

ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ — 2024

Материалы XX Международной конференции
студентов, аспирантов и молодых учёных

Красноярск, 15–20 апреля 2024 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2024

Материалы XX Международной конференции
студентов, аспирантов и молодых учёных

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2024

УДК 001.891:004(08)
ББК 72.5я4
П827

Ответственный за сборник: **Брежнев Руслан Владимирович**

П827 Проспект Свободный – 2024: материалы Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / Р. В. Брежнев. (5,5 Мб). – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2024. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7638-5000-0

Представлены научные доклады студентов и молодых учёных, принимавших участие в секциях Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета на конференции «Проспект Свободный – 2024». Доклады посвящены различным тематикам в сфере информационных технологий.

Предназначены для студентов различных направлений и специальностей, аспирантов, научных работников и преподавателей.

УДК 001.891:004(08)
ББК 72.5я4

© Сибирский федеральный
университет, 2024

Электронное учебное издание

Подготовлено к публикации Издательством
Библиотечно-издательского комплекса

Подписано в свет 20.06.2024. Заказ № 22 114
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Библиотечно-издательский комплекс
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел.: (391) 206-26-16; <http://rio.sfu-kras.ru>
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»	9
А. С. Балькина ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧАЮЩЕГО КУРСА ПО НАЗВАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОГО ПЛАНА	9
И. А. Карпов КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	12
В. Р. Никитин СЕКВЕНЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ.....	15
Н. Е. Яковлев О ГРАНИЦАХ СУЩЕСТВОВАНИЯ КОДОВ С МАКСИМАЛЬНО ДОСТИЖИМЫМ РАССТОЯНИЕМ	18
Т. И. Яковлева ПОСТРОЕНИЕ ИНВАРИАНТНЫХ КУБАТУРНЫХ ФОРМУЛ ПЯТОЙ СТЕПЕНИ ТОЧНОСТИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОРА	21
СЕКЦИЯ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»	24
С. М. Горбунов ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С СУРРОГАТНЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ.....	24
Е. С. Гузнова МОНИТОРИНГ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	27
Е. В. Дашиева СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ БУСТИНГА НА ПРИМЕРЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИАБЕТА	29
В. В. Едреев МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ АРХИТЕКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	32
Е. А. Ефимов РЕИНЖИНИРИНГ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СКЛАДСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ЛИФТОВОГО ТИПА	35

С. С. Замыслова, М. А. Едунова РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ..	38
М. О. Кузнецов МОДИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ С СДМ ИКИТ.....	42
В. Н. Мымликов ОПТИМИЗАЦИЯ РЕНДЕР КОНВЕЙЕРА.....	45
П. А. Осипов, А. В. Хоркуш, С. Г. Скворцов ПРИМЕНЕНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОПУСКОВ В ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	48
Н. В. Романов СИСТЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ САПР С СИСТЕМАМИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	52
А. С. Сазонов АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ.....	55
М. А. Салимов МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	58
С. Г. Скворцов, А. В. Хоркуш, П. А. Осипов РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА ПО ДАННЫМ ДЗЗ	61
Н. С. Спиридонов РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЦЕХОВОГО УРОВНЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВ ДИСКРЕТНОГО ТИПА.....	64
М. М. Фарафонов ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	68
А. В. Хоркуш, С. Г. Скворцов, П. А. Осипов РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ	71

И. В. Чемидов РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	74
Д. М. Шаход ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ.....	77
А. А. Шумачков ОБЗОР ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА МРТ СНИМКАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	81
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА».	84
А. В. Зазнобина, И. А. Заболотский ПОДСИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	84
С. А. Картушинский ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОЙ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ПЛАТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕВОЙ МАШИНЫ.....	88
В. А. Никонов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕНСОРНОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АДАПТИВНОГО НЕЙРОНАБЛЮДАТЕЛЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УПРАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛОВ	91
А. А. Свистунов ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ЛОГИРОВАНИЯ В АГРЕГАТОРЕ СТРАХОВЫХ ПРОДУКТОВ.....	94
А. Д. Шубин JUST-IN-TIME КОМПИЛЯЦИЯ КОДА WEBASSEMBLY.....	96
М. М. Байгин МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ: ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	99
Д. М. Дудинков МОДУЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПОТОКОВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ	102

К. А. Оникиенко МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЛОВ ТЕХНИЧЕСКОГО АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА	105
М. Е. Грищенко ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГЛУБИН ПО СТЕРЕОПАРЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	107
Д. Б. Забузанов СИСТЕМА ПРИОРИТИЗАЦИИ ТРАФИКА СПУТНИКОВОЙ СЕТИ...110	
А. А. Погосян ИНФРАСТРУКТУРА СТУДЕНЧЕСКОГО КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО. РАЗВЕРТЫВАНИЕ/СОЗДАНИЕ СЕРВЕРА ХРАНЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ	113
Д. О. Непомнящий МЕТОД ПОДАВЛЕНИЯ РЕВЕРБЕРАЦИОННЫХ ПОМЕХ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО ФИЛЬТРА	116
С. А. Котов, Аль-Сагир Мохаммед Муанис Исмаил МЕТОД И НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТОВ ПОЛИПРАГМАЗИИ	119
М. О. Пряхин МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОБРАЩЕНИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	122
П. С. Соин АНАЛИЗАТОР БИРЖИ	125
Е. А. Липатов СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ СИМПТОМА ЗАМИРАНИЯ ПОХОДКИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА.....	128
Д. В. Лукьянов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ МАТНСАД ДЛЯ МАКЕТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.....	131
А. А. Козлов АЛГОРИТМ ПРОГРАММНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ШИРОТНО-МОДУЛИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	134

Р. В. Смольков ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОМОЩИ В ОБНАРУЖЕНИИ ПАДЕНИЙ У ЛЮДЕЙ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА.....	138
Д. С. Галкина, П. Д. Неустроев О РАЗРАБОТКЕ ПОДСИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	141
П. Д. Неустроев, Д. С. Галкина О РАЗРАБОТКЕ ПОДСИСТЕМЫ ИНКАПСУЛЯЦИИ ДАННЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ	144
СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ЛИНГВИСТИКА»	147
Е. А. Araslanova, M. S. Berg COMPUTATIONAL LINGUISTICS	147
К. В. Ахмедова, Л. И. Ахмедзянова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ.....	150
A. M. Diakov, A. R. Syrymbetova THE IMAGERY OF THE LANGUAGE OF THE IT SPHERE AND THE REASONS FOR ITS APPLICATION	154
О. В. Зенькович, Н. В. Ковтун НЕЙРОЧИПЫ: НОВЫЙ РУБЕЖ В КОММУНИКАЦИИ.....	157
А. А. Казанцев АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА	160
М. Н. Карыбеков CHATBOTS FOR MENTAL HEALTH SUPPORT.....	163
В. В. Назарова К ВОПРОСУ О ПОВЕСТВОВАНИИ ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА В УЧЕБНОМ ТЕКСТЕ.....	165
А. Д. Новокрещенов, П. В. Самошин АКТУАЛЬНОСТЬ ИГРОВОГО СЛЕНГА В СОВРЕМЕННОЙ КУЛЬТУРЕ	168
А. И. Парфенова ИСКУССТВЕННЫЕ ЯЗЫКИ КАК СПОСОБ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОММУНИКАЦИИ.....	171

К. О. Перянина К ПРОБЛЕМЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРИЛАГАТЕЛЬНЫХ В СОВРЕМЕННОМ НАУЧНОМ ТЕКСТЕ ПО ИТ	174
А. В. Шарова RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION (RAG) FOR EDUCATIONAL CONTEXT	177
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	180
О. В. Григорьева ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: АКТУАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ.....	180
Е. О. Авдеев, Д. А. Миткеева, О. В. Григорьева РОЛЬ КИБЕРУЧЕНИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	182
Р. С. Шиманович DEERFAKE: ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЛИ УГРОЗА СОВРЕМЕННОМУ ОБЩЕСТВУ?	185

**СЕКЦИЯ
«ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА,
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

УДК 378, 004.8

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧАЮЩЕГО
КУРСА ПО НАЗВАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОГО ПЛАНА**

А. С. Балыкина

**Научный руководитель Р. В. Есин
кандидат педагогических наук, доцент
Сибирский федеральный университет**

Активное использование информационных систем в процессе обучения студентов позволяет отслеживать действия обучающихся в электронной образовательной среде и применять обретенные данные с целью получения новой информации, например, полезной для прогнозирования успешности обучения [1, 2].

Прогнозирование успешности обучения – одна из старейших и наиболее популярных задач анализа образовательных данных. Для получения прогноза используются различные методы машинного обучения, а также предварительно необходимо произвести сбор и обработку данных [3].

Данные собираются благодаря системе управления образовательными электронными курсами Moodle. Система позволяет получить информацию о просмотрах, активных действиях и оценках студентов в электронных курсах. Помимо этих сведений для задачи решения задачи классификации необходимы сведения об итоговой оценке, по дисциплине к которой относится электронный курс, но в системе нет связи между курсами и дисциплинами.

В качестве исходных данных была представлена выгрузка Excel таблиц с данными на каждого студента, который обучался в осеннем и весеннем семестрах 2022/2023 учебного года. Вкладка «Показатели» содержит информацию об активности студентов в электронных курсах, их успеваемости и эффективности. На вкладке «Оценки» указаны результаты промежуточной аттестации по дисциплинам в осеннем и весеннем семестрах 2022/2023 учебного года. Суммарное количество строк за осенний и весенний семестры в листе «Показатели» равно 171823, а в листе «Оценки» – 630271.

Задача состоит в том, чтобы, используя имеющиеся данные о дисциплинах учебного плана и названиях электронных обучающих курсов (ЭОК), произвести соответствие между дисциплинами и электронными курсами.

Поставленная цель выполнена путём предобработки данных таблицы Excel, группировки сведений о названиях дисциплин и электронных курсов по группам и поиска совпадений по словам в названиях дисциплин и электронных курсов тремя различными методами на языке программирования Python.

Сравнение трёх методов сопоставления электронных обучающих курсов и учебных дисциплин.

Перед использованием каждого метода была проведена следующая предобработка данных:

1) названия дисциплин и ЭОК были агрегированы по столбцу «Группа»;

2) столбцы «Дисциплина» и «Е-курс» были приведены к нижнему регистру и очищены от стоп-слов и чисел с помощью библиотеки NLTK.

Все методы, описанные далее, применялись для поиска подходящего ЭОК внутри каждой отдельной учебной группы.

Первый метод представляет из себя написанную вручную функцию `find_course_within_group`, внутри которой используется `Series.str.contains` из библиотеки Pandas [4]. Функция проверяет содержится ли название учебной дисциплины в названии одного из ЭОК группы.

Во втором методе сопоставления использована библиотека `diffli`, созданная для сравнения последовательностей и файлов различных форматов. Из этой библиотеки был взят метод `get_close_matches`, в основе которого лежит алгоритм Ратклиффа/Обершелпа, вычисляющий расстояние между словами по формуле

$$D_{ro} = \frac{2 * K_m}{|s_1| + |s_2|}, \quad (1)$$

где K_m – число совпадающих символов; $|s_1|, |s_2|$ – длины первого и второго слова соответственно.

В результате получаем значение от 0 до 1, где 1 – это полное совпадение для двух заданных строк. Значение параметра `cutoff`, отвечающего за совпадение строк, установим 0,6.

Третий метод реализован при помощи платформы `Hugging Face`, включающей в себя готовые предварительно обученные языковые модели из библиотеки `Transformers`, позволяющей загружать и использовать готовые модели.

Из большого количества моделей для сопоставления текста была выбрана модель `sentence-transformers/paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2`. Это модель преобразования предложений: она отображает предложения

и абзацы в 384-мерное плотное векторное пространство и может быть использована для таких задач, как кластеризация или семантический поиск.

Сопоставленные дисциплины и электронные курсы, полученные всеми вышеперечисленными методами, предварительно векторизуются, и находится косинусное сходство между столбцами «Дисциплина» и «Найденный курс» по формуле

$$\cos(\theta) = \frac{A * B}{\|A\| * \|B\|}, \quad (2)$$

где A и B – векторы названий дисциплины и курса соответственно.

Общее количество уникальных курсов за осенний и весенний семестры равно 9308. Количество курсов, которые удалось сопоставить с дисциплинами каждым из трёх методов, представлено в таблице.

Таблица

Количество сопоставленных курсов

	Метод № 1	Метод № 2	Метод № 3
Всего	5736 (61,62 %)	8135 (87,40 %)	7145 (76,76 %)
$\cos(\theta) \geq 0,75$	5126 (55,10 %)	6765 (72,68 %)	6382 (68,56 %)
$\cos(\theta) \geq 0,80$	4962 (53,32 %)	5441 (58,46 %)	5457 (58,63 %)
$\cos(\theta) \geq 0,85$	4691 (50,40 %)	5040 (54,15 %)	5046 (54,21 %)

Второй метод показал наилучший результат по общему количеству сопоставленных курсов. Для того чтобы избавиться от лишнего шума, в полученных данных взяли срез по косинусной мере 0,75, 0,8 и 0,85. Метод № 2 имеет лучший результат и для $\cos(\theta) \geq 0,75$, а для значений косинусной меры $\cos(\theta) \geq 0,80$ и $\cos(\theta) \geq 0,85$ методы № 2 и № 3 демонстрируют схожий результат.

Список литературы

1. Кустицкая Т. А., Носков М. В., Вайнштейн Ю. В. Прогнозирование успешности обучения: проблемы и задачи // Наука и школа. 2023. № 4. С. 71–83. DOI 10.31862/1819-463X-2023-4-71-83.
2. Baker R., Siemens G. Educational Data Mining and Learning Analytics [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/316628053_Educational_data_mining_and_learning_analytics [дата обращения: 7.03.2024].
3. Есин Р. В., Кустицкая Т. А., Носков М. В. Прогнозирование успешности обучения по дисциплине на основе универсальных показателей цифрового следа // Информатика и образование. 2023. Т. 38, № 3. С. 31–41. DOI 10.32517/0234-0453-2023-38-3-31-41.
4. Маккини У. Python и анализ данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2020. 540 с.
5. Грас Д. Data Science. Наука о данных с нуля: пер. с англ. 2-е изд., перераб. и доп. СПб: БХВ-Петербург, 2021. 416 с.

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

И. А. Карпов

Научный руководитель С. В. Кириллова
доцент, кандидат технических наук
Сибирский федеральный университет

В работе предложена технология кластерного анализа субъектов Российской Федерации, которая может стать основой для методики разработки адресных мер поддержки от государства с целью развития регионов. Проведен кластерный анализ субъектов РФ по ряду экономических показателей, характеризующих отраслевою направленность регионов. При этом использованы два подхода: кластеризация по методу k -средних (с визуализацией методом t -SNE) и иерархическая кластеризация. Проведен сравнительный анализ полученных результатов кластеризации экономического пространства РФ.

Кластерный анализ представляет собой один из методов многомерного статистического анализа данных, который позволяет выделять некоторые однородные группы объектов по различным параметрам [1]. Спектр применений кластерного анализа очень широк. В экономических исследованиях кластерный анализ позволяет выявлять группы регионов, компаний, или, например, потребителей, которые схожи по определенным характеристикам или поведению.

На сегодняшний день достаточно много научных исследований, где регионы выступают объектами кластеризации по отдельным признакам: инновационное развитие [2–3], качество жизни [4] и др. В данной работе кластерный анализ применялся для определения групп российских регионов со схожими уровнями экономического развития по ряду выбранных показателей.

Кластерный анализ в общем виде сводится к следующим этапам:

1. Отбор и предобработка данных. На этом этапе данные проверяются на наличие пропусков и выбросов. При необходимости производится нормализация переменных. Выбираются признаки, по которым будет производиться кластеризация.

2. Выбор метода кластеризации и соответствующих параметров кластеризации. Здесь, например, выбирается мера различия между двумя объектами, число кластеров (в случае метода k -средних), метод присоединения (в случае иерархической кластеризации) и т. д.

3. Применение выбранного метода кластерного анализа для создания групп сходных объектов (кластеров).

4. Анализ результатов кластеризации и их интерпретация. На этом этапе, после анализа результатов, возможна корректировка параметров

кластеризации или выбор другого метода кластеризации, с целью получения оптимального результата. Также полезно сравнить результаты кластеризации, полученные разными методами.

В работе использована база данных, размещенная на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики и представляющая собой таблицы, которые содержат различные социально-экономические показатели по 85 субъектам Российской Федерации за 2022 год [5]. Для решения задачи кластеризации регионов отобраны 6 показателей, характеризующих экономическое развитие: добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, обеспечение электрической энергией, водоснабжение, растениеводство, животноводство.

Реализация метода k-средних выполнялась на языке Python с использованием библиотеки Sklearn и встроенной в ней функции cluster.KMeans(). Для нахождения оптимального числа кластеров в работе использовались два метода: метод локтя и оценка силуэта [1, 6].

Для визуализации результатов кластеризации регионов РФ методом k-средних применялся метод t-SNE (t-distributed Stochastic Neighbor Embedding) [7]. Метод t-SNE – это метод понижения размерности и визуализации данных, который позволяет сохранить локальные структуры данных. Основная идея заключается в том, чтобы преобразовать исходные данные таким образом, что схожие объекты в исходном пространстве сохраняли свою схожесть и в новом пространстве пониженной размерности.

Реализация иерархической кластеризации осуществлялась с использованием библиотек Scipy и Sklearn. В работе применялись евклидово расстояние и присоединение Уорда [1].

В результате экономическое пространство России разбито на 5 кластеров. На рис. (а, б) представлены карты Российской Федерации, раскрашенные в соответствии с отнесением регионов к тому или иному кластеру. В кластер 0 вошли регионы с невысокими значениями выбранных экономических показателей. В кластер 1 собраны регионы со стабильно более высокими, чем для кластера 0, показателями, но ни по какому из этих показателей у регионов кластера 1 нет абсолютного доминирования. Кластер 2 – это регионы с хорошо развитым растениеводством и животноводством. В кластере 3 собраны регионы с развитой обрабатывающей промышленностью. В кластер 4 вошли регионы-лидеры по добыче полезных ископаемых.

Карты кластеризации, полученные различными подходами, несколько отличаются. Так кластер, интерпретируемый как кластер с наименее развитыми регионами, полученный с помощью иерархической кластеризации, оказался менее многочисленным, чем также интерпретируемый кластер, но полученный с помощью метода k-средних. Кластер с развитым сельским хозяйством, полученный с помощью иерархической кластеризации, имеет более высокие значения показателей по растениеводству и животноводству, чем соответствующий кластер, полученный с помощью метода k-средних. Кластеры, являющиеся лидерами в добыче полезных иско-

паемых и в обрабатывающем производстве, двумя методами выделены одинаково.

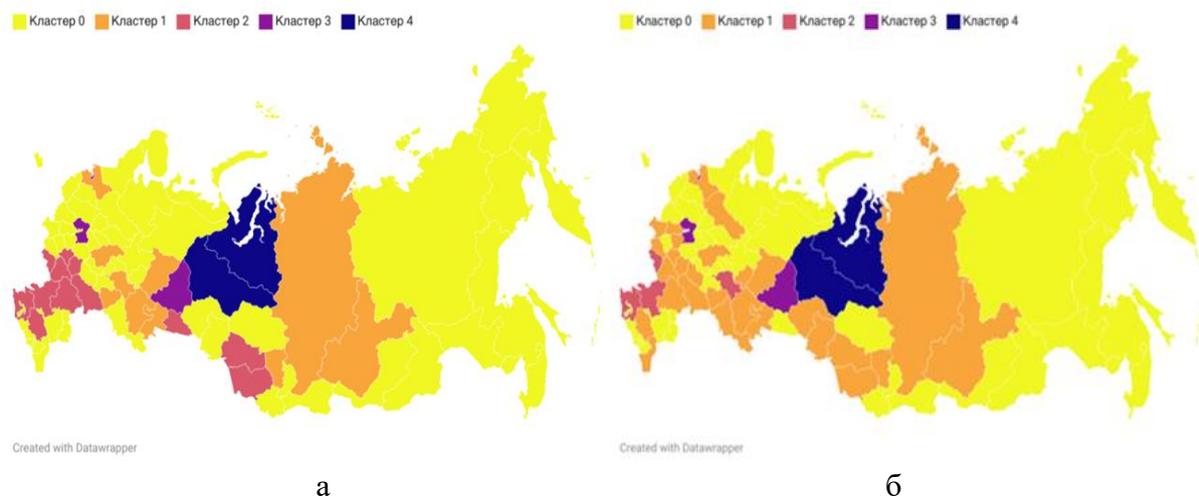


Рис. Кластеризация регионов по уровню экономического развития:
а – методом k -средних; б – иерархической кластеризацией

Выявление подобных кластеров может стать основой разработки дифференцированных и адресных мер поддержки от государства, так как полученные результаты позволяют более глубоко и системно рассмотреть особенности регионального развития в России.

Список литературы

1. Гитис Л. Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. – М.: Горная книга (МГГУ), 2003. 157 с.
2. Golova I. M., Sukhovey A. F. Differentiation of innovative development strategies considering specific characteristics of the Russian regions // *Economy of Region*. 2019. Vol. 15. P. 1294–1308. DOI: 10.17059/2019-4-25
3. Шамрай-Курбатова Л. В., Леденева М. В. Кластерный анализ субъектов РФ по уровню инновационной активности // *Бизнес. Образование. Право*. 2021. № 1 (54). С. 88–97.
4. Локосов В. В., Рюмина Е. В., Ульянов В. В. Кластеризация регионов России по показателям качества жизни и качества населения // *Народонаселение*. 2019. Т. 22, № 4. С. 4–17.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. М., 2022. 1122 с. <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>
6. Ketova K. V., Kasatkina E. V., Vavilova D. D. Clustering of regions of the Russian Federation according to the level of socio-economic development using machine learning methods // *Economic and social changes: facts, trends, forecast*. 2021. Vol. 14, № 6. P. 70–85. DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.4
7. Van der Maaten L. J. P., Hinton G. E. Visualizing Data Using t-SNE // *Journal of Machine Learning Research*. 2008. Vol. 9. P. 2579–2605.

СЕКВЕНЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ

В. Р. Никитин

Научный руководитель Т. А. Кустицкая
кандидат физико-математических наук, доцент
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Секвенциальный анализ – это раздел интеллектуального анализа данных, основной задачей которого является выявление скрытых закономерностей в больших массивах данных, имеющих последовательную структуру. Это направление является сравнительно новой областью науки о данных: оно начало развиваться лишь в середине 1990-х годов [1], однако разработанные методы и алгоритмы уже находят свое применение в самых разных областях: в компьютерной безопасности для анализа поведения вредоносного ПО [1], демографии и социологии, и даже для определения оптимальной расстановки продуктов по полкам магазина [2].

Основной целью данной работы было установить применим ли анализ последовательностей к изучению поведения клиентов торговой сети путем непосредственного выделения паттернов в покупках постоянных клиентов. В исследовании была использована база данных, предоставленная торговой компанией ООО «Командор-холдинг». Она содержит анонимизированные данные о покупках, совершенных покупателями, авторизованными в программе лояльности «Копилка», в магазинах сети «Аллея» в период с сентября 2022 года по август 2023 года. Предоставленная база данных содержит следующие поля: ID чека, дата, товар, сумма, магазин, ID покупателя. Также в нашем распоряжении структура каталога товаров и информация о постоянных клиентах. Всего база данных содержит около 120 млн записей о купленных товарах. Размер набора данных около 19 Гб.

Для достижения цели нужно было привести данные к наиболее удобной форме, далее разработать алгоритм выявления последовательностей, после ввести метрику информативности полученного паттерна и проанализировать полученные результаты.

На этапе предобработки данных из всех покупок были оставлены только покупки, совершенные постоянными клиентами за последовательные 3 месяца, были отброшены из рассмотрения товары, принадлежащие неинформативным категориям (например, упаковка для товаров), а также покупки, совершенные оптовыми клиентами. После весь набор данных был сгруппирован по полю, содержащему ID карты лояльности, а ID всех купленных товаров были добавлены в массивы, разбитые по дням. Такая структура данных является наиболее удобной в контексте поставленной задачи. Таким образом, каждому клиенту соответствует массив из хроноло-

гически упорядоченных наборов его покупок: $D = [\{\text{Product}_{11}, \dots, \text{Product}_{1k}\}, \dots, \{\text{Product}_{n1}, \dots, \text{Product}_{nk}\}]$, где n – порядковый номер чека, k – номер продукта в чеке.

```

LoyaltyID  CloseDate
497.0      2023-02-02  [71EE8B7F-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 7805C9E...
          2023-02-08  [71EE8B9A-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 861ACDB...
          2023-02-22  [7805C9EA-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 7805C9E...
          2023-03-07  [71EE8BA8-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 71EE8B7...
          2023-03-18  [A271FC7D-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 7805C9F...
          ...
911942818.0 2023-04-17  [71EE8B2C-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 71EE8B8...
          2023-04-20  [7805CAC0-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 7805CB0...
          2023-04-21  [7805CA70-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 71EE8AF...
          2023-04-28  [8D3D3A27-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 8D3D3A1...
          2023-04-29  [861ACE06-0A4F-11E8-8901-005056C00008, 7805CA7...
Name: ParentArticleGroupID, Length: 438773, dtype: object

```

Рис. 1. Структура данных после обработки

В рамках нашей задачи последовательность – это пара непустых множеств одновременно встречающихся товаров [3]. Опишем алгоритм поиска последовательностей: выберем одного покупателя, сделавшего n покупок. Рассмотрим товары, находящиеся в k -ом и $(k+1)$ -ом чеке, получим пару множеств вида $\langle \{a, b, \dots\}, \{c, d, \dots\} \rangle$. Всего таких пар $n-1$, обозначим их за D . Из этих пар множеств нам необходимо найти закономерные паттерны: мы можем найти частоты всех элементов, отобрать только те, которые прошли некоторый порог, составить из них комбинации и оценить, насколько значимыми последовательностями они являются. В качестве такой меры будем использовать поддержку [1]. Пусть найдена пара подмножеств $X = [\{a, b\}, \{c\}]$, обозначим за D_x все пары из D , содержащие X , D_x принадлежит D , в условиях задачи определим ее поддержку как:

$$support(X) = \frac{|D_x|}{|D|}.$$

Подавая на вход алгоритма все последовательности покупок, мы должны получить пары подмножеств, которые имеют поддержку больше заданной.

Описанный алгоритм зависит от таких параметров, как пороговое значение частоты для включения товара в перечень, из которого формируются все возможные последовательности, минимальная поддержка, а также размерность рассматриваемых последовательностей. Для анализа полученного результата работы алгоритма необходимо ввести метрику информативности найденного множества последовательностей. Находя максимум такой метрики, будем искать оптимальные гиперпараметры алгоритма. Такая метрика должна достигать максимума при нахождении достаточно длинных последовательностей, состоящих из разнообразных элементов, имеющих высокую поддержку, что для нас важно. Таким требованиям соответствует метрика:

$$info(\{X_i\}_{i=1}^n) = \sum_{i=0}^n |X_i| * support(X_i) * unique(\{X_i\}_{i=1}^n),$$

где $\{X_i\}$ – множество паттернов; $|X_i|$ – длина i -ого паттерна; $\text{unique}(\{X_i\})$ – количество уникальных элементов.

Используя такой алгоритм, нам удалось выявить индивидуальные паттерны поведения клиентов. Для нас важно, что сам подход позволяет выявить полезную информацию, однако изложенный выше алгоритм работает по принципу полного перебора, что не самым лучшим образом сказывается на времени выполнения.

```
Последовательность [['МОЛОКО ПАСТЕРИЗОВАННОЕ', 'ЦИТРУСОВЫЕ'], ['МОРЕПРОДУКТЫ СМ']] имеет поддержку: 0.121
Последовательность [['МОЛОКО ПАСТЕРИЗОВАННОЕ', 'СПЕЦИИ'], ['СПЕЦИИ']] имеет поддержку: 0.152
Последовательность [['МОЛОКО ПАСТЕРИЗОВАННОЕ', 'ЯЙЦО КУРИНОЕ'], ['СПЕЦИИ']] имеет поддержку: 0.121
Последовательность [['ЦИТРУСОВЫЕ', 'ПРИПРАВЫ И СПЕЦИИ'], ['КЕФИР']] имеет поддержку: 0.121
Последовательность [['ЦИТРУСОВЫЕ', 'САХАР'], ['МОЛОКО ПАСТЕРИЗОВАННОЕ']] имеет поддержку: 0.152
Последовательность [['ЦИТРУСОВЫЕ', 'СМЕТАНА'], ['МОЛОКО ПАСТЕРИЗОВАННОЕ']] имеет поддержку: 0.121
Последовательность [['СПЕЦИИ', 'САХАР'], ['МОЛОКО ПАСТЕРИЗОВАННОЕ']] имеет поддержку: 0.121
```

Рис. 2. Найденные последовательности в транзакции покупателя

Таким образом, техники секвенциального анализа – это мощный инструмент поиска неочевидных закономерностей, и применимы во многих сферах деятельности, в частности к анализу привычек и паттернов поведения постоянных покупателей. Ожидается, что выявленные последовательности могут быть использованы для формирования индивидуального списка рекомендованных к покупке товаров. Дальнейшая работа будет направлена на оптимизацию алгоритма и проектирования рекомендательной системы для формирования индивидуальных предложений каждому клиенту, используя информацию, получаемую за счет анализа последовательностей в транзакциях.

Список литературы

1. Alessio Bechini «From basic approaches to novel challenges and applications in Sequential Pattern Mining» / Alessio Bechini, Alessandro Bondielli, Pietro Dell’Oglio, Francesco Marcelloni // aimspress.com: [сайт] – URL: <https://www.aimspress.com/article/id/63e21839ba35de2c6e2b0152> (дата обращения: 14.02.2024).

2. George Aloysius «An approach to products placement in supermarkets using PrefixSpan algorithm» / George Aloysius, D. Binu // sciencedirect.com: [сайт] – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157812000353?via%3Dihub> (дата обращения: 16.02.2024).

3. Youxi Wu «NetNCSP: Nonoverlapping closed sequential pattern mining» / Youxi Wu, Changrui Zhu, Yan Li, Lei Guo, Xindong Wu // sciencedirect.com: [сайт] – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705120301945> (дата обращения: 15.02.2024).

О ГРАНИЦАХ СУЩЕСТВОВАНИЯ КОДОВ С МАКСИМАЛЬНО ДОСТИЖИМЫМ РАССТОЯНИЕМ

Н. Е. Яковлев

Научный руководитель С. Г. Колесников
доктор физико-математических наук, профессор
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Обозначим через V линейное пространство размерности n над конечным полем $GF(q)$ из q элементов, а через $||x||$ – количество ненулевых координат вектора $x \in V$.

Определение 1. *Линейным алгебраическим кодом с параметрами $[n, k, d]_q$ называется линейное подпространство U размерности k линейного пространства V с минимальным расстоянием*

$$d = \min_{x \in U \setminus \{0\}} ||x||.$$

Неравенство Синглтона утверждает, что для всех линейных алгебраических кодов справедливо следующее неравенство:

$$d + k \leq n + 1.$$

Определение 2. *Код, для которого неравенство Синглтона обращается в равенство, называется МДР-кодом.*

Очевидно, что код с параметрами $[n, 1, n]_q$ всегда существует. С другой стороны (см, например, [1]), при $2 \leq k < q$ уже продолжительное время остается недоказанной следующая

Гипотеза 1. *При нечетном q , а также при четном q , если $q \neq 3$, $q - 1$ не существует кода с параметрами $[q + 2, k, q + 3 - k]_q$; при четном q и $k = 3$; $q - 1$ не существует кода с параметрами $\left[\begin{matrix} q + 3, k, \\ q + 4 - k \end{matrix} \right]_q$.*

Там же в [1] и [2] можно найти обзор результатов по этой гипотезе. В настоящей работе предложено простое доказательство гипотезы для нечетного поля и размерности кода 3.

Рассмотрим два автоморфизма пространства V :

$$\Psi_\sigma: (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow (x_{\sigma(1)}, x_{\sigma(2)}, \dots, x_{\sigma(n)}), \quad \sigma \in S_n;$$

$$\Theta_{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n}: (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow (\alpha_1 x_1, \alpha_2 x_2, \dots, \alpha_n x_n), \quad \alpha_i \in GF(q)^*.$$

Множество всевозможных композиций данных отображений образует группу, которую мы обозначим через $J_n(q)$.

Определение 3: *Два кода U и W назовем эквивалентными, если существует отображение $\varphi \in J_n(q)$ такое, что $W = \varphi(U)$.*

Справедлива очевидная

Лемма 1. Коды U и $\varphi(U)$ имеют одинаковые параметры.

Определение 4: Квазиканоническим МДР-кодом называется код W , в котором можно выбрать базис, координатные строки векторов которого образуют матрицу (EB) , где E – единичная матрица, а матрица B имеет следующий вид

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \cdots & b_{k,n-k} \end{pmatrix}_{k \times (n-k)}$$

и удовлетворяет условиям: 1) все элементы каждой строки кроме первой различны; 2) все элементы каждого столбца кроме первого различны; 3) все миноры, начиная с первого порядка, отличны от нуля.

Теорема 1. Всякий МДР-код имеет эквивалентный себе квазиканонический код.

Тем самым задача о существовании кодов с заданными параметрами сводится к нахождению матрицы B с соответствующими размерами и условиями.

Рассмотрим случай $k = 3$. Существование кода параметрами $[q + 2, 3, q]_q$ эквивалентно существованию матрицы:

$$B' = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{q-2} \\ b_1 & b_2 & \cdots & b_{q-2} \end{pmatrix}, \quad a_i, b_i \in GF(q)^*,$$

любой минор которой отличен от нуля. Так как элементы матрицы являются элементами мультипликативной группы поля, которая является циклической порядка $q - 1$, то все они являются степенями некоторого порождающего элемента θ этой циклической группы. Таким образом,

$$B' = \begin{pmatrix} \theta^{\alpha_1} & \theta^{\alpha_2} & \cdots & \theta^{\alpha_{q-2}} \\ \theta^{\beta_1} & \theta^{\beta_2} & \cdots & \theta^{\beta_{q-2}} \end{pmatrix}, \quad \alpha_i, \beta_i \in \{1, 2, \dots, q - 2\}.$$

Существование такой матрицы означает существование перестановки

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \cdots & \alpha_{q-2} \\ \beta_1 & \beta_2 & \cdots & \beta_{q-2} \end{pmatrix}$$

или, что эквивалентно, перестановки

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & \cdots & q - 2 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \cdots & \gamma_{q-2} \end{pmatrix}, \quad \gamma_i \neq i, i = 1, \dots, q - 2,$$

такой, что для любых $i, j, i \neq j$, выполнено условие $i - \gamma_i \not\equiv j - \gamma_j \pmod{q - 1}$.

Положим $d_i = i - \gamma_i, i = 1, \dots, q - 2$. Заметим, что условия, накладываемые на матрицу, эквивалентны тому, что все эти значения образуют всю мультипликативную группу классов вычетов по модулю $q - 1$:

$$\{d_1, \dots, d_{q-2}\} = \{1, 2, \dots, q - 2\}.$$

Просуммируем все эти значения двумя способами:

$$\sum_i d_i = 1 + 2 + \cdots + q - 2 = \frac{(q - 2)(q - 1)}{2} \not\equiv 0 \pmod{q - 1},$$

$$\sum_i d_i = \sum_i i - \gamma_i = \sum_i i - \sum_i \gamma_i = \frac{(q-2)(q-1)}{2} - \frac{(q-2)(q-1)}{2} = 0.$$

Тем самым имеем противоречие. Значит, среди всех значений d_i присутствуют совпадающие. Следовательно, матрицы, которая удовлетворяла бы всем условиям **теоремы 1**, не существует. Стало быть, и не существует кода с параметрами $[q+2, 3, q]_q$ при нечетном q .

Список литературы

1. Влэдуц В. Г., Ногин Д. Ю., Цфасман М. А. Алгеброгеометрические коды. Основные понятия. М. МЦНМО, 2003, 504 с.
2. Колесников С. Г., Полянина О. В., Осипов К. С. Исследование верхних границ существования МДР-кодов // Международная конференция «Алгебра логика и приложения» Красноярск: СФУ, 2016, с. 76.

ПОСТРОЕНИЕ ИНВАРИАНТНЫХ КУБАТУРНЫХ ФОРМУЛ ПЯТОЙ СТЕПЕНИ ТОЧНОСТИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОРА

Т. И. Яковлева

Научный руководитель И. М. Федотова
кандидат физико-математических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В работе решается задача построения инвариантных кубатурных формул вида

$$\frac{1}{4\pi^2 r} \int_T f(x, y, z) dS \cong \sum_{i=1}^N c_i f(x_i, y_i, z_i)$$

5-й степени точности для поверхности тора T :

$$(x^2 + y^2 + z^2 - r^2 - 1)^2 + 4r^2 z^2 - 4r^2 = 0$$

Определение. Формула

$$\int_{\Omega} p(x) f(x) dx \cong \sum_{j=1}^N C_j f(x^{(j)}) \quad (1)$$

называется инвариантной кубатурной формулой относительно G , если область интегрирования Ω и весовая функция $p(x)$ инвариантны относительно G , и совокупность узлов формулы (1) представляет собой объединение G -орбит, при этом узлам одной и той же орбиты сопоставляются одинаковые коэффициенты.

Для построения будем использовать теорему С. Л. Соболева об инвариантных кубатурных формулах в формулировке из [1].

Теорема. Для того чтобы кубатурная формула (1), инвариантная относительно преобразований группы G , была точна для всех функций конечномерного векторного пространства Ψ , инвариантного относительно G , необходимо и достаточно, чтобы она была точна для тех функций из Ψ , которые инвариантны относительно G .

Группа G , порожденная отражениями, переводящими тор в себя, является прямым произведением подгруппы G_1 , порожденной отражениями от плоскости xOy и подгруппы G_2 , порожденной отражениями плоскости xOy : $G = G_1 \times G_2$, тогда базисными формами для G является совокупность базисных форм для G_1 и G_2 . В качестве группы G_2 рассмотрим группу D_2 , она включает в себя отражения относительно осей, тождественное преобразование и поворот на угол 180° .

Инвариантными многочленами для $G = G_1 \times D_2$ не выше пятой степени являются

$$1, x^2 + y^2, x^2 - y^2, z^2, x^4 + y^4, x^4 - y^4, z^2(x^2 + y^2), z^2(x^2 - y^2), x^2 y^2.$$

В качестве узлов кубатурной формулы возьмем G-орбиты точек

$$\left(\frac{r+1}{\sqrt{2}}, \frac{r+1}{\sqrt{2}}, 0\right), (x_2, 0, z_2), (x_3, 0, z_3), (0, y_4, z_4), (0, y_5, z_5).$$

Число узлов не превышает 20 (нижняя граница числа узлов равна 14). Подставляя инвариантные многочлены в формулу

$$I[u_j] = \sum_{i=1}^N c_i u_j(x_i, y_i, z_i), \quad i = 1, \dots, 9,$$

приходим к следующей системе уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} 4c_1 + 4c_2 + 4c_3 + 4c_4 + 4c_5 = 1, \\ 4c_1(r+1)^2 + 4c_2x_2^2 + 4c_3x_3^2 + 4c_4y_4^2 + 4c_5y_5^2 = r^2 + \frac{3}{2}, \\ 4c_2x_2^2 + 4c_3x_3^2 - 4c_4y_4^2 - 4c_5y_5^2 = 0, \\ 4c_2(1 - (x_2 - r)^2) + 4c_3(1 - (x_3 - r)^2) + 4c_4(1 - (y_4 - r)^2) + 4c_5(1 - (y_5 - r)^2) = \frac{1}{2}, \\ 2c_1(r+1)^4 + 4c_2x_2^4 + 4c_3x_3^4 + 4c_4y_4^4 + 4c_5y_5^4 = \frac{3}{4}r^4 + \frac{15}{4}r^2 + \frac{45}{32}, \\ 4c_2x_2^4 + 4c_3x_3^4 - 4c_4y_4^4 - 4c_5y_5^4 = 0, \\ 4c_2x_2^2(1 - (x_2 - r)^2) + 4c_3x_3^2(1 - (x_3 - r)^2) + 4c_4y_4^2(1 - (y_4 - r)^2) + 4c_5y_5^2(1 - (y_5 - r)^2) = \frac{r^2}{2} + \frac{3}{8}, \\ 4c_2x_2^2(1 - (x_2 - r)^2) + 4c_3x_3^2(1 - (x_3 - r)^2) - 4c_4y_4^2(1 - (y_4 - r)^2) - 4c_5y_5^2(1 - (y_5 - r)^2) = 0, \\ c_1(r+1)^4 = \frac{1}{8}r^4 + \frac{5}{8}r^2 + \frac{15}{64}. \end{array} \right.$$

Решаем систему уравнений, используя систему прикладных программ Maple 12. Примеры построенных кубатурных формул, инвариантных относительно $G = G_1 \times D_2$, пятой степени точности с 20 узлами для разных r , приведены ниже в табл. 1.

Таблица 1

Примеры кубатурных формул для разных r

G-орбиты точек	Число точек в орбите	Коэффициенты
$r = 1$		
$(\sqrt{2}, \sqrt{2}, 0)$	4	0.0615
(0.521, 0, 0.8778)	4	0.0444
(1.660, 0, 0.8778)	4	0.0644
(0, 1.489, 0.8725)	4	0.0759
(0, 2.369, 0.9358)	4	0.0038
$r = 2$		
$\left(\frac{3}{\sqrt{2}}, \frac{3}{\sqrt{2}}, 0\right)$	4	0.05845
(1.1198, 0, 0.4747)	4	0.0411
(2.4848, 0, 0.4747)	4	0.0604
(0, 1.7191, 0.9597)	4	0.0511
(0, 2.6505, 0.7595)	4	0.0389

Проводя исследования решения системы уравнений, приходим к выводу, что число узлов в формуле можно уменьшить до 18, если в качестве узлов кубатурной формулы возьмем G-орбиты точек

$$(0, r + 1, 0), (x_2, y_2, 0), (x_3, 0, z_3), (0, y_4, z_4), (0, y_5, z_5).$$

Примеры построенных кубатурных формул, инвариантных относительно $G = G_1 \times D_2$, пятой степени точности с 18 узлами для разных r , приведены ниже в табл. 2.

Таблица 2

Примеры кубатурных формул для разных r

G-орбиты точек	Число точек в орбите	Коэффициенты
$r = 1$		
(0, 2, 0)	2	0.024
(1.627, 1.1618, 0)	4	0.068
(1.4, 0, 0.9165)	4	0.066
(0, 1.607, 0.7946)	4	0.062
(0, 2.369, 0.8596)	4	0.040
$r = 100$		
(0, 101, 0)	2	-0.2154
(53.3428, 85.7644, 0)	4	0.1494
(99.5076, 0, 0.8704)	4	0.0833
(0, 100.5075, 0.8616)	4	0.0833
(0, 99.0000, 0.0112)	4	0.0416

Список литературы

1. Мысовских И. П. Интерполяционные кубатурные формулы. М.: Наука, 1981. 336 с.
2. Спрингер Т. Теория инвариантов / пер. с англ. В. Л. Попова. М.: Мир, 1981. 191 с.
3. Носков М. В., Федотова И. М. Об инвариантных кубатурных формулах для тора в \mathbb{R}^3 // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2003. Т. 23, № 9. С. 1323–1329.

**СЕКЦИЯ
«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ,
УПРАВЛЕНИЕ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

УДК 004.8

**ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ
ОПТИМИЗАЦИИ С СУРРОГАТНЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ**

С. М. Горбунов

**Научный руководитель В. В. Становов
доцент кафедры ИСУ, кандидат технических наук
Сибирский федеральный университет
Сибирский государственный университет
науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва**

В большинстве реальных практических задач, как правило, необходимо найти решение-вектор, которое удовлетворяет нескольким критериям. Многокритериальная оптимизация основана на поиске решения, которое одновременно оптимизирует не одну, а несколько функций.

Многие задачи многокритериальной оптимизации решаются с помощью эволюционных алгоритмов. На данный момент существует большое множество генетических алгоритмов, многие из которых основаны на принципе Парето-доминирования и идее элитизма. В 2007 году Жангом и Ли был предложен эволюционный алгоритм, основанный на декомпозиции, под названием MOEA/D (Multiobjective Evolutionary Algorithm based on Decomposition) [1].

В большинстве задач оптимизации количество оценок функций строго ограничено временем или стоимостью. Эти ограничения представляют собой особую проблему для области глобальной оптимизации, поскольку существующие методы часто требуют большего количества вычислений функций, чем можно себе позволить. Один из способов решения этой проблемы – подогнать поверхности отклика к данным, собранным путем оценки целевых функций с учётом ограничений нескольких точек. Такой способ называется суррогатным моделированием.

MOEA/D основан не на идее Парето-доминирования, как многие другие, а на идее декомпозиции. Он делит задачу многокритериальной оптимизации на ряд подзадач скалярной оптимизации и решает их одновременно. Каждая подзадача оптимизируется за счет использования информации из нескольких соседних подзадач.

Рассмотрим задачу многокритериальной оптимизации:

$$\begin{cases} \text{минимизировать } F(x) = (f_1(x), \dots, f_m(x))^T, \\ \text{при } x \in \Omega \end{cases}$$

где Ω – область определения (пространство решений/переменных); T – количество ближайших соседей; $F(x)$ – множество критериев; m – количество критериев.

$F: \Omega \rightarrow R^M$ состоит из m вещественных функций, R^M это пространство целевых функций (целей). Пространство достижимых значений определяется как $\{F(x) | x \in \Omega\}$.

Целью нашей работы является внедрение механизма суррогатного моделирования, который реализован в Python библиотеке *SMT (Surrogate Modeling Toolbox)* [2] в алгоритм MOEA/D и сравнение предложенной нами модификации со стандартным.

Псевдокод алгоритма приведен ниже. Курсивом были выделены новые пункты в стандартном алгоритме MOEA/D.

а) Инициализация:

1) Рассчитать Евклидовы расстояния между каждым двумя весовыми векторами по формуле:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (\lambda_{jk} - \lambda_{ik})^2}.$$

Для каждого $i = 1, \dots, N$ установить множество ближайших векторов $B(i) = \{i_1, \dots, i_T\}$, где $(\lambda^{i_1}, \dots, \lambda^{i_T})$ это T ближайших векторов к λ^i .

2) Сгенерировать начальную популяцию $x^1 \dots x^N$ N случайно или методом, зависящим от задачи. Установить $FV^i = F(x^i)$.

3) *Инициализировать и обучить суррогатные модели на данных $x^1 \dots x^N$ и FV^i для каждой целевой функции.*

4) Инициализировать референсную точку $z = (z_1, \dots, z_m)^T$ методом, зависящим от задачи.

б) Обновление:

for gen = 1, \dots, K:

for i = 1, \dots, N:

1) Случайно выбрать два индекса k, l из $B(i)$ и затем сгенерировать новое решение y из x^k и x^l , используя генетические операторы.

2) Применить эвристику изменения решения y для получения y' .

3) Для каждого чётного *gen* предсказать значения FV^i с помощью суррогатных моделей. Для каждого нечётного *gen* установить $FV^i = F(x^i)$.

4) Для каждого $j = 1, \dots, m$ если $z_j < f_j(y')$ тогда установить $z_j = f_j(y')$.

5) Для каждого индекса $j \in B(i)$, если $g^{te}(y' | \lambda^i, z^*) < g^{te}(x^j | \lambda^i, z^*)$, тогда установить $x^j = y'$ и $FV^j = F(y')$.

б) Заново обучить суррогатные модели на новых данных.

Для оценки качества работы алгоритмов была использована метрика IGD [3]. В конце работы алгоритма вычисляется оценка по следующей формуле:

$$IGD(A, P^*) = \frac{\sum_{v \in P^*} d(v, A)}{|P^*|},$$

где P^* – истинный фронт Парето; A – аппроксимация фронта Парето (результат работы алгоритма); v – точка фронта Парето; $d(v, A)$ – минимальное расстояние между точкой $v \in P^*$ и множеством A , вычисленное по евклидовой метрике.

При тестировании задавались следующие параметры:

Кол-во кандидатов-решений: 20

Кол-во генов у кандидатов-решений: 3

Число поколений: 20 (+20 для суррогатных моделей)

Мутация и скрещивание: Polynomial Mutation, Simulated Binary Crossover [5].

Кол-во запусков: 30

Кол-во ближайших соседей T: 3

Средние результаты значений IGD приведены в таблице. Тесты проводились на 5 тестовых задачах [4]. Наилучшие результаты выделены полужирным шрифтом.

Таблица

Сравнение стандартного MOEA/D с модифицированным MOEA/D

№ Задачи	1	2	3	4	5
модиф. MOEA/D	0,1315396	0,164194	0,553069	0,297771	0,255219
станд. MOEA/D	0,1423681	0,080308	0,521761	0,339414	0,28632

Таким образом, можно увидеть, что предложенная нами модификация справилась лучше с большинством задач многокритериальной оптимизации, чем стандартный MOEA/D.

Список литературы

1. Становов В. В. Теория эволюционных вычислений: учеб. пособие для студ. бакалавр. по напр. подгот. 27.03.03 «Системный анализ и управление» очной формы обучения. Красноярск, СФУ, 2023. 262 с.

2. Saves P., Lafage R., Bartoli N., Diouane Y., Bussemaker J. H., Lefebvre T., Hwang J. T., Morlier J., Martins J. R. (2023). SMT 2.0: A Surrogate Modeling Toolbox with a focus on Hierarchical and Mixed Variables Gaussian Processes. *Adv. Eng. Softw.*, 188, 103571.

3. Sun Y., Yen G. G., Yi Z. (2018). IGD Indicator-Based Evolutionary Algorithm for Many-Objective Optimization Problems. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 23, 173–187.

4. Zhang Q., Zhou A., Zhao S., Suganthan P. N., Liu W., Tiwari S. (2009). Multiobjective optimization Test Instances for the CEC 2009 Special Session and Competition. Technical report CES-487.

5. Hamdan M. (2010). On the Disruption-level of Polynomial Mutation for Evolutionary Multi-objective Optimisation Algorithms. *Comput. Informatics*, 29, 783–800.

МОНИТОРИНГ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ

Е. С. Гузнова

Научный руководитель М. А. Казанцев
кандидат технических наук
Сибирский федеральный университет
Акционерное общество «Научно-производственное
предприятие «Радиосвязь»

Сложность и высокая размерность современных мультисервисных сетей связи определяют многочисленные особенности, характеризующие процедуры мониторинга основных параметров сети, используемых при организации управления [1]. В связи с этим возникает задача оценивания широкого класса вероятностно-временных характеристик, которые влекут за собой разработку математического аппарата и создания системы мониторинга с возможностью прогнозирования в реальном масштабе времени.

Создано множество решений для построения систем непрерывного мониторинга мультисервисной сети в масштабе предприятия. Выбирая систему мониторинга оценивают сложность развертывания, стоимость сопровождения, наличие необходимых функций и ИТ-инфраструктуру организации. Наиболее распространенной системой мониторинга является Zabbix.

Zabbix – бесплатное программное обеспечение, предназначенное для мониторинга многочисленных параметров сети, а также состояния и работоспособности серверов уровня предприятия. Zabbix использует гибкий механизм оповещений, что позволяет пользователям конфигурировать уведомления и быстро реагировать на проблемы с серверами [2].

Из множества методов мониторинга сетевых устройств и оборудования практичное применение имеют:

а) Zabbix-агент, который устанавливается на необходимом в наблюдении объекте. Является эффективным из-за использования встроенных системных вызовов для сбора данных;

б) SNMP-агент используется на таких устройствах, как сетевые коммутаторы, источники бесперебойного питания, камеры и принтеры;

в) HTTP-агент позволяет получать данные с использованием HTTP/HTTPS протокола (рис.).

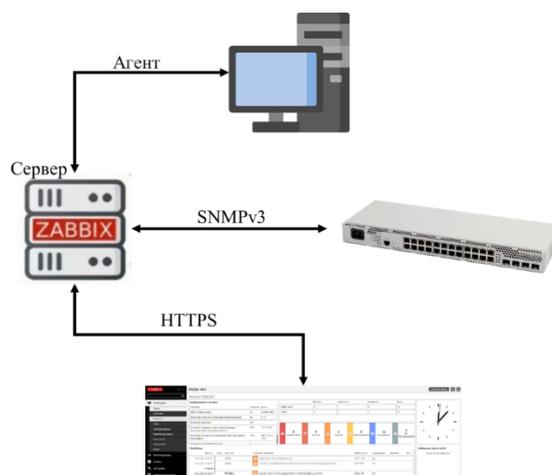


Рис. Способы обмена данными

Для увеличения производительности системы мониторинга Zabbix есть корректно написанный скрипт внешнего опроса [3]. Скрипт или сценарий позволяет мгновенно отреагировать на событие, последствия которого может привести к потере данных или выходу из строя устройств. Например, скрипт отключения оборудования в случае превышения температуры выше системного критического значения. Скрипт может быть написан как на shell, так и на perl, php или python.

Для использования функции прогнозирования необходимо знать, как описать состояние проблемы и сколько времени потребуется, чтобы предпринять меры. Важное значение при создании прогноза имеет корректно заданный горизонт, так как данные меняются в реальном времени. Чем он короче, тем точнее прогноз. Например, функция прогнозирования позволяет заранее предотвратить переполнение дискового пространства.

Таким образом, система мониторинга позволит предприятиям оптимизировать и отладить работу ИТ-инфраструктуры, прогнозировать возможные неполадки и сократить время на их устранение.

Список литературы

1. Концептуальные положения по построению мультисервисных сетей на ВСС России. Версия 4 (Утв. Минсвязи РФ 25.01.2002 г.). М.: ФГУ ЦНИЭС, 2002. 32 с.
2. Вакке А. Д. Zabbix. Практическое руководство. М.: ДМК Пресс, 2017. 356 с.
3. Ролик А. И., Тимофеева Ю. С., Турский Н. И. Управление устранением неисправностей в ИТ-системах. 2011 [Электронный ресурс]. URL: http://itvisnyk.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/03/49_15.pdf [дата обращения 28.03.2024].

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ БУСТИНГА
НА ПРИМЕРЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИАБЕТА**

Е. В. Дашиева

Научный руководитель О. В. Чубарова¹

кандидат технических наук, доцент

*Сибирский федеральный университет*¹*Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва*

В современных задачах машинного обучения и анализа данных ансамблевые методы занимают особое место, благодаря своей способности объединять прогнозы нескольких базовых моделей для достижения более точных результатов. В основе ансамблевых методов заложен подход к машинному обучению, в котором несколько моделей объединяются для достижения лучшей обобщающей способности, чем могут достичь отдельные модели. Одним из наиболее успешных и широко используемых ансамблевых методов является бустинг.

Целью данной работы является исследование и сравнение работы основных алгоритмов бустинга, таких как *AdaBoost*, *GBM* и *XGBoost*, в задаче классификации для прогнозирования диабета. Исследование и понимание алгоритмов бустинга имеет важное значение для практиков и исследователей в области машинного обучения, поскольку они представляют собой мощный инструмент для решения разнообразных задач анализа данных и принятия решений.

Основная идея бустинга заключается в построении последовательности моделей, каждая из которых улучшает предыдущую, фокусируясь на ошибках предсказаний предыдущих моделей. Одним из ключевых принципов бустинга является использование взвешивания объектов, чтобы новые модели фокусировались на тех образцах, на которых предшествующие модели совершили наибольшие ошибки [1].

Итоговая модель представляет собой взвешенную сумму базовых моделей:

$$rez_m = \sum_{i=1}^m c_i a_i,$$

где a_i – результаты базовых моделей; c_i – весовые коэффициенты; m – количество базовых моделей.

Как следствие, итоговая композиция будет иметь меньшее смещение, чем каждая отдельная базовая модель, уменьшение разброса также возможно, но не гарантируется.

В адаптивном бустинге (*AdaBoost*) базовые модели добавляются поочередно, и на каждой итерации анализируется их эффективность.

Для каждой итерации находится наилучшая пара (весовой коэффициент, базовая модель), которая добавляется к текущему ансамблю. Модели, демонстрирующие более высокую производительность, получают больший вес в окончательной структуре ансамбля [2].

AdaBoost хорошо изучен и часто используется для построения ансамблей классификаторов за оптимальное время. Он обучает набор слабых обучающихся алгоритмов для создания слабого классификатора. Слабый классификатор формируется последовательным использованием взвешенного набора данных, где веса определяются на основе точности предыдущих классификаторов [3]. Это позволяет сосредоточить внимание слабых обучающихся алгоритмов на данных, которые были неправильно классифицированы на предыдущих итерациях.

Градиентный бустинг (*Gradient Boosting Machine, GBM*) является обобщением адаптивного бустинга, основанного на использовании градиентов функции потерь как меры отклонения выходных значений модели от реальных значений. *GBM* обучает базовые модели последовательно, исправляя ошибки предыдущих моделей. Для обновления весов не применяется итеративный метод, а используется алгоритм градиентного спуска. Градиентный спуск представляет собой алгоритм, при котором выбирается случайная точка, определяется направление наиболее быстрого убывания функции, а затем последовательно вычисляются новые значения функции при движении в этом направлении. Если скорость убывания значения функции становится недостаточно большой, алгоритм останавливается, и последнее значение рассматривается как минимум [4].

XGBoost (Extreme Gradient Boosting) представляет собой расширение классического градиентного бустинга с несколькими ключевыми улучшениями, такими как настройка параметров деревьев, параллельная обработка многопоточных вычислений и автоматическая обработка отсутствующих значений.

Практическая часть работы сосредоточена на рассмотрении набора данных, содержащего информацию с наблюдениями о 768 пациентах, где измерения представлены в виде таких параметров, как: количество беременностей, уровень глюкозы, артериальное давление, толщина кожи, уровень инсулина, индекс массы тела, фактор передачи диабета по наследству, возраст и результат выявления диабета. В процессе первичного анализа было применено масштабирование квантильной функцией и удаление выбросов для балансировки данных.

Для оценки качества вышеупомянутых ансамблевых алгоритмов бустинга используем метрики оценки качества классификации с помощью прецизионности (*precision*), полноты (*recall*) и F1-меры. Дополнительно проведем общую оценку точности работы алгоритмов на тренировочном и валидационном наборе данных. Результаты продемонстрированы в табл. 1–2.

Таблица 1

**Сравнение метрик оценки качества классификации
примененных алгоритмов**

Алгоритм	Precision	Recall	F1-мера
Для пациентов без диабета			
<i>AdaBoost</i>	0.85	0.83	0.84
<i>GBM</i>	0.86	0.87	0.87
<i>XGBoost</i>	0.78	0.96	0.86
Для пациентов с диабетом			
<i>AdaBoost</i>	0.63	0.66	0.65
<i>GBM</i>	0.70	0.68	0.69
<i>XGBoost</i>	0.82	0.38	0.52

Таблица 2

Оценка точности результатов примененных алгоритмов

<i>AdaBoost</i>	81.75895765472313	77.92207792207793
<i>GBM</i>	91.85667752442997	81.16883116883116
<i>XGBoost</i>	74.42996742671009	78.57142857142857

Результаты анализа показали, что *GBM* демонстрирует наивысшую точность. Это подтверждает его отличную способность к классификации на данном наборе данных. Также важным аспектом проведенного анализа является потребность в дополнительной регуляризации гиперпараметров, в частности *XGBoost*, который демонстрировал некоторую неоднородность в своих результатах.

Таким образом, изучение и анализ основных алгоритмов бустинга в контексте задачи прогнозирования диабета позволили сделать вывод о преимуществе градиентного бустинга и выявить потенциальные направления для дальнейших исследований и улучшения результатов. Дополнительные исследования могут включать в себя более глубокий анализ параметров моделей и их регуляризацию для дальнейшего повышения точности и обобщающей способности.

Список литературы

1. Кашницкий Ю. С., Игнатов Д. И. Ансамблевый метод машинного обучения, основанный на рекомендации классификаторов // Интеллектуальные системы. Теория и приложения. 19:4 (2015), 37–55.
2. Freund Y., Schapire R. E. A Short Introduction to Boosting. Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence, 14 (5), 771–780 (1999).
3. Кравченко Ю. А., Нацкевич А. Н., Курситыс И. О. Модель бустинга биоинспирированных алгоритмов для решения задач классификации и кластеризации // Известия ЮФУ. Технические науки. 2018. № 5 (199).
4. Власенко М. Ансамблевые методы машинного обучения в скоринге розничных клиентов // Банковский вестник. 2023.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ АРХИТЕКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В. В. Едреев

Научный руководитель В. В. Становов
Сибирский федеральный университет

На данный момент искусственные нейронные сети (далее – НС) являются востребованным инструментом решения широкого спектра задач: компьютерное зрение (классификация, детектирование, сегментация), мультимодальная генерация (звук, изображения, текст), прогнозирование, принятие решений. Столь широкая применимость НС приводит к необходимости создания множества различных архитектур. Однако в большинстве случаев нельзя предварительно сказать, как та или иная архитектура повлияет на итоговый результат. Это означает, что в любом случае придется сталкиваться с проведением вычислительных экспериментов для принятия решения о конечной архитектуре НС. Впрочем, процесс поиска оптимальной архитектуры можно автоматизировать, используя более продвинутые алгоритмы оптимизации, а не интуицию специалиста.

С технической точки зрения НС представляют из себя сложную дифференцируемую функцию, осуществляющую отображение из пространства входных данных в пространство результатов. Данная функция получается посредством объединения простых блоков: слоёв и функций активации. Даже наиболее продвинутые архитектуры НС состоят из конечного числа модулей, реализуемых программно. Это означает, что можно кодировать модули и автоматически генерировать из них новые варианты архитектур. Данный процесс получил название *Neural architecture search*.

NAS (Neural architecture search) – процесс автоматизации проектирования архитектур НС. Существует множество подходов к реализации *NAS*, однако в рамках работы будут рассмотрены генетические алгоритмы [1]. Любой генетический алгоритм *NAS* включает в себя следующие этапы: инициализация стартовой популяции (НС), обучение и считывание метрик (например, *accuracy*), формирование новой популяции (селекция, скрещивание, мутация), обучение и оценка полученной популяции, выбор лучших индивидов в новую популяцию. Лучшие индивиды становятся новой стартовой популяцией, данная процедура повторяется несколько раз.

В рамках выполненной работы был написан алгоритм поиска и оптимизации архитектур НС на языке программирования C++. Существуют различные подходы к оптимизации НС, многие из них сосредоточены на оптимизации одного критерия, однако такой подход может не учитывать иные конфликтующие критерии. Например, точность может конфликтовать с размером модели, тем самым точные модели могут занимать много места,

что недопустимо в некоторых задачах. В связи с этим в качестве базового алгоритма был выбран генетический алгоритм многокритериальной оптимизации – *NSGA-II*, позволяющий одновременно оптимизировать решения по набору критериев.

В методе *NSGA-II* (*Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II*) [2] используется стратегия элитизма, отсутствует необходимость настройки параметра, отвечающего за поддержание разнообразия в популяции, а также применяется более эффективный механизм сортировки решений.

NSGA-II базируется на оптимизации по Парето. Многокритериальная оптимизация по Парето подразумевает под собой поиск фронта недоминируемых решений, т. е. тех решений, каждое из которых по совокупности всех критериев превосходит другие решения. То есть можно сказать, что решение p доминирует решение q ($p \succ q$), если $\forall i: f_i(p) > f_i(q)$, $i = \overline{1, \dots, n}$, где $f_i(\cdot)$ – i -ая функция пригодности; n – количество критериев.

Для кодирования архитектур НС применялись бинарные строки. В рамках данной работы рассмотрим кодирование *CNN* (*Convolutional neural network*) для решения задачи классификации рукописных цифр *MNIST*. Базовая архитектура включает в себя 2 слоя, содержащих свёртки. Для кодирования числа свёрток (фильтров) и их размера применяется бинарная строка длины 22. Первая половина (подстрока), соответственно, отвечает за характеристики первого свёрточного слоя, а вторая за характеристики второго свёрточного слоя. Первые 4 позиции в каждой подстроке отвечают за число свёрток, определяемое выражением $filters_num = 8 \cdot 2^{ones_counter}$, где $ones_counter$ – счётчик единиц в выбранной части строки. Таким образом, пространство поиска для числа свёрток включает в себя числа 8, 16, 32, 64, 128. Оставшиеся 7 позиций отводятся под размер свёртки $kernel_size = ones_counter$, если $ones_counter > 0$; $kernel_size = 1$, если $ones_counter = 0$. Таким образом, пространство поиска для размера свёрток включает числа от 1 до 7 включительно. Получаем общий размер пространства поиска, равный 1225 наборам параметров.

Бинарная строка генерируется в алгоритме оптимизации, после преобразования в строку архитектуры (по описанному выше методу) передаётся через командную консоль в *python*-скрипт с НС (были использованы библиотеки *Keras* и *TensorFlow*). Из *python*-скрипта считываются метрики обученной нейросети и передаются обратно в алгоритм.

На рис. 1 показаны результаты оптимизации архитектур НС при минимизации размера модели и ошибки. Легенда графика показывает, к какому фронту относятся индивиды, оптимальными считаются индивиды первого фронта. На рис. 2 показано влияние параметров архитектуры на размер ошибки. Полученные результаты можно использовать в дальнейшем. Размер популяции составил 50 индивидов (НС), выполнено 15 итераций (поколений) алгоритма оптимизации, НС обучались в течение 5 эпох.

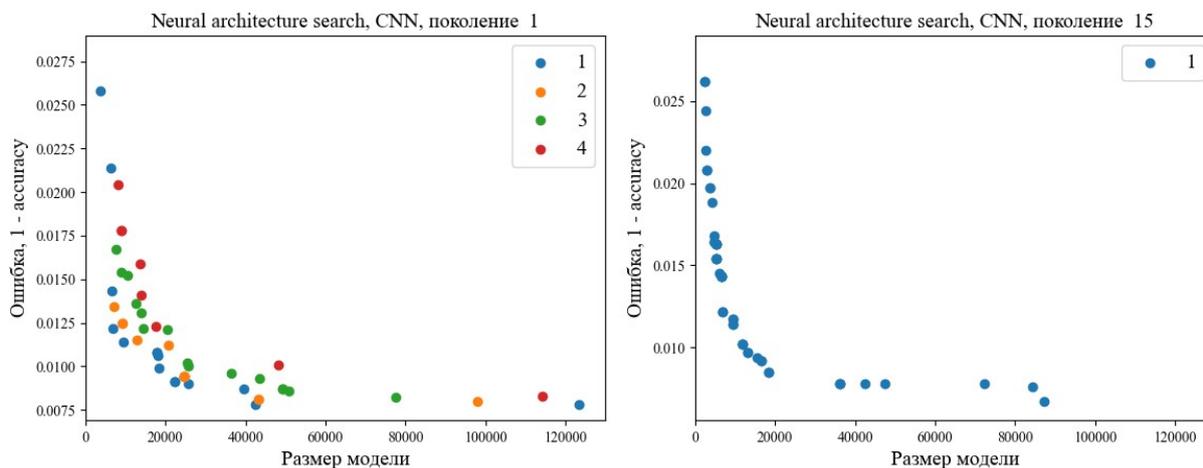


Рис. 1. Первое и последнее поколения алгоритма оптимизации

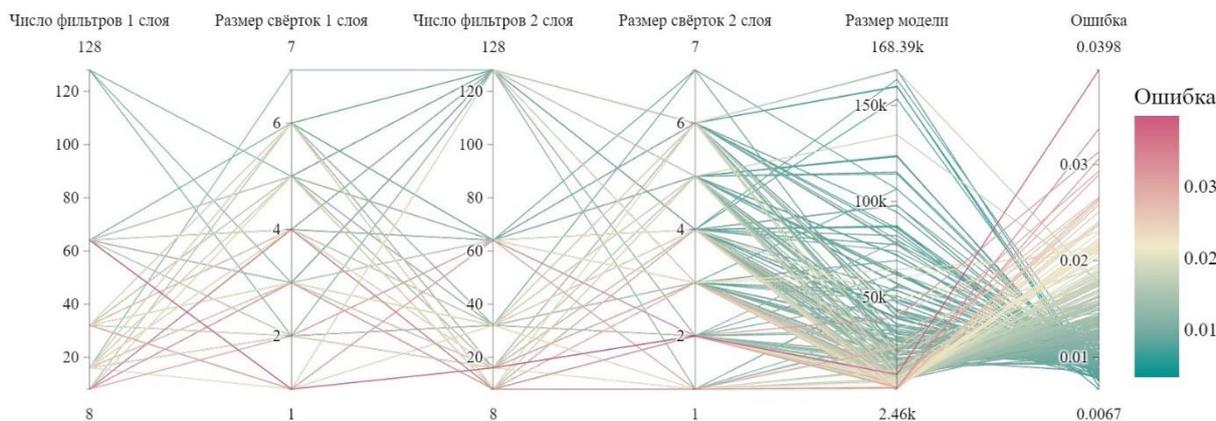


Рис. 2. Влияние параметров архитектуры на точность модели

Таким образом, в ходе выполнения работы был реализован алгоритм, способный осуществлять многокритериальную оптимизацию архитектур нейронных сетей. Был предложен общий механизм кодирования архитектур НС, который при необходимости может быть доработан без особых временных затрат (например, можно кодировать скорость обучения и функции активации). В результате можно получать набор оптимальных архитектур и выбирать ту, которая будет применима в условиях конкретной предметной области.

Список литературы

1. Miikkulainen R. et al. Evolving deep neural networks // Artificial intelligence in the age of neural networks and brain computing. Academic Press, 2024. С. 269–287.
2. Deb K. et al. A fast elitist non-dominated sorting genetic algorithm for multiobjective optimization: NSGA-II // Parallel Problem Solving from Nature PPSN VI: 6th International Conference Paris, France, September 18–20, 2000 Proceedings 6. Springer Berlin Heidelberg, 2000. С. 849–858.

РЕИНЖИНИРИНГ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СКЛАДСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ЛИФТОВОГО ТИПА

Е. А. Ефимов

Научный руководитель М. А. Казанцев¹

кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

¹АО «НПП «Радиосвязь»

В условиях мировой технологической и экономической конкуренции между странами, задача замены на российском рынке продукции иностранного производства для достижения экономического и технологического суверенитета является одной из самых актуальных на данный момент [1]. В данных условиях перед Россией остро стоит вопрос о формировании новой технологической политики в стране для достижения независимости от зарубежных компаний и обеспечения устойчивого функционирования и развития отечественных производственных систем.

Устойчивость развития и функционирования производственных систем обеспечивается своевременной модернизацией, которая дает возможность обеспечить рост качества выпускаемой продукции, эффективности факторов производства и сокращение производственного цикла, необходимого в нынешних экономических и политических условиях [2].

В связи с этим возникает потребность модернизации существующей системы управления автоматизированными складскими комплексами (АСК) в АО «НПП «Радиосвязь», которая по настоящее время взаимодействует исключительно с АСК лифтового типа Kardex Shuttle XP.

Модернизация существующей системы управления АСК совершается путем расширения функционала взаимодействия системы не только с Kardex Shuttle XP, но и с автоматизированными складскими системами (АСС) СТТ российского производства компании АСИС [3].

Модернизация системы управления автоматизированными складскими комплексами

В настоящее время в АО «НПП «Радиосвязь» существует собственная автоматизированная система управления складским комплексом, обеспечивающая интеграцию АСК в единое информационное пространство предприятия [4]. Данная система управления имеет монолитную архитектуру, которая взаимодействует исключительно с Kardex Shuttle XP, что в свою очередь не дает возможности быстрого расширения функционала системы для взаимодействия с АСС СТТ российского производства компании АСИС.

Для внедрения и взаимодействия с АСИС АСС СТТ необходимо модернизировать систему управления так, чтобы она отвечала следующим критериям:

- возможность использования микросервисной архитектуры для упрощения масштабирования, ускорения разработки и поддержки разработанных приложений;
- возможность интеграции с системой планирования и диспетчеризации производства, а также с контуром бухгалтерского учета фирмы 1С [5–6];
- возможность интеграции с системами верхнего уровня;
- возможность использования защищенных протоколов для передачи данных между приложением и блоком управления АСС;
- целостность существующей информационной инфраструктуры складского хозяйства.

Также данная модернизируемая система управления АСК должна предоставлять возможность работы с разделенными сетями: сети АСК должны быть отделены от информационной сети предприятия с целью обеспечения надежности работы как АСК, так и системы оперативного планирования производства.

На рис. 1–2 представлены архитектуры систем управления АСК до модернизации и после.

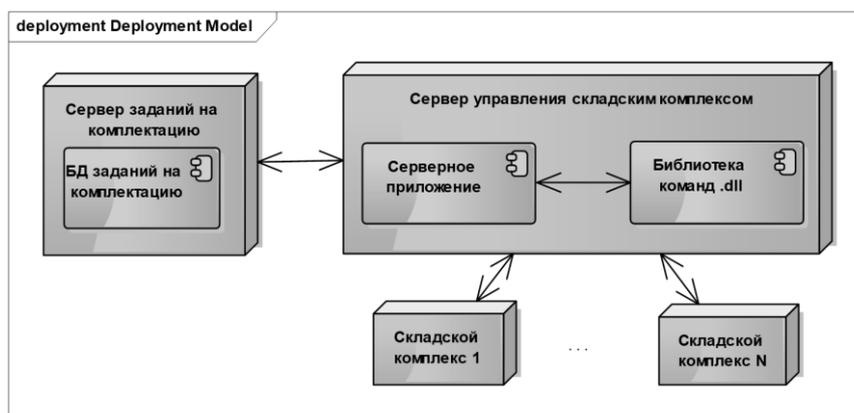


Рис. 1. Архитектура системы управления АСК до модернизации

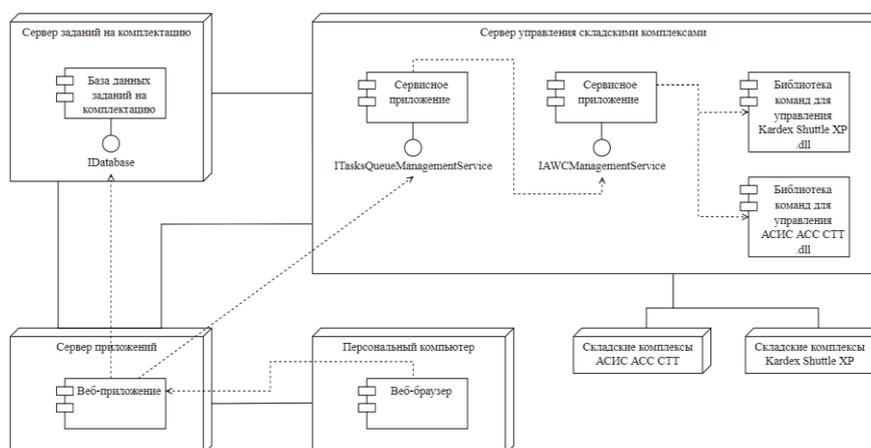


Рис. 2. Архитектура системы управления АСК после модернизации

Модернизируемая архитектура системы управления АСК состоит из сервера, управляющего АСК, который подключен к двум информационным сетям: сети, в которой располагается сервер СУБД, где хранится информация о заданиях на комплектацию, и сети склада.

На приведенной на рис. 2 архитектуре можно выделить:

- персональный компьютер, который необходим для взаимодействия пользователя с веб-приложением;
- веб-приложение, которое предоставляет графический интерфейс для наблюдения и выполнения заданий на комплектацию;
- базу данных, используемую для хранения информации об АСК и заданиях на комплектацию сборок, располагающуюся на сервере заданий на комплектацию;
- сервисное приложение, предназначенное для обеспечения автоматизации процесса выполнения заданий, посредством взаимодействия с сервисным приложением для управления АСК;
- сервисное приложение, предназначенное для управления АСК, которое содержит библиотеки команд для управления Kardex Shuttle XP и АСИС АСС СТТ, реализующие функции отправки команд управляемым устройствам с заданными алгоритмами.

Список литературы

1. Less than Nine Percent of Western Firms Have Divested from Russia / Simon J. Evenett, Niccolo Pisani // SSRN eLibrary. 2023.
2. Галеев Р. Г., Капулин Д. В., Казанцев М. А. Производственная логистика приборостроительного предприятия: учеб. пособие. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. 265 с.
3. ООО «АСИС», 2024: Лифтовые системы хранения, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.stt-storage.ru/elevator/> [дата обращения 20.03.2024].
4. АСУ складским комплексом как элемент единого информационного пространства приборостроительного предприятия / И. В. Чемидов, Д. В. Капулин, М. А. Казанцев [и др.] // Автоматизация в промышленности. 2016. № 11. С. 27–30.
5. Казанцев М. А. Система диспетчеризации опытного и мелкосерийного производства радиоэлектронной аппаратуры // Вестник СибГАУ. 2013. № 4 (50). С. 27–32.
6. 1С:Предприятие, 2024: Бухгалтерский учет, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://v8.1c.ru/platforma/buhgalterskiy-uchet/> [дата обращения 20.03.2024].

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

С. С. Замыслова, М. А. Едунова

Научный руководитель К. В. Раевич
кандидат технических наук, доцент
*Сибирский федеральный университет,
Институт космических и информационных технологий*

Государственная итоговая аттестация (ГИА) – ежегодное испытание, успешное завершение которого требуется для окончания обучения и дипломирования будущего специалиста. ГИА – сложный процесс, оптимизация которого позволит уменьшить количество бумажного документооборота, минимизировать риск ошибок и увеличить продуктивность как выпускника, так и сотрудников учебного учреждения, вовлеченных в процессы ГИА.

Моделирование процессов управления ГИА позволило выделить акторов проектируемой системы: выпускник, руководитель, секретарь ГЭК, а также уникальный функционал, требуемый актерам [1]. Под понятием «выпускник» понимаются студенты-бакалавры и магистры, проходящие через процессы ГИА. Дальнейший процесс проектирования показал необходимость включения таких категорий пользователей, как членов комиссии ГЭК, слушателей процесса защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и администратора системы.

Для реализации прототипа системы был выбран фреймворк Django, таким образом, итоговый вариант системы представляет собой web-приложение с архитектурой клиент-сервер. Данный вид архитектуры был выбран для обеспечения платформонезависимости, возможности быстрого доступа к системе при наличии интернет-соединения.

Разработка системы заключается в параллельной реализации серверной и клиентской логики и обеспечении их быстрого, безопасного и отказоустойчивого взаимодействия. На данном этапе работы ведется разработка функционала для членов комиссии ГЭК, слушателей процесса защиты ВКР и администратора системы. Для членов комиссии ГЭК и слушателей запланирована реализация механизма ознакомления с информацией о текущем выступающем. Также членам комиссии будет доступен функционал выставления оценок на защите ВКР.

На рис. 1 представлена диаграмма 8 классов разрабатываемой системы. User содержит данные всех пользователей, отдельными классами выделены Student и Teacher, поскольку они содержат уникальные поля. Request предназначен для хранения данных заявок выпускников на куриро-

вание ВКР, Work_protection – данных защит ВКР, Assessment – результатов оценивания работ выпускников членами комиссии ГЭК.

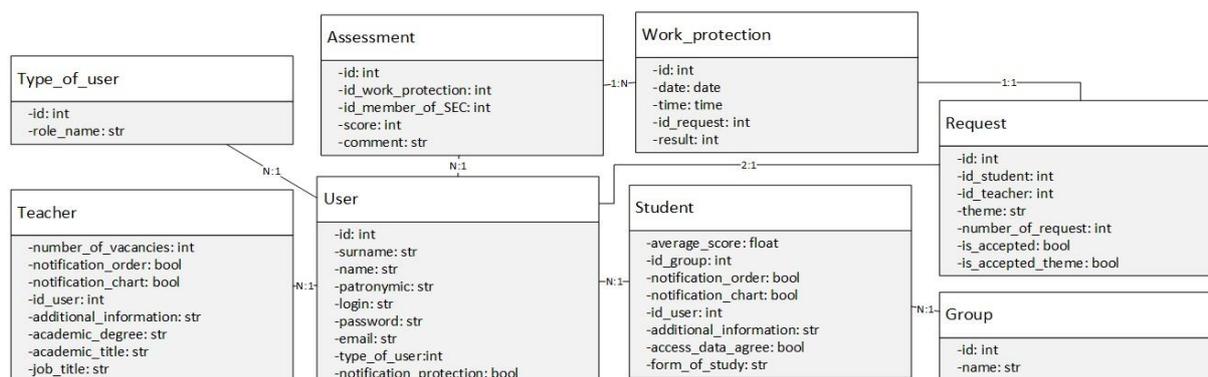


Рис. 1. Диаграмма классов

Из функциональных возможностей, требуемых секретарю ГЭК, были выделены:

- полный доступ ко всем данным, хранящимся в единой базе системы, и средствам для их обработки;

- право на создание с возможностью опубликования или экспорта автоматического списка по заданным критериям (в том числе график защит ВКР);

- доступ к формам документов, формируемых всеми акторами системы. Пользователь может создавать шаблоны списков, сохранять их и в дальнейшем использовать для сокращения времени фильтрации выпускников по требуемым критериям и формирования документов. График защит ВКР – особый вид списка, в котором секретарь ГЭК распределяет выпускников по дням, предназначенным для защиты ВКР, выбирая среднюю длительность процедуры защиты, время начала и время конца. При публикации график защит ВКР видят все пользователи системы.

Также была осуществлена программная реализация процессов, охватывающих взаимодействие выпускника и руководителя, доступ к которым осуществляется из личного кабинета пользователей. Функциональные возможности, доступные выпускнику:

- просмотр вакантных мест у руководителей;
- подача заявки выпускником руководителю на курирование ВКР;
- выбор темы ВКР выпускником и ее отправка на согласование, изменение;

- формирование заявления на ВКР и другой документации, требуемой от выпускника в процессе ГИА;

- просмотр времени своего выступления на защите ВКР.

Выпускник осуществляет поиск потенциального руководителя с помощью системы – он может узнать количество вакантных мест у руководителя. Следующим шагом является отправка заявки руководителю, на которую действуют некоторые ограничения. При отправке заявки руководителю выпускник может предложить тему ВКР либо оставить поле пустым

и инициировать процедуру выбора темы позднее. При этом выпускник может предложить свою тему за 5,5 месяцев до даты планируемого начала защиты ВКР либо выбрать тему из списка, предлагаемого кафедрой [2].

При наличии подтвержденной заявки и утвержденной темы, выпускник может автоматически сформировать заявление на ВКР. Также выпускнику доступны формы других документов, установленных регламентом ГИА.

Функциональные возможности, доступные руководителю:

- подтверждение или отклонение заявки на курирование от выпускника;
- утверждение темы ВКР;
- просмотр данных о выпускнике;
- создание графика работы над ВКР с маркерами и дедлайнами;
- доступ к формам документов, формируемых руководителем. Руководитель видит все действующие заявки от выпускников в своем личном кабинете, он может ознакомиться со средним баллом выпускника. Обладает правом в одностороннем порядке отклонить заявку выпускника, отклонить тему или отправить ее на корректирование. Совместно с выпускником может построить график работы над ВКР и экспортировать его.

На рис. 2 представлен пользовательский интерфейс секретаря ГЭК.

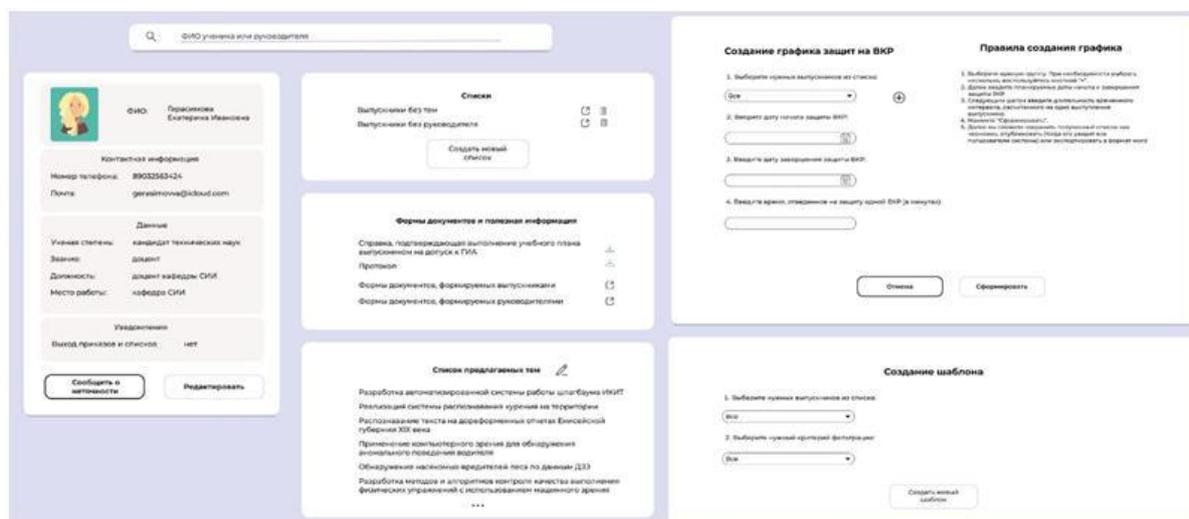


Рис. 2. Интерфейс системы

Интеграция системы с сервисами СФУ планируется при успешном завершении тестирования системы. Эффективность системы может быть измерена в сокращении временных затрат, требуемых для оформления документации всеми пользователями системы, улучшении качества выполняемых выпускниками ВКР, повышении уровня информированности выпускников о процессе ГИА.

Список литературы

1. Замыслова С. С., Едунова М. А. Автоматизация итоговой государственной аттестации выпускников. Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2023.
2. Герасимова Е. И. Выполнение и защита выпускной квалификационной работы. Итоговая государственная аттестация: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс]. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022.

МОДИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ С СДМ ИКИТ

М. О. Кузнецов

Научный руководитель Р. В. Брежнев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Текущее мобильное приложение предназначено для использования на операционной системе Android. Оно предоставляет возможность отслеживать текущее местоположение и одновременно создавать геопространственный объект, так называемый полигон. Для хранения данных применяется облачная не реляционная база данных Firebase. Пользователь загружает сформированные объекты в эту базу данных с помощью установленного на своём смартфоне мобильного приложения.

С учетом того, что Firebase создан американской компанией Google, и существует тенденция вводить санкции и блокировать сервисы для российских юридических и физических лиц, возникают сомнения относительно постоянной доступности этого сервиса [3].

В данной ситуации одним из вариантов решения может быть модификация мобильного приложения в совокупности с написанием собственной серверной части [4]. Это позволит формировать контур обрабатываемого объекта или его участка прямо во время работы, например во время проведения агротехнических работ, и затем непосредственно отправлять информацию в базу данных СДМ ИКИТ [1].

Рассмотрим схему взаимодействия первой версии МП и СДМ ИКИТ, приведенную на рис. 1, а также два основных сценария взаимодействия конечного пользователя, МП и СДМ ИКИТ [2]. Первый сценарий взаимодействия предполагает наличие стабильного интернет-соединения и включает следующие шаги:

Шаг 1. Начало работы и создание объекта (метка 1). Для начала работы пользователь проходит аутентификацию в МП через БД СДМ ИКИТ.

Шаг 2. Хранение объекта (метка 3). МП сохраняет объект в БД Firebase, размещенную на облачных ресурсах.

Шаг 3. На сервере СДМ реализован программный модуль (Synchronizator), который с заданной частотой опрашивает облачное хранилище (метка 6) и загружает пространственные объекты (метка 7) из облачной БД в БД СДМ для отображения в рабочем кабинете пользователя.

Шаг 4. Визуализация объектов (метка 8, 9).

Кратко рассмотрим второй сценарий взаимодействия, который по существу повторяет действия первого сценария, но исключает интернет-соединение. В этом случае выполняются следующие шаги:

Шаг 1. Начало работы и создание объекта (метка 1). Пользователь не проходит аутентификацию и переходит к созданию объектов в анонимном режиме.

Шаг 2. Временное сохранение объекта (метка 2). МП сохраняет объект в память устройства.

Шаг 3. Передача данных из памяти устройства в облачную БД (метка 4) осуществляется пользователем в любое время при появлении интернет-соединения.

Шаг 4. Передача данных из облачной БД в БД СДМ (метка 6, 7).

Шаг 5. Визуализация объектов (метка 8, 9).

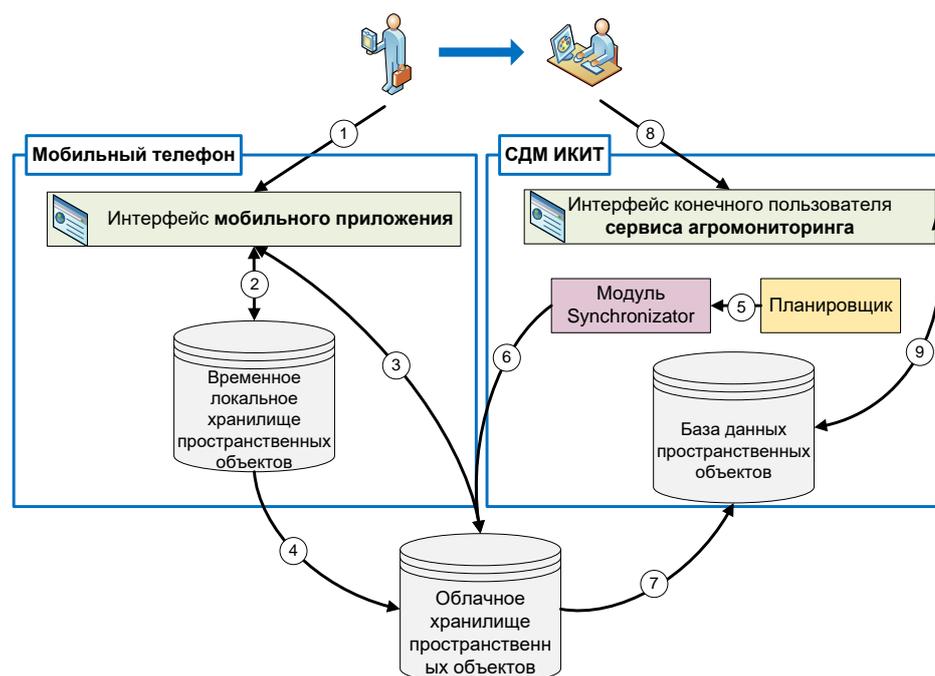


Рис. 1. Структура взаимодействия мобильного приложения и СДМ ИКИТ

Рассмотрим схему взаимодействия модифицированной версии МП и СДМ ИКИТ, приведенную на рис. 2, а также два основных сценария взаимодействия конечного пользователя, МП и СДМ ИКИТ. Первый сценарий взаимодействия предполагает наличие стабильного интернет-соединения и включает следующие шаги:

Шаг 1. Начало работы и создание объекта (метка 1). Для начала работы пользователь проходит аутентификацию в МП через БД СДМ ИКИТ.

Шаг 2. Хранение объекта (метка 3). МП сохраняет объект в БД СДМ ИКИТ через сервер, предназначенный для работы с СДМ ИКИТ.

Шаг 3. Визуализация объектов (метка 6, 7). Пользователь может отобразить созданные им объекты в своем рабочем кабинете и при необходимости отредактировать их границы или атрибутивные данные.

Кратко рассмотрим второй сценарий взаимодействия, который по существу повторяет действия первого сценария, но исключает интернет-соединение. В этом случае выполняются следующие шаги:

Шаг 1. Начало работы и создание объекта (метка 1). Пользователь не проходит аутентификацию и переходит к созданию объектов в анонимном режиме.

Шаг 2. Временное сохранение объекта (метка 2). МП сохраняет объект в память устройства.

Шаг 3. Передача данных из памяти устройства в БД СДМ ИКИТ (метка 4) осуществляется пользователем в любое время при появлении интернет-соединения при авторизации пользователя.

Шаг 4. Визуализация объектов (метка 6, 7).

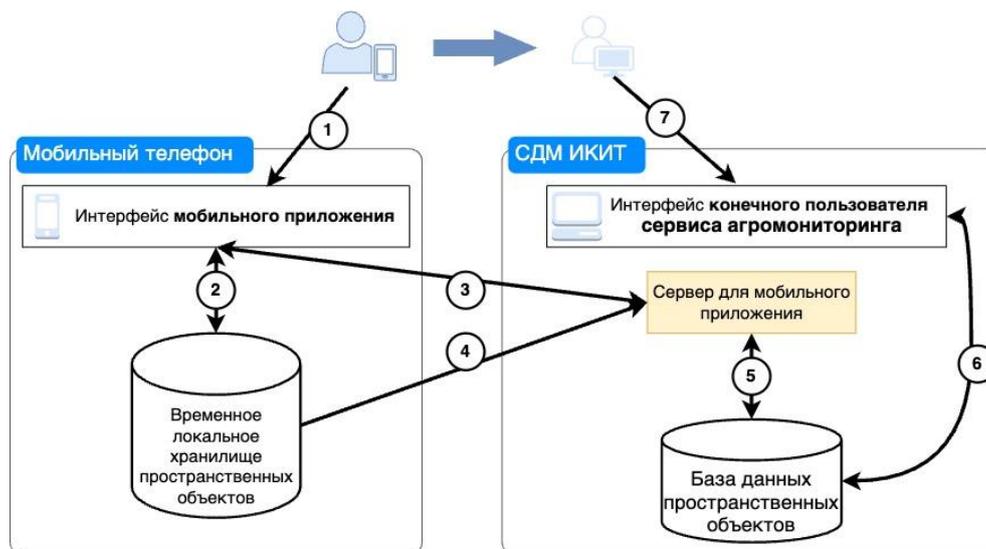


Рис. 2. Структура взаимодействия мобильного приложения и СДМ ИКИТ

После внесенных улучшений мобильное приложение стало способным отправлять пространственные данные непосредственно в СДМ ИКИТ без необходимости использования промежуточных облачных сервисов. Время доставки данных сократилось с 24 часов до нескольких секунд, предполагая наличие стабильного интернет-соединения.

Список литературы

1. Maglinets Yu. A., Brezhnev R. V. Technology of establishment of terrestrial objects aerospace survey-based object-oriented monitoring systems // E3S Web of Conferences 223, 01002 (2020).

2. Кузнецов М. О., Брежнев Р. В. Разработка мобильного приложения для локализации геопространственных объектов в СДМ ИКИТ // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. 2021. С. 31–34.

3. Многоцелевая автоматизированная система космического агромониторинга ИКИТ СФУ – состояние и перспективы / R. V. Brezhnev, Yu. A. Maglinets, K. V. Raevich, G. M. Tsybulsky // Materials of the 15th All-Russian open conference "Modern problems of remote sensing of the Earth from Space" – 2017.

4. Brezhnev R. V., Maglinets Yu. A. The dynamic model of agricultural land structure on the space images in the precision agriculture tasks // E3S Web of Conferences. 2019 Vol. 75. Article Number 01001, RPERS 2018.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕНДЕР КОНВЕЙЕРА

В. Н. Мымликов

Научный руководитель О. А. Антамошкин
доктор технических наук, профессор кафедры программной инженерии
Сибирский федеральный университет

Рендеринг трехмерной графики – это процесс преобразования 3D-моделей, сцен и других данных в изображения или анимацию. В ходе этого процесса вычисляются и визуализируются цвета, текстуры и иные свойства поверхностей объектов, такие как шероховатости и блики, освещение, отражения, тени и прочие эффекты, что позволяет получить реалистичное изображение.

Рендеринг бывает разных видов, включая превью (предварительную визуализацию), которая обычно выполняется в реальном времени и может быть не очень точной, и финальный рендеринг, который обеспечивает высокое качество изображения и обычно требует больше времени на обработку. Современные технологии рендеринга используют различные методы и алгоритмы для создания фотореалистичных изображений, такие как растеризация, проективные преобразования, трассировка лучей, глобальное освещение, подповерхностное рассеяние, воксели и мн. др.

В основе рендеринга трехмерной графики лежит работа графического конвейера (рендер конвейера). Графический конвейер – это программный комплекс, который содержит в себе процедуры для трансформации виртуальной трехмерной сцены в ее двухмерную репрезентацию на экране компьютера. В процессе работы конвейер в основном осуществляет обработку трехмерных моделей, независимо для игр выполняется отображение или же для кино [1]. К сожалению, сегодня не существует универсальных графических конвейеров, которые можно было бы применять в любой ситуации, причиной тому служат различные особенности аппаратуры и программного обеспечения. Тем не менее существуют интерфейсы программирования приложений или, иначе говоря, API (application programming interface), которые несколько стандартизируют распространенные процедуры для ряда графических ускорителей. Эти API формируют слой абстракции над низкоуровневыми машинными командами, устраняя необходимость переписывать код для каждого устройства в зависимости от производителя. Данные программные интерфейсы активно используются в игровых движках, а также при съемке фильмов. Среди таких API можно выделить OpenGL от компании CGI, Direct3D от Microsoft, Vulkan от Chronos Group, также отдельного упоминания заслуживает вариативный графический конвейер в игровом движке Unity [1–4].

Процесс оптимизации рендера заключается в поиске таких алгоритмов и методов отображения трехмерной сцены на экране, при которых достигается максимально возможное качество при фиксированном значении доступных аппаратных и программных ресурсов. Этого можно достичь различными способами, в частности можно отключать из процесса отображения объекты, находящиеся за пределами области видимости, использовать более простую геометрию и текстуры для объектов, находящихся на большом расстоянии от виртуальной камеры [5, 6]. Одним из способов уменьшения вычислительной нагрузки при рендере трехмерной сцены является удаление тех фрагментов сцены, которые не будут видны при отображении, в данном случае речь идет об удалении задних вершин и граней моделей, что требует разработки специальных динамических систем оптимизации рендера [7]. В ряде ситуаций для достижения этой цели может потребоваться использование более простых с вычислительной точки зрения алгоритмов, в частности более легких шейдеров, что может несколько ухудшить облик отдельного кадра, но увеличит частоту смены кадров.

Возможен, однако, иной подход к данной проблеме. Вместо того чтобы пытаться оптимизировать сотни различных графических решений, что является крайне сложной задачей, можно подойти к процессу оптимизации рендера с позиции решения задачи о рюкзаке.

В рамках такой постановки вопроса задача о рюкзаке принимает форму многомерного бинарного (0–1) рюкзака. Такой вывод сделан ввиду того факта, что при оптимизации процесса рендера трехмерной графики необходимо учитывать множество величин, характеризующих доступное оборудование и цену использования шейдеров, а также бинарную природу шейдеров, которые могут быть включены в процесс рендера сцены, либо же не включены. Среди характеризующих оборудование величин, играющих в рамках задачи о рюкзаке роль емкостей, можно выделить процессорное время, объем оперативной памяти, пропускную способность шины графического процессора, рабочее время видеопроцессора и объем его памяти. Этими же характеристиками описывается цена включения шейдера в работу графического конвейера, которая в рамках задачи о рюкзаке играет роль веса предметов.

Отдельную сложность в данной работе представляет процесс определения меры воздействия каждого отдельного шейдера на привлекательность и реалистичность итогового изображения. Данная мера играет роль ценности (полезности) предметов, суммарное значение которой нужно максимизировать. Для решения данной проблемы необходимо построение нечеткой экспертной системы, которая позволит определить ценность каждого шейдера через его вклад в привлекательность рендера, для чего в свою очередь необходимо разработать систему, которая в принципе способна определить меру привлекательности изображения, что является непростой задачей [8].

Касаемо методов решения задачи, наиболее перспективным выглядит применение приближительных методов, ввиду необходимости выполнения регулярной перенастройки процесса рендера в реальном времени.

Список литературы

1. Сайт Microsoft, 2024: Графический конвейер, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/direct3d11/overviews-direct3d-11-graphics-pipeline?redirectedfrom=MSDN> [дата обращения: 20.03.2024].

2. Сайт UnityHub, 2024: Выбор и настройка конвейера Рендеринга и решения по освещению, режим 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://unityhub.ru/manual/BestPracticeLightingPipelines> [дата обращения: 20.03.2024].

3. Официальный сайт Vulkan, 2024: Key Resources, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://vulkan.org/learn#vulkan-best-practice> [дата обращения: 21.03.2024].

4. Баяковский Ю. М., Игнатенко А. В., Фролов А. И. Графическая библиотека OpenGL: учеб.-метод. пособие, МГУ ВМиК. 2003.

5. Гонахчян В. И. Модель производительности графического конвейера для однопроходной схемы рендеринга динамических трехмерных сцен // Труды Института системного программирования РАН. 2020. Т. 32. №. 4. С. 53–72.

6. Федоров И. С., Галибин С. В. Исследование методов оптимизации вывода сложных трёхмерных сцен // Информатика и вычислительная техника. 2017. С. 195–200.

7. Гонахчян В. И. Адаптивная стратегия рендеринга динамических трехмерных сцен: дис. М., 2021. 20 с. [V. I. Gonakhchyan, Adaptive rendering strategy for dynamic 3D scenes: Cand. Diss. Abstr., (in Russian). Moscow, 2021].

8. Peresunko P. et al. Models of Experts for Shaders Estimation of Rendering Complex 3D Scenes in Real Time // 2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). IEEE, 2021. С. 895–897.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОПУСКОВ В ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

П. А. Осипов, А. В. Хоркуш, С. Г. Скворцов

Научный руководитель Р. В. Брежнев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Моделирование – это важный этап в различных областях деятельности человека, таких как промышленность, экономика и социология. Создание оптимальной модели – это важная часть решения проблемы идентификации, которая является ключевой во многих вопросах теории управления. Задача идентификации систем, т. е. определение структуры и параметров систем по наблюдениям, является одной из основных задач современной теории и техники автоматического управления. Точность решения задачи идентификации напрямую зависит от качества исходных данных (выборки наблюдений). Однако данные могут содержать в себе различные недостатки, в частности пропуски.

Пробелы (пропуски) в данных возникают вследствие множества причин, таких как невозможность наблюдения, отсутствие необходимых инструментов и т. п. Самый простой метод работы с такими данными – исключение из таблицы показателя (столбец) или объекта (строки) с пробелом. При большом количестве пропусков в данных этот подход приводит к уменьшению точности модели из-за сокращения объема выборки.

Целью работы является повышение точности решения задачи идентификации дискретно-непрерывных многомерных процессов по выборкам наблюдений с пропусками. Для достижения поставленной цели использовались методы математической статистики, анализа данных, математического моделирования.

В данной работе реализованы некоторые алгоритмы (непараметрический алгоритм оценки кривой регрессии, ZET-алгоритм) заполнения пропусков на тестовых данных и проведен их сравнительный анализ.

Результаты работы будут полезны при создании систем управления многомерными дискретно-непрерывными процессами. Например, заполнение пропусков в данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) для оценки земельных ресурсов. То есть уменьшение пропусков в априорных данных приведет к более взвешенному принятию решения при оценке земель, например с точки зрения сельского хозяйства / полезных ископаемых и т. д.

На рисунке представлена общая схема исследуемого процесса, принятая в теории идентификации.

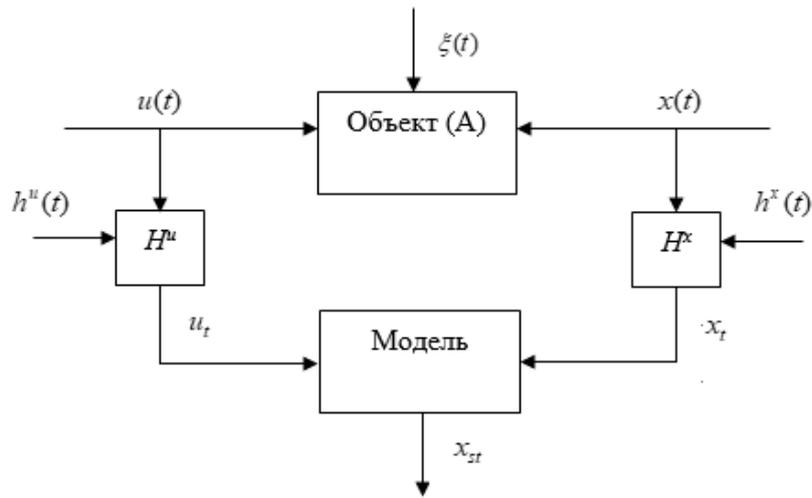


Рис. Общая схема исследуемого процесса

Представленная схема состоит из двух блоков: «Объект», «Модель». На рис. 1 используются следующие обозначения:

A – неизвестный оператор объекта;

$$u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)) \in \Omega(u) \subset R^m$$

$u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)) \in \Omega(u) \subset R^m$ – векторное входное воздействие объекта размерностью m ;

$$x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) \in \Omega(x) \subset R^n$$

$x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) \in \Omega(x) \subset R^n$ – векторная выходная переменная объекта размерностью n ; выполняется условие $m \geq n$; (t) – непрерывное время; Δt – дискретность контроля «входных-выходных» переменных процесса; $\xi(t)$ – векторная случайная помеха; блоки контроля переменных H^u , H^x подвержены воздействию случайных помех $h^u(t)$ и $h^x(t)$; u_t и x_t – измерения переменных $u(t)$ и $x(t)$ в дискретные моменты времени. Выборка измерений «входных-выходных» переменных процесса $\{u_i, x_i, i = \overline{1, s}\}$, где s – объем выборки.

Вычислительные эксперименты

Для вычислительного эксперимента были выбраны некоторые объекты, описываемые следующими формулами:

$$x_1 = 0,5 * u_1 + 2 * u_2^2 + u_3^{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

$$x_2 = 3 * 2^{u_1} + 2 * \sin(u_2) + u_3 \quad (2)$$

$$x_3 = 2 * \cos(u_1) + 3 * u_2^{\frac{1}{2}} + u_3^4 \quad (3)$$

Структуры модели описываются следующим образом:

$$\hat{x}_1 = a_1 u_1 + a_2 u_2^2 + a_3 u_3^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

$$\hat{x}_2 = a_1 2^{u_1} + a_2 \sin(u_2) + a_3 u_3 \quad (5)$$

$$\hat{x}_3 = a_1 \cos(u_1) + a_2 u_2^{\frac{1}{2}} + a_3 u_3^4 \quad (6)$$

Ошибка W считается по формуле:

$$W = \frac{1}{S} (\sum_{i=1}^S |x_i - \hat{x}_i|) \quad (7)$$

Ниже представлены сравнительные таблицы с результатами экспериментов по различным выборкам и частотам пропусков.

Таблица 1

Результаты работы непараметрического и ZET-алгоритма при наличии пропусков во всех значениях x_i , кроме каждого третьего

S	Модель (3.1.4)		Модель (3.1.5)		Модель (3.1.6)	
	<i>W ZET-алгоритма</i>	<i>W непарам. алгоритма</i>	<i>W ZET-алгоритма</i>	<i>W непарам. алгоритма</i>	<i>W ZET-алгоритма</i>	<i>W непарам. алгоритма</i>
300	3,924392265	0,34579805	4,560844355	0,42376634	9,039762162	1,2733803
600	2,03205188	0,2906845	2,387145754	0,3215694	4,838180387	1,146316
900	1,383713954	0,25944132	1,647875463	0,28671148	3,394962818	1,2209738
1200	1,047671294	0,20380524	1,28191554	0,2430253	2,654102224	1,0399803
1500	0,855353138	0,19891156	1,00685363	0,22767983	2,224600479	0,9824045
1800	0,7313428	0,19284262	0,89909951	0,21640077	1,947908003	0,9442186
2100	0,638325404	0,18599847	0,786744247	0,20443462	1,718866474	0,90064263

Таблица 2

Результаты работы непараметрического и ZET-алгоритма при наличии пропусков в каждой 5-ой строке значений u_i

S	Модель (3.1.4)		Модель (3.1.5)		Модель (3.1.6)	
	<i>W ZET-алгоритма</i>	<i>W непарам. алгоритма</i>	<i>W ZET-алгоритма</i>	<i>W непарам. алгоритма</i>	<i>W ZET-алгоритма</i>	<i>W непарам. алгоритма</i>
300	2,364760285	0,17787787	2,742736931	0,25793198	5,351450097	2,7709184
600	1,221468962	0,1875585	1,43549684	0,22912493	2,909098511	2,3801315
900	0,829591349	0,12278164	0,989433761	0,14561515	2,036920595	1,7033889
1200	0,62815896	0,12119869	0,76954652	0,1390366	1,590615866	1,6508065

В условиях малой априорной информации в задаче заполнения пропусков эффективнее использовать непараметрическую оценку кривой регрессии. ZET-алгоритм более эффективен относительно на среднем и малом количестве пропусков.

Заключение. Вышеописанные результаты доказывают эффективность применения непараметрического алгоритма для заполнения пропусков и построения модели при малой априорной информации.

В дальнейшем планируется провести эксперимент по заполнению пропусков в реальных данных дистанционного зондирования земли с применением вышеописанных алгоритмов, а также сравнительный анализ данных алгоритмов.

Список литературы

1. Карлов И. А. Методы восстановления пропущенных значений с использованием инструментария DataMining // Вестник 161 Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. 2011. №7 (40). С. 29–33.

2. Льюнг Л. Идентификация систем. М.: Наука, 1991. 423 с.

3. Цыпкин Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М.: Наука, 1968. 400 с.

4. Корнеева А. А., Медведев А. В. К анализу данных в задаче идентификации // Кибернетика и высокие технологии XXI века: труды XIII Международной научно-технической конференции, г. Воронеж. Т. 1. 2012. С. 52–62.

5. Семенов А. Д., Артамонов Д. В., Брюхачев А. В. Идентификация объектов управления: учеб. пособие. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. 211 с.

6. Осипов П. А., Хоркуш А. В. Заполнение пропусков во входных и выходных данных с помощью алгоритма непараметрической идентификации (научная статья) Периодический международный журнал «Сибирский журнал науки и технологий» ISSN: 2587-6066. Т. 19, № 4, 2018, список ВАК.

7. Раевич К. В., Маглинец Ю. А., Цибульский Г. М. Интеллектуальная информационная система оценивания земель сельскохозяйственного назначения [статья из журнала]. 2016, Журнал Сибирского федерального университета. Список ВАК.

СИСТЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ САПР С СИСТЕМАМИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Н. В. Романов

Научный руководитель М. А. Казанцев²

кандидат технических наук

Научный руководитель Д. В. Капулин¹

кандидат технических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*АО «НПП «Радиосвязь»*

Конструкторская подготовка производства является одним из начальных этапов в жизненном цикле продукта. В этот период инженеры и дизайнеры разрабатывают концепции продукта, проводят расчеты, создают чертежи и модели. Главная цель конструкторской подготовки – разработать продукт таким образом, чтобы он мог быть изготовлен с максимальной эффективностью, экономичностью и соответствием требованиям заказчика.

Ключевые моменты, которые следует учитывать при конструкторской подготовке:

- выбор оптимальных материалов с учетом требований к прочности;
- создание эргономичного и легкого в сборке дизайна продукта;
- оптимизация геометрии и формы для улучшения производительности и экономии материалов.

Технологическая подготовка производства – это следующий этап, который связан с разработкой технологических процессов и выбором оптимального оборудования для изготовления продукта. В этот период происходит определение последовательности операций, установление стандартов качества и разработка технологической документации.

Аспекты технологической подготовки:

- выбор оптимальных методов и технологий производства;
- разработка технологических карт и инструкций для производства;
- определение контрольных операций на различных этапах производства, обеспечивающих выход продукции соответствующего заданным требованиям качества.

Главная цель конструкторской и технологической подготовки – создание устойчивых и эффективных производственных процессов. Оптимальное взаимодействие между конструкторскими и технологическими решениями позволяет улучшить качество продукции, сократить издержки и сроки производства, а также обеспечить соответствие продукции требованиям заказчика и стандартам качества.

В контексте актуальных исследований и разработок в области автоматизации производственных процессов особое значение приобретает разработка систем интеграции САПР с непосредственными производственными процессами [1–2]. Основным результатом настоящей работы является создание системы интеграции, направленной на значительное ускорение процессов обработки конструкторской (КД) и технологической документации (ТД) и на снижение несоответствия КД и ТД нормативным и регламентирующим актам предприятия. В этом контексте постановка задач для разработки системы интеграции приобретает ключевое значение.

Первоначально система интеграции должна демонстрировать превосходство по скорости обработки информации по сравнению с человеческими способностями. Это достигается за счет автоматизации стандартных и повторяющихся действий, оптимизации алгоритмов обработки данных и применения технологий параллельной обработки [3], что в совокупности позволяет минимизировать время на обработку и проверку КД и ТД. Второй важнейшей задачей является внедрение механизмов проверки конструкторской и технологической документации на соответствие нормативным и регламентирующим документам на всех этапах обработки.

Таким образом, реализация указанных задач позволит создать системе интеграции, способную не только существенно сократить время обработки данных и ускорить производственные процессы, но и гарантировать высокий уровень соответствия продукции установленным стандартам качества и безопасности, тем самым обеспечив значительный вклад в развитие автоматизации производства и повышение его эффективности.

В контексте автоматизации производственных процессов на промышленных предприятиях [4] особое значение приобретает разработка и интеграция специализированного программного обеспечения. Отделы, занимающиеся проектированием в рамках систем автоматизированного проектирования (САПР), часто сталкиваются с необходимостью обеспечения взаимодействия с производственными подразделениями. В целях оптимизации данного процесса наиболее целесообразным является разработка индивидуальной интеграционной структуры, что позволяет добиться полной совместимости с действующими в предприятии стандартами и регламентами.

Преимуществом собственной разработки является её способность к максимальной адаптации под конкретные нормативные акты, технические условия и методические рекомендации, применяемые на данном предприятии. Это обстоятельство ведет к упрощению процессов интеграции и позволяет эффективнее организовывать потоки информации, обеспечивая таким образом бесперебойное функционирование производственных и управленческих систем предприятия.

Конечным результатом работы интеграционного комплекса является возможность быстро разувязывать необходимые сборочные единицы, видеть все уровни вхождения до самого нижнего, включая покупные изде-

лия, количество входящих изделий, необходимых для производства наблюдаемого изделия, дату коррекций и мн. др. [5].

В рамках оценки эффективности ИС, предназначенных для минимизации ошибок в производственных данных, целесообразно рассмотреть статистику обнаруженных несоответствий в КД и ТД, идентифицированных в процессе валидации. В течение 2023 года наблюдалось 29 уникальных ошибок в КД и 27513 уникальных ошибок в ТД.

Специализированная ИС, предназначенная для анализа КД, за отчетный период обработала 165,680 строк документации, выявляя одно несоответствие на каждые 5713 строк, что указывает на высокую степень точности валидации. Такая низкая частота ошибок может быть обусловлена стабильностью компонентного состава изделий и предварительной многоуровневой проверкой КД перед отправкой в ИС.

Таким образом, достигнутые результаты свидетельствуют о значительном вкладе разработанной системы интеграции в развитие технологий автоматизации производства, открывая новые перспективы для их дальнейшего улучшения и адаптации под текущие и будущие требования индустрии.

Список литературы

1. Mourtzis D., Fotia S., Boli N., Vlachou E. (2019). Modelling and quantification of industry 4.0 manufacturing complexity based on information theory: a robotics case study. *International Journal of Production Research*, 57(22), P. 6908–6921.
2. Thomson R., Anderson J. (2024). Data Governance in the Digital Age: Master Data Management Solutions. *MZ Journal of Artificial Intelligence*, 1(1).
3. Pansara R. Master Data Management Challenges // *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*. 2021. Т. 10. №. 10. С. 47–49.
4. Галеев Р. Г., Капулин Д. В., Казанцев М. А. *Производственная логистика приборостроительного предприятия: учеб. пособие*. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2021. 265 с.
5. Казанцев М. А., Фокин Е. И., Чемдов И. В. Интеграция информационных систем в радиоэлектронном производстве // *Успехи современной радиоэлектроники*. 2018. № 12. С. 9–12.

АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ

А. С. Сазонов¹

Научный руководитель С. А. Виденин²

кандидат педагогических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Национальный исследовательский университет*

«Высшая школа экономики»

В современном мире технологии развиваются очень быстро. Нельзя упускать, что параллельно с развитием ИТ развивается и киберпреступность, вследствие чего ИТ-компаниям приходится тратить ресурсы на обеспечение безопасности данных сотрудников и клиентов. В последние несколько лет увеличивается количество сотрудников, работающих удаленно [1]. В связи с этим безопасности данных сотрудников и внутренних данных компании необходимо уделять больше внимания. Все эти вызовы стоят не только перед директорами ИТ-компаний, но и перед создателями интегрированных сред разработки (ИСР), так как именно они работают с исходным кодом разрабатываемого компаниями программного обеспечения (ПО).

На сегодняшний момент для написания исходного кода разрабатываемой системы ИСР требует от программиста скачивания исходного кода разрабатываемой системы на рабочую станцию программиста. В свою очередь это повышает вероятность утечки, особенно если в команде разработки есть сотрудники, работающие удаленно. Дополнительно компаниям необходимо обеспечить команду программистов мощными рабочими станциями, чтобы ИСР могла работать с большими объемами исходного кода.

Описанные проблемы присущи ИСР, основанных на монолитной архитектуре. Монолитная архитектура представляет из себя большую единую систему, имеющую зависимые подсистемы [2, 3]. Зависимость подсистем вынуждает программистов скачивать исходный код ПО, а ИТ-компанию обеспечивать команду разработки дорогостоящими рабочими станциями.

Для решения описанных проблем предлагается спроектировать архитектуру ИСР, в основе которой будет распределенное взаимодействие компонентов.

Целью этой работы является описание концептуальной модели архитектуры распределенной интегрированной среды разработки.

Ключевой идеей распределенных ИСР является декомпозиция исходного кода на подсистемы, слабо связанные друг с другом. Подсистема

должна решать конкретные задачи и быть самодостаточной. Подсистемы могут быть запущены на отдельных рабочих станциях и взаимодействовать друг с другом по защищенной сети.

Сильная сторона концепции распределенной ИСР – возможность заранее выполнить большее количество работы по анализу кода разрабатываемой системы. Например, некоторые подсистемы могут располагаться на облачных серверах. Эти подсистемы имеют возможность заранее получить сведения об исходном коде разрабатываемой системы и сделать предварительные расчеты и анализы.

В распределенной архитектуре предполагается три основных элемента:

1. Ядро. Управляет данными приложения и связывает компоненты с пользовательским интерфейсом.

2. Компоненты. Подсистемы, отвечающие за реализацию всего функционала в ИСР. Например, отладка или вычисление подсказок в исходном коде.

3. Пользовательский интерфейс. Реализует функционал редактора текстовых файлов [4].

Все элементы распределенной ИСР взаимодействуют друг с другом при помощи отправки команд, описывающих конкретное действие. Ядро должно исполнять команды и отправлять результат исполнения всем заинтересованным элементам. Например, пользователь изменяет текст с помощью редактора ИСР. Интерфейс отправляет команду ядру, которое ее исполняет и уведомляет компонент анализа кода об изменениях. Важно понимать, что ядро обеспечивает взаимодействие пользовательского интерфейса и компонентов, а также самих компонентов друг с другом. На рисунке изображена диаграмма архитектуры распределенной среды разработки.

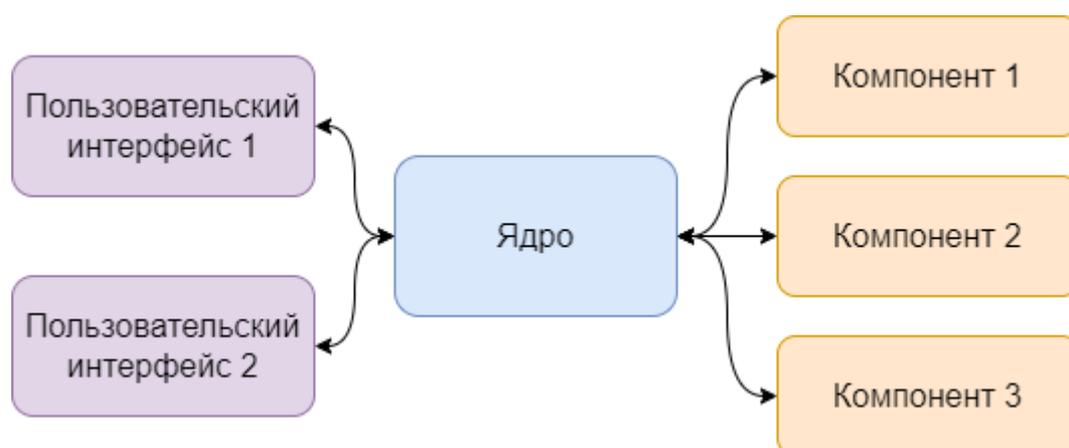


Рис. Архитектура распределенной ИСР

В зависимости от конфигурации, компоненты могут запускаться как локально, так и удаленно. Конфигурацию может настраивать как программист, так и компания, в которой он работает. Например, компания может создать конфигурацию, при которой компоненты ИСР, для их работы не-

обходим исходный код ПО, будут находиться на специальных защищенных облачных серверах компании. В остальных случаях все компоненты могут выполняться на персональном компьютере программиста.

Рассмотрим основные плюсы архитектуры распределенной ИСР:

– снижение требований к мощности вычислительной машины программиста;

– снижение рисков утечки исходного кода, разрабатываемого ПО.

В данной работе предложена концепция архитектуры интегрированной среды разработки, построенной на идее распределенных компонентов. Реализация подобной архитектуры позволяет повысить безопасность исходного кода и уменьшить требования к рабочим станциям программистов за счет работы некоторых элементов ИСР на удаленных программных комплексах.

Список литературы

1. HeadHunter, 2022: Чего ждать от сверхновой реальности? Аналитика рынка труда и прогнозы, 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://krasnoyarsk.hh.ru/article/26656> [дата обращения 30.04.2024].

2. Кугушева Д. С. Проектирование сложного программного обеспечения с использованием микросервисной архитектуры // Инновации и инвестиции. 2020. № 5. С. 188–190.

3. Харазян А. А. Особенности микросервисной архитектуры для современных приложений // Электронные информационные системы. 2023. № 2(37). С. 40–45.

4. Ванясин Н. В., Сидоркина И. Г., Поляков В. И. Архитектура интегрированной среды разработки программного обеспечения с поддержкой структурного редактирования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. № 6. С. 1079–1085.

МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

М. А. Салимов

Научный руководитель О. В. Дрозд
кандидат технических наук
Сибирский федеральный университет

Эффективное управление жизненным циклом уникальных зданий и сооружений предполагает оперативный мониторинг несущих конструкций как в процессе строительства, так и в ходе эксплуатации [1]. Оперативное устранение выявленных конструктивных дефектов, минимизация последствий возможного ущерба являются главными показателями эффективного управления. Кроме того, согласно ГОСТ Р 22.1.13-2013, несущие конструкции уникальных зданий и сооружений должны оснащаться системами мониторинга состояния.

В настоящий момент отсутствуют разработанные и апробированные методики интеграции данных, готовых для работы с моделью корректирующего обслуживания на основе BIM с интеграцией IoT, основная цель которой – оперативное выявление дефектов несущих конструкций [1].

Целью данной работы является разработка методики, направленной на повышение качества проектирования уникальных зданий и сооружений за счет обнаружения явных и скрытых дефектов несущих конструкций здания в процессе текущей эксплуатации.

Постановка задач при разработке методики сводится к следующему:

- разработка организационной структуры методики оперативного контроля и анализа данных;
- разработка аппаратных и программных средств реализации IoT-наблюдателя;
- обеспечение интеграции технологий промышленного Интернета вещей (IoT) и информационной BIM-модели здания – объекта контроля.

Рассмотрим блок-схему предлагаемой методики оперативного контроля несущих конструкций уникальных зданий и сооружений (рис. 1).

Предлагаемая методика обеспечивается одноименной системой оперативного контроля несущих конструкций, которая состоит из трех ключевых компонентов:

- 1) исполнительная информационная BIM-модель здания – объекта контроля, представляющая комплекс принятых проектных решений несущих конструкций здания;
- 2) IoT-наблюдатель состояния несущих конструкций;
- 3) программный модуль информационной интеграции BIM–IoT и анализа данных, реализующий операции.

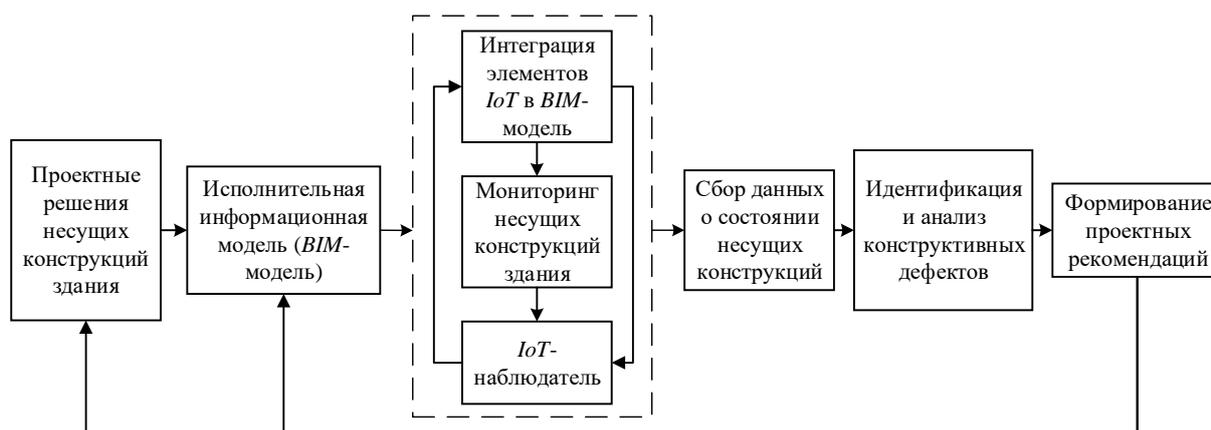


Рис. 1. Структурная схема предлагаемой методики оперативного контроля

Основные технические характеристики IoT-наблюдателя состояния несущих конструкций здания представлены в таблице.

Таблица

Основные технические характеристики IoT-наблюдателя состояния несущих конструкций

Наименование характеристики	Значение
Каналы аналого-цифрового преобразования (АЦП)	
1. Количество каналов, шт.	1
2. Тип АЦП	МСР3221
3. Разрядность АЦП	12
4. Способ аналого-цифрового преобразования	сигма-дельта
5. Частота дискретизации, ksp/s	22,3
6. Отношение сигнал/шум и искажения, дБ	72
7. Диапазон входного напряжения, В	2,7...5,5
Контроллер обработки сигналов (микроконтроллер)	
1. Тип ядра	AVR
2. Разрядность, бит	8/16/32
3. Объем программной памяти, кБ	32
4. Объем ОЗУ данных, кБ	4
5. Интерфейсы программирования	JTAG, PDI, TPI
Общие параметры приемопередатчиков каналов связи	
1. Диапазон частот, МГц	850/900/1800/1900
2. Протоколы для передачи данных	TCP/IP; HTTP(S); FTP; SMTP/POP3
Массогабаритные характеристики	
1. Габариты, мм	195×125×55
2. Масса, г	420
3. Корпус	модульный корпус из ABS-пластика для установки на DIN-рейку, уровень защиты не ниже IP 54 по ГОСТ 14254-2015

Рассмотрим реализацию программного обеспечения информационной интеграции BIM–IoT и анализа данных на рис. 2.

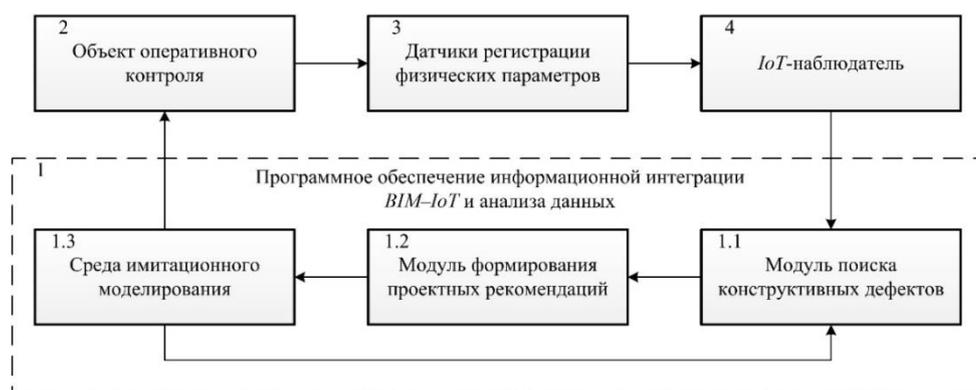


Рис. 2. Структурная схема взаимодействия компонентов программно-аппаратной части системы оперативного контроля

Программное обеспечение включает среду имитационного моделирования (1.3) и два программных модуля: поиска конструктивных дефектов (1.1) и формирования проектных рекомендаций (1.2). По результатам анализа формируются рекомендации по улучшению проектных решений несущих конструкций здания и выгружаются в BIM-модель.

Среда информационного моделирования развернута с помощью САПР Autodesk Revit 2022, в которой была создана информационная BIM-модель с заданными параметрами несущих конструкций. Программные модули реализованы на языке программирования C# в среде Visual Studio 2023 с использованием DLL-ссылок на RevitAPI и RevitAPIUI – стандартные библиотеки, применяемые в плагинах для САПР Autodesk Revit.

Источник данных – IoT-наблюдатель (4) с внешними датчиками физических параметров (3) несущей конструкции здания – объекта оперативного контроля (2). Данные о текущем состоянии несущих конструкций считываются модулем поиска конструктивных дефектов и сверяются с актуальными параметрами в BIM-модели. Далее модуль производит оценку безопасности и стабильности несущих конструкций с использованием методов анализа данных. По результатам проведенного анализа модуль формирования проектных решений выполняет идентификацию потенциальных рисков и разрабатывает рекомендации по их своевременному устранению. В результате генерируется отчет с описанием конкретных параметров и визуализация данных в BIM-модели о состоянии несущих конструкций до и после внесения изменений.

Предложенная методика может быть применена для оценки конструктивных решений, помогая инженерам и архитекторам оптимизировать проекты зданий и сооружений, учитывая их уникальные особенности и предъявляемые к ним требования.

Список литературы

1. Hanbin L., Ling L., Ke C., Antwi-Afari Maxwell F., Lijuan C. Digital technology for quality management in construction: A review and future research directions // *Developments in the Built Environment*. 2022. Vol. 12. P. 100087.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА ПО ДАННЫМ ДЗЗ

С. Г. Скворцов, А. В. Хоркуш, П. А. Осипов

Научный руководитель Р. В. Брежнев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Электросетевой комплекс играет ключевую роль в обеспечении энергетической безопасности и стабильности энергоснабжения страны. Недостатки в работе линий электросети могут привести к авариям, перебоям в энергоснабжении и серьезным последствиям для экономики и населения.

Таким образом, развитие системы мониторинга и контроля за состоянием линий электросети, внедрение современных технологий диагностики и автоматизации позволяют своевременно выявлять и устранять возможные проблемы, обеспечивая бесперебойную работу энергосистемы, а следовательно, обуславливают актуальность данной тематики.

Для примера рассмотрим участок охранной зоны под линией электропередач. Охранная зона ЛЭП – это земельный участок и воздушное пространство вдоль воздушных линий, ограниченные вертикальными плоскостями, находящимися по обе стороны от линии, поддерживаемые в соответствии с требованиями, обозначенными в постановлении Правительства от 24 февраля 2009 года № 160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон». На рис. 1 представлен участок ЛЭП, используемый для снабжения транссибирской магистрали.



Рис. 1. Участок ЛЭП

Участок охранной зоны, потенциально представляющий опасность линии электропередач, может иметь определенные особенности, связанные с присутствием нежелательной растительности, в соответствии с действующим порядком, высота растительности на территории охранной зоны не должна превышать трех метров.

Для анализа растительности применяется NDVI (нормализованный разностный индекс вегетации). Кластеризация спектральных индексов позволяет упорядочить объекты по их характеристикам, что помогает определить типы объектов на изображении и улучшить точность классификации [1, 2].

Для проверки метода для обнаружения потенциально опасных объектов была проведена кластеризация NDVI изображения методом k-means. На рис. 2 показан результат кластеризации эталонного изображения, проблемные участки электросети были известны заранее [3, 4].

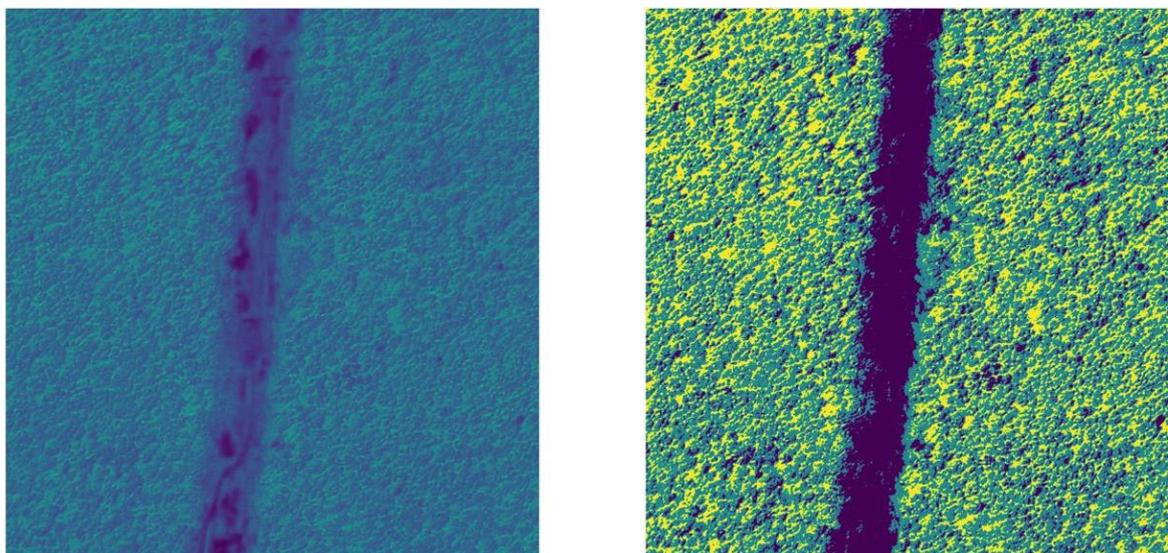


Рис. 2. Обработка изображения NDVI и k-means

На рис. 3 представлен результат кластеризации изображения, внутри охранной зоны отчетливо виден участок, классифицированный как густая и разреженная растительность. Чего в соответствии с нормативами быть не должно, следующим шагом стоит определить параметры классифицированного участка, что в свою очередь позволит оценить степень угрозы для участка электросетевого комплекса.

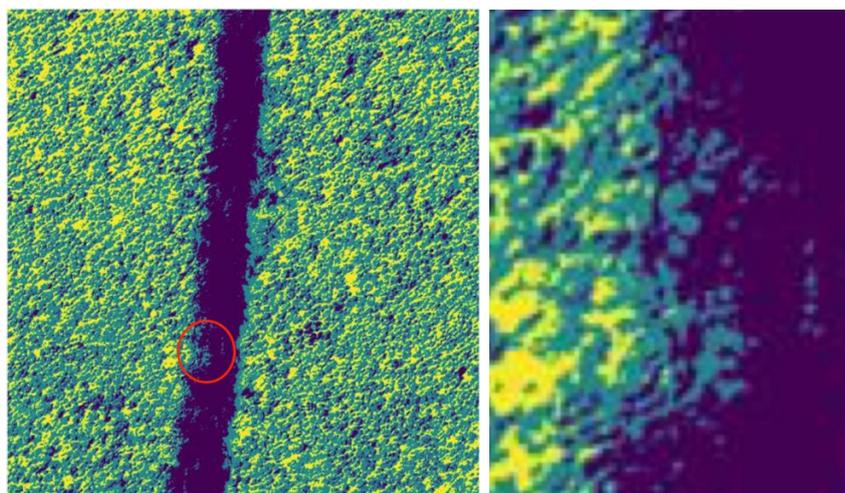


Рис. 3. Результат кластеризации

Таким образом, для реализации кластеризации аэрокосмических изображений и выявления проблемных участков охраняемой зоны электросетевого комплекса была использована комбинация спектральных индексов NDVI совместно с методом кластеризации k-means. Метод дает устойчивые результаты среди изображений различного формата и будет использован в дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Брежнев Р. В., Федоров И. Е., Маглинец Ю. А., Раевич К. В., Герасимова Е. И. Развитие технологии интерактивного формирования процессов обработки и анализа данных ДЗЗ. Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://scholar.sfu-kras.ru/publication/54479550/fulltext>
2. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учеб. пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 148 с.
3. Вайсблат Н. Э., Иконникова К. В., Перемитин И. С. Мониторинг и диагностика просек воздушных линий электропередач посредством геоинформационных систем и технологий // Электроэнергетика глазами молодежи: сборник докладов V Международной молодежной научно-технической конференции. Томск, 2014. С. 144–148.
4. Liu H. Q., Huete A. (1995). A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 33: P. 457–465.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЦЕХОВОГО УРОВНЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВ ДИСКРЕТНОГО ТИПА

Н. С. Спиридонов

Научный руководитель Е. Е. Носкова
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Задача формирования цифровой модели производственного процесса, позволяющей принимать управленческие решения при анализе выполнения сменно-суточных заданий для производств дискретного типа, является актуальной. Модель позволяет определять относительное количество технологических операций, выполняемых с браком и без, а также среднее время прохождения заготовки по технологическому маршруту.

Обработка заготовки в цехе представляет собой процесс, протекающий в многофазной разомкнутой системе массового обслуживания с ожиданием, с признаками замкнутой системы, поскольку присутствуют потоки технологических операций с браком [1].

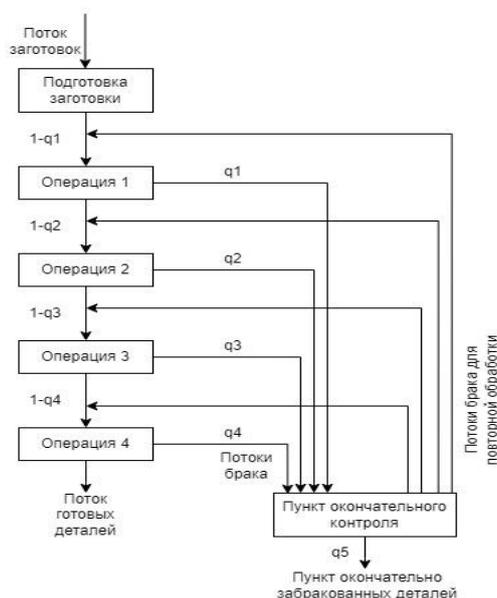


Рис. 1. Цех как система массового обслуживания

Основными допущениями при функционировании модели являются: технологические операции начинаются через случайное время T_n ; выполнению операций предшествует подготовка; длительность подготовки зависит от качества заготовки; всего различных видов заготовок n_1 ; время подготовки подчинено экспоненциальному закону; частота появления различных заготовок и средние значения времени их подготовки заданы в таблице дискретного распределения.

Таблица

Частота появления заготовок и средние значения времени подготовки

Частота	0,05	0,13	0,16	0,22	0,29	0,15
Среднее время	10	14	21	22	28	25

Технологические операции n последовательно выполняются со средними временами T_1, T_2, \dots, T_n соответственно. После каждой операции в течение времени $T_{k1}, T_{k2}, \dots, T_{kn}$ следует контроль. Время выполнения операций и контроля – случайное. Контроль не проходят q_1, q_2, \dots, q_n % деталей соответственно. забракованные технологические операции поступают на пункт окончательного контроля и проходят на нем проверку в течение времени, распределённого по экспоненциальному закону со средним значением T_k . В результате из общего количества не прошедших контроль технологических операций q_{n+1} % идут в брак, а оставшиеся $(1 - q_{n+1})$ % технологических операций подлежат повторному выполнению, после которых они не прошли контроль. Если технологическая операция во второй раз не проходит контроль, она окончательно бракуется.

Имитационная модель процесса прохождения технологических операций цехового уровня для производств дискретного типа представлена в среде имитационного моделирования AnyLogic [2]. Разработанная дискретно-событийная модель включает следующие сегменты: исходные данные; подготовка заготовки; операция 1; операция 2; операция 3; операция 4; пункт окончательного контроля; склад готовых деталей; склад бракованных деталей; результаты моделирования.

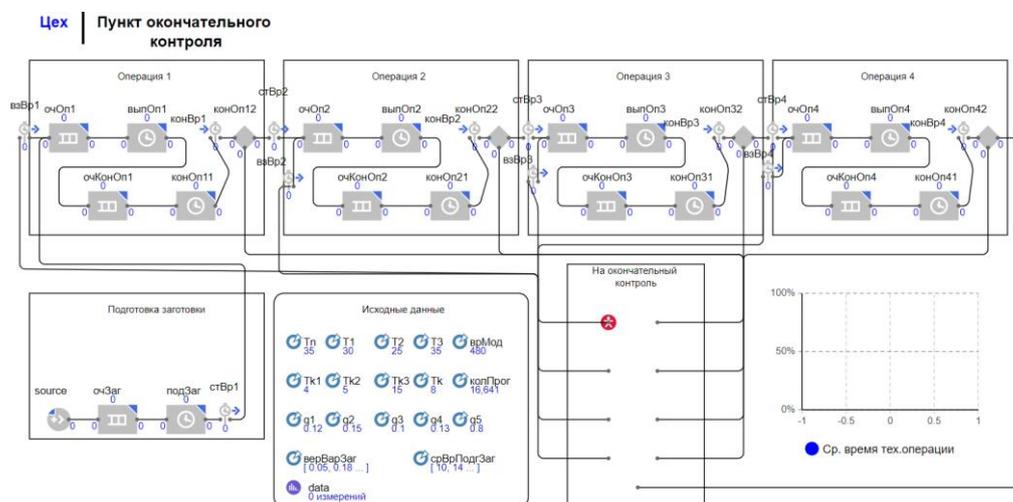


Рис. 2. Сегменты цеха по изготовлению деталей на имитационной модели

Характеристики модели, рассчитываемые при моделировании: количество поступивших заготовок на обработку, количество заготовок, прошедших по каждой из четырех операций, коэффициенты использования пункта подготовки заготовок и пунктов выполнения операций, среднее время подготовки заготовки, количество и доли готовых и забракованных

деталей, а также такие параметры, как вероятности появления вариантов заготовок и среднее время подготовки варианта заготовки.

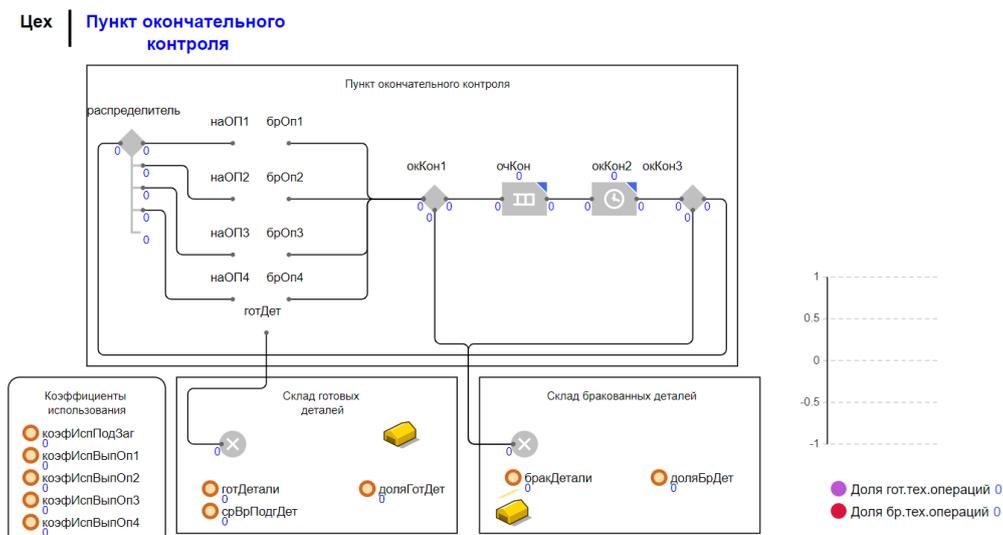


Рис. 3. Сегменты пункта окончательного контроля на имитационной модели

На рис. 4 представлены результаты анализа партий разных размеров, содержащих 10, 100 и 1000 заготовок в виде гистограмм с указанием затраченного времени на прохождение технологических операций по оси абсцисс и процента заготовок, которые прошли по рабочим местам за такое же время по оси ординат, а также среднее время прохождения заготовки по всем рабочим местам; столбиковая диаграмма, которая наглядно показывает разницу долей готовых и забракованных технологических операций.

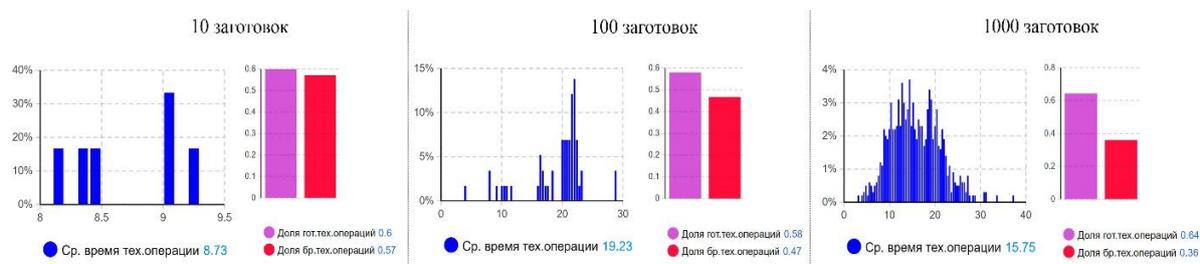


Рис. 4. Среднее время прохождения технологического маршрута для партий заготовок разного размера

Проведенный вычислительный эксперимент с использованием разработанной модели внутрицехового участка для производства конвейерного типа позволяет сделать вывод о расчете коэффициента загрузки оборудования, в зависимости от характера технологических процессов и размера партии, а также усредненных показателей эффективности работы участка при обработке партий заготовок разного размера.

Список литературы

1. Мочалов В. П., Братченко Н. Ю. Модели массового обслуживания в информационных системах: учеб. пособие. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2016. 126 с.
2. AnyLogic [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.anylogic.ru/> [дата обращения: 25.02.2024].

ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

М. М. Фарафонов

Научный руководитель О. А. Антамошкин
доктор технических наук, профессор кафедры программной инженерии
Сибирский федеральный университет

Создание экспертной модели для оценки привлекательности визуального контента [1] является весьма актуальным вызовом нынешней эры, и на это есть несколько причин.

Персонализация контента. Способность адаптироваться к предпочтениям пользователя является ключевым аспектом в разработке интерфейсов и визуализации данных. Это обеспечивает более глубокое взаимодействие и удовлетворенность пользователя, что важно для образовательных платформ, игр, виртуальной и дополненной реальности.

Все возрастающая сложность трехмерных сцен. Трехмерные сцены становятся все более сложными и требовательными к ресурсам, что делает важным исследование способов их оптимизации без потери качества и информативности. Анализ предпочтений может использоваться для снижения затрат на обработку элементов, которые не важны для пользователя, сконцентрировав вычислительные ресурсы на действительно значимых вещах.

Учитывая большие успехи нейронных сетей в сфере обработки, фото- и видеоконтента [2], крайне интересной и перспективной выглядит идея создания нейросетевой модели оценки предпочтений пользователя. В этой связи возникает два основных вопроса: каким образом можно оценить привлекательность визуального контента с точки зрения человека и какую структуру должна иметь подобная модель.

Рендер представляет собой изображение трехмерной сцены, сделанное с определенного ракурса, поэтому при оценке его качества могут быть использованы те же подходы, что и для изображений или кадров видеопоследовательности. Эти подходы делятся на две группы: объективные [3] и субъективные [4].

Объективные методы главным образом представляют собой численные метрики сравнения нескольких изображений или кадров видеопоследовательностей с целью выявления потерь в качестве при обработке исходных фото- / видеоматериалов (например, сравнение работы различных алгоритмов сжатия, удаления объектов). Они в высшей степени опираются на математические вычисления и анализ выборки пикселей и из-за этого порой плохо коррелируют с субъективным восприятием визуального контента людьми, приводя к прямо противоположным результатам.

Субъективные методы оценки качества визуального контента ориентированы на взаимодействие с людьми путем привлечения их в роли экспертов. Данные подходы позволяют в значительной степени учесть различные особенности визуального восприятия человека при формировании оценок. В то же время субъективные подходы требуют дополнительных усилий для правильной обработки и интерпретации полученных результатов, а также соблюдения ряда правил при постановке эксперимента и организации взаимодействия с участниками опроса.

Вопрос поиска оптимальной архитектуры является крайне важным при разработке нейронных сетей, поскольку от структуры сети напрямую зависит ее эффективность и производительность в контексте решаемой задачи. Поиск оптимальной нейросетевой архитектуры обычно рассматривается как оптимизационная задача. Процесс решения данной задачи можно представить в виде схемы (рис.) [5].

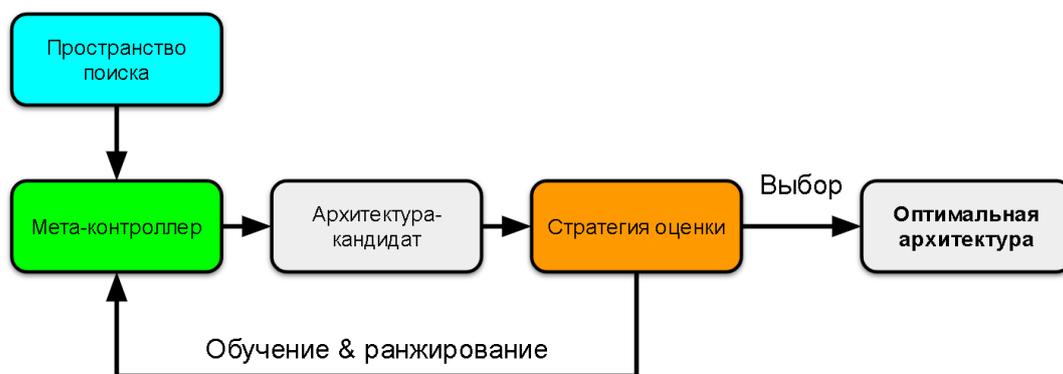


Рис. Общая схема организации процесса поиска нейронной архитектуры

Мета-контроллер отвечает за формирование возможных архитектур-кандидатов, взятых из пространства поиска. Каждая архитектура-кандидат подвергается обучению на выбранном наборе данных и получает оценку качества работы в зависимости от точности на проверочном наборе. Этот процесс повторяется определенное число раз, после чего происходит выбор оптимальной архитектуры, показавшей наилучший результат по итогам оценивания.

Традиционно в области поиска нейронных архитектур принято выделять три основные компоненты [6]: пространство поиска, метод оптимизации или поиска архитектуры, метод оценки модели.

Пространство поиска определяет принципы проектирования нейронных архитектур. Оно включает описание элементов и правила их объединения, тем самым ограничивая круг архитектур, которые в принципе могут быть получены в ходе поиска. Дизайн пространства поиска оказывает решающее влияние на конечную производительность алгоритма оптимизации.

Метод оптимизации архитектуры определяет стратегию поиска для эффективного обнаружения модели с высокой производительностью в заданном пространстве поиска.

После того как модель сгенерирована, необходимо оценить ее производительность. Данный этап является самой затратной с точки зрения времени компонентой поиска архитектуры. Некоторые передовые методы могут ускорить процесс оценки, но при этом теряется достоверность. Поэтому актуальным остается вопрос баланса между эффективностью и результативностью оценки.

Наиболее перспективной стратегией выглядит использование модульного пространства поиска, при котором ищется структура небольшой ячейки, а итоговая нейронная сеть формируется из последовательности следующих друг за другом ячеек, с одним из методов глобальной оптимизации. Также можно использовать морфизм, взяв за начальную точку поиска искусственно созданные людьми удачные архитектурные решения [7, 8]. Весьма вероятно, что полученная таким образом нейросетевая модель сможет добиться неплохих результатов при анализе предпочтений пользователей, а также будет иметь гибкую структуру за счет модульности, что позволит регулировать глубину модели для обеспечения оптимальной производительности.

Список литературы

1. Peresunko P. et al. Models of Experts for Shaders Estimation of Rendering Complex 3D Scenes in Real Time // 2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). IEEE, 2021. P. 895–897.
2. Li Z. et al. A survey of convolutional neural networks: analysis, applications, and prospects // IEEE transactions on neural networks and learning systems. 2021. Т. 33. №. 12. P. 6999–7019.
3. Боков А. А., Ватолин Д. С. Методика объективной оценки качества восстановления фона в видео // Цифровая обработка сигналов. 2016. Т. 3. С. 26–33.
4. Грачева М. А. и др. Субъективная оценка качества статических и видеоизображений: методологический обзор // Сенсорные системы. 2019. Т. 33. №. 4. С. 287–304.
5. Ren P. et al. A comprehensive survey of neural architecture search: Challenges and solutions // ACM Computing Surveys (CSUR). 2021. Т. 54. №. 4. P. 1–34.
6. He X., Zhao K., Chu X. AutoML: A survey of the state-of-the-art // Knowledge-based systems. 2021. Т. 212. P. 106622.
7. He K. et al. Deep residual learning for image recognition // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016. P. 770–778.
8. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition // arXiv preprint arXiv: 1409.1556. 2014.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ

А. В. Хоркуш, С. Г. Скворцов, П. А. Осипов

Научный руководитель Р. В. Брежнев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Проблема техногенного загрязнения окружающей среды является одной из наиболее серьезных вызовов современного общества. Промышленное производство, транспортные средства, использование химических веществ и неэффективное управление отходами приводят к серьезным последствиям для окружающей среды. Загрязнение воды, воздуха и почвы, а также накопление отходов создают угрозу для здоровья людей, животных и растений, а также для экосистем в целом. Эти проблемы требуют немедленного внимания и принятия эффективных мер для предотвращения дальнейшего ухудшения ситуации.

Актуальность данной темы обусловлена возрастающим влиянием человеческой деятельности на окружающую среду, в частности, на почвенно-растительный слой. Загрязнения почвы могут привести к серьезным экологическим проблемам, включая загрязнение грунтовых вод, утрату биоразнообразия и деградацию почв.

Для примера рассмотрим загрязнения трубопровода хвостохранилища и окрестности угольных разрезов. На рис. 1 представлены примеры различных загрязнений при транспортировке отходов к хвостохранилищу.



Рис. 1. Загрязнение при транспортировке угля и меди

Хвостохранилища обычно представляют собой большие искусственные водоемы или насыпи, созданные для безопасного хранения и изоляции этих отходов от окружающей среды. В угольном хвостохранилище хранятся отходы, образующиеся в процессе добычи и обогащения угля. Это могут быть пустые породы, шламы, флотация и другие материалы. В медном хвостохранилище обычно течет измельченная руда, содержащая медь и другие отходы горнодобывающей промышленности.

Химический состав почв под влиянием загрязняющих факторов значительно изменяется, что проявляется в изменении оптических свойств почв, фиксируемых сенсорами спутников ДЗЗ. Спектр почвы, загрязненной медью, может иметь определенные особенности, связанные с присутствием оксида меди, который вносит изменения в спектральные характеристики в области видимого и инфракрасного спектра.

Видимый спектр. Изменения в видимом спектре могут проявляться через характеристические пики или падения интенсивности света в определенных длинах волн. Например, оксид меди может вызывать изменения в области зеленого и синего света.

Инфракрасный спектр. В ближнем инфракрасном диапазоне также могут наблюдаться изменения в спектре почвы, загрязненной медью. Это связано с оптическими свойствами оксида меди и его влиянием на поглощение или отражение инфракрасного излучения.

Для более точного определения спектральных характеристик загрязненной оксидом меди почвы можно провести спектральный анализ. При этом следует учитывать, что спектральные характеристики могут зависеть от концентрации оксида меди в почве, а также от других факторов, таких как тип почвы и ее состав.

Суть метода заключается в использовании алгоритмов кластеризации, а также их модификаций для анализа аэрокосмических изображений и выделения на них областей техногенных загрязнений. Алгоритм кластеризации разбивает изображение на несколько сегментов, каждый из которых соответствует определенному типу почвы. В результате обработки аэрокосмического снимка мы получаем карту определенной территории, на которой выделены участки с возможными техногенными загрязнениями, что позволяет оперативно реагировать на возникающие проблемы (например, определять очаги) и принимать меры для их устранения.

Спектральные индексы могут быть использованы для классификации объектов на основе их спектральных характеристик. Кластеризация спектральных индексов может быть использована для разделения объектов на группы на основе их сходства по спектральным характеристикам. Это может помочь в определении типов объектов на изображении и в улучшении качества классификации. Для примера используется NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – индекс нормированной разности, широко применяемый в оценке растительности. В расчете учитывается отражение растительности в ближней инфракрасной и красной областях спектра.

Для классификации NDVI используются различные методы, такие как кластеризация, классификация с использованием машинного обучения и статистический анализ.

Для кластеризации значений NDVI можно использовать различные методы кластеризации, такие как k-means, иерархическая кластеризация и др. Например, с помощью k-means можно разделить данные на несколько кластеров, каждый из которых будет иметь свое среднее значение NDVI. Затем можно проанализировать каждый кластер и определить, какие типы растительности в нем присутствуют.

В качестве эксперимента был обработан снимок участка трубопровода к медному хвостохранилищу. Получено размеченное изображение, темным цветом выделены участки с возможными техногенными загрязнениями (рис. 2).

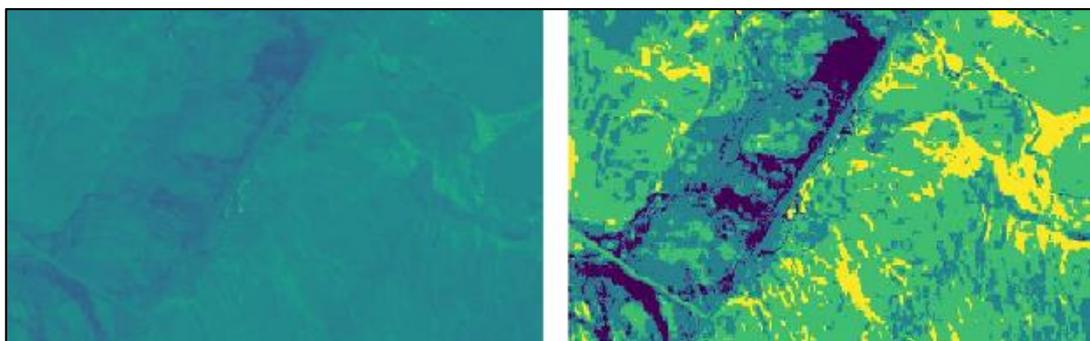


Рис. 2. Обработка изображения NDVI и кластеризация по типам почвы

Важно отметить, что результаты кластеризации зависят от выбранных параметров и могут быть разными для разных наборов данных. Поэтому перед использованием кластеризации необходимо провести предварительный анализ данных и определить оптимальные параметры для конкретной задачи.

Для реализации кластеризации аэрокосмических изображений для выявления техногенных загрязнений почвенно-растительного слоя необходимо выполнить следующие шаги:

1. Сбор и обработка аэрокосмических снимков. Снимки должны быть предварительно обработаны и приведены к единому формату, чтобы алгоритм мог их корректно анализировать.
2. Обучение алгоритма кластеризации. Для этого используются предварительно размеченные изображения, на которых известны координаты и типы почвы, растительности, загрязнений на каждом участке.
3. Применение алгоритма к аэрокосмическим снимкам, получение результатов.
4. Анализ результатов применения алгоритма к аэрокосмическим снимкам.

Список литературы

1. Брежнев Р. В., Федоров И. Е., Маглинец Ю. А., Раевич К. В., Герасимова Е. И. Развитие технологии интерактивного формирования процессов обработки и анализа данных ДЗЗ. 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://scholar.sfu-kras.ru/publication/54479550/fulltext>
2. Bygate M., Ahmed Monitoring M. Water Quality Indicators over Matagorda Bay, Texas, Using Landsat-8. 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/16/7/1120>
3. Johnson D. M., Rosales A., Mueller R., Reynolds C., Frantz R., Anyamba A. USA Crop Yield Estimation with MODIS NDVI: Are Remotely Sensed Models Better than Simple Trend Analyses? 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/21/4227>

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И. В. Чемидов

Научный руководитель М. А. Казанцев
кандидат технических наук
АО «НПП «Радиосвязь»

Современные наукоемкие отечественные предприятия, обладающие высокими технологическими и организационными компетенциями, собственными ноу-хау, использование которых позволяет конкурировать с ведущими европейскими и азиатскими компаниями, должны оперативно реагировать на постоянно изменяющиеся условия и поддерживать широкую номенклатуру выпускаемых изделий и обладать высокой степенью автоматизации основных и вспомогательных производственных процессов, а также процессов управления.

Сложность автоматизации таких предприятий обусловлена необходимостью встраивания в существующие производственные бизнес-процессы, что предъявляет высокие требования к гибкости систем управления складом, с большим количеством типов артикулов, применяемых в производстве [1–2].

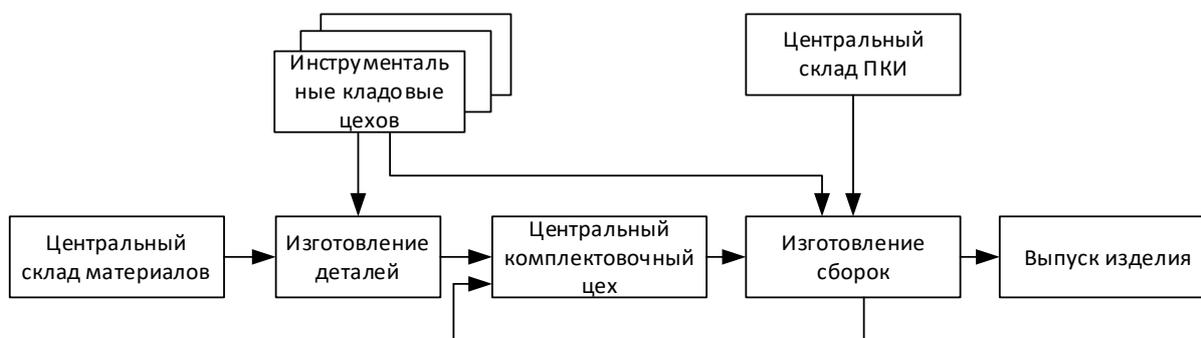


Рис. 1. Схема логистических процессов выпуска изделия

Для производственных предприятий с дискретным типом производства характерным является наличие различных складов, которые можно классифицировать по типу хранимых артикулов (рис. 1):

- деталей и сборочных единиц (ДСЕ) собственного изготовления;
- материалов;
- покупных комплектующих изделий (ПКИ);
- инструментов.

На предприятиях отрасли широко используются склады с адресной системой хранения и статическим методом организации. Вышеперечисленные типы складов также не являются исключением. Используя

преимущества данной организации склада, можно существенно повысить эффективность его функционирования.

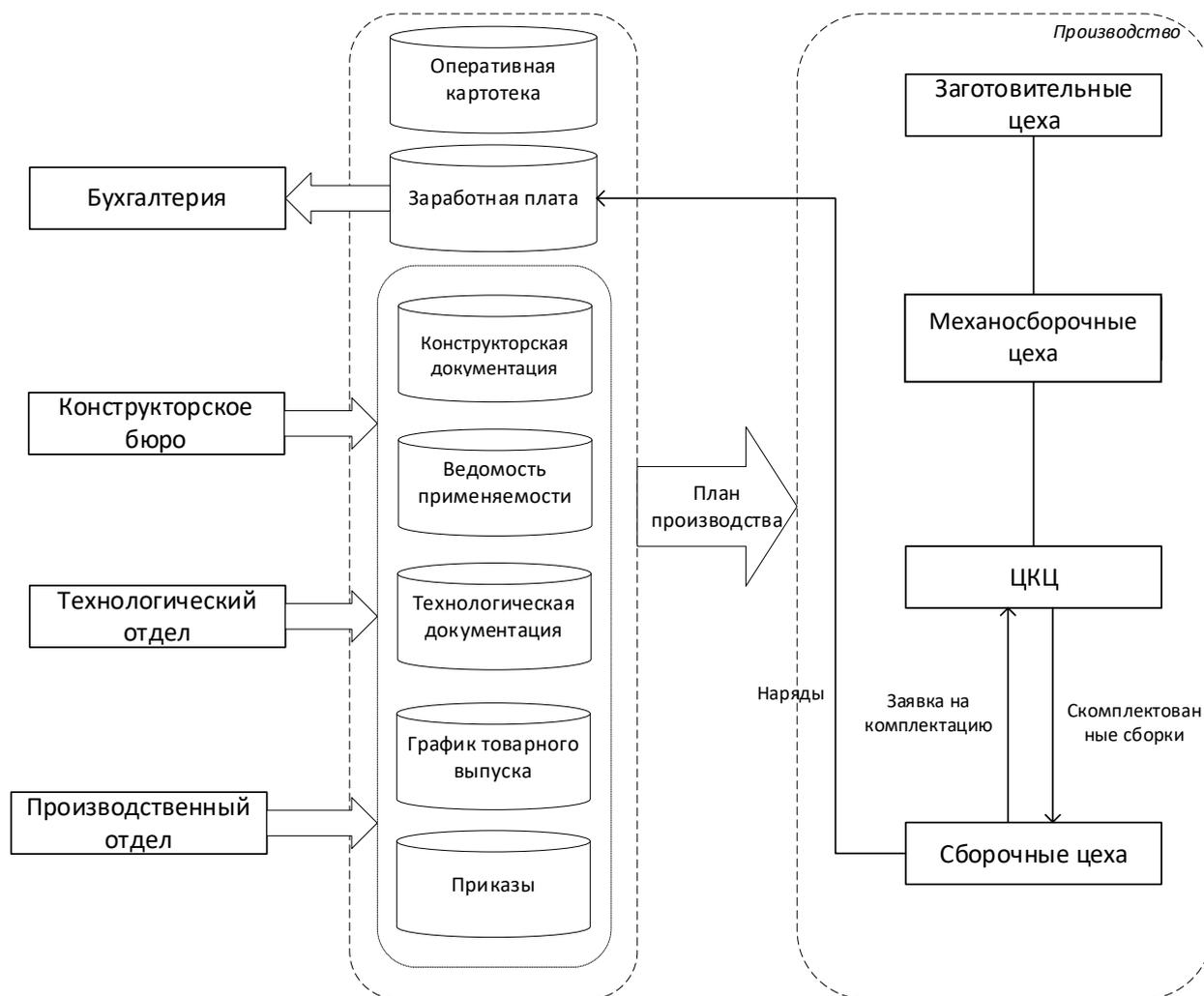


Рис. 2. Схема взаимодействия информационных систем в едином информационном пространстве

В процессе создания единого информационного пространства для дискретного радиоэлектронного производства (рис. 2), характеризующегося широкой номенклатурой материалов, покупных комплектующих изделий, деталей и сборочных единиц, а также использующегося оборудования и инструмента, значительную роль играет автоматизация работы складского хозяйства. При этом следует добиваться интеграции автоматизированных складских комплексов различного уровня с системами складского учета и системой управления ресурсами, что повысит эффективность процессов складской логистики предприятия и будет способствовать дальнейшему снижению издержек и повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции.

При проектировании информационной системы и планировании порядка автоматизации производственных процессов отделом АСУП учитывается необходимость использования методов и подходов для

реализации приложений, которые позволяют минимизировать издержки предприятия и повысить прозрачность бизнес-процессов.

На основе предложенной модели разработана архитектура системы управления производственной логистикой, обеспечивающая ключевые функции системы и позволяющая осуществлять подготовку и сопровождение сложного радиоэлектронного производства. Разработан метод, обеспечивающий интеграцию разработанной системы в единое информационное пространство предприятия, включающее в себя системы планирования и диспетчирования производства, а также конструкторско-технологического сопровождения производства [3]. Информационная система предприятия интегрируется с различными устройствами для упрощения ведения производственных процессов. Устройства предприятия добавляются в информационную систему (промышленный Интернет вещей).

Складская система интегрирована с автоматизированными складскими комплексами (АСК) Kardex. Успешное внедрение автоматизированных систем управления АСК позволяет оптимизировать процесс управления площадью, выделяемой для хранения материалов и комплектующих изделий, повышает производственную культуру хранения и способствует организации эффективной системы складского учета [4].

Список литературы

1. Казанцев М. А., Легалов А. И., Чемидов И. В. Взаимодействие систем складского учета и комплектации с системой планирования и диспетчеризации производства в едином информационном пространстве предприятия радиоэлектронной промышленности // Электронные средства и системы управления, Томск, 2015, Ч. 2, С. 205–208.

2. Галеев Р. Г., Капулин Д. В., Казанцев М. А. Производственная логистика приборостроительного предприятия: учеб. пособие. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2021. 265 с.

3. Казанцев М. А., Фокин Е. И., Чемидов И. В. Интеграция информационных систем в радиоэлектронном производстве // Успехи современной радиоэлектроники. 2018. № 12. С. 9–12.

4. Капулин Д. В., Казанцев М. А., Чемидов И. В., Джигоева Н. Н. АСУ складским комплексом как элемент единого информационного пространства приборостроительного предприятия // Автоматизация в промышленности ISBN 1819-5962, 2016 г. № 11. С. 27–30.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Д. М. Шаход

Научный руководитель **Е. Д. Агафонов**
доктор технических наук
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Необходимость решения задач, связанных с определением местоположения (локализации) источников акустических сигналов (Sound Source Localization, SSL), или объектов, отражающих акустические сигналы, возникает во многих сферах и приложениях техники и технологии. В частности, локализация акустических источников широко применяется при автоматическом слежении за камерой для телеконференций, взаимодействии человека с роботом, распознавании речи на расстоянии, мониторинге и громкой связи. Также задачи локализации имеют исключительную важность в геофизике и неразрушающем контроле материалов и изделий.

Для регистрации акустических сигналов с дальнейшим анализом их характеристик применяются микрофонные решетки, которые состоят из набора микрофонов, расположенных в пространстве определенным образом для получения пространственной информации об акустическом источнике. Пространственно-временная информация, полученная с микрофонной решетки, может использоваться для оценки различных параметров источника или извлечения предполагаемого исходного сигнала. Микрофонные решетки применяются для локализации и отслеживания нескольких акустических источников, обнаружения и последующей классификации акустических событий, распознавания говорящего, снижения шума, подавления акустического эха. Микрофонную решетку также можно применять при локализации движущихся объектов.

Немаловажную роль в локализации акустических сигналов играют методы и алгоритмы анализа и обработки сигналов. Первоначально задача локализации акустических источников решалась с помощью традиционных методов обработки сигналов, таких как Time Difference of Arrival (TDOA) [1], Delay-And-Sum beamformer (DAS) [2], Multiple Signal Classification (MUSIC) [3] и Generalized cross-correlation - phase transform (GCC-PHAT) [4]. Однако эти методы имеют недостатки, связанные со сложностью акустических характеристик окружающей среды. В последние годы с появлением и развитием методов глубокого обучения, таких как Convolutional Neural Networks (CNN) [5], Recurrent Neural Network (RNN) [6], Convolutional Recurrent Neural Network (CRNN) [7] и Residual neural networks (ResNet) [8] и их широким использованием в области акустиче-

ских приложений, был намечен новый вектор развития направления локализации источников. Обзор проводимых в настоящее время исследований показал эффективность методов глубокого обучения в решении рассматриваемых проблем, с которыми не справляются традиционные методы. Особенно заметные результаты достигнуты при анализе сигналов с наличием существенного шума и реверберации. Таким образом, современные исследования в области локализации акустических источников направлены на разработку методов глубокого обучения с использованием сигналов микрофонных решеток.

Целью работы был анализ подходов и методов локализации акустических сигналов, в том числе с использованием глубокого обучения, а также рекомендации по интеграции традиционных и современных методов для выработки универсального и эффективного подхода решения проблемы локализации.

Традиционные методы, представленные алгоритмами TDOA, DAS, MUSIC и GCC-PHAT, имеют особенности, которые включают:

- 1) чувствительность к проблемам синхронизации между микрофонными решетками и недостаточную устойчивость к внешним помехам, таким как шум и реверберация – TDOA;
- 2) относительно низкую пространственную точность – DAS;
- 3) устойчивость к шуму и способность давать очень точные оценки, но при этом чувствительность к реверберации – MUSIC;
- 4) необходимость больших вычислительных затрат в случае их применения к широкополосным сигналам – MUSIC;
- 5) устойчивость к шуму и способность к обобщению – GCC-PHAT;
- 6) невозможность работы на основании данных, полученных решетками небольшого размера – GCC-PHAT.

Современные методы, представленные нейронными сетями CNN, RNN, CRNN и ResNet, способны превосходить традиционные методы за счет адаптации к большому объему данных, содержащих акустические характеристики, в сложной акустической среде при наличии шума и реверберации для точной оценки местоположения источника.

Несмотря на то, что некоторые традиционные методы могут адаптироваться к наблюдаемым сигналам, все они зависят от принятых предположений и допущений о характере среды, о свойствах сигналов и т. д. Модели глубокого обучения явно не требуют ни одного из этих предположений, а вместо этого эффективно адаптируются к предоставленным обучающим данным. Однако это также является основным недостатком современных методов, поскольку они менее способны к обобщению и менее универсальны, чем традиционные методы, при изменении настроек конфигурации.

Таким образом, можно сделать вывод, что современные модели локализации, разработанные и обученные под конкретную конфигурацию и с невысокими вычислительными затратами, не обеспечат удовлетворительных результатов локализации в случае изменения настроек, если не

будет использован какой-либо метод адаптации, что до сих пор остается открытой проблемой.

На основании проведенного анализа в дальнейшем предлагается разработать метод локализации акустического источника, способный обеспечить эффективность его работы при низких вычислительных затратах путем интеграции традиционных и современных методов для объединения преимуществ каждого из этих групп методов.

Чтобы построить эффективную модель локализации нескольких акустических источников в реальном времени с меньшими вычислительными затратами будет предложен новый метод, который интегрирует разделение акустических источников с локализацией одного источника. Для построения этой модели изначально будет применен эффективный метод разделения акустических источников, а затем разработанный метод локализации одного акустического источника с помощью двух ортогональных микрофонных решеток будет применен к каждому акустическому источнику из разделенных источников.

Список литературы

1. Tehrani A. K. Z., Makkiabadi B., Parsayan A., Hozhabr S. H. Sound source localization using time differences of arrival; Euclidean distance matrices based approach // 2018 9th International Symposium on Telecommunications, IEEE. 2017. Vol. 2017. P. 91–95.

2. Chiariotti P., Martarelli M., Castellini P. Acoustic beamforming for noise source localization – Reviews, methodology and applications // Mechanical Systems and Signal Processing. 2019. Vol. 120. P. 422–448.

3. Desai D., Mehendale N. A Review on Sound Source Localization Systems // Archives of Computational Methods in Engineering. 2022. Vol. 29, no. 7. P. 4631–4642.

4. Knapp C., Carter G. The generalized correlation method for estimation of time delay // IEEE transactions on acoustics, speech, and signal processing. 1976. Vol. 24, no. 4. P. 320–327.

5. Hirvonen T. Classification of spatial audio location and content using convolutional neural networks // Audio Engineering Society Convention 138, Audio Engineering Society. 2015.

6. Nguyen T. N. T., Nguyen N. K., Phan H., Pham L., Ooi K., Jones D. L., Gan W. S. A general network architecture for sound event localization and detection using transfer learning and recurrent neural network // ICASSP 2021-2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), IEEE. 2021. P. 935–939.

7. Adavanne S., Politis A., Nikunen J., Virtanen T. Sound event localization and detection of overlapping sources using convolutional recurrent neural networks // IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing. 2018. Vol. 13, no. 1. P. 34–48.

8. Yalta N., Nakadai K., Ogata T. Sound source localization using deep learning models // Journal of Robotics and Mechatronics. 2017. Vol. 29, no. 1. P. 37–48.

ОБЗОР ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА МРТ СНИМКАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

А. А. Шумачков

Научный руководитель А. Н. Сочнев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Опухоли мозга являются опасными заболеваниями, угрожающими жизни человека, определение заболеваний данной группы на раннем этапе может спасти жизнь человека. Самым надёжным способом определения наличия опухоли и оценки её размеров и степени тяжести является магнитно-резонансная томография (МРТ). От определения характеристик заболевания зависит выбор лечения, поэтому важна точность определения диагноза. Сегментация, производимая специалистом вручную, требует много времени, опыта и медицинского образования в области радиологии, а сам врач при интенсивной нагрузке может уставать и совершать ошибки. Как следствие, не прекращаются попытки автоматизировать процесс анализа МРТ снимка при помощи применения алгоритмов компьютерного зрения. Сейчас получили мощный толчок в развитии алгоритмы, построенные на нейронных сетях и глубоком обучении. Свёрточные нейронные сети уже показали своё превосходство в точности над классическими алгоритмами в задачах классификации и сегментации, позволяя автоматизировать множество процессов в других сферах.

Сегментация изображения – выделение границ объектов и определение их класса, на вход подаётся изображение, на выходе получается набор масок, ограничивающих объекты на изображении, каждая маска имеет идентификатор класса, к которому принадлежит. В рамках анализа МРТ снимков выделяются границы опухолей и их вид.

МРТ изображение представляет из себя набор проекций исследуемого органа в различных плоскостях. В медицине широко применяются четыре вида снимков T1-взвешенные, T1c, T2-взвешенные и FLAIR, разные виды снимков получаются при различных частотах и последовательностях импульсов [1]. При разных режимах по-разному выделяются жидкости и мягкие ткани. Для задачи сегментации это создаёт определённые сложности, так как на разных видах изображений опухоли будут представлены различным набором признаков, и нужна либо модель, которая способна принимать сразу несколько изображений на вход, либо отдельная модель на каждый вид изображений и специальный алгоритм, который сможет обобщать информацию, полученную с нескольких моделей.

Сравнение точности моделей глубокого обучения производится на датасете BRATS, который периодически расширяется и пополняется новыми изображениями. На данный момент актуальна версия BRATS 2021, но многие исследования в источниках приведены на более ранних версиях, либо на совершенно других датасетах.

Современным считается подход с применением многоуровневой обработки, называемый механизмом внимания, поиск производится не на всём изображении, а лишь на участке изображения [2]. Данный участок находится путём сложения интенсивности участков с разных слоёв. Создаётся область повышенной интенсивности, поиск нейронной сетью проводится только на таких участках. С применением данного подхода повышается эффективность и точность исследования, позволяя использовать легковесную модель. Данные улучшения позволили получить достаточно высокие характеристики точности, которые превзошли классические алгоритмы.

В табл. 1 End, Whole и Core – различные конфигурации моделей. Метрики рассчитываются по формулам (1) и (2).

$$DICE(R_p, R_a) = 2 * \frac{R_p \cap R_a}{R_p + R_a}, \quad (1)$$

$$Sensitivity = \frac{(R_p \cap R_a)}{R_a}, \quad (2)$$

где R_p – предсказанные моделью области опухолей; R_a – размеченные человеком области опухолей.

Таблица 1

Сравнение метрик классических алгоритмов с предложенным

Метод	Dice score (mean)			Sensitivity (mean)		
	End	Whole	Core	End	Whole	Core
Мультикаскадный (Multi-Cascaded)	0.7178	0.8824	0.7481	0.8684	0.7621	0.9947
Каскадный случайный лес (Cascaded random forests)	0.75	0.86	0.79	0.83	0.91	0.86
Кроссмодальный (Cross-modality)	0.903	0.791	0.836	0.919	0.846	0.835
Структурирования задачи (Task Structure)	0.782	0.896	0.824	-	-	-
Многозадачности за один проход (One-Pass Multi-Task)	0.811	0.908	0.857	-	-	-
Механизм внимания	0.9113	0.9203	0.8726	0.9217	0.9386	0.9712

Другой применяемый подход к решению задачи сегментации опухолей мозга – это использование глубоких нейронных сетей, в частности различных вариаций архитектуры U-net [3], таких как UNET (ResNet152 backbone) и Attention UNET (Densenet201 backbone), где числа обозначают количество слоёв (табл. 2). У таких глубоких сетей очень высокая точность, и изображения не требуют сложной предварительной обработки с выделением регионов интереса, они сами обучаются находить и выделять все необходимые признаки. Но для качественного обучения таких тяжёлых моделей требуется большой объём данных, который тяжело получить, так как изображения размечаются специалистами вручную.

Таблица 2

Сравнение точности для различных архитектур моделей для решения задачи сегментации опухолей головного мозга

Архитектуры	F1 Мера	Среднее пересечение (IoU)
UNET (VGG backbone)	0.8033	0.8322
UNET (ResNet152 backbone)	0.8116	0.8382
UNET (Densenet201 backbone)	0.8288	0.8507
Attention UNET (VGG-19 backbone)	0.8060	0.8342
Attention UNET (ResNet152 backbone)	0.8188	0.8434
Attention UNET (Densenet201 backbone)	0.8349	0.8553
ResUnet	0.8360	0.8562
ResUnet++	0.7969	0.8272
Recurrent Residual UNET	0.8495	0.8665

Таким образом, проведённый обзор показал, что прямо сравнивать результаты исследований достаточно проблематично, так как исследователи используют не только различные данные, но и различные показатели оценки качества. В исследуемых материалах не обнаружено никаких сведений о применении аугментаций для расширения обучающих выборок, что в теории может значительно улучшить результаты сегментации и повысить обобщающую способность финальной модели.

Список литературы

1. Erena Siyoum Biratu, Friedhelm Schwenker, Yehualashet Megersa Ayano, Taye Girma Debelee. A survey of brain Tumor segmentation and classification algorithms // Journal of Imaging 2021.
2. Ramin Ranjbarzadeh, Abbas Bagherian Kasgari, Saeid Jafarzadeh Ghouschi, Shokofeh Anari, Maryam Naseri, Malika Bendechange. Brain tumor segmentation based on deep learning and an attention mechanism using MRI multi-modalities brain images // Nature scientific reports. 2021.
3. Ayan Gupta, Mayank Dixit, Vipul Kumar Mishra, Attulya Singh, Atul Dayal. Brain tumor segmentation from MRI images using deep learning techniques // Communications in Computer and Information Science. 2023

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

УДК 004.424 : 004.94 : 519.876.5

ПОДСИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А. В. Зазнобина, И. А. Заболотский

Научный руководитель С. А. Бронов
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В настоящее время существует проблема, связанная с обучением студентов разработке функционально законченного прикладного программного обеспечения. В научно-учебной лаборатории САПР кафедры вычислительной техники ведутся научные исследования по совершенствованию систем моделирования динамических объектов [1, 2]. Под динамическими объектами здесь понимаются объекты, математические модели которых содержат обыкновенные дифференциальные уравнения. Принято решение разработать учебно-научную систему моделирования таким образом, чтобы можно было на её основе выполнять научные исследования, а также использовать её в учебном процессе как пример готового программного средства с открытым кодом.

В соответствии с общепринятым блочно-модульным принципом исследуемый объект разделяется на блоки (модули), для которых создаются программные модели, помещаемые в библиотеку моделей. Перед началом расчётов из этой библиотеки пользователь выбирает те блоки, из которых состоит исследуемый объект, и модели блоков объединяются в общую модель всего объекта. Затем выполняются расчёты с использованием соответствующих функций.

Такой подход позволяет легко заменять блоки и их модели без переписывания кода программы, что важно для пользователей. Одни и те же блоки могут использоваться в моделях различных объектов. Например, одна и та же модель трёхфазного источника напряжения переменного тока может использоваться для трёхфазных электродвигателей различного типа – синхронных и асинхронных. Также механическая нагрузка может иметь одну модель и использоваться в сочетании с различными двигателями.

Но это означает, что система моделирования должна уметь сама организовывать процесс расчёта, т. е. анализировать состав переменных

в моделях выбранных блоков, определять их входные и выходные данные, передавать выходные данные одних моделей на входы других моделей в соответствии со связями между блоками, формировать общую систему дифференциальных уравнений, выполнять их численное интегрирование, формировать массив результатов расчёта и т. д. Для разработки и отладки соответствующих алгоритмов использовалась среда программирования MathCAD14.

Предусматривается два режима работы системы моделирования: режим инициализации и режим расчёта. Для режима инициализации (рис. 1 а) разработчик в каждой модели указывает перечень входных переменных, выходных переменных, переменных состояния: их обозначения и единицы измерения. В процессе инициализации система моделирования считывает эти перечни переменных и заполняет общие массивы этих трёх типов переменных. Затем система устанавливает связи между выходными переменными и входными переменными, имеющими одинаковые обозначения. Этот процесс протекает в несколько этапов. В конечном счёте устанавливается, какая выходная переменная одного блока является входной переменной для другого блока.

В режиме расчёта (рис. 1 б) используется информация, полученная в режиме инициализации. В соответствии с установленными связями осуществляется передача рассчитанных значений от одного блока к другому.

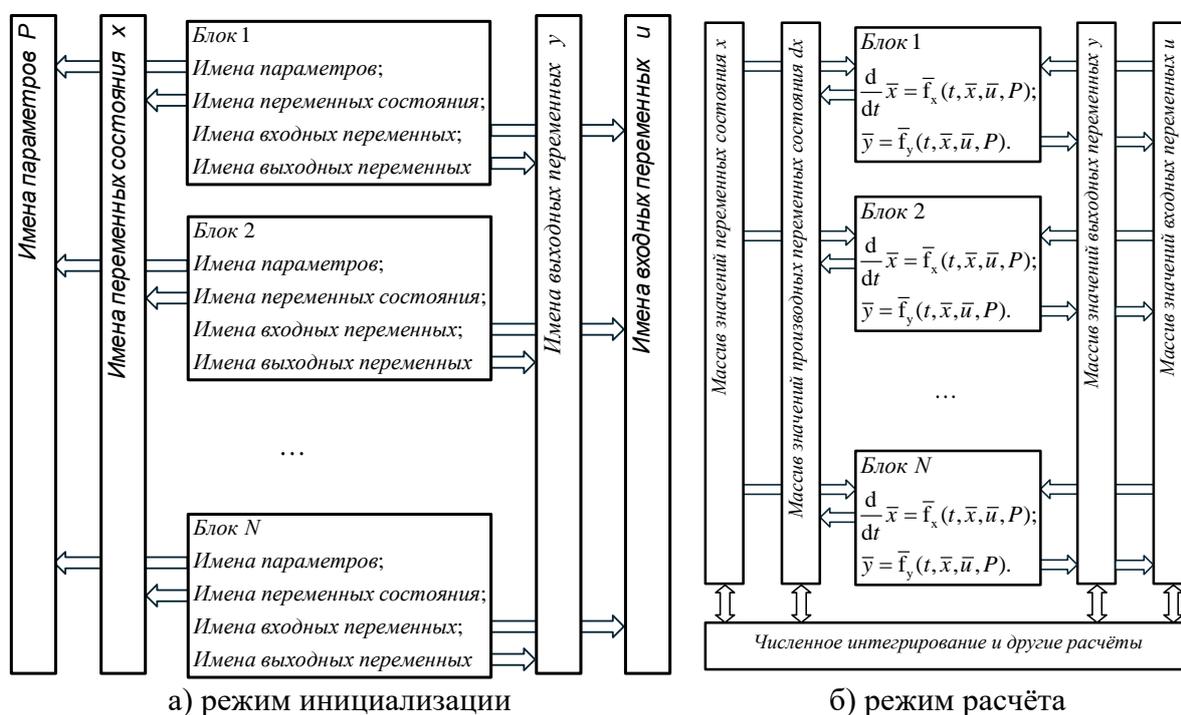


Рис. 1. Подсистема организации вычислений

Связь между переменными различных блоков наглядно демонстрируется при макетировании системы моделирования в среде программирования MathCAD (рис. 2). В полученной таблице имеется пять столбцов:

столбец 1 – номер выходной переменной в общем массиве имён выходных переменных всех блоков;

столбец 2 – имя предыдущего блока с выходными переменными;

столбец 3 – обозначение переменной;

столбец 4 – имя последующего блока с входными переменными;

столбец 5 – номер входной переменной в списке входных переменных последующего блока.

В режиме расчёта происходит выборка уже рассчитанных значений из общего массива значений выходных переменных и переписывание их в указанные элементы массивов входных переменных последующих блоков.

TabModLig := RezInig =

1	"ModReg"	"U.1m"	"ModSIN"	1
2	"ModReg"	"ω.1"	"ModSIN"	2
3	"ModReg"	"ε.1"	"ModSIN"	3
3	"ModReg"	"ε.1"	"ModUgol"	3
4	"ModReg"	"U.2m"	"ModSIN"	4
5	"ModReg"	"ω.2"	"ModSIN"	5
6	"ModReg"	"ε.2"	"ModSIN"	6
6	"ModReg"	"ε.2"	"ModUgol"	4
7	"ModSIN"	"u.1a"	"ModIDDP"	1
8	"ModSIN"	"u.1b"	"ModIDDP"	2
9	"ModSIN"	"u.2a"	"ModIDDP"	3
10	"ModSIN"	"u.2b"	"ModIDDP"	4
11	"ModSIN"	"θ.1"	"ModUgol"	1
12	"ModSIN"	"θ.2"	"ModUgol"	2
13	"ModIDDP"	"M"	"ModNagr"	1
22	"ModMs"	"M.s"	"ModNagr"	2
24	"ModNagr"	"θ.r"	"ModIDDP"	5
24	"ModNagr"	"θ.r"	"ModUgol"	5

Рис. 2. Таблица связей между выходными переменными предыдущих блоков и входными переменными последующих блоков

Пути передачи рассчитанных значений от одного блока к другому устанавливаются на основе одинаковых имён выходных переменных для предыдущего блока и входных переменных последующего блока. Поэтому при разработке программных моделей блоков эти имена должны задаваться одинаковыми.

Данная система моделирования может использоваться также совместно с системой визуализации, обеспечивая трёхмерное представление результатов моделирования конкретных устройств на основе решения соответствующих моделей и разрабатываемого движка для визуализации.

Список литературы

1. Заболотский И. А., Зазнобина А. В., Лукьянов Д. В. Научно-учебная система моделирования динамических объектов // Проспект Свободный – 2022: материалы XVIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 25–30 апреля 2022 г. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. С. 911–914.

2. Бронов С. А., Лукьянов Д. В. Зазнобина А. В. [и др.]. Система моделирования электроприводов аппаратуры в спутниках для дистанционного зондирования // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы IX Междунар. науч. конф. Красноярск, 13–16 сентября 2022 г. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. С. 37–40.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОЙ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ПЛАТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕВОЙ МАШИНЫ

С. А. Картушинский

Научный руководитель О. В. Непомнящий
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Обратный инжиниринг (обратная разработка, реверс-инжиниринг) – это процесс анализа системы для сбора информации о составе и принципах работы данной системы [1], процесс изучения внутренних связей компонентов системы [2]. Обратная разработка аппаратного обеспечения определяется как процесс создания набора спецификаций аппаратного обеспечения на основе анализа, составляемый кем-то, кто не является первоначальным проектировщиком [3].

Целью данной работы является поиск методов обратной разработки, которые могли бы быть применены для обратной разработки платы управления ЕК-503Р (рис. 1). Исследуемая плата управления применяется в путевых машинах Duomatic компании Plasser & Theurer, которые в настоящее время используются ОАО «Российские железные дороги».



Рис. 1. Плата ЕК-503Р

В текущих условиях получение квалифицированной помощи многих производителей ранее доступных аппаратных и программных средств стало затруднено. Таким образом, серьезной проблемой становится усложнение обслуживания имеющихся путевых машин. Возникает необходимость замены старых, недоступных к обслуживанию компонентов на новые аналоги, которые были бы способны воспроизводить основные функциональные возможности оригинальных компонентов.

В данной работе была поставлена задача определения оптимального метода обратной разработки, который может быть использован как этап при реализации функционального аналога платы ЕК-503Р. Актуальность данной работы состоит в поиске новых методов обратной разработки электронных устройств.

Плата ЕК-503Р имеет достаточно простое схемотехническое устройство, но, из-за наличия на плате 60 входов и выходов с одной стороны и 48 входов и выходов с другой стороны, задача анализа входных и выходных сигналов значительно усложняется. Анализ входных и выходных сигналов потребует применения оборудования, способного одновременно считывать несколько десятков сигналов. Для решения данной задачи могут использоваться многоканальные осциллографы, или же специальные платы ввода-вывода, имеющие достаточное количество каналов. Сигналы, получаемые на выходе устройства, напрямую зависят от сигналов, подаваемых на вход устройства. Предлагается метод анализа выходных сигналов на основе входных как этап обратной разработки данной платы.

Определённому набору входных сигналов соответствует определённый набор выходных сигналов. Таким образом, возможно составить таблицу соответствия получаемых выходных сигналов при определённых входных. При помощи специальной промежуточной платы с выведенными на выходы линиями для подключения внешнего устройства возможно осуществить подключение к линиям входа и выхода платы ЕК-503Р параллельно, непосредственно во время работы данной платы в путевой машине, не оказывая влияния на работоспособность, и осуществить сбор информации о подаваемых на вход сигналах и соответствующим им выходных сигналах. На основе полученной информации возможно создать устройство, способное подавать на выход идентичные сигналы при получении записанных входных сигналов. Не обнаруженные при анализе исходной платы сигналы возможно восстановить путём анализа предшествующих и последующих команд.

На рис. 2 представлен прототип ЕК-503Р-01. Он представляет из себя возможный вариант реализации аналога платы ЕК-503Р, использующий микроконтроллер ATmega328p. Информация, полученная на этапе обратной разработки при помощи описанного в данной работе способа анализа сигналов, будет использована для создания микроконтроллерной программы для ЕК-503Р-01, или же последующих прототипов.

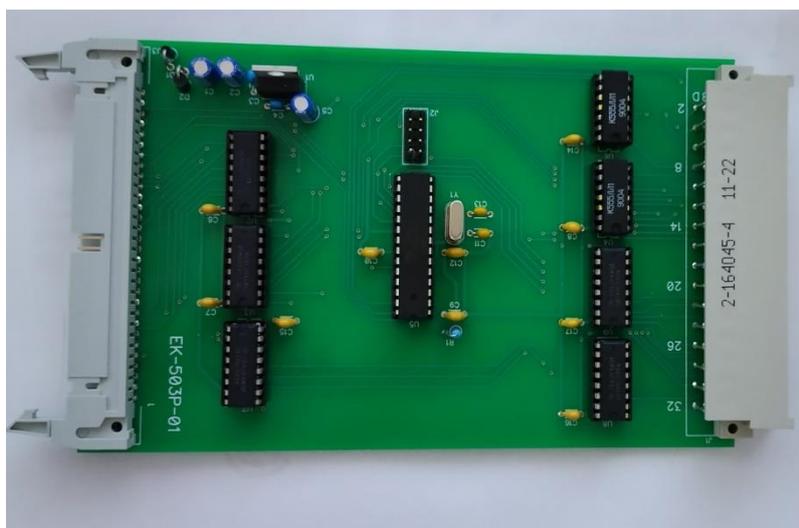


Рис. 2. Плата ЕК-503Р-01

Таким образом, использование метода обратной разработки, представленного в данной работе, сделает возможным в будущем создать современный функциональный аналог платы ЕК-503Р. Применение аналога на основе доступных компонентов позволит увеличить надёжность и ремонтпригодность системы управления путевой машины.

Список литературы

1. Fyrbiak M., Strauß S., Kison C. [et al]. Hardware reverse engineering: Overview and open challenges // IEEE 2nd International Verification and Security Workshop (IVSW). 2017. P. 88–94.
2. Chikofsky E. J., Cross J. H. Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy // IEEE Software. 1990. Vol. 7, No. 1. P. 13–17.
3. Rekoff M.G. On Reverse Engineering // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1985. Vol. SMC-15, No. 2. P. 244–252.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕНСОРНОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АДАПТИВНОГО НЕЙРОНАБЛЮДАТЕЛЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УПРАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛОВ

В. А. Никонов

Научный руководитель И. А. Русак
Сибирский федеральный университет

При рассмотрении систем управления и распределения энергии основное внимание уделяют классу автономных систем, к которым относят устройства с собственными (независимыми) источниками электропитания. Энерговооруженность, время функционирования и надежность таких систем связаны рядом параметров, среди которых следует выделить емкость и количество допустимых циклов перезарядки аккумуляторов. Известен ряд подходов, использующих интеллектуальный метод для управления электроприводом. Например, в работах [1, 2] рассматриваются методы адаптивного управления асинхронным электродвигателем переменного тока.

Алгоритмы интеллектуального управления рассматриваются в [3]. В работе собраны результаты исследований по разработке различных математических моделей и алгоритмов интеллектуальных систем управления подвижными системами робототехники. Предложенное решение эффективно, но не подходит для решения задач поставленными авторами, в связи со спецификой построения систем управления.

В предыдущей итерации исследования [4] описаны методы интеллектуального управления электродвигателем с использованием модели электродвигателя на основе нейронной сети (нейроэмулятора). Преимущества предлагаемого подхода включают универсальность системы управления, ее адаптацию к любому типу двигателя и отсутствие необходимости датчика скорости вала ротора электродвигателя. Обучение системы проходит на пуле имеющихся данных и происходит с задержкой в виде обработки данных

Предлагаемое авторами решение заключается в построении сенсорной сети, состоящей из датчиков для обучения или переобучения искусственной нейронной сети. Данный метод сбора информации позволит сократить время сбора и передачи данных, необходимых для обучения. Искусственная нейронная сеть необходима для адаптивного наблюдателя, основанного на использовании рекуррентной нейронной сети с обратной связью NARX.

Управление коэффициентами осуществляется путем прогнозирования, которое основано на принципе удаления горизонта. Модель управляемого процесса предсказывает реакцию объекта управления. Задача обучаемого наблюдателя заключается в прогнозировании параметров тока,

напряжения и оборотов на определенный промежуток времени работы системы. На основе данного прогноза формируются управляющие сигналы, направленные на минимизацию различий между желаемым и фактическим сигналами.

С целью подтверждения теоретических результатов при помощи натуральных экспериментов модернизирован лабораторный стенд, в состав которого входят (рис.):

- микрокомпьютер Raspberry Pi 3 model B;
- преобразователи частоты Delta Electronics VFD-E.;
- объект управления (трехфазный асинхронный двигатель);
- активная нагрузка (генератор постоянного тока);
- сеть сенсоров для сбора информации.

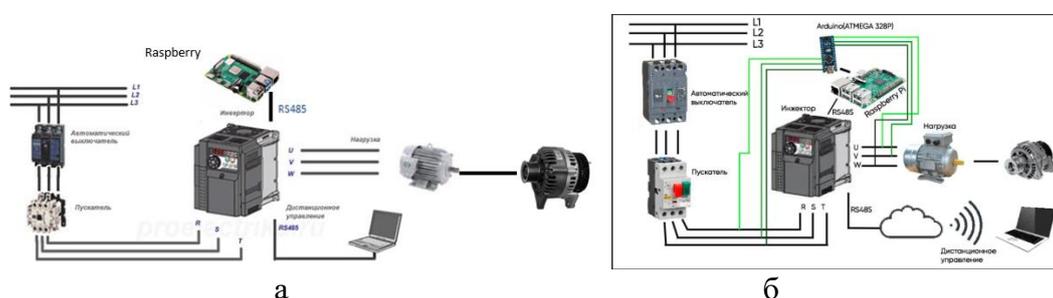


Рис. Лабораторный стенд:

а – без использования сенсорной сети; б – с использованием сенсорной сети

Микрокомпьютер с нейронаблюдателем связан с преобразователем частоты по интерфейсу modbus [5] и формирует коэффициенты ПИ регулятора. Преобразователь частоты на основе коэффициентов задаёт управляющие токи двигателя. Нейронная сеть для наблюдателя реализована на языках C и Python 3.

Сеть сенсоров в данной работе агрегирует данные в нейронаблюдателе и даёт возможность обучать нейронную сеть в режиме реального времени (ранее была возможность обучать сеть только после обнаружения ошибок).

В рамках предварительного тестирования использовалась математическая модель силовой установки электромобиля, ранее реализованная система в среде MATLAB Simulink [6]. Для обучения нейронной сети использовались данные, сформированные на основании разработанной «идеальной» математической модели электродвигателя [7]. После модернизации лабораторного стенда появилась возможность опираться на данные в реальном времени.

Управление коэффициентами выполняется на основе прогнозирования, которое строится с использованием принципа удаляющегося горизонта [6]. Для модели поставлена задача спрогнозировать параметры тока, напряжения и оборотов на следующем коротком участке пути с учётом предыдущих данных. Формируются управляющие сигналы на базе прогнозов. Данный способ позволил свести к минимуму разницу между идеаль-

ным и натурным сигналом на выходе из модели. Также модель показывает более энергоэффективный режим работы по сравнению с моделью без адаптивного наблюдателя.

Полученные результаты повторили результаты моделирования с погрешностью менее 5 % и показали, что при переходе на обучение с использованием сенсорной сети позволяет обучать алгоритм наблюдателя во время работы стенда. Также предлагаемый метод определения коэффициентов регулятора позволит уменьшить пусковые токи и броски момента, это позволит продлить срок службы механических узлов и агрегатов.

Натурные испытания показали эффективность использования сенсорной сети. При внедрении дополнительных датчиков у нейронаблюдателя появляется дополнительный набор данных для обучения и дальнейшей работы без использования сети.

Список литературы

1. Вишневецкий В. И. Адаптивный алгоритм нечеткого скользящего управления электроприводом. Чебоксары, 2016.

2. Вдовин В. В. Адаптивные алгоритмы оценивания координат бездатчиковых электроприводов переменного тока с расширенным диапазоном регулирования. Новосибирск, 2014.

3. Богуславский А. А., Боровин Г. К., Карташев В. А., Павловский В. Е., Соколов С. М. Модели и алгоритмы для интеллектуальных систем управления. М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2019. 228 с.

4. Nepomnyashchiy O. V., Rusak I. A., Sirotinina N. Y., Kopytov A. A., Khaydukova V. N. Model of the adaptive system based on an artificial neural network for digital electric motor control // SCIENCE INTENSIVE TECHNOLOGIES // ISSN: 1999-8465

5. Куликов И. А. Совершенствование средств создания и исследования автомобилей с комбинированными энергоустановками с помощью технологий виртуально-физического испытания / ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». М., 2016.

6. Fovino I. N., Carcano A., Masera M., Trombetta A. (2009) Design and Implementation of a Secure Modbus Protocol. In: Palmer C., Sheno S. (eds) Critical Infrastructure Protection III. ICCIP 2009. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol. 311. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04798-5_6

7. Nepomnyashchiy O., Kazakov F., Ostroverkhov D., Tarasov A., Sirotinina N. A neural regulator for efficient control of electric vehicle motors // EAI Endorsed Transactions on Energy Web <http://dx.doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.162804>

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ЛОГИРОВАНИЯ В АГРЕГАТОРЕ СТРАХОВЫХ ПРОДУКТОВ

А. А. Свистунов

Научный руководитель К. В. Коршун
кандидат физико-математических наук, доцент
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Логирование – это процесс записи различной информации (логов) о работе программы или системы в специальное хранилище, например в текстовый файл или базу данных. Логи позволяют отслеживать действия, события и ошибки, происходящие в системе. Они используются для диагностики проблем, мониторинга работы системы, анализа производительности и безопасности. Логирование является важной составляющей разработки программного обеспечения и поддержки информационных систем.

Рассматриваемая система представляет собой онлайн-агрегатор страховых продуктов ОСАГО, КАСКО и ипотеки. Специфика работы такой системы заключается в том, что она имеет множество интеграций с внешними сервисами по протоколу HTTP. Каждый HTTP-запрос необходимо залогировать, включая точное время запроса, заголовки, тела запросов и ответов, время обработки сервером, статус-код ответа, а также все сопутствующие идентификаторы. Помимо HTTP-запросов, логируются также ошибки системы, как технические, так и бизнесовые. Укрупненная схема процесса логирования приведена на рисунке.

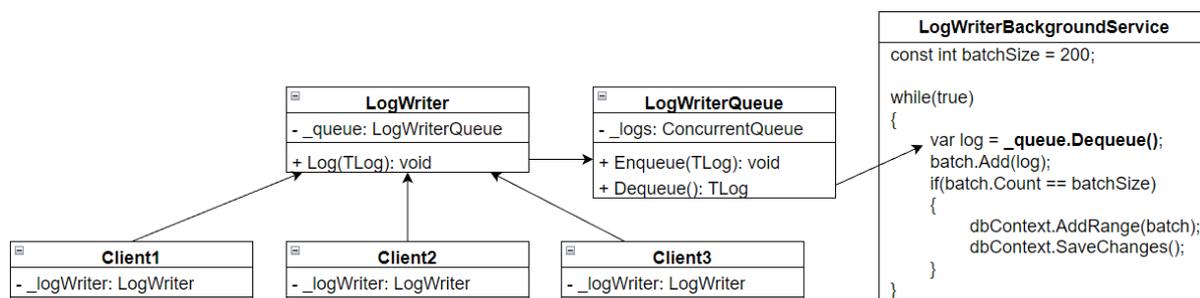


Рис. Укрупненная схема процесса логирования

Система написана на языке программирования C# с использованием СУБД Microsoft SQL Server 2019. Для работы с СУБД применяется ORM EntityFramework Core. Как видно из схемы, логи сохраняются в базу данных через специальную потокобезопасную очередь. В фоновом сервисе *LogWriterBackgroundService* логи извлекаются из этой очереди, группируются в пакеты по 200 штук и затем сохраняются в базу данных. Исходный алгоритм продемонстрировал хорошую производительность при неболь-

ших нагрузках на сервис. Однако с увеличением нагрузки наблюдался эффект бутылочного горлышка: возникла проблема с обработкой пакетов, что привело к увеличению размера очереди и увеличению потребления ресурсов вычислительной системы.

Для исследования данной проблемы было решено смоделировать такую ситуацию на локальном компьютере, выявить и проанализировать причины её возникновения, а также разработать соответствующее решение.

В результате анализа было выявлено, что хотя EntityFramework и отправляет логи в SQL Server пакетами, но всё равно записывает их отдельными SQL-инструкциями *INSERT INTO*. Такой подход является неэффективным, поскольку в SQL Server данные хранятся постранично, и каждая операция *INSERT INTO* приводит к блокировке страницы до завершения транзакции. [1] Для эффективного добавления большого количества строк в SQL Server есть функция *SqlBulkCopy*, осуществляющая массовое копирование из одного источника данных в другой.

К сожалению, встроенной поддержки этой функции в EntityFramework нет. Эту проблему решает сторонняя библиотека EntityFramework Extensions [2], которая предоставляет метод *BulkInsert*. Она популярна среди разработчиков, но при коммерческом использовании требуется платная лицензия. Других адекватных библиотек, отвечающих требованиям по части этого вопроса, нет.

Целью работы является оптимизация существующего алгоритма логирования. В данный момент разрабатывается алгоритм, аналогичный тому, что реализован в библиотеке EntityFramework Extensions. Уже проведено моделирование и анализ проблемы, выявлены варианты решения. В дальнейшем предстоит разработать собственный алгоритм на основе функции *SqlBulkCopy*, протестировать его и сравнить результаты с исходным вариантом.

Список литературы

1. «Как MS SQL Server выполняет запросы» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://habr.com/ru/articles/579018/>
2. «EF Core Bulk Insert | Optimize Data Insertion for EF6 and EF Core» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://entityframework-extensions.net/bulk-insert>

JUST-IN-TIME КОМПИЛЯЦИЯ КОДА WEBASSEMBLY

А. Д. Шубин

Научный руководитель Д. А. Кузьмин
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Создание платформы для организации grid-вычислений опирается на качественное создание следующих компонентов: основное вычислительное ядро, аппарат оркестрации вычисляемых сегментов задач (кэширование, распределение и сегментирование) и основной сервис, занимающийся обработкой входящих подключений, валидацией результатов и формированием контрольных точек процесса вычисления. Над каждым из этапов необходимо провести тщательный анализ, реализацию с последующей интеграцией.

Базовым компонентом системы является виртуальная машина, исполняющая предварительно скомпилированные модули в языке нотации VM WebAssembly. Изначально предложенный вариант компонента [1] выполняет модули и функции путем программной пошаговой интерпретации, что ожидаемо приводит к низкой производительности за счет повторного вычисления всех инструкций и преодоления заложенной избыточности спецификации WebAssembly [2].

Низкая производительность не является исключительной особенностью VM. Это реальность, с которой встречается каждый программный интерпретатор на этапе своего развития. Для решения проблемы прибегают к двум способам: развитие нативных библиотек и их вызов из кода программного интерпретатора; интеграция элементов Just-in-Time компиляции. Иные способы оптимизации не являются актуальными: модули WASM формируются через фронтенд компиляции Clang, где доступны флаги широкого спектра АОТ-оптимизаций [3].

Интеграции JIT-компилятора посвящена настоящая работа, в рамках которой рассматривается ее применение, особенности интеграции, обсуждение актуальных проблем и возможного развития.

JIT-компиляция – это метод, используемый различными средами выполнения для повышения производительности через компиляцию исполняемого кода в машинный код целевого исполняемого устройства во время выполнения по мере его необходимости [4, с. 97–98]. Существенный недостаток при использовании JIT в системе – это полное исключение переносимости на уровне исходного кода между платформами. Для каждой новой архитектуры необходимо разработать собственный бэкенд трансляции WASM-модулей в машинный код. На данный момент реализация основана на машинном коде архитектуры x86-64.

Интеграция JIT-компиляции не исключает использования базового интерпретатора. Он остается необходим для первичного синтаксического анализа кода модуля, холодного прохода функций (прохода с генерацией машинного кода) и вычисления глобальных переменных.

Для тестирования производительности был создан простой модуль вычисления фрактала множества Мандельброта на нескольких платформах, для осуществления сравнительного анализа: компиляция в CIL среды выполнения .NET Core 8, нативная компиляция с помощью GCC 13.2, альтернативная среда выполнения WASM-модулей, а также разрабатываемая среда выполнения (в вариантах с применением JIT и без). Пример вида вычисляемого фрактала изображен на рис. 1. Параметры для каждого запуска остаются постоянными. Результаты выполнения на каждой платформе приведены в таблице далее.

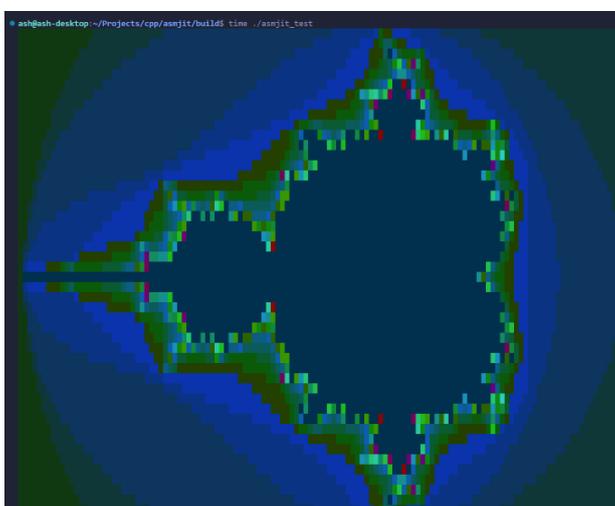


Рис. 1. Тестовый запуск JIT-версии виртуальной машины с модулем вычисления фрактала множества Мандельброта

Таблица

Скорость вычисления алгоритма в разных исполнительных средах

	Среднее время вычисления, с.
WASM. Без использования JIT-компиляции	48,116
WASM. С использованием JIT-компиляции	0,897
WASM. Среда выполнения WasmTime (JIT и AOT)	0,465
Компиляция в CIL. Среда выполнения .NET Core 8 (JIT и AOT)	0,231
Нативная компиляция. Компилятор GCC	0,121

По полученным значениям в таблице и их визуализации на диаграммах на рис. 2 можно однозначно заявить об увеличении производительности приблизительно в 53,6 раз для тестового модуля (рис. 2 а). Отрыв в производительности становится настолько значительным, что рассматривать вариант без использования JIT бессмысленно. На рис. 2 б заметно значительное приближение к профессиональным VM, использующим JIT-компиляцию.

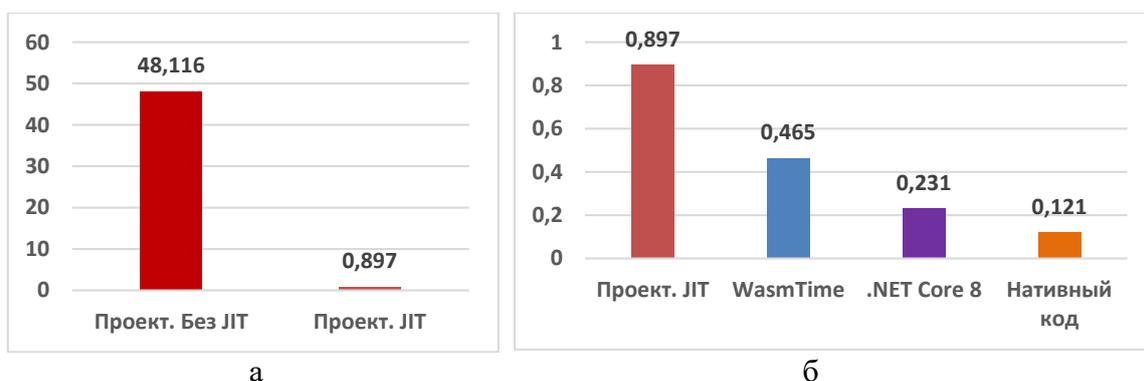


Рис. 2. Диаграмма времени вычисления множества Мандельброта для различных платформ:

а – сравнение проекта с JIT и без; б – сравнение с другими платформами исполнения

В целях проекта по созданию независимой от платформы системы распределенных вычислений была повышена производительность модуля вычислений с помощью интеграции JIT. Таким образом, достигнув удовлетворительной производительности, возможно рассчитывать на дальнейшее развитие научного проекта. При этом существует возможность развивать тему и далее, через усложнение архитектуры интерпретатора, усложнение системы взаимодействия с ОС, а также переноса JIT на абстрактный межплатформенный уровень, с помощью проекта LLVM.

Список литературы

1. Шубин А. Д. Интерпретатор портативного кода WebAssembly // Проспект Свободный – 2023: материалы XIX Междунар. науч. конф. студ., аспирантов и молодых ученых / ответственный редактор К. В. Камалова. – Красноярск, 2023. С. 1426–1428.
2. W3C: WebAssembly Core Specification – WebAssembly Core Specification [Электронный ресурс]. URL: <https://webassembly.github.io/spec/core/bikeshed/> [дата обращения: 27.02.2024].
3. Clang Command Line Argument Reference – Clang Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://clang.llvm.org/docs/ClangCommandLineReference.html> [дата обращения: 27.02.2024].
4. Aycock. J. Brief History of Just-In-Time // ACM Computing Surveys – June, 2003. Vol. 35, No. 2. P. 97–113.

МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ: ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

М. М. Байгин

Научный руководитель Д. А. Кузьмин
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В течение последних десятилетий распределенные вычисления были одним из инструментов для решения сложных вычислительных задач. Однако с появлением мобильных устройств и развитием технологий, распределенные вычисления открывают новые возможности для решения сложных задач на мобильных платформах. Использование мобильных устройств для распределенных вычислений является перспективным направлением развития вычислительной науки. Мобильные устройства обладают мощными вычислительными и коммуникационными возможностями, что позволяет использовать их для выполнения сложных задач в различных областях.

Мобильные платформы поддерживают множество категорий приложений, таких как игры, навигация, приложения для социальных сетей и просмотр видео. Чтобы обеспечить конкурентоспособную производительность при работе с этими приложениями, современные мобильные процессоры объединяют в себе несколько производительных ядер общего назначения, графические процессоры и ускорители. В то же время мобильные платформы сильно ограничены по тепловой расчетной мощности из-за своих небольших размеров и отсутствия активного охлаждения. А также отсутствие прямого сетевого подключения ограничивает использование мобильных платформ при решении интернет-зависимых задач. Рассеиваемая мощность увеличивает не только температуру чипов, но и температуру аккумуляторной батареи.

Использование мобильных платформ в grid-системах становится все более распространенным явлением, особенно в контексте облачных вычислений. Однако такое использование может привести к нагреву аккумуляторной батареи и, как следствие, к снижению производительности и увеличению риска отказа системы.

Мобильные платформы используют составную систему на чипе, состоящую из различных по цели и мощности компонентов. Помимо процессора и видеочипа, современные мобильные платформы также включают нейронные модули, используемые для работы и обучения нейросетей (например, Core ML от компании Apple). При работе некоторых приложений используются все ядра чипа, что приводит к повышенному нагреву

мобильных устройств. Нагрев устройства может привести к следующим негативным результатам.

Во-первых, нагрев снижает производительность смартфона [1]. Результаты исследования показывают об уменьшении производительности в ресурсоемких приложениях до 30 %. Это происходит из-за того, что при повышенной температуре компонентов смартфонов программное обеспечение ограничивает выходную мощность системы на чипе ради снижения общей температуры устройства. В результате снижается скорость обработки данных, увеличивается время отклика приложений и т. д. Кроме того, нагрев может вызвать перегрев смартфона, что может привести к его нестабильной работе. В случае снятия программного ограничения на температуру устройства производительность увеличивается, однако температура может повышаться до критических значений.

Также нагрев может негативно сказаться на безопасности [2]. Снятие ограничений приводит к крайне высоким температурам аккумуляторной батареи, которая не рассчитана на долгую работу при таких условиях. В результате длительной работы при высоких температурах начинает выделяться газ, это приводит к деформации аккумуляторной батареи, что может приводить к поломке других компонентов или возгоранию самой батареи. Большинство производителей запрещают заряжать смартфоны при температуре аккумуляторной батареи больше 50 °С, однако при одновременной зарядке устройства и его использовании в ресурсоемких задачах, таких как вычисления в распределенных системах, температура батареи может увеличиваться больше 50 °С, что является небезопасным режимом работы.

Для разрешения таких проблем можно использовать различные подходы. Один из подходов основан на определении пиковой мощности устройств с помощью бенчмарков. После определения максимальной производительности с помощью понижающих коэффициентов корректируется вычислительная нагрузка на устройство.

Другим подходом является попеременное использование устройств в вычислениях. С ростом количества устройств в распределенной системе уменьшается время решения задач, но до некоторого предела [3]. После вычислений результаты обработки данных подготавливаются к отправке, затем отправляются проводным или беспроводным способом. С увеличением количества устройств время решения задач стремится ко времени передачи данных. При таких условиях для обеспечения равномерной нагрузки на все устройства и для недопущения перегрева обосновано использовать попеременную работу мобильных устройств. Для стабильной работы также следует контролировать время на отправку и получения результатов работы узла распределенной системы, при возникновении отклонений на каком-либо устройстве данное устройство можно временно убирать из общего пула устройств для отдыха вне очереди.

Для проверки эффективности пула устройств была создана тестовая grid-система. На рисунке показано визуальное отображение grid-системы,

к которой подключаются мобильные устройства. Квадраты красного цвета обозначают нерешенные задачи из общего пула задач, зеленые указывают на решенные задачи, а желтые – на задачи в работе в данный момент. Создание общего пула задач позволяет распределять по различным правилам задачи между подключенными устройствами и собирать телеметрию о поведении устройства. Так, можно контролировать вычислительную сложность задач, количество задач для конкретного устройства, время отдыха между задачами, оптимизируя при этом работу системы в целом.

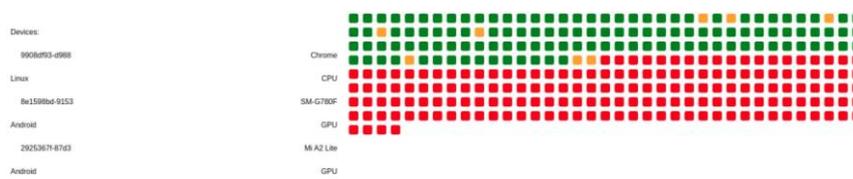


Рис. Распределение глобальной задачи на отдельные подзадачи

Использование мобильных платформ при распределенных вычислениях является перспективным вопросом в современных реалиях, когда количество устройств кратно растет из года в год, увеличивая при этом пиковую мощность. Однако следует преодолеть ряд ограничительных особенностей мобильных платформ. Помимо сложности в поисках универсального программного решения для работы над различными мобильными устройствами, существуют также и особенности использования этих устройств. Хотя область развивается крайне динамично, все еще есть ряд неразрешенных вопросов, над которыми уже ведутся работы.

Список литературы

1. Bhat G., Gumussoy S., Ogras U. Y. Power and Thermal Analysis of Commercial Mobile Platforms: Experiments and Case Studies, 2019 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE), P. 144–149.
2. Battery University, 2022: BU-410: Charging at High and Low Temperatures [Электронный ресурс]. URL: <https://batteryuniversity.com/article/bu-410-charging-at-high-and-low-temperatures> [дата обращения: 20.01.2024].
3. Ambrose T. Reuse of Retired Mobile Devices in Cyber-Physical Systems, 2023, [Электронный ресурс]. URL: <https://escholarship.org/uc/item/8cp0h66g> [дата обращения: 20.01.2024].

МОДУЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПОТОКОВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Д. М. Дудинков

Научный руководитель В. С. Васильев
кандидат технических наук
Сибирский федеральный университет

Тестирование – процесс сверки результатов работы программы с эталонными. Исходный код любой программы разделяется на функции, именно для них разрабатываются тесты. Тестовый случай представляет собой пару – аргументы тестируемой функции и эталонное значение результата. Большинство фреймворков модульного тестирования позволяют группировать тестовые случаи в наборы [1]. Для тестируемой функции программистом описывается набор тестовых случаев, каждый из которых проверяет какой-либо вариант ее исполнения. Тестовые случаи разрабатываются на том же языке программирования, что и тестируемая программа, но для сравнения эталонных результатов с реальными используется набор специальных функций, фиксирующих провал теста в случае несоответствия значений.

Исходный код тестов практически не отличается от остального кода, однако в ходе тестирования нужно отделить его и выполнить – существует несколько подходов его идентификации. Например, во фреймворках Boost.Test и GTest тесты оформляются с использованием специальных макросов [2]; в объектно-ориентированных фреймворках тестовые наборы зачастую задаются в виде классов-наследников специального выделенного тестового класса; существуют фреймворки, идентифицирующие исходный код тестов по имени функции или содержащего этот код файла. Третий подход применяется зачастую в функциональных и логических языках программирования, в частности фреймворке EUnit языка Erlang [3].

Исследований, связанных с реализацией инструментов модульного тестирования функционально-поточных параллельных программ, не проводилось, поэтому работа является актуальной. В рамках нее создается набор инструментальных средств для тестирования программ с учетом специфики функционально-поточных языков.

Фреймворк модульного тестирования решает не только задачу описания и группировки тестовых случаев, но также обеспечивает запуск тестов и сбор результатов их выполнения.

В контексте тестирования кода функционально-поточные языки обладают рядом особенностей. На основе исходного кода каждой функции строится реверсивный информационный граф (РИГ) и управляющий граф (УГ). Набор графов программы используется другими инструментами сре-

ды функционально-поточного параллельного программирования [4] и является *входными данными* системы модульного тестирования.

Исходный код функции и связанные с ней графы помещаются в специальный репозиторий [5]. Для исполнения функции на вход интерпретатора подается имя функции и аргумент, а необходимые для работы программы графы извлекаются из репозитория. В репозитории не сохраняется информация об имени файла, содержащего функцию, поэтому для решения проблемы идентификации кода тестов *предложено* дополнять имена соответствующих ему функций префиксом "test_". На рис. 1 приведен пример кода с комментариями на функционально-поточном языке программирования Пифагор, выполняющего умножение матриц и тестов для неё.

```
matrix_mul << funcdef x { // аргумент функции - кортеж из двух матриц
// реализация функции умножения
}
test_matrix_mul << funcdef x {
  Cases << [
    ("(2x3)x(3x2)", // имя тестового набора
      ( ((1,2,3), (4,5,6)), ((7,8),(9,1),(2,3)):matrix_mul, // вызов тестируемой функции
        ((31,19),(85,55)) ):equals), // сравнение результатов с эталонными
    ("(2x2)x(2x1)",
      ( ((1,2),(3,4)), ((5), (6)):matrix_mul,
        ((17), (39)) ):equals),
    ("(2x3)x(2x3)",
      ( ((1,2,3), (4,5,6)), ((1,2,3), (4,5,6)):matrix_mul,
        "bad matrix size" ):equals) ];
  return << Cases;
}
```

Рис. 1. Фрагмент исходного кода на Пифагор

Видно, что для описания тестового набора создается отдельная функция, не принимающая аргументы и возвращающая список кортежей вида:

```
<"имя тестового случая", результат исполнения тестового случая (true/false)>.
```

Для сравнения результатов исполнения тестируемой функции с эталонными используется функция equals, выполняющая сравнение двух значений любого типа [6].

Исполнение модульных тестов работает по следующему алгоритму:

1. Из репозитория выбираются тестовые наборы – функции с префиксом "test_".

2. Запускается интерпретация каждого тестового набора, при этом:

- 2.1. Если выполнение успешно завершается за N (задается пользователем) миллисекунд – обрабатывается результат ее работы, при этом разделяются успешно завершённые и "проваленные" тестовые случаи.

- 2.2. Если функция не завершает свою работу за отведенное время или интерпретация завершается ошибкой – тестовый набор считается "проваленным", информация по тестовым случаям не выводится.

Разработан скрипт, позволяющий выполнять выборочный запуск тестовых наборов и задавать максимальное время обработки одного тестового набора (N). Результаты исполнения скрипта выводятся в стандартный поток вывода, как показано на рис. 2.

Реализовано приложение, выполняющее интерпретацию результатов работы скрипта и формирование отчета о тестировании, а также графиче-

ский интерфейс, позволяющий интегрировать разработанный фреймворк в среду разработки функционально-поточковых параллельных программ. Исходный код разработанных размещен в git-репозитории [7].

```

# test_fuzzy_compare
- int >>> true
- int equal float >>> true
- int not equal float >>> true
# test_equals
- numbers equal >>> true
- numbers_not_equal >>> true
- flatten_list_not_equal >>> true
- flatten_list_equal >>> true
- list_structure_not_equal >>> true
- strings equals >>> true
- strings not equals >>> true
- equals with fuzzy compare >>> false
- not equals with fuzzy compare >>> true

```

Рис. 2. Пример результатов модульного тестирования

Рис. 2. Пример результатов модульного тестирования

Метрикой, отражающей качество разработанных тестов, является *степень покрытия кода тестами*. Традиционно она вычисляется как доля строк кода основной программы, исполненных при тестировании хотя бы по одному разу. В связи с тем, что функционально-поточковая программа перед исполнением преобразуется в набор графов, а узел графа обычно соответствует одному оператору программы, предложено измерять долю узлов РИГ, выполненных в ходе тестирования. Для получения такой оценки необходимо модифицировать интерпретатор, соответствующие работы проводятся в настоящее время.

Список литературы

1. Попова Ю. Б. Тестирование и отладка программного обеспечения: учеб. пособие. Белорусский национальный технический университет. Минск: БНТУ, 2020. 66 с.
2. Качалов С. К. Методика создания средства автоматического тестирования кроссплатформенного программного обеспечения // Наукосфера. 2021. № 4–2. С. 129–134.
3. Loder W. Erlang and Elixir for Imperative Programmers. Apress, 2016.
4. Легалов А. И., Васильев В. С., Матковский И. В., Ушакова М. С. Инструментальная поддержка создания и трансформации функционально-поточковых параллельных программ // Труды Института системного программирования РАН. 2017. Т. 29, № 5. С. 165–184.
5. Легалов А. И., Матковский И. В., Анкудинов А. В. Особенности хранения функционально-поточковых параллельных программ // Сибирский журнал науки и технологий. 2013. № 4. С. 53–57.
6. Васильев В. С. Сравнение двух значений (любого типа) на Пифагор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pro-prof.com/forums/topic/equals_pifagor, свободный (дата обращения 02.01.2014).
7. Репозиторий с исходным кодом программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gitflic.ru/project/fpp/pifagor_tools_fork, свободный (дата обращения 15.09.2023).

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЛОВ ТЕХНИЧЕСКОГО АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

К. А. Оникиенко

Научный руководитель Д. С. Романова
старший преподаватель
Сибирский федеральный университет

В современном мире технический английский является необходимым инструментом для студентов и специалистов в различных областях. Он позволяет читать и понимать документацию, литературу и исследования на английском языке, которые часто содержат важную и актуальную информацию. Особенно это касается языков программирования, по которым большинство документации написано англоязычными авторами. Однако в рамках обычного курса английского языка студентам трудно овладеть всеми необходимыми техническими терминами и выражениями.

В работе были рассмотрены популярные приложения для изучения английского языка, такие как Duolingo [1], LinguaLeo [2, 3], ReWord [4]. Существующие приложения и сайты для изучения английского языка не предоставляют полноценного функционала для изучения технического английского.

Целью нашей работы было разработать мобильное приложение, которое позволит пользователю изучать и повторять слова технического английского языка. Приложение будет полезно для студентов университета, которые хотят изучить технические термины, необходимые для чтения и изучения научно-технической литературы по их специальностям, а также для написания научных работ и документации.

Для разработки приложения был выбран язык Kotlin [5], поскольку он обеспечивает лаконичный синтаксис и позволяет создавать более производительные приложения.

На текущий момент приложение уже реализовало систему уровней, систему очков, достижения, а также разнообразные задания, включая аудирование и написание перевода слов с английского на русский и обратно. Некоторые примеры реализованных в приложении заданий представлены на рисунке ниже.

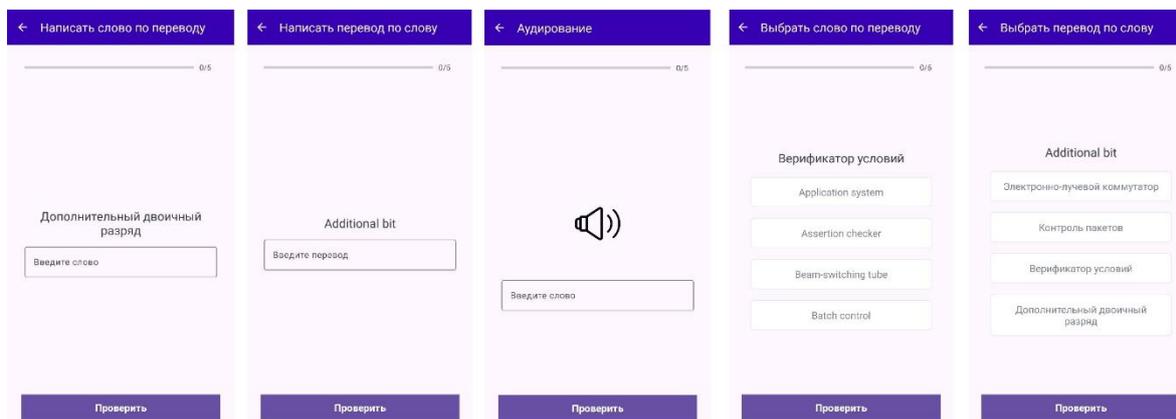


Рис. Реализованные задания

Особенностью приложения является внимание к специфике технического языка, предоставляя набор терминов, очень редко встречаемых в обычных приложениях для изучения английского. В дальнейших планах – расширение функционала, добавление новых видов заданий, а также внедрение синхронизации для удобного сохранения прогресса пользователей.

Таким образом, разрабатываемое приложение для изучения технического языка позволит студентам в удобной форме изучить необходимый объем технических слов английского языка для написания научных статей и чтения англоязычной литературы по соответствующей тематике.

Список литературы

1. Обзор LinguaLeo – онлайн-сервиса для изучения английского языка [Электронный ресурс]. URL: <https://langformula.ru/lingualeo/> [дата обращения 01.03.2024].
2. Обзор Duolingo – онлайн-сервиса для изучения английского языка [Электронный ресурс]. URL: <https://langformula.ru/duolingo/> [дата обращения 01.03.2024].
3. Обзор приложения Duolingo для Android [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZP2Vx7ZlbXapTPzJ?experiment=919795> [дата обращения 01.03.2024].
4. Обзор приложения ReWord [Электронный ресурс]. URL: https://blog.linguafrancia.com/spacedrepetition_app_reword [дата обращения 01.03.2024].
5. Сравнение Java и Kotlin [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sravni.ru/kursy/info/java-vs-kotlin/> [дата обращения 01.03.2024].

ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГЛУБИН ПО СТЕРЕОПАРЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М. Е. Грищенко

Научный руководитель Д. А. Швец
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Современные технологии компьютерного зрения находят все большее применение в различных сферах человеческой деятельности. Одной из задач, которую предстоит решить в этой области, является построение карты глубин на основе набора двумерных изображений. Такая карта является важным инструментом в анализе и обработке изображений, а также в виртуальной и дополненной реальности.

Если обычное изображение представляет собой набор пикселей, где каждый пиксель несет в себе информацию о цвете точки пространства, то карта глубин представляет собой изображение, пиксели которого несут в себе информацию о расстоянии камеры до точки в пространстве [1].



Рис. Исходное изображение и карта глубин [2]

По мере обработки изображения и соответствующей карты глубин, можно создать точки в трехмерном пространстве, которые представляют объекты на изображении. Затем эти точки могут быть использованы для создания трехмерной модели объекта.

Одним из способов построения карты глубин является метод, основанный на использовании стереопары изображений.

Ключевая идея построения карты глубины по стереопаре изображений заключается в поиске пары для каждой точки одного изображения на другом изображении. Далее для пары точек выполняется триангуляция

и определяются координаты их прообраза в трехмерном пространстве, что позволяет вычислить глубину, как расстояние до плоскости камеры.

Стереопару изображений можно получить, сфотографировав интересующий нас объект при помощи двух неподвижных камер или одной камеры с возможностью перемещения.

Как правило, камеры калибруются при помощи съемки калибровочного шаблона, шаблон должен обладать ключевыми точками, с известным положением в пространстве. После этого при помощи составления и решения системы уравнений, связывающих ключевые точки, матрицы камер и координаты проекций, осуществляется калибровка.

Для компенсации искажений можно воспользоваться общедоступными алгоритмами калибровки камер, такими как Matlab Calibration toolbox [3], либо алгоритмами, предоставляемыми библиотекой Open Source Computer Vision [4].

Для сокращения области поиска парных точек и для проверки того, что эти точки являются стереопарой, используется эпиполярная геометрия.

Эпиполярная геометрия описывает геометрические связи между точками в трехмерном пространстве и их проекциями и рассматривает ограничения, накладываемые этими взаимосвязями. С помощью эпиполярной геометрии можно определить положение эпиполяра и линии эпиполяра, которые соединяют соответствующие точки на двух изображениях, что позволяет существенно сократить область для поиска стереопары.

Поиск парных точек происходит на эпиполярной линии, для упрощения поиска осуществляется выравнивание изображений, чтобы все эпиполярные линии были параллельны сторонам изображения. Процесс выравнивания изображений называется ректификацией [5].

После проведения ректификации изображений выполняется поиск пар точек, выполняется определение трехмерных координат точек по координатам их проекции (триангуляция точек). Знание трехмерных координат объекта съемки позволяет нам построить карту глубины, в которой глубина вычисляется, как расстояние до плоскости камеры.

Алгоритмы поиска парных точек делятся на два основных вида: локальные и глобальные.

Локальные алгоритмы отличаются простотой реализации и высокой скоростью исполнения, за счет небольшой вычислительной сложности. Особенность данных алгоритмов заключается в поиске соответствия на парном изображении в небольшой окрестности.

Локальные алгоритмы рекомендуется использовать на изображениях с простыми текстурами и регионами с четкими границами.

Одними из наиболее распространенных локальных алгоритмов являются алгоритм сдвигового окна и алгоритм с корреляцией.

Глобальные алгоритмы поиска пар точек в стереопаре основываются на моделировании проблемы поиска соответствия как задачи оптимизации, где требуется найти наилучшее соответствие между пикселями на левом и правом изображениях. Эти алгоритмы обычно используются для получе-

ния более точных результатов, особенно в случаях сложных текстур и регионов с небольшими границами или повторяющимися структурами.

Одними из наиболее распространенных глобальных алгоритмов являются алгоритмы на основе графов.

В контексте задачи стереозрения каждая вершина графа представляет пиксель на одном изображении, а ребра – потенциальные соответствия между пикселями на обоих изображениях.

Далее осуществляется поиск максимального потока в графе. Он представляет собой максимально возможное количество единиц потока, которое может пройти от источника к стоку через ребра графа. В данном случае источником служит однопиксельное изображение, а стоком – другое однопиксельное изображение.

Для поиска максимального потока могут применяться такие алгоритмы, как алгоритм Форда-Фалкерсона, алгоритм Диницы, алгоритм Эдмондса-Карпа [6].

Таким образом, в данной статье был рассмотрен метод генерации карты глубин на основе набора двумерных изображений. Были рассмотрены основные этапы этого метода, такие как построение стереопары изображений, определение эпиполярной геометрии, триангуляция точек и создание карты глубины. Также был проведен обзор существующих методов поиска парных точек. Результаты данного исследования могут быть использованы для дальнейших разработок и усовершенствований в области компьютерного зрения и анализа изображений.

Список литературы

1. Ковалев Д. А. Выбор методов построения карты глубин в режиме реального времени на основе стереоскопического зрения // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2020. С. 3658–3662.

2. Машинное зрение и 3D. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/mashinnoe-zrenie-i-3d-kamery-glubiny> [дата обращения 24.01.2024].

3. MathWorks. Stereo Vision. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/discovery/stereo-vision.html>. [дата обращения 24.01.2024].

4. OpenCV. Depth Map from Stereo Images. [Электронный ресурс]. URL: https://docs.opencv.org/3.4.6/dd/d53/tutorial_py_depthmap.html. [дата обращения 24.01.2024].

5. Hartley R., Zisserman A. Multiple view geometry in computer vision Second edition // Cambridge University Press, 2003. 672 p.

6. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms, 3rd Edition // Massachusetts Institute of Technology, 2009. 1313 p.

СИСТЕМА ПРИОРИТИЗАЦИИ ТРАФИКА СПУТНИКОВОЙ СЕТИ

Д. Б. Забузанов

Научный руководитель К. В. Коршун
доцент, кандидат физико-математических наук
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Несмотря на прогрессивный характер и потенциальную полезность передовых технологий, важно учитывать, что использование технологий может сопровождаться значительными затратами. Примером этому может служить применение технологий спутниковой связи для обеспечения доступности необходимого сервиса в удалённых районах.

В Рекомендации E.802 Международного союза электросвязи [1] дается такое определение: «Качество обслуживания (Quality of Service, QoS) – это совокупность характеристик услуги электросвязи, которые обусловлены его способностью удовлетворять заявленные и подразумеваемые потребности пользователя услуги».

На сегодняшний день нет единой, универсальной технологии QoS, обеспечивающей необходимый сервис заданному трафику в сети, существуют следующие модели обеспечения QoS:

1. Best Effort Service (без механизмов QoS).
2. Integrated Service (IntServ, заблаговременное резервирование ресурсов).
3. Differentiated Service (DiffServ, использование классов и маркировка).
4. Смешанные виды (сочетание различных моделей [2, 3]).

Очевидно, что использование методов Best Effort экономически не выгодно, так как спутниковый канал дорогой и его увеличение ведёт к удорожанию. Использование IntServ возможно только при условии монопольного управления каналом от источника до получателя, что возможно в случаях использования собственного программного обеспечения с сигнализацией и управлением, но теряется гибкость, так как необходимо использование протокола сигнализации для указания маршрутизаторам того, какие именно потоки IP пакетов нуждаются в специальном обслуживании. Использование DiffServ возможно, однако необходимо указывать класс определённого пакета непосредственно в заголовке данного пакета, также необходимо производить настройку каждого маршрутизатора, который будет стоять на пути от источника до получателя, что тоже не всегда возможно из-за желания абонентов устанавливать свои устройства.

На основании изложенного автор [4] предлагал использовать смешанную модель обеспечения качества обслуживания, т. е. в пределах од-

ного домена QoS одновременно применить несколько моделей обеспечения QoS (DiffServ и IntServ). К сожалению, финансы играют очень большую роль в выборе того или иного варианта решения проблем в нашей жизни – постоянное использование спутникового канала в IntServ модели оказалось очень дорогим, в результате чего предлагается использовать только принцип DiffServ модели обеспечения QoS.

Для реализации этого варианта предложен метод оптимизации нагрузки:

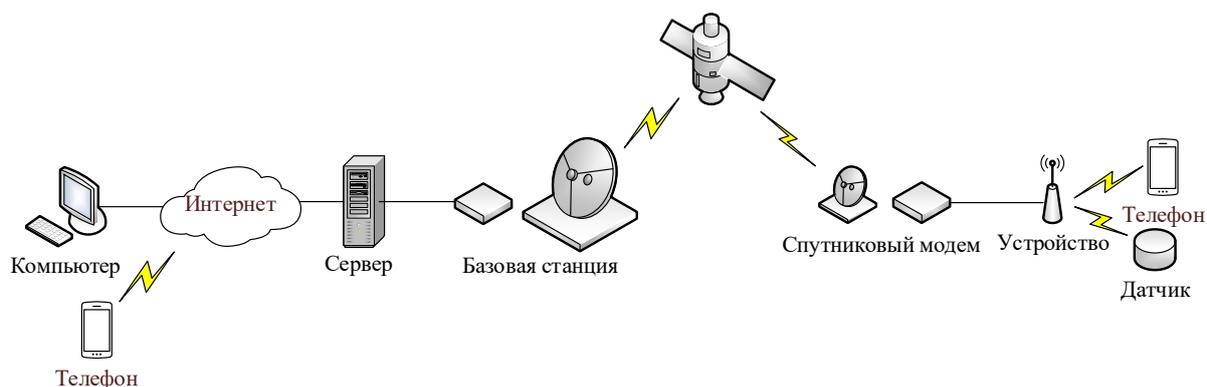


Рис. Функциональная схема предложенного метода

На рисунке представлен один из возможных вариантов предложенного метода QoS. В правой части схемы можно видеть разрабатываемое устройство, которое с помощью разнообразных линий связи (WiFi, Zigbee, Ethernet и др.) подключается к датчикам, затем через спутниковый модем идёт передача информации к базовой станции на сервер, где информация обрабатывается и будет доступна как пользователям из сети Internet (левая часть схемы), так и пользователям других спутниковых модемов, в случае такой необходимости.

В такой схеме назначение меток возлагается на спутниковые модемы, ведь маркировать данные лучше ближе к источнику этих данных (маршрутизатору легче посмотреть заголовок IP пакета, чем смотреть «глубже», определяя протокол). Далее, в политике качества, воздействием переопределяем заголовки IP пакетов под необходимые нам требования (чтобы не доверять «чужим» меткам, с неподконтрольных для нас устройств) или же переносим значения QoS из заголовков (если доверяем), или же выставляем полностью свои метки. После чего базовая станция, основываясь на информации из меток, назначает необходимый приоритет сервису. Таким образом, можно разделить трафик на относительно небольшое число классов, вводя несколько уровней QoS. Каждый класс будет иметь свой приоритет.

Через сервер можно осуществлять управление всеми спутниковыми модемами, например, можно воспользоваться таким инструментом автоматизации, как ansible, благодаря которому возможна конфигурация множества устройств через защищённый протокол ssh.

Используя возможности ОС Linux на модеме, и с помощью утилиты tc мы можем изменять параметры управления трафиком (tc – аббревиатура от traffic control), что позволяет реализовать QoS в виде разделения разных типов трафика по классам из информации, полученной из заголовка IP пакета и для изменения полей.

Предложенный метод позволяет обеспечить оптимизацию нагрузки на элементы сетевой инфраструктуры, тем самым обеспечить стабильное функционирование критически важных элементов сети.

Список литературы

1. Рекомендации E.802 // Международный союз электросвязи [сайт]. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.802-200702-I!!PDF-R&type=items [дата обращения 03.03.2024].

2. Рыжков А. Е., Сиверс М. А., Воробьев В. О., Гусаров А. С., Слышков А. С., Шуньков Р. В. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMax. СПб: Линк, 2012. 226 с.

3. Тихвинский В. О., Терентьев С. В., Юрчук А. Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. М: Эко-Трендз, 2010. 284 с.

4. Проспект Свободный – 2023: материалы XIX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 24–29 апреля 2023 г. / Сиб. федер. ун-т; отв. за вып. К. В. Камалова. Электрон. текстовые дан. (pdf, 71,9 Мб). Красноярск: СФУ, 2023 (2023-10-13). 3618 с.

ИНФРАСТРУКТУРА СТУДЕНЧЕСКОГО КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО. РАЗВЕРТЫВАНИЕ/СОЗДАНИЕ СЕРВЕРА ХРАНЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

А. А. Погосян

Научный руководитель К. В. Коршун
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ВТ ИКИТ СФУ
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Постановка задачи

Организация эффективного взаимодействия подразделений компании является одной из актуальной задачей современности. Особенно остро проблема стоит в области высоких, информационных технологий, поскольку подобные компании отличаются мультидисциплинарностью своих проектов, в которых задействован самый широкий круг специалистов – от экономистов и планировщиков до алгоритмистов и разработчиков радиоэлектронной аппаратуры [1].

Известные решения не позволяют в полной мере реализовать весь спектр задач для каждого предприятия, поскольку они являются уникальными.

Анализ проблем в данной области показал отсутствие Российских систем управления ИТ-предприятием, гибко настраиваемых на требуемый класс решаемых задач [2]. В большинстве своем они обладают избыточностью, ориентированы на крупное промышленное предприятие и слабо подходят для управления небольшими группами разработчиков и конструкторских бюро, кроме того, являются платными и закрытыми.

Для совместной работы над проектами необходим комплекс программ, который имеет возможность не только отслеживать процесс в комплексе, но реализовывать весь функционал требуемый компании:

- система документооборота;
- система контроля ПО;
- различные ПО для разработки проектов: Vivado, Matlab;
- симуляторы для языков аппаратуры: ModelSim.

Предлагаемое решение

На рисунке приведена разработанная схема инфраструктуры, которая используется для системы управления конструкторским бюро. Инфраструктура состоит из локальной сети конструкторского бюро и сервера, необходимого для работы программного обеспечения.

Для работы конструкторского бюро необходимо следующее ПО, являющееся серверной частью системы управления:

– LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) [3] – представляет собой стандартизированный протокол доступа к каталогам, который используется для взаимодействия с разнообразными реализациями служб каталогов;

– GitLab [4] – это средство для хранения и администрирования хранилищ Git. Он позволяет проводить коллективное программирование с помощью нескольких групп, применять обновления кода и откатывать изменения, если это нужно. Программа может функционировать на локальном сервере или в облачной среде;

– почтовый сервис – программное обеспечение или сервис, который обеспечивает отправку, прием, доставку и хранение электронной почты.

На данном этапе происходит настройка службы LDAP на Astra Linux [5] и GitLab на Ubuntu [6]. Это важные шаги для обеспечения централизованного управления учетными записями и репозиториями в системе.

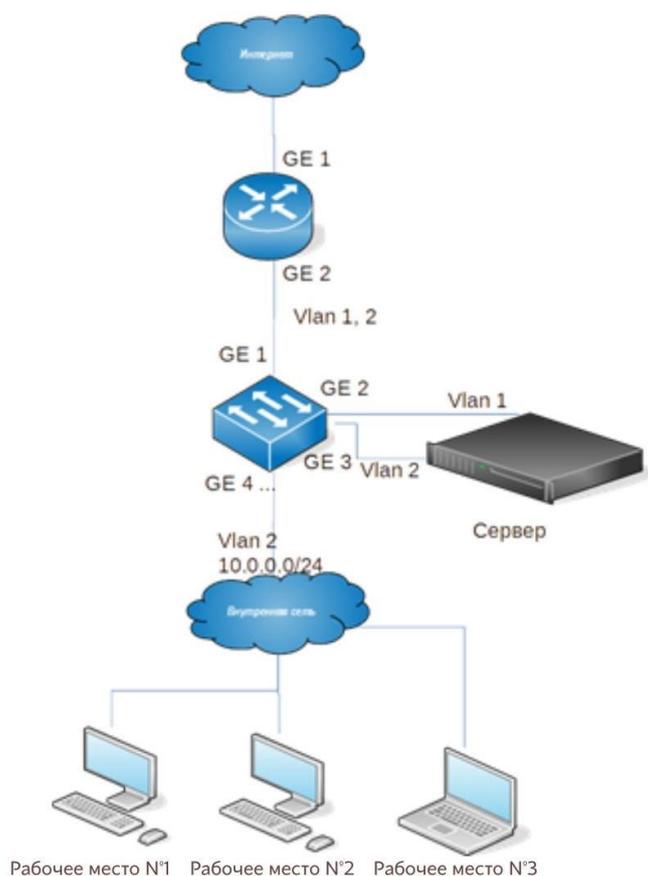


Рис. Общая схема инфраструктуры конструкторского бюро

Вывод

Разработанная ранее структура СКБ, принципы организации и взаимодействия пользователей, персонала и управленческих подразделений, а также выбор основных инструментов для практической реализации позволили перейти к разработке и изготовлению серверной части. На данный момент ведется создание программного обеспечения, которое будет использоваться в системе управления СКБ.

Список литературы

1. Эффективное взаимодействие между подразделениями [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/opinion/otdely/> [дата обращения 01.03.2024].
2. Автоматизированные информационные системы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iee.unn.ru/wp-content/uploads/sites/9/2014/09/Kniga-slajdy.pdf> [дата обращения 01.03.2024].
3. LDAP [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/39G8NR> [дата обращения 01.03.2024].
4. GitLab [Электронный ресурс]. URL: <https://about.gitlab.com/> [дата обращения 01.03.2024].
5. Astra Linux – ведущая российская операционная система [Электронный ресурс]. URL: <https://astralinux.ru/> [дата обращения 01.03.2024].
6. Ubuntu: Enterprise Open Source and Linux система [Электронный ресурс]. URL: <https://ubuntu.com/> [дата обращения 01.03.2024].

МЕТОД ПОДАВЛЕНИЯ РЕВЕРБЕРАЦИОННЫХ ПОМЕХ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО ФИЛЬТРА

Д. О. Непомнящий

Научный руководитель Н. Ю. Сиротинина
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В процессе создания и использования систем звуковой локации, звукоусиления и озвучивания, одной из наиболее актуальных проблем является борьба с реверберационными помехами, в том числе и с появлением помех звуковой обратной связи. Негативные последствия акустической обратной связи (АОС) могут быть вызваны тем, что звук, который воспроизводится в звуковой системе, возвращается обратно к сенсорному приемнику и снова усиливается, что приводит к значительному снижению уровня полезного сигнала [1].

При отражении вторичный сигнал с небольшой задержкой попадает в устройство, принимающее первичный сигнал, например микрофон, и можно наблюдать явление так называемой петли обратной связи, которая может быть отрицательной или положительной [2]. Известны подходы, позволяющие увеличивать соотношение сигнал/шум, при которых применяются способы оптимизации режимов обработки принимаемого сигнала при помощи избирательных фильтров с заданными частотными и импульсными характеристиками [3].

Каким бы ни был метод шумоподавления, из всех известных способов его применения, для решения проблемы подавления реверберационных помех и/или селективного определения и анализа помеховой обстановки, наиболее перспективным представляется использование принципа, основанного на вычитании (выделении) помехи из основного сигнала [4].

Целью нашей работы было создание схемы адаптивного эхокомпенсатора (рис. 1).

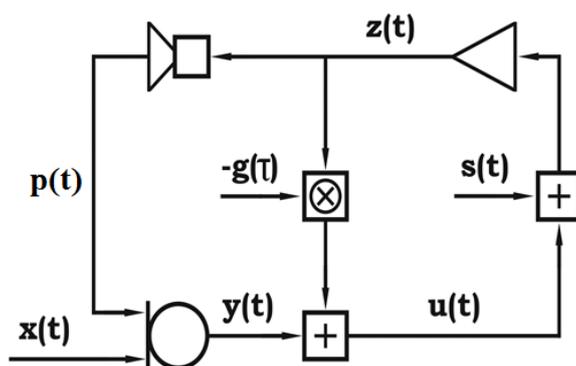


Рис. 1. Схема адаптивного фильтра эхокомпенсации

На рис. 1 $y(t)$ – общий сигнал, поступающий на тракт от приемника датчика; $x(t)$ – основной сигнал; $p(t)$ – помеха; $z(t)$ – усиленный сигнал; $g(\tau)$ – оценка $h(\tau)$; $h(\tau)$ – импульсная переходная характеристика; $u(t)$ – компенсированный сигнал; $s(t)$ – идентификационный сигнал.

В этом случае помехи $p(t)$ могут быть выражены как свертка сигнала $z(t)$ и переходной характеристики $h(\tau)$ акустического обратного тракта, включающего передатчик и воздушную среду.

$$p(t) = \int h(\tau) \cdot z(t - \tau) d\tau \quad (1)$$

Если рассматривать простейшую модель, которая состоит из приемника и передатчика, расположенных на определенном расстоянии, то имеет место следующая формула:

$$h(\tau) = \sigma \cdot \left(\tau - \frac{L}{C} \right), \quad (2)$$

где σ – дельта-функция; C – скорость звука в воздухе, а L – расстояние между источником звука и приемником.

В этом случае, учитывая уравнение (1), сигнал помехи $p(t)$ становится задержанным сигналом $z(t)$ при прохождении по воздуху от передатчика к приемнику.

Как видно из (1), $h(\tau)$ представляет собой отклик системы на действие единичного короткого импульса в виде дельта-функции $\sigma(\tau)$.

Если в отсутствие основного сигнала сформировать сигнал $z(t)$ в виде такого короткого единичного импульса, то на выход сенсора-приемника поступит сигнал $y(t)$, идентичный импульсной переходной характеристике обратного акустического тракта $h(\tau)$. Для этого достаточно подать в систему идентифицирующий сигнал $s(t)$.

На текущем этапе исследований в среде MatLab Simulink создана модель обратного акустического тракта (рис. 2).

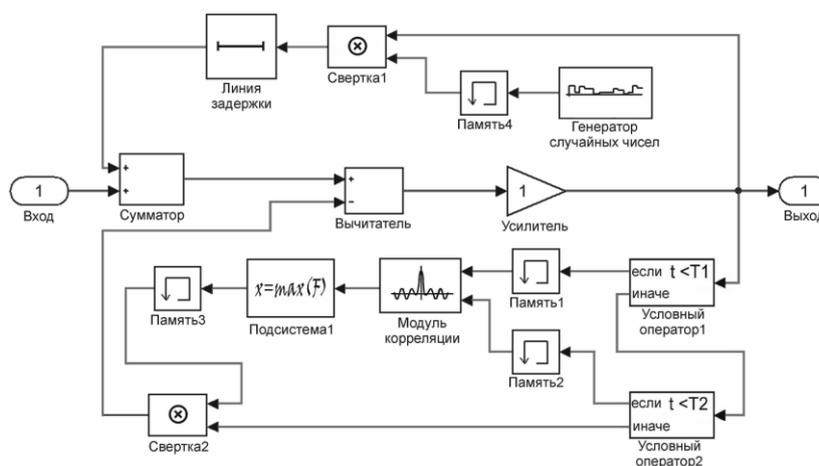


Рис. 2. Модель системы эхокомпенсации

Разработанная модель имеет возможность подавления акустической обратной связи на основе использования фильтров и предварительного расчета сигналов коррекции.

Модель включает тракты приема, усиления и передачи сигнала, акустический обратный тракт и линию компенсации АОС.

Таким образом, предложенный принцип позволяет вычислять переходную характеристику обратного акустического тракта не только для систем громкоговорящей связи, но и для систем, длина обратного акустического тракта которых на порядок меньше. Это позволяет реализовать адаптивную эхокомпенсацию в устройствах, имеющих короткий тракт, например, в летных и тактических шлемофонах, слуховых аппаратах и т. д.

Кроме того, при вычислении переходной характеристики допустимо и решение обратной задачи, а именно идентификация различных объектов в озвучиваемом пространстве, т. е. при использовании трех и более излучателей возможно определение местоположения и траектории искомым объектов.

Список литературы

1. Вартамян И. А. Физиология сенсорных систем: руководство. СПб: Лань, 2006. 224 с.

2. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука: учеб. пособие для вузов по направ. подгот. «Прикладная математика»; пер. с англ. В. В. Чепыжова, 2004. 365 с.

3. Yuan Z., Songtao X. Application of new LMS adaptive filtering algorithm with variable step size in adaptive echo cancellation, in IEEE International Conference on Communication Technology, ICCT, 2017, pp. 1715–1719.

4. Кондратьев К. В. [и др.]. Адаптивный алгоритм для компенсации реверберационных помех // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. 2015. № 4. С. 19–28.

МЕТОД И НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТОВ ПОЛИПРАГМАЗИИ

С. А. Котов, Аль-Сагир Мохаммед Муанис Исмаил

Научный руководитель О. В. Непомнящий
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

С ростом количества лекарств возникают сложности с выявлением побочных эффектов от их комплексного применения. При разработке новых методов анализа фармацевтических данных использование цифровых технологий, в том числе и методов машинного обучения, показывает эффективность в прогнозировании результатов взаимодействия лекарств.

В этом направлении известны применения «машин опорных векторов нейронных сетей» и так называемого леса Тазадеги [1, 2]. Также хорошие результаты получали при использовании методов матричной факторизации и глубокого обучения [3, 4, 5]. В настоящее время широкое распространение получили искусственные нейронные сети, в том числе сверточные и рекуррентные нейронные сети, а также полносвязанные сети прямого распространения [5].

Однако известные методы обладают рядом недостатков. Например, не имеется возможности анализа большого объема данных, поскольку используемые нейронные сети избыточны и требуют значительных вычислительных затрат. В отдельных случаях получают результаты только по известным метрикам, не применяя ряд дополнительных параметров.

На основании вышеизложенного предложен метод прогнозирования лекарственного взаимодействия и побочных эффектов при полипрагмазии с использованием тензорной декомпозиции. При реализации предложенного метода используются следующие ключевые функции: функция подготовки данных, функция тензорного представления для взаимодействия между лекарствами, функция тензорного разложения для расширенных алгоритмов, и функция прогнозирования.

Данные о побочных эффектах и взаимодействии белок-лекарство используются для формирования вектора признаков. Создается матрица признаков для пар препаратов, где каждая строка соответствует идентификатору препарата, а столбцы содержат информацию о паре препаратов. Полученный вектор признаков подается на вход нейронной сети для обучения (рис.). В предложенной архитектуре нейронной сети скрытые слои состоят из 300, 200 и 100 нейронов соответственно.

Выходной слой имеет нейрон, на выходе которого находится значение вероятности побочного эффекта i -го класса (0 – отсутствие взаимодействия, 1 – наличие взаимодействия).

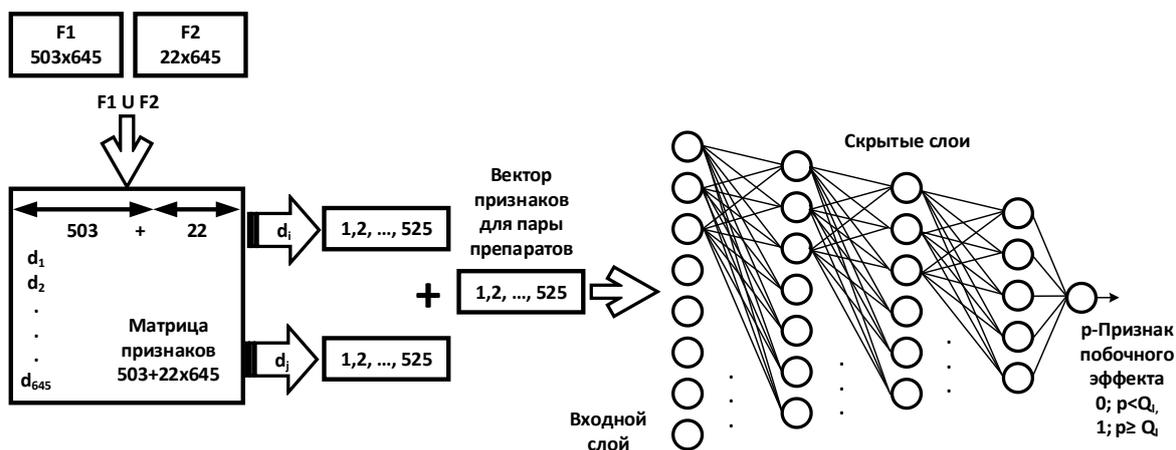


Рис. Обработка данных на основе нейронной сети для формирования прогноза о результатах взаимодействия пар лекарственных средств, при получении определенного побочного эффекта

При обработке данных выполняется объединение и приоритетный анализ побочных эффектов от взаимодействия лекарств одновременно с анализом лекарственно-белкового взаимодействия. Затем строятся матрицы признаков для каждой пары произвольных лекарств d_i, d_j . Далее при помощи трехслойной нейронной сети выполняется расчет вероятности p возникновения эффекта от взаимодействия лекарств. При этом эффект классифицируется по пороговому принципу. Этот порог задается в интервале от 0 до 1. Если значение вероятности больше порогового значения, то метод указывает, что i -й побочный эффект присутствует в паре произвольно выбранных препаратов.

Для инициализации применяются весовые коэффициенты. Этот метод инициализации учитывает размеры входов (input dim) и выходов (output dim) и формирует число, используя выражение (1). Значения задаются случайным образом в интервале $[-\beta, +\beta]$ [10].

$$\beta = \sqrt{\frac{6}{\text{input dim} + \text{output dim}}}. \quad (1)$$

Учитывая тот факт, что решаемая задача относится к задачам двоичной классификации, оптимизация параметров модели выполняется с помощью функции потерь (двоичная кросс-энтропия) и стохастического градиентного спуска. При этом используется функция языка двоичной кросс-энтропии, которая вычисляется следующим образом:

$$L = -[\ln(p) + (1 - p) \ln(1 - p)]. \quad (2)$$

В формуле 2 за 1 принят желаемый результат, а p – это прогнозируемый результат.

Для нахождения оптимального веса нейронов используется принцип стохастического градиентного спуска. Производная функции активации выхода показывает изменение весов нейронов с помощью нейронов следующего слоя (3):

$$\omega(hk, o) = \omega(hk, o) + \eta \times \Delta(o, o) \times hk \times \phi(ao). \quad (3)$$

Добавляя больше параметров к уменьшающемуся градиенту, можно увеличить скорость обучения. Отметим, что момент – это параметр, кото-

рый, добавляя процент от предыдущего веса к уменьшающемуся градиенту, способствует как скорости процесса обучения, так и достижению локальных оптимумов. В этом случае изменение веса рассчитывается с использованием убывающего градиента и момента следующим образом:

$$\omega(hk, o) = \omega(hk, o) + \eta \times \Delta(o, o) \times hk \times \emptyset(ao) + \alpha \times \omega(hk, o) \quad (4)$$

Сети белок-белковых взаимодействий и взаимодействий «лекарство» отображают взаимосвязи между белками-мишенями и побочные эффекты лекарств. Нейронная сеть построена на основе этих данных, извлеченных из различных баз [3–5].

Результаты обучения и тестирования показали, что предложенный метод имеет лучшую производительность по ряду критериев, таких как АСС, F-мера, AUPRC, AUROC и MCC.

Таким образом, рассмотренный новый метод и нейросетевая модель являются новым подходом к прогнозированию побочных эффектов полипрагазии.

Список литературы

1. Bernhard Schölkopf, Zhiyuan Luo, Vladimir Vovk (editors). Empirical Inference: Festschrift in Honor of Vladimir N. Vapnik. Springer, 2013. 306 p.
2. Вьюгин В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. МЦМНО, 2013. 390 с.
3. Koren Y. Factorization Meets the Neighborhood: A Multifaceted Collaborative Filtering Model //ACM Press. 2008. Proc. 14 ACM SIGKDD Int'l Conf. Knowledge Discovery and Data Mining. pp. 426–434.
4. Steffen Rendle. Factorization machines with libfm. ACM Trans. Intell. Syst. Technol., 3(3):57:1–57:22, May 2012.
5. Francois Chollet. Chapter 9, Section 2 // Deep Learning with Python. Manning, 2017. 350 p.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОБРАЩЕНИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

М. О. Пряхин

Научный руководитель М. С. Медведев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В организациях процесс подачи обращений на обслуживание материальных ценностей можно упростить, используя автоматизированные системы. Помимо прочих вариантов, таких как звонок в диспетчерскую службу или отправки электронного письма, сотрудники смогут создавать обращение через мобильный телефон, что позволит значительно снизить время отправки обращения, и сотрудник сможет больше времени уделить должностным обязанностям.

Пользовательское приложение предоставляет пользователям усовершенствованный механизм подачи обращений, позволяя делать их более точными за счёт привязки QR-кода к конкретному объекту, сканирование которого направляет обращение непосредственно к соответствующей группе исполнителей, обеспечивая эффективность и оперативность подачи обращения.

Цель разработки приложения заключается в оптимизации процесса подачи обращений в организациях с целью увеличения оперативности и сокращения времени их обработки. Главной задачей является снижение риска возникновения ошибок за счет автоматизации процесса и уменьшения человеческого фактора. Предполагается, что реализация данного проекта приведет к повышению эффективности обслуживания материальных ценностей и сокращению временных затрат на обработку обращений.

Для успешной реализации проекта необходимо выполнить ряд задач:

- разработать мобильное приложение [1], которое будет удобным и интуитивно понятным для пользователей, позволяя им легко подавать обращения через мобильные телефоны;
- внедрить систему сканирования QR-кодов для привязки обращений к конкретным объектам, обеспечивая более точную и быструю маршрутизацию обращений;
- разработать автоматизированную систему управления обращениями, которая будет автоматически направлять запросы к соответствующим группам исполнителей на основе информации, полученной из мобильного приложения или сканирования QR-кодов;
- провести тестирование функциональности и производительности разработанных систем.

Для реализации клиентской части был выбран фреймворк React Native – мощный инструмент для разработки мобильных приложений, который позволяет использовать JavaScript и React для создания высокопроизводительных приложений, работающих на различных платформах [2].

Дополнительно для реализации функциональности сканирования QR-кодов в приложении на React Native будет использоваться библиотека "expo-camera" [3]. Эта библиотека специализируется на сканировании и обработке QR-кодов, делая ее отличным выбором для реализации данной функциональности.

Для серверной части был выбран фреймворк Nest.js. – для разработки серверных приложений на Node.js с использованием TypeScript. Он основан на концепции модулей и зависимостей и предоставляет множество инструментов для создания масштабируемых и модульных приложений [4].

На диаграмме прецедентов (рис.) представлены действия, которые пользователь будет иметь возможность выполнить.

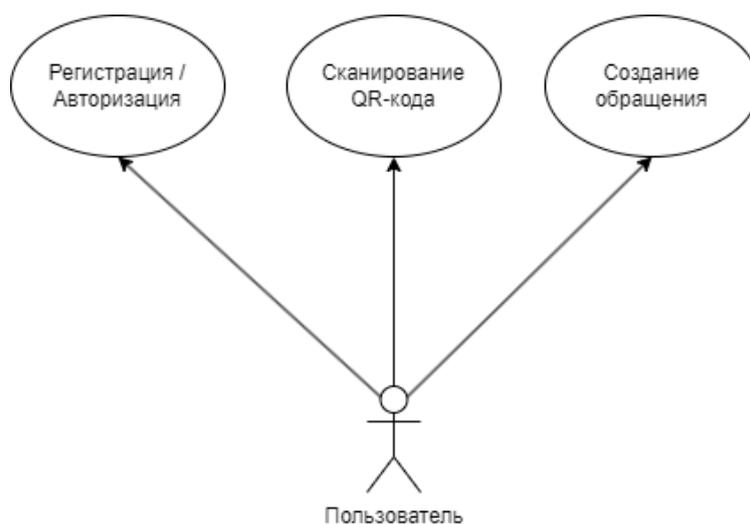


Рис. Диаграмма прецедентов

В заключение можно сказать, что разработка приложения позволит существенно сократить время на отправку обращений. Внедрение данного приложения обещает значительное улучшение оперативности работы сотрудников, снижение временных издержек на подачу и обработку обращений.

Преимущества:

- удобный, интуитивно-понятный интерфейс;
- простое заполнение обращения;
- уникальный QR-код для каждого объекта;
- обращение назначается сразу на группу исполнителей.

Таким образом, разработка приложения представляет собой не только технический проект, но и стратегически важное решение, способствующее повышению эффективности подачи обращений в организациях.

Список литературы

1. Зотин А. Г., Пахирка А. И., Фаворская М. Н. Разработка клиентских приложений баз данных: учеб. пособие. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. 154 с. Текст: электронный.

2. React Native: официальный веб-сайт фреймворка React Native. URL: <https://reactnative.dev>.

3. Expo Documentation: часто задаваемые вопросы. Ответы на распространенные вопросы об Expo, EAST и React Native. URL: <https://docs.expo.dev/versions/latest/sdk/camera/>

4. NestJS: официальный веб-сайт фреймворка Nest.JS. URL: <https://nestjs.com>.

АНАЛИЗАТОР БИРЖИ

П. С. Соин

Научный руководитель С. Л. Верхошенцева
старший преподаватель
Сибирский федеральный университет

В данной работе рассматривается актуальность приложения «Анализатор биржи», способного производить выборку данных Мосбиржи, анализировать и предоставлять графики и прогнозы по полученным данным. Проведен анализ существующих решений и описан алгоритм разрабатываемого Telegram бота.

Торговля на бирже является одной из основ экономики. Суммарно объем торгов за 2023 год составил 1,3 квадрил. рублей, что на 0,2 квадрил. рублей больше, чем в 2022 году, что является максимальным показателем за всю историю биржевых торгов [1]. На сегодняшний день инвестирование является популярным способом сохранения и приумножения своего капитала.

К сожалению, большинство инвесторов сталкиваются с вопросом «во что мне инвестировать?», ведь для того чтобы разобраться в дальнейшем движении рынка, необходимо проводить минимальный анализ данных о бумаге, но не у каждого есть такая компетенция. Именно для таких неквалифицированных инвесторов карманный «Анализатор биржи» будет отличным решением, так как любой инвестор сможет просмотреть интересующую его бумагу, ее график изменения цены и узнать ее прогноз.

Большинство существующих автоматизированных анализаторов не дают пользователям возможности просматривать графики изменения цен и прогноза. Чаще всего пользователям приходят уведомления об изменении цены и о том, что необходимо делать с активом, – покупать, продавать или держать. При этом большая часть анализаторов не предназначена для мобильных устройств, что делает такие системы менее удобными. В таких случаях для анализа рынка используются таблицы либо автоматические роботы.

Для того чтобы использовать таблицы либо самостоятельно анализировать данные с биржи, необходимо иметь немалые знания и опыт в сфере финансов. Именно поэтому большинство неопытных инвесторов выбирают платные услуги автоследования. В таком случае весь анализ проводит человек, который уже много лет занимается инвестированием и сам проводит сделки, в то время как брокер повторяет движения опытного инвестора и покупает бумаги уже в вашем бюджете. Минусами является ежедневная комиссия в несколько процентов, а также более заметный процент при закрытии следования [3].

Автоматические роботы – более сложная система. Это компьютерная программа, которая работает с интерфейсом брокера, а влияние человека на эту программу отсутствует. Чаще всего таких роботов программируют на кратковременное инвестирование. Допустим, раз в час будет проходить проверка отклонения от заданной цены, на основе этих данных будет решаться, что следует покупать, а что продавать. Минусами таких систем являются огромные риски, сложность в создании и дороговизна при покупке стороннего робота [4].

Как решение проблемы мы предлагаем разработать чат-бот «Анализатор биржи» в Telegram. С его помощью пользователи и инвесторы смогут узнать краткую информацию об интересующей бумаге, просмотреть график изменения цены на выбранный актив с разными периодами и частотностью, а также просмотреть прогноз изменения цены инструмента.

Взаимодействовать с чат-ботом пользователь сможет посредством инлайн-клавиатуры и запросов. Существует несколько видов сценариев:

- Запуск чат-бота. Пользователь начинает диалог с чат-ботом и вводит команду “/start” либо нажимает кнопку “Старт”. В чат пользователю выводится сообщение с описанием бота.

- Чтение приветственного сообщения. Пользователь начинает диалог с чат-ботом. Пользователю выводится приветственное сообщение с краткой информацией о возможностях чат-бота, описание принципа взаимодействия и предложение прочитать полное описание по взаимодействию с чат-ботом.

- Вызвать справку о работе с чат-ботом. Пользователь начинает диалог с чат-ботом. Пользователю выводится полное описание по взаимодействию с чат-ботом.

- Выбрать ценную бумагу. Пользователь начинает диалог с чат-ботом. Пользователь вручную вводит “SHORTNAME” или “SECID” необходимого актива и получает краткую информацию о выбранном инструменте.

- Изменить период данных. Пользователь выбирает ценную бумагу и вводит интересующий его интервал для выборки данных.

- Изменить тайм-фрейм. Пользователь выбирает ценную бумагу и выбирает интересующий его тайм-фрейм.

- Получить прогноз об изменении цен на актив. Пользователь выбирает интересующий его инструмент. Выводится график с возможным изменением цены на инструмент.

Для отображения пользователю акций необходимо загружать информацию по API с сайта Мосбиржи и сохранять в собственную базу данных. После чего пользователю будут доступны исторические данные за последние 2 года с суточными, часовыми, десятиминутными и минутными тайм-фреймами. Когда пользователь запрашивает актив, ему отображается текущая цена, краткое описание компании и график изменения цены интересующего актива.

Также у пользователя будет возможность получить прогноз изменения цены. Прогнозирование будет производиться при помощи модели ARIMA. ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average или Авторегрессионное интегрированное скользящее среднее) – статистическая модель, которая используется для анализа и прогнозирования данных динамических рядов. Из расшифровки можно заметить, что модель состоит из нескольких частей:

1. AR, или авторегрессионная часть, необходима для использования зависимости между текущим наблюдением и определенным количеством предыдущих наблюдений.

2. I, или интегрированная часть, означает, что данные временного ряда преобразуются с целью сделать ряд стационарным. Стационарность – свойство временного ряда, при котором его статистические характеристики не меняются.

3. MA, или скользящее среднее, относится к моделированию ошибки между реальным наблюдением и прогнозируемым значением, используя комбинацию значений ошибок предыдущих шагов.

Таким образом, проведенное исследование показало, что у существующих аналогов есть минусы, которые могут отпугнуть обывателя. На основе исследования было принято решение разработать собственный анализатор, с помощью которого пользователи смогут принимать решения о покупке или продаже актива, самостоятельно анализировать рынок на основе данных, в том числе в виде графиков, а также получать прогноз о рентабельности активов.

Список литературы

1. Московская биржа подвела итоги торгов в декабре 2023 года // Московская биржа: официальный сайт. URL: <https://www.moex.com/n66707> (дата обращения 25.02.2024).

2. Как работает автоследование в Тинькофф // Тинькофф: официальный сайт. URL: <https://www.tinkoff.ru/invest/help/brokerage/account/strategy/about/> (дата обращения 06.03.2024).

3. Как устроены торговые роботы? // Тинькофф-журнал: сайт. URL: <https://journal.tinkoff.ru/ask/trading-robot/> (дата обращения 15.02.2024).

4. Прогнозирование временных рядов с помощью ARIMA в Python // timeweb: сайт. URL: <https://timeweb.cloud/tutorials/python/prognozirovanie-vremennyh-ryadov-python-3> (дата обращения 22.03.2024).

СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ СИМПТОМА ЗАМИРАНИЯ ПОХОДКИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

Е. А. Липатов

Научный руководитель Н. Ю. Сиротина
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Болезнь Паркинсона – самое распространённое нейровегетативное расстройство. Это заболевание, распространённое у людей пожилого возраста, проявляющееся, прежде всего, в нарушении двигательных функций. Вероятность появления заболевания повышена у мужчин и людей, на которых воздействовали различные неблагоприятные факторы окружающей среды. Причины появления болезни Паркинсона не обнаружены. Заболевание при этом достаточно распространено [1]. Наибольшая вероятность появления заболевания у людей, чьи родственники уже подвержены этому заболеванию.

С каждым годом число людей в возрасте, наиболее подверженном риску появления болезни Паркинсона, растёт. В 2015 году население старше 60 лет составляло чуть больше 912 млн. В 2018 году это число превысило 1 млрд. В 2021 году число людей старше 60 лет составляет около 1 083 211 000 человек. Это приблизительно 14 % населения всей Земли [2]. В 2020 году в мире насчитывалось от 7 до 10 млн людей с болезнью Паркинсона [3]. При этом нет эффективных методов ее лечения. Существующие методы лечения сосредоточены на борьбе с симптомами и не останавливают нейродегенерацию.

У заболевания есть множество симптомов. Один из самых пагубно влияющих на жизнь человека – это замирание походки. При проявлении этого симптома, человек не может передвинуть ногу вперёд, несмотря на намерение это сделать. В основном это явление длится несколько секунд. Один из способов помочь человеку в борьбе с этим симптомом – подавать в момент замирания некоторое воздействие, такое как звук или вибрация. Обнаружение симптома замирания походки в основном выполняется в виде тестов и опросников. Этим способом можно выявить факт наличия симптома, но нельзя на него воздействовать.

Целью нашей работы была разработка системы, выявляющей симптом Замирание походки.

Для определения вида системы мы провели анализ аналогичных решений. Результат их сравнения приведён в таблице.

Таблица

Решение	Датчики	Стимул	Эргономичность	Легкодоступность	Запись данных	Удобство интерфейса	Быстродействие	Модель
Luis S. 2020 [3]	Датчик-акселерометр	-	Трёхосевой датчик-акселерометр, на поясе	-	+	-	?	LSTM
Sinziana M. 2012 [4]	Три датчика-акселерометра	Звук, вибрация	Смартфон и носимые датчики	-	+	-	0.34 с.	AdaBoost
Luigi B. 2020 [5]	Датчик-акселерометр телефона	-	Телефон в поясной сумке	-	+	-	1-2 с.	SVM и KNN
Joelle H. 2021 [6]	Датчик акселерометр, датчик пульса	Звук, вибрация, свет	Устройство располагается в трости	-	+	-	?	?
Spyroula M. 2019 [7]	-	-	-	-	+	-	?	?
Florenc D. 2019 [8]	Три датчика-акселерометра	Вибрация	Смартфон и датчики на спине, бедре и лодыжке	-	+	-	2-4 с.	?

Было обнаружено, что все существующие решения не обладают необходимым функционалом. Для обнаружения симптома заболевания использовали алгоритмы машинного обучения и рекуррентные нейронные сети. Так как эффективность оказалась лучше у последних, мы остановились на них.

Общий вид системы был выбран как мобильное приложение, т. е. программная часть системы отвечает за распознавание симптома, а аппаратная система взята от смартфона, с помощью AndroidAPI.

Система получает данные с датчика-акселерометра телефона, отправляет их модели нейронной сети. Если система решает, что у пациента произошёл эпизод Замирания походки, то на него подаётся стимулирующее воздействие, путём подачи вибрирующего и звукового сигнала. Также система запоминает данные, полученные до и во время эпизода, для дальнейшего их анализа.

Среди рекуррентных нейронных сетей наиболее подходящей моделью оказались сети долгой краткосрочной памяти.

Список литературы

1. Breckenridge C. B. et. al. Association between Parkinson's Disease and Cigarette Smoking, Rural Living, Well-Water Consumption, Farming and Pesticide Use: Systematic Review and Meta-Analysis // PloS one. 2016. Т. 11. № 4. С. e0151841.

2. Перспективы мирового народонаселения ООН: официальный сайт. 2022. URL: [https://population.un.org/wpp/Download/Standard/ Population/](https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/) (дата обращения 27.12.2023)
3. Sigcha L. et. al. Deep Learning Approaches for Detecting Freezing of Gait in Parkinson's Disease Patients through On-Body Acceleration Sensors // Sensors. 2020. Т. 20. № 7. С. 1895.
4. Mazilu S. et. al. Online Detection of Freezing of Gait with Smartphones and Machine Learning Techniques // International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops. 2012. Т. 6. № 2. С. 248680.
5. Borz L. et. al. Detection of freezing of gait in people with Parkinson's disease using smartphones // Annual Computers, Software, and Applications Conference. 2020. Т. 44. № 1. С. 0–186.
6. Ahmad J. et. al. Design and Implementation of an Instrumented walking cane for Detection of Freezing of Gait // International Multidisciplinary Conference on Engineering Technology. 2021. Т. 3. № 1. С. 08–10.
7. Masiala S. et. al. Feature-Set-Engineering for Detecting Freezing of Gait in Parkinson's Disease using Deep Recurrent Neural Networks // Eindhoven University of Technology. 2019. Т. 2019. № 1. С. 1909.03428.
8. Demrozi F. et. al. Towards a wearable system for predicting freezing of gait in people affected by Parkinson's disease // Journal of Biomedical and Health Informatics. 2019. Т. 24. № 9. С. 2168–2194.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ MATHCAD ДЛЯ МАКЕТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Д. В. Лукьянов

Научный руководитель С. А. Бронов
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

При создании сложных программных средств необходимо разрабатывать соответствующие виды обеспечения: методическое, математическое, алгоритмическое и программное.

Методическое обеспечение представляет собой комплекс методов (методик) формирования математических моделей и общие подходы к выбору соответствующих математических методов их решения.

Математическое обеспечение содержит математические выражения, которыми представляются модели объектов, а также математические методы для работы с моделями.

Алгоритмическое обеспечение представляет собой строгую последовательность выполнения всех операций разрабатываемого программного средства. Алгоритмическое обеспечение разрабатывается на основе методического и математического видов обеспечения.

Только после разработки алгоритмического обеспечения можно приступать к разработке программного обеспечения. Соответственно этому возникает необходимость обеспечить корректность алгоритмов и их программной реализации.

Предлагается разделить задачи разработки программного и алгоритмического видов обеспечения.

Специальных средств отладки алгоритмического обеспечения не существует. Для описания алгоритмов используют два способа: схемы алгоритмов в соответствии со стандартом ГОСТ 19.701-90 или псевдокод.

Схемы алгоритмов являются универсальным средством визуализации и не зависят от языка программирования. Но они весьма громоздки и плохо читаемы.

Для более компактного и наглядного представления алгоритмов используется псевдокод – набор условных записей, напоминающих операторы алгоритмического языка программирования, но существенно упрощённых. Псевдокод легко читается, с его помощью можно отразить все тонкости вычислений с точки зрения алгоритма. Затем его можно перевести на любой язык программирования с учётом особенностей этого языка. Недостаток псевдокода – невозможность выполнять расчёты, так как это – только записи.

В то же время существует язык программирования MathCAD, который напоминает псевдокод, но обеспечивает его выполнение. В MathCAD имеется лишь три базовых оператора, а также простые правила оформления подпрограмм и упрощённая запись математических операций.

Далее для сравнения приведён алгоритм и программа организации численного интегрирования в виде схемы алгоритма (рис. 1 а), на языке MathCAD (рис. 1 б) и на языке программирования C++ (рис. 2).

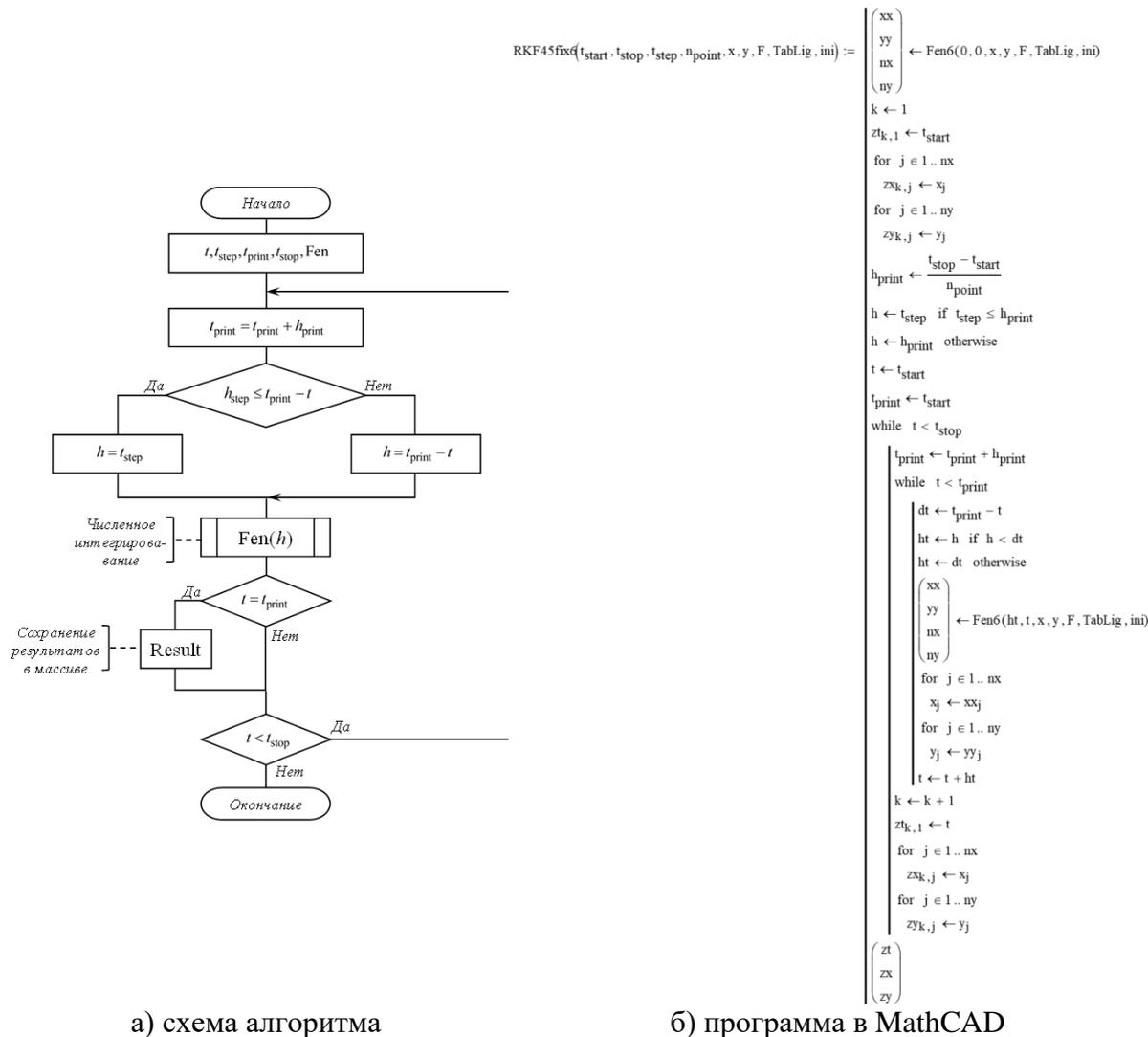


Рис. 1. Схема алгоритма программы организации численного интегрирования

Схема алгоритма на рис. 1 а даёт лишь общее представление о работе программы, но не содержит конкретных деталей вычислений.

Тот же алгоритм в среде MathCAD (рис. 1 б) отражает все особенности вычислений. Фактически это программа, которая может выполняться при дополнении её другими подпрограммами, в данном случае – для расчёта новых значений переменных и интегрируемой моделью объекта.

Разработанная соответствующая программа на C++ (рис. 2) выглядит существенно сложнее и требует знания особенностей языка программирования C++, в том числе механизмов передачи входных данных внутрь функции, работы с массивами и т. д.

```

void RKF45fix(int neq, double step, double start, double stop, double t, int Npoint, double *x, double
*Result,void(*F)(double, double*, double*))
{
    int j, k;
    double h;
    double hprint;
    double tprint;
    double tt, dt;
    double *s;
    double *dx;
    double *A1, *A2, *A3, *A4, *A5;
    A1 = new double[neq];
    A2 = new double[neq];
    A3 = new double[neq];
    A4 = new double[neq];
    A5 = new double[neq];
    s = new double[neq];
    dx = new double[neq];
    tprint = start;
    Result[0] = start;
    for (j = 0; j < neq; j++)
    {
        Result[1 + j] = x[j];
    }
    hprint = (stop - start) / Npoint;
    if (hprint < step) h = hprint;
    if (hprint >= step) h = step;
    t = start;
    k = 0;
    while (t <= stop)
    {
        tprint = tprint + hprint;
        while (t < tprint)
        {
            dt = tprint - t;
            if (h < dt) tt = h;
            if (h >= dt) tt = dt;
            F(neq, tt, t, s, x, dx, A1, A2, A3, A4, A5, F);
            for (j = 0; j < neq; j++)
            {
                x[j] = s[j];
            }
            t = t + tt;
        }
        k++;
        Result[k * (neq + 1)] = t;
        for (j = 0; j < neq; j++)
        {
            Result[k * (neq + 1) + 1 + j] = x[j];
        }
    }
    delete[] A1;
    delete[] A2;
    delete[] A3;
    delete[] A4;
    delete[] A5;
    delete[] s;
    delete[] dx;
}

```

Рис. 2. Программа организации численного интегрирования на языке C++

Этот подход с использованием программы MathCAD для макетирования и отладки алгоритмов успешно применялся для разработки научной учебной системы моделирования на C++ [1].

Список литературы

1. Заболотский И. А., Зазнобина А. В., Лукьянов Д. В. Научно-учебная система моделирования динамических объектов / руководитель С. А. Бронов // Проспект Свободный – 2022: материалы XVIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Красноярск, 25–30 апреля 2022 г. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. С. 911–914.

АЛГОРИТМ ПРОГРАММНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ШИРОТНО-МОДУЛИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

А. А. Козлов

Научный руководитель С. А. Бронв
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В исполнительных электроприводах переменного тока, предназначенных для маломощных установок, для питания двигателей обычно используются многофазные транзисторно-диодные коммутаторы, формирующие широтно-модулированные по синусоидальному закону импульсы. Как правило, эти устройства выполняются с применением электронных блоков. Преимуществом электронной реализации является высокое быстродействие, а недостатком – ограниченные возможности законов управления и невозможность их коррекции при существенных изменениях условий функционирования электропривода.

Предлагается перейти к микропроцессорному управлению и программному формированию широтно-модулированных импульсов. Предложенный способ рассматривается на примере электропривода с индукторным двигателем двойного питания (ИДДП) (рис. 1).

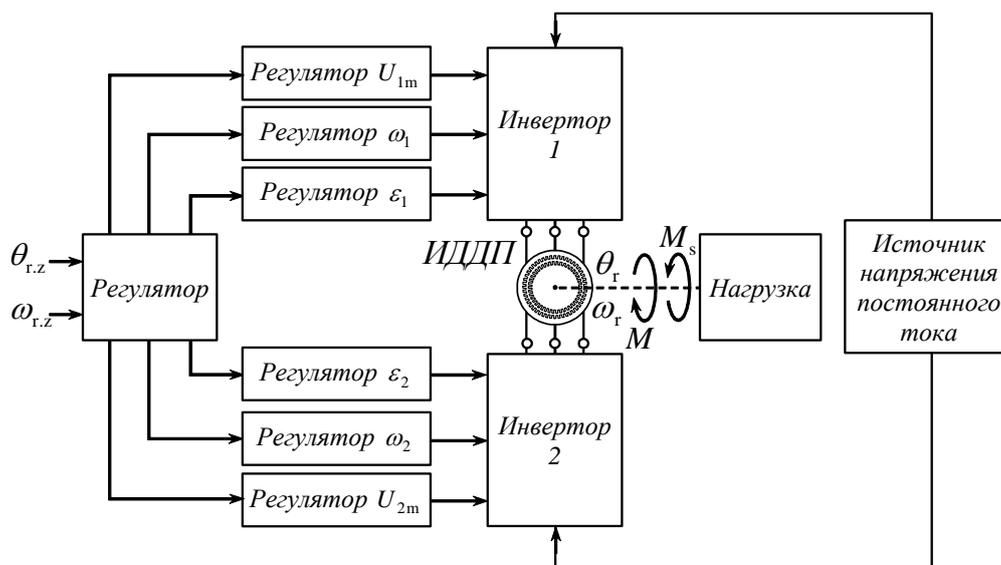


Рис. 1. Электропривод с индукторным двигателем двойного питания

У рассматриваемого индукторного двигателя двойного питания имеется две многофазные обмотки, которые запитываются соответствующими многофазными напряжениями переменного тока [1, 2, 3, 4].

В случае идеальных синусоидальных напряжений каждая из фазных обмоток питается напряжением вида:

$$u_k(t) = U_{km}(t) \cdot \sin[2\pi f_k(t) \cdot t + \varepsilon_k(t) + \alpha_k],$$

где U_{km} – амплитуда; $f_k(t)$ – частота; $\varepsilon_k(t)$ – регулируемый фазный сдвиг; α_k – постоянный фазный сдвиг; $k = \{1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c\}$ – индекс фазы первой и второй обмоток (для случая трёхфазного напряжения для первой и второй обмоток).

Эти синусоидальные напряжения заменяются широтно-модулированными импульсами. Для этого сравниваются два сигнала – тактовый треугольный и модулирующий синусоидальный (рис. 2).

В моменты времени, когда синусоидальный сигнал больше треугольного, формируется положительный прямоугольный импульс. В моменты времени, когда синусоидальный сигнал меньше треугольного, формируется отрицательный прямоугольный импульс. Таким образом, ширина импульсов определяется значениями синусоидального сигнала в моменты переключения сравнивающего устройства.

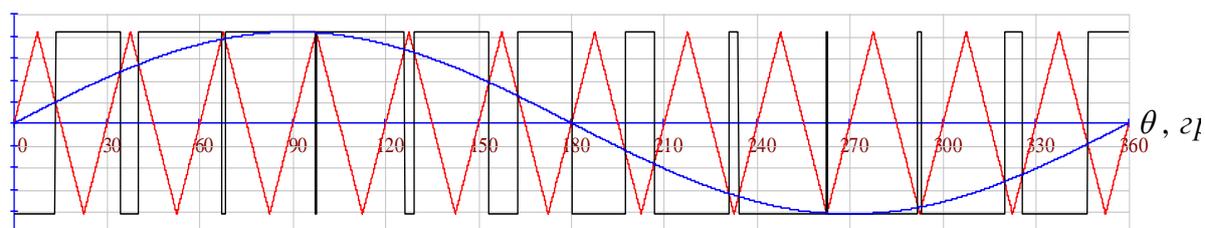


Рис. 2. Графики формирования широтно-модулированных импульсов

Для программного формирования широтно-модулированных импульсов предлагается заранее вычислить моменты переключения импульсов в положительную и в отрицательную области и записать это в массив данных.

Например, для 12 тактовых импульсов на период синусоиды массив длительностей положительных и отрицательных импульсов приведён ниже:

k_{takt} :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
β_{plus} :	0,5	0,75	0,933	1	0,933	0,75	0,5	0,25	0,067	0	0,067	0,25
β_{minus} :	0,5	0,25	0,067	0	0,067	0,025	0,5	0,75	0,933	1	0,933	0,75

Здесь: k_{takt} – номер тактового импульса; β_{plus} – доля длительности такта, приходящаяся на положительную часть импульса; β_{minus} – доля длительности такта, приходящаяся на отрицательную часть импульса, всегда $\beta_{\text{plus}} + \beta_{\text{minus}} = 1$.

Далее определяются моменты переключения из отрицательного состояния в положительное и наоборот.

При заданной частоте синусоидального питания f_{\sin} определяется длительность каждого импульса:

$$T_{\text{plus}} = \beta_{\text{plus}} \frac{1}{f_{\sin} N_{\text{takt}}}, \quad T_{\text{minus}} = \beta_{\text{minus}} \frac{1}{f_{\sin} N_{\text{takt}}}.$$

Далее определяется начальное время $t=0$. К нему поочередно прибавляются длительности импульсов $t = t + T_{\text{plus},k}$, $t = t + T_{\text{minus},k}$ ($k = 1, 2, \dots, N_{\text{takt}}$), и тем самым определяются моменты времени для переключений. В режиме реального времени текущее время сравнивается с моментами переключений и в результате формируется последовательность прямоугольных импульсов с модуляцией по синусоидальному закону.

Существует три способа управления двигателями переменного тока в зависимости от регулируемого параметра напряжения: частотный, амплитудный и фазный. Все три способа могут быть реализованы с помощью предложенного программного формирования импульсов питания. Для этого микропроцессор выполняет вычисления, в соответствии с которыми:

– при частотном управлении – длительности импульсов делятся на величину частоты f_{\sin} ;

– при амплитудном управлении – длительности импульсов умножаются на коэффициент $\mu_U = U_m / U_{m,\text{nom}}$, где $U_{m,\text{nom}}$ – номинальное значение амплитуды; U_m – регулируемое значение амплитуды;

– при фазном управлении – выбирается не очередной тактовый импульс, а тот, который соответствует желаемому фазному сдвигу.

У рассматриваемого индукторного двигателя двойного питания такой процесс формирования предусматривается для обоих питающих напряжений, что обеспечивает реализацию самых разнообразных режимов работы [1, 2, 3]. В частности, обеспечивается квазишаговый режим работы с прямым регулированием угла поворота без использования датчиков положения [4].

Список литературы

1. Бронов С. А. А. с. 1524153 СССР, МКИ4 Н02Р7/46. Способ регулирования углового положения ротора двигателя двойного питания: № 4230014/24-07: заявл. 14.04.1987: опубл. 23.11.1989.

2. Бронов С. А., Чумаченко А. А., Вайман М. А. [и др.] Управление исполнительными устройствами космических аппаратов для дистанционного зондирования Земли // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. Материалы X Международной научной конференции / науч. ред. Е. А. Ваганов, отв. ред. Г. М. Цибульский. Красноярск, 2023. С. 18–21.

3. Бронов С. А., Чумаченко А. А., Бисов А. А. [и др.] Системный анализ и программное управление широтно-импульсным модулятором двуканальной системы электропитания для исполнительных систем радиолокации // Успехи современной радиоэлектроники. 2024. Т. 78, № 1. С. 78–88.

4. Bronov S. A., Avlasko P. V. Electric drives on the basis of doubly fed induction motor // IOP Conf. series: Materials science and engineering. International scientific electric power conference. 2019. № 643 (012035). Pp. 1–5. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/537/3/032096>. DOI: 10.1088 /1757-899X/643/1/012035.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОМОЩИ В ОБНАРУЖЕНИИ ПАДЕНИЙ У ЛЮДЕЙ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Р. В. Смольков

Научный руководитель О. В. Непомнящий
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В настоящее время падения являются значительной проблемой общественного здравоохранения, так как ежегодно уносят около 684000 жизней, а самые высокие показатели смертельных случаев отмечаются у людей старше 60 лет. Несмертельные падения, требующие медицинского вмешательства, также составляют внушительную цифру в 37,3 миллиона [1].

Предотвращение падений старшего поколения в домашних условиях представляет собой сложную задачу. Однако современные технологии открывают перспективы автоматического обнаружения падений внутри помещений и оперативного уведомления служб экстренной помощи и опекунов для минимизации времени реагирования.

Цель настоящего исследования – это разработка и апробация моделей искусственных нейросетей для определения падений людей с ограниченными возможностями в реальном времени с использованием видеоанализа, адаптированных для работы на встроженных устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами, например, Raspberry Pi.

Объект исследования – искусственные модели, способные анализировать видеоданные в реальном времени для определения падений.

Анализ предметной области позволил выделить ряд популярных устройств, которые применяются для автоматического вызова помощи в случае падений и потерей сознания и других чрезвычайных ситуаций, которые могут быть применены к людям пожилого возраста. Далее кратко приводится описание выбранных устройств.

Apple Watch представляет функцию обнаружения падения (Apple Watch SE, Apple Watch Series 4, Apple Watch Ultra либо более поздняя модель). Если часы Apple Watch обнаружат жесткое падение, за которым следует отсутствие движения в течение минуты, они начинают 30-секундный обратный отсчет, подавая тактильный и звуковой сигнал. Громкость звукового сигнала нарастает, чтобы его услышал обладатель часов или кто-то поблизости. Если нет необходимости вызывать службы экстренной помощи, можно нажать «Отмена». По окончании обратного отсчета часы Apple Watch автоматически связываются со службами экстренной помощи и контактами на случай ЧП [2].

В 2019 году российская компания «Кнопка Жизни» вывела на рынок умные часы Aimoto Senior для пользователей пенсионного возраста [3]. В часы встроен датчик падения, который срабатывает при падении, резком изменении положения тела в пространстве. При срабатывании датчика, в приложении на телефон приходит уведомление о падении, на часах срабатывает сигнал SOS, который можно отменить в течение 30 секунд, нажав на любую из кнопок на устройстве. Если в течение 30 секунд не было отмены, часы автоматически производят вызов на номера SOS [4].

К недостаткам как Apple Watch, так и Aimoto Senior можно отнести необходимость постоянно носить устройство, а также учитывать необходимость своевременной зарядки.

Vaauar Care использует технологию безоптического радиочастотного сканирования для обеспечения круглосуточного бесконтактного мониторинга. Устройство функционирует в любых условиях освещения, в густом паре и высокой влажности, создавая 4D облако точек, обеспечивающее защиту людей и соблюдающее их конфиденциальность. Если устройство обнаруживает падение – оно предоставляет уведомление специализированному персоналу или в приложении на смартфон. К недостаткам можно отнести необходимость использования устройства, совместимого с Alexa, и подписки на Alexa Together (в настоящее время только для клиентов из США) для постоянного мониторинга и быстрого отклика [5].

Хеота – программа для видеонаблюдения и любых задач работы с камерами. Данная программа представляет детектор падений. К преимуществам стоит отметить простоту установки: нужно подключить модуль «Детектор падений» в цепочке напрямую к камере, также можно выбирать «Учитывать неполные падения». К недостаткам можно отнести ограничения к модулю определения падений, связанные с процессорами, так как на сайте перечисляется, с какими именно процессорами будет работать модуль [6], а также сбор видеоданных.

В следующей таблице приведено обоснование выбора характеристик, которыми должна обладать разрабатываемая система, основанная на сравнительном анализе известных решений.

Таблица
Сравнение рассматриваемых характеристик для разрабатываемой системы

Характеристики	Apple Watch	Смарт-часы: Кнопка жизни Aimoto Senior	Vaauar (сенсор)	Хеота (программа для видеонаблюдения)
Интеграция с другими устройствами	+	+	+	+
Возможность для подключения дополнительных модулей (функций)	–	–	+	+
Необходимость постоянно носить устройство	+	+	–	–
Сбор видеоданных	–	–	–	+

Результаты аналитического обзора предметной области исследования показали, что современные технологии для обнаружения падений активно развиваются, предоставляя удобные решения для оказания помощи в случае несчастного происшествия. Большинство таких систем не требуют никаких действий со стороны пострадавшего и даже в случае потери сознания вызовут помощь.

Таким образом, было решено, что разрабатываемая система будет представлять собой устройство видеонаблюдения, основной особенностью которой будет ее интеллектуальность, что будет достигнуто с помощью машинного обучения, а также отсутствие необходимости носить устройство. Система слежения будет распознавать падения и сообщать о них доверенным людям. Такая система будет находиться внутри помещения, т. е. в домашних условиях, и сможет быть интегрирована в «умный дом». Реализация устройства на микроэлектронной элементной базе обеспечит ее надежность и локальное хранение видеоданных без необходимости передавать данные в Интернет.

Список литературы

1. Шиманович Е. Г., Глухов В. В., Сущенко Г. В., Малинин А. В. Травматизм и самостраховка, массовое обучение самостраховкам как профилактика травматизма // Сборник 2023. С. 264–268 [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_53836155_41439797.pdf [дата обращения: 25.11.2023].
2. Использование функции «Обнаружение падения» на Apple Watch / support.apple.com [Электронный ресурс]. URL: <https://support.apple.com/ru-ru/108896> [дата обращения: 25.11.2023].
3. Часы-телефон Aimoto Tracker / Aimoto [Электронный ресурс]. URL: <https://кнопка24.ru/senior/> [дата обращения: 25.11.2023].
4. Инструкция по эксплуатации Aimoto Senior / Aimoto [Электронный ресурс]. URL: <https://кнопка24.ru/senior/aimoto-senior.pdf> (дата обращения: 25.11.2023).
5. Leverage leading-edge senior care technology / vauyar care [Электронный ресурс]. URL: <https://vauyar.com/care/b2b/how-it-works/> (дата обращения: 26.11.2023).
6. Детектор падений – всегда начеку вашей безопасности / Felenasoft.com // Видеонаблюдение [Электронный ресурс]. URL: <https://felenasoft.com/xeoma/ru/articles/slip-and-fall/> [дата обращения: 26.11.2023].

О РАЗРАБОТКЕ ПОДСИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Д. С. Галкина, П. Д. Неустроев

Научный руководитель **О. В. Непомнящий**
кандидат технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Системы передачи телеметрических данных предназначены для сбора информации об изменениях и колебаниях значений заданных параметров на подконтрольных объектах. Передача данных при этом осуществляется посредством беспроводных или проводных сетей (оптических, электрических, компьютерных, а также радиоканалов) [1].

Примером подобной системы может служить проект системы передачи телеметрической информации посредством спутникового канала. Этот проект представляет собой распределённый комплекс спутниковой связи, состоящий условно из двух больших подсистем: непосредственно системы спутниковой связи и наземного программно-аппаратного комплекса передачи телеметрической информации. Наземный комплекс, в свою очередь, представляет из себя совокупность серверов, контроллеров, устройств приёма и передачи телеметрической информации и клиентских устройств. Все эти устройства обмениваются данными посредством беспроводных сетей.

В связи с использованием спутникового канала связи в разрабатываемой системе появляются ограничения на количество передаваемых по этому каналу данных, ввиду высокой стоимости данного способа передачи информации. Следовательно, необходимо в первую очередь синхронизировать только те данные, которые находятся в приоритете у пользователя.

Таким образом, система синхронизации данных между устройствами программно-аппаратного комплекса передачи телеметрической информации необходима для корректной работы системы, чтобы избегать чрезмерных задержек при передаче данных между устройствами, и всегда предоставлять пользователю и администраторам системы актуальную информацию.

После обзора предметной области и рассмотрения различных методов синхронизации данных [2, 3, 4] был сделан вывод, что синхронизация данных между устройствами в разрабатываемой системе может быть реализована в виде программного модуля, устанавливаемого на контроллер, являющийся логическим центром системы. Рассмотрим принцип работы такого модуля.

На сервере и контроллере имеются две базы данных, между некоторыми полями которых необходима синхронизация, которую можно реализовать при помощи скриптов SQL. Данные из пользовательского приложения передаются в виде запросов или файлов. Также важной частью системы являются сценарии, по которым происходит опрос датчиков и добавление данных с них в базу, а также отправка данных на сервер и устройство пользователя. Таким образом, программный модуль управления сценариями одновременно является модулем управления потоками данных. Поэтому для синхронизации данных важно также работать со сценариями.

На рисунке видно, что модуль работы со сценариями состоит из трёх модулей – модуля обработки сценариев, модуля обработки данных и управляющего модуля.

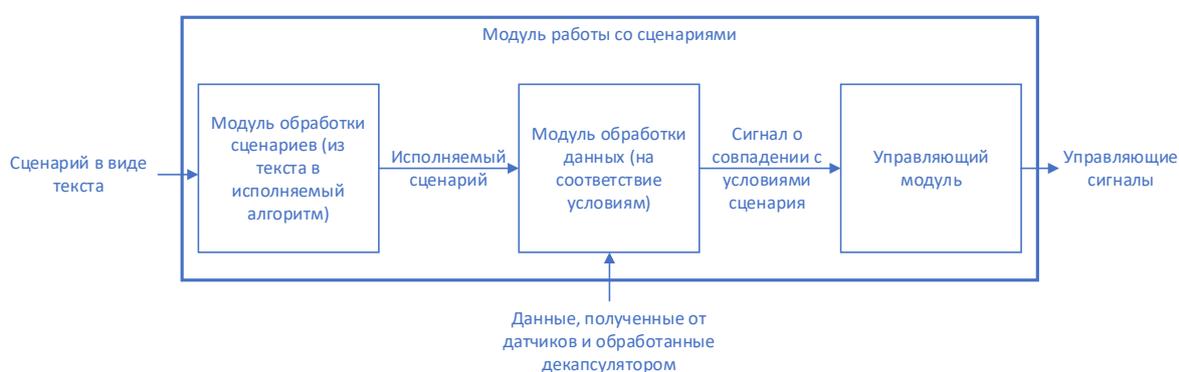


Рис. Структура модуля работы со сценариями

Сценарии представляют собой набор действий, выполняющийся при определённых условиях.

Сценарии поступают на контроллер с пользовательского устройства или через сервер, в виде текста определённого формата и структуры. Сценарии в текстовом виде хранятся в базе данных контроллера, откуда поступают в модуль обработки сценариев. Происходит это сразу при добавлении нового сценария. Модуль обработки сценариев ищет в тексте названия устройств, условия для выполнения и действия, которые должны выполняться по сценарию. Для этих действий предусмотрены программные функции, реализующие их. Таким образом, сценарий из текстового вида преобразуется в исполняемый код, собираемый из готовых функций.

С исполняемым сценарием работает модуль обработки данных. Его основная функция – провести проверку на соответствие условиям сценария данных, поступивших от модуля преобразования данных.

Если проверка показала выполнение условий, указанных в сценарии, сигнал об этом направляется в управляющий модуль, который запускает необходимые по сценарию действия, т. е. вызывает некоторые функции для выполнения этих действий. В результате формируются управляющие сигналы, которые отправляются на нужные периферийные устройства.

Разделение модуля обработки данных и управляющего модуля является достаточно условным – при реализации они могут быть объединены.

Таким образом, модуль работы со сценариями реализует одну из основных функций контроллера сети передачи телеметрической информации, а именно обработку телеметрической информации и выполнение сценариев пользователя. Кроме того, данный модуль реализует логику работы с данными. После запуска контроллера проводится проверка, существуют ли сохранённые на устройстве сценарии, и, если да, производится их запуск. В модуле обработки данных проверяется время, когда последний раз опрашивался нужный датчик, если это было достаточно давно, проводится новый опрос, в ином случае идёт работа с имеющимися данными. Затем проверяется соответствие данных, поступивших от датчиков, условиям каждого сценария, в результате которого запускаются либо не запускаются необходимые действия. После этого производится запись логов выполнения сценария и ожидается поступление новых данных от датчиков.

Синхронизация баз данных происходит по внешнему запросу с сервера. Это может быть как запрос на отправку данных на сервер, так и запрос на внесение новых данных. Также пользователь со своего устройства может запросить информацию из базы данных контроллера. При поступлении одного из таких запросов он выполняется: либо информация из базы данных отправляется источнику запроса, либо заносится новая. При внесении новых записей в базу данных происходит проверка: не сценарий ли это. Если был добавлен новый сценарий, он передаётся модулю обработки сценариев, где преобразуется в исполняемый вид, как было описано выше. После этого сценарий начинает свою работу так же, как и другие.

На основании вышеизложенного ведётся разработка подсистемы синхронизации данных в составе системы передачи телеметрической информации.

Список литературы

1. Системы сбора телеметрических данных [Электронный ресурс]. – URL: <https://esseo.ru/sistemy-sbora-telemetriceskih-dannyh> – Загл. с экрана (дата обращения: 06.07.2023)

2. Демиш В. О., Пищик Б. Н. Синхронизация данных на мобильных платформах // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2013. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sinhronizatsiya-dannyh-na-mobilnyh-platformah> (дата обращения: 08.07.2023).

3. OMA Specifications [сайт]. URL: <https://technical.open-mobilealliance.org/index.html> (дата обращения: 08.07.2023).

4. Тюков А. П. Подходы к синхронизации данных при централизованном контроле систем управления микроклиматом в коммерческих зданиях // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7954> (дата обращения: 06.07.2023).

О РАЗРАБОТКЕ ПОДСИСТЕМЫ ИНКАПСУЛЯЦИИ ДАННЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

П. Д. Неустроев, Д. С. Галкина

Научный руководитель О. В. Непомнящий
кандидат технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Системы передачи телеметрических данных предназначены для сбора информации об изменениях значений заданных параметров на подконтрольных объектах. Данные при этом передаются посредством беспроводных или проводных сетей (оптических, электрических, компьютерных, а также радиоканалов) [1].

Примером подобной системы может послужить разрабатываемый проект системы передачи телеметрической информации посредством спутникового канала. Уникальность данного проекта состоит в том, что в качестве канала связи для передачи данных используется спутниковый канал. Такое решение позволит разворачивать систему сбора телеметрической информации в любой точке Земли, где нет Интернета и любой другой связи, кроме спутниковой.

Этот проект можно разделить на две большие подсистемы: непосредственно систему спутниковой связи и наземный программно-аппаратный комплекс. В свою очередь, наземный комплекс представляет из себя совокупность сервера, контроллера, датчиков, исполнительных устройств, а также пользовательских устройств.

Для корректной работы программно-аппаратного комплекса передачи телеметрической информации необходимо разработать систему инкапсуляции данных.

Инкапсуляцией данных называется процесс подготовки данных к передаче. С точки зрения семиуровневой модели OSI это процесс добавления к данным заголовков перед передачей с более высокого уровня вниз. Декапсуляцией данных называется обратный процесс – подготовка данных при движении снизу вверх [2, 3].

Для осуществления инкапсуляции и декапсуляции данных разрабатывается программный модуль преобразования данных, который станет частью программного обеспечения контроллера, являющегося логическим центром разрабатываемой системы. Рассмотрим принцип работы этого программного модуля.

Модуль преобразования данных включает в себя два подмодуля, выполняющих разные задачи – модуль декапсуляции данных и модуль инкапсуляции данных в IP-пакеты. Основной функцией модуля преобразования данных является работа с данными, присылаемыми на контроллер различными датчиками. Эти данные нуждаются в обработке, для того чтобы другие программные модули могли использовать их. На рисунке представлена более подробная структура модуля преобразования данных.

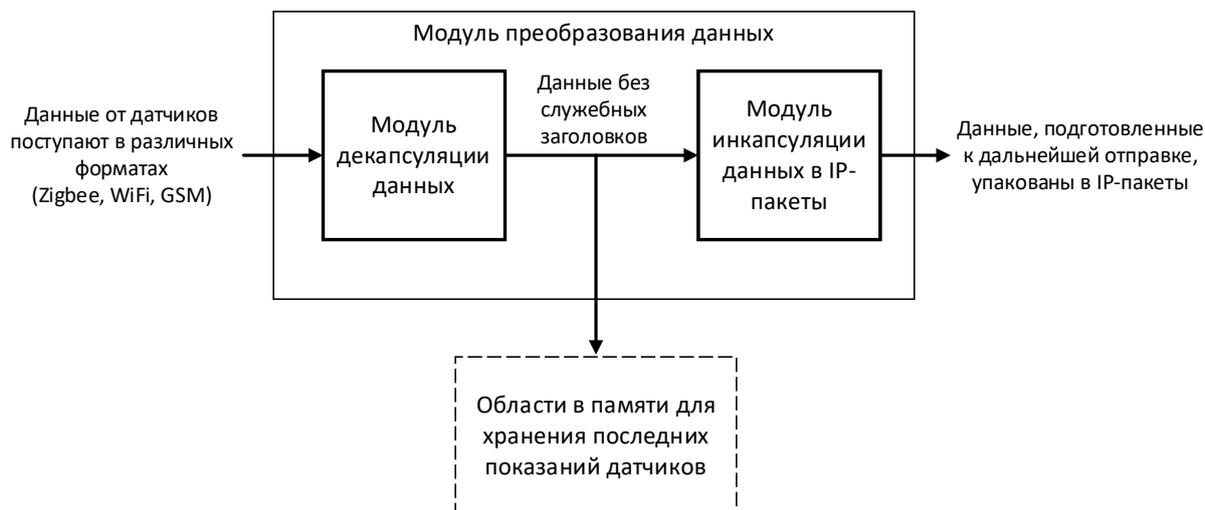


Рис. Принцип работы модуля преобразования данных

Данные от датчиков могут поступать на контроллер в различных форматах – техническим заданием определено, что это могут быть форматы Zigbee, WiFi, GSM. Для передачи информации по сети к битам данных присоединяются служебные заголовки указанных протоколов. Отделить данные от этих заголовков – задача модуля декапсуляции данных. Также внутри модуля декапсуляции должна производиться обработка данных, после которой они будут приведены в формат, удобный для использования другими программными модулями. Таким образом, на выходе из модуля декапсуляции оказываются чистые данные, которые могут быть приняты в работу другим программным модулем (согласно схеме на рис. 2), это модуль работы со сценариями.

Однако отправлять данные напрямую в модуль работы со сценарием представляется неоптимальным решением, поскольку в таком случае возникает необходимость в синхронизации между двумя программными модулями. Данные с датчиков используются для проверки условий сценариев, которая производится регулярно, с периодом, задаваемым пользователем. Однако период опроса датчиков может отличаться – для каждого датчика он определён по умолчанию, но может быть также изменён пользователем. Таким образом, в системе может возникнуть ситуация, когда датчик был опрошен незначительно короткое время назад, и нужно опросить его снова для проверки по сценарию. Чтобы не посылать лишних запросов датчикам в таких случаях, было принято решение сохранять последние показания датчиков и время, когда был произведён опрос в специально отве-

дённой для этого области памяти. Эта область памяти также будет доступна модулю работы со сценариями.

После сохранения чистых данных они передаются модулю инкапсуляции в IP-пакеты. Этот модуль выполняет работу, обратную предыдущему модулю: в нём данные разбиваются на пакеты, к которым добавляются заголовки протокола IP. В таком виде данные поступают на хранение в базу данных, откуда по внешнему запросу могут быть направлены на сервер или напрямую на пользовательское устройство.

Отличительной особенностью разрабатываемой системы является множество протоколов передачи данных, используемых в ней. Предложенный метод преобразования данных в сети передачи телеметрической информации позволяет обеспечить декапсуляцию данных из различных протоколов передачи данных и инкапсуляцию их в пакеты протокола IP, что позволит обеспечить передачу данных между различными узлами сети передачи телеметрической информации.

Список литературы

1. Системы сбора телеметрических данных [Электронный ресурс]. URL: <https://esseo.ru/sistemy-sbora-telemetriceskikh-dannyh> Загл. с экрана (дата обращения: 06.07.2023).

2. 1.16 Принцип инкапсуляции данных, фрагментации и декапсуляции в моделях TCP/IP и OSI 7 [Электронный ресурс]. URL: <https://zametkinapolyah.ru/kompyuternye-seti/inkapsulyaciya-dannyx.html> Загл. с экрана (дата обращения: 07.07.2023).

3. Модели OSI/ISO и TCP/IP [Электронный ресурс]. URL: <https://testengineer.ru/modeli-osi-iso-i-tcp-ip/> Загл. с экрана (дата обращения: 07.03.2024).

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ЛИНГВИСТИКА»

УДК 81'33

COMPUTATIONAL LINGUISTICS

E. A. Araslanova, M. S. Berg

Scientific supervisor N. V. Nikolaeva
Siberian Federal University

Nowadays, information technologies are developing more and more, they cover almost all spheres of human life: work, home, leisure, and so on. But how can two completely different directions be connected? Yes, linguistics and IT have become such related professions that another one has appeared – computational linguistics. Thanks to it, machines become smarter, our lives are simplified several times.

The objectives of this work:

- 1) to find out what a computer linguist should know;
- 2) what determines the demand for this profession;
- 3) what natural language processing is and what it includes.

Applied linguistics is a science in which linguistics is used for applied purposes. Applied linguistics is one of the areas of linguistics. While linguistics studies human languages, even dead ones, applied linguistics helps to solve practical problems and realize goals through linguistic knowledge. That is, an applied linguist works with all areas of human activity where linguistic data and knowledge are applied. As a result of mastering this specialty, a person receives broad and in-demand competencies. The world does not stand still, and now, in the era of artificial intelligence (AI), social networks and various media spheres, knowledge in the field of information technology is becoming more and more relevant. A modern linguist should be well versed in mathematics, analytics, computer science, programming and AI.

Computational linguistics is one of the areas of applied linguistics, which will be discussed further. It implies the field of artificial intelligence, which deals with the description of natural languages using mathematical models. Now many machine functions have become available to us that can simplify life several times, for example, read the text, edit it, check for correctness, translate it into another language, analyze the data and answer the question we are interested in. There are many websites, applications, voice assistants and smart chatbots for this purpose. Without computational linguistics, none of this would exist. This helps to make work and study much easier and optimize it. The need for

such technologies is due to the amount of information that is simply impossible to process physically.

Natural Language Processing (NLP) is a machine learning technology that gives computers the ability to interpret, manipulate and understand human language [1].

Natural Language Processing includes several tasks: natural language generation and understanding, controlled and uncontrolled natural language processing. To achieve the desired result, it is necessary to train the machine so that it can recognize human speech or text using models, sets of specific inputs and outputs. And only with the help of linguistics can we achieve better results, because our speech includes many features, such as metaphors, epithets, sarcasm and irony, exceptions, homonyms [2]. Text Emotions Detection with Machine Learning is used to understand how you can improve your services and how users relate to a particular topic. This is an area of research that includes the analysis of texts commonly published on social media or other websites. But due to the fact that users can use sarcasm or irony, reviews can be defined as positive, although they actually express dissatisfaction. How does it work? The tool analyzes the moods that are conveyed in the message, and the algorithm has also been taught to detect patterns indicating sarcasm. For greater accuracy, a large amount of data was loaded into the model, so it turned out that words such as "just", "again", "completely" most often indicate sarcasm [3].

To translate a text into another language, it is necessary to maintain contextual accuracy. Developers use syntactic and semantic analysis for this purpose. A computer linguist develops checks for arrays of texts based on dictionaries and other data (the more of them, the better), it is important to figure out why an error occurs, it is important to think through all possible errors and prevent controversial situations by implementing one or another rule for checking or converting data.

Now trained machines can even generate text from scratch. Currently, the most popular product of computational linguistics is ChatGPT. However, as with any innovative technology, there are some limitations. ChatGPT, like other text generation models, can sometimes produce erroneous or contextually inappropriate responses or be subject to distortions that may be present in the provided training data. OpenAI has proposed a new methodology – reinforcement learning based on people's feedback – Reinforcement Learning from Human Feedback (RLHF). The model, already trained on text corpora, was helped to improve by human markups. If they were not given instructions, or the verification process during markup was not properly structured, then the model will learn false facts. Therefore, this approach to learning should be highly standardized. Microsoft has released the "Responsible AI Standard" guide for this. It contains the rules that a model must follow in order to be considered reliable – that is, to be reliable, not to discriminate, not to give out stereotypes, to be safe, and so on [4].

Nevertheless, products based on computational linguistics continue to evolve and improve every year. Researchers and developers are trying to im-

prove the understanding and interaction of computers with natural language by constantly introducing new methods and techniques.

References

1. Computational Linguistics (Stanford Encyclopedia of Philosophy) // Plato.stanford. URL: <https://classes.ru/grammar/125.Barhudarov-yazik-i-perevod/html/topic.html>

2. Что такое обработка естественного языка? Объяснение NLP – AWS // aws.amazon. URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/nlp/>

3. Понимает ли искусственный интеллект сарказм: ответ ученых // hi-tech.mail. URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/105312-ponimaet-li-iskusstvennyj-intellekt-sarkazm-otvet/>

4. ChatGPT врет: как и почему это происходит // Tproger. URL: <https://tproger.ru/articles/pochemu-nejroseti-tipa-chatgpt-vrut>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ

К. В. Ахмедова, Л. И. Ахмедзянова

Научный руководитель Н. П. Думлер
кандидат педагогических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В статье рассматриваются способы использования искусственного интеллекта для проведения семантического анализа текстов. Цель исследования заключается в изучении возможностей применения современных методов ИИ для автоматического анализа текстового контента. В работе применяются методы теоретического исследования. Основные результаты статьи позволяют сделать вывод о высокой эффективности применения искусственного интеллекта в сфере семантического анализа текстов.

Современные информационные технологии развиваются настолько быстро, что искусственный интеллект становится неотъемлемой частью в различных сферах жизни человека. С развитием технологий и появлением больших объемов текстовых данных возникает необходимость в изучении и развитии методов семантического анализа для извлечения важной информации из большого объёма данных. Использование искусственного интеллекта для этой цели представляет собой перспективный подход, который требует дальнейших исследований и усовершенствования. Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи:

- ознакомиться с опытом исследования других специалистов в области применения ИИ для семантического анализа информации;
- выделить основные методы анализа текстов с помощью ИИ;
- выявить их достоинства и недостатки.

Одним из специалистов, который работал в области применения искусственного интеллекта для семантического анализа текстов, является выдающийся ученый Джеффри Хинтон. Его основным вкладом в области семантического анализа текста была разработка и исследование нейронных сетей, способных эффективно работать с текстовыми данными и извлекать их семантическое содержание. В частности, его работы по глубоким нейронным сетям, включая рекуррентные нейронные сети (RNN) и сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM), позволили значительно улучшить результаты семантического анализа текста, такие как машинный перевод, классификация текста, анализ тональности и др. Джеффри Хинтон еще активно работал над развитием области обучения с подкреплением, где нейронные сети обучаются через взаимодействие с окружающей средой, что также имеет применение в семантическом анализе текста. Исследования Джеффри Хинтона по семантическому анализу текста продол-

жают оставаться в центре внимания в области искусственного интеллекта и машинного обучения [1].

Его ученик, известный ученый в области машинного обучения, нейронных сетей и глубокого обучения, Ян Лекун в своей научной деятельности также исследовал вопросы семантического анализа текста с использованием методов искусственного интеллекта. Одним из его значимых вкладов в данной области является разработка нейронных сетей, способных работать с текстовыми данными и делать выводы об их семантическом содержании. Например, в области обработки естественного языка, Ян Лекун и его команда работали над различными архитектурами нейронных сетей, способных выполнять задачи семантического анализа, такие как классификация текста, выделение ключевых фраз, определение смысла и тематики текста и др. В своих исследованиях ученый также активно использовал методы глубокого обучения, такие как свёрточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN), для улучшения качества семантического анализа текста. Исследования Яна Лекуна и его команды продолжают вносить существенный вклад в развитие методов и технологий для семантического анализа текста с использованием искусственного интеллекта [2].

Семантический анализ информации использует различные методы и технологии для понимания смысла запроса пользователя и контекста поиска.

Особое внимание в области семантического разбора текста уделяется применению метода анализа моделей естественных языков (NLP). Эти модели позволяют выявить структуру текста. В общем случае семантическое представление является графом, семантической сетью, отражающей бинарные отношения между двумя узлами – смысловыми единицами текста. В ходе анализа текст проходит через несколько этапов обработки: токенизация для идентификации словоформ, морфологический и синтаксический анализы. Последним этапом является вторичный семантический анализ, при этом первичный анализ в основном происходит параллельно морфологическому, в ходе которого устанавливаются взаимосвязи между сущностями, происходит извлечение мнений и анализ тональности текста. Основная цель анализа тональности – не только определение настроений, но также уровня объективности высказывания [3]. Основными достоинствами данного метода являются автоматизация процесса анализа естественного языка, эффективность обработки больших объемов текста, выявление сложных закономерностей и структур в тексте. Что касается недостатков, то метод требует большого объема данных для обучения модели, могут возникать проблемы с обработкой сленга, диалектов и других форм разговорной речи, а также метод не всегда учитывает контекст и семантику текста, что может привести к ошибкам в интерпретации.

Кроме того, для семантического анализа текста используются нейронные сети. Они способны обрабатывать и анализировать большие объемы данных, выявлять скрытые закономерности и строить модели, ко-

торые могут предсказывать семантическую связь между запросами и документами. Одна из основных задач нейронных сетей в семантическом поиске – это построение векторных представлений слов и фраз. Векторные представления позволяют представить слова и фразы в виде числовых векторов, где каждый компонент вектора отражает определенную семантическую характеристику. Например, слова с похожими смыслами будут иметь близкие векторные представления. Для построения векторных представлений слов и фраз часто используются рекуррентные нейронные сети (RNN) и свёрточные нейронные сети (CNN). RNN позволяют учитывать контекст и последовательность слов в предложении, а CNN способны выделять локальные семантические признаки [4]. Нейронные сети в семантическом поиске имеют свои достоинства и недостатки. Они могут обрабатывать большие объемы данных и учитывать сложные семантические связи, но требуют больших вычислительных ресурсов и времени для обучения искусственного интеллекта. Кроме того, они могут страдать от проблемы “черного ящика”, когда сложно понять, как именно нейронная сеть делает свои предсказания.

Результаты исследования демонстрируют эффективность искусственного интеллекта в различных аспектах семантического анализа текста. Модели анализа естественного языка предоставляют ценные инсайты в эмоциональные акценты, выраженные в текстовых данных. Что касается нейронных сетей, то они играют важную роль в семантическом поиске, позволяя улучшить качество поисковых результатов и предоставлять более релевантную информацию пользователю. Стоит подчеркнуть значимость этих результатов для продвижения области семантического анализа текста и необходимость дальнейших исследований и разработки для более точного семантического анализа текста.

Таким образом, исследование продемонстрировало потенциал искусственного интеллекта в области семантического анализа текста. Путем использования искусственного интеллекта исследователи могут извлекать содержательные идеи из текстовых данных и улучшать понимание семантики языка. Принимая во внимание достоинства и недостатки методов применения ИИ для семантического анализа текстов, можно сделать вывод, что эта проблема требует дальнейшего детального изучения и работы по усовершенствованию.

Список литературы

1. Татьяна Корежкова, 2021: Семантический анализ для автоматической обработки естественного языка, 2021 [Электронный ресурс]. URL: https://rdc.grfc.ru/2021/09/semantic_analysis/ [дата обращения: 18.03.2024].
2. DataReview, 2022: Ян Лекун – французский data scientist и создатель технологии DjVu, 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://datareview.info/people/yan-lekun-frantsuzskiy-data-scientist-i-sozdatel-tehnologii-djvu/> [дата обращения: 18.03.2024].

3. Титов И. В., Третьяков В. С. Применение нейронных сетей для анализа текста. М.: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2007. С. 56–58.

4. Харламов А. А. Ассоциативная память – среда для формирования пространства знаний. От биологии к приложениям. – Дюссельдорф: Palmarium Academic Publishing, 2017. С. 66–75.

THE IMAGERY OF THE LANGUAGE OF THE IT SPHERE AND THE REASONS FOR ITS APPLICATION

A. M. Diakov, A. R. Syrymbetova

Scientific supervisor N. N. Slepchenko
Sibirean Federal University

The purpose of the article is a linguistic study of the information technology language, identification and description of its main features and the formation process. The lexical units of the language of information technology and computer terms are analyzed on the basis of articles from scientific publications (IEEE SA and IEEE Xplore). If the language of mass media, scientific, advertising, political, pedagogical, artistic, everyday and other discourses has a lot of research, at present the IT language has been studied relatively little.

There are practically no systematic and consistent scientific and research works devoted to the formation of language in the field of IT. The relevance of the research topic is due to the focus on the study of modern information technologies for the effective implementation of professional communications in the context of globalization. The work uses general scientific methods of analysis and generalization and the method of electronic search using Internet information resources. The article analyzes the most common words and phrases of the information technology language; analyzes the functioning of modern computer terminology in scientific discourse and everyday language.

With more and more works and papers on science and technology published in English, "English for science and technology" (EST) has developed into an important variety of modern English with its unique characteristics that contribute to the style of science and technology materials. The paper examines the features of using examples at various language levels in order to raise awareness of such characteristics in order to improve scientific and technical communication.

The following is an analysis of scientific articles in the field of information technology science on stylistically colored metaphors and comparisons to identify the semantics and imagery of the EST language.

Article Analysis «Four Foundational Technology Trends to Watch In 2024"»:

Metaphors: Synergy between the metaverse and artificial intelligence (AI) – Here the metaphor "pairing" implies mutually beneficial and mutually reinforcing interaction between two separate technologies.

The virtual reality (VR) universe as a symbiotic relationship – The metaphor "symbiotic relationship" describes a relationship in which both participants (the metaverse and AI) benefit from each other. The metaverse as an inexhaustible training ground – This metaphor represents the metaverse as a vast and safe

environment for learning and developing artificial intelligence. Standardization as a direct route (In this case, the IEEE P2048 standard is metaphorically presented as a clear path for developers of the metaverse).

Comparisons: AI as a catalyst that accelerates the creation of virtual worlds – Comparing AI with a catalyst highlights its stimulating effect on the development of the metaverse. The impact of the IEEE P2048™ standard on the metaverse market, just as a solid foundation ensures the stability of a building – Comparing the standard with the foundation of a building indicates its fundamental role for further market development. Data protection, like building a reliable house (This comparison emphasizes the importance of data security).

Figurative expressions: The evolution of the metaverse is at a crossroads – The expression "at a crossroads" figuratively describes an important moment in making decisions about the further development of the metaverse). Quantum computing is at an early stage of its development – The expression "at an early stage" figuratively means the initial stage of the development of quantum computing). Quantum bits (qubits) are the building blocks of quantum information – The words "building blocks" figuratively represent quantum bits as the basis for creating quantum systems).

Semantic features: The article uses terms from the IT sphere along with common words to improve understanding. For example, the metaverse – This a permanent space that combines physical and digital reality, in which users can interact with each other through digital avatars.

Artificial Intelligence (AI) – This a technology that simulates human behavior in order to perform tasks and gradually learn using the information collected. Virtual Reality (VR) – Virtual reality is a kind of semblance of the world around us, artificially created with the help of technical means and presented in digital form. The created effects are projected onto the human consciousness and allow you to experience sensations as close to real as possible.

Augmented Reality (AR) – This designed to add digital elements to objects from the real world, while interacting with them is limited. Digital twin – It is a dynamic virtual copy of a physical object, process, system, or environment that has the appearance and properties of a real one.

Quantum computing – It is a multi-faceted field combining aspects of computer science, physics and mathematics, which uses quantum mechanics to accelerate the solution of complex problems compared to classical computers.

Article Analysis «An Overview of Backdoor Attacks Against Deep Neural Networks and Possible Defences»:

Stylistic metaphors: Backdoor attack as a disease: The article casts backdoor attacks as a disease that can infect DNN models. This metaphor is used to highlight the harmful nature of these attacks and the need for defenses. For example, the text says: "Defenses against backdoor attacks can be categorized into methods that detect the backdoor during training or testing, and methods that remove the backdoor from the trained model." (This phrasing suggests that a backdoor is something unwanted that needs to be cured).

Backdoor trigger as a secret handshake: The article compares the triggering pattern in a backdoor attack to a secret handshake. This metaphor helps to explain how the attacker can manipulate the model's behavior by providing a specific input. For instance, the text says: "The triggering pattern robustness ensures that the backdoor still works even if the attacker slightly modifies the trigger (e.g., the secret handshake)." (This suggests that the trigger is a special signal that needs to be precise for the attack to work).

IT metaphors: Backdoor attack as a Trojan horse: This is a common metaphor used in cybersecurity, and the article implicitly references it by referring to backdoors and poisoned data. Training data as food: The article uses the metaphor of poisoning training data to explain how attackers can manipulate the training process. This metaphor helps to illustrate how bad data can corrupt the model. For example, the text says: "The attacker can only partially influence the training process, typically by poisoning the training data (with or without modifying labels)." (Here, poisoning suggests that the data is bad or corrupt).

Defense mechanisms as shields or filters: The article describes defense mechanisms as shields or filters that can protect DNN models from backdoor attacks. This metaphor emphasizes the protective role of these defenses. For example, the text says: "More general and sophisticated approaches, which are not limited to the case of corrupted-label settings, are described in the following." (This suggests that the following methods will provide more broad protection).

Figurative language: Colorful descriptions of technical concepts: The article uses vivid verbs and adjectives to describe technical concepts, making them more engaging for the reader. For example, the text says: "The outlier score is then used to measure the deviation of each image from the centroid of the distribution." (This phrasing uses deviation and centroid to create a more interesting picture of the technical concept).

It is concluded that the language in the field of information technology constantly contributes to the lexical and phraseological system of the English language. In the process of forming the language of information technology. The analysis of texts on imagery, stylistic features and semantics of the language of the scientific field of information technology was carried out.

References

1. IEEE Standards Association: Beyond standards, «Four Foundational Technology Trends to Watch In 2024», 01.03.2024. [Электронный ресурс] URL: <https://standards.ieee.org/beyond-standards/2024-foundational-technology-trends>. [дата обращения 14.03.2024].

2. IEEE Xplore: Journal of Signal Processing, «An Overview of Backdoor Attacks Against Deep Neural Networks and Possible Defences», Volume 3, 12.07.2022. [Электронный ресурс] URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9827581>. [дата обращения 01.04.2024].

НЕЙРОЧИПЫ: НОВЫЙ РУБЕЖ В КОММУНИКАЦИИ

О. В. Зенькович, Н. В. Ковтун

Научный руководитель Н. П. Думлер
кандидат педагогических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Время не стоит на месте, и с каждым годом человечеству открывается всё больше возможностей, в том числе и в коммуникации. Для нового поколения компьютеры, телефоны и прочие технологии стали неотъемлемой частью жизни, а общение все чаще происходит в мессенджерах, давая возможность людям разных возрастов и национальностей обмениваться информацией. Также всеми привычное очное образование постепенно вытесняется самообразованием и быстрыми курсами. Однако даже последнее может в скором времени отойти на второй план. Предполагается, что применение нейрочипов станет следующим этапом в сфере обучения людей и их коммуникации.

Целью данной работы является изучение практического потенциала нейрочипов в процессе коммуникации.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- ознакомиться с особенностями устройства и работы нейрочипа;
- изучить возможности применения нейрочипа в сфере коммуникации;
- выделить достоинства и недостатки в применении данной технологии.

Естественно, изучение любого иностранного языка имеет различные положительные тенденции и влияние на человека, такие как тренировка памяти, улучшение когнитивных навыков, расширение кругозора. Тем не менее это может оказаться довольно сложной задачей для людей с некоторыми ограниченными возможностями, требующей определённого времени и постоянной работы над собой.

Но что, если бы люди могли пропустить или значительно сократить этап изучения языка и просто загрузить все знания себе в мозг, как в фантастических книгах и фильмах? Совсем скоро это станет возможным, ведь 30 января 2024 года Илон Маск сообщил, что компания Neuralink впервые вживила нейрочип в мозг человека [1].

Нейрочип представляет собой нитевидные электроды, которые идут к капсуле-приемнику и через Bluetooth позволяют входить в контакт с различными девайсами. Концепция устройств основана на системе нейрокомпьютерного интерфейса (BCI – Brain Computer Interface), которая нацелена

на обнаружение активности мозга и перевод сигналов в команды, понятные компьютеру [2].

Исследования, проведенные инженерами во главе с профессором Шади Дайе в Калифорнийском университете в Сан-Диего в 2022 году по использованию ВСІ-систем для изучения иностранных языков, показали, что участники смогли изучить новый материал более быстро и точно [3]. Это дает огромный толчок для изучения множества направлений науки и преобразования традиционных методов обучения в более современные, с применением информационных технологий.

Одной из сфер применения таких инновационных устройств может быть восстановление речи в процессе реабилитации после таких заболеваний, как инсульт, черепно-мозговые травмы, опухоли головного мозга, прогрессирующие заболевания нервной системы и воспаления мозга [4]. Такие имплантаты, если не восстановят полностью речь человека, то помогут ему в коммуникации с родственниками, врачами и другими людьми.

Также одним из возможных способов применения нейрочипа может быть перевод текста с одного языка на другой в режиме реального времени. Подобная функция позволит людям общаться беспрепятственно на разных языках, не нарушая понимание собеседника. Это может улучшить коммуникативные навыки, как среди обычных людей, так и среди ученых, политиков и т. д. Потенциал устройств естественно выходит далеко за рамки изучения языка. Такие технологии могут изменить образ жизни человека, его способность к физической и интеллектуальной активности, умение общаться с другими людьми.

Но, несмотря на очевидные преимущества, у применения нейрочипов есть и свои минусы. Как с любыми данными, существует угроза их безопасности и несанкционированного доступа к мозговой активности человека. Также после установки имплантата присутствует вероятность его нежелательной миграции в коре головного мозга. При этом чип может оказывать на психику то же влияние, что и телевизор или компьютер. Это значит, что может развиваться физическая и психологическая зависимость от этого гаджета. Кроме того, специалисты не исключают тот факт, что в случае извлечения нейрочипа полученные знания будут потеряны человеком навсегда.

Мы же в свою очередь считаем, что развитие данных инноваций будет иметь положительную тенденцию в целом для человечества. Такая технология является следующей ступенью в развитии человека и его коммуникационных способностей, что повлечет за собой изменения в различных сферах деятельности, таких как образование, наука, IT и даже юриспруденция. Однако не стоит забывать, что технологии не заменят реальных знаний человека, и помимо «закачки» данных с помощью нейрочипа человеку необходимо будет самостоятельно развиваться, чтобы не потерять возможность к критическому мышлению и способность к общению. Более того, никакие технологии не смогут заменить живого общения и тех эмо-

ций, которые человек получает, осуществляя коммуникацию с друзьями, родственниками или совсем незнакомыми людьми.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что нейрочипы, несомненно, имеют огромный потенциал для улучшения различных аспектов нашей жизни. Такие устройства могут значительно улучшить процесс изучения, обеспечивая быстроту и точность усвоения информации. Кроме того, нейрочипы могут стать незаменимым инструментом для коммуникации на разных языках в режиме реального времени, повышая качество общения и расширяя возможности в сфере науки и политики. Стоит также помнить, что подобная технология несёт в себе такие потенциальные угрозы, как безопасность данных и воздействие на личность, что требует от специалистов дальнейшей разработки мер для их предотвращения. Важно также сохранять баланс между развитием встроенных в человека технологий и своих собственных способностей. В любом случае внедрение такого необычного устройства должно осуществляться осознанно, с учётом всех рисков, и добровольно.

Список литературы

1. Известия. Статья: «Чип от чипу не легче: безопасно ли вживление импланта Neuralink человеку» [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1642133/mariia-nediuk/chip-ot-chipu-ne-legche-bezopasno-li-vzhivlenie-implanta-neuralink-cheloveku> [дата обращения 15.02.2024].
2. Stegmax. Статья: «Чип в мозг для свободного владения английским» [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.stegmax.com/education/chip-in-the-brain-for-fluency-in-english/> [дата обращения 15.02.2024].
3. Unite.AI. Статья: «Инженеры изобретают усовершенствованный интерфейс мозг-компьютер с микроиглами» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unite.ai/ru/Инженеры-изобретают-усовершенствованный-мозговой-компьютерный-интерфейс-с-микроиглами/> [дата обращения 15.02.2024].
4. ITWorld. Статья: «Чипы в мозгу: последствия для человечества» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.it-world.ru/tech/technology/202171.html> [дата обращения 16.02.2024].

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА

А. А. Казанцев

Научный руководитель Н. В. Николаева
старший преподаватель
Сибирский федеральный университет

В современном информационном обществе, где границы между странами и культурами становятся все более размытыми, потребность в эффективных средствах для перевода текстов на различные языки становится все более актуальной. Компьютерные технологии в переводе предлагают новые перспективы и возможности для автоматического перевода, улучшая коммуникацию и доступ к информации.

Машинный перевод – это область искусственного интеллекта, которая изучает методы и модели для автоматического перевода текстов с одного языка на другой [1].

Сначала использовались статистические методы, основанные на анализе параллельных корпусов текстов, однако с развитием нейронных сетей и глубокого обучения наблюдается переход к методам, основанным на нейронных сетях, которые показывают значительное улучшение качества перевода.

С другой стороны, несмотря на значительные достижения в области машинного перевода, существуют ограничения, связанные с качеством и точностью перевода, а также с учетом семантического контекста и специфики языка.

Целью данной работы является исследование, проведение анализа и оценки преимуществ, а также ограничений машинного перевода и практическое применение на различных примерах.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- 1) рассмотреть методы и типы машинного перевода;
- 2) исследовать ограничения;
- 3) изучить доступные инструменты для машинного перевода;
- 4) провести практику на примерах.

В наше время существуют два основных типа компьютерных технологий в переводе – автоматизированный перевод и автоматический (машинный) перевод.

Автоматизированный перевод (АП) описывает использование компьютерных технологий для поддержки переводчика в процессе перевода текста. Из них можно выделить:

1. САТ-системы: это программное обеспечение, разработанное специально для переводчиков. Они предоставляют переводчику возможность

работать с исходным и целевым текстами параллельно, распознавая сегменты предложений и предлагая автоматические переводы и фразы.

2. Электронные словари для поиска и проверки переводов терминов и выражений. Эти словари предлагают широкий выбор лексических и грамматических данных.

3. Глоссарии – специализированные базы данных, содержащие термины и их соответствующие переводы.

4. Системы контроля качества, которые позволяют переводчикам проверять свои переводы на орфографические, грамматические и стилистические ошибки.

В свою очередь автоматический перевод (машинный) относится к процессу перевода текста с использованием компьютерных систем, которые основываются на алгоритмах и моделях искусственного интеллекта. Он не требует активного участия человека в процессе перевода. Существует несколько подходов:

1. Статистический подход – основан на использовании статистических моделей, которые изучают соответствия и вероятности перевода на основе параллельных текстовых корпусов.

2. Правила и шаблоны – основаны на правилах и шаблонах, используют предварительно определенные правила и шаблоны перевода, которые описывают соответствия между исходным и целевым языками.

3. Нейронные сети и глубокое обучение – работают на основе обширных наборов данных и используют сложные алгоритмы обработки искусственных нейронных сетей.

4. Модели с вниманием – эффективно обрабатывают длинные предложения и сложные фразы, что приводит к улучшению качества переводов.

5. Автоматическое обучение – могут обучаться без прямого параллельного обучающего набора данных

6. Гибридный подход – комбинируют различные методы и подходы для достижения наилучших результатов

Однако, несмотря на успехи в развитии компьютерных технологий в переводе, машинный перевод все еще остается активной областью исследований. Существуют ограничения, такие как:

- качество перевода;
- обработка языковых особенностей;
- разнообразие контекстов и жанров;
- работа с редкими языками;
- адаптация к контексту и специализации;
- постоянное обучение и обновление.

Существует множество различных инструментов машинного перевода, рассмотрим некоторые из доступных вариантов, которые можно использовать и проведем перевод: Google Translate, Yandex Translate, DeepL.

Исходный текст: This research position paper aims to understand the challenges associated with the use and impact of the new generation of AI based systems for decision making and identify research opportunities for information systems (IS) researchers.

– Google Translate: Этот исследовательский документ с изложением позиции направлен на понимание проблем, связанных с использованием и влиянием систем на основе искусственного интеллекта нового поколения для принятия решений, и определение исследовательских возможностей для исследователей информационных систем (ИС).

– Яндекс Translate: Цель этого исследовательского документа – понять проблемы, связанные с использованием и воздействием нового поколения систем на основе искусственного интеллекта для принятия решений, и определить исследовательские возможности для исследователей информационных систем (ИС).

– DeepL: Целью данного научного позиционного документа является понимание проблем, связанных с использованием и воздействием нового поколения систем на основе ИИ для принятия решений, и определить исследовательские возможности для исследователей информационных систем (ИС).

Проанализировав перевод, можно сделать вывод, что каждая технология работает по-разному, учитывая уникальные аспекты языка и контекст. Также можно заметить, что Google Translate и Яндекс Переводчик перевели аббревиатуру AI как искусственный интеллект, а не как ИИ, в то время как DeepL, который более внимателен к контексту, оставил аббревиатуру. Исходя из этого, можно предположить, что данные технологии, в отличие от других, стараются сделать генерируемый текст более доступным к человеку, который может не разбираться в контексте статьи.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что машинный перевод допускает самые различные ошибки. Ограничения касаются как перевода терминов, так других различных аспектов языка.

Список литературы

1. Кольцов С. В. Автоматизация устного перевода / Языки. Культуры. Перевод, 2019. С. 197–203.

2. DeepL [Электронный ресурс]: DeepL – Режим доступа: <https://www.deepl.com/ru/translator> [дата обращения: 01.04.2024].

3. Google Translate [Электронный ресурс]: Google Translate – Режим доступа: translate.google.com [дата обращения: 01.04.2024].

4. Яндекс Переводчик [Электронный ресурс]: Яндекс Переводчик – Режим доступа: <https://translate.yandex.ru> [дата обращения: 01.04.2024].

CHATBOTS FOR MENTAL HEALTH SUPPORT

М. Н. Карыбеков

Научный руководитель А. В. Шарова
старший преподаватель
Сибирский федеральный университет

In today's society, digital innovations are actively penetrating the medical field, facilitating access to medical services through the development of artificial intelligence-based chatbots. These applications offer a wide range of medical services, making the process of receiving medical care more convenient for patients [1].

Our idea was to study the impact of artificial intelligence based chatbots on the effectiveness of psychological and medical support in the healthcare system. Times are changing rapidly and advances in technology offer new opportunities to improve access to healthcare services, especially in crises and pandemics [1]. Our goal is to evaluate how the use of chatbots can impact patient access to services, patient satisfaction with the treatment process, and health care outcomes. Analyzing this impact will allow us to evaluate the potential of chatbots to optimize healthcare system performance and improve patients' quality of life [3].

Chatbots are an innovative technology with the potential to significantly improve access to mental health care. Studies show that they can effectively handle support, counseling, education, and relapse prevention. Young people and other populations who previously avoided seeking help due to stigma are showing a willingness to use chatbots. This technology not only helps improve mental and physical health but also increases user engagement with mobile apps to improve mental wellbeing.

So far, we have managed to find more than 10 most popular chatbots (more than 500k-1 million downloads) for healthcare, including psychological health, among which the most popular are Wysa, Woebot, Replika, Youper Tess and Ada Health. All of them are aimed at helping a person with their health, but not only the mental health of the patient. We observed the most popular and, in our opinion, advanced chatbot – Wysa [2].

We gathered a group of 10 people between the ages of 19 and 24 and asked them to use this app. Their requests ranged from simply wanting to meditate and de-stress to help with extreme insecurity. As they used it, they identified for themselves the weaknesses and strengths of the product. Let us speculate on the pros and cons that the majority of our test subjects have noted.

As for positive features, it was mentioned that the app shows potential to be a useful tool for mental health. Participants also noted the ease of use and useful features such as meditation and emotional support. Many users state the

app's positive impact on their emotional well-being and ability to help them cope with everyday emotional issues. It helps to relieve stress and put their thoughts in order

If we consider the drawbacks, we can find limited language capabilities that can create barriers, since this app is entirely in English, Russian-speaking users have had problems with this. The app cannot fully replace a consultation with a real psychologist. At some points the chatbot offered paid help from a psychologist. Some participants note insufficient interpretation of the bot's messages and excessive attention to keywords the chatbot gets hung up and just repeats messages.

Overall, the results of the study indicate the potential for using chatbots in mental health to provide support. Participants rated the app an average of 4.4 out of 5. It demonstrated the ability to make mental health services more accessible and engaging for those who face stigma or have limited ability to access traditional forms of care. It was also noted that female respondents liked the app more, while male representatives were more skeptical. Nevertheless, there is a need to address the shortcomings and further develop such technologies to make them more effective and accessible to a wider range of users.

Based on our research and feedback from our group we can say that chat bots cannot fully replace a session with a therapist, it can help relieve stress, get your thoughts in order and help with the usual not serious enough problems. If you use it for a more serious and complex request, it does not cope in any way, because the profession of a doctor involves listening to and analyzing the words of the patient and some empathy and thinking beyond their literary knowledge.

Artificial intelligence-based chatbots represent an effective and accessible tool in healthcare. Their role in mental health care is particularly important: they provide anonymity and ease of communication for patients. Although there is a lack of studies reliably measuring the impact of chatbots on patient interaction, evidence suggests their widespread use and potential in modern medicine.

References

1. The Role of Chatbots in Mental Health Services: How Does It Impact People? [Electronic source] URL: <https://www.psychologs.com/the-role-of-chatbots-in-mental-health-services-how-does-it-impact-people/> (access date 01.04.2024)
2. Wysa. [Electronic source] URL: <https://www.wysa.com/> (access date 27.03.2024)
3. Dilmegani C. Therapist Chatbots: Top Use Cases, Challenges & Best Practices. [Electronic source] URL: <https://research.aimultiple.com/therapist-chatbot/> (access date 02.04.2024)

К ВОПРОСУ О ПОВЕСТВОВАНИИ ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА В УЧЕБНОМ ТЕКСТЕ

В. В. Назарова

Научный руководитель Т. Н. Ямских
кандидат педагогических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Анализ некоторого корпуса текстов разных жанров позволяет сделать вывод, что учебным текстам присущи повествование от третьего лица, а изложение от первого лица является особенностью художественных и научных текстов. Однако в последнее время появляются учебные средства, такие как учебники, образовательные блоги и др., в которых материал излагается от первого лица.

Целью данной работы являются изучение феномена повествования от первого лица в учебном тексте и определение его роли в управлении процесса понимания прочитанного.

Для начала рассмотрим особенности учебного текста. Н. А. Ведякова [1] и П. Ю. Панюшкина [5] выявили следующие:

1. Основная цель учебного текста – дидактическая функция, т. е. он предназначен для обучения и передачи знаний.

2. Жанровые черты, характерные для учебной литературы: четкая структура, доступность изложения, логичное построение материала.

3. Вторичность содержания – учебные тексты включают проверенную информацию.

4. Профессиональная направленность – учебные тексты адаптированы под специфику учебной программы.

5. Объяснение причинно-следственных связей и использование примеров из практики для лучшего усвоения материала.

Проанализировав учебные материалы 1–3 курсов специальности «Программная инженерия», мы пришли к выводу, что всем им присущи выделенные особенности. Также мы посчитали уместным выделить еще одну характеристику, объединяющую учебные тексты в классическом понимании, а именно то, что во всех из них повествование ведется от третьего лица и преподносится как доказанный факт, неопровержимая истина. Во всех школьных учебниках без исключения повествование также ведется только от третьего лица.

Практическая часть исследования основывалась на анализе книги Дугласа Крокфорда *How JavaScript Works* 2018 года.

Чтобы понять, какие преимущества в себе несет и какие эффекты создает повествование от первого лица в учебной литературе, необходимо рассмотреть характеристики повествования от первого лица. Мы согласны

с Т. И. Голубевой и С. В. Фирсовой [3], что отличительными особенностями повествования от первого лица являются:

1. Отражение внутреннего мира автора: повествование от первого лица позволяет автору выразить свои мысли, взгляды и идеи относительно собственного творчества и жизни.

2. Использование местоимения «я»: частое использование местоимения «я» подчеркивает авторское присутствие в тексте и его цель – рассказать о себе и своей жизни.

3. Связь с целью произведения: повествование от первого лица свидетельствует о стремлении автора раскрыть свою личность, мысли, идеи и донести их до читателя.

4. Рассуждения и обобщения: переход к неопределенно-личной форме позволяет автору выразить свои обобщения и выводы, создавая «атмосферу доверия» и вовлекая читателя в диалог.

Э. В. Шабунина в своей статье [4] анализирует создание комического эффекта в тексте, написанном от первого лица. В. Д. Крокфорд в своей книге также создает такой эффект.

Давайте рассмотрим некоторые примеры из книги.

Оригинал	Перевод	Описание
JavaScript is not very pretty, but it works	JavaScript не самый красивый язык, но работает	Здесь автор иронизирует над внешним видом JavaScript, подразумевая, что, хотя язык и не отличается красотой, он выполняет свои функции
If I fail to mention your most favorite feature, that is most likely because that feature is crap	Если я не упомяну вашу любимую функцию, скорее всего, потому что эта функция – полный отстой	Тут автор использует прямолинейный и ироничный тон, чтобы критиковать некоторые аспекты языка, которые он считает неудачными
JavaScript came nowhere close to meeting that goal. It gets worse with each revision as more features are agglutinated	JavaScript даже близко не приблизился к достижению этой цели. С каждой новой версией все ухудшается, поскольку добавляется все больше функций	Здесь автор выражает разочарование в развитии языка, подчеркивая, что нововведения только усугубляют ситуацию
JavaScript has become the most important programming language in the world. That is at least partly my fault. Sorry	JavaScript стал самым важным языком программирования в мире. Это, по крайней мере, частично моя вина. Простите	Здесь автор с иронией признается, что является частично ответственным за популярность JavaScript и извиняется за это

Change is hard, even in the most innovative of professions. If you are offended by heresy, then put this book back on the shelf and walk away	Изменения трудны, даже в самой инновационной из профессий. Если вас это возмущает, то положите эту книгу обратно на полку и уходите	Здесь автор с иронией указывает на сложность принятия изменений, особенно в сфере программирования, и предлагает отложить книгу, если читатель не готов к еретическим взглядам
---	---	--

Я как студент, прочитавший книгу, считаю, что текст, написанный от первого лица, обладает потенциалом.

Использование комического эффекта в учебных текстах с повествованием от первого лица может оказаться эффективным средством привлечения внимания и удержания интереса читателя. Юмористические элементы могут сделать учебный материал более доступным, легким для восприятия и запоминающимся. Веселые и шутливые ситуации могут помочь разрядить атмосферу и сделать обучение более приятным процессом.

Изложение от первого лица в учебном тексте приносит несколько значимых преимуществ. Оно предоставляет читателю возможность ближе познакомиться с автором материала, его личным опытом, мыслями и взглядами на изучаемую тему. Такой подход может придать учебному материалу индивидуальность и оригинальность, что делает его более привлекательным для восприятия и запоминания. Кроме того, использование первого лица позволяет автору установить более прямую связь с читателем, создавая ощущение разговора с личностью, а не с безличным источником информации. В учебных текстах от первого лица автор может использовать рассуждения, обобщения и персональные примеры применения материала на практике самим автором.

Таким образом, повествование от первого лица в учебных текстах имеет потенциал в современном мире. Оно не только повысит интерес к изучаемому материалу, но и способствует более глубокому пониманию и запоминанию информации.

Список литературы

1. Ведякова Н. А. Учебный текст – научный текст? // *Lingua mobilis* № 1 (54), 2016.
2. Douglas Crockford *How JavaScript Works* // ISBN-13 978-1-94-981500-9
3. Голубева Т. И., Фирсова С. В. Повествование от первого лица как одна из основных лингвистических характеристик текстов автобиографий // Тамбов: Грамота, 2015. № 6 (48): в 2-х ч. Ч. II. С. 65–68. ISSN 1997-2911
4. Шабунина Э. В. Форма повествования от первого лица и ее роль в создании комического эффекта в романах П. Г. Вудхауза о Дживсе и Вустере // *Вестник СПбГУ*. Сер. 9. 2013. Вып. 1.
5. Панюшкина П. Ю. Особенности и характеристика учебных текстов для студентов медицинского вуза // DOI: 10.24412/9215-0365-2021-61-3-43-45

АКТУАЛЬНОСТЬ ИГРОВОГО СЛЕНГА В СОВРЕМЕННОЙ КУЛЬТУРЕ

А. Д. Новокрещенов, П. В. Самошин

Научный руководитель А. Т. Гордеева
старший преподаватель
Сибирский федеральный университет

В современном обществе компьютерные игры занимают значительное место в повседневной жизни миллионов людей по всему миру. Вместе с этим развивается и специфическая лексика, или сленг, применяемая игроками внутри игровых сообществ. Понимание этой лексики не только среди участников игр, но и среди не играющих людей является важным аспектом культурного и социального анализа. Актуальность исследования состоит в необходимости понять причины популярности сленга в компьютерных играх и его роли в формировании игровой культуры и социальных взаимодействий.

Целью данной работы является исследование сленга в компьютерных играх и выявление его роли в формировании игровой культуры и социальных взаимодействий.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Дать определение понятию «игровой сленг».
2. Провести опросы для разных возрастных групп среди сообщества на частоту использования и удобство сленга.
3. Сделать выводы о зависимости используемого сленга от возраста, значимости и роли сленга в игровой культуре и обществе.

Слово «сленг» в игровой культуре относится к уникальному набору терминов, выражений и аббревиатур, которые используются игроками для обозначения определённых игровых ситуаций, механик, персонажей, предметов и так далее. Игровой сленг характеризуется краткостью, содержательностью и эмоциональностью, что обусловлено необходимостью быстрой передачи информации во время игры. Этот специфический лексикон может быть уникален для каждой игры или игрового сообщества и часто является результатом эволюции и взаимодействия игроков внутри игровой среды [1, 2].

Ниже представлен опрос среди разных возрастных групп и полученные результаты [3].

1. В каких играх вы чаще всего используете игровой сленг?

Из популярных игр, в которых люди используют сленг почти 100% это онлайн игры с соревновательными элементами такие как *Dota 2*, *Counter-Strike2*, *Apex legends*, *League of Legends* и другие.

2. Напишите на ваш взгляд 5 самых популярных фраз игрового сленга.

5 самых популярных фраз по результатам опроса: "GG" (*Good Game*): выражение уважения к противнику в конце матча; "WP" (*Well Played*): обычно пишут игрокам своей команды как комплимент за хорошую игру; "Creep": вражеский монстр; "Ult" (*Ultimate*): самая сильная способность игрового персонажа; "NT" (*Nice Try*): используется, чтобы подбодрить союзника, который попал в сложную игровую ситуацию, сделал все что мог, но все равно проиграл.

3. Как часто вы используете игровой сленг во время общения с другими игроками? 1 – никогда 10 – постоянно

В ответе на этот вопрос все возрастные группы дали примерно одинаковые ответы: большинство часто используют сленг в игре.

Возрастная группа 16-17 лет: 1,6,7,8 – 4,3%, 9 – 8,7%, 10 – 73,9%.
Возрастная группа 18-19 лет: 1,3 – 2,5%, 5,9 – 5%, 8 – 10%, 6 – 15%, 10 – 60%.
Возрастная группа 20+ лет: 1,6,7 – 3%, 8,9 – 6,1%, 10 – 78,8%.

4. Считаете ли вы использование сленга в играх важным элементом коммуникации с другими игроками? 1 – совсем не важно 10 – очень важно

В ответе на этот вопрос так же все возрастные группы сошлись во мнении, что использование сленга, это важный элемент коммуникации.

Возрастная группа 16-17 лет: 1,2,5,9 – 4,3%, 10 – 82,6%.
Возрастная группа 18-19 лет: 6 – 2,5%, 7 – 5%, 5 – 7,5%, 8 – 10%, 9 – 15%, 10 – 60%.
Возрастная группа 20+ лет: 1,4 – 2,7%, 7 – 8,1%, 8,9 – 10,8%, 10 – 64,9%.

5. Как часто возникают ситуации, когда сленг может вызвать недопонимание или конфликт между игроками? 1 – никогда не возникают 10 – постоянно возникают

Большинство ответов на этот вопрос указывают на то, что сленг даёт однозначное понимание происходящего в игре, из-за чего между игроками не возникает недопонимания.

Возрастная группа 16-17 лет: 4,8 – 4,3%, 2,3,6 – 8,7%, 5 – 13%, 1 – 52,2%.
Возрастная группа 18-19 лет: 7,8,9 – 2,5%, 6 – 5%, 5 – 7,5%, 4 – 10%, 3 – 12,5%, 2 – 17,5%, 1 – 40%.
Возрастная группа 20+ лет: 4 – 2,7%, 10 – 5,4%, 3 – 8,1%, 6 – 10,8%, 5 – 16,2%, 1 – 24,3%, 2 – 32,4%.

6. Поддерживаете ли вы использование сленга в формальных обсуждениях или общении с новыми игроками? 1 – полностью не поддерживаю 10 – полностью поддерживаю

Большинство опрошенных ответило, что иногда они могут использовать сленг в формальных обсуждениях и при общении с новыми игроками.

Возрастная группа 16-17 лет: 2,6,7 – 4,3%, 4,10 – 8,7%, 5 – 69,6%.
Возрастная группа 18-19 лет: 1,4,6,9 – 2,5%, 2 – 5%, 7 – 7,5%, 3,8 – 10%,

10 – 20%, 5 – 37,5%. Возрастная группа 20+ лет: 3,9 – 2,7%, 1,2,6 – 5,4%, 7 – 8,1%, 8 – 10,8%, 10 – 21,6%, 5 – 37,8%.

7. Считаете ли вы, что сленг в играх может создавать барьеры для новичков или игроков, не знакомых с терминологией? 1 – полностью не согласен 10 – полностью согласен

Ответы на этот вопрос указывают на то, что сленг является барьером для входа в игру, потому что без его понимания сложно координировать действия команды.

Возрастная группа 16-17 лет: 2,3,7,8 – 4,3%, 9 – 8,7%, 10 – 73,9%.
Возрастная группа 18-19 лет: 4 – 2,5%, 1,3,6,8 – 7,5%, 7,9 – 10%, 5 – 12,5%, 10 – 35%.
Возрастная группа 20+ лет: 3,4 – 2,7%, 1,6,8 – 8,1%, 5 – 10,8%, 10 – 59,5%.

8. Изменяется ли ваш подход к использованию сленга в разных жанрах компьютерных игр? да/нет

Последний вопрос довольно ясно даёт понять, что для каждой игры существует свой сленг, применимый только для описания ситуаций в ней.

Возрастная группа 16-17 лет: да – 91,3%, нет – 8,7%.
Возрастная группа 18-19 лет: да – 75%, нет – 25%.
Возрастная группа 20+ лет: да – 75,7%, нет – 24,3%.

Онлайн игры стали неотъемлемой частью современной культуры в среде разных возрастных групп. Игровой сленг – активно-развивающееся языковое явление и «модный» вид коммуникации, позволяющий игрокам со всего мира понимать друг друга, что делает сленг важной частью культуры современного общества. Использование сленга так же не ограничивается возрастными рамками, так как в одну игру может играть как ребёнок, так и взрослый, но существует зависимость между игроками с разным игровым стажем, а именно: более опытные игроки используют более специфический сленг в конкретной игре из-за чего новички не всегда могут понять, что хочет донести до них товарищ по команде, но такие ситуации не становятся причинами конфликта между игроками.

Список литературы

1. Научно издательский центр “Открытое знание”, Игровой сленг URL: <https://scipress.ru/philology/articles/igrovoj-sleng.html> (дата обращения 13.02.2024)

2. Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой_сленг (дата обращения 13.02.2024)

3. Опросы на тему использование сленга в компьютерных играх URL: <https://forms.gle/tLBS4YAEFK21LEe89>, <https://forms.gle/rKCbRnziWAKzozSs8>, <https://forms.gle/1zfQK4uJxtQkqyGp9> (дата обращения 15.02.2024)

ИСКУССТВЕННЫЕ ЯЗЫКИ КАК СПОСОБ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОММУНИКАЦИИ

А. И. Парфенова

**Научный руководитель Т. М. Лабушева,
старший преподаватель
Сибирский федеральный университет**

Коммуникация является неотъемлемой частью современной жизни. В силу развития общества и наращивания тесных связей между различными странами и культурами, у человечества возникает потребность в эффективном общении людей, говорящих на разных языках. На сегодняшний день существует около 7000 естественных языков, но не один из них не может быть понятен каждому. Наличие общего для всех языка избавило бы нас от языковых барьеров, тем самым значительно облегчив коммуникацию. Несмотря на то, что в разные периоды времени некоторые естественные языки претендовали на статус международных, у каждого были свои недостатки. Но такие языки не решали проблему о взаимодействии разных наций и культур. Стремление людей найти универсальное средство общения привело к идее о том, что этот вопрос возможно решить с помощью создания искусственных языков - систем знаков, созданных человеком с определенной целью. Сейчас существует множество искусственных языков, но почему ни один из них так и не смог стать языком международного общения?

Главным претендентом на роль международного языка выступает эсперанто. Он является самым популярным искусственным языком. Людвик Лазарь Заменгоф, польский врач-окулист, придумал эсперанто с целью создания расово нейтрального языка. Этой идеей он загорелся потому, что сам долгое время наблюдал за тем, как между людьми возникают конфликты на фоне непонимания друг друга, вызванного отсутствием общего языка. Его родной город был населен четырьмя народностями, говорящими на четырех разных языках: польском, немецком, русском и еврейском. Между народами существовал языковой барьер, приводивший к враждебному отношению представителей разных языков друг к другу. Это и попытался изменить Заменгоф. Он посвятил жизнь созданию универсального языка, который мог бы улучшить коммуникацию людей. И в 1887 году он опубликовал книгу «Международный язык. Предисловие и полный учебник», в которой представил и описал эсперанто – результат многолетних трудов. В основу его создания были положены принципы универсальности и простоты в использовании [1].

Как и задумывал Заменгоф, язык получился простым для изучения. Языковые нормы эсперанто заимствованы из русского, английского, идиш,

французского, немецкого, греческого, итальянского, латинского и польского языков. На эсперанто все слова произносятся также, как пишутся. В алфавите всего 28 букв, 5 из которых гласные. Грамматика языка ограничивается шестнадцатью правилами. Отсутствуют исключения. Падежей всего два – именительный и винительный. Также в эсперанто не плавают ударение, оно всегда ставится на предпоследний слог [2].

Сейчас в мире на эсперанто говорит от ста тысяч до нескольких миллионов человек. Уже более ста лет эсперанто служит не только средством общения многочисленных групп эсперантистов, но и на этом языке издаётся оригинальная и переводная художественная литература, выходят учебные пособия, многочисленные газеты, журналы и статьи в Интернете [3]. Сторонники распространения международного языка эсперанто 28 апреля 1908 года основали Всемирную ассоциацию эсперанто. По сей день носители ежегодно собираются на Всемирный конгресс эсперанто, привлекающий тысячи людей со всего света.

Волапюк – еще один искусственный язык. Создан он был немецким католическим священником Иоганном Шрейером в 1879 году. Он отличался сложной грамматической и словообразовательной системами. Морфологически имена существительные имели единственное и множественное число, а также 4 падежа: именительный, родительный, винительный, дательный. Глаголы же имели 4 наклонения, 2 вида, 2 залога и 6 времён: одно настоящее, три разновидности прошлого и два будущего. При этом во всех этих формах глаголы спрягались как по лицам, так и по числам, поэтому волапюк был намного сложнее, чем эсперанто. Эта сложность и послужила причиной быстрого упадка популярности волапюка. Несмотря на это какое-то время язык успешно использовался, на нем издавались журналы и соответствующая литература. В настоящее время волапюк считается мертвым языком [1,3].

Далеко не все искусственные языки созданы с практической целью. Например, на данный момент токипона считается простейшим искусственным языком, разработанным в 2001 году канадским лингвистом Соней Ланг. Создание токипона было вдохновлено философией даосизма о простоте и минимализме. Автор ставил себе задачу проверки минимально возможного количества слов, достаточного для описания окружающего мира и понимания между собеседниками. Грамматика токипона проста и лаконична. Существует всего 5 гласных и 9 согласных. В языке всего около 120 слов, которые комбинируются между собой по простым правилам. Из-за небольшого словарного запаса языка многие современные сложные понятия на токипоне и вовсе невозможно описать. Также в языке отсутствуют названия животных и растений, но есть обозначения для стран, языков и имен людей. Еще искусственные языки используют в художественных произведениях, позволяя максимально погрузиться в вымышленную вселенную и сделать ее более реалистичной. Примером могут служить эльфийские языки Толкина [2].

Почему ни один из искусственных языков так и не смог стать языком международного общения? Лингвисты считают, что, несмотря на немалое количество достоинств, у этих языков есть и много недостатков. Для развития искусственным языкам не хватает носителей: ни один язык не обрёл достаточную популярность для набора критической массы людей, которые стали бы активно его применять. Это происходит по причине того, что в процессе использования часто оказывается, что искусственный язык не доработан и имеет явные недостатки. Из-за этого появляется необходимость в изменении и введении новых правил, вследствие чего теряется вся прелесть и уникальность простой языковой системы. Также отрицательно влияет отсутствие политики изучения искусственных языков и интереса со стороны государств. Из этого вытекает следящая проблема: поскольку искусственные языки не имеют отношения к какому-либо государству, то и финансирование происходит за счет частных лиц и организаций, а это не хватает для эффективной рекламной компании. Ещё одним существенным недостатком искусственных языков является отсутствие культурного кода. К естественным языкам прилагаются исторически сложившиеся традиции, привычки, картина мира. Искусственным же языкам недостаёт такого преимущества – их можно освоить лишь ментальным усилием конкретного индивида [3].

Создание единого международного искусственного языка в теории облегчило бы коммуникацию между представителями различных национальностей. Однако общество не готово принять искусственные языки, при этом отказавшись от естественных, которые связывают людей с их культурой и историей своей родины. Основываясь на предыдущих доводах, искусственный язык сейчас может стать лишь вспомогательным в международной коммуникации, так как он не способен полностью заменить естественные языки.

Список литературы

1. Дрезен Э. К. За всеобщим языком: три века исканий. Изд. 3-е. – М.: Едиториал УРСС, 2012. – 272 с.
2. Пиперски А. Ч. Конструирование языков: От эсперанто до дотракийского. – М.: Альпина нон-фикшн, 2017 – 224 с.: ил. – (Серия «Библиотека ПостНауки»).
3. Муссорин А. Ю. Основы науки о языке. Изд. 2-е, испр. – Новосибирск, Новосибирское книжное издательство, 2004. – 196 с.

К ПРОБЛЕМЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРИЛАГАТЕЛЬНЫХ В СОВРЕМЕННОМ НАУЧНОМ ТЕКСТЕ ПО ИТ

К. О. Перянина

Научный руководитель Т. Н. Ямских
кандидат педагогических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Развитие информационных технологий является толчком к появлению новых систем, процессов и явлений, при описании которых используются современные технические термины. От правильности их перевода зависит понимание темы научного текста. Актуальность обусловлена трудностью перевода сложных прилагательных, которые входят в состав терминов и выражений.

Целью данной работы являются определение особенности функционирования сложных прилагательных на примере слов, используемых в контексте управления продуктом и разработки ПО в современном тексте по информационным технологиям, и предложение наиболее подходящих методов перевода терминов.

Исследование носит практический характер. Материалом для него стала статья «How agile teams make self-assignment work: a grounded theory study» [1].

Главной причиной употребления сложных прилагательных в научном тексте является использование современных терминов, которые требуют наличия сложных прилагательных, выполняющих в предложении роль атрибута актанта (например, в контексте методологий управления проектами: *well-groomed product backlog* – хорошо проработанный бэклог продукта, *well-defined artefacts* – четко сформулированные артефакты). «Под термином «атрибут актанта» мы понимаем словоформу первично качественной семантики, выполняющую функцию определения» [2]. Особенностью функционирования сложных прилагательных является конкретизация признака предмета, которая позволяет охарактеризовать новые технические продукты и процессы. Они легко создаются автором в процессе формирования высказывания, демонстрируя себя как гибкое средство выражения необходимого признака.

Исследование основано на рассмотрении существующих подходов к переводу научных терминов [3]. В ходе работы был выполнен перевод слов, выступающих в роли сложных прилагательных, с учетом значения обоих компонентов, которые входят в их состав, и с опорой на контекст предложения, в котором они используются.

Одним из методов перевода, который удалось применить, стало калькирование – перевод путем копирования.

Пример 1: Interestingly, these pros and cons of strategies can also be interpreted as **long or short-term** consequences depending on the impact they make. – Интересно, что эти плюсы и минусы стратегий также могут толковаться как **долгосрочные** или **краткосрочные** последствия в зависимости от того, какое воздействие они оказывают.

Пример 2: Some members may always pick familiar tasks, and others may prefer **self-assigning** exciting tasks. – Некоторые участники всегда могут выбирать знакомые задания, а другие – предпочесть **само назначенные** увлекательные задачи.

Еще одним способом перевода стало упрощение.

Пример: The task could be more challenging and **time-consuming** than initially anticipated. – Задача может оказаться более сложной и **трудоемкой**, чем предполагалось изначально. В данном примере слово **time-consuming** является примером упрощения, и на русском языке в качестве эквивалента имеет простое слово **трудоемкий**.

Другим способом перевода сложных прилагательных стала грамматическая трансформация. Применялось объединение грамматической замены части речи и замены сложного слова словосочетанием.

Пример 1: In practice, the transition from the **manager-led** allocation to self-assignment is easier said than done. – На практике легче сказать про переход от распределения **под руководством менеджера** к самостоятельному распределению, чем его осуществить.

Пример 2: Others included **manager-driven, manager-assisted, team-driven, and team-assisted** task allocation. – Другие включали распределение задач, которое **управлялось полностью менеджером, с помощью менеджера, полностью командой или с помощью команды**.

Таким образом, вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы: сложные прилагательные в современном тексте по информационным технологиям являются гибким методом конкретизации признака предмета, которые могут быть переведены при помощи таких методов, как калькирование, упрощение, грамматическая трансформация. При работе с новыми техническими терминами стоит уделять особое внимание их переводу, чтобы передать их верное значение.

Список литературы

1. Zainab Masood, Rashina Hoda, Kelly Blincoc. How agile teams make self-assignment work: a grounded theory study [Электронный ресурс]. URL: <https://research.monash.edu/en/publications/how-agile-teams-make-self-assignment-work-a-grounded-theory-study> [дата обращения 02.03.2024].

2. Шитц О. А. Атрибутивная группировка словоформ качественной семантики в уральских языках: в сравнительно-сопоставительном аспекте [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/atributivnaya-gruppirovka-slovoform-kachestvennoi-semantiki-v-uralskikh-yazykakh-v-sravnitel> [дата обращения 02.03.2024].

3. Макаева Л. Х. Термин и основные приемы перевода терминов-словосочетаний [Электронный ресурс]. URL: https://rsvpu.ru/file-directory/8692/Макаева_Dok [дата обращения 02.03.2024].

RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION (RAG) FOR EDUCATIONAL CONTEXT

А. В. Шарова

Научный руководитель Д. А. Кузьмин
кандидат технических наук
Сибирский федеральный университет

Retrieval-augmented generation (hereinafter referred to as “RAG”) is a technique based on the use of artificial intelligence systems which allows producing more accurate and relevant responses considering the context of the requested information. RAG technique applies a complex approach to the search of the most appropriate answer within the knowledge database by employing pre-trained generative transformers or large language models (hereinafter referred to as “LLM”) with retrieval practices. Lewis P. et al. in 2020 coined the term “RAG” in the work “Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks” [1]. Since then the extensive exploration of this technique for natural language processing (hereinafter referred to as “NLP”) tasks has started. The same year Riedel S. et al. already built and released a model that could research and contextualize [2]. They claimed that the key points of such models are their flexibility and adaptability to the revised information in the knowledge database which keeps being filled with new data based on a user’s behavior and responses. In fact, the integration of a pre-trained LLM, or the generator, that encodes and decodes information, and document retrieval systems (also called the retriever) provides the access to a wider range of information and more up-to-date results.

Thus, this paper is devoted to the consideration of the idea of RAG implementation to the academic sphere. Here, we analyze the potential of RAG technology in enhancing educational practices. Specifically, the paper aims to illustrate how RAG can be utilized to customize educational content.

In order to detail the concept of RAG application as a student’s aid, we introduce the architecture of the RAG model (Fig.). Within our proposed framework, the LLM stands as the core element that responds with answers upon receiving an input question. The storage system— or retrieval system— maintains information in a structured format (such as a vector database) which aids in locating and retrieving related documents based on similarity search algorithms. The chat component acts as the user interface for interaction where students can place their queries; this information is then processed by LLM to generate a response.

In practical usage, when a student initiates a request by entering a question via the chat interface, it gets directed to the storage system for document retrieval based on query relevance from stored knowledge database through re-

triever system’s findings. The documents that are retrieved are passed to the LLM as context which helps in better understanding of the question by the model and hence enhances the response accuracy. The final output from LLM is a more precise reply, produced using context and sent back to the user through the chat interface.

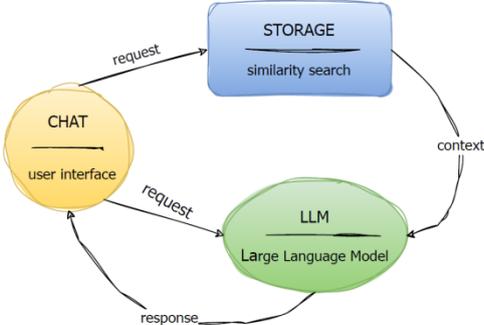


Fig. An overview of the proposed retrieval-augmented generation model

Thus, such an RAG model is developed through several steps. The first step involves creation of a knowledge database by compiling comprehensive materials – documents or any other information related to educational processes. This should be followed by the use of a pre-trained retriever model that can be fine-tuned based on educational platform’s dataset, therefore increasing relevance in finding materials. Training for the generator should produce answers from documents retrieved meaning we combine retriever and generator components forming RAG model. However, this entire system needs testing along with evaluation before integration into an educational platform can take place. A user-friendly chat interface for students’ queries is essential.

This design lets RAG systems have updated information stored in the system that they combine with the pre-trained knowledge of LLM, enabling more accurate responses. The paper’s practical importance is to be seen in how RAG can be used in educational settings. With RAG’s ability to synthesize information from different sources, educators can develop materials tailored to individual student needs. This customization significantly improves student engagement and comprehension– particularly important in language learning, where materials need to be contextually relevant. On another note, using RAG also helps keep teaching materials up-to-date without manual efforts; hence it serves as a valuable resource for workload reduction among educators while ensuring the efficiency of educational content delivery.

References

1. Lewis P., Perez E., Piktus A., Petroni F., Karpukhin V., Goyal N., Kuttler H., Lewis M., Yih W., Rocktäschel T., Riedel S., Kiela D. (2020). Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. [Electronic resource]. URL: <https://www.semanticscholar.org/reader/58ed1fbaabe027345f7bb3a6312d41c5aac63e22>

2. Riedel S., Kiela D., Lewis P., Piktus A. (2020). Retrieval Augmented Generation: Streamlining the creation of intelligent natural language processing models. AI Meta <https://ai.meta.com/blog/retrieval-augmented-generation-streamlining-the-creation-of-intelligent-natural-language-processing-models/>

3. Boateng G., John S., Glago A., Boateng S., Kumbol V. (2022). Kwame for Science: An AI Teaching Assistant for Science Education in West Africa. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/361604415_Kwame_for_Science_An_AI_Teaching_Assistant_for_Science_Education_in_West_Africa

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

УДК 004.41*004.056.5

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: АКТУАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

О. В. Григорьева

Научный руководитель В. И. Вайнштейн
кандидат физико-математических наук,
заведующий кафедрой информационной безопасности
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Концепция интернета вещей (англ. internet of things, IoT) получила широкое распространение в современном мире. Благодаря ей люди повышают комфорт своей жизни. Концепция умного дома приобретает масштабность. Во многом это стало возможным благодаря активному прогрессу в сфере информационных технологий – повсеместному распространению беспроводных технологий, повышению пропускной способности интернет-связи.

Интернет вещей представляет собой единую систему управления всеми бытовыми устройствами [1]. Устройства работают независимо друг от друга, а пользователь управляет и настраивает их работу, используя приложение на смартфоне или персональный компьютер.

В настоящее время участие человека не требуется для того, чтобы IoT устройства обменивались между собой данными. Они представляют собой самостоятельные интернет-узлы. Но зачастую у центров управления IoT устройствами открыты внешние сетевые интерфейсы. Сделано это для большего удобства использования. Однако это повышает риск кибератак.

При низком уровне обеспечения защиты для злоумышленника открывается возможность получения персональной информации с дальнейшим ее использованием в своих целях.

На текущий момент существует несколько разновидностей кибератак, нацеленных на различные уровни системы IoT:

- слабые пароли;
- вредоносное программное обеспечение;
- DoS;
- компрометация приложений;
- подделка или подмена сообщений;
- атака повторного воспроизведения;
- атака Сивиллы;

- спуфинг-атака;
- подслушивание;
- компрометация физического узла.

Список атак становится все больше, а методы вторжения изоощренней. Этот факт еще раз доказывает утверждение, что система «умный дом» не обладает должным уровнем защиты.

Многочисленные исследования показывают, что большинство домовладельцев по-прежнему не обращают внимания на киберугрозы [2], связанные с устройствами, подключенными к интернету вещей, и не изучают доступные варианты безопасности для предотвращения или смягчения последствий таких угроз.

Ученые сходятся во мнении, что вредоносные программы развиваются с использованием эксплойтов, инструментов кражи учетных данных и многоэтапных атак, приводящих к массовому заражению цели злоумышленника.

Также стоит отметить халатность производителей и поставщиков устройств для интернета вещей, зачастую вопросам безопасности придается малое значение, а иногда они игнорируются вовсе. В дополнение к вышесказанному стоит отметить, что реализация эффективных механизмов безопасности – очень сложная задача для устройств с ограниченными возможностями.

Рассмотрев вышеуказанные атаки, можно выделить три контрмеры, которые эффективнее других повышают уровень защищенности систем «умный дом»:

- внедрение системы обнаружения сетевых вторжений;
- внедрение системы аутентификации;
- подходы на основе блокчейна (недавнее исследование [3] предлагает использовать блокчейн для обеспечения безопасности в IoT, и в том числе для системы «умный дом»).

Таким образом, в результате исследования было предложено разработать комплекс мер с входящими решениями по программно-аппаратному обеспечению безопасности системы «умный дом».

Список литературы

1. Герасимова А. И. Проектирование системы «умный дом» // Проблемы науки, 2015, № 2 (32), URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-sistemy-umnyu-dom>.
2. Бадис Хамми, Шерали Зеадалли, Небхен Джамель «Исследование «умных домов»: уязвимости, риски и меры противодействия», 2022.
3. Ли Ю., Ратор С., Парк Дж. Архитектура шлюза «умного дома» на основе блокчейна для предотвращения подделки данных // Человеко-ориентированные вычислительные и информационные науки. Т. 10. С 1–14. 2020.

РОЛЬ КИБЕРУЧЕНИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Е. О. Авдеев, Д. А. Миткеева, О. В. Григорьева

Научный руководитель В. Б. Туговиков
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ИБ
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Современный мир насыщен различными технологиями, которые активно используются в различных сферах деятельности. Вместе с ростом технологий растет и угроза кибербезопасности, что делает работу специалистов по информационной безопасности все более востребованной и значимой. Роль киберучений в становлении таких специалистов очень важна. Однако, когда студент выходит на производственную или преддипломную практику, ему, как правило, не доверяют работу с реально используемыми средствами защиты информации. При этом предприятия исходят из того, что разглашение информации о методах и средствах защиты может нести опасность для информационной структуры предприятия. Способом разрешения этой коллизии и одним из важных инструментов в подготовке специалистов по информационной безопасности является проведение киберучений [1]. Киберучения представляют собой уникальную среду, где практические навыки в области кибербезопасности могут быть систематически развиты и усовершенствованы. Кроме того, с точки зрения высших учебных заведений, киберучения являются частью иммерсивных технологий обучения.

Рассмотрим некоторые определения, связанные с применением киберучений:

Иммерсивные технологии обучения – это практико-ориентированный подход, предполагающий наличие методов и инструментов, которые используются для создания реалистичного и интерактивного учебного опыта, имитирующего реальные ситуации и условия. Применительно к кибербезопасности он развивается несколько медленно, ввиду нишевости самого направления.

Киберучения – это смоделированная кибератака или другой инцидент, связанный с кибербезопасностью, который проводится в контролируемой среде. Цель киберучений – проверить и улучшить способность организации обнаруживать, предотвращать и реагировать на киберугрозы [4].

Киберполигон – это виртуальная или физическая среда, в которой проводятся киберучения. Киберполигон позволяет организациям создавать реалистичные сценарии кибератак и тестировать свои системы и персонал в условиях, максимально приближенных к реальным [3].

Приобретение киберполигона, собранного под ключ, это наиболее затратное мероприятие в рамках применения иммерсивных технологий. Но для определённого вида киберучений достаточно и нескольких компьютеров в учебной аудитории вуза.

Существует множество различных типов киберучений [1, 2], которые могут быть адаптированы к конкретным потребностям и целям изучаемого предмета. Вот некоторые из наиболее распространенных видов киберучений:

1. Учения по реагированию на инциденты. Эти учения имитируют реальные кибератаки и другие инциденты ИБ. Студенты должны применить полученные знания для обнаружения, расследования и реагирования на эти инциденты.

2. Учения по защите от кибератак. Эти учения позволяют учащимся отработать навыки защиты систем и данных от различных типов кибератак, научиться использовать различные инструменты и технологии кибербезопасности для защиты информационных систем.

3. Учения по управлению рисками. Эти учения помогают будущим специалистам ИБ оценить риски информационной безопасности и разработать планы по их снижению.

4. Штабные учения, согласно определению [1], строятся исходя из реальных инцидентов информационной безопасности и проводятся без использования СВТ в формате обсуждения, где участники обсуждают различные сценарии отражения и предотвращения кибератак, способы реагирования на них.

Проведение киберучений в вузе привязано к конкретным дисциплинам и служит целям закрепления теоретического материала на практических занятиях [1]. В связи с этим подготовка к киберучениям имеет свою специфику и обычно включает в себя следующие этапы:

1. Определение целей и задач учений. Это позволит определить масштаб и сложность учений, а также выбрать наиболее подходящий формат и методы проведения.

2. Выбор сценария учений. Сценарий должен быть реалистичным, основываться на реальных кейсах. Он также должен быть достаточно сложным, чтобы участники могли получить навыки и закрепить полученные знания.

3. Разработка плана учений. План должен включать в себя подробное описание всех этапов учений, а также распределение ролей и обязанностей между участниками. Если киберучение проводится в соревновательном стиле между несколькими командами студентов, необходимо определить капитанов команд и, при необходимости, помощника капитана, который будет отвечать за написание отчёта о результатах работы команды.

4. Проведение инструктажа. Перед началом учений необходимо провести инструктаж для участников. Инструктаж должен включать в себя ознакомление участников со сценарием учений, планом учений и правилами безопасности.

Если киберучения будут проводиться на киберполигоне, или с использованием СВТ, необходимо предварительно провести настройку оборудования в учебной аудитории (настройку виртуальных машин, установку необходимого программного обеспечения и создание тестовых данных и т. д.). Это позволит обеспечить успешное проведение учений и достижение поставленных целей.

Выбор вида и формата киберучений зависит от преподаваемого предмета и возможностей по использованию специализированного оборудования, программных и программно-аппаратных комплексов, доступных учебному заведению.

Киберучения предоставляют студентам практические навыки в области информационной безопасности, включая анализ уязвимостей, аудит безопасности, разработку планов защиты и реагирование на кибератаки.

Пример сценария штабного киберучения «Анализ подозрительного письма электронной почты» [1]:

Описание инцидента: пользователь получил письмо, содержимое которого показалось ему странным, и он передал его специалистам по информационной безопасности.

Методические материалы: исходное письмо в формате HTML, скриншот экрана пользователя, RFC – заголовок письма в текстовом файле.

Задание: а) требуется определить, является ли письмо СПАМ-ом или фишингом; б) не несёт ли письмо какую-либо угрозу информационной безопасности; в) провести анализ, сделать общие выводы; г) сформулировать ответ пользователю и сообщение руководству организации.

Цели киберучения: Отработка навыков в распознавании фишинговой атаки, проведении анализа инцидента и его обработки.

Список литературы

1. Богульская Н. А., Кучеров М. М., Туговиков В. Б. Киберучения и их роль в подготовке специалистов по информационной безопасности // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева. 2023. № 3 (65). С. 5–13.

2. Information Security. Киберучения и киберполигоны для безопасности КИИ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itsec.ru/articles/kiberucheniya-i-kiberpoligony-dlya-bezopasnosti-kii> [дата обращения 16.03.24]

3. Выполнение работ по созданию киберполигона [Электронный ресурс]. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/03kiberpoligontz.pdf> [дата обращения 16.03.24]

4. Cyber Media. Когда и зачем проводить киберучения [Электронный ресурс]. URL: <https://securitymedia.org/info/kogda-i-zachem-provodit-kiberucheniya.html> [дата обращения 16.03.24]

DEERFAKE: ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЛИ УГРОЗА СОВРЕМЕННОМУ ОБЩЕСТВУ?

Р. С. Шиманович

Научный руководитель В. И. Вайнштейн
кандидат физико-математических наук, заведующий КИБ
Сибирский федеральный университет
Институт космических и информационных технологий

Термин «deepfake» появился в конце 2017 года. Пользователь американского сайта Reddit с ником «deepfakes» начал выкладывать порнографические видео с участием известных актрис. Разумеется, они были созданы самим пользователем. Лица девушек, принимавших участие в этих видео, были заменены с помощью нейронных сетей. В выложенных видеозаписях присутствовали артефакты и искажения, которые позволяли однозначно сказать, что в них были внесены синтетические изменения, однако они смогли привлечь к себе массу внимания пользователей сети Интернет и популяризировали такое явление, как deepfake. Спустя непродолжительное время на разных информационных ресурсах начали появляться deepfake-видео с участием знаменитостей. Технология их создания становилась все совершеннее и доступнее с каждым годом. Сегодня практически любой желающий может создать свой deepfake.

Стоит отметить, что синтетические изменения в видеозаписях появились задолго до первых deepfake-ов. Наибольшее распространение данное явление получило, как несложно догадаться, в кинематографе. Одним из первых фильмов, в которых использовалась компьютерная графика, считается картина американского кинорежиссера Альберта Хичкока «Головокружение». Данный фильм вышел в 1958 году. Сегодня практически ни одна кинолента не обходится без использования в ней компьютерных спецэффектов. Однако в отличие от deepfake-ов создание подобных синтетических манипуляций с видео требует привлечения множества талантливых специалистов.

Развитие deepfake-ов очень тесно связано с эволюцией нейронных сетей, машинного обучения и искусственного интеллекта. Одна из первых перспективных и выдающихся работ в этом направлении исследований принадлежит перу канадских ученых Джеффри Хинта и Руслана Салахутдинова. В 2006 году они опубликовали статью «Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks», в которой описали концепцию специальной архитектуры искусственной нейронной сети под названием «автокодировщик» (от англ. «autoencoder») [1]. Она состоит из двух основных частей: кодера, который уменьшает изображение до скрытого пространства меньшей размерности, и декодера, который реконструирует изображение из

скрытого представления. То есть сначала количество информации об исходном изображении как можно сильнее уменьшается путем определения в нем некоторых паттернов, а затем алгоритм пытается наиболее полно и точно восстановить исходное изображение из характерных черт, выделенных на предыдущем шаге. Применительно к deepfake-ам данная архитектура кодирует ключевые особенности черт лица человека в скрытом пространстве (форма носа, положение глаз, ширина губ и т. д.), после чего декодирует, «накладывая» их на лицо другого человека, таким образом подменяя его. Концепция Хинта и Салахутдинова является достаточно универсальной и подходит не только для работы с изображениями, однако сегодня она все реже и реже применяется для создания deepfake-ов, уступив дорогу более быстрым, надежным и качественным методам.

В 2014 году Ян Гудфеллоу и его коллеги разработали новый класс систем машинного обучения: генеративные состязательные сети (от англ. «generative adversarial network», сокращённо GAN) [2]. GAN обучает генератор, в данном случае декодер, и дискриминатор в состязательных отношениях. Генератор создает новые изображения на основе скрытого представления исходного материала, в то время как дискриминатор пытается определить, сгенерировано изображение или нет. Это заставляет генератор создавать изображения, которые чрезвычайно хорошо имитируют реальность, поскольку любые дефекты были бы обнаружены дискриминатором. Оба алгоритма постоянно совершенствуются в игре с нулевой суммой. Это затрудняет процесс обнаружения deepfake-ов, поскольку они постоянно развиваются; в любой момент, когда выявляется дефект, его можно исправить. Данный подход оказался крайне удачным. На его основе было создано огромное множество различных вариаций, улучшающих исходную концепцию, описанную Гудфеллоу: CramerGAN, MMDGAN, ProGAN, BigGAN, CycleGAN, DiscoGAN, StyleGAN, StyleGAN2, StyleGAN3 и др. На сегодняшний день абсолютное большинство deepfake-видео было создано с применением генеративных состязательных сетей.

Deepfake-и привлекли внимание общественности из-за их потенциального использования для создания порнографических видеороликов, фальшивых новостей и финансового мошенничества. Распространение дезинформации и разжигание ненависти с помощью deepfake-ов может подорвать основные функции и нормы демократических систем, препятствуя способности людей участвовать в принятии решений, которые их затрагивают, определять коллективные повестки дня и выражать политическую волю посредством принятия обоснованных решений. Основная проблема заключается в том, что человечество может вступить в эпоху, когда больше нельзя будет определить истинность сведений в Интернете и средствах массовой информации.

В Соединенных Штатах Америки (США) были приняты некоторые меры по решению проблем, связанных с deepfake-ами. В 2018 году в Сенат США был внесен Закон о запрете вредоносных deepfake-ов, а в 2019 году в Палату представителей был внесен Закон об ответственности за deepfake-

и. 3 октября 2019 года губернатор Калифорнии Гэвин Ньусом подписал законопроекты Ассамблеи № 602 и № 730. Законопроект Ассамблеи № 602 предоставляет лицам, на которых нацелен deepfake-контент откровенного сексуального содержания, созданный без их согласия, основания для иска против создателя контента. Законопроект Ассамблеи № 730 запрещает распространение вредоносных аудио- или визуальных носителей deepfake, нацеленных на кандидата, баллотирующегося на государственную должность, в течение 60 дней после его избрания. В Российской Федерации пока нет аналогичных законодательных актов, однако можно найти достаточно много научных статей, посвященных данной проблематике.

Так, в работе [3] авторами предлагается на уровне уголовного законодательства Российской Федерации решение проблемы порнографических deepfake-ов, поскольку в настоящее время Уголовный кодекс Российской Федерации (УК РФ) не предусматривает ответственности за их создание и распространение. В частности, авторами формулируются предложения внести соответствующие изменения в статьи 137 и 242 УК РФ, где бы в примечании последнего раскрывалось понятие порнографического deepfake-а.

В статье [4] анализируется потенциал применения технологии deepfake в политических целях. Отмечается, что уже в ближайшем будущем deepfake-и могут затронуть различные уровни общественной и политической жизни и способствовать распространению широкого спектра угроз: от репутационных рисков для знаменитостей и обычных граждан до развития организованной преступности и проблем социальной стабильности и национальной безопасности. Авторами рассматриваются потенциальные угрозы, перспективы и основные направления государственного регулирования данного контента в более широком контексте политических и законодательных инструментов противодействия распространению дезинформации и фальшивых новостей.

В работе [5] дается общая картина масштабов и направленности использования deepfake-ов в мире, потенциала и уже имевших место случаев злонамеренного использования технологии deepfake в политической сфере, а также оцениваются риски злонамеренного использования этой технологии для Японии и восприятие рисков японской стороной.

Разумеется, не стоит рассматривать технологию deepfake сугубо в негативном контексте. Существует достаточно много положительных примеров ее использования: упрощение процедуры дубляжа, обеспечение анонимности журналистов, реконструкция голоса и внешности исторических личностей и т. д. Однако не стоит забывать о том, что вопрос, вынесенный в заголовок данной статьи, с каждым днем становится все более актуальным.

Список литературы

1. Hinton G. E., Salakhutdinov R. R. Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks // Science. 2006-07-28. Vol. 313, iss. 5786. P. 504–507. ISSN 1095-9203 0036-8075, 1095-9203. DOI:10.1126/science.1127647.

2. Goodfellow Ian, Pouget-Abadie Jean, Mirza Mehdi, Xu Bing, Warde-Farley David, Ozair Sherjil, Courville Aaron, Bengio Yoshua (2014). Generative Adversarial Networks. Proceedings of the International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2014). P. 2672–2680.

3. Архипцев И. Н., Александров А. Н., Максименко А. В., Озеров К. И. Порнографический дипфейк: вымысел или виртуальная реальность? // Социально-политические науки. 2021. Т. 11. № 1. С. 69–74. DOI: 10.33693/2223-0093-2021-11-1-69-74. EDN BRRKXC.

4. Иванов В. Г., Игнатовский Я. Р. Deepfakes: перспективы применения в политике и угрозы для личности и национальной безопасности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2020. Т. 7. № 4. С. 379–386. DOI 10.22363/2312-8313-2020-7-4-379-386. EDN YJJUWH.

5. Лексютина Я. В. Злонамеренное использование дипфейков: риски информационно-психологической безопасности Японии // Японские исследования. 2021. № 3. С. 90–101. DOI 10.24412/2500-2872-2021-3-90-101. EDN BYZMMU.