резонансного пика в область верхних частот с одновременным нелинейным увеличением его амплитуды. Эта информация использована для организации управления таким объектом.

На втором этапе были исследованы возможности алгоритма управления линейным объектом [1] для организации управления нелинейным объектом. Результаты оказались неудовлетворительными. Причина этого в том, что корректирующая поправка $1/\gamma_i$, (где i – номер итерации) в алгоритме управления берётся с меньшим весом от итерации к итерации, что не позволяет скомпенсировать изменения спектра на выходе нелинейного объекта, вызванные смещением резонансного пика при увеличении мощности входного сигнала.

На следующем этапе была осуществлена модификация рассматриваемого алгоритма путём управления коэффициентом γ_i . На нескольких первых итерациях, когда дисперсия выходного сигнала УГ меняется существенно, целесообразно положить коэффициент $\gamma_i = 1$, $i = 1, 2, 3$. После достижения приемлемых результатов обработки заданного спектра, этот коэффициент можно ввести, начиная со значения $\gamma_i = 2$, $i = 4$.

Результаты моделирования позволяют сделать следующие выводы. Если при выходе на режим нагружения наблюдается существенное отличие заданного и фактического спектров в контролируемой точке объекта, можно предположить, что в объекте проявляются нелинейные свойства.

Для рассматриваемой в докладе конкретной нелинейности управление коэффициентом $1/\gamma_i$, позволяет добиться удовлетворительного результата, но скорость сходимости алгоритма управления снижается. Только на 6 и 7 итерациях наблюдается удовлетворительное совпадение заданного и фактического спектров в контролируемой точке объекта в плане выбранного критерия качества.

Библиографический список

1. Демашов В.С., Кузнецов В.П., Никитин А.М. Автоматизированная система управления виброиспытаниями // Приборы и системы управления. – 1993. – № 9. – С. 23–28.

Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.А. Абрамкин

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

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

В наше время быстро распространяются устройства, которые в режиме реального времени, автоматически анализируют изображения. С одной стороны, мы можем это связать с тем, что идет развитие технологий и в результате чего идет рост возможностей и снижение стоимости вычислительных устройств и датчиков. С другой стороны, постоянно повышается спрос на системы технического зрения, которые работают в режиме реального времени для высокоточного оружия, охранных комплексов, на предприятиях и т.д.

Целью работы является разработка алгоритмов определения геометрических преобразований изображений. Исходными данными для алгоритмов являются изображения, которые подвергаются искажениям, таким как изменение угла поворота изображения и изменение масштаба изображения.

Для решения данной задачи был предложен следующий алгоритм. Подаем на вход изображение, меняем у него угол поворота и масштаб. Таким образом, у нас получается два изображения: оригинальное и измененное. Далее находим особые точки у оригинального и измененного изображения. Следующим шагом мы извлекаем признаки на оригинальном и измененном изображении. Далее находим общие особые точки, которые присутствуют на обоих изображениях. Следующим шагом находим объект, который содержит информацию о геометрических преобразованиях. На этом шаге мы получаем матрицу геометрического преобразования. Из этой матрицы геометрического преобразования мы можем получить два коэффициента, которые позволят нам найти угол, на который было повернуто изображение, и коэффициент масштабирования.

В результате работы алгоритма строятся график ошибки при определении угла поворота и график нахождения коэффициента масштабирования. Анализируя график ошибки при определении угла поворота, мы видим, что ошибка при определении составляет не больше, чем 0.6 градуса, что является очень хорошей точностью, которая позволяет нам качественно работать с изображениями. При анализе второго графика мы приходим к выводу, что коэффициент масштабирования находится с минимальной ошибкой, что говорит о хорошей работоспособности разработанного алгоритма.

Проверка работоспособности алгоритма была произведена на ряде изображений. Были получены графики ошибки при определении угла поворота и графики нахождения коэффициента масштабирования. Был

сделан вывод о том, что разработанный алгоритм с минимальной ошибкой определяет угол поворота изображения и коэффициент масштабирования.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, Москва: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Красильников Н. Н., Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 608 с.
3. Грузман И.С., Киричук В.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах. Учеб. пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - 352 с.

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИИ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММ АНАЛИЗА РЕЗКИХ КРАЕВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КА ДЗЗ

С.Д. Антонушкина

Научный руководитель – Князьков П.А., к.т.н.

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

Успешная работа технологий и программ оценки пространственно-частотных характеристик изображений от космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ) зависит во многом от их метрологических свойств возможности применимости в реальных условиях эксплуатации. Наиболее распространенным подходом к оценке пространственно-частотных характеристик изображений ДЗЗ в реальных условиях эксплуатации является подход на основе анализа резкого края. Резкий край представляет собой объект на изображении, яркость которого в направлении перпендикулярном к его границе, изменяется скачкообразно. Резкий край является моделью объекта, полученного путем воспроизведения системой формирования изображений светящейся полуплоскости.

Для использования при контроле процедур оценки пространственно-частотных характеристик изображений разработан программный модуль, который позволяет генерировать базовое изображение границ произвольной ориентации, расположения и контраста. Данная задача соответствует формированию изображения непрерывного предмета матричным приемником. Моделирование изображения зарегистрированного матричным приемником можно осуществить, если представить этот процесс как сканирование объекта прямоугольной ячейкой с размером $dx \times dy$. При этом предполагается, что сканирующая ячейка включается только в момент времени с некоторой периодичностью, когда координаты кратны Δx и Δy соответственно. Таким образом, матричный приемник преобразует непрерывный сигнал в дискретный и интегрирует его в пределах своей площади. Для цифрового изображения объекта принимается $dx = dy = \Delta x = \Delta y = 1$. Сигнал яркости каждого пикселя формируемого изображения определяется выражением:

$$B = B_0 S_0 + B_1 (1 - S_0)$$

где B_0 – яркость объекта, B_1 – яркость фона, S_0 – площадь объекта в сканирующей ячейке.

Формируемая граница объекта является прямой, которая может пересекать пиксель 6 способами (рисунок 1).

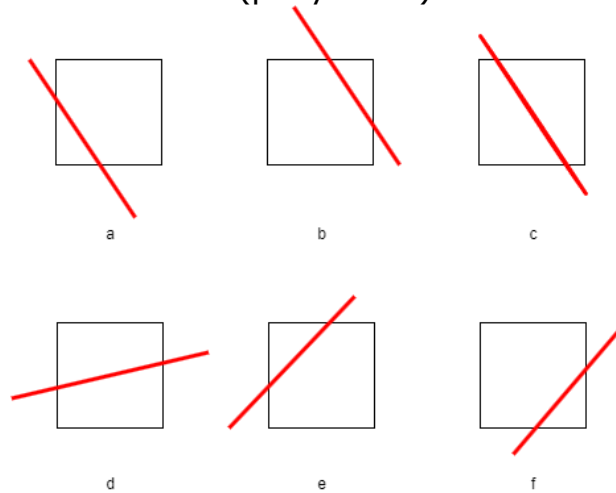


Рисунок 1 – Варианты пересечения пикселя прямой

Сигнал яркости пикселя зависит от площади попадания на него объекта. Обработке поддаются только те пиксели, для которых расстояние между точкой и границей объекта меньше $\sqrt{2}/2$. В разработанной программе все вышеперечисленные варианты приводятся к двум вычислительным случаям. Для нахождения сигнала яркости пикселей a, b, e и f необходимо вычислить площадь треугольника; для пикселей c и d – площадь трапеции.

Разработанный на языке Python программный модуль обеспечивает чтение файлов с исходными данными в формате CSV, формирование границ требуемой ориентации, расположения и контраста, а также их сохранение в файлы изображений формата BMP для дальнейших преобразований и анализа.

В докладе представлены алгоритм работы программы и результаты ее тестирования.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИСКАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ОБРАБОТКИ СРЕДСТВАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В.А. Еремеев

Научный руководитель – Макаренков А.А., к.т.н., в.н.с. НИИ «Фотон»

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В настоящее время гиперспектральные изображения (ГСИ) всё более активно используются в целях исследования земной поверхности. ГСИ предоставляет детальную информацию о спектре наблюдаемой сцены, благодаря чему, содержит значительно больше информации по сравнению с данными панхроматической и многозональной съёмки. Для эффективного использования большого объёма информации от ГСИ существует

необходимость в быстрой и точной автоматизированной обработке данных. На сегодняшний день технологии искусственного интеллекта успешно внедряются для решения различных задач предварительной и тематической обработки ГСИ: шумоподавление [1], выделение границ [2], идентификация объектов [3]. В связи с этим, в данной работе рассматриваются факторы, влияющие на эффективность нейросетевой обработки ГСИ.

Одной из наиболее актуальных проблем обработки ГСИ средствами искусственного интеллекта является большая размерность исходных данных. Кроме этого, как правило, соседние каналы ГСИ обладают сильной взаимной корреляцией. В связи с этим, для уменьшения размерности задачи и извлечения наиболее важной информации традиционно применяется метод главных компонент (МГК). МГК выполняет преобразование данных из исходного базиса в расчётный. Для того чтобы предоставить входные данные для нейронной сети в единой системе координат, предлагается производить расчёт базиса МГК не только по обрабатываемому снимку, а по репрезентативной выборке гиперспектральных изображений, что позволяет зафиксировать результирующий базис преобразования.

Для экспериментальных исследований привлечены ГСИ от различных съёмочных систем: гиперспектрометр КС «Ресурс-П», «Avisis», «Hyperion» КА «ЕО-1», а также свёрточная нейронная сеть [4]. Предварительно для ГСИ выполняется коррекция искажений, пересчёт в СПЭЯ, устранение неинформативных каналов. Расчёт главных компонент для ГСИ от различных съёмочных систем выполняется в спектральном диапазоне (405-1000 нм). Анализ главных компонент выявил, что данные от «Ресурс-П» обладают меньшей информативностью в сравнении с данными от «Avisis», что негативно влияет на качество нейросетевой обработки.

В докладе производится сравнение результатов обработки МГК для данных от гиперспектрометра КС «Ресурс-П», авиационного датчика «Avisis» и «Hyperion» КА «ЕО-1», анализируются причины разного числа информативных компонент.

Библиографический список

1. Lian, X.; Yin, Z.; Zhao, S.; Li, D.; Lv, S.; Pang, B.; Sun, D. A Neural Network for Hyperspectral Image Denoising by Combining Spatial-Spectral Information. *Remote Sens.* 2023, 15, 5174. <https://doi.org/10.3390/rs15215174>.
2. Еремеев В.А., Макаренков А.А. Использование свёрточных нейронных сетей для идентификации структурно-однородных областей на космических снимках Земли. *Цифровая обработка сигналов.* 2022. №3. С. 45-48.
3. Еремеев В.А., Еремеев В.В., Макаренков А.А. Выделение границ объектов на гиперспектральных спутниковых снимках земной поверхности. *Цифровая обработка сигналов.* 2022. №3. С. 49-52.
4. Muhammad Ahmad, Adil Mehmood Khan, Manuel Mazzara, Salvatore Distefano, Mohsin Ali, Muhammad Shahzad Sarfraz. A fast and compact 3-D CNN for hyperspectral image classification. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters.* 2022. v.19. p. 1-5.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АНИМАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ

Д.А. Кузнецов

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

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

Отечественная группировка геостационарных КА состоит в настоящий момент из КА Электро-Л № 2, 3, 4. Так же, благодаря участию РФ во Всемирной Метеорологической организации доступны данные с таких зарубежных геостационарных КА, как GOES № 15, 16, Himawari № 8, Meteosat № 9, 10. Таким образом доступны регулярные снимки всей земной поверхности для решения разнообразных гидрометеорологических задач. Одной из таких задач является наблюдение за возникновением и развитием тропических циклонов (ТЦ). Учитывая регулярность съемки земной поверхности геостационарными КА одним из видов тематической продукции являются анимационные изображения статического региона интереса или динамического объекта интереса.

Существующая версия программного обеспечения по созданию анимационных изображений обладает рядом недостатков, устранение которых рассмотрено в данном докладе. Одним из недостатков является затрудненное редактирование параметров существующих КА и добавление параметров нового КА ввиду описания значений в коде программы в виде констант. Для решения этих проблемы была создана система хранения данных спутников и границ на основе формата XML, позволяющая при необходимости изменять эти данные с помощью специального редактора.

Следующим недостатком является то, что интервал для поиска снимков задается оператором приложения, а не на основе имеющихся спутниковых данных. Для решения этой проблемы была реализована функция, анализирующая существующие данные и высчитывающая оптимальный интервал между кадрами создаваемой анимации. Была также добавлена возможность прореживания кадров для формирования предварительных обзорных продуктов.

При формировании анимационного изображения, точка трассы может попадать в зону видимости нескольких КА. Недостатком является то, что выбор снимка зависит только от заранее заданной границы между спутниками, но разные КА при построении конкретной анимации могли быть представлены снимками с существенно разным интервалом съемки, что приводило к неоптимальному межкадровому интервалу анимации. Для решения этого вопроса была реализована функция, предоставляющая пользователю выбор на основе анализа частотности доступных данных.

Экспериментальный модуль по реализации описанной технологии построения анимационных изображений реализован в составе ПК PlanetaGS2 и проходит опытную апробацию в ФГБУ «НИЦ «Планета».

В докладе приводятся примеры анимаций построенных по различным регионам на основе данных существующей группировки геостационарных КА.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ НА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ LANDSAT-8/9

С.А. Ларюков

Научный руководитель — Кузнецов А.Е., д.т.н., профессор

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

Наблюдение Земли из космоса позволяет вести оперативный мониторинг чрезвычайных ситуаций, лесного и сельского хозяйства. Обнаружение пожаров на спутниковых снимках является одним из практически важных направлений использования данных дистанционного зондирования Земли. Традиционно для этих целей используются подходы, основанные на пороговых алгоритмах. Например, алгоритм MOD14 использует данные канала 3,5-4 мкм прибора MODIS, установленного на космических аппаратах (КА) Terra и Aqua [1], и данные каналов 3,5-4,1 мкм и 8,4-9,4 мкм радиометра МСУ-ИК-СРМ КА Канопус-В-ИК [2].

В данной работе для детектирования пожаров предлагается использовать свёрточную нейронную сеть «Lanky U-Net» [3].

КА Landsat-8/9 имеют на борту съёмочную аппаратуру в виде датчика OLI видимого (5 каналов), коротковолнового (3 канала) и ближнего (1 канал) инфракрасных диапазонов, а также камеры TIRS дальнего инфракрасного диапазона. Пространственное разрешение целевой аппаратуры составляет 15-30 метров для видимых, ближнего и коротковолновых инфракрасных каналов и 100 метров для дальних инфракрасных каналов. Глобальный архив космических снимков со спутников Landsat-8/9 бесплатно доступен для всех пользователей и ежедневно пополняется актуальными сценами [4].

Для составления набора данных были обработаны изображения с КА Landsat-8/9, доступные за период с января по сентябрь 2022 года, за исключением маршрутов покрывающих Антарктиду. В общей сложности было исследовано 1926 изображений и 3,1 ТБ данных. Маска пожаров составляется следующим образом: на первом этапе изображение обрабатывается тремя пороговыми алгоритмами [57], использующими каналы 1-7 датчика OLI КА Landsat-8/9. Далее три полученные маски пожаров объединяются в одну, при этом результирующая маска пожаров содержит только те пиксели, которые обнаруживались как минимум двумя алгоритмами [57]. Проведенный анализ результирующих масок показал, что часть из них содержит ложно сегментированные очаги пожаров. Поэтому на заключительном этапе маски пожаров корректируются вручную. Полученные таким образом маски содержат 777019 пикселей, в которых обнаружен пожар. Для обучения нейронной сети набор данных был разделен на 38173 неперекрывающихся фрагментов (тайлов) изображений размером 512 на 512 пикселей. В обучающую и валидационную выборки вошли 5154 тайла, в каждом из которых содержится не менее 20 пикселей содержащих пожар.

Архитектура «Lanky U-Net» на вход принимает 3-канальные мультиспектральные изображения (2 коротковолновых инфракрасных канала с диапазоном длин волн 1,56-1,66 мкм и 2,1-2,3 мкм и видимый синий канал 0,450,515 мкм) КА Landsat-8/9. Предлагается использовать

меньшее число каналов для экономии памяти и вычислительных ресурсов. Такой набор каналов содержит наибольшую часть информации, необходимой для детектирования пожаров [8].

Апробация предложенной нейронной сети сегментации пожаров показала, что точность сегментации пожаров составила не менее 97%, при не более чем 1% ложного детектирования и не более 6% потери объектов.

Предложенный нейросетевой способ сегментирования пожаров на спутниковых снимках показал свою эффективность. В докладе подробно представлена информация о детектировании пожаров нейронными сетями и приведена оценка качества бинарной сегментации.

Библиографический список

1. А.А. Галеев, С.А. Барталев, Д.В. Ершов, Ю.С. Крашенинникова, Е.А. Лупян, А.А. Мазуров. Построение адаптивного алгоритма детектирования пожаров. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. В.5. Т.1.

2. Р.С. Пронченко. Использование ДЗЗ для обнаружения лесных пожаров малой площади возгорания. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2016. Материалы конференции. Рязань, 2016.

3. А.Э. Москвитин, В.А. Ушенкин, С.А. Ларюков. Алгоритм и программный комплекс высокоскоростной нейросетевой сегментации облачности на панхроматических изображениях от космических аппаратов «Ресурс-П» // Цифровая обработка сигналов №3/2023. С 8-18.

4. Глобальный архив «Landsat-8/9» [Электронный ресурс] URL: <https://landsatlook.usgs.gov/>. Дата обращения 03.07.2023 г.

5. Schroeder W., Oliva P., Giglio L., Csiszar I.A. The new viirs 375m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment // Remote Sens. Environ. – 2014.

6. Murphy S.W., de Souza Filho C.R., Wright R., Sabatino G., Correa Pabon R. Hotmap: Global hot target detection at moderate spatial resolution // Remote Sens. Environ. – 2016.

7. Kumar S.S., Roy D.P. Global operational land imager Landsat-8 reflectance-based active fire detection algorithm // Int. J. Digital Earth – 2018.

8. Active Fire Detection in Landsat-8 Imagery: a Large-Scale Dataset and a Deep-Learning Study [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/pereira-gha/activefire>

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К СЖАТИЮ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.В. Назарцев

Научный руководитель – Кузнецов А.Е., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

На данный момент все алгоритмы сжатия любых данных можно разделить на две основные группы:

1. без потерь (loseless) – эти методы сжатия гарантируют, что декодированные данные будут в точности совпадать с исходными;

2. с потерями (lossy) – эти методы, как правило, искажают получаемый при декомпрессии результат, в связи со спецификой своей работы, т.е. полное восстановление данных при использовании данных алгоритмов не гарантируется.

К первой группе алгоритмов относятся следующие алгоритмы: кодирование длин серий (RLE), преобразование Барроуза-Уилера (BWT), энтропийное кодирование, алгоритм Шеннона – Фано, кодирование Хаффмана, арифметическое кодирование.

Ко второй группе алгоритмов – снижение глубины цвета, метод главных компонент, фрактальное сжатие, сжатие на основе предсказателей (JPEG-LS, ДИКМ, иерархическая сеточная интерполяция, CALIC), JPEG, вэйвлетная компрессия (JPEG 2000, DjVu).

Особо стоит выделить алгоритмы сжатия гиперспектральной информации с использованием нейросетей: сеть Кохонена и ее вариации, ассоциативная память, метод «Бутылочного горлышка».

После проведения ряда испытаний было подтверждено, что для компрессии гиперспектральной информации необходимо использовать алгоритмы сжатия без потерь, так как искажение даже минимальное изменение исходных данных может привести к изменениям спектральных характеристик отдельных объектов на снимках, что приводит к неверной работе алгоритмов распознавания объектов.

Сравним результат работы 30 лучших библиотек компрессии данных на 22 июля 2023 года [1] (Рисунок 1). По оси ординат показан коэффициент сжатия информации, а по оси абсцисс используемая библиотека для сжатия данных (тестирование проводилось на файле размером 1 Гб – английской Википедии (enwik9), результат представлен с учетом размера декодера).

Данный график иллюстрирует то, что современные библиотеки достигают достаточную степень сжатия информации, хотя это может достигаться большими временными потерями. Этот недостаток не является критическим, так как у используемых библиотек есть множество настроек степени и качества сжатия, которые могут влиять на скорость работы алгоритмов.

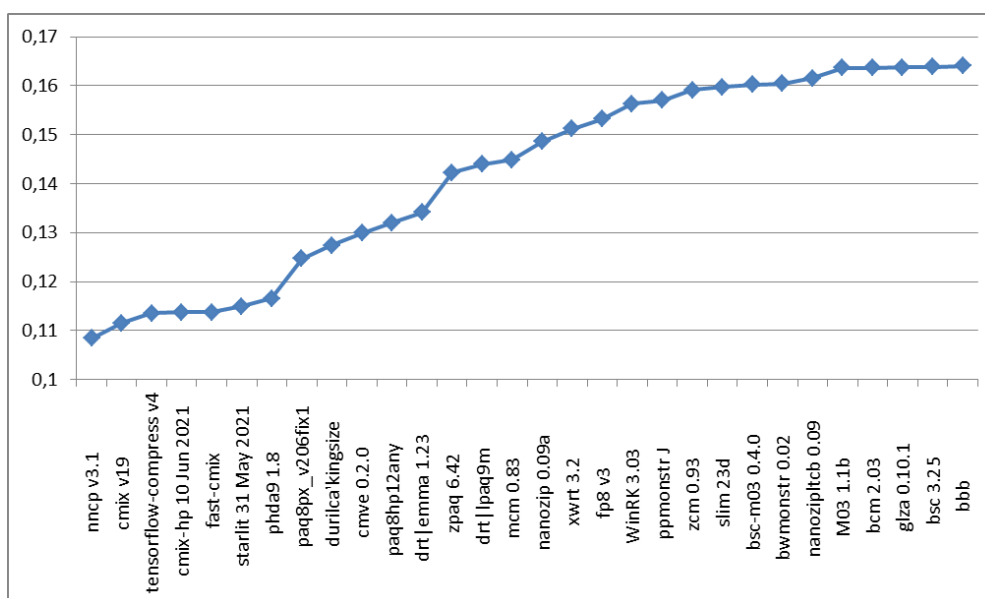


Рисунок 1 – Результаты работы 30 лучших библиотек сжатия информации на 22 июня 2023 года

Рассмотрев все современные подходы к архивации данных можно выявить, что они, в основном, построены на теории статистики. Т.е. представим исходный поток данных в виде вектора. Анализируя конкретный элемент вектора и его предыдущие значения, большинство указанных выше алгоритмов пытаются предсказать значение следующего элемента. Насколько качественно это получается и зависит степень сжатия выходной информации, а насколько трудоёмкий процесс расчёта предсказываемого значения определяется временные и вычислительные затраты.

Исключением из правила можно считать алгоритм BWT. Он меняет порядок символов во входной строке таким образом, что повторяющиеся подстроки образуют на выходе идущие подряд последовательности одинаковых символов. Схожий подход к организации входного потока гиперспектральных данных для сжатия, и разбиения их на тейлы описан в тезисах [2,3].

В заключение можно констатировать хорошее развитие современной теории сжатия информации применимой к гиперспектральной информации. Но всё ещё есть перспективы для развития данного направления, например оптимизации исходных данных для архивации.

Библиографический список

1. Matt Mahoney. //Large Text Compression Benchmark URL: <https://mattmahoney.net/dc/text.html>.

2. Назарцев В.В. Адаптивное сжатие гиперспектральной информации: Материалы конференции XXVI всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов Новые информационные технологии в научных исследованиях, Рязань 2021 г.

3. Назарцев В.В. Адаптивный алгоритм сжатия гиперспектральных данных: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2022. Сборник трудов V Международного научно-технического форума. В 10-ти томах. Под общей редакцией О.В. Миловзорова. Рязань, 2022. С. 64-67.

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ ВЫПОЛНЕНИЯ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ CUDA

В.А. Овчинников

Научный руководитель – Ушенкин В.А., к.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Научный интерес к искусственным нейронным сетям стремительно растёт, и они активно применяются в широком спектре областей, включая обработку изображений, распознавание речи, анализ текста, рекомендательные системы, автономную навигацию.

Свёрточная нейронная сеть (Convolutional Neural Network, CNN) – это класс нейронных сетей, разработанный специально для обработки и анализа данных, имеющих пространственную структуру, таких как

изображения и видео [1]. CNN являются мощным инструментом для автоматического извлечения признаков из визуальных данных и применяются в различных задачах компьютерного зрения, включая классификацию объектов, обнаружение объектов, сегментацию изображений и другие. При обработке данных дистанционного зондирования Земли нейронные сети, как правило, применяются для решения тематических задач [2, 3].

В докладе рассматривается разработка собственной динамической библиотеки выполнения свёрточных нейронных сетей.

Архитектура разрабатываемой нейронной сети представляет собой ориентированный вычислительный граф. Узлам графа соответствуют нейросетевые слои. Каждый слой имеет свой уникальный идентификатор. Ребрами графа являются связи между слоями – каждый слой хранит массив указателей на входные для него слои.

Описана структура файла сети. Нейронная сеть записывается в бинарный файл в следующем формате:

<Число слоёв нейронной сети>

<Код слоя>

<Размеры обрабатываемого участка изображения – ширина, высота, число каналов>

<Число параметров слоя> [Массив параметров (при наличии)]

<Число весов слоя> [Массив весов (при наличии)]

<Число входных слоёв> [Индексы входных слоёв (при наличии)]

Разработаны 4 экспортируемых функции:

1) функция `GetInput`, возвращающая указатель на массив входных данных для последующей их инициализации пользователем;

2) функция `Calculate`, запускающая рекурсивный процесс вычислений для каждого слоя нейросети;

3) функция `GetOutput`, возвращающая указатель на массив выходных данных после проведения вычислений нейросети;

4) функция `Deinit`, позволяющая корректно деинициализировать нейронную сеть и освободить память.

Разработаны функции основных математических операций, выполняемых в наиболее распространённых нейросетевых слоях, а также основные активационные функции.

Использование технологии CUDA с её преимуществами для параллельных вычислений на графических процессорах позволит значительно ускорить выполнение свёрточных нейронных сетей, особенно в больших и сложных моделях.

Библиографический список

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А.А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.: цв. ил.

2. Геоинформатика. Обработка аэрокосмических изображений Земли: учебное пособие / под ред. В.В. Еремеева. - Москва: КУРС, 2021. – 312 с.

3. Москвитин А.Э., Ушенкин В.А., Ларюков С.А. Алгоритм и программный комплекс высокоскоростной нейросетевой сегментации облачности на панхроматических изображениях от космических аппаратов «Ресурс-П» // Цифровая обработка сигналов, 2023. №3. С. 817.

ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАБОТКИ ТРЁХМЕРНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Н.А. Райков

Научный руководитель – Кузнецов А.Е., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

К трёхмерным данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) относятся, в первую очередь, цифровые модели Земли – данные о высотах снимаемой земной поверхности. Цифровые модели можно разделить на три основных вида:

1. Цифровые модели рельефа (ЦМР) – модели, содержащие информацию только о высотах Земли: земле и воде.

2. Цифровые модели местности (ЦММ) – модели, содержащие информацию о высотах всей видимой поверхности снимаемой территории, включая растительность и антропогенные объекты (здания, дороги и пр.).

3. Нормализованные цифровые модели местности – модели, содержащие информацию только о растительности и антропогенных объектах (разность между ЦММ и ЦМР).

К основным областям применения трёхмерных данных ДЗЗ относятся 3D-моделирование поверхности Земли и ортотрансформирование снимков земной поверхности – преобразование снимков в картографическую проекцию. Трёхмерные данные ДЗЗ создаются на основе данных лазерного (LiDAR), радиолокационного (InSAR) или оптического сканирования земли. Т.к. при сканировании снимается видимая часть земной поверхности, первыми трёхмерными данными, получаемыми в ходе обработки спутниковых снимков, является ЦММ. В дальнейшем, при необходимости, из неё синтезируются ЦМР и нормализованная ЦММ.

ЦММ, получаемая в ходе обработки данных, имеет искажения, которые связаны с наличием на снимаемой поверхности окклюзий – областей перекрытия одних объектов другими объектами (например, здания всегда перекрывают часть земли рядом с собой и иногда перекрывают другие здания) [1]. Эти искажения значительно ухудшают качество ортотрансформированных снимков (ортопланов). Для минимизации проблемы плохого качества ортопланов, связанной с искажениями ЦММ, существует два решения:

1. Минимизация искажений на ЦММ.

2. Получение ЦМР из ЦММ и построение ортоплана с использованием этой ЦМР.

Т.к. основные искажения на ЦММ вызываются окклюзиями, для улучшения качества ЦММ необходимо минимизировать их влияние на высоты цифровой модели. Эта минимизация может быть достигнута объединением высот различных ЦММ одной и той же территории, полученных из большого набора спутниковых снимков, снятых с различными углами съёмки. В качестве примеров подобных алгоритмов можно привести методы полной обобщённой вариации [2], минимизации с использованием градиента β -Липшиц [3] и метод вероятностного слияния [4].

Алгоритмы получения ЦМР из ЦММ основаны на методах математической морфологии или на пороговой фильтрации высот и градиентов цифровой модели [5]. К современным методам получения ЦМР из ЦММ можно отнести вариационный метод [6], метод нормализованного объема [7], и метод полутоновой реконструкции [8].

В докладе представлен обзор указанных алгоритмов минимизации искажений ЦММ и формирования ЦМР из ЦММ с анализом достоинств и недостатков алгоритмов в каждой из этих групп.

Библиографический список

1. Кузнецов А.Е., Пошехонов В.И., Райков Н.А. Сквозная технология картографирования земной поверхности по данным стереосъемки. // Сборник трудов IV международного научно-технического форума «Современные технологии в науке и образовании», СТНО-2021. Рязань, 2021. – Том 6, С. 54-59.
2. Pock T., Zebedin L., Bischof H. TGV-Fusion // Rainbow of Computer Science – 2011.
3. Perko R. Globally optimal robust DSM fusion // European Journal of Remote Sensing – 2016.
4. Rumpler M., Wendel A., Bischof H. Probabilistic Range Image Integration for DSM and True-Orthophoto Generation // Scandinavian Conference on Image Analysis – 2013.
5. Пошехонов В.И., Райков Н.А. Алгоритмы синтеза цифровых моделей рельефа на основе цифровых моделей местности. // Материалы докладов 8-й международной научно-технической конференции «В.Ф. Уткин – 100 лет со дня рождения. Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика». Рязань, 2023. – С. 330-332.
6. Unger M., Pock T., Grabner M., Klaus A., Bischof H. A Variational Approach to Semiautomatic Generation of Digital Terrain Models // Advances in Visual Computing – 2009.
7. Piltz B., Bayer S., Poznanska A. M. Volume based DTM generation from very high resolution photogrammetric DSMs // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – 2016.
8. Hossein A., d'Angelo P., Mayer H., Reinartz P. Iterative approach for efficient digital terrain model production from CARTOSAT-1 stereo images // Journal of Applied Remote Sensing – 2011.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОКОДИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

А.С. Рыжиков

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

Геокодирование изображений от космических аппаратов (КА) высокого пространственного разрешения выполняется на основе измерительной информации, поступающей от астродатчиков, датчиков угловых скоростей и приемников ГЛОНАСС/GPS. При штатной работе измерительных систем и регулярном проведении калибровочных мероприятий обеспечивается

высокоточная геопривязка материалов съемки [1]. Однако в процессе эксплуатации КА возможно возникновение нештатных ситуаций, приводящих, например, к сбоям или поломке астродатчиков [2]. В результате точность измерения линейных и угловых элементов внешнего ориентирования снижается и, как следствие, снижается точность геокодирования получаемых в ходе наземной обработки информационных продуктов. Поэтому для сохранения измерительных свойств распространяемых потребителям видеоданных в процессе обработки должна привлекаться опорная информация, на основе которой будет уточняться строгая модель съемки.

В докладе предлагается концепция поддержания точностных характеристик материалов съемки на основе банка опорных сюжетов (абрисов), формируемых при штатной работе измерительных систем КА. Абрис представляет собой фрагмент ортотрансформированного снимка с известными географическими координатами и высотой характерного объекта.

Особое внимание уделено алгоритму детектирования характерных объектов на спутниковых снимках высокого разрешения, пригодных для автоматического формирования абрисов. Алгоритм основан на морфологическом анализе текстуры изображения и обладает преимуществами перед известным алгоритмом детектора Харриса и детекторами, применяемыми в SIFT и SURF.

Рассмотрены алгоритмы, обеспечивающие актуальность и равномерность распределения абрисов по поверхности суши. Освещен вопрос ведения статистики по использованию абрисов для своевременной очистки базы от избыточных объектов (старые абрисы необходимо хранить для возможности обработки архивных маршрутов съемки, а абрисы, имеющие большое количество неуспешных идентификаций должны удаляться).

В завершении доклада приведены результаты апробации предложенных алгоритмических решений на натурных данных от КА «Ресурс-П» №3. Подчеркивается, что весьма перспективным является подход по созданию банка абрисов на основе данных стереосъемки за счет получения трехмерных координат характерных объектов с гарантированной точностью.

Библиографический список

1. Точностные характеристики выходной продукции высокого разрешения КА "Ресурс-П" / Р. Н. Ахметов, И. И. Зинина, А. А. Юдаков [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17, № 3. – С. 41-47.

2. Технология потоковой обработки данных ДЗЗ высокого разрешения / В. В. Еремеев, И. И. Зинина, А. Е. Кузнецов [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18, № 1. – С. 11-18.

ИМИТАЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ И СТРУКТУРНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ

А.В. Соловьев

Научный руководитель — Москвитин А.Э., д.т.н.

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

Задача повышения качества данных дистанционного зондирования Земли в настоящее время является актуальной. Одним из факторов, негативно сказывающихся на информативности спутниковых снимков, являются импульсные помехи и структурные искажения. Для разработки методов борьбы с перечисленными факторами необходим набор примеров спутниковых изображений с наличием дефектов. Когда примеров недостаточно, возникает задача имитации импульсных помех и структурных искажений на эталонном снимке.

Импульсные помехи и структурные искажения являются типовыми дефектами данных дистанционного зондирования Земли. Импульсные помехи представляют собой точки на изображении размером в один пиксель, цвет которых является случайным значением оттенка серого. Структурные искажения представляют собой столбцы изображения, коды яркости пикселей в которых искажены по закону $y=kx+b$, где k и b – случайные величины, x – изначальный код яркости, y – испорченный код яркости пикселя.

В зависимости от условий съемки изображение может быть испорчено помехами в разной степени. Степень зашумленности изображения определяется отношением числа испорченных пикселей к общему числу пикселей изображения.

Для имитации дефектов данных типов было создано программное обеспечение, позволяющее работать с изображениями в разных форматах с различным числом каналов и различным динамическим диапазоном.

Рассмотрим пример работы программы на изображении 256x256 пикселей. На рисунке 1 изображено: а) исходное изображение; б) изображение с 3% импульсных помех; в) изображение с 10% импульсных помех; г) изображение с 30% импульсных помех.



Рисунок 1 – Пример генерации импульсных помех

На рисунке 2 изображено: а) исходное изображение; б) изображение с 3% структурных искажений; в) изображение с 10% структурных искажений; г) изображение с 30% структурных искажений.

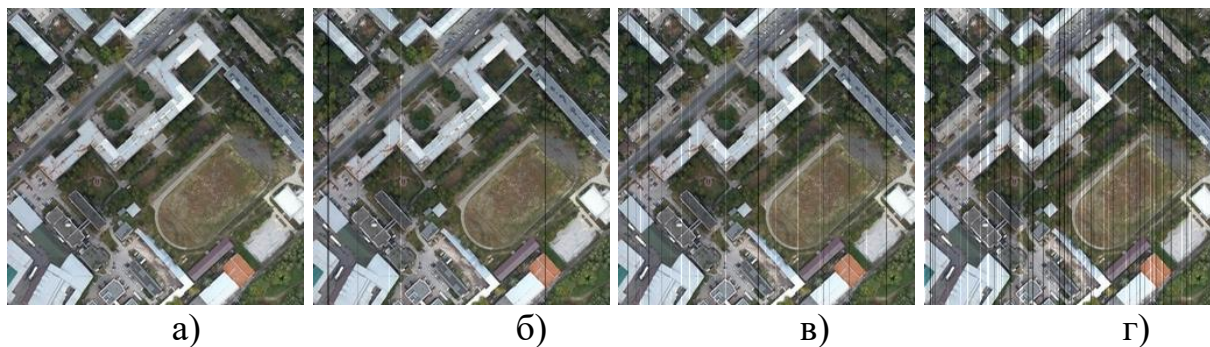


Рисунок 2 – Пример генерации структурных искажений

С помощью созданного программного инструмента есть возможность создать базу примеров импульсных помех и структурных искажений любого объема, которую в дальнейшем можно использовать для отработки методов борьбы с подобными дефектами.

СПОСОБЫ ЗАПУСКА WINDOWS-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЭВМ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ASTRA LINUX

А.В. Соловьев

Научный руководитель — Москвитин А.Э., д.т.н.

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

Ввиду того, что Linux и Windows имеют разные системные архитектуры, стоит задача повышения совместимости между данными платформами. С увеличением популярности Linux среди отечественных пользователей актуальность данной проблемы растет. Как отечественные, так и зарубежные разработчики продолжают совершенствовать программное обеспечение, позволяющее запускать Windows-приложения на компьютерах под управлением Linux.

К наиболее популярным программным инструментам для запуска Windows-приложений в среде Linux относятся Wine, PlayOnLinux и CrossOver. Следует отметить, что не все Windows-приложения могут быть запущены на Linux. Могут возникать проблемы как в отсутствии необходимых программных библиотек, так и в невозможности корректно отобразить графический интерфейс или шрифты. Тем не менее, в настоящее время ситуация продолжает улучшаться и все больше Windows-приложений становятся доступными на Linux.

В докладе рассматриваются сходства и различия популярных программных инструментов, предназначенных для решения данной задачи: Wine, PlayOnLinux и CrossOver. Wine является свободным программным обеспечением с открытым исходным кодом, представляющее собой альтернативную реализацию WinAPI для разных операционных систем, включая Linux и macOS. Отмечается, что PlayOnLinux и CrossOver основаны на Wine, имеют дополнительные средства настройки с графическим пользовательским интерфейсом для более удобной наладки и использования Wine.

Для установки используется менеджер пакетов `synaptic`, являющийся стандартным в операционной системе Astra Linux. Загрузка файлов программного обеспечения Wine осуществляется с серверов, расположенных на территории Российской Федерации.

Запуск Windows-приложения в Astra Linux осуществляется через терминал командой `wine <имя_exe-файла>`. В случае, если требуется регулярный запуск и работа с конкретным Windows-приложением, можно средствами окружения рабочего стола Fly, являющегося стандартным в Astra Linux, создать ярлык, выполняющий консольную команду на запуск Windows-приложения через Wine. Приводится пример создания такого ярлыка.

Рассматриваются наиболее часто встречающиеся ошибки при работе с Wine в операционной системе Astra Linux. Одна из неочевидных ошибок – если у файлов Windows-приложения отсутствуют права на чтение, запись или выполнение текущим пользователем, запуск этого приложения окажется невозможным до момента, пока оператор не примет меры по устранению данной проблемы.

АЛГОРИТМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

Н.А. Шапошников

Научный руководитель — Светелкин П.Н., к.т.н.

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

В докладе рассматривается реализация алгоритма статистической радиометрической коррекции для спутниковых снимков, полученных многоматричным сканирующим устройством или линейкой ПЗС-элементов. Из-за различия передаточных характеристик фотоприемных элементов на снимках от космических аппаратов, работающих в режиме «pushbroom», появляются вертикальные полосы. Для улучшения визуального восприятия и корректной работы последующих алгоритмов обработки снимков необходимо выровнять такие полосы по яркости.

Радиометрическая коррекция – исправление на этапе предварительной подготовки снимков аппаратных радиометрических искажений, обусловленных характеристиками используемого съемочного прибора. При отсутствии калибровки съемочного устройства на борту космического аппарата или по наземным полигонам, используется статистическая радиометрическая коррекция на основе данных самого изображения [1].

Программа радиометрической коррекции выполнена в виде подключаемого модуля для универсальной системы обработки данных Er-Set.

На подготовительном этапе путём подсчета собираются статистические данные для проведения коррекции. Для этого

определяются минимальные и максимальные яркости пикселей каждого столбца;

для каждого столбца строятся эмпирические функции распределения яркостей пикселей.

Построенные функции распределения являются дискретными. Знание максимально и минимально возможных значений яркостей пикселей позволяет не обрабатывать пиксели за пределами этого диапазона.

На основном этапе обработки происходит обработка по столбцам:

строится эталонная функция распределения для столбца. В зависимости от выбора эталонной функции распределения (на основе соседних столбцов или по всему изображению) этот этап выполняется для каждого столбца или один раз перед началом обработки столбцов;

для каждого пикселя подбирается новая яркость, значение эталонного распределение которой наиболее близко к распределению исходной яркости в эмпирическом распределении.

Поскольку обработка пикселей столбца не зависит от остальных пикселей в столбце, то применено распараллеливание вычислений с использованием библиотеки OpenMP [2], с включением ее поддержки в параметрах проекта. Это позволило значительно сократить время обработки изображения. Например, при обработке на 6-ядерном процессоре получено сокращение времени обработки в 5 раз.

Функция, обратная эталонному распределению, реализована путём бинарного поиска такого значения яркости, распределение которой будет максимально близко к заданному.

В докладе приводятся примеры радиометрических искажений на спутниковых снимках, алгоритм радиометрической коррекции, сравнение времени выполнения на различном количестве ядер процессора и примеры статистической радиометрической коррекции снимков от отечественного космического аппарата.

Библиографический список

1. *Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / под ред. В.В. Еремеева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 460 с.*
2. OpenMP Library Reference [Электронный ресурс] : <https://learn.microsoft.com/en-us/cpp/parallel/openmp/reference/openmp-library-reference?view=msvc-170>

Секция 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ МИКРОСХЕМ
НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

В.И. Агафонов

Научный руководитель – Грибов Н.В., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается ряд вопросов по автоматизации проведения входного контроля микросхем на производстве. Целью изучения данной темы является создание устройства автоматизированного входного контроля.

В настоящее время микросхемы широко применяются во всех отраслях, начиная от электроники и компьютеров до автомобильной и медицинской промышленности. Автоматизация входного контроля микросхем — это процесс, включающий использование современных технологий и систем для автоматической проверки статических и динамических параметров микросхем, выполнения логических функций на соответствие техническим требованиям.

В работе рассматривается возможность создания устройства автоматизированного входного контроля микросхем 5861IP1T специализированный управляемый фазовращатель и 5861PP1T репрограммируемое постоянное запоминающее устройство с электрическим стиранием 16К бит (2Кx8) с помощью программируемого логического контроллера (ПЛК) марки Siemens.

В настоящее время для проверки используется устройство входного контроля, осциллограф и секундомер, проверка осуществляется вручную, оператор перед началом проверки на установку подает питание. После этого на экране осциллографа можно увидеть синусоидальный сигнал. Оператор должен установить его симметрично относительно горизонтальной шкалы, чтобы получить правильное отображение.

Далее на микросхемы подается управляющее напряжение, а оператор замеряет время, за которое синусоида смещается на один полный период. Это позволяет оценить опережение фазы опорного напряжения. Затем управляющее напряжение меняется на противоположное, и оператор снова замеряет время, за которое синусоида смещается на один период в другую сторону. Это позволяет оценить запаздывания фазы опорного напряжения. Время перестройки фазы опорного напряжения в пределах $\pm 360^\circ$ не должно превышать 10 с в каждую сторону при импульсах управления амплитудой $+(28 \pm 4)$ В и периодом повторения (200 ± 50) мс. Таким образом проверяется работа 5861IP1T Специализированного управляемого фазовращателя. Затем оператор отключает питание и включает его заново. Положение синусоиды при этом не должно изменяться. Это позволяет оценить стабильность фазы. Таким образом проверяется работа 5861PP1T Репрограммируемого постоянного запоминающего

устройства с электрическим стиранием 16К бит (2Кx8). Далее установка отключается, проверенные микросхемы извлекаются.

Программа ПЛК автоматизированного устройства должна обеспечить расчёт времени изменения фазы сигнала, на входах фазовращателя для оценки опережения или запаздывания, в зависимости от управляющих сигналов, на входе микросхемы. А также проверить сохранность данных в запоминающем устройстве во времени и при отключении питания микросхемы. Полученные данные должны выводиться на дисплей.

Создание программы будет осуществляться на языке функционально-блоковых диаграмм Function Block Diagram (FBD). Графический язык программирования. Работает со схемами, состоящими из блоков и операндов – с последовательностью цепей, каждая из которых содержит логическое или арифметическое выражение, вызов функционального блока, переход или инструкцию возврата. Фрагмент программы на языке FBD приведен на рисунке 1.

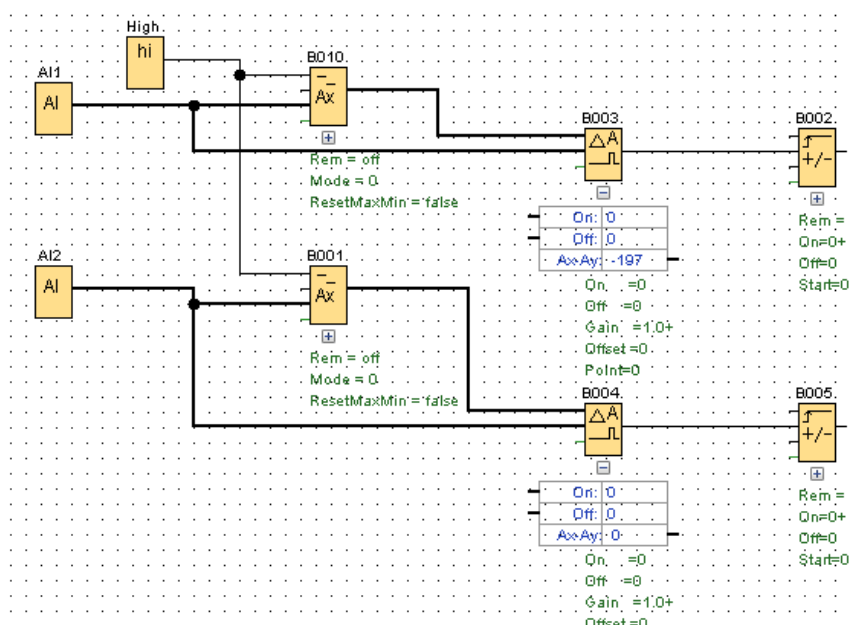


Рисунок 1 – Фрагмент программы на языке FBD

Язык FBD обладает рядом преимуществ, например программы представляются в виде блок-схемы, где блоки представляют различные функции или операции, а линии связи показывают поток данных между блоками. Также FBD основан на простых концепциях булевой алгебры, что делает язык FBD интуитивно понятным и удобным для восприятия и анализа программы. Преимущества языка FBD делают его популярным выбором для разработки программ автоматизированных систем управления.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА В СОЗДАНИИ УЛУЧШЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫМИ АВТОНОМНЫМИ РОБОТАМИ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Ал-Хафаджи Исра, М. Абдаламир, Висам Ч. Алисави, Х.А. Джураев
Научный руководитель – Панов А.В., к.т.н., доцент
МИРЭА – Российский технологический университет

Под наземными роботами понимаем автономные устройства, одной из функций которых, является передвижение в естественных природных условиях по земной поверхности. Автономность, это возможность совершения роботом запрограммированного цикла действий и корректировки своего цикла действий в зависимости от обстоятельств. Наземные автономные роботы используются для решения различных задач, связанных с поиском, спасением, разведкой и транспортировкой.

Одной из основных проблем в управлении наземными автономными роботами является необходимость перемещения в сложных условиях и избегание препятствий. Наземные автономные роботы способны принимать собственные решения, используя для восприятия окружающей среды сенсорные устройства: датчики, сканеры, лазеры, камеры, радары и лидары. Наземные автономные роботы способны идентифицировать и классифицировать объекты, свое местоположение и в зависимости от собранной информации, предпринимать соответствующие действия.

Традиционные методы управления наземными автономными роботами, такие как ПИД-регулирование (пропорционально-интегрально-производное), ограничены в своей способности адаптироваться к динамике окружающей среды, по которой перемещается наземный автономный робот.

Поэтому оценка эффективности применения эволюционного алгоритма в создании улучшенных систем управления наземными автономными роботами в сложных условиях передвижения и избегания препятствий является актуальной задачей.

Для оценки эффективности применения эволюционного алгоритма в улучшении системы управления наземными автономными роботами используем следующую адаптированную методику:

1. Построим наземную среду, в которой будет тестироваться наземный автономный робот. Определим такие параметры, как размер и форма окружающей среды, размеры и формы возможных препятствий, геофизические свойства наземной поверхности.

2. Спроектируем систему управления наземным автономным роботом, определив сенсорные данные, получаемые роботом, триггеры, используемые роботом для перемещения и взаимодействия с окружающей средой, а также алгоритмы, обрабатывающие входные данные и генерирующие выходные команды.

3. Выполним программную реализацию эволюционного алгоритма, задав исходный набор системы управления, критерии выбора, используемые для выбора систем управления, которые будут использоваться для создания следующего поколения, а также операторы мутации и кроссовера, которые будут применяться для создания новых систем управления из существующих систем.

4. Определим критерии оценки производительности, используя такие

показатели как скорость, ловкость, стабильность и эффективность. Для определения более сложного поведения рассмотрим способность обходить препятствия или следование определенному пути.

5. Пока не будет достигнут желаемый уровень производительности, делаем итерации эволюционного алгоритма с использованием результатов оценки производительности для выбора и модификации систем управления с целью улучшения производительности наземного робота.

6. После завершения процесса оптимизации полученную систему управления тестируем в моделируемой среде для проверки ее производительности.

Далее при удовлетворительной работе оптимизированной системы управления в условиях моделирования можно переходить к испытаниям в реальных условиях, и по результатам этих испытаний вносить модификации в систему управления.

Оптимизированную систему управления можно затем использовать для повышения производительности других наземных роботов, либо внедрив ее непосредственно на этих роботах, либо используя в качестве отправной точки для дальнейшей оптимизации.

Также может быть полезно сравнить производительность оптимизированной системы управления с другими подходами, такими как традиционные методы управления или альтернативные алгоритмы оптимизации, чтобы понять сильные и слабые стороны эволюционного подхода.

В целом, использование эволюционных алгоритмов для улучшения движения наземных роботов предполагает итеративное проектирование, тестирование и совершенствование систем управления для достижения желаемого уровня производительности. Используя систематический подход, основанный на данных, можно добиться значительного улучшения возможностей наземных роботов.

Библиографический список

1. Нгуен Д., Нгуен Т. и Ли Д. Адаптивное планирование движения автономных роботов с использованием эволюционных алгоритмов // Робототехника и автономные системы. 2018. С. 11-21.
2. Тао Н., Вен Н. и др. Метод планирования пути робота для осмотра поверхности стены на основе улучшенного генетического алгоритма // Электроника. 2022. №11 (8). С. 1192.
3. Хуан Л. Метод планирования траектории уклонения от препятствий для космического манипулятора на основе генетического алгоритма // Применение интеллектуальных систем в мультимодальной информационной аналитике: 4-я Международная конференция по мультимодальной информационной аналитике (ICMMA 2022). 2022. Том 2. С. 249-255.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ 1С

Д.В. Анисимов

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В современной экономической среде, где время считается ограниченным ресурсом, автоматизация производства становится все более актуальной. Отказ от ручного контроля и управления позволяет увеличить эффективность работы, снизить затраты и повысить качество продукции. В настоящее время существует целый ряд программных решений для автоматизации различных процессов в производстве, однако многие из них требуют значительных финансовых вложений и достаточно сложны в настройке.

Одним из самых популярных вариантов решения поставленных задач является система 1С, разработанная одноименной отечественной компанией. Система, она же платформа, отличается своей доступностью, гибкостью и масштабируемостью. Она позволяет создавать индивидуальные решения, адаптированные под специфику каждого предприятия, предоставляет функционал для автоматизации начиная от планирования и заканчивая учетом и контролем.

Система автоматизированного производства на базе 1С имеет ряд достоинств: возможность централизованного управления всеми процессами производства, гибкость и масштабируемость, интеграция с другими системами. С ее помощью можно автоматизировать учет и контроль производственных процессов, управлять складом и логистикой, анализировать данные и повышать эффективность работы. Но, как и любая система, конфигурация, разработанная на 1С, имеет ряд недостатков, один из которых – ограниченный набор инструментов для анализа производственных процессов. Встроенные инструменты для создания отчетности и аналитики достаточно удобны и информативны, но являются универсальным решением, а значит не могут удовлетворять всем потребностям отдельно взятого предприятия. Для решения данной проблемы можно воспользоваться сторонними приложениями и интегрировать их в существующую конфигурацию.

Библиографический список

1. Баранников А.А., Фрутина Ю.В., Яковлев К.А. Автоматизация производства и учета на предприятии с использованием платформы 1С:Предприятие. URL: <https://www.it-grad.ru/knowledgebase/1c-enterprise/automation-and-accounting-in-enterprise>
2. Родионов А.И., Потапов Е.В. Информационные системы в производстве (на примере платформы 1С:Предприятие). Москва: Издательский центр "Академия", 2018.
3. Бахрашкин М.А. Информационные системы управления производством на платформе 1С:Предприятие. Москва: "Манн, Иванов и Фербер", 2019.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

А.Н. Беликов, Д.Г. Рыбаков

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

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Компьютерное моделирование является неотъемлемой частью проектирования радиоэлектронных устройств (РЭУ) и имеет решающее значение для их успешной разработки. Эффективное использование компьютерного моделирования позволяет инженерам анализировать, оптимизировать и совершенствовать РЭУ на различных этапах проектирования, что способствует сокращению времени и затрат, увеличению качества и надежности продукции.

Основные преимущества компьютерного моделирования в проектировании РЭУ [1]:

- эффективное анализирование и оптимизация: компьютерное моделирование позволяет инженерам создавать виртуальные прототипы РЭУ, что дает возможность анализировать и оптимизировать их характеристики, функциональность и производительность. Это существенно снижает количество физических прототипов, сокращая затраты и ускоряя процесс проектирования;

- исследование различных вариантов: с помощью компьютерного моделирования инженеры могут легко создавать и сравнивать различные варианты конструкции РЭУ, что помогает выбрать наилучший вариант, учитывая различные критерии, такие как стоимость, производительность и надежность;

- симуляция различных рабочих условий: моделирование позволяет анализировать работу РЭУ в различных рабочих условиях, таких как температурные изменения, воздействие электромагнитных полей и другие факторы, что помогает предвидеть и устранять возможные проблемы [2];

- улучшение долгосрочной надежности: компьютерное моделирование позволяет проводить долгосрочное тестирование РЭУ, выявляя и устраняя проблемы, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, что способствует повышению надежности продукции.

Одной из важнейших составляющих компьютерного моделирования является вычислительная гидродинамика (CFD от англ. computational fluid dynamics). CFD – это метод численного моделирования, который применяется в различных областях инженерии, включая радиоэлектронику. Он используется для анализа и моделирования течения жидкостей и газов, а также для решения задач теплопередачи и массообмена. В контексте проектирования РЭУ, принципы вычислительной гидродинамики могут быть применены следующим образом [3]:

- моделирование аэродинамических характеристик. CFD позволяет анализировать и оптимизировать воздушные потоки в устройствах, таких как охлаждение и вентиляция, что важно для обеспечения надежной работы электронных компонентов;

– прогнозирование тепловых характеристик. CFD может использоваться для анализа тепловых потоков в РЭУ, что помогает оптимизировать системы охлаждения и предотвратить перегрев компонентов;

– оптимизация антенных систем. CFD может помочь в анализе электромагнитных полей и антенных систем, что способствует улучшению производительности радиосистем и минимизации помех;

– учет аэродинамических факторов. При проектировании РЭУ, таких как беспилотные летательные аппараты и радиолокационные системы, CFD может быть использован для анализа аэродинамических характеристик и оптимизации формы устройств.

Искусство проектирования РЭУ становится более точным и детальным благодаря симуляциям и моделированию, что позволяет сэкономить ресурсы, сократить риски и обеспечить высокое качество конечных продуктов. Эти методы остаются важными элементами для развития радиоэлектроники и могут служить фундаментом для инноваций в этой области.

Библиографический список

1. Patil, L.S. & Patil, Kuldeep & Thosar, Archana. (2010). The Role of Computer Modeling and Simulation in Power Electronics Education. 416 - 419. 10.1109/ICETET.2009.223.

2. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et al.]; edited by V. F. Alexeev. - Minsk: Kolorgrad, 2018. - 184 p.

3. Application of CFD Analysis in Electronics Cooling [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://graphlertech.com/application-of-cfd-analysis-in-electronics-cooling>. – Дата доступа: 27.10.2023.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ЧПУ

Д.В. Белоусов

Научный руководитель – Грибов Н.В., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается ряд вопросов по проектированию программ электроавтоматики для систем ЧПУ. Целью изучения проектирования программ является модернизация станка с системой ЧПУ для плазменной резки.

В настоящее время станки с ЧПУ плазменной резки нашли широкое применение на предприятиях. В большинстве случаев станки представляют собой двухкоординатные порталные машины, необходимые для раскрытия листового проката. Ось z в данных станках обозначается условно, так как в процессе резки она не участвует. Ось z необходима для того, чтобы менять фокусное расстояние плазменного пучка в процессе резки. Но всё чаще возникает необходимость в резке объёмных деталей со сложным профилем. Для этого можно модернизировать станок путём добавления третьей оси, модернизация станков является частой практикой на современных предприятиях [1]. Третья ось будет обеспечивать возможность вырезать на

поверхности объёмных изделий отверстия, пазы. В качестве станка, который будет подвергнут модернизации, возьмём станок отечественной фирмы “Кристалл”, данный станок оснащается системой ЧПУ фирмы Fanuc [2].

Всеми компонентами станка ЧПУ управляет программа электроавтоматики. Для реализации модернизации станка необходимо разработать и внедрить в уже имеющуюся программу, программу управления для третьей оси движения. Создание программы будет осуществляться на языке релейно-контактных схем Ladder Diagram [3]. Основными конструкциями языка являются разомкнутые и замкнутые контакты, по которым передаётся сигнал к катушкам возбуждения, тем самым происходит включение или выключение какого-либо компонента станка. Различные комбинации замкнутых и разомкнутых контактов влечёт за собой различные принципы решения и реализации задач касаемых автоматизации.

Пример программы электроавтоматики и её эквивалент в виде электрической схемы представлены на рисунке 1.

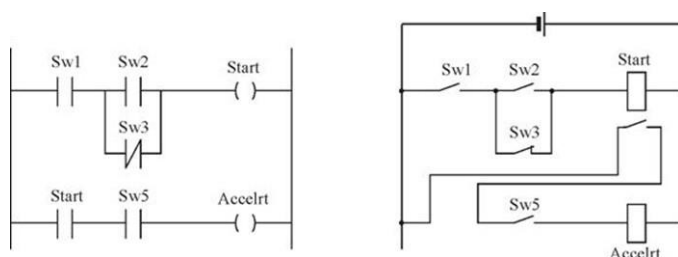


Рисунок 1 – Программа на языке LD (слева) и её эквивалент в виде электрической схемы (справа)

Слева и справа схема на языке LD ограничена вертикальными линиями – шинами питания. Слева на право посылаются сигналы, которые описывают состояние «ON» или «OFF», также к языку LD применимы свойства булевой алгебры.

Структурная реализация управления цикловой электроавтоматики будет реализована в автономном электрошкафу, в котором будут размещены контактные элементы (реле), устройства бесконтактного управления (логические модули, интегральные микросхемы) либо автономные программируемые контроллеры.

Так как система ЧПУ станка FANUC, для реализации проекта, схемы электроавтоматики строятся в специализированной программе Fanuc Ladder_III [4].

На рисунке 2 представлена часть программы электроавтоматики управления четвёртой осью станка.



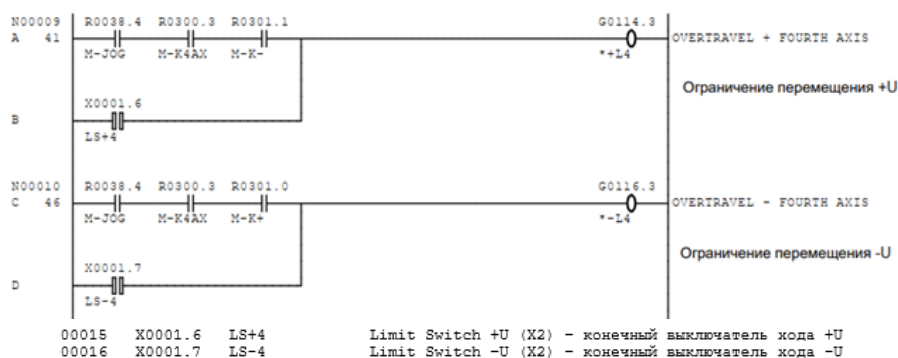


Рисунок 2 – Реализация схем электроавтоматики в программе Fanuc Ladder_III

Язык релейно-контактных схем LD является наиболее наглядным языком для проектирования программ электроавтоматики. Так как достоинствами языка являются простота доработки программ, представление программ в виде электрического потока, наличие простых и знакомых правил булевой алгебры.

Библиографический список

1. Чердниченко, В. С. Плазменные электротехнологические установки: учебник для вузов / В. С. Чердниченко, А. С. Анынаков, М. Г. Кузьмин. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 600 с. – ISBN 978-5-7782-1576-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/45134.html>
2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации Кристалл – СПб.: Производственно-коммерческая фирма Кристалл, 2014. – 48 с.
3. Современные технологии в науке и образовании. Научное издание в 10 томах. Том 6. Под общей редакцией Миловзорова О. В., 2023. – 216 с.
4. FANUC PMC Руководство по языку программирования цепной схемы – Москва: Официальный представитель FANUC Russia, 2014. – 1682 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ НАТЕКАНИЯ СТРУИ РАСПЛАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

Е.А. Благодаров

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

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

Разработка программного обеспечения системы контроля положения точки натекания струи расплава при производстве минеральной ваты является важным этапом в процессе производства данного материала. Эта система позволяет автоматизировать процесс контроля и управления струей расплава, что в свою очередь способствует повышению качества и эффективности производства минеральной ваты.

Минеральная вата – это материал, который используется в строительстве и изоляции зданий. Он производится из натуральных сырьевых материалов,

таких как базальт, доломит, диабаз и другие. Минеральная вата имеет хорошие тепло- и звукоизоляционные свойства, а также обладает огнестойкостью. Она широко применяется для утепления стен, потолков, кровель, трубопроводов и других конструкций.

Процесс производства минеральной ваты обычно включает в себя следующие основные этапы:

1. Подготовка сырья.
2. Плавка.
3. Формирование волокон.
4. Смачивание.
5. Формирование и сушка.
6. Разрезка и упаковка.

На этапе формирования волокон расплавленная масса подается на специальные стекловолоконные диски или решетки, где происходит формирование волокон. Волокна образуются под воздействием высокоскоростного вращения дисков и прохождения расплава через маленькие отверстия. В результате получается тонкая, волокнистая структура. На этом этапе производства минеральной ваты требуется точный контроль и мониторинг, чтобы обеспечить высокое качество готового продукта. В этом процессе также может использоваться программное обеспечение для контроля положения точки натекания струи расплава, как было описано в предыдущей статье. Это позволяет автоматизировать процесс и обеспечивать стабильное и однородное качество минеральной ваты.

Программное обеспечение системы контроля положения точки натекания струи расплава должно обладать рядом основных функций. Во-первых, оно должно обеспечивать непрерывный мониторинг положения точки натекания струи расплава. Для этого система должна быть оснащена видеокамерой, производящей мониторинг натекания расплава. Эти данные затем передаются в программное обеспечение для анализа и управления.

Во-вторых, программное обеспечение должно иметь функцию автоматической коррекции положения струи расплава. Если положение струи отклоняется от заданного значения, система должна автоматически регулировать направление струи, чтобы вернуть ее в нужное положение. Для этого программное обеспечение должно быть способно анализировать данные с камеры и выдавать соответствующие команды на управляющие устройства.

Кроме того, программное обеспечение должно иметь возможность визуализации данных о положении струи расплава. Оно должно отображать текущее положение струи на графическом интерфейсе, позволяя оператору наглядно видеть процесс и контролировать его. Также система может иметь функцию сохранения и анализа исторических данных о положении струи для последующего анализа и оптимизации процесса производства.

Важной частью разработки программного обеспечения системы контроля положения точки натекания струи расплава является выбор подходящих алгоритмов и методов анализа данных.

В заключение, разработка программного обеспечения системы контроля положения точки натекания струи расплава при производстве минеральной ваты играет важную роль в обеспечении качества и эффективности

процесса производства. Она позволяет автоматизировать контроль и управление струей расплава, а также анализировать и оптимизировать процесс. Это в свою очередь способствует повышению качества готовой продукции и снижению затрат на производство.

Библиографический список

1. К.Э. Горяйнов, С.К. Горяйнова Технология теплоизоляционных материалов и изделий. - М.: Стройиздат: 1982, 376 с.
2. Ю.Л. Бобров Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов, М.: Стройиздат, 1987. 168 с.

СОВРЕМЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

И.С. Борисов, И.С. Трофимов

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

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

Введение

Современное моделирование технологических процессов является важной и неотъемлемой частью различных отраслей промышленности. Оно позволяет предсказывать, анализировать и оптимизировать работу производственных систем, улучшая эффективность процессов и снижая затраты на производство.

Одной из основных технологий моделирования является компьютерное моделирование. С помощью специального программного обеспечения можно создавать математические модели процессов, которые позволяют исследовать их виртуально. При этом можно изменять различные параметры и условия, чтобы определить оптимальные решения.

Области применения

Моделирование технологических процессов может применяться в разных отраслях, например, в производстве металлургических изделий, химической промышленности, производства пищевых продуктов и многих других. С помощью моделирования можно анализировать и оптимизировать процессы сырьевой подготовки, переработки, управления энергией и многое другое.

Преимущества использования

Преимущества моделирования технологических процессов очевидны. Во-первых, это позволяет сократить время и затраты на физические эксперименты и испытания. Вместо того чтобы делать многочисленные пробы и тесты на оборудовании, можно провести виртуальные эксперименты и изучить результаты.

Кроме того, моделирование позволяет проводить анализ различных сценариев работы системы и определить оптимальные параметры для достижения лучших результатов. Это особенно важно при проектировании новых технологических процессов или при внедрении инноваций.

Использование современного моделирования технологических процессов способствует повышению эффективности и качества производства, снижению затрат и минимизации рисков. При этом оно требует глубоких знаний и навыков в области математики, физики и компьютерных наук.

Заключение

В заключение, моделирование технологических процессов является мощным инструментом для оптимизации и улучшения работы промышленных систем. Оно позволяет предсказывать и анализировать процессы, оптимизировать параметры и улучшать качество продукции. Современные технологии моделирования позволяют существенно сократить время и затраты на эксперименты, что делает их незаменимым инструментом в различных отраслях промышленности.

Библиографический список

1. Е.И. Яблочников, Д.Д. Куликов. Моделирование приборов, систем и производственных процессов / Учебное пособие – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 155 с.
2. А.В. Мухин. Моделирование и оптимизация производственных систем [Электронный ресурс]. URL: <http://wwwcdl.bmstu.ru/ibm2/mio-1.pdf>

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ЯЗЫКЕ PYTHON В ПРОГРАММАХ НА ЯЗЫКЕ C++

А.С. Епифанов

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

Нейронные сети - это сложные математические модели, состоящие из различных слоёв, использующие разнообразные тестовые выборки и обучающиеся на соответствующем диапазоне эпох. Отдельной трудоёмкой задачей становится использование таких моделей в программах, написанных не на нативном языке. Например, такое часто можно встретить, когда требуется отлаженную модель нейронной сети на языке Python использовать в программах на языке C++, закладываемых в микроконтроллер, по возможности сохранив все возможности библиотек языка Python.

У такой нетривиальной задачи есть несколько решений. Первое из них - это полностью воссоздать весь математический аппарат, закладываемый в нейронные сети. Однако это крайне трудоёмкая задача, в которой велик риск ошибиться. Ещё одним вариантом является использование библиотеки OpenCV. При таком подходе теряется часть возможностей нейронных сетей, не заложенных в используемую библиотеку, и увеличивается место, которое необходимо затратить как в памяти компьютера, так и в микроконтроллере.

В предлагаемом решении рассматривается использование легковесной открытой библиотеки fdeer с использованием модификаций, позволяющих поддерживать некоторые возможности языка Python, на данный момент не поддерживаемые библиотекой, как например слой деконволюции Conv2DTranspose. Описывается весь путь от создания модели нейронной сети, её сохранения и использования в программе на языке C++ до её применения на микроконтроллере. По результатам получен работоспособный алгоритм и проведено исследование эффективности системы, определены пути дальнейшей оптимизации.

Библиографический список

1. Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3, Third Edition, Packt Publishing Ltd., 2020 – 352 с.
2. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow/пер. с англ. Слинкин А. А. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 294 с.Ы
3. Язык программирования С++. Лекции и упражнения: научно-популярное издание / С. Прата ; пер.: Ю. И. Корниенко, А. А. Моргунова. - 6-е изд. - М. : Вильямс, 2013. - 1248 с.

**РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ДВУМЕРНЫХ КОДОВ НА БАЗЕ
ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ**

А.С. Епифанов

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

Локализация объектов на изображении — это процесс определения искомым предметом на основании их отличительных характеристик. Сама локализация может быть построена на классификаторах Хаара, нейронных сетях или в виде математических методов. Однако в каждом из этих вариантов существует ненулевая вероятность возникновения ложноположительных решений, когда алгоритм относит к классу объекта то, что самим объектом не является. Если таких ложноположительных решений много, это может замедлить работу всей системы, так как каждый обнаруженный объект должен будет обработаться в дальнейшем.

Хорошим вариантом будет создать конвейер обработки данных, где первым этапом будет грубая локализация на основе вышеописанных методов, а затем - точная локализация, поддающаяся распараллеливанию на графических процессорах. Она будет выступать в качестве фильтра и будет отбраковывать большинство ложноположительных решений.

Зачастую для таких задач вводят специальные классификаторы на базе каскадов Хаара, небольшой нейронной сети или деревьев решений. Однако первые два варианта слабо поддаются распараллеливанию и почти не применимы на аппаратном уровне. Лучшим кандидатом будет использование деревьев решений, которые можно будет визуализировать в виде череды простейших проверок на основе ключевых критериев.

Для задачи классификации двумерных кодов (DataMatrix) были построены деревья решений на базе энтропии и индекса Джини. Входная выборка составляла порядка 200 изображений, повернутых под разными углами. Ключевыми критериями были выбраны: ширина, высота, соотношение ширины к высоте, количество черных пикселей и количество черных пикселей на площадь квадрата (плотность). Наибольшая точность была у дерева решений на основе индекса Джини, и составила 71%. Пополнение критериев и тестовой выборки позволит увеличить процент точности.

Библиографический список

1. Кафтанников И. Л., Парасич А. В. Особенности применения деревьев решений в задачах классификации. Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2015. №3.

2. Македонский А. М., Аксёнов К. А. Построение деревьев принятия решений с использованием генетических алгоритмов, УрФУ, г. Екатеринбург, Россия – 2015

**АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ ТРАНСЛЯТОРА С ЯЗЫКА
ПРОГРАММИРОВАНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ НА ЯЗЫК
ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТУРЫ VHDL**

Е.С. Зайцев, А.Н. Сапрыкин

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

В современном мире проектирование и разработка цифровых интегральных схем и систем на их основе играют ключевую роль в развитии многих отраслей, таких как электроника, вычислительная техника и телекоммуникации. С каждым годом сложность интегральных схем возрастает, что требует от разработчиков постоянного совершенствования методов и инструментов проектирования. Кроме того, разработка новых интегральных схем способствует развитию технологий и стимулирует экономический рост.

Для описания и моделирования цифровых систем, на уровне логических компонентов используют стандартизированный язык высокого уровня VHDL.

VHDL был разработан в 1983 г. с целью формального описания логических схем для всех этапов разработки электронных систем, начиная модулями микросхем и заканчивая крупными вычислительными системами [1, 2].

Первоначально язык предназначался для моделирования, но позднее из него было выделено синтезируемое подмножество. Написание модели на синтезируемом подмножестве позволяет реализовать автоматический синтез схемы функционально эквивалентной исходной модели. Средствами языка VHDL возможно проектирование на различных уровнях абстракции (поведенческом или алгоритмическом, регистровых передач, структурном), в соответствии с техническим заданием и предпочтениями разработчика. Заложена возможность иерархического проектирования, максимально реализующая себя в экстремально больших проектах с участием большой группы разработчиков. Представляется возможным выделить следующие три составные части языка:

- алгоритмическую — основанную на языках Ada и Pascal и придающую языку VHDL свойства языков программирования;
- проблемно-ориентированную — в сущности и обращающую VHDL в язык описания аппаратуры;
- и объектно-ориентированную, интенсивно развиваемую в последнее время.

С развитием технологий и интегральных схем актуальность языка VHDL не снижается, а наоборот, возрастает. Это связано с появлением новых

сложных микросхем и необходимостью более точного и детального описания их работы. Кроме того, VHDL является основой для создания систем автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяют существенно ускорить и упростить процесс разработки электронных устройств.

Поскольку в последнее время самыми популярными языками программирования являются языки высокого уровня, то сейчас тяжело найти специалиста, который знает VHDL на уровне, достаточном для описания функции и логической организации цифровой системы. Поэтому в рамках данной работы было принято решение о реализации транслятора с языка высокого уровня на язык проектирования аппаратуры VHDL.

Транслятор – это программа, которая переводит текст программы с языка программирования высокого уровня (например, Python, Java или C++) в описание электронной схемы на языке VHDL. Такой транслятор позволяет разработчикам создавать цифровые системы, описывая их на уровне логических компонентов, и моделировать их поведение перед тем, как реализовать их в виде реальной электронной схемы.

Создание такого транслятора необходимо для того, чтобы разработчики могли быстро и эффективно создавать электронные системы, не прибегая к сложным и трудоемким методам программирования на низком уровне. Это также позволяет более точно и детально описывать работу цифровых систем, что особенно важно при разработке сложных микросхем.

Библиографический список

1. Бабак В.П. VHDL: справочное пособие по основам языка / В.П. Бабак, А.Г. Корченко, Н.П. Тимошенко, С.Ф. Филоненко. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 217 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126209.html>.

2. Берчун Ю.В. Язык описания электронной аппаратуры VHDL : учебное пособие / Берчун Ю.В. — Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 64 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/31335.html>.

ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПЛИС НА КОМПЬЮТЕР

Н.В. Калинин

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

Несмотря на то, что любая работа с изображениями с применением аппаратных средств дает ощутимый прирост в производительности, у ПЛИС нет простых и удобных средств вывода изображения на экран. Существует множество способов отображения, однако все они требуют реализации и сложны – например реализация HDMI интерфейса. В данной работе предлагается более простой способ отображения и передачи изображения с ПЛИС на персональный компьютер.

Сначала программно выделим участок памяти определенного размера – в это место будет помещен кадр для передачи данных. В данной работе используются изображения 1024 x 1024 пикселей. Связь осуществляется по протоколу UDP и для отправки данных используется встроенная функция UDPSend из LWIP_echo_server. В начало UDP пакета записывается номер строки изображения, потом сама строка. Изображение таким образом передается построчно по UDP.

На компьютере для приема пакетов было создано приложение на языке C#. Для связи приложения с ПЛИС, нужно указать верно порт, по которому ПЛИС будет передавать данные и нажать кнопку «Подключение». Приходящий пакет помещается в массив data с определенного адреса. Если превышено определенное время, то в лист lostFrames будет записано время потерянного кадра (это нужно для проверки утерянных строк). Для быстрой отрисовки кадра на форме используется встроенная функция LockBits. Она работает намного быстрее, чем попиксельная отрисовка кадра.

Библиографический список

1. Семенов Ю.А. Протоколы и ресурсы Internet. – М.: Радиосвязь, 1996. – 320 с.
2. Стивенс У. UNIX: разработка сетевых приложений. – СПб.: Питер, 2004. – 1086 с.
3. RFC3385- Internet Protocol Small Computer System Interface (iSCSI) Cyclic
4. Redundancy Check (CRC)/Checksum Considerations
<http://www.ietf.org/rfc/rfc3385.txt>
5. RFC768 - User Datagram Protocol <http://www.faqs.org/rfcs/rfc768.html>
6. Маклин С., Нафтел Дж., Уильяме К. Microsoft .NET Remoting.-Пер. с англ. — М.: «Русская Редакция», 2003. — 384 с.: ил.

СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ЧТЕНИЯ ОДНОМЕРНОГО КОДА GS-128

Н.В. Калинин

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

На данный момент у различных отечественных производств существует потребность в отечественных комплексах по чтению различных маркировок с товаров. Так как в производстве активно используются конвейеры, проектируемый комплекс должен отличаться большой скоростью анализа, чтения и расшифровки кодов. Перед тем, как начать разрабатывать такое устройство, следует сначала провести ряд моделирований. Было принято решение начать с проектирования алгоритма расшифровки кода с фиксированной шириной полос.

Данная разработка в потенциале может быть перенесена в системы на кристалле, давая возможность реализовать полноценное автономное устройство, способное в режиме реального времени локализовывать, считывать и расшифровать одномерные коды. Такое устройство сможет заменить импортные системы считывания, к тому же повысить

производительность предприятий, в котором узким местом является считывание кодов на конвейере.

В качестве языка программирования был выбран C#, так как он способен быстро организовать работу с загрузкой и анализом изображения. В приложение можно загрузить GS1-128 код. При нажатии на кнопку «GS1-128» на экран будет выведен результат проверки в поле «Is valid». Если проверка контрольного символа пройдена – результат True (то есть если код считан верно, и контрольная сумма совпадает). В иных случаях – False. На рисунке 1 можно увидеть результаты работы алгоритма.

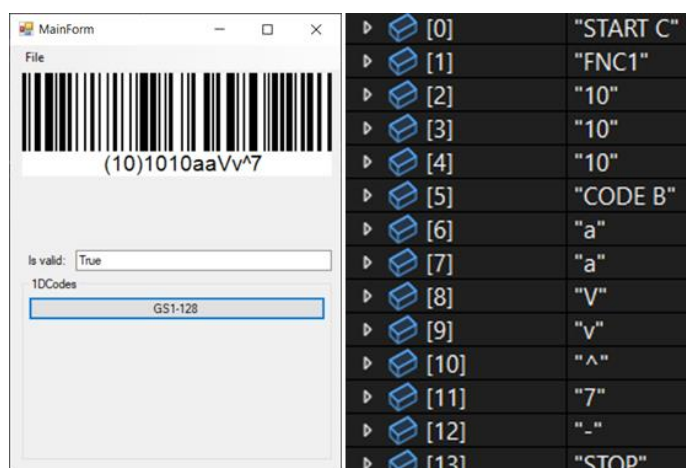


Рисунок 1 – Результат работы алгоритма

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51294.2 — 99 «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Описание формата требований к символике» (на основе ДИН EN 841-96)
2. ГОСТ Р ИСО 22742 — 2006 «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Символы линейного штрихового кода и двумерные символы на упаковке продукции»

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ РАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

О.А. Куликов

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор

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

Раковые заболевания являются одной из основных причин смертности по всему миру. Существует более 100 различных разновидностей рака.

Благодаря накоплению больших массивов медицинских данных и быстрому развитию аналитических методов на основе машинного обучения, логических и статистических моделей средства искусственного интеллекта могут коренным образом изменить ситуацию в секторе здравоохранения [1].

Диагностика рака на ранних стадиях существенно повышает шансы на успешное лечение.

В последние годы искусственные нейронные сети стали активно применяться для улучшения и автоматизации процесса диагностики раковых заболеваний у человека. Искусственные нейронные сети представляют собой математическую модель, имитирующую работу нервной системы, и могут обрабатывать большие объемы данных с высокой точностью и скоростью.

С помощью искусственных нейронных сетей, возможно не только производить анализ медицинских изображений и биомаркеров, но и осуществлять прогнозирование результатов лечения.

Искусственные нейронные сети показывают отличные результаты при анализе медицинских изображений, что позволяет автоматически выявлять признаки рака, в том числе и на ранних стадиях, которые могут быть незаметны для глаза врача или требовать значительного времени и усилий для обработки.

Искусственные нейронные сети также могут использоваться для анализа биомаркеров - молекул, которые могут указывать на наличие ракового заболевания. С их помощью можно проводить анализ большого количества данных, включая генетическую информацию, уровень определенных белков или метаболитов в тканях или жидкостях организма. Искусственная нейронная сеть обучается на ранее собранных данных, чтобы установить связи между определенными показателями и наличием ракового заболевания. После обучения искусственную нейронную сеть могут использовать для классификации новых пациентов на основе их биомаркеров, что помогает врачам принимать более точные решения при диагностике рака.

Помимо использования искусственных нейронных сетей в анализе, они могут применяться для прогнозирования результатов лечения рака. После обучения на большом наборе данных, содержащих информацию о том, какие методы лечения использовались и какие были результаты, Искусственные нейронные сети могут предсказать вероятность успешного лечения для конкретного пациента. Это позволяет врачам подобрать оптимальный подход к лечению и предложить пациенту наиболее эффективные методы.

Использование искусственных нейронных сетей при диагностике раковых заболеваний имеет ряд преимуществ.

Искусственные нейронные сети могут обрабатывать огромные объемы данных и идентифицировать сложные паттерны, которые трудно обнаружить вручную.

Искусственные нейронные сети могут обучаться на большом количестве данных путем настройки весов и параметров, что позволяет улучшать точность и надежность диагноза.

Однако применение искусственных нейронных сетей в медицине также сталкивается с некоторыми сложностями, такими как: необходимость качественных и разнообразных данных для обучения сети, требовательность к вычислительным мощностям и прозрачность алгоритмов для их понимания и доверия врачей и пациентов.

В целом, применение искусственных нейронных сетей в диагностике раковых заболеваний демонстрирует потенциал улучшения эффективности и точности диагностики, прогнозирования и лечения. Однако необходимо

продолжать исследования и развивать новые методы, чтобы минимизировать вызовы и оптимизировать использование ИИС в медицине.

Библиографический список

1. Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт – [электронный ресурс] // URL: <https://www.who.int/ru> (дата обращения 20.10.2023).

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНВЕЙЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

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

Научный руководитель – Тарасов И.Е., д.т.н., профессор

МИРЭА - Российский технологический университет

В докладе исследуется процесс создания вычислительной системы на базе синхронной конвейерной структуры для последующего использования в специализированных СБИС (сверхбольших интегральных схемах).

Сегодня конвейерные вычислительные системы успешно дополняют процессоры общего назначения при решении множества вычислительных проблем. Ряд алгоритмов может использовать конвейерную обработку с минимальными аппаратными инвестициями, а сама конвейерная структура обеспечивает гибкость в управлении такими параметрами, как латентность, тактовая частота и потребление энергии. Однако в ходе проектирования, которое включает реализацию системной модели, разработку схемы на уровне регистровых передач, а также создание топологической модели, возникают конфликты между требованиями к разным компонентам. К примеру, увеличение тактовой частоты приводит к росту числа стадий конвейера и отрицательно влияет на время ожидания результата. В этих условиях решением становится является поиск оптимальных (или субоптимальных) вариантов реализации, учитывающих специфические критерии качества, определенные в процессе проектирования. Для этого требуется определить набор параметров конвейерной системы, которые могут быть модифицированы с последующим определением показателей тактовой частоты, потребления энергии и задействованных аппаратных ресурсов.

В докладе описан принцип устройства конвейерного вычислителя. Рассматривается задача исследования характеристик управляющих схем для специализированных вычислителей конвейерного типа, а также определяются способы их схемотехнического проектирования. Представлены способы нахождения зависимостей различных показателей работы схемы от значений её параметров, а также определение влияния вносимых изменений в модель специализированного вычислителя на различных уровнях проектирования.

Данные вопросы лежат в основе методики проектирования конвейерного вычислителя. Методики применима к ряду прикладных задач, для решения которых оптимальной становится реализация на основе конвейерного вычислителя.

В работе рассмотрены шаблоны архитектур специализированных вычислителей конвейерного типа; интеграция специализированного

вычислителя в вычислительную систему; варианты реализации управляющей цепочки специализированного вычислителя и проблемы, возникающие при их проектировании, а также представлены основные характеристики управляющих схем и графики зависимости изменения метрик реализованного прототипа специализированного вычислителя на базе ПЛИС от значений его параметров.

Библиографический список

1. Тарасов И.Е. Вопросы проектирования специализированных СБИС с конвейерной архитектурой // **ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА.** - 2022. - Том 6. - № 2. - С. 11-17.
2. Hennessy J.L., Patterson D.A. Computer Architecture. 6th Edition. A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design). - 2017. - 936 p.
3. Тарасов И.Е., Люлява Д.В., Дуксин Н.А. Проектирование конвейерного вычислительного узла в составе специализированной СБИС // **ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА.** - 2023. - Том 7. - № 1. - С. 25-30.
4. Дуксин Н.А., Люлява Д.В., Долидзе И.И. **ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА** // Сборник трудов XII Международной научной конференции «ИТ-Стандарт 2023». - М.: Издательство «Проспект». - 2023. - С. 181-193.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА КОРПУСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.М. Морозкин, М.В. Ленков

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В современном мире технологии лазерной резки занимают особое место в производстве различных изделий. Они нашли широкое применение в различных областях, начиная от автомобильной и аэрокосмической промышленности и заканчивая медицинскими и электронными устройствами. Одной из самых востребованных областей применения технологий лазерной резки является производство корпусных изделий.

Лазерная резка – это процесс, при котором мощный лазерный луч используется для раскалывания материала на две части. Лазерный луч сконцентрирован и управляем, что позволяет достичь высокой точности и качества резки. Основным компонентом системы лазерной резки является генератор лазера, который создает энергетически сильный световой поток. Этот поток направляется на рабочую поверхность через оптическую систему. Данный технологический процесс проиллюстрирован на рисунке 1.

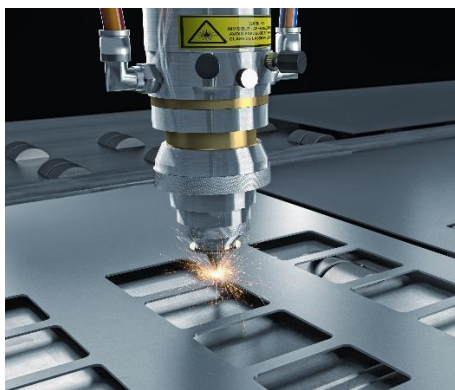


Рисунок 1 – Технологический процесс лазерной резки изделий

Благодаря своей универсальности, технология лазерной резки может быть применена для обработки металлических, деревянных и пластиковых материалов. Это расширяет возможности производства и позволяет выбирать материалы в зависимости от требуемых характеристик изделия.

При создании корпусного изделия, будь то металлическая панель или пластиковый корпус для электронного устройства, точность и качество резки играют ключевую роль. Именно поэтому все больше компаний предпочитает использовать технологии лазерной резки для своих производственных нужд. Благодаря высокой точности, возможности обработки различных материалов и отсутствию физического контакта с заготовкой, данная технология демонстрирует высокую эффективность и экономичность процесса производства корпусных изделий. Лазерный луч позволяет обрабатывать материалы с высокой степенью детализации, что особенно важно при производстве комплексных корпусов с многочисленными отверстиями и элементами [1].

Однако следует отметить, что качество и точность лазерной резки могут быть ограничены некоторыми факторами. Например, при работе с некоторыми материалами могут возникать проблемы с образованием тепловых деформаций или неровностей на результирующих краях. Это может потребовать дополнительной обработки или использования специальных технологий, таких как охлаждение материала в процессе резки [2].

Для обеспечения высокого качества и точности лазерной резки в производстве корпусных изделий необходимо правильно подобрать параметры обработки, а также следить за состоянием и калибровкой оборудования. Кроме того, для достижения оптимального результата могут применяться различные методы контроля, например, использование оптической системы навигации или автоматического контроля глубины реза.

Одним из способов повышения качества и точности лазерной резки является применение систем автоматической фокусировки лазера. Это позволяет компенсировать возможные отклонения в фокусном расстоянии при изменении конфигурации объекта или материала, что способствует более стабильному и точному выполнению контуров [1].

Также стоит отметить, что применение технологий лазерной резки позволяет значительно сократить время производства и повысить гибкость в процессе конструирования. Лазерный луч движется со скоростью света и

может обрабатывать материалы по программе, что значительно ускоряет процесс резки. Это особенно важно при массовом производстве корпусных изделий, где каждая секунда имеет значение.

С помощью программного обеспечения и компьютерного управления можно создавать сложные и уникальные дизайны корпусных изделий, а затем мгновенно переключаться на их производство без необходимости в изменении инструментов или настройке оборудования [2].

Лазерная резка является экологически безопасной технологией. При ее использовании не требуется применение химических веществ или других опасных материалов. Весь процесс обработки осуществляется с помощью лазерного луча, что делает его безопасным для окружающей среды и здоровья работников.

Таким образом, использование технологий лазерной резки для производства корпусных изделий является эффективным и инновационным подходом к производству. Они позволяют достичь высокой точности и качества резки, сократить время изготовления и повысить гибкость в конструировании. Эти факторы делают данную технологию незаменимой для предприятий, работающих в сфере производства корпусных изделий.

Более того, развитие лазерных технологий продолжается, поэтому можно ожидать еще больших перспектив в применении лазерной резки для производства корпусных изделий. Новые материалы, улучшенные системы управления и программирования позволят добиться еще большей точности и скорости обработки.

Библиографический список

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки : учеб. пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. ; ред. Григорьянц А.Г. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 663 с.

2. Коывалев О.Б., Фомин В.М. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 256с.

SQL И NOSQL БАЗЫ ДАННЫХ: СРАВНЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Е. Немцев

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

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

Современные промышленные приложения требуют эффективного управления данными для повышения производительности и обеспечения надежности операций. Выбор между SQL (Structured Query Language) и NoSQL (Not Only SQL) базами данных является важным решением, которое влияет на архитектуру и работу системы.

SQL и NoSQL базы данных представляют собой две основные категории систем управления данными. Оба типа баз данных имеют свои уникальные характеристики и применения, и их выбор зависит от конкретных требований проекта. В данном докладе мы рассмотрим основные отличия

между SQL и NoSQL базами данных и способы их применения в промышленности.

SQL базы данных являются реляционными и ориентированы на таблицы с жесткой схемой данных. Они предоставляют богатый набор операторов для выполнения сложных запросов и анализа данных.

Применение SQL баз данных в промышленности включает:

- Системы управления производственными данными (Manufacturing Execution Systems - MES).
- Системы управления качеством и инвентарем.
- Хранение и анализ транзакционных данных и отчетов.

К преимуществам SQL баз данных можно отнести:

- ACID-свойства (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) обеспечивающие надежность и консистентность базы данных.
- Богатые средства для аналитики и создания отчетов.
- Стандартизированный язык SQL и множество совместимых решений.

К недостаткам SQL баз данных можно отнести:

- Жесткая схема данных, что делает изменение структуры данных более сложным.
- Ограничения в масштабируемости для больших объемов данных.
- Сложности в работе с неструктурированными данными.

NoSQL базы данных предоставляют более гибкие модели данных и могут обрабатывать разнообразные данные без строгой схемы, в отличие от SQL баз данных.

Применение NoSQL баз данных в промышленности включает:

- Управление большими объемами данных, такими как данные с датчиков и журналы событий.
- Хранение и обработка временных данных для мониторинга и анализа состояния оборудования.
- Графовые базы данных для анализа сетей и взаимосвязей.

К преимуществам NoSQL баз данных можно отнести:

- Гибкость и масштабируемость, так как чаще всего они разрабатываются для использования в сферах с горизонтальным масштабированием систем.
- Высокая производительность для больших объемов данных.
- Способность хранить неструктурированные данные.

К недостаткам NoSQL баз данных можно отнести:

- Потенциальные проблемы с выполнением сложных запросов и аналитических операций, так как зачастую язык NoSQL баз не интуитивно понятен.
- Отсутствие стандартизации между различными NoSQL системами.
- Ограничения в поддержке ACID-свойств и транзакций.

Выбор между SQL и NoSQL базами данных зависит от конкретных требований проекта. SQL базы данных подходят для сценариев, где требуется ACID-согласованность и аналитика, в то время как NoSQL базы данных предоставляют гибкость и масштабируемость для хранения разнообразных данных. Важно тщательно анализировать потребности и характеристики системы, чтобы выбрать наиболее подходящий тип базы данных.

ИННОВАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ CATBOOST

А.Е. Немцев

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

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

Искусственный интеллект (ИИ) стал незаменимым инструментом в разработке приложений, позволяя создавать более инновационные и эффективные решения. В данном докладе мы рассмотрим применение технологий искусственного интеллекта, включая модель CatBoost, в проектировании приложений. Мы также рассмотрим примеры использования ИИ в области маркетинга, чтобы продемонстрировать его широкий спектр применения.

ИИ в проектировании приложений позволяет оптимизировать и улучшить процессы разработки. Применение модели CatBoost как инструмента анализа данных является отличным примером использования ИИ для:

- Анализа данных и предсказания требований пользователей.
- Оптимизации интерфейсов и функциональности приложений.

Также модель CatBoost может быть применена в разработке мобильных приложений для анализа поведения пользователей и определения наилучших способов предоставления контента. Алгоритм способен учесть различные факторы, такие как предпочтения пользователей, контекст использования и многое другое, чтобы предоставить персонализированный опыт использования приложения.

Преимущества использования ИИ в проектировании приложений:

- Увеличение уровня персонализации и удовлетворенности пользователей.
- Более быстрое и эффективное создание приложений с учетом потребностей пользователей.
- Возможность создания инновационных решений и улучшения пользовательского опыта.

На примере маркетинга искусственный интеллект позволяет оптимизировать стратегии и создавать персонализированные кампании. Это включает в себя:

- Анализ данных о клиентах и прогнозирование их потребностей с использованием алгоритмов машинного обучения, включая CatBoost.
- Персонализацию рекламных кампаний и оптимизацию времени доставки сообщений клиентам.

Модель CatBoost может быть применена для определения наилучшего времени отправки маркетинговых сообщений. Алгоритм анализирует данные о поведении клиентов, контексте и других факторах, чтобы определить оптимальное время для максимальной эффективности маркетинговых кампаний.

Преимущества использования ИИ в маркетинге:

- Увеличение отклика клиентов и эффективности маркетинговых кампаний.
- Создание персонализированных рекомендаций и стратегий.

- Автоматизация процессов оптимизации маркетинговых кампаний.
Применение технологий искусственного интеллекта, включая модель CatBoost, в проектировании приложений открывает новые возможности для создания более инновационных и ориентированных на пользователей решений.

АЛГОРИТМЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

Д.А. Перепелкин, В.Ю. Ликучёв

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

Размещение компонентов на печатной плате в процессе топологического проектирования модулей современных радиоэлектронных средств специального назначения характеризуется следующими условиями:

- большая размерность электрических схем и многофункциональность устройств, компонуемых на базовых несущих конструкциях модулей первого уровня;

- неравномерность структуры объекта размещения, то есть разброс геометрических конфигураций компонентов и отсутствие фиксированных позиций для их размещения;

- наличие большого числа пересекающихся требований к конструкции и топологии проектируемых устройств, среди которых требования по обеспечению заданного пути прохождения сигнала, его точности, помехоустойчивости, общие требования ЭМС и тепловой защищенности, а также конструкционные и технологические требования.

Для достижения оптимума размещения, близкого к глобальному, уже недостаточно руководствоваться чисто метрическими критериями, такими как минимальная длина соединений. Расположение каждого компонента должно быть обосновано с точки зрения правильного функционирования устройства и отвечать выбранной стратегии размещения. В независимости от формального описания данного требования, для его выполнения необходимо упорядочить и детерминировать поиск оптимального положения компонентов путем ориентации на их сущностное представление (в виде автоматов или интеллектуальных агентов) и использования системных свойств объекта размещения. В контексте подхода, ключевым методом является структурирование объекта, то есть выделение в нем структурных частей по тем или иным критериям. Для электрической схемы такими частями являются функциональные узлы, симметричные группы компонентов и группы с особыми признаками. В результате такого разбиения обнаруживается, во-первых, порядок следования функциональных звеньев цепи, учет которого способствует соблюдению правильного пути прохождения сигнала, во-вторых, повторяемость частей схемы, позволяющую сократить число поисковых итераций.

Структурировать объект можно и на уровне агентов – на основании их характеристик, например, РЭК можно дифференцировать по степени их связности, габаритам и т.п. Здесь говорится о выделении кластеров и

построении иерархий агентов. Определив индивидуальные параметры (скорость, шаг) и критерии поиска для агентов разного порядка, можно распараллелить поиск по глобальному аддитивному критерию на общесистемном уровне.

Таким образом, представление объекта проектирования в виде системы программных сущностей и ее последующее структурирование позволяет повысить эффективность средств размещения в контексте соблюдения требований к конструкции и использования вычислительного времени. Поэтому особое внимание при построении математического обеспечения новых средств автоматизации топологического проектирования стоит уделить алгоритмам и методам структурирования схемы, рассмотрению которых и посвящен доклад.

В докладе рассматриваются структурные группы и алгоритмы их выделения, определенные на основе модели представления мультиагентных систем (модель «Цель-Регламент» или ЦР-модель[1]) в работе [2]:

Функциональная группа (ФГ) есть подмножество связанных агентов, оптимальные положения которых находятся в общей локальной окрестности параметрического пространства. В контексте задачи размещения, ФГ интерпретируются как функциональные узлы устройства, каждый из которых выполняет некоторую функцию обработки сигнала, и РЭК которого должны быть размещены максимально компактно. Алгоритм выделения таких групп будем называть алгоритмом разбиения. Применение алгоритма разбиения в составе алгоритмической структуры программного модуля позволит решать задачу размещения в соответствии с принципом учета функционально-узловой структуры устройств [2].

Структурно-подобная группа (СПГ) есть множество одинаковых по составу и структуре подмножеств связанных агентов, причем оптимальные положения агентов одного подмножества совпадут с оптимальными положениями другого подмножества при переносе одного на другое. В контексте задачи размещения, СПГ интерпретируется как подобные части схемы (например, каналы обработки сигналов) размещение, которых должно быть максимально симметричным. Алгоритм выделения таких групп будем называть алгоритмом типизации. Применение алгоритма типизации в составе алгоритмической структуры программного модуля позволит решать задачу размещения в соответствии с принципом учета наличия в устройствах подобных узлов [2].

Группа с особыми признаками (ГОП) есть подмножество агентов, которые обладают особыми признаками, формирующими особые отношения с агентами вне этого подмножества. В контексте задачи размещения, ГОП интерпретируется как группа РЭК-источников электромагнитных помех, повышенного тепловыделения или зафиксированных РЭК. Оптимальное положение таких компонентов регламентируется специальными правилами. Алгоритм выделения таких групп будем называть алгоритмом назначения. Применение алгоритма назначения в составе алгоритмической структуры программного модуля позволит решать задачу размещения в соответствии с принципом учета наличия в устройствах вышеописанных РЭК [2].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3201.2022.1.6

Библиографический список

1. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Ликучев В.Ю. Математическая модель представления мультиагентных систем и ее применение в задачах топологического проектирования модулей радиоэлектронных средств // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2023. №83. С. 48-61. DOI:10.21667/1995-4565-2023-83-48-61.

2. Перепелкин Д.А., Ликучев В.Ю. Структура программного модуля автоматизированного размещения компонентов на основе мультиагентных систем. VI Международный научно-технический форум СТНО-2023. Сборник трудов. Том 3.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАБОТЫ С БУФЕРОМ ПАМЯТИ НА SoC

Д.А. Перепелкин, Г.А. Завалишин

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

В докладе рассматривается построение системы, с помощью которой будет возможность заполнять буфер памяти различными данными и считать эти данные в формате UCSBCR. На экран данные выводятся по интерфейсу HDMI. Также поверх видео есть возможность накладывать оверлей.

Для разработки данной системы использовались такие программы как Vitis, Vitis HLS, Vivado. Всё программное обеспечение 2023 года. В качестве платы использовалась SoC с Zynq. На нем и производятся все вычисления.

Vivado используется для синтеза и анализа систем на кристалле, с помощью этого программного обеспечение добавляются все необходимые модули для корректного выполнения поставленной задачи. Далее происходит синтез и на основе выходных данных создаётся проект в Vitis для управления процессорной частью.

Программная платформа Vitis представляет собой среду разработки для разработки проектов, включающую структуру FPGA, подсистемы процессора Arm и механизмы искусственного интеллекта. Инструменты Vitis работают в сочетании с пакетом Vivado, обеспечивая более высокий уровень абстракции для разработки проектов[1].

Обмен данными между модуля происходит по шине AXI. Транзакция чтения адреса и каналов с данными по этой шине приведен на рисунке 1.

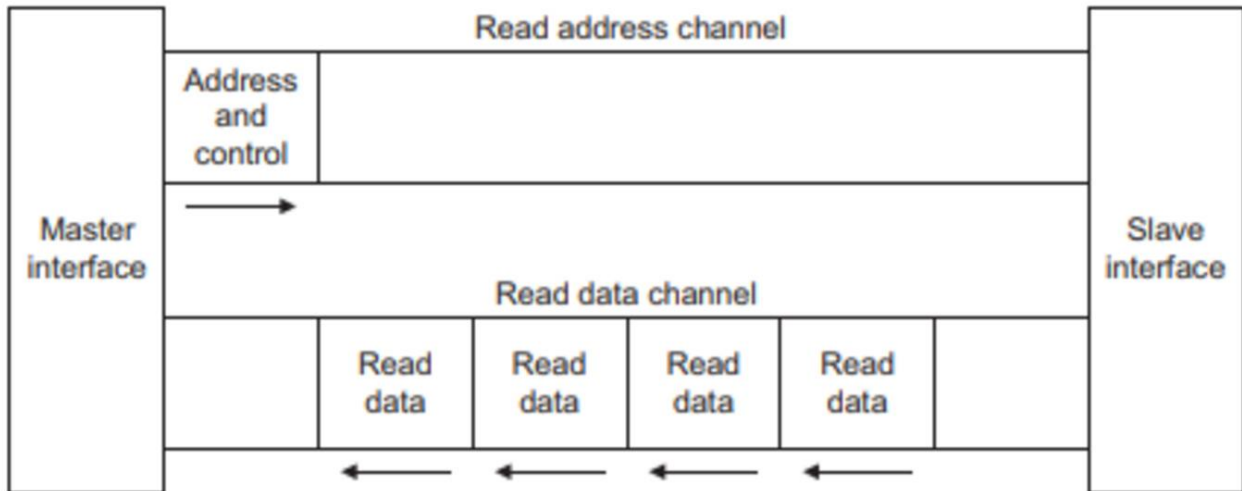


Рисунок 1 – Чтение данных по шине AXI

Для чтения данных из памяти используется модуль DDR128_2_VID8_READER. Как видно из названия он считывает данные по 128 бит. Основная функция DDR128_2_VID8_READER_FUNC, которая на вход принимает ширину, высоту видео, непосредственно данные из буфера, размер строки, сигналы готовности. В этой функции вызываются DDR128_2_VID8_READER_STREAM, в которой происходит чтение входных данных в переменную и DDR128_2_VID8_READER_STREAM_TO_OUT, где происходит преобразования данных под формат YCBCR и выдача их на выход данного модуля.

Для наложения оверлея, после модуля чтения данных в дизайне платформы располагается блок OVL_MIX_NEW, который используется для наложения различных надписей поверх уже пройденных через предшествующий блок данных. Управление оверлеем происходит в Vitis с помощью процессора.

Буфер, из которого происходит чтение данных инициализируется как двумерный массив с размерностью соответствующей ширине и высоте выходного видео. Его инициализация и заполнения также происходит в процессорной части в функции BUFFER_INIT(). Он может заполняться данными размерностью 32 бита, так как используется формат YCBCR

Программирование системы происходит с помощью инструментов отладки в Vitis. Файл с расширением .elf загружается на SoC по JTAG. Расширение выходного видео 1024x768 пикселей.

Библиографический список

1. Vitis [Электронный ресурс] // <https://www.xilinx.com/products/design-tools/vitis.html>

СОВРЕМЕННЫЕ САПР ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА EDGECAM И SPRUTCAM

Г.А. Попов, М.В. Ленков

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

Современные САПР (системы автоматизированного проектирования) играют ключевую роль в промышленности, обеспечивая эффективность и точность в технологической подготовке производства. На сегодняшний день на рынке представлено множество различных САПР, каждая из которых имеет свои особенности и достоинства. Рассмотрим две наиболее популярные системы – EdgeCAM и SprutCAM – с целью определить их преимущества и недостатки для использования в технологической подготовке производства.

EdgeCAM является одной из самых распространенных систем САПР, предназначенных для программирования обработки деталей на станках с ЧПУ. Она отличается широким спектром функциональности, гибкостью настройки и простотой использования. EdgeCAM позволяет создавать сложные инструментальные маршруты, оптимизировать время обработки деталей и контролировать качество процесса, отличается высокой точностью расчета инструмента, что позволяет создавать сложные детали с высокой степенью точности. Кроме того, данная САПР имеет широкий спектр инструментальных возможностей, включая моделирование и оптимизацию процессов на станке. Одной из главных её особенностей является возможность обработки сложных поверхностей, включая 5-осевую фрезерную обработку. Однако, EdgeCAM имеет сложный интерфейс и требует значительного времени для освоения. [1]

SprutCAM также является мощным инструментом для технологической подготовки производства. Он предоставляет возможность создания полного цикла программирования обработки деталей, включая геометрическое моделирование, расчет инструментальных маршрутов и симуляцию процесса. SprutCAM отличается высокой точностью и надежностью работы, а также поддерживает широкий спектр станков с ЧПУ. Имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, что делает его более доступным для новичков. Эта САПР также обладает широким спектром функций, включая создание управляющих программ для различных типов станков и автоматическое распределение операций по инструментам. Однако, SprutCAM не может похвастаться точностью расчета траектории инструмента при работе с очень сложными деталями [2].

Как EdgeCAM, так и SprutCAM имеют возможность импорта файлов CAD (компьютерного моделирования), что позволяет легко использовать уже созданные модели для создания программ обработки.

Однако, есть и различия между EdgeCAM и SprutCAM. Например, EdgeCAM имеет больше возможностей для работы с многозадачными станками, в то время как SprutCAM более специализирован на работе с токарными станками и электроэрозионной обработке.

Также следует отметить, что EdgeCAM имеет высокую стоимость лицензии, что может быть значительным фактором при выборе между этими двумя программами. SprutCAM же предлагает более доступную цену за лицензию.

При сравнении производительности данных систем, можно выделить ряд отличий. EdgeCAM отличается от SprutCAM более высокой скоростью работы и возможностью обработки больших объемов данных без потери производительности. Это особенно актуально при работе с комплексными деталями или сложными геометрическими формами. Кроме того, EdgeCAM имеет более широкие возможности по автоматизации рабочего процесса. Благодаря встроенным инструментам машинного обучения и алгоритмам оптимизации, EdgeCAM позволяет сократить время настройки и программирования станков. Это особенно важно для предприятий, где необходимо быстро переключаться между различными заказами.

Однако, SprutCAM также имеет свои преимущества, она поддерживает большой спектр стандартных форматов файлов, что упрощает совместную работу с другими программами или поставщиками. Кроме того, SprutCAM имеет возможность создания дополнительных модулей и расширений для учета специфических требований конкретного предприятия. Это делает систему более гибкой и адаптивной к изменениям в производственном процессе [2].

В заключение можно сказать, что выбор между EdgeCAM и SprutCAM зависит от конкретных потребностей предприятия. Если необходимы высокая производительность и автоматизация рабочего процесса, то лучше выбирать EdgeCAM. Однако, если приоритетом является простота использования и гибкость настройки, то SprutCAM может быть более подходящим вариантом. Если компания только начинает свой путь в области технологической подготовки производства или имеет простые задачи, то SprutCAM может быть хорошим выбором благодаря своей простоте использования. Однако, если компания занимается сложными изделиями или требуется более гибкая система с широким функционалом, то рекомендуется обратить внимание на EdgeCAM. В целом, оба САПР представляют собой надежные инструменты для технологической подготовки производства.

Библиографический список

1. Getting Started with EDGECAM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.edgecam.com/Content/Online_Help/en/2022_0/PDF/GettingStarted.pdf.
2. СПРУТКАМ 17 Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kb.sprutcam.com/docs/SprutCAM/17/ru/4.html>.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ БЛОКОВ ИЗДЕЛИЯ

С.М. Попов

Научный руководитель – Грибов Н.В., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматриваются вопросы по автоматизации проведения контроля блока пуска [1]. Целью изучения автоматизации проверки блоков является модернизация устройств контроля.

При разработке макетного образца блока, а также конструкторских испытаний, как правило используются пульты-имитаторы тех устройств, с которыми взаимодействует разрабатываемый блок. Такой подход обеспечивает возможность максимально близко имитировать функционирование внешнего устройства, с которым необходимо взаимодействие. Как правило, в этом случае, для каждого устройства разрабатывается свой пульт-имитатор, позволяющий полностью заменить блок при испытаниях и отработке взаимодействия. Это удобно, поскольку позволяет гибко менять выдаваемые сигналы, а также логику работы каждого устройства отдельно.

Однако, при механических, и климатических испытаниях такой подход менее удобен, поскольку большое количество пультов не удобно размещать на стендах, а также требует большее количество времени при проверке оператором. При этом не требуется максимально приближенное к реальным изделиям функционирование блока, поскольку испытаниям подвергается электронно-компонентная база, а не алгоритмы блоков. Поэтому для таких испытаний, особенно при серийном производстве предполагается разработка автоматизированного пульта контроля блока пуска.

Пульт контроля блока пуска обеспечивает подачу на блок пуска управляющих сигналов по протоколу CAN. Получив команды управления от пульта, блок пуска выдает их условно на изделие, но вместо изделия данные сигналы принимает сам пульт контроля. Команды управления выдаются в заранее известной последовательности. При этом пульт контролирует и измеряет сигналы, выдаваемые блоком пуска на проверяемый объект (это линии связи RS-422, LVDS, а также аналоговые сигналы – напряжения, частоты, потребляемый ток). Сопоставляя выданные команды и полученные сигналы, пульт принимает решение об исправности или неисправности одного электронного узла из состава проверяемого блока. Таким образом изменяя последовательность команд и выдавая их на различные электронные узлы пульт контроля шаг за шагом проверяет весь блок. Участие оператора в таких проверках минимальное, а один пульт контроля заменяет несколько контрольных устройств. Результат и процесс контроля выводится на числовые индикаторы, а также светодиоды. С помощью тумблеров и переключателей задаются режимы работы пульта и контролируемые параметры.



Рисунок 1 – Старый стенд

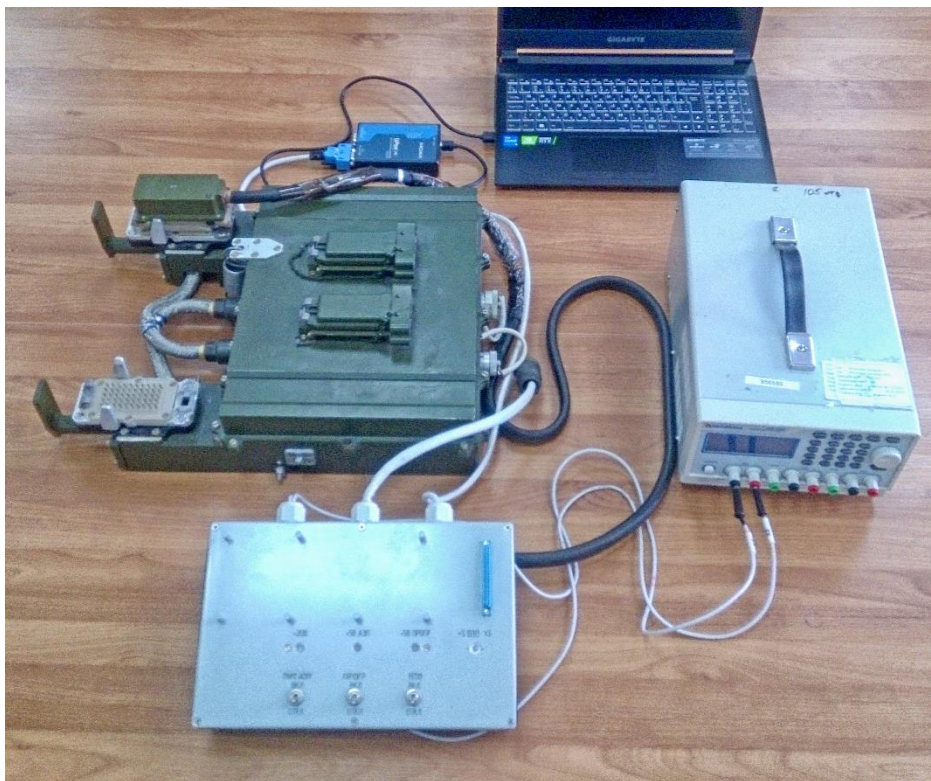


Рисунок 2 – Новый стенд

Конструктивно пульт состоит из корпуса, на лицевой панели которого установлены органы управления и индикации, а на боковой части установлены соединители для подключения кабелей. Электроника пульта контроля размещена на двух печатных платах (два электронных модуля), один из которых отвечает за индикацию и органы управления, а другой за выдачу команд и обработку принятых данных. В качестве основного

вычислителя используется 32-х разрядный отечественный микроконтроллер 1986BE92У [2].

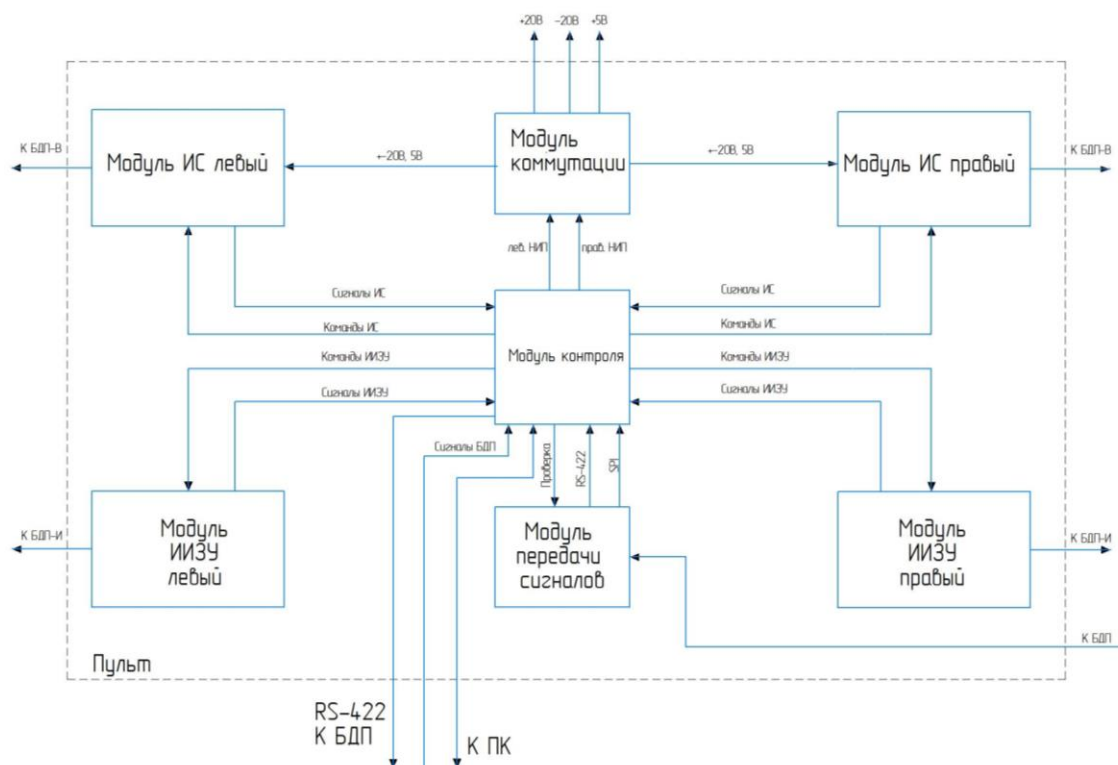


Рисунок 3 – Функциональная схема блока контроля

Библиографический список

1. Пояснительная записка по проверяемому блоку.
2. 1986BE3Т [Электронный ресурс]: Миландр. Электронный каталог. – URL.

ОБЪЕКТНЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО ПРОДУКТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДИСКРЕТНОГО ТИПА ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Ю.С. Прохоров

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

АВТОТОР Холдинг

МИРЭА – Российский технологический университет

Потребители продукции промышленных предприятий ориентированы в своих предпочтениях на получение готового продукта, соответствующего их персонифицированным ожиданиям в кратчайшие сроки. Поэтому фокус маркетинговых продуктовых стратегий предприятий смещается к предоставлению максимально адаптированного продукта под ожидания конечного потребителя. Тип производства, обеспечивающий реализацию персонифицированного типа продуктовых стратегий, характеризуется как уникальное дискретное производство. Применение уникального дискретного производства резко увеличивает номенклатуру выпускаемой продукции предприятия и требует частой смены продуктовых линеек

производства [1]. Отметим, что данный тип производства должен поддерживаться производителем на всем протяжении жизненного цикла продукции.

Это приводит к тому, что вся экосистема и архитектура конструкторско-технологических и производственных организационных и информационных систем предприятия должны быть ориентированы на максимально быстрые производственные процессы по широкой номенклатуре продукции, использующие предыдущие наработки составных частей, ранее производимой продукции. Известные классические примеры ИТ архитектур, поддерживающих массовое и серийное дискретное производство, не позволяют добиться необходимой гибкости, сроков и минимальных затрат на работу с информацией о персонифицированной продукции [2,3].

Требуется внедрение новых методов и инструментов, обеспечивающих цифровую трансформацию всех технологических процессов на всем жизненном цикле продукции и обеспечивающих выпуск персонифицированной продукции на всем этапе её жизненного цикла.

В большинстве своем применяемые архитектуры информационных систем/приложений, реализующие хранение информации об продуктах построены на жесткой древовидной структуре данных об изделиях, с множеством свойств этих ветвей.

Предлагается рассмотреть альтернативный способ описания продуктов, перейдя от используемой жестко определенной древовидной структуры на объектную структуру с такими классическими характеристиками, как инкапсуляция, полиморфизм, наследование. Параллельно изменится и сам предмет цифровизации, т.е. производственный продукт и операции работы с ним. Например, при модификации двигателя автомобиля, например, добавлением к двигателю компрессора кондиционера, необходимо было перестраивать описание древовидной структуры состава изделия. При объектном представлении достаточно выполнить операции «сложения» двух объектов: двигателя и компрессора.

При переходе от древовидного представления продукта к объектному следует осуществить переход от классической геометрической 3D модели продукта и связанных с ним различных его свойств, к единой гибридной объектной модели продукта, содержащей как геометрическую модель 3D, так и объектные свойства, описанные выше, т.е. получить цифровой двойник продукта.

В этой же парадигме можно рассмотреть и объекты средств производства, и их цифровые двойники, взаимодействующие друг с другом для производства экземпляров широкого ассортимента продукции. Полученная организационно-информационная модель позволяет достигать классические цели цифровой трансформации – снижение затрат, гибкое и своевременное появление новых персонифицированных продуктов, увеличение объемов бизнеса.

Для хранения, обработки и других операций с информацией об экземплярах объектов продуктов и средств производства необходимо проектирование соответствующего инструментария.

Библиографический список

1. Прохоров Ю.С., Егорова А.А. Цифровая трансформация группы ОСК. Оценка подходов к ее реализации. // Морской вестник. 2020. Спецвыпуск №1(14) С.15-16 ISSN 1812-3694.
2. Андрианова Е.Г., Полторак А.В. Подходы к цифровой трансформации производственного предприятия на основе создания единой корпоративной информационной среды // В сборнике: Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты. Сборник трудов Национальной научно-практической конференции. Под редакцией С.У. Увайсова. Москва, 2022. С. 23-28.
3. Интеграция PLM и CRM систем как необходимый инструмент повышения эффективности бизнеса // ИТ-Стандарт. 2023. № 1 (34). С. 48-57.

**ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ МЕТОДОМ
ИМПУЛЬСНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ**

С.С. Румянцев

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

АО «Моринсис-Агат-КИП»

Измерение температуры воды методом импульсной рефлектотрии позволяет совместить в одном устройстве уровнемер и термодатчик. Подобное техническое решение актуально в ряде случаев, например, в резервуарах высокого давления, паровых котлах, ёмкостях первого ядерных энергетических установок, агрессивных средах и других случаях, когда установка обычных контактных термодатчиков сопряжена с техническими сложностями.

В основе принципа измерения лежит температурная зависимость изменения относительной диэлектрической проницаемости ϵ воды, при этом следует также учитывать давление пара в резервуаре [1]. Например, при давлении 10 атмосфер возрастание температуры с 20°C до 97°C приводит к уменьшению относительной диэлектрической проницаемости с 87,2 до 56,37. При этом, если в том же диапазоне температур варьировать давление от 1 до 20 бар – изменение диэлектрической проницаемости составит 0,08-0,12%, то есть практически не влияет на точность измерения температуры.

Определение диэлектрической проницаемости происходит косвенным методом, по времени прохождения импульса в среде распространения, при этом необходимо располагать в чувствительном элементе реперные метки с фиксированным расстоянием между ними. Данное техническое решение применяется для калибровки импульсного рефлектотрического уровнемера [2].

Достоинством измерения температуры воды методом импульсной рефлектотрии является сокращение аппаратных затрат и возможность измерить температуру в толще воды на основе уже имеющегося измерительного преобразователя. Недостатком данного решения является, необходимость учитывать разброс значения давления. Точное измерение в этом случае может потребовать дополнительно барометрического датчика,

однако в большинстве случаев достаточно знать примерный диапазон значений давления в резервуаре.

Библиографический список

1. A Formulation for the Static Permittivity of Water and Steam at Temperature from 238 K to 873 K at Pressures up to 1200 MPa, Including Derivatives and Debye-Hukel Coefficients / D.P. Fernandez, A.R.H. Goodwin, E. W. Lemmon et al. // J. Phys. Chem. Ref. Data. 1997. Vol. 26. P. 11 – 2
2. Корячко В.П. Имитационное моделирование калибровки импульсного рефлектометрического уровнемера с помощью реперных меток [Текст] / В.П.Корячко, С.С.Румянцев, Л.В.Аронов // Цифровая обработка сигналов – 2023. – № 2. – с. 64-69

МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В СКЛАДСКИХ СИСТЕМАХ

А.С. Рыжков

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к.т.н., доцент

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

Автоматизация складских систем является актуальной задачей, как с научной, так и с прикладной точек зрения. Автоматизация в складской деятельности является актуальным направлением развития, поскольку позволяет значительно повысить эффективность работы склада и обеспечить более точное и быстрое управление всеми процессами. Автоматические системы могут выполнять команды со скоростью, которую невозможно достичь при ручном выполнении. Это позволяет сократить время, затрачиваемое на прием, хранение и отгрузку товаров, что в свою очередь сказывается на сроках исполнения заказов и взаимодействии с клиентами. Однако, применение большинства существующих решений в данной сфере ограничено.

Большинство существующих реализаций используют устаревшие технологии и малую степень автоматизации. При наличии подобных недостатков использование данных методов становится не оптимальным.

Аппаратная реализация накладывает дополнительные ограничения на алгоритмы. Складская автоматизация может требовать больших вычислительных мощностей для обработки данных в режиме реального времени. Поэтому необходимо выбирать процессоры с достаточной производительностью для эффективной работы системы. Следует также учитывать, необходимость высокой скорости и пропускной способности сети. Плохая сетевая инфраструктура может привести к задержкам в передаче данных и снижению производительности системы. Учитывая сказанное, следует признать актуальным решение задачи по выбору эффективного и доступного способа автоматизации.

В работе рассматриваются три аспекта складской автоматизации — Внедрение системы управления складской деятельностью, Использование автоматического складского оборудования, Реализация системы сканирования товаров с использованием штрих-кодов или RFID меток.

Отмечается, что автоматического складского оборудования позволяет достигнуть наибольшей степени автономности системы, однако может требовать серьёзных ресурсозатрат, а использование других методов, может не обеспечить достаточно высокой степени автоматизации системы.

Библиографический список

1. Окрепилов В. В. Управление качеством: Учебник для вузов/ В. В. Окрепилов. – М.: ОАО «Изд-во «Экономика», 1983. – 639 с.
2. Азбука штрихового кодирования товаров – статья, дата публикации 07.02.2003 <http://www.KlubOK.net>
3. Швандар В. А. Стандартизация и управление качеством продукции: Учебник для вузов/ Под ред. В. А. Швандара. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 487 с.

Секция 10. КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

А.А. Аксенов

Научный руководитель – Колесенков А.Н., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются вопросы построения распределённых вычислительных систем (РВС) для обработки аэрокосмических данных. Распределение данных служит для улучшения их доступности, уменьшения рисков при сбое сервера, а также помогает снизить нагрузку на базу географических данных между пользователями[1,2].

Выделим основные источники построения распределённых данных.

Среда EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) – содержит в себе инструменты и приложения, которые используются для создания РВС с целью проведения глобальных экспериментов. Такие РВС состоят из большого количества компьютеров, которые объединяются в одну сеть для дальнейшей совместной работы и обратной связи между ними через Интернет[3].

Данное программное обеспечение использует методы типа клиент/сервер для обеспечения коммуникации между компьютерами. В основном серверы выполняют задачи типа ввода-вывода и публикации этой информации потребителям с использованием различных протоколов высокой надёжности подходящих для EPICS [4].

Плюсы:

- поддержка всех операционных систем;
- обширный программный инструментарий.

Минус:

- слишком узко направленный (подходит для создания РВС).

Kubernetes (K8s) — это программное обеспечение, при помощи которого можно управлять контейнеризованными приложениями. Содержит большой спектр механизмов для их развёртки, масштабирования и дальнейшего поддержания. Система характеризуется доступным кодом и быстро развивающейся экосистемой.

Преимущества контейнеризации:

- лёгкость и гибкость;
- непрерывность создания;
- организация контейнера приложений в момент сборки/выпуска и разделение приложения от аппаратной инфраструктуры;
- принадлежность среды разработки и осуществление проверки на сервере;
- возможность переноса приложений среди облаков и операционных систем;
- разделение приложений.

Также стоит выделить языки программирования, созданные для построения PBC – Rholang и Erlang[5].

Rholang – язык программирования вычислительных систем. Основой его работы является передача данных. Это полностью асинхронный язык, поэтому очередность, с какой сообщения поступают на каналы, не играет никакой роли.

Erlang — довольно узконаправленный язык программирования. Он подходит для работ, где нет сложных вычислений и работ с громоздкими размерами данных, но есть много клиентов и жёсткие требования к отказоустойчивости.

Биографический список

1. Распределенные вычислительные системы / Г.И. Радченко. – Челябинск:: Фотохудожник, 2012. – 184 с.

2. Курагин А.В. Особенности проектирования кроссплатформенных геоинформационных систем с веб-интерфейсом / А.В. Курагин, Н.В. Акинина, А.Н. Колесенков // Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2022) : Сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-технической конференции, посвящённой 75-летию кафедры «Вычислительная техника» ПГУ, Пенза, 17-18 ноября 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2022. – С. 395-397. – EDN TOTIPW

3. М.С. Косяков Введение в распределённые вычисления. – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 155 с.

4. Топорков В. В. Модели распределенных вычислений. – М.: Физматлит, 2004. – 320 с.

5. Головина Е.Ю. Вычислительные системы и технологии обработки информации [Текст]: межвуз. сб. науч. тр. / Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Пензен. гос. ун-т». - Пенза: Изд-во Пензен. гос. ун-та, 2010. 118 с.

ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Д.А. Борзых, Н.В. Елатников, С.В. Спицын

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

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

В настоящее время при создании современных программно-аппаратных комплексов приема, регистрации, обработки и анализа телеметрической информации, а также прочих измерительных систем применяемых на испытательных полигонах и космодромах должны учитываться ключевые показатели качества таких систем и комплексов, а именно:

– *наличие режима «репортажного» приема телеметрии* – т.е. наличие возможности своевременной, достоверной и достаточной выдачи специалистам-аналитикам и инженерно-техническому расчету информации о результатах обработки телеметрической информации, поступающей с

борта изделия в режиме реального времени в условиях малой пропускной способности информационного канала и недостаточной вычислительной мощности полигонных технических средств. Именно качественный репортажный режим является важнейшей и основной частью информационного обеспечения ракетного пуска. Это обусловлено тем, что получаемая в этом режиме измерительная информация помимо своего чисто информативного значения также предполагается и для осуществления управления (расчёт целеуказаний измерительным средствам (например, антеннам) по текущей траекторной точке для измерительных пунктов на протяжении всей трассы в процессе полета изделия или экстренная остановка предстартовой подготовки до пуска [1]). Таким образом, получается, что эффективность в этом вопросе важнее, чем полнота данных. Допускается определённый уровень потерь, но категорически не допускается накопление времени задержки или превышение времени реакции выше определённого уровня. Т.е. ключевым моментом тут является минимизация времени реакции системы. Что же касается непосредственного отображения телеметрируемых параметров в репортажном режиме, то тут стоит отметить применение графики на укороченных интервалах времени с частичным прореживанием и использование аппаратного ускорения, в то время как для обработки и представления параметров в режиме отложенного времени применяется циклический вывод;

– *универсальность систем и комплексов* – т.е. гибкость конфигурирования штатных полигонных аппаратно-программных средств под различные условия эксплуатации (а зачастую и под условия повышенной нагрузки), сторонние входные и выходные форматы обрабатываемых данных, новые методы обработки, анализа и представления информации. Это обусловлено постоянным изменением аппаратуры и современных бортовых вычислительных комплексов, а также тем, что структура телеметрии у различных изделий ракетно-космической техники кардинально отличается. В связи с невозможностью и нецелесообразностью всеобщего обновления средств обработки и анализа, изначально предусмотренные архитектурные решения, обеспечивающие возможность внедрения новых методов и алгоритмов, сформированных средствами подготовки из состава этой же системы являются критерием успешного внедрения этой системы или комплекса;

– *эргономика представления обрабатываемых данных (визуализация и зрелищность)* – для конечного потребителя – специалиста по анализу лётных характеристик или руководителя работ, наличие единой среды обработки, анализа и диагностики, включающей в себя современные средства моделирования траектории и изделия в полёте, средства формирования мнемосхем узлов и агрегатов изделия.

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ РЭС

Н.В. Климчук

Научный руководитель – Васильев Е.П., д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается разработка кроссплатформенного приложения для автоматизации процесса моделирования и исследования устройств летательных аппаратов. Управляющая программа позволит существенно сократить время проектирования функциональных устройств. В ходе конструкторской работы часто используются несколько САПР одновременно. Это необходимо, так как САПР отличаются друг от друга возможностями и методами математического моделирования и анализа средств связи для космических систем [1].

Самые популярные современные профессиональные САПР средств космической связи – это AWR Microwave Office, Ansys HFSS, Sonnet Suites, а также свободно распространяемый Sonnet Lite. Основное преимущество данных инструментов – это возможность проектирования модели будущего функционального устройства в универсальном формате, который совместим с указанными выше САПР. Например, при разработке одного из самых распространённых устройств – полосового фильтра можно использовать разные интегрированные среды, чтобы убедиться в точности полученной модели [2].

Зачастую указанные выше инструменты содержат внутри себя подпрограммы различного прикладного назначения. Например, это могут быть обширные модули для исследования модели конкретным численным методом [3].

Представленная в работе управляющая программа создана для быстрого переключения между несколькими САПР. Это дает возможность пользователю оперативно запустить интегрированную среду не полностью, а только необходимый ему в момент проектной работы конкретный инструмент.

Универсальное приложение разработано с использованием высокоуровневого языка программирования общего назначения Python 3. Для создания графического интерфейса использовалась событийно-ориентированная библиотека Tkinter на основе средств Tk. Эта графическая библиотека по умолчанию содержится в стандартном наборе инструментов Python 3 и не требует дополнительной установки. Для упаковки программного кода в исполняемый файл использовалась библиотека PyInstaller. С помощью этой библиотеки можно собрать все файлы, модули и зависимости управляющей программы в одном месте, добавить к ним интерпретатор Python 3 и обернуть все компоненты в один исполняемый .exe файл. Приложение является кроссплатформенным, а значит полностью адаптировано для различных операционных систем: Microsoft Windows, Linux и MacOS.

Библиографический список

1. Васильев Е.П. Анализ методов моделирования микроволновых устройств на примере полосового фильтра с расширенной полосой заграждения. – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №72. 2020. – с. 62-70.
2. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп, Лыу Тхань Дат. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №75. 2021. – с. 15-23.
3. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп. Анализ численными методами конструктивных вариантов миниатюрных радарных резонансных элементов – М.: Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. № 84. 2023. – с. 3-14.

**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Н.В. Куликов, А.И. Таганов, А.Р. Зайцев

Научный руководитель – Таганов А.И., д.т.н., профессор

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

В настоящее время проблема оценки стоимости трудозатрат на разработку программного обеспечения (ПО) аэрокосмических информационных систем (КИС) является особенно актуальной на ранних этапах планирования проекта перед заключением договора на разработку [1-4]. Эта оценка стоимости проекта программного обеспечения КИС требует от менеджеров проекта глубоких теоретических знаний, многолетнего практического опыта и грамотного применения соответствующих моделей, методов и инструментов оценки.

Проведенный анализ современных моделей, методов и инструментов оценки стоимости создания ПО КИС показал, что пока еще не разработаны универсальные методы предварительной оценки стоимости программ при планировании проекта. В инженерной практике приходится использовать сразу несколько подходов к оцениванию стоимости ПО для получения более достоверного результата оценки с целью добиться потенциального снижения рисков программного проекта уже на этапе его концептуального планирования [2,6].

Выбор требуемого набора моделей, методов и инструментов для оценки стоимости ПО, с учетом требований конкретного программного проекта КИС, требует на практике глубокого понимания особенностей, возможностей и назначения каждого используемого в широкой инженерной практике метода или инструмента. В связи с этим в настоящей работе проведен анализ и классификация по назначению применяемых в инженерной практике методов и моделей оценки стоимости на разработку ПО КИС. Эти категории методов классифицированы в три основных подхода к оценке стоимости, которые указаны в таблице [1,5,6].

Затратный подход	Сравнительный подход	Доходный подход
Математическая модель SLIM	Метод экспертных оценок	Нейронные сети
Исследовательские методы	Оценка по аналогии	Байесовские сети
Метод оценки с целью выиграть контракт	Алгоритмическое моделирование	Динамические методы
Семейство моделей оценивания затрат СОСОМО	Имитационное моделирование	Анализ функциональных точек

Согласно приведенной в таблице классификации в качестве научного результата в работе рассмотрена и доказана возможность усовершенствования методики оценки СОСОМО II на основе применения методов и средств нечеткой логики для уточнения критериев методики оценки программного проекта. Для этого разработан соответствующий программный механизм нечеткого логического вывода, проведено экспериментальное исследование возможности такого усовершенствования методики СОСОМО II, в результате которого средняя погрешность на экспериментальных данных в процессе оценивания ПО была существенно уменьшена. Такие результаты были получены на основе проведенного анализа широко используемых на практике таких алгоритмов нечеткого вывода как алгоритм Мамдани, алгоритм Цукамото и алгоритм Сугено. Где было показано, что для реализации процедуры уточнения критериев оценки стоимости разработки ПО в рамках методики СОСОМО-II наиболее предпочтительным является метод Мамдани.

В рамках рассматриваемой задачи, метод Мамдани представляется здесь как современный подход к созданию процедуры уточнения критериев СОСОМО-II путём синтеза набора лингвистических правил, полученных от опытных системных аналитиков и специалистов в области программной инженерии. Поскольку такая система Мамдани имеет интуитивные и простые для понимания базы правил, то они хорошо подходят для приложений экспертной системы уточнения критериев СОСОМО-II, где правила создаются на основе экспертных знаний человека. В этом случае база знаний Мамдани может трактоваться как разбиение пространства влияющих факторов на подобласти с размытыми границами, внутри которых функция отклика принимает нечеткое значение. При этом база знаний определяется совокупностью нечетких предикатных правил классического вида [4,7].

Применительно к решаемой задаче уточнения критериев оценки СОСОМО-II рассматриваемый метод может быть описан следующим образом: 1) введение нечеткости: для заданного (четкого) значения аргумента

находятся степени истинности для предпосылок каждого правила; 2) нечёткий вывод по каждому правилу: находятся «усеченные» функции принадлежности для переменной вывода; 3) композиция: с использованием операции *max*: производится объединение найденных усеченных функций, что приводит к получению итогового нечеткого множества для переменной вывода с функцией принадлежности; 4) приведение к чёткости: чёткое значение выходной переменной определяется как центр тяжести [7].

В процессе реализации проекта приведено экспериментальное подтверждение работоспособности методики уточнения критериев СОСОМО-II на основе анализа реальных программных проектов на различных языках программирования [5,6].

Библиографический список

1. Boehm B, Software cost estimation with COCOMO II - Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 2000, p. 502.

2. Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы методов идентификации рисков событий проекта // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии. 2003. №12. - С. 70-77.

3. Корячко В.П., Таганов А.И., Чернышев С.И. и др. Системно-функциональное построение автоматизированной системы дистанционного обучения по направлению "ГЛОНАСС" // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. №33. - С. 82-89.

4. Таганов А.И., Гусев С.И., Колесенков А.Н. и др. Интеллектуальные методы и технологии передачи и обработки информации аэрокосмических систем // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2017. №60. - С. 65-74.

5. Куликов Н.В., Таганов А.И. Алгоритмические модели оценки временных затрат на разработку программного обеспечения космических информационных систем // В сборнике: 8-я международная научно-техническая конференция «В.Ф. Уткин – 100 лет со дня рождения. Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика». Мат. докл. – Рязань, 2023.

6. Куликов Н. В. Обзор существующих методик оценки времени разработки программного обеспечения // Актуальные проблемы современной науки и производства: Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции. Рязань, 2021. – С. 233-239.

7. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ

Т.Д. Лыу

Научный руководитель – Васильев Е.П., д.т.н., профессор

Ряд весьма важных проблем исследования и конструирования микроволновых систем не поддается аналитическому решению и требует привлечение численных методов. К таким проблемам можно отнести:

- определение моментов и оценок функций плотности распределения основных показателей качества;
- установление допусков на внутренние и внешние параметры;
- определение вероятности выхода годных изделий;
- определение функций чувствительности выходных характеристик;
- расчет надежности микроволнового устройства или системы в целом.

Детерминистический подход к процессу проектирования микроволновых устройств не позволяет учесть совокупного влияния дестабилизирующих факторов и решить перечисленные выше задачи. Поэтому в последние годы получили развитие вероятностные подходы к проектированию интегральных схем [1].

Если оперировать с чисто математическими объектами, классические численные методы зачастую скрывают физический смысл рассматриваемых процессов. Не имеющие явной физической интерпретации промежуточные этапы моделирования не позволяют осмыслить сложные вероятностно-статистические взаимосвязи как между отдельными базовыми элементами (БЭ) так и между БЭ и всей функциональной системой. Более глубоким в этом смысле оказывается метод прямого вероятностного моделирования, иногда называемый методом Монте-Карло [2] и сводящийся к генерации последовательности реализаций исходных случайных процессов, к функциональному преобразованию их в соответствии со структурой моделируемой системы и, наконец, к статистической обработке последовательности реализаций на выходе системы.

Наиболее сложной и трудоемкой частью статистического моделирования является определение оценки функции плотности распределения, которая несет полную информацию о исследуемых табличных функциях выходных характеристик. При этом известные методы непараметрических оценок носят универсальный характер и могут быть классифицированы в соответствии с базовыми математическими подходами следующим образом: метод гистограмм и его модификация – метод обобщенных гистограмм; метод ядерных оценок; оценка Розенблатта; представление плотности вероятности рядами; оценка плотности вероятности по методу k -го ближайшего соседа [3, 4].

Предложенная процедура вычисления непараметрической оценки $\hat{f}_N(x)$, по методу ядерных оценок, сходится к истинной плотности вероятности $f_N(x)$ равномерно по x с ростом выборки x_1, x_2, \dots, x_N . По временным затратам ядерные оценки превышают метод гистограмм не более чем на 70%. В тоже время данный метод позволяет более чем в два раза уменьшить дисперсию оценки и тем самым повысить точность определения плотности распределения случайного вектора выходных характеристик по сравнению с методом гистограмм.

Использование метода ядерных оценок для микроволновых фильтров [5-7] позволит улучшить качество вероятностного моделирования данного класса устройств.

Библиографический список

1. Конструкторско-технологические основы проектирования полосковых микросхем / Бушминский И. П., Гудков А. Г., Дергачев В. Ф., и др. М: Радио и связь. 1987, 272 с.
2. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973. 331 с.
3. Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств / Пер. с англ. С.Д. Бородецкой. Под ред. В.Г. Шейнкмана. М.: Радио и связь, 1987. 428 с.
4. Шалыгин А.С., Палагин Ю.Н. Прикладные методы статистического моделирования. Л.: Машиностроение. 1986, 320 с.
5. Васильев Е.П. Анализ методов моделирования микроволновых устройств на примере полосового фильтра с расширенной полосой заграждения. // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №72 . 2020. С. 62-70.
6. Васильев Е.П. Моделирование микрополосковых делителей-сумматоров submodule усилителей мощности // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. №71 . 2020. С. 23-3
7. Васильев Е.П., Нгуен Данг Хоп. Анализ численными методами конструктивных вариантов миниатюрных радарных резонансных элементов // Вестник Рязан. гос. радиотех. университета. № 84. 2023. С. 3-14.

АНАЛИЗ И МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОММУТИРУЕМЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ УСТРОЙСТВ

Д.Х. Нгуен

Научный руководитель – Васильев Е.П., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Несмотря на различие принципов функционирования микроволновых фильтров и переключателей, между ними существуют физические и логические связи, позволяющие объединить данные классы устройств для выполнения более сложных задач, что в свою очередь требует разработки комплексного метода многопараметрического синтеза и статистического моделирования.

Это означает, что физическая интеграция предполагает обобщенный системный подход к исследованию и проектированию коммутируемых фильтров. Задача состоит в том, чтобы разработать регулярный метод описания взаимодействующих микроволновых устройств, включая и системы с сосредоточенными параметрами, как единого целого, располагая описанием базовых элементов, в общем случае различной физической природы.

При числе выходных каналов $n=2N$ рассматриваемый переключатель бинарного типа $1:n$ состоит из N рядов переключателей $1:2$, причем в первом ряду имеется один переключатель, а в последнем $n/2$. Общее число переключателей $1:2$ составляет $2N-1$. При этом переключатели, стоящие в одном ряду по сигналам управления, могут быть подключены параллельно, так как имеют одни и те же стационарные состояния. Минимальное

затухание в переключателе бинарного типа определяется потерями запирающего в переключателе 1:2 (L_3). Поэтому в переключателе 1:2N при включении любого из n каналов имеется N каналов, затухание в которых составляет L_3 . В остальных каналах затухание будет заведомо выше. Нарастивание числа каналов каскадным включением двухканальных переключателей имеет свои пределы, ограниченные требуемым уровнем вносимых потерь и развязкой. Поэтому простое каскадирование основных элементов не позволяет реализовать оптимальные характеристики с учетом всех состояний коммутируемых фильтров.

Для сокращения математических записей, рассмотрим алгоритм, реализующий целевые функции для 4-х канальной бинарной схемы коммутируемых фильтров. Реализацию условий согласования, представленных в виде системы уравнений для различных режимов функционирования, осуществим методом параметрического синтеза, на основе использования целевой функции вида:

$$F_1 = \sum_{i=1}^p \left\{ \sum_{j=1}^4 a_i \left\{ \operatorname{Re} \left[Y_{\text{вх}(i)}^{(j)} \right] + (n-1) \operatorname{Re} \left[Y_{\text{вх}(3)}^{(j)} \right] - 1 \right\}^2 + b_i \left\{ \operatorname{Im} \left[Y_{\text{вх}(i)}^{(j)} \right] + (n-1) \operatorname{Im} \left[Y_{\text{вх}(3)}^{(j)} \right] \right\}^2 \right\}.$$

Предложенная целевая функция реализует частный критерий – условие согласования микроволновых устройств в различных состояниях (режимах функционирования) в рабочем частотном диапазоне. В тоже время, важно обеспечить требуемую развязку между каналами и заданный вид АЧХ. Тогда дополнительные частные критерии примут вид:

$$F_2 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n \left\{ \left| \frac{L^{+(j)}}{L_i^{+(j)}} - 1 \right|^{\ell_1} + \left| \frac{L_i^{+(j)}}{L^{+(j)}} - 1 \right|^{\ell_2} \right\};$$

$$F_3 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n \left\{ \left| \frac{L^{-(j)}}{L_i^{-(j)}} - 1 \right|^{\ell_1} + \left| \frac{L_i^{-(j)}}{L^{-(j)}} - 1 \right|^{\ell_2} \right\}.$$

Здесь $L^{+(j)}$, $L^{-(j)}$ – функции рабочего затухания x -го канала в режимах пропускания и запирающего.

Библиографический список

1. Ковалев И.С. Конструирование и расчёт полосковых устройства. Учебное пособие для вузов. М., «Сов. радио», 1974.
2. Васильев Е.П. Моделирование микроволновых многоканальных переключателей. Вестник РГРТУ. № 72, 2020, с. 26-36.
3. Васильев Е.П., Нгуен Д.Х. Анализ численными методами конструктивных вариантов миниатюрных радарных резонансных элементов. Вестник РГРТУ. № 84, 2023, с. 3-14.
4. Васильев Е.П., Нгуен Д.Х., Лыу Т.Д. Полосовой фильтр на связанных микрополосковых линиях с двумя секторными резонаторами. Вестник РГРТУ. № 75, 2021, с. 15-23.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ
 М.С. Поборуева, О.А. Бодров
Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина

В современном мире огромное развитие получила концепция, которая основывается на построение сетей нового поколения. Данная концепция, которую называют концепцией Интернета вещей (ИВ), связана с разработкой и внедрением встраиваемых вычислительных устройств, которые будут использоваться во всех сферах жизни общества [1].

Сегодня стало развиваться другое направление, которое связано с решение вопросов создания интеллектуальной системы для автоматизаций работы на промышленных предприятиях. Данное направление называют промышленный Интернет вещей (ПИВ) [2].

Разрабатываемая интеллектуальная система для ПИВ должна решать следующие задачи:

- обеспечение автоматического учета энергоресурсов;
- мониторинг работы оборудования;
- удаленное отслеживание параметров, например, окружающей среды;
- учет и пополнение складских запасов.

Кроме того, одно из главных требований к разработанной системе это обеспечение высокой отказоустойчивости. В связи с вышеперечисленными требованиями необходимо внедрять систему на объекты производства, которые бы так же удовлетворяли одному из главных её требований, в противном случае внедрение системы будет неэффективным [3].

Внедрение предложенного подхода на предприятии приносит увеличение прибыли, повышение автоматизации процессов, а также развитие самой концепции в целом (рисунок 1).

На промышленных предприятиях существует целый ряд направлений, работа которых подлежит автоматизации:

- производственное оборудование;
- оборудование, которое не имеет систем для контроля его работы;
- оборудование, которое не имеет поддержки сети;
- оборудование, которое поддерживает связь с другими системами контроля работы оборудования.

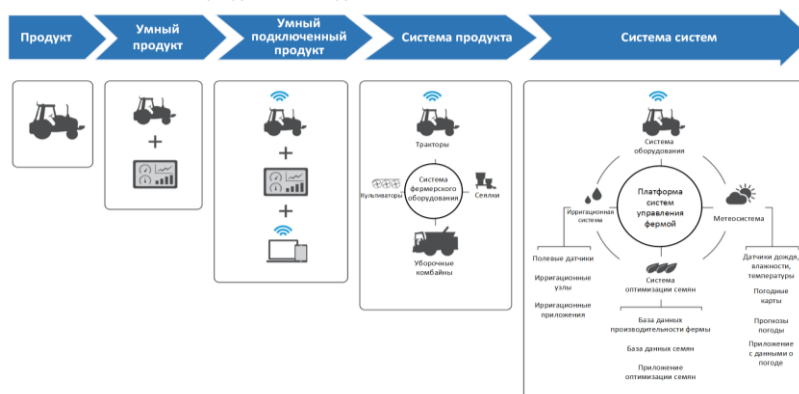


Рисунок 1 – Значение ПИВ для предприятий

Для улучшения процесса производства применяют ПИВ, которые обеспечивают улучшение производства, но для выбора части автоматизации процесса необходимо оценить риски по его внедрению и затраты на переустройство процесса в целом.

Библиографический список

1. Сэмюэл, Грингард Интернет вещей. Будущее уже здесь / Грингард Сэмюэл. - М.: Альпина Паблишер, 2017. - 758 с.
2. Зараменских, Е. П. Интернет вещей. Исследования и область применения / Е.П. Зараменских, И.Е. Артемьев. - М.: ИНФРА-М, 2016. - 188 с.
3. Ван Краненбург Р. Интернет вещей // Открытая лекция в МИФИ [Электронный ресурс] <http://www.youtube.com/watch?v=zacDuBofPHE>

**АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ НЕЧЕТКОГО ПОДХОДА
К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
РИСКОВ ПРОЕКТА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ КАЧЕСТВА**

А.И. Таганов, М.И. Цыцына

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

Современные системы управления программными проектами содержат в своем составе процесс управления проектными рисками, который играет важную роль в обеспечении результативности программных проектов по характеристикам качества, достигаемым при многократном применении процесса по всем этапам проекта. В связи с этим научная работа, ориентированная на вопросы формализации и автоматизации процесса анализа и классификации рисков проекта программных средств (ППС) по характеристикам качества является весьма актуальной [1-3].

Задачами проведенного исследования стали:

- анализ существующего перечня знаний в области организации процессов идентификации, анализа и мониторинга рисков качества программных проектов с целью определения формальной постановки задачи анализа и классификации рисков ППС в условиях нечеткости проектных данных.

- классификация и анализ существующих алгоритмических моделей и методов в области автоматической классификации объектов с целью определения необходимого состава алгоритмического обеспечения для программной реализации процедуры нечеткой классификации рисков ППС по заданным характеристикам качества в условиях нечеткости проектных данных.

- разработка и исследование алгоритмического и программного обеспечения процедуры нечеткой классификации рисков ППС с целью формализации и автоматизации решения задачи определения актуального состава наиболее важных рисков ППС для динамического процесса мониторинга рисков по стадиям жизненного цикла программного проекта.

При решении задач структуризации рисков ППС большинство формируемых классов рисков размыты по своей проектной природе. Их размытость состоит в том, что переход от принадлежности к непринадлежности элементов к тем или иным классам рисков постепенен, а не скачкообразен.

В работе исследуется вопрос применения алгоритма нечеткой кластеризации c -средних (fuzzy c -means – FCM-алгоритм) [4-7].

Задача нечеткой кластеризации, решаемая FCM-алгоритмом, заключается в нахождении нечеткого разбиения исходного множества рисков, которые образуют структуру нечетких кластеров, присутствующих в анализируемых данных. Эта задача сводится к нахождению степеней принадлежности рисков проекта искомым нечетким кластерам.

В рамках исследовательской работы были получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной [7]:

1. Предложена современная версия постановки задачи анализа и классификации рисков проекта программных средств (ППС) по характеристикам качества в условиях нечеткости проектных данных, содержащая в своем составе: структурные модели основных процессов управления рисками ППС, структурированную модель рисков по характеристикам качества ППС, контекст задачи анализа рисков проекта в условиях нечеткости.

2. Методические рекомендации по выбору эффективного алгоритма нечеткой кластеризации рисков ППС, разработанные на основе анализа и классификации существующих методов и алгоритмов нечеткой кластеризации с учетом вида исходных проектных данных для кластерного анализа, масштаба проекта и перечня требований к результату автоматической классификации.

3. Алгоритмическое обеспечение и инструментальные средства реализации нечеткого подхода к решению задачи автоматической классификации рисков программного проекта по характеристикам качества в условиях нечеткости проектных данных.

Практическая значимость работы заключается в реальной возможности использования полученных результатов для развития современных инструментальных средств в составе автоматизированных технологий анализа рисков программного проекта по характеристикам качества в условиях нечеткости проектных данных.

Библиографический список

1.Липаев В.В. Анализ и сокращение рисков проектов сложных программных средств. - М.: СИНТЕГ, 2005. - 224 с.

2.Фатрелл Р.Т., Шафер Д.Ф., Шафер Л.И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимальных затратах: пер. с англ. - М.: Вильямс, 2003. - 1136 с.

3. Таганов А.И., Цыцына М.И. Анализ методов и стандартов в области менеджмента надежности и риска космических систем // Новые информационные технологии в научных исследованиях Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань, 2019. - С. 337-338.

4. Таганов А.И. Применение нечетких множеств для формализации

процессов анализа и идентификации важности рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. - Москва-Воронеж, 2007. - Вып. 30. - С. 46-51.

5. Демидова Л.А., Кираковский В.В., Коняева Е.И. Классификация объектов жилого фонда на основе FCM-алгоритма и генетического алгоритма // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: межвуз. сб. науч. тр. / под ред. А.Н. Пылькина. - М.: Горячая линия – Телеком, 2008.

6. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. № 1. – Рязань, 2010. - С. 77-82.

7. Цыцына М.И., Таганов А.И. Разработка средств автоматической классификации рисков качества программного проекта методами нечеткой кластеризации // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2023. Сборник трудов VI Международного научно-технического форума. В 10-ти томах. Под общей редакцией О.В. Миловзорова. - Рязань, 2023. - С. 35-42.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОГО КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

М.И. Цыцына

Научный руководитель – Таганов А.И., д.т.н., профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В работе рассматривается алгоритмическое и методическое обеспечение для решения трудно формализуемой задачи, связанной с классификацией рисков программного проекта (РПП) по характеристикам качества в условиях нечеткости проектных данных по стадиям жизненного цикла проекта. Для решения этой задачи рассмотрен алгоритмический подход, основанный на использовании современных методов автоматической классификации и нечеткого кластерного анализа [1-5]. В рамках данного направления разработанные методы и алгоритмы приобретают при практической классификации РПП новое содержание, обусловленное научными исследованиями по теории возможностей. В основе данной теории лежит нечетко-возможностная интерпретация неопределенности, что хорошо согласуется с исходными установками методологии анализа данных по РПП [1-5].

Необходимые методические рекомендации по выбору метода нечеткого решения задачи автоматической классификации РПП сформулированы здесь исходя из целей классификации и имеющихся содержательных установок о компактности выделяемых групп РПП по характеристикам и важности рисков для этапа мониторинга РПП [3-8].

1) если число рисков исследуемой совокупности достаточно велико и на множестве рисков оказывается возможным определить нечеткое

подмножество рисков, то следует обосновать выбор необходимой метрики классификации и использовать алгоритм Гитмана –Левина;

2) если целью классификации является предварительный анализ исследуемой совокупности рисков программного проекта, в процессе которого требуется получить разбиение множества рисков проекта на заданное число четких классов рисков, то следует использовать алгоритм Тамуры - Хигути - Танаки;

3) если допускается пересечение нечетких кластеров, а также имеются предположения о минимальном числе объектов (рисков) в каждом нечетком кластере, то следует обосновать выбор порога классификации и использовать алгоритм Кутюрье - Фьолео;

4) если число элементов множества рисков программного проекта сравнительно невелико, а также существуют предположения о сложной форме кластеров и требуется визуальное представление результатов классификации, то следует выбрать алгоритм классификации на нечетких графах Берштейна - Дзюбы;

5) если все риски проекта должны быть классифицированы т.е. распределены по нечетким кластерам и количество формируемых кластеров неизвестно то следует выбрать горный алгоритм Ягера – Филева;

б) если же для решения задачи классификации рисков проекта выбрано оптимизационное направление, то главной проблемой оказывается обоснование вида функционала. Поскольку выбор функционала определяется, помимо формы матрицы исходных данных и вида шкалы, в которой измерены признаки, и типа признакового пространства, также спецификой конкретной задачи, то при выборе функционала качества разбиения целесообразно учитывать содержательную интерпретацию функционала [3-7].

С учетом разработанных методических рекомендаций, одним из рациональных методов решения поставленной задачи нечеткой кластеризации РПП обосновано алгоритмическое обеспечение процесса анализа рисков качества проекта программных средств в условиях нечеткости в формате ресурсов метода нечетких s -средних [3-7].

Библиографический список

1. Белман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976. – С. 172-215.

2. Корячко В.П., Таганов А.И. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Научно-технический журнал «Известия Белорусской инженерной академии». Выпуск 1(17)/4, 2004. - С. 168-179.

3. Таганов Р.А., Таганов А.И. Метод нечеткой кластеризации рисков для формализации анализа рисков программного проекта // Материалы III Международного научно-практического семинара «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте». - Коломна, 2005.

4. Демидова Л.А., Кираковский В.В., Коняева Е.И. Классификация объектов жилого фонда на основе FCM-алгоритма и генетического алгоритма // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем:

межвуз. сб. науч. тр. / под ред. А.Н. Пылькина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008.

5. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. № 1. – Рязань, 2010. – С. 77-82.

6. Таганов А.И. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости. Монография. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 224 с.

7. Цыцына М.И., Таганов А.И. Разработка средств автоматической классификации рисков качества программного проекта методами нечеткой кластеризации // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2023. Сборник трудов VI Международного научно-технического форума. В 10-ти томах. Под общей редакцией О.В. Миловзорова. – Рязань, 2023. – С. 35-42.

8. Taganov, A.I., Kolesenkov, A.N., Perepelkin, D.A., Zhuravlev, D.S. Management of educational risk on the basis of data mining in GIS // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017. – С. 577-580.

Содержание

Секция 5

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

И.А. Андрианов, Д.В. Донцов	3
ИССЛЕДОВАНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ САПР ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ТРАССИРОВКЕ ПЕЧАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	
Д.А. Венчиков	4
ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ДЛЯ СЕРВИСА ПОДБОРА ПОПУТЧИКОВ	
А.С. Ениватов	6
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	
Д.В. Замешаев, С.В. Скворцов	7
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЗАВИСИМЫХ ПУТЕЙ И ВХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРУКТУРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММ	
А.М. Зотов	9
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КОНТЕНТА	
М.А. Иванчикова	10
ЗАДАЧА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В МУЛЬТИПРОВАЙДЕРНЫХ ОБЛАЧНЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ	
М.А. Иванчикова	12
СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПОДБОРУ ПЕРСОНАЛА	
С.Р. Кабочкин	14
ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРОВ	
Е.А. Клименцова	15
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	
М.А. Комарова, Д.С. Венчикова	17
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЛАДЕЛЬЦА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА	
Д.С. Коротков	18
ПОДХОДЫ К ВЫЯВЛЕНИЮ АНОМАЛЬНЫХ ДАННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ИНДУСТРИИ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
М.С. Кошелева, В.И. Орешков	19
ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНОГО ВНЕШНЕГО ОКРУЖЕНИЯ	
М.С. Кошелева, Ю.М. Тобратов	21
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ	
Н.А. Кузнецов, С.В. Скворцов	23
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КОДОВОЙ ТАБЛИЦЫ ПО АЛГОРИТМУ ХАФФМАНА	
Д.Ю. Логинов	25
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКИХ ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ	

А.Д. Махнёв	26
ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СКОРИНГОВЫХ МОДЕЛЕЙ	
Т.А. Миниахметов	27
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	
Н.М. Нижегородцев	28
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ UML-ДИАГРАММ ПО ТЕКСТОВОМУ ОПИСАНИЮ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	
Н.М. Нижегородцев	30
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭТАПЕ АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИС	
О.И. Никитов	31
ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ЗАДАНИЙ НА ТЕСТИРОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	
Н.Д. Пантюхин	33
ПЕРВИЧНАЯ ДИАГНОСТИКА ПАЦИЕНТА ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	
М.И. Пасынков	34
ОТСЛЕЖИВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ ИГРОКОВ НА ВИДЕОЗАПИСИ ИГРЫ В ВОЛЕЙБОЛ	
Д.А. Перепелкин, К.В. Анисимов	36
ВИЗУАЛЬНАЯ СРЕДА УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТЬЮ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	
И.В. Печенин, А.Н. Сапрыкин	38
ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ	
И.М. Пузанов	39
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ	
С.В. Редько	41
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОГГЕРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВ	
А.Н. Сапрыкин, Т.С. Васильева	43
КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	
А.Н. Сапрыкин, А.А. Храмова	44
КЛАССИФИКАЦИЯ И ФУНКЦИОНАЛ СОВРЕМЕННЫХ ЧАТ-БОТОВ	
А.О. Сапрыкина	46
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВ МУТАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ	
М.Н. Сараев	47
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ MATLAB ДЛЯ АНАЛИЗА АУДИОДАННЫХ	
И.С. Трофимов	49
РЕВОЛЮЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА «GRAALVM» ИЛИ JAVA СО СКОРОСТЬЮ СВЕТА	
С.В. Чернышёв	50
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	
А.Д. Шевырева, М.И. Иваев	52
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ChatGPT ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	

Секция 6 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

Д.В. Аникеев, Е.М. Федотов	54
РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БИЛЛИНГА КОММУНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ЖИЛИЩНЫХ УСЛУГ	
А.М. Асиненко	56
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОНОГРАММ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТЕГАНОФОНИИ	
Е.И. Бавбель, Е.В. Коляда, А.А. Бородич	57
ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	
Е.И. Бавбель, А.А. Бородич, Е.В. Коляда	60
ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ БПЛА С ПОВЫШЕННОЙ ВЫНОСЛИВОСТЬЮ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ	
А.Ю. Баранов	63
ОБЗОР РЕШЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Е.В. Бегляк, Е.А. Лещенко	64
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СЕГМЕНТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Е.В. Бегляк, Е.А. Лещенко, А.В. Луцкий	66
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ	
Л.С. Бращина	68
МЕТОДЫ ФРОНТЕНД-РАЗРАБОТКИ В СЛОЖНЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ	
Ю.А. Булгаков	70
СЛОЖНЫЕ ДИСКРЕТНЫЕ ОТСЧЕТЫ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ	
Я.В. Воробьев	71
МЕХАНИЗМ SECURE ATTENTION SEQUENCE В ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ WINDOWS 10	
Г.А. Габриелян	72
ПОДХОДЫ К СТРУКТУРИРОВАННОМУ ОПИСАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СЕМАНТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	
А.Д. Денскевич	74
ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	
Д.В. Драничкин	75
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДБОРА ПИТАНИЯ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ	
М.Ю. Дударев, О.В. Дударева, А.Н. Морозова	77
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ	

М.Ю. Дударев, О.В. Дударева, А.Н. Морозова ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДЕОАНАЛИТИКИ В СИСТЕМАХ УЧЕТА ПРОДАЖ	79
И.А. Евдокимова, И.В. Андриалович, Д.В. Лихачевский ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»	81
И.А. Евдокимова, И.В. Андриалович, Д.В. Лихачевский СИСТЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»	83
Е.Р. Евтушенко МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	85
А.В. Жалыбина РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СМАРТ-ТУРИЗМА И ИННОВАЦИОННЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ: АНАЛИЗ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	87
С.Ю. Заикин ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВЫХ КОЛЛЕКЦИЙ	88
М.С. Калинов ПРОБЛЕМА ОБРАБОТКИ ЭФФЕКТА ПАРАЛЛАКСА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАНОРАМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	89
Д.В. Королев АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	90
М.С. Кошелева, А.Н. Сапрыкин GERT-СЕТИ: ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	91
К.А. Краснов ОБЗОР МЕТРИК ПОСЕЩАЕМОСТИ И БИЗНЕС-ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОММУНАЛЬНОГО БИЛЛИНГА	94
М.Г. Кузнецов ЭФФЕКТИВНОЕ И НАДЕЖНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ В SAMUNDA BPMN	95
В.И. Ларионов ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФОЛИО	96
Н.К. Ле МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ИСКАЖЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАПСУЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	98
А.В. Луцкий, А.В. Абрамчук ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ СХЕМЫ	99
А.А. Лучкина РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	102
Е.О. Макаровская, Л.В. Ханджян, Ю.А. Заяц ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ПОИСКА ОБЪЕКТОВ ПО ЗАДАНЫМ ПАРАМЕТРАМ	104

Т.А. Мигалевич	105
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НЕРЕГУЛЯРНЫХ РЕЙСОВ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ ГРУЗОВОЙ АВИАКОМПАНИИ	
Т.А. Мигалевич	106
СЕБЕСТОИМОСТЬ РЕЙСА ГРУЗОВОЙ АВИАКОМПАНИИ И ЕЁ АВТОМАТИЗАЦИЯ	
А.А. Митрошин, А.С. Степченко	107
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРИСУТСТВИЯ СОТРУДНИКОВ В ОРГАНИЗАЦИИ	
Н.А. Морошкин	108
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ АРХИТЕКТУР НЕЙРОСЕТЕЙ	
И.С. Москалев, А.Ю. Выжигин	111
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ТЕКСТОВОЙ АНАЛИТИКИ И ПРАКТИК OSINT В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	
Д.В. Низовцов	112
ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИМ ОБЩЕЖИТИЕМ	
С.А. Новиков	113
МНОГОКАНАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ	
Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев	114
РАЗРАБОТКА MESH-СЕТИ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	
И.С. Пономарёв, И.В. Свиржевский, М.А. Крень	116
ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И РЕЖИМОВ ИЭТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ	
И.С. Пономарёв, М.А. Крень, И.В. Свиржевский	119
ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ	
С.А. Попов	122
ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ	
В.Ю. Тарасова	124
ВИЗУАЛЬНЫЙ ПОИСК ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СХОЖИМ СОДЕРЖАНИЕМ	
В.В. Тишкина, М.Е. Очкина	125
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАКУПОК НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
В.В. Тишкина, Р.В. Ефремов	128
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
М.Н. Ужегова	130
ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ДЕБЕТОВЫМ КАРТАМ	

Секция 7

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

В.С. Астапов	132
АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛИ	

О.Н. Буркина	133
АЛГОРИТМ ПОДСТРОЙКИ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ ВИДЕОДАТЧИКА	
М.С. Глазов	134
ДВИЖЕНИЕ НАПЛАНЕТНЫХ РОБОТОВ БЕЗ ЛИДЕРА И С УЧЕТОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ПЕРИМЕТРУ ОБЪЕКТА ИНТЕРЕСА	
С.В. Головин, В.С. Семилетов	135
ВИДЕО СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ	
В.Ю. Ерохин	136
УСЛОВИЯ УВЕРЕННОГО ПРИЕМА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	
П.Е. Жгутов	137
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСФЕРНОГО ОБУЧЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ КЛАССИФИКАЦИИ В АРХИТЕКТУРЕ YOLO	
В.С. Капитанский, В.А. Баранов	139
СОВМЕСТНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ РЛС И ОЭС	
Е.С. Кожина	141
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОЧНОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ КООРДИНАТ ОТ ФАКТИЧЕСКОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПОРНЫХ УЧАСТКОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ	
А.К. Коровченко	143
МЕТОД КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	
Д.С. Масальский	144
ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА В ЗАДАЧЕ НАСТРОЙКИ ЭЛЕКТРОННОГО КАНАЛА ФОТОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА	
М.Д. Провинтьев	145
МЕТОД КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ПРАВИЛ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ КОМПРЕССИИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
В.А. Савин	146
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ	
Р.Е. Селиверстов	148
АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДЕТАЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ	
А.О. Смирнов, А.А. Тришаков, О.А. Белоусов, М.М. Кирюпин	150
МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ СВЕРТОЧНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ КОМПЛЕКСОМ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛЫХ БАС	
М.Д. Соколовский	152
СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОТЕРЯМИ ПРИ ПОМОЩИ ФРАКТАЛОВ	
А.Л. Шаров, А.М. Никитин	154
АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТОМ ВИБРОИСПЫТАНИЙ	

Секция 8

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Абрамкин	156
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ	

С.Д. Антонушкина	157
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИИ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММ АНАЛИЗА РЕЗКИХ КРАЕВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КА ДЗЗ	
В.А. Еремеев	158
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИСКАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ОБРАБОТКИ СРЕДСТВАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Д.А. Кузнецов	160
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АНИМАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ	
С.А. Ларюков	161
НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ НА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ LANDSAT-8/9	
В.В. Назарцев	162
СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К СЖАТИЮ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ	
В.А. Овчинников	164
РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ ВЫПОЛНЕНИЯ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ CUDA	
Н.А. Райков	166
ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАБОТКИ ТРЁХМЕРНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	
А.С. Рыжиков	167
АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОКОДИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ	
А.В. Соловьев	169
ИМИТАЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ И СТРУКТУРНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ	
А.В. Соловьев	170
СПОСОБЫ ЗАПУСКА WINDOWS-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЭВМ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ASTRA LINUX	
Н.А. Шапошников	171
АЛГОРИТМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ	

Секция 9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.И. Агафонов	173
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ МИКРОСХЕМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	

Ал-Хафаджи Исра, М. Абдаламир, Висам Ч. Алисави, Х.А. Джураев	175
МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА В СОЗДАНИИ УЛУЧШЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫМИ АВТОНОМНЫМИ РОБОТАМИ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ	
Д.В. Анисимов	177
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ 1С	
А.Н. Беликов, Д.Г. Рыбаков	178
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ	
Д.В. Белоусов	179
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ЧПУ	
Е.А. Благодаров	181
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ НАТЕКАНИЯ СТРУИ РАСПЛАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ	
И.С. Борисов, И.С. Трофимов	183
СОВРЕМЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
А.С. Епифанов	184
ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ЯЗЫКЕ PYTHON В ПРОГРАММАХ НА ЯЗЫКЕ C++	
А.С. Епифанов	185
РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ДВУМЕРНЫХ КОДОВ НА БАЗЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ	
Е.С. Зайцев, А.Н. Сапрыкин	186
АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ ТРАНСЛЯТОРА С ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ НА ЯЗЫК ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТУРЫ VHDL	
Н.В. Калинин	187
ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПЛИС НА КОМПЬЮТЕР	
Н.В. Калинин	188
СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ЧТЕНИЯ ОДНОМЕРНОГО КОДА GS-128	
О.А. Куликов	189
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ РАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	
Д.В. Люлява, Н.А. Дуксин, И.И. Дуксина	191
ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНВЕЙЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	
А.М. Морозкин, М.В. Ленков	192
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА КОРПУСНЫХ ИЗДЕЛИЙ	
А.Е. Немцев	194
SQL И NOSQL БАЗЫ ДАННЫХ: СРАВНЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
А.Е. Немцев	196
ИННОВАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ САТВООСТ	
Д.А. Перепелкин, В.Ю. Ликучёв	197
АЛГОРИТМЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ	

Д.А. Перепелкин, Г.А. Завалишин	199
В РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАБОТЫ С БУФЕРОМ ПАМЯТИ НА SoC	
Г.А. Попов, М.В. Ленков	201
СОВРЕМЕННЫЕ САПР ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА EDGESAM И SPRUTSAM	
С.М. Попов	202
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ БЛОКОВ ИЗДЕЛИЯ	
Ю.С. Прохоров	205
ОБЪЕКТНЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО ПРОДУКТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДИСКРЕТНОГО ТИПА ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ	
С.С. Румянцев	207
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ	
А.С. Рыжков	208
МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В СКЛАДСКИХ СИСТЕМАХ	

Секция 10

КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Аксенов	210
ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	
Д.А. Борзых, Н.В. Елатников, С.В. Спицын	211
ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ	
Н.В. Климчук	214
РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ РЭС	
Н.В. Куликов, А.И. Таганов, А.Р. Зайцев	215
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Т.Д. Лыу	217
ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ	
Д.Х. Нгуен	219
АНАЛИЗ И МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОММУТИРУЕМЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ УСТРОЙСТВ	
М.С. Поборуева, О.А. Бодров	221
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	
А.И. Таганов, М.И. Цыцына	222
АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ НЕЧЕТКОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ РИСКОВ ПРОЕКТА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ КАЧЕСТВА	
М.И. Цыцына	224
АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ РИСКОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОГО КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА	

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2023**

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

Материалы конференции

Том 2

Компьютерная верстка и дизайн:
Бакулев А.В., Бакулева М.А., Кошелева М.С.

Подписано в печать 12.11.23 Формат 60x84/16
Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 13,5.
Тираж 150 экз. Заказ № 1854

Отпечатано в типографии Book Jet
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д.18
Сайт: <http://bookjet.ru>
Почта: info@bookjet.ru
Тел.: +7(4912)-466-151