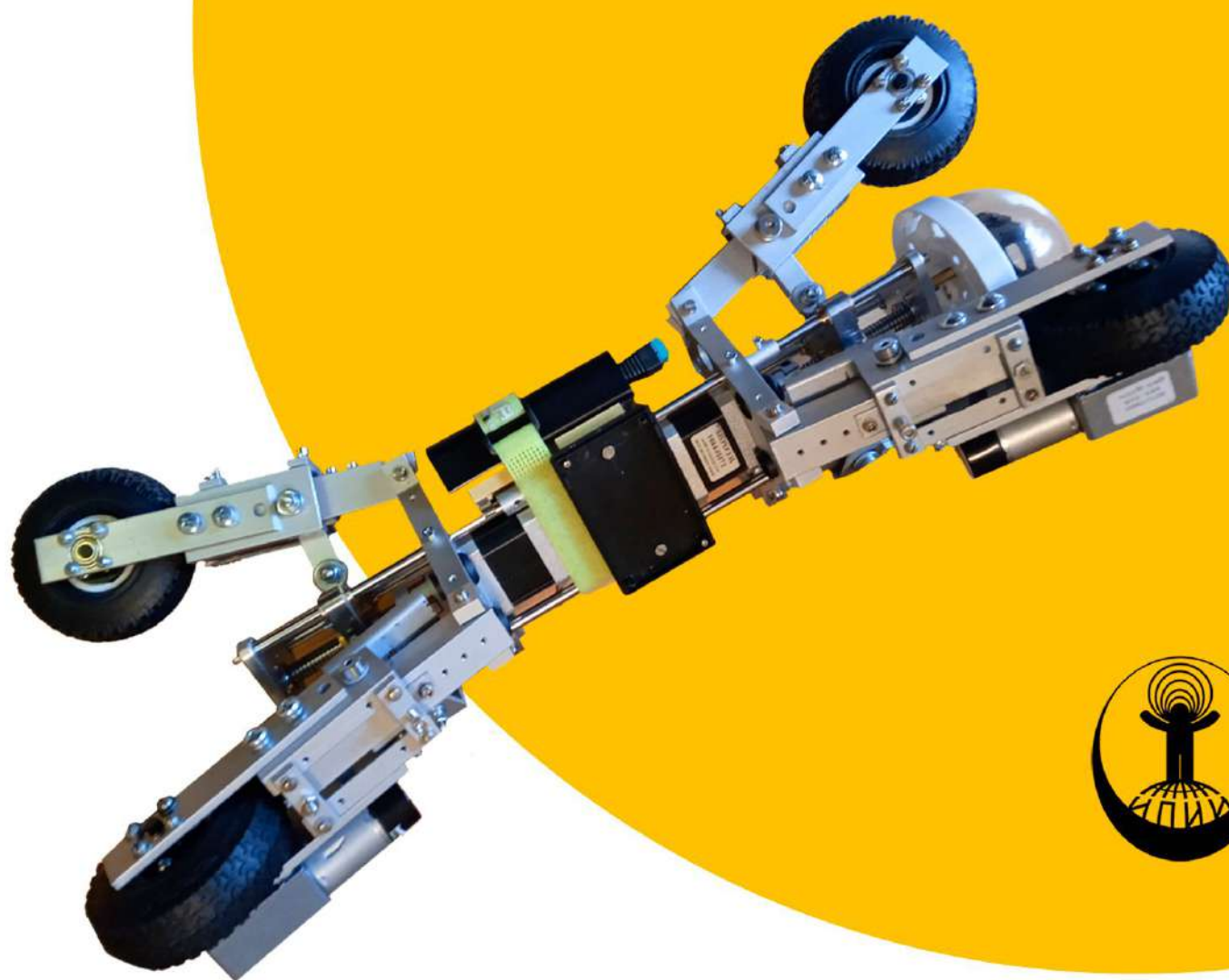


30 МАЯ 2024

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

МАТЕРИАЛЫ ДОНЕЦКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО КРУГЛОГО СТОЛА



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
ФГБНУ «ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»



ДОНЕЦКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ КРУГЛЫЙ СТОЛ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:
теоретические аспекты, практическое применение

30 мая 2024
г. Донецк

УДК 004.89
ББК 32.973
И85

И 85 **Искусственный интеллект:** теоретические аспекты, практическое применение : материалы Донецкого международного научного круглого стола. – Донецк : ФГБНУ «ИПИИ», 2024. – 328 с.

Материалы Донецкого международного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение» (ИИ-2024) представляют собой доклады участников Круглого стола по тематике систем искусственного интеллекта: исследования в области отечественной робототехники, производственные процессы предприятий по разработке программной продукции, средств распознавания и моделирования искусственного эмоционального интеллекта, математические модели прогноза, применение систем искусственного интеллекта и машинного обучения, задачи распознавания, моделирование физических нано-объектов, применение нейронных сетей, роль искусственного интеллекта в развитии социальных систем разработки и внедрения информационно-компьютерных технологий и интеллектуальных и робототехнических систем.

УДК 004.89
ББК 32.973

© ФГБНУ «ИПИИ», 2024

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Донецкий международный научный Круглый стол проводится традиционно весной в рамках Международного научного форума ДНР «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие».

ЦЕЛЬ РАБОТЫ КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2024»

- Обобщение идей и мнений относительно проблем искусственного интеллекта
- Концентрация усилий ученых в обсуждении проблем искусственного интеллекта, создании интеллектуальных систем и т.п.
- Передача накопленного современной наукой опыта и знаний научной молодежи, ведущей исследования в области искусственного интеллекта
- Определение новых стратегических направлений развития искусственного интеллекта

ОРГАНИЗАТОР КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2024»

ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта»
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

- Российской ассоциации искусственного интеллекта, РФ Москва
- Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук СПб ФИЦ РАН», Санкт-Петербург, РФ
- Международного рецензируемого научно-технического журнала «Проблемы искусственного интеллекта», Донецк
- Научно-исследовательского института многопроцессорных вычислительных систем имени академика А.В. Каляева Южного федерального университета (НИИ МВС ЮФУ), РФ, Таганрог
- ООО НТЦ «Многопроцессорных вычислительных систем», РФ Таганрог

ТЕМАТИКА КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2024»

- Фундаментальные проблемы искусственного интеллекта. Диагностика и медико-биологические исследования психоэмоциональных характеристик человека и его интеллектуальной деятельности. Психологические и философско-методологические аспекты развития искусственного интеллекта.
- Интеллектуальные информационные системы различного назначения в государственном управлении, экономике, науке, образовании, культуре и социальной сфере.
- Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы и их компоненты. Прикладные системы на основе нейронных сетей.
- Системы распознавания и синтеза речи, анализа текстов с использованием перспективных технологий искусственного интеллекта.
- Системный анализ, оптимизация, управление, принятие решений и обработка информации, интеллектуальный анализ данных. Методы семантического поиска информации в базах данных и знаний.
- Развитие методов и средств обеспечения информационной безопасности систем и сетей. Интеллектуальные системы оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации.
- Автоматизированные средства проектирования и средств имитационного моделирования.
- Прогнозы и модели развития ИИ. Модели экстраполяции, приводящие к «технологической сингулярности». Универсальный подход к описанию эволюции искусственного и естественного интеллекта в рамках модели «мыслящей материи».
- Когнитивные особенности искусственного и естественного интеллекта. Когнитивные аналоги внимания, восприятия и воображения, рефлексии и самосознания у искусственного и естественного интеллекта.

В работе Донецкого МКС ИИ-2024 приняли участие больше 70 представителей науки и образования, промышленников, специалистов и студентов Донецкой Народной Республики РФ, Луганской Народной Республики РФ, других регионов России, Франции, в том числе 1 академик РАН, 5 профессоров, 10 докторов наук и 24 кандидата наук, 1 космонавт-испытатель из 14 следующих учреждений науки и образовательных организаций:

- ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия
- Российский технологический университет МИРЭА, 119454, Россия, г. Москва
- НИИ информатики и автоматизации, г. Роканкур, д. Волюсо, Франция
- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина», п. Звездный городок, Московская обл., Россия
- Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова, г. Иркутск, Россия
- Российский Федеральный Ядерный Центр Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Экспериментальной Физики, Саров, Россия
- ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк, Россия
- Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
- ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и

чрезвычайных ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий), г. Москва, Россия

- Международная гуманитарная академия (МГА), г. Таганрог, Ростовская обл., Российская Федерация
- Луганский государственный университет им. В. Даля, г. Луганск
- ГБПОУ «Донецкий колледж пищевых технологий и торговли», г. Донецк, Россия
- Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий), г. Москва, Россия



С.С. Анцыферов, К.Н. Фаилова, К.Е. Русанов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

*МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия
c_standard@fel.mirea.ru*

В настоящее время актуальным является создание интеллектуальных машиностроительных производств (ИМП), функционирующих исключительно под управлением искусственного интеллекта. Интеллектуальное машиностроительное производство в своей основе представляет собой совокупность взаимосвязанных технологических процессов (ТП), объединенных в сеть для эффективного функционирования и генерации необходимой для аналитики информации. В соответствии с этим каждый технологический процесс (технологическая операция (ТО)) должен содержать локальную систему знаний, средства накопления и обработки информации, принятия решений, а также интерфейсные средства ввода-вывода и обмена с другими процессами (операциями). В связи с этим представляется актуальной задача управления технологическими процессами.

Цель данной работы – определение принципов построения гибридных интеллектуальных систем управления технологическими процессами и их практическая апробация.

Интеллектуальные системы (ИС) включают в себя аппаратную и программную части. Аппаратная часть связана с выполнением ТО и представляет собой цифровые двойники (ЦД), реализуемые в виде нейросетевых структур.

Между ЦД осуществляется обмен знаниями и, в результате, происходит пополнение общей базы знаний (БЗ), которая используется для управления ТП на программном уровне.

Используя накопленную БЗ, в работах [1,2] предложены алгоритмы управления сложными ТП. Один из процессов связан с изготовлением лопаток газотурбинных двигателей, другой – с контролем качества технологического процесса калибровки эталонных мер нанометрии.

Технологический процесс производства лопаток газотурбинных двигателей состоит из ряда технологических операций:

ТО₁ – проектирование 2D-модели лопатки;

ТО₂ – проектирование 2D-модели оснастки;

ТО₃ – изготовление оснастки;

ТО₄ – контроль геометрических параметров оснастки с помощью шаблонов и измерительного оборудования;

ТО₅ – слесарная доработка оснастки в случае несоответствия его геометрии установленным требованиям;

ТО₆ – изготовление лопатки методом высокоскоростной точной штамповки;

ТО₇ – контроль геометрии лопатки.

Основные операции данного технологического процесса связаны с механической обработкой, что приводит к износу оборудования. Это означает, что оно пригодно для изготовления ограниченного числа лопаток, после чего возникает необходимость в изготовлении новой технологической оснастки.

Эффективным способом повышения износостойкости оснастки является ее своевременное (до выхода из строя) обновление. Непрерывный мониторинг уровня качества технологического оборудования позволяет решить данную задачу. Для этого предложена система мониторинга, которая позволяет определять вероятностные показатели точности технологических операций, которые далее поступают на вычислитель и блок принятия решений.

По положению показателя качества (точки качества) в пределах установленной области качества технологического процесса может приниматься, в случае необходимости, решение об обновлении технологической оснастки до выхода ее из строя. Такой контроль позволяет снизить себестоимость изготовления оснастки на 15% за счет увеличения ее срока службы.

Технологический процесс калибровки эталонных мер нанометрии представляет собой совокупность взаимосвязанных ТО.

Функции ТОп:

ТО₀ – контроль качества функционирования системы управления калибровкой эталонных мер нанометрии.

ТО₁ – измерение исходной высоты рельефных элементов поверхности меры.

ТО₂ – измерение высоты эталонных мер путем компарирования с помощью стилусного профилометра Alpha-Step D-600.

ТО₃ – оценка шероховатости.

ТО₄ – магнетронное напыление пленок на поверхность меры по всей площади.

ТО₅ – измерение высоты установленных участков меры после магнетронного напыления.

ТО₆ – измерение высоты эталонной меры методом трехмерной реконструкции в растровом электронном микроскопе.

Согласно разработанной методике, при построении области граничных показателей качества, параметры задавались исходя из достижения точности измерения высоты эталонной меры методами интерферометрии (± 2 нм).

С помощью предлагаемых принципов построения гибридных интеллектуальных систем управления сложными технологическими процессами возможно оценивать как текущий уровень качества технологического процесса, так и возможность его прогнозирования.

Литература

1. Анцыферов С.С., Сигов А.С., Фаилова К.Н. Методология развития интеллектуальных систем // Проблемы искусственного интеллекта. – 2022. – № 2 (25). – С. 42-47.

2. Анцыферов С.С., Фаилова К.Н., Русанов К.Е. Методика контроля качества технологических процессов интеллектуального машиностроительного производства // Научные технологии. – 2023. – № 7. – С. 39-43.





С.А. Большакова

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк, ДНР
svetlako@yandex.ru*

В настоящее время существует довольно много программных средств перефразирования текста, в частности использующих нейросети. Они предназначены для преодоления программ антиплагиата и увеличения оригинальности текста. В то же время одной из актуальных и общественно-значимых задач в области обработки естественного языка является преобразование сложных текстов в более простые и понятные. Процесс изменения текста с целью упрощения сложных языковых конструкций известен как симплификация или лексическая адаптация.

Эта проблема особенно важна для людей, уровень владения языком которых не позволяет полностью усвоить сложную текстовую информацию, включая иностранцев, находящихся на стадии изучения языка, людей с начальными признаками когнитивных расстройств из-за возрастных изменений или черепно-мозговых травм, а также детей с нарушениями речевого развития.

Автоматизированные средства адаптации могут также быть использованы в качестве компонентов в приложениях по обработке естественного языка: системах машинного

перевода, поисковых системах и приложениях для автоматического реферирования текстов.

Эффективным методом в этом отношении может быть использование синонимии, так как один и тот же смысл может быть передан различными словами и словосочетаниями, среди которых можно найти наиболее простую форму выражения.

В связи с этим мы предлагаем использовать метод обратного использования синонимических рядов. Нами был проанализирован ряд словарей синонимов, из которых для нашей работы был выбран словарь Александровой З.Е. [1]. Он представляет собой набор синонимических рядов. Каждый из них представлен доминантой (наиболее общий представитель) и последующими его синонимами, среди которых могут быть синонимичные словосочетания. Схематично смысл предлагаемого метода состоит в замене встретившегося в тексте члена синонимического ряда соответствующей доминантой. Такую замену нельзя делать абсолютно формально, ибо это может привести к потере смысла. Кроме того, в русском языке синонимы обычно обладают различными морфологическими характеристиками, что может создавать сложности при автоматической замене, связанные с сохранением правильного синтаксиса в упрощенном тексте [2].

На основе упомянутого словаря синонимов создана база, состоящая из 3-х частей: База слов, База словосочетаний и База неизменяемых словосочетаний. Эти базы снабжена метками для восстановления правильного синтаксиса:

| - означает, что последующая запись относится к заменяемому слову;

/ - означает, что последующая запись относится к слову, которое непосредственно предшествует заменяемому;

\ - означает, что последующая запись относится к слову, которое непосредственно следует за заменяемым; [3]

Пример:

\ (с) тв-дат

творительный падеж с предлогом «с» должен быть заменен на дательный падеж без предлога.

Пример: «Раскланялся с соседями» программа адаптации превратит в «Поклонился соседям». [4]

Наиболее ярко предлагаемый метод синонимических упрощений проявляется при использовании базы словосочетаний. Ниже приведены соответствующие примеры на материале НКРЯ [5]:

1. Но и таким людям он скажет: невелика радость будет им пережить бунт; пусть приготовятся ПОЛОЖИТЬ ЗУБЫ НА ПОЛКУ. [Н.Г. Чернышевский. Пролог (1871)]

Но и таким людям он скажет: невелика радость будет им пережить бунт; пусть приготовятся ГОЛОДАТЬ.

2. Оптимистов много и сейчас; они продолжают на что-то надеяться, а у меня КОШКИ СКРЕБУТ НА СЕРДЦЕ. [Ю.В. Готье. Дневник (1919)]

Оптимистов много и сейчас; они продолжают на что-то надеяться, а я ТРЕВОЖУСЬ.

3. И приходится через силу улыбаться и делать вид, что все это – ЧЕПУХА НА ПОСТНОМ МАСЛЕ. [Владислав Крапивин. Болтик (1976)]

И приходится через силу улыбаться и делать вид, что все это – ВЗДОР.

4. Как будто у тебя ДЕНЕГ КУРЫ НЕ КЛЮЮТ. [Андрей Волос. Недвижимость (2000) // «Новый Мир», 2001]
Как будто ты БОГАТЫЙ.

5. Ну конечно, куда этим перечницам Юдину и Константинову?! Из них же ПЕСОК СЫПЕТСЯ. А ты, Алешка, наша молодая надежда. [Владимир Корнилов. Демобилизация (1969-1971)]

Ну конечно, куда этим перечницам Юдину и Константинову?! Они же СТАРЫЕ. А ты, Алешка, наша молодая надежда.

6. В общем-то, Роман – парень отнюдь не робкого десятка, но сейчас у него не то, чтобы ПОДЖИЛКИ ТРЯСЛИСЬ, нет, конечно, однако некоторая неуверенность

наблюдалась. [Александра Маринина. Ангелы на льду не выживают. Т. 1 (2014)]

В общем-то, Роман – парень отнюдь не робкого десятка, но сейчас он не то, чтобы ИСПУГАЛСЯ, нет, конечно, однако некоторая неуверенность наблюдалась.

7. Ты останешься не один, тебе будет весело. У меня КРОВЬ ЗАСТЫЛА В ЖИЛАХ. Бедная Надина! [М.Н. Загоскин. Искушитель (1838)]

Ты останешься не один, тебе будет весело. Я ИСПУГАЛСЯ. Бедная Надина!

8. Но я решил повезти его в Москву, невысказанно было его ОСТАВЛЯТЬ НА ПРОИЗВОЛ СУДЬБЫ. [Рюрик Ивнев. Дневник (1955)]

Но я решил повезти его в Москву, невысказанно было о нем НЕ ЗАБОТИТЬСЯ.

9. Ельцин сделал ставку на Гайдара и его команду, которые изрядно «пошутили» с экономикой России, фактически от нее ОСТАВИЛИ РОЖКИ ДА НОЖКИ. [В.В. Шелохаев. Дневник (2011)]

Ельцин сделал ставку на Гайдара и его команду, которые изрядно «пошутили» с экономикой России, фактически ее УНИЧТОЖИЛИ.

Одним из эффективных примеров практического применения системы автоматической адаптации русскоязычных текстов является предобработка текста перед применением машинного перевода текста.

Так текст, содержащий словосочетание для замены, при дословном машинном переводе теряет смысл. Пример:

И приходится через силу улыбаться и делать вид, что все это – ЧЕПУХА НА ПОСТНОМ МАСЛЕ.

And you have to force yourself to smile and pretend that all this is NONSENSE IN VEGETABLE OIL.

В то время как упрощенный текст после машинного перевода сохраняет смысл и логику. Например:

И приходится через силу улыбаться и делать вид, что все это – ВЗДОР.

And you have to force yourself to smile and pretend that all this is NONSENSE.

Перспектива практического применения системы автоматической адаптации русскоязычных текстов состоит в возможности применения полученных результатов при разработке программных приложений для машинного перевода, информационного поиска, автоматического реферирования, классификации текстов. А также для подготовки текстов для детей или взрослых, изучающих русский язык как иностранный, для людей, страдающих различными нарушениями восприятия, препятствующими пониманию лексически сложных текстов.

Литература

1. Александрова, З.Е. Словарь синонимов русского языка: Практический справочник [Текст] / З. Е. Александрова. - М.: Рус. яз., 2001. - 568 с.
2. Большакова, С.А. Об автоматизированных системах адаптации русскоязычных текстов [Текст] / С.А. Большакова // Материалы Донецкого международного научного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение» ИИ-2020. – Донецк: ГУ ИПИИ, 2020. – С. 27–32.
3. Ниценко А.В., Шелепов В.Ю., Большакова С.А., Ивашко К.С. Русское синтаксическое управление при словесных заменах. Слова с функциями наречия и существительного // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 2(17). – С. 46–57.
4. Ниценко А.В., Шелепов В.Ю., Большакова С.А., Ивашко К.С. О словесных заменах, сохраняющих смысл русского предложения // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 1(16). – С. 63–74.
5. Национальный корпус русского языка. [Электронный ресурс] // URL: <http://ruscorpora.ru/new/index.html>. (дата обращения: 10.05.2024).



В.И. Бондаренко, В.О. Елисеев, Т.В. Ермоленко

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
naturewild71@gmail.com*

Анализ тональности текста (Sentiment Analysis, SA) является одной из основных задач обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Данная задача связана с определением эмоциональной оценки авторов (мнений) относительно некоторых объектов, о которых идет речь в тексте. SA-задача сводится к задаче классификации текста, классами тональных оценок, как правило, являются позитивная, негативная, нейтральная (не имеет эмоциональной окраски) [1].

С практической точки зрения анализ тональности текста полезен в широком спектре применений – начиная с оценки общественного мнения при различных ключевых ситуациях (как анализ постов пользователей в социальных сетях, так и анализ публикаций независимых медиа), заканчивая совершенствованием рекомендательных алгоритмов для маркетплейсов, с учетом отзывов на конкретные товары. С научной же точки зрения SA-задача полезна тем, что является одной из наиболее нативных задач классификации в области NLP и на примере ее решения можно судить о качестве языковой модели, в частности ее способности к тонкой настройке.

В данной работе рассмотрены 3 подхода к решению SA-задачи – тонкая настройка натренированных на русскоязычных текстах моделей RuBERT [2] и RuGPT-3 [3] (в среднем и малом размерах), а также использование Light AutoML [4] (далее LAMA) – AutoML фреймворка от SberAI, содержащего набор пресетов для быстрого и качественного решения наиболее частых задач в области машинного обучения и прочей функциональности, позволяющей ускорить процесс разработки и внедрения моделей машинного обучения.

Цель исследования – сравнительный анализ средств анализа тональности текста, их преимущества и недостатки на примере практического решения.

Для проведения анализа будем использовать корпус отзывов покупателей [5] и новостной корпус [6]. Оба корпуса содержат русскоязычные тексты трех классов: нейтральные, позитивные, негативные. Для проверки сбалансированности классов построены гистограммы распределения классов в сформированных наборах данных отзывов (рис. 1). На рисунке также отображена подвыборка, размером в 15% от исходной, использованная для обучения модели RuGPT-3 среднего размера.

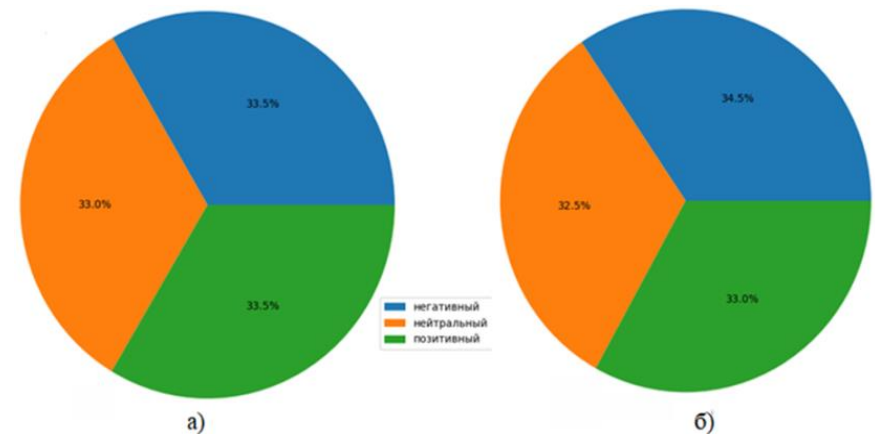


Рисунок 1 – Круговые диаграммы распределения классов на корпусе отзывов полного объема (а) и на 15%-ной подвыборке(б)

В данном случае классы сбалансированы примерно равномерно, поэтому дополнительная предобработка датасета не требуется.

Диаграмма распределения классов в текстовом корпусе новостей представлена на рис. 2.

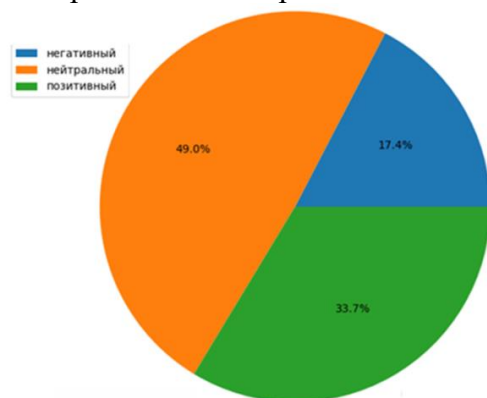


Рисунок 2 – Круговая диаграмма распределения классов на новостном корпусе

Мажоритарным классом является класс нейтральных отзывов, существенного дисбаланса классов не наблюдается, поэтому дополнительная предобработка датасета для выравнивания классов также не требуется.

В рамках исследования были обучены следующие модели: RuGPT-3 small на корпусе отзывов полного объема (далее GSR), RuGPT-3 medium на 15%-ной подвыборке корпуса отзывов (далее GM), RuGPT-3 small на новостном корпусе (далее GSN), RuBERT на 15%-ной подвыборке корпуса отзывов (далее BR), RuBERT на новостном корпусе (BN) и модели, полученные с помощью LAMA на новостном корпусе и на корпусе отзывов – LL и SL соответственно.

Модели, основанные на RuBERT, дообучали последний слой с настраиваемой размерностью [7]. У моделей на RuGPT-3 последний линейный слой, с количеством выходов равным размеру словаря модели, менялся на линейный классифицирующий с тремя выходами (по числу классов), все веса модели замораживались и обучался только новый слой [1].

Обучение моделей с помощью LAMA происходило с помощью пресета TabularNLPAutoML и класса Task, которому передавался тип решаемой задачи (мультиклассовая классификация) и оптимизируемая метрика (средневзвешенная F1 мера [8]). Тренировочные данные также делились на обучающую и тестовую выборки в процентном соотношении 80/20.

С помощью пресета TabularNLPAutoML задается набор алгоритмов для результирующей модели. В процессе обучения LAMA строит ансамбль из указанных алгоритмов, подбирает оптимальное количество экземпляров классификаторов каждого типа, подбирает весовые коэффициенты, с которыми будут учитываться усредненные предсказания каждого экземпляра из наборов по типам. При слишком низком весовом коэффициенте тип классификатора может быть исключен из ансамбля.

В данном исследовании в качестве типов классификаторов использовались нейронная сеть, линейная регрессия с L2-регуляризацией [9] и LightGBM (градиентный бустинг) [10]. Обучение моделей происходило с помощью графического процессора NVIDIA GeForce RTX 3060 с 12 Гб видеопамяти.

Полученная после обучения модель классификации покупательских отзывов имеет вид:

$$0.05008 * 3 \text{ averaged models LinearL2} + 0.18599 * 3 \text{ averaged models LightGBM} + 0.76393 * 1 \text{ averaged models TorchNN_linear_layer_0}$$

Полученная после обучения модель классификации покупательских отзывов имеет вид:

$0.15584 * 3 \text{ averaged models LinearL2} + 0.28625 * 3 \text{ averaged models LightGBM} + 0.55791 * 3 \text{ averaged models TorchNN_linear_layer_0}$

В обоих случаях наибольший вес имеют предположения нейронных сетей, что говорит о том, что этот алгоритм наиболее подходит для решения SA-задачи.

Таблица 1 – сравнение всех обученных моделей классификации

	GSR	GM	GSN	BR	BN	LL	SL
Время обучения (мин)	553	108	197	56	91	24	85
Время теста (сек)	521	1280	358	331	91	252	275
Точность	0.723	0.718	0.733	0.65	0.638	0.68	0.78
F1	0.721	0.715	0.726	0.647	0.582	0.67	0.78
Вес	525	1443	525	678	678	6809	2744

Можно видеть, что немного превосходящее качество классификации дают модели, построенные с помощью LAMA, особенно это заметно на корпусе отзывов. Однако для новостного корпуса наилучшим решением является тонкая настройка RuGPT, особенно это заметно по размеру выходного файла модели – вариант от LAMA является практически непригодным к использованию. Также стоит отметить высокую скорость обучения и обработки тестовых данных LAMA-моделями, однако по сумме показателей наиболее оптимальным решением является использование тонко настроенной RuGPT-3. В пользу этого также говорит тот факт, что наибольший вес в ансамбле от LAMA получила нейросетевая часть, что говорит о том, что именно

эта часть классификатора является наиболее важной и дальнейшие улучшения будут наиболее оптимальны именно в области совершенствования нейронной сети, что достигается при использовании внутренних механизмов GPT. Исходный код проекта размещен в открытом доступе на GitHub [11].

Литература

1. В. И. Бондаренко, В. О. Елисеев, Т. В. Ермоленко. Анализ эффективности глубоких языковых моделей для задачи определения тональности русскоязычных текстов // Проблемы искусственного интеллекта. – 2024. – № 1 (поступила в редакцию).
2. Kuratov Y., Arkhipov M. Adaptation of deep bidirectional multilingual transformers for Russian language //arXiv preprint arXiv:1905.07213. – 2019.
3. Zmitrovich D. A Family of Pretrained Transformer Language Models for Russian / D. Zmitrovich, A. Abramov, A. Kalmykov, M. Tikhonova, E. Taktasheva, D. Astafurov, M. Baushenko, A. Snegirev, T. Shavrina, S. Markov, V. Mikhailov, A. Fenogenova. – 2023.
4. Vakhrushev A. et al. Lightautoml: Automl solution for a large financial services ecosystem //arXiv preprint arXiv:2109.01528. – 2021.
5. Russian-language reviews | Kaggle [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/laytsw/reviews>.
6. Sentiment Analysis in Russian | Kaggle [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/competitions/sentiment-analysis-in-russian/data>.
7. Transformers | HuggingFace [Электронный ресурс]. – URL: <https://huggingface.co/docs/transformers>.
8. Humphrey A. Machine-learning classification of astronomical sources: estimating F1-score in the absence of ground truth / A. Humphrey, W. Kuberski, J. Bialek, N. Perrakis, W. Cools, N. Nuytens, H. Elakhrass, P.A.C. Cunha // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters. – 2022. – Т. 517. – № 1.
9. Yilmaz F. F., Heckel R. Regularization-wise double descent: Why it occurs and how to eliminate it //2022 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT). – IEEE, 2022. – С. 426-431.

10. Ke G. et al. Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree //Advances in neural information processing systems. – 2017. – Т. 30.

11. Eliseev Vadim. Sentiment Analysis Fine Tuned [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/EliseevVadim/sentiment-analysis-fine-tuned>.



В.В. Бондарчук, С.Б. Иванова, Н.М. Кравченко

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И НЕМЕДИКАМЕНТОЗНОЙ
САМОРЕГУЛЯЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ЛИЧНОСТИ**

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
vv_bondar@mail.ru, iai_sb_ivanova@mail.ru
natali_kravchenko70@mail.ru*

Проблема исследования человеческих эмоций в непосредственной связи с познавательной способностью и деятельностью человека как неотъемлемой части его сознания является одной из актуальных фундаментальных проблем современности. Это связано с тем, что во взаимодействии с окружающим миром личность оказывается перед ситуацией выбора разных средств реализации своей активности в зависимости от поставленной цели, индивидуальных особенностей, условий окружающей действительности, эмоциональных особенностей людей, которые с ней взаимодействуют. В ситуации выбора решения уменьшение нео-

пределенности возможно лишь средствами регуляции эмоций, а в случае психологической регуляции – средствами саморегуляции эмоций в том смысле, что человек сам исследует ситуацию, программирует свою активность, контролирует и корректирует результаты собственной деятельности, учитывая свое эмоциональное состояние. Поэтому, более глубокое изучение эмоций, особенности их формирования и проявления, а также важность учета их в процессах принятия решений является одной из важных целей и проблем современных психологических исследований.

Несмотря на значительное количество работ по этой проблематике еще недостаточно изучены факторы, влияющие на регуляцию психоэмоциональных состояний, не определена индивидуальная чувствительность личности к их влиянию, отсутствуют теоретико-экспериментальные данные об эффективности использования разных по своей специфике эмоциональных средств регуляции, их взаимодействие между собой для усиления положительного эффекта на уровне состояний и их динамики. Актуальность представленного исследования несомненна. Можно отметить, что идея этого исследования «лежит на поверхности», проявление стресса и некомфортного состояния у людей видны невооруженным глазом. При этом, профессионал – медицинский работник, следуя утвержденным алгоритмам и личному опыту способен оценить состояние человека и предложить коррекцию.

Данная научная проблема предполагает разработку алгоритмов косвенной критериальности обученными нейронными сетями – элементами искусственного интеллекта. Несмотря на очевидность задачи, ее реализация сталкивается с нетривиальными задачами распознавания лицевых эмоций (распознавание изображений и видео), построения моделей психоэмоционального состояния и методик коррекции.

В ситуации выбора решения уменьшение неопределенности возможно лишь средствами регуляции эмоций,

а в случае психологической регуляции – средствами саморегуляции эмоций в том смысле, что человек сам исследует ситуацию, программирует свою активность, контролирует и корректирует результаты собственной деятельности, учитывая свое эмоциональное состояние. Инновационные решения задачи нового типа осуществляют диагностику психоэмоционального состояния человека, новые связи между внешними проявлениями эмоций и внутренним состоянием, что недоступно человеку, работающему по алгоритмам, но доступно искусственному интеллекту, не ограниченному вычислительными возможностями и проблемами памяти естественного интеллекта. Исследования в этой области на стыке наук могут привести к неожиданным новым интересным результатам. Основными задачами, предлагаемыми к решению в настоящем исследовании, являются следующие: проанализировать существующие подходы к изучению взаимодействия эмоций и сознания, в том числе на основе данных о функциональной специфике полушарий мозга, подтверждающих гипотезу о значении эмоций как организующего фактора сознания; разработать теоретическую и методологическую базу исследования на основании различных теорий эмоций; определить значение функциональной активности эмоций, проанализировать влияние эмоционального состояния на мотивационную и деятельностьную сферу личности; рассмотреть проблему экспрессии, проанализировать эволюционно-биологическое значение экспрессии субъекта в социальном взаимодействии, описать паттерны экспрессивных проявлений фундаментальных эмоций, проанализировать вопросы комбинированности эмоций в паттерны и вопросы их экспрессивных особенностей; проанализировать экспрессивные проявления фундаментальных эмоций и эмоциональных паттернов, роль их адекватного распознавания в форми-

ровании эмоционального интеллекта; определить содержательную психоэмоциональную характеристику и феноменологическую структуру состояния хронического стресса военного времени; сформулировать концептуальную теоретическую модель эмоционального реагирования личности в условиях хронического стресса военного времени; разработать классификатор характерных экспрессивных наборов различных комбинаций эмоций, распознаваемых при социальном общении; разработать проект базы данных и интеллектуальной системы для сбора информации о психоэмоциональном состоянии человека на основе психодиагностических тестов и с помощью элементов искусственного интеллекта (распознавание эмоций по лицевым экспрессиям и моделирование эмоций с применением искусственных нейронных сетей); разработать алгоритмы и программное обеспечение для диагностирования психоэмоционального состояния по указанным методикам и накопления полученной информации в базе данных.

Опыт успешных научных разработок и внедрений нетривиальных задач и технологий реализации гетерогенных информационных систем [1-2], методов и алгоритмов проектирования систем диагностики и реабилитации эмоционального искусственного интеллекта [3-5], инновационных подходов в системном анализе нейросетевой параметризации базы знаний [6-9], формализации процесса анализа, обработки и классификации онтологий эмоций в экспертных системах диагностики с учетом технологий компьютерного проектирования систем искусственного эмоционального интеллекта [10-12], принципов математического моделирования систем искусственного эмоционального интеллекта и параметрическая оптимизация онтологий [13-14], методов цифровой обработки информации для получения достоверных характеристик объектов при моделировании системы и нейросетевых методологий управления процессом детекции

экзогенных и эндогенных факторов адаптивной системы эмоционального искусственного интеллекта с извлечением робастных признаков мультимодальных систем [15] позволили разработать компьютерную интеллектуальную технологию диагностирования и безмедикаментозной саморегуляции психоэмоциональных состояний личности в условиях хронического стресса военного времени.

Литература

1. Bondarchuk V.V., Ivanova S.B., Kravchenko N.M. Modeling of distributed heterogeneous supercomputer systems of socio-economic development. The scientific heritage / Венгрия. – № 90 (90). – 28 мая, 2022 г. – Cosmos Impact Factor – 3.336. – SJIF Impact Factor – 5.386. – ISSN 9215 – 0365. – P. 124–127.

2. Bondarchuk V.V., Ivanova S.B., Kravchenko N.M. Practical results of creating a multiservice intelligent system automated access to scientific and technical information [Текст] / V.V. Bondarchuk, S.B. Ivanova, N.M. Kravchenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 7-8 – 2019. ISSN 2310-5607

3. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M., Ivanova S.B. Intelligent control system psycho-physio diagnostics with elements of correction. Scientific achievements of modern society. Abstracts of the 7th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2020. – P. 40–41. – Режим доступа: URL: <http://sci-conf.com.ua>.

4. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M. Multipurpose support system expert psycho physiologiodiagnostic solutions. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 7th International scientific and practical conference. Publishing House «ACCENT». Sofia, Bulgaria. 2020. – P. 14–16. – Режим доступа : <http://sci-conf.com.ua>; URL: <http://sci-conf.com.ua>.

5. Бондарчук В.В. Мультисервисная суперкомпьютерная сеть управления процессами социально-экономического развития. EUROPEAN RESEARCH: сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции / Отв. ред. к.э.н. Герман Юрьевич Гуляев. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. – 218 с. – С. 39–43.

6. Кравченко Н.М., Иванова С.Б., Бондарчук В.В. Технологии реализации интеллектуальной системы психофизио-диагностики [Текст] / // Европейские научные исследования : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. – 260 с. – С. 47–53.

7. Ключанова Т.Д., Кравченко Н.М., Бондарчук В.В. Интеллектуальные базы знаний по обработке, анализу и распознаванию компонент функционала психофизиодиагностики. Материалы Донецкого международного научного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение» ИИ-2020. – Донецк: ГУ ИПИИ, 2020. – С. 84–87.

8. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M. Modeling of software for managing meta-information resources. II International Scientific and Practical Conference «Current questions of modern science». – January 12-13, 2023, Tallinn, Estonia. – 71 p. – С. 52–57. – ISBN 978-92-44513-31-6; DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.7543322>. – Режим доступа: <https://conference-w.com>

9. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M. Fundamentals of Dynamic Systems Software Desing. Proceedings of the Intertnacional Conference «Scientific Research of the SCO Countries Synergy and Integration. – Beijing, China. – Date: 09.08.2023. – S. 156–161. – DOI 10.34660/INF.2023.44.51.203. – UDC 002.6:004.415.048.65.

10. Bondarchuk V.V., Artificial Emotional Intelligence management system: diagnostics and rehabilitation. Proceedings of the International University Forum «Practice Oriented Science: UAE – Russia – India». – Dubai, UAE. – 19 September 2023. – 200 p. – P. 178–180. – DOI 10/34660/INF.2023.30.67.236. – UDC 002.6:004.415.048.65. – ISBN 978-5-905695-87-95.

11. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M. Functional Features of Methods and Tools for Computer-Aided Design of Artificial Emotional Intelligence Systems. The I International Scientific and Practical Conference «Topical Aspects of Modern Scientific Research». – GPN Publishing Group, Tokyo, Japan, Sci-Conf.com.ua. – 28-30 September 2023. – 276 p. – P. 75–85. – ISBN 978-4-9783419-2-1. – UDC 004.8.

12. Бондарчук В.В., Кравченко Н.М. Технологии компьютерного проектирования систем искусственного эмоционального интеллекта. «Высшая школа: научные

исследования»: материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 13 октября 2023 г.). – Т. 1. – Москва: Инфинити, 2023. – 170 с. – С. 130–134. – ISBN 978-5-905695-53-7. – DOI 10.34660/INF.2023.58.92.386

13. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M. Neural network design of emotional intelligence system: problems and solutions. Proceedings of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration». – Reports in English (November 11, 2023. Beijing, PRC). – Scientific publishing house Infinity, 2023. – P. 173–178. – ISBN 978-5-905695-82-7. – DOI 10.34660/INF.2023.51.99.227

14. Бондарчук В.В., Кравченко Н.М. Математическое моделирование систем искусственного эмоционального интеллекта. Ежемесячный научный журнал «Национальная ассоциация ученых (НАУ)». – 2023. – Т. 2, № 94. – С. 48–52. – ISSN Print 2412-5291. – DOI: 10.31618/NAS.2413-5291.2023.2.94.

15. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M. Parametric optimization of ontologies in artificial systems of emotional intelligence. «Scientific Research of the SCO countries: Synergy and Integration»/ Proceedings of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration». – Reports in English (December 23, 2023. Beijing, China). – P. 193–201. – ISBN 978-5-905695-82-7. – DOI 10.34660/INF.2023.45.37.252

16. Bondarchuk V.V., Kravchenko N.M., Pikalyov Ya.S. Indirect criteria algorithm for the control of a cognitive neural network. Proceeding of the International University Scientific Forum «Practice Oriented Science: UAE – Russia – India» (07.01.2024). – P. 92–102. – ISBN 978-5-905695-87-2. – DOI 10.34660/INF.2024.32.41.030.

17. Бондарчук В.В., Кравченко Н.М. Нейросетевая методология управления процессом детекции экзогенных и эндогенных факторов адаптивной системы эмоционального искусственного интеллекта. Международный электронный научный журнал «Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки». – Т. 2, № 11. – С. 3–12. – ISSN (электронный вариант): 2782-246X. – DOI: 10.31618/2782-246X (Дата публикации: 03.01.2024 г.).





*И.А. Буковская, В.А. Дикарев, А.Ю. Кикина,
Д.А. Петелин, А.Н. Симбаев*

О РАЗВИТИИ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»,
п. Звездный городок, Московская обл., Россия
A.Simbaev@gctc.ru*

Создание интеллектуальных интегрированных (объединяющих, сочетающих, совмещенных, совместных...) технологий виртуальной, дополненной реальности и манипуляции, возможно, сможет стать заделом для развития интеллектуальных человеко-машинных интерфейсов (ЧМИ), эргатических систем (ЭС). В ЭС традиционно рассматриваются интерфейсы «человек-машина», а интерфейсы «машина-человек», «машина-машина» – нет. А это, возможно, стоит учитывать для развития робототехнических технологий в интересах достижения коллаборации в таких системах. Такие технологии смогут способствовать развитию, в том числе нового направления в науке и технике – интеллектуальные человеко-машинные интерфейсы (ЧМИ), которые смогут адаптироваться под конкретного космонавта (оператора) и конкретную машину, и обеспечивать «разумное» взаимодействие между ними посредством речи, мимики, жестов, движений и т.п. Возможно, интеллектуальные ЧМИ станут

некоторым прототипом для виртуальных интеллектуальных интерфейсов машин, обеспечивающих коллаборативное групповое взаимодействие между машинами в понятных и привычных для космонавтов формах коммуникаций.

Предполагается, что при рассмотрении коллаборативных робототехнических технологий и систем (КРТиС) компоненты ЭС «космонавт – робототехническая система (РТС)» могут находиться в бинарных системных отношениях взаимодействия космонавта и РТС: конфликт, безразличие и сотрудничество. Конфликт определяется снижением целевой функции полезности ЭС «человек – РТС», безразличие – её неизменностью, сотрудничество – её повышением. Вместе с тем целью создания и применения космических коллаборативных роботов (космокоботов) является достижение между компонентами системы ЭС «человек – РТС» сотрудничества путем недопущения конфликта и исключения безразличия.

Развитие и внедрение КРТиС, направленных на выполнение совместных операций с эффектом в отношениях сотрудничества в сочетании с интеллектуальными интегрированными технологиями и средствами виртуальной, дополненной реальности и манипуляции (элементов искусственного интеллекта) является предпосылкой:

- для трансформации роботов-помощников космонавтов в роботы-партнеры космонавтов, которые обеспечат их взаимодействие с эффектом отношения сотрудничества в процессе выполнения совместной деятельности, соответственно, и расширение задач на РОС) с использованием коллаборативных РТС;

- для разработки РТС, обеспечивающих выполнение задач во время отсутствия космонавтов, что является актуальным.

В интересах обеспечения функционирования перспективных пилотируемых космических объектов (ППКО), обслуживания их систем в беспилотном полете и при

нештатных ситуациях, а также операционной и информационной поддержки совместных операций с эффектом сотрудничества внутри - и внекорабельной деятельности (ВнуКД и ВКД) при ограничениях функциональных возможностей членов экипажа целесообразным является проведение целевых работ по получению экспериментальных данных для развития КРТиС в условиях факторов космического пространства.

Необходимые данные для решения этих задач могут быть получены путем организации и проведения специальных экспериментальных исследований на ППКО с использованием бортовой версии комплексного стенда-тренажера робототехнических систем (КСТ РТС) в целях отработки и дальнейшего развития КРТиС в обеспечение функционирования ППКО, обслуживание их систем в беспилотном полете и при нештатных ситуациях, а также процессов операционной и информационной поддержки ВнуКД и ВКД при ограничениях функциональных возможностей членов экипажа. При создании КСТ РТС может быть использован задел приобретенного и развиваемого потенциала УКС РТС [1-4].

КСТ РТС должен предусматривать возможность проведения концептуальных и системных экспериментальных исследований в лабораторных условиях (лабораторно-экспериментальных исследований), а также и прикладных, поисковых экспериментальных исследований вне лабораторных условий (внелабораторно-экспериментальных исследований), следовательно, обладать стационарными и мобильными свойствами, реализованными через соответствующие варианты исполнения. Аналогом КСТ РТС является модернизированный универсальный компьютерный стенд (УКС) РТС ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина, включающий мобильное автоматизированное рабочее место для отработки процессов взаимодействия космонавтов с экспериментальными РТС в виртуальной

среде и с использованием физических образцов их задающих и исполнительных устройств (разработчик – Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Андронидная техника». В частности, в УКС РТС применены элементы искусственного интеллекта (ИИ) для отработки технологий супервизорного и речевого управления экспериментальными РТС.

Стационарный КСТ РТС, включающий в свой состав стенды-тренажеры (СТ) РТС, создается на основе преемственности задела приобретенного и развиваемого потенциала УКС РТС в соответствии с моделью его развития. Научная аппаратура (НА) представляет собой бортовой вариант КСТ РТС, которая:

– с одной стороны, является объединенной совокупностью СТ РТС (дополняемых и/или обновляемых), в том числе:

- СТ антропоморфных роботов;
- СТ роботизированных манипуляторов;
- СТ роботизированных роверов;
- СТ роботизированных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);
- СТ роботизированных информационно-интеллектуальных устройств;

СТ, адаптируемый к НА по космической робототехнике для РОС, и т.п.;

– с другой стороны, является объединенной совокупностью кейсов (дополняемых и/или обновляемых) сценариев использования КРТиС в обеспечении функционирования ППКО, обслуживание их систем в беспилотном полете и при нештатных ситуациях, а также ограничениях функциональных возможностей членов экипажа при совместном выполнении операций ВнукД и ВКД.

Стенды-тренажеры РТС в составе бортового варианта КСТ РТС могут быть использованы как автономно – для

отработки взаимодействия космонавтов с конкретными типами РТС, так и совместно – для отработки взаимодействия космонавтов с сочетающимися типами РТС, в частности: «роботизированный манипулятор – антропоморфный робот».

Информационно-моделирующая среда бортовой версии КСТ РТС может предусматривать реализацию технологии:

- виртуальной реальности – для отработки взаимодействия космонавтов всех возможных вариантов применения РТС без исполнительных устройств;

- дополненной реальности – для отработки взаимодействия космонавтов вариантов применения РТС с исполнительными устройствами;

- сочетания дополненной реальности и виртуальной реальности – для отработки взаимодействия космонавтов вариантов применения РТС с реальными исполнительными устройствами совместно с виртуальными исполнительными устройствами в реальных и/или виртуальных окружениях.

Для проведения бортовых экспериментальных исследований требуется изготовление специального программного обеспечения и предварительная конфигурация вычислительной сети из однотипных бортовых компьютеров для отработки КТРС в виртуальной среде и с возможностью сопряжения с их физическими образцами, задающими и исполнительными.

Это позволит в дальнейшем сформировать задел для создания интеллектуальных интегрированных технологий виртуальной, дополненной реальности и манипуляции процессов операционной и информационной поддержки космонавтов при ВнукД и ВКД в обеспечение выполнения совместных операций деятельности космонавтов в ППКО в

условиях ограничений функциональных возможностей членов экипажа.

Литература

1. Предпосылки и результаты модернизации универсального компьютерного стенда робототехнических систем / В.А. Дикарев, В.А. Довженко, Э.В. Никитов, Ю.С. Чеботарев // Пилотируемые полеты в космос. – № 4 (41). – 2021. – С. 36-47.

2. Чеботарев Ю.С., Дикарев В.А. О некоторых направлениях обеспечения коллаборативного взаимодействия космонавтов с робототехническими системами для пилотируемых космических полетов. // Труды международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника» (Proceedings of the International scientific and technological conference «Extremorobotics»). – 352 с. – 10.31776/ConfER.32.2021. – С. 65-77.

3. О возможности отработки коллаборативного использования антропоморфной и манипуляционной робототехнической системы для операционной поддержки внекарабельной деятельности космонавтов / В.А. Дикарев, А.Ю. Кикина, Ю.С. Чеботарев, Э.В. Никитов, М.В. Кондратенко, Ю.С. Агаркова // Пилотируемые полеты в космос. – № 3(44). – 2022. – С.69-84.

4. Исследование возможностей использования робототехнических систем для поддержания операторской деятельности экипажей и формирования экосистемы/микроклимата сотрудничества / В.А. Дикарев, В.И. Дубинин, А.Н. Симбаев, А.Ю. Кикина, Ю.С. Чеботарев, Э.В. Никитов, И.А. Розанов // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(47). – 2023. – С. 15-31.





О.А. Бутков

ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СКОРОСТИ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ОРТОГОНАЛЬНЫХ МАСОК В СВЕРХТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
gu_ipii@mail.ru*

1 Ортогональные маски: основные принципы и концепции.

– Ортогональные маски (Orthogonal Masks) – это концепция, используемая в компьютерном зрении и обработке изображений для обнаружения и локализации объектов. Основные принципы и концепции ортогональных масок включают:

– «Построение масок»: ортогональные маски представляют собой набор бинарных масок (матриц), которые покрывают всю область изображения без перекрытий и пропусков. Каждая маска имеет ортогональный (перпендикулярный) шаблон по отношению к остальным маскам.

– «Корреляция с изображением»: каждая ортогональная маска применяется ко входному изображению путем вычисления корреляции (наложения) между маской и изображением. Это дает в результате карту активаций, где высокие значения соответствуют областям изображения, похожим на шаблон маски.

– «Локализация объектов»: объекты на изображении можно локализовать, анализируя пики на картах активаций. Пики соответствуют областям, где форма объекта наиболее похожа на шаблоны ортогональных масок.

– «Ортогональность»: маски спроектированы таким образом, чтобы быть ортогональными (перпендикулярными) друг другу. Это означает, что каждая маска чувствительна к определенным ориентациям и формам на изображении, и вместе они покрывают широкий спектр возможных шаблонов объектов.

– «Масштабирование и вращение»: для обнаружения объектов различных размеров и ориентаций используются наборы ортогональных масок с различными масштабами и поворотами.

– «Простота вычислений»: корреляция бинарных масок с изображением является относительно простой операцией, что делает обнаружение объектов с ортогональными масками эффективным с вычислительной точки зрения.

Ортогональные маски широко использовались в ранних подходах к обнаружению объектов, таких как SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) и SURF (Speeded-Up Robust Features). Однако в последнее время они были в значительной степени заменены более современными методами глубокого обучения, такими как сверточные нейронные сети, которые автоматически извлекают и обучаются на релевантных признаках объектов из данных.

2 Ортогональные маски: основные принципы и концепции их применения в сверточных нейронных сетях R-CNN.

Ортогональные маски не являются основной концепцией в архитектурах сверточных нейронных сетей для обнаружения объектов, таких как R-CNN (Region-based Convolutional Neural Networks). Тем не менее, идея использования совокупности разных шаблонов или фильтров для обнаружения различных признаков объектов лежит в основе сверточных слоев. В R-CNN и родственных архи-

текстурах типа Faster R-CNN, Mask R-CNN основные принципы и концепции, связанные с обнаружением объектов, включают:

- «Сверточные слои»: сети используют несколько сверточных слоев для извлечения визуальных признаков из изображения на разных уровнях абстракции. Сверточные ядра действуют как набор фильтров/шаблонов, обнаруживающих различные визуальные примитивы, такие как грани, углы, текстуры.

- «Предложения областей интереса (Region Proposals)»: вместо применения фильтров/шаблонов к полному изображению, сети генерируют множество предложенных областей (region proposals), которые потенциально могут содержать объекты.

- «Экстракторы признаков областей (Region Feature Extractors)»: для каждой предложенной области применяется отдельный извлекатель признаков, который извлекает мощные семантические признаки, специфичные для этой области.

- «Классификация и регрессия ограничивающих рамок»: на основе извлеченных признаков областей выполняется классификация объектов и уточнение ограничивающих рамок (bounding boxes) вокруг обнаруженных объектов.

- «Пост-обработка» (только для Mask R-CNN): в Mask R-CNN выделяется дополнительный поток для генерации бинарных масок сегментации пикселей для каждого обнаруженного объекта.

Таким образом, вместо использования предопределенного набора жестких шаблонов, как в случае с ортогональными масками, современные архитектуры R-CNN обучают сверточные фильтры извлекать оптимальные признаки для обнаружения объектов из данных во время обучения. Хотя идея использования набора разнообразных

фильтров/шаблонов сохраняется, основным преимуществом R-CNN является возможность обучения этих фильтров для конкретной задачи и набора данных в рамках единой объединенной архитектуры.

3 Преимущества применения ортогональных масок в сверточных нейронных сетях.

На самом деле, ортогональные маски напрямую не используются в современных сверточных нейронных сетях (например, в R-CNN, Faster R-CNN, Mask R-CNN и др.) для обнаружения объектов. Вместо этого сети обучаются извлекать наиболее подходящие признаки для конкретной задачи и данных через сверточные слои. Тем не менее, концепция ортогональных масок может предоставить некоторые преимущества, если ее объединить с архитектурой сверточной нейронной сети:

- «Инициализация сверточных фильтров»: ортогональные маски могут использоваться для инициализации весов сверточных фильтров на первых слоях сети перед обучением. Это может обеспечить более информативную начальную точку для обучения, так как фильтры будут чувствительны к разным ориентациям и формам.

- «Регуляризация»: наложение дополнительных ограничений ортогональности на фильтры может действовать как форма регуляризации и улучшить обобщающую способность сети.

- «Интерпретируемость»: если некоторые фильтры будут инициализированы ортогональными масками, это может помочь интерпретировать, к каким примитивам формы они чувствительны на ранних этапах обучения.

- «Объединение с другими подходами»: ортогональные маски можно объединить с другими методами обнаружения объектов, такими как селективный поиск (Selective Search), предложения областей (Region Proposals) и т.д., что потенциально может улучшить точность.

Однако важно отметить, что в современных сверточных сетях большая часть преимуществ достигается за

счет глубоких архитектур, масштабных наборов данных и мощных возможностей оптимизации, а не за счет использования каких-либо predetermined наборов шаблонов или масок. Поэтому, хотя концепция ортогональных масок может быть полезна на начальных этапах или в качестве дополнительного инструмента, она не рассматривается как основное преимущество в современных сверточных сетях для обнаружения объектов.

4 Увеличение вероятности обнаружения изображений при использовании ортогональных масок.

Некоторые идеи, лежащие в основе ортогональных масок, могут быть полезны для потенциального увеличения вероятности обнаружения объектов:

- «Инициализация сверточных фильтров»: можно инициализировать некоторые начальные сверточные фильтры сети ортогональными масками или их вариациями. Это может обеспечить более информативную начальную точку для обучения, так как фильтры будут чувствительны к различным ориентациям и формам.

- «Объединение с предложениями областей интереса»: ортогональные маски можно использовать для генерации дополнительных предложений областей интереса (region proposals), которые затем будут обрабатываться основной сетью обнаружения объектов. Это может повысить вероятность обнаружения за счет дополнительных предложений.

- «Постобработка и фильтрация»: результаты обнаружения объектов можно постобрабатывать и фильтровать с использованием ортогональных масок. Это может помочь удалить ложные срабатывания или объединить перекрывающиеся детекции.

- «Комбинация с другими методами»: ортогональные маски можно объединить с другими методами извлечения признаков, такими как SIFT, SURF или традицион-

ными методами обработки изображений. Это может улучшить производительность за счет использования различных источников информации.

Однако следует отметить, что современные сверточные сети уже очень эффективны в обнаружении объектов и достигают высоких показателей на стандартных бенчмарках. Существует несколько популярных бенчмарков (наборов данных и метрик) для оценки производительности сверточных нейронных сетей в различных задачах компьютерного зрения:

- «ImageNet»: один из наиболее известных бенчмарков для задачи классификации изображений. Состоит из более 14 миллионов изображений, разделенных на 1000 классов. Основные метрики: точность классификации (Top-1 и Top-5 accuracy);

- «COCO (Common Objects in Context)»: бенчмарк для задач обнаружения, сегментации, определения ключевых точек и определения подписей к изображениям. Содержит более 300 000 изображений с детальными аннотациями. Основные метрики: средняя точность (AP), AR и другие производные метрики;

- «PASCAL VOC»: старый, но широко используемый бенчмарк для задач обнаружения объектов, сегментации и классификации изображений. Состоит из около 20 000 изображений с аннотациями по 20 классам. Метрики: средняя точность (mAP) и другие производные;

- «Cityscapes»: бенчмарк для задач семантической сегментации городских сцен, включающий почти 25 000 изображений с детальными аннотациями на уровне пикселей. Основная метрика: средняя точность пересечения над объединением (mean IoU);

– «MS COCO Keypoints»: набор данных для задачи определения ключевых точек человеческого тела на изображениях, являющийся частью COCO. Метрики: точность определения ключевых точек (AP) и другие производные;

– «YouTube-8M»: большой набор данных для задачи классификации и аннотирования видео. Содержит миллионы видео с многомиллионными аннотациями. Метрика: точность классификации видео.

Эти бенчмарки позволяют сравнивать разные архитектуры сверточных сетей, методы обучения, стратегии оптимизации и другие подходы для решения ключевых задач компьютерного зрения. Они обеспечивают стандартизированную среду тестирования и облегчают репликацию и сравнение результатов. Поэтому любое улучшение, основанное на ортогональных масках, должно тщательно оцениваться и сравниваться с существующими подходами, чтобы определить, оправдывает ли оно дополнительную сложность и вычислительные затраты.

5 Улучшение скорости обработки изображений при применении ортогональных масок. Рассмотрим некоторые способы, как концепция ортогональных масок может потенциально повлиять на скорость обработки изображений:

– «Предварительная фильтрация изображений»: ортогональные маски могут использоваться для быстрой предварительной фильтрации изображений, не содержащих никаких объектов интереса. Это может быть достигнуто путем применения корреляции ортогональных масок к изображению и отбрасывания изображений, где нет значительных пиков на картах активаций.

– «Генерация предложений областей интереса»: вместо плотного сканирования изображения скользящим окном, ортогональные маски могут быть использованы для быстрой генерации предложений областей интереса (region proposals), которые затем будут обрабатываться основной

сетью обнаружения. Это может ускорить обработку, сосредоточив усилия только на релевантных областях.

– «Упрощенная архитектура для первоначального анализа»: можно разработать упрощенную архитектуру на основе ортогональных масок для первоначального быстрого анализа изображения. Затем более сложная сверточная сеть может применяться только к областям, где были обнаружены потенциальные объекты интереса на первом этапе.

– «Сокращение числа предложений областей»: ортогональные маски могут использоваться для фильтрации и сокращения числа предложений областей интереса, генерируемых другими методами, такими как SelectiveSearch или EdgeBoxes. Это может ускорить последующую обработку, сосредоточив усилия только на наиболее перспективных областях.

Однако важно отметить, что современные архитектуры сверточных сетей, такие как Faster R-CNN, уже очень эффективны и оптимизированы для быстрой обработки изображений. Поэтому любое потенциальное ускорение, основанное на ортогональных масках, должно тщательно оцениваться и сравниваться с существующими подходами, чтобы определить, оправдывает ли оно дополнительную сложность и вычислительные затраты.

6 Инновационные подходы к интеграции ортогональных масок в сверточные нейронные сети.

Существуют некоторые инновационные подходы, в которых идеи, лежащие в основе ортогональных масок, могут быть потенциально интегрированы в современные сверточные сети:

– «Инициализация сверточных фильтров»: одним из возможных подходов, может быть, инициализация некоторых начальных сверточных фильтров сети ортогональными масками или их вариациями. Это может обеспечить более информативную начальную точку для обучения,

поскольку фильтры будут чувствительны к различным ориентациям и формам объектов.

– «Комбинирование с предложениями областей интереса»: ортогональные маски можно использовать для генерации дополнительных предложений областей интереса (region proposals), которые затем будут обрабатываться основной сверхточной сетью. Это может потенциально увеличить вероятность обнаружения объектов за счет дополнительных предложений.

– «Модули внимания на основе ортогональных масок»: можно исследовать возможность включения модулей внимания, основанных на ортогональных масках, в архитектуру сверхточной сети. Эти модули могут помочь сети сосредоточиться на наиболее релевантных признаках объектов, определяемых ортогональными масками.

– «Постобработка и фильтрация на основе ортогональных масок»: результаты обнаружения объектов, полученные сверхточной сетью, могут быть дополнительно постобработаны и отфильтрованы с использованием ортогональных масок. Это может помочь удалить ложные срабатывания или объединить перекрывающиеся детекции.

Современные сверхточные сети уже достигают высоких показателей производительности на стандартных бенчмарках, таких как COCO, PASCAL VOC и ImageNet. Поэтому любая попытка интеграции ортогональных масок должна тщательно оцениваться и сравниваться с существующими подходами, чтобы определить, оправдывает ли она дополнительную сложность и вычислительные затраты, а также приводит ли к значительному улучшению производительности.

Литература

1. Orthogonal Convolutional Neural Networks/ Jiayun Wang, Yubei Chen, Rudrasish Chakraborty, Stella X. Yu [https:// doi.org/](https://doi.org/)

10.48550/arXiv.1911.12207

2. BEIT: BERTPre-Training of Image Transformers/ Hangbo Bao, Li Dong, Songhao Piao, Furu Wei [https://doi.org/ 10.48550/arXiv.2106.08254](https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.08254).

3. The open images dataset v4 [Текст] / A. Kuznetsova, H. Rom, N. Alldrin, J. Uijlings, I. Krasin, J. Pont-Tuset, S. Kamali, S. Popov, M. Mallocci, Kolesnikov [и др.] // International Journal of Computer Vision. — 2020. Т. 128, № 7. — С. 1956—1981.



*И.В. Бычков, Р.К. Федоров,
А.К. Попова, Ю.В. Авраменко*

МЕТОД ОБРАБОТКИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Институт динамики систем и теории управления
им. В.М. Матросова, г. Иркутск, Россия
bychkov@icc.ru*

Эколого-климатический мониторинг позволяет оценить динамику изменений состояния окружающей среды и поддерживать обоснованные управленческие решения по перспективному развитию территорий. Знание изменений, происходящих в земной поверхности, имеет важное значение в городском и региональном планировании, оценке экологического состояния, мониторинге стихийных бедствий, оценке состояния лесов и почв. Картирование изменения земной поверхности – важный аспект широкого спектра

направлений, таких как планирование землепользования или смягчение последствий изменения климата. Следовательно, оценка изменения состояния земной поверхности требуется для самых разных целей в условиях быстрого роста населения наряду с экономическим и промышленным развитием.

Одной из широко используемых систем мониторинга является анализ данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с использованием методов классификации [1-4]. Современное развитие методов и технологий обработки данных ДЗЗ повысило эффективность мониторинга и увеличило его возможную частоту использования до режима, близкого к реальному времени, или ретроспективного обзора на десятилетия назад, благодаря оперативному получению данных в различных пространственных и временных масштабах.

Данные ДЗЗ любой территории имеют специфические спектральные и текстурные характеристики. Поэтому при мониторинге активно применяются методы классического обучения с учителем [10], позволяющие учитывать эти характеристики. Эти методы позволяют для каждого пикселя космоснимка определить его класс – растительность, открытая почва, вода, антропогенные объекты и т.д. С развитием методов машинного обучения искусственные нейронные сети оказались мощным инструментом для решения масштабных задач в области анализа данных ДЗЗ [1], [11]. Поэтому для классификации подстилающей поверхности используют глубокие нейронные сети [12-13], сверточные нейронные сети [14]. В работе [15] классификация типов подстилающей поверхности по космоснимкам проводится с помощью сверточных нейронных сетей. При этом методы глубокого обучения показали стабильно хорошие результаты на изображениях с разными характеристиками и на несбалансированных по размеру классам обучающей выборки.

В работе [16] отмечено, что сверточные нейронные сети (в частности, ResNet50) дают высокие результаты (99%

точности) при сегментации мультиспектральных космоснимков среднего разрешения, что позволяет их использовать для решения практических задач. Авторы использовали набор данных EuroSAT [17] из 27 000 изображений европейских стран, размеченных на 10 классов, в качестве входных данных для сети служили изображения размером 13х64х64.

Детализация и разделение классов на подклассы приводит к тому, что они часто имеют похожие спектральные и текстурные характеристики, и существующие методы классификации не показывают приемлемые результаты. Например, при разделении растительности на хвойные и лиственные леса, вырубки и кустарники, пастбища и сельскохозяйственные поля качество классификации страдает из-за ограниченного разнообразия исходных данных. Одних только спектральных характеристик не всегда достаточно для их разделения.

Предполагается, что можно различить близкие спектрально классы на снимках, привлекая больше разнородных или мультимодальных данных, например, рельеф, метеоданные, и анализируя последовательность данных на территорию в течение времени. Совместный анализ данных разной модальности позволяет охарактеризовать изображение на более детальном уровне, недостижимом при использовании данных одной модальности.

Ранее в ИДСТУ СО РАН для классификации космоснимков применяли сверточную нейронную сеть ResNet50. Обучающая выборка представлена образцами в виде тензоров 64х64х13, где 64х64 – это окрестность в пикселях, а 13 количество слоев Sentinel-2. Все слои приводились к разрешению 10 метров на пиксель. Природные особенности ландшафтов Байкальской природной территории обусловили следующий набор классов: Болота; Голая скала; Пастбище; Вырубки; Переходный лес/ кустарники; Хвойный лес; Редколесье; Лиственный лес; Смешанный лес; Облака; Пашня; Жилая зона; Вода.

В работе предлагается метод, позволяющий оценивать состояние окружающей среды на основе совместного анализа данных разной модальности. Данные разной модальности дополняют Sentinel-2 в виде набора слоев образца.

Добавление данных разной модальности отработано на данных Shuttle Radar Topography Mission, которые представляют цифровую модель высот. Данные SRTM можно получить в виде набора растровых файлов в формате TIFF, где в каждом пикселе хранится его высота надо уровнем моря. Разработан алгоритм, который для каждого изображения Sentinel-2 выполняет следующие шаги:

Шаг 1. Поиск файла SRTM, включающего экстенст изображения Sentinel-2.

Шаг 2. Перепроецирование файла SRTM в проекцию изображению Sentinel-2.

Шаг 3. Обрезка файла SRTM по экстенсту изображения Sentinel-2.

Шаг 4. Добавление слоя SRTM в образцы.

В результате выполнения алгоритма сформирована обучающая выборка на 12 классах по 3500 образцов в каждом. Было проведено обучение на 120 эпохах, средняя точность на верификационной выборке составила 0,70, F-мера=0,65. Для верификации взяты изображения, не участвовавшие в обучении. Результатом работы классификатора является сегментированное изображение, где в каждом пикселе указан его класс. Результат классификации сохраняется в файл в формате GEOTIFF.

Класс Голая скала в местах горных массивов имеет похожие спектральные характеристики с классом Жилая зона. Поэтому одной из частых ошибок классификации было присвоение класса Жилая зона пикселям горного массива. Добавление слоя высот позволило разделить эти два класса и улучшить качество классификации. Результаты классификации показывают перспективность совместного использования данных разной модальности.

Работа выполнена в рамках гранта № 075-15-2024-533 Министерства науки и высшего образования РФ на выполнение крупного научного проекта по приоритетным направлениям научно-технологического развития (проект «Фундаментальные исследования Байкальской природной территории на основе системы взаимосвязанных базовых методов, моделей, нейронных сетей и цифровой платформы экологического мониторинга окружающей среды»).

Литература

1. Talukdar, S. Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations-A review / Singha P., Mahato S., Shahfahad Pal, S., Liou Y.A., Rahman A. // Remote Sensing, 12(7), 1135, 2020. – DOI: 10.3390/rs12071135.
2. Keshtkar, H. Land-cover classification and analysis of change using machine-learning classifiers and multi-temporal remote sensing imagery / Keshtkar H., Voigt W., Alizadeh E. // Arab J Geosci 10, 154, 2017. – DOI: 10.1007/s12517-017-2899-y.
3. Lastovicka, J. Sentinel-2 data in an evaluation of the impact of the disturbances on forest vegetation / Lastovicka J., Svec P., Paluba D., Kobliuk N., Svoboda J., Hladky R., Stych P. // Remote Sensing 12(12), 1914, 2020. – DOI: 10.3390/rs12121914.
4. Puletti, N. Use of Sentinel-2 for forest classification in Mediterranean environments / Puletti N., Chianucci F., Castaldi C. – Ann. Silv. Res. 42, 2018. – P. 32–38. – DOI: 10.12899/ASR-1463.
5. Балашов И.В., Марченков В.В., Прошин А.А., Руткевич Б.П., Уваров И.А. Разработка сервисов для эффективного предоставления доступа к временным сериям данных сверхбольших распределённых архивов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 2. С.113-122. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-2-113-122.
6. Денисов П.В., Трошко К.А., Лупян Е.А., Толпин В.А. Возможности и опыт использования информационной системы Вега-PRO для мониторинга сельскохозяйственных земель // Вычислительные технологии. 2022. Т. 27. № 3. С.66-83. DOI: 10.25743/ICT.2022.27.3.006.
7. Venter Z.S. et al. Global 10 m Land Use Land Cover Datasets:

A Comparison of Dynamic World, World Cover and Esri Land Cover // Remote Sens. 2022. Vol. 14. P. 4101.

8. Wang D., Wan B., Qiu P., Su Y., Guo Q., Wang R., Sun F., Wu X. Evaluating the performance of Sentinel-2, Landsat 8 and Pléiades-1 in mapping mangrove extent and species // Remote Sens. 2018. Vol. 10, № 9.

9. Abdi A.M. Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data // GIScience Remote Sens. Taylor & Francis, 2020. Vol. 57, № 1. P. 1–20.

10. Grabska, E. Evaluation of machine learning algorithms for forest stand species mapping using Sentinel-2 imagery and environmental data in the Polish Carpathians / Grabska E., Frantz D., Ostapowicz K. // Remote Sens. Environ. 251, 112103, 2020. – DOI: 10.1016/j.rse.2020.112103.

11. Zhu, X.X., Tuia, D., Mou, L., Xia, G.-S., Zhang, L., Xu, F., Fraundorfer, F., 2017. Deep learning in remote sensing: a comprehensive review and list of resources. IEEE Geosci. Remote Sens. Mag. 5 (4), 8–36

12. Zhang, M., Wang, J.M., Li, S.J., 2019. Tempo-spatial changes and main anthropogenic influence factors of vegetation fractional coverage in a large-scale opencast coal mine area from 1992 to 2015. J. Clean. Prod. 232, 940–952.

13. Maimaitijiang, M., Sagan, V., Sidike, P., Hartling, S., Esposito, F., Fritsch, F.B., 2020. Soybean yield prediction from UAV using multimodal data fusion and deep learning. Remote Sens. Environ. 237, 111599.

14. Alhassan, V. A deep learning framework for land-use/land-cover mapping and analysis using multispectral satellite imagery / Alhassan V, Henry C, Ramanna S, Storie C. // Neural Comput Appl, 32:8529–44, 2020. – DOI: 10.1007/s00521-019-04349-9.

15. Carranza-García, M. A framework for evaluating land use and land cover classification using convolutional neural networks / Carranza-García M, García-Gutiérrez J, Riquelme JC. // Remote Sensing, 11(30, 274, 2019. – DOI: 10.3390/rs11030274.

16. Chambon T. Fighting Hunger through Open Satellite Data: A New State of the Art for Land Use Classification. – 2019. – URL: <https://medium.com/omdena/fighting-hunger-through-open-satellite->

data-a-new-state-of-the-art-for-land-use-classification-f57f20b7294b
(дата обращения 16.11.2023).

17. Helber, P. Introducing Eurosat: A Novel Dataset and Deep Learning Benchmark for Land Use and Land Cover Classification / Helber P., Bischke B., Dengel A., Borth D. // IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2018. – P. 204-207. – DOI: 10.1109/IGARSS.2018.8519248.
Анцыферов С.С. Установление функциональных зависимостей при обработке информации в интеллектуальных системах / С.С. Анцыферов, А.А. Иванов.



А.В. Волков

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

*Российский Федеральный Ядерный Центр Всероссийский
Научно-Исследовательский Институт Экспериментальной
Физики, Саров, Россия
Volckoff@yandex.ru*

В работе предлагается оригинальное методологическое решение задачи компьютерного моделирования работы мозга и нервной системы живого организма. В основу данного решения заложена модель нейрона, как вычислительного устройства с загружаемой логической функцией обработки входных сигналов и имеющего фиксированное число собственных состояний, предопределенных содержимым ДНК (конфигурации) системы.

Хотя актуальность задачи моделирования работы мозга безусловно очевидна, приведу ряд выдержек из монографии «Теория мозга» профессора А.С. Брюховецкого:

«Понимание человеческого мозга является одной из величайших задач, стоящих перед наукой 21-го века», – постулируется в итоговом отчете международного европейского проекта “Human Brain Project” (HBP), посвященного изучению головного мозга человека» [1].

«Неэффективность математических моделей мозга выглядит довольно странно, так как сегодня современные математические модели виртуального головного мозга

имеют абсолютно технологически сравнимое с биологическим мозгом количество нейронов и синапсов в своих нейронных сетях. По-видимому, основная проблема неэффективности всех существующих моделей мозга кроется не в наращивании количества нейронов и синапсов между ними, а в неверном понимании форм информационного взаимодействия этих морфо-функциональных образований внутри мозга.», «...на проблему отсутствия унифицированной общепризнанной теории мозга, а также на факты непонимания устройства и принципов работы мозга было указано первооткрывателем структуры ДНК, лауреатом Нобелевской премии Фрэнсисом Криком (F. Crick) в журнале *Scientific American* в сентябре 1979 года» [1].

Директор Редвудского неврологического института в Менло-Парке Jeff Hawkins: «... Итак, почему же у нас нет хорошей теории устройства и работы мозга? Люди ведь работали над ней на протяжении ста лет.... Вы не можете себе представить, как много мы знаем о мозге. В этом году на конференцию по нейронауке приехало 28 тысяч человек, каждый из которых исследует мозг. Большое количество данных. Но теории нет.... Теория не сыграла большой роли в науках о мозге. И это постыдно. Итак, почему же это произошло? Если спросить нейробиологов, чем вызвана такая ситуация, то они, прежде всего, согласятся с существованием проблемы. Они ответят, что есть различные причины того, что у нас нет хорошей теории мозга. Некоторые скажут, что нам до сих пор не хватает данных, мы должны собрать больше информации, есть множество вещей, которых мы пока не понимаем. Но последние годы в нейронауке генерировались большие объёмы данных. У нас столько информации, что мы даже не знаем, как начать её систематизировать» [1].

В чем же стратегическая причина основных неудач в изучении устройства головного мозга и отсутствии хороших теорий его устройства. Быть может, мы все чрезмерно

усложняем и объясняем себе, что «мозг человека не может понять свой собственный мозг»? Но мне представляется, что все гораздо проще. Возможно, что мы просто не видим что-то очень важное, что лежит на поверхности, что-то банальное и очевидное [1].

Цель работы – предложить новый практический взгляд на принципы моделирования работы мозга и нервной системы живого организма, который бы не противоречил накопленному исследователями опыту, но при этом давал бы набор простых и ясных принципов, позволяющих решать поставленную задачу.

Следует отметить, что первоначально работы велись по созданию универсальной системы управления технологическими процессами. Была разработана программа, построенная на оригинальных принципах, которая позволяет автоматизировать практически любые технологические процессы по теме АСУТП. В процессе разработки и анализа работы программы были обнаружены соответствия поведения программного технологического параметра системы и биологического нейрона.

Безусловно, речь идёт только об информационном и функциональном соответствии, построенном без учета внутриклеточных биохимических процессов.

Были сделаны следующие ключевые предположения:

1. При моделировании информационной структуры нейронов можно не учитывать способ, которым передаётся сигнал и как он обрабатывается прикладной логикой в нейроне.

2. Полная информация о топологии и логике хранится непосредственно в ДНК.

3. Нейрон, обрабатывая сигналы, приходящие по каналам дендритов (входов), рассчитывает своё состояние и при его изменении формирует выходной сигнал (импульс).

4. Каждый нейрон посредством транскрипции РНК в процессе специализации «подгружает» индивидуальную логику расчета своего состояния.

5. Согласно модели OSI, при моделировании взаимодействия нейронов в рамках структуры можно не учитывать специфику канального и физического уровней передачи информации [2].

Одна проблема потребовала отдельного решения – как привести все типы данных, которые получает сенсорная система организма из «внешнего» мира – температура, цвет и т.п., к одному типу? Без этого решения вся конструкция модели была бы наполнена бесконечными условиями проверки принадлежности данных к определенному типу и задача построения модели усложнилась бы в несколько раз. Математический аппарат нечеткой логики (fuzzy logic) [3] позволил решить проблему приведения любого типа данных к перечисляемому типу, который позволяет представить значение состояния нейрона в виде конечной последовательности импульсов [4-6].

По совокупности найденных решений был сделан вывод, что нервная система и мозг – это не компьютер, а структурированная сеть небольших вычислительных элементов – в биологической реализации нейронов, а в программной – *AIron* (так был назван этот программный элемент системы). Эту структуру и называют коннектомом. А по сути, мы имеем иерархию функциональных машин состояний (State machine), возможности которой достаточно хорошо изучены специалистами [7].

Центральная нервная система (ЦНС) и есть эта структура, состоящая из отдельных подструктур, которые управляют жизнедеятельностью функциональных подсистем организма. В перечень этих подсистем входят как внутренние органы, так и опорно-двигательная система и подсистема сбора и обработки физических данных, получаемых сенсорной системой из внешнего мира.

Таким образом, мы получаем непротиворечивое решение задачи, рассматриваемой в «Теории функциональных систем» [8].

Важным выводом, следующим из вышесказанного, является утверждение, что для рассмотрения когнитивных функций мозга можно рассматривать не весь объем нейронов мозга, а только некоторую его часть. Этот факт даёт возможность снизить требования к используемым вычислительным при дальнейшем моделировании когнитивных функций мозга ресурсам.

Основная идея моделирования работы функциональных разделов нервной системы и мозга – обработка образов, основывалась на требовании однородности представления физических сущностей (внешних объектов). Хорошо проработанный в программировании объектный подход (ООП) позволил построить наследуемые программные структуры для идентификации объектов по их свойствам, осуществить привязку логики к исполнительной части объектов, группировать объекты в сцены и самое главное – формализовать объектную логику в узловом формате с возможностью её динамической модификации. А это и есть основа механизма накопления навыков и знаний в отдельно взятом организме. Для этих целей был реализован прототип языка описания логики нейронов и объектный архив долговременного хранения информации, не зависящий от физической природы объектов – как прототип долговременной памяти.

Найденные решения дают право утверждать, что создан работающий прототип программной платформы, позволяющий разработать инструмент для создания искусственной нервной системы и мозга, потенциально любого уровня сложности.

Хочется отметить, что в этом же направлении в США работает наш соотечественник Евгений Ижикевич, создавший программный комплекс BrainOS, который хотя и не был принят как решение задачи моделирования ИИ, но тем не менее стал фаворитом практического применения модели нейрона (Ижикевича) в интеллектуальных системах в промышленной сфере. И по словам самого ученого – он

пришёл примерно к тем же результатам, но на основе иной модели нейрона.

«Евгений Ижикевич создал упрощенную модель нейрона на основе уравнений Ходжкина-Хаксли. Эта модель проста в вычислительном отношении. Она описывает изменение электрического потенциала в мембране нейрона в зависимости от тока, протекающего через ионные каналы мембраны» [6].

По совокупности результатов можно предположить, что изложенный подход позволяет сильно упростить расчетную часть взаимодействия в модели нейрона, структурировать накопленные знания в области исследования мозга и вплотную подойти к созданию *квазиживых* функциональных устройств различного прикладного назначения и различной сложности, в которых сложность зависит от сложности целевой функции системы.

Литература

1. Брюховецкий А.С. «Теория мозга».
2. Грэди Буч "Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений". 2008 г.
3. А.Н. Аверкин, И.З. Батыршин, А.Ф. Блишун, В.Б. Силов, В.Б. Тарасов. Под редакцией Д.А. Поспелова «Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта» издательство "Наука", 1986 г.
4. Уильямс Энтони «С++. Практика многопоточного программирования»
5. Куо Бенджамин С. «Теория и проектирование цифровых систем управления»
6. <https://alphacephei.com/ru/> Импульсные нейронные сети
7. Кобринский Н.Е., Трахтенброт Б.А. «Введение в теорию конечных автоматов», 1962 г.
8. Академия наук СССР, Институт психологии «Теория функциональных систем в физиологии и психологии», 1978 г.



Д.А. Гаркуша, О.В. Теплова, И.В. Визинков

**АНАЛИЗ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ АВТОНОМНЫХ МОДУЛЕЙ НАВИГАЦИИ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*ФБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
dmitrii.garkusha.97@mail.ru, olga-anonim@mail.ru,
vp231422@gmail.com*

Введение. Геоинформационные системы (ГИС) активно развиваются в последнее десятилетие в совершенно новых областях. В данной работе отображен сбор информации и сведений о различных сферах применения специализированных систем направленных на составление карт местности при помощи различных технологий и программных средств. Так как произошел эволюционный скачок в изготовлении и использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), сбор необходимых данных для построения карт местности стал менее ресурсоемким. Таким образом активно внедряются новые технологические средства для геодезии, кадастровой службы, аграрного дела, архитектуры, строительства, горного дела, археологии и экологии, а также в военных структурах.

В работе рассмотрены наиболее популярные программные обеспечения (ПО) для геоинформационных систем. Каждый продукт имеет свои особенности, исходя из сфер применения, однако, все они обладают общими функциями:

- 1 Обработка изображений.
- 2 Преобразование снимков:

- 2.1 в плотные облака точек;
- 2.2 в текстурные модели;
- 2.3 в геопривязанные ортофотопланы;
- 2.4 в цифровые модели рельефа/местности.
- 3 Компиляция географической информации
- 4 Создание моделей местности.
- 5 Масштабируемость с возможным делением на части.
- 6 3D-моделей.
- 7 Предоставление данных для пространственного анализа.

Геоинформационные системы

Рассмотрим особенности каждого программного продукта.

Agisoft Metashape предоставляет функции расчёта вегетационных индексов и составления файлов предписаний для агротехнических мероприятий, возможность экспорта во все внешние пакеты для постобработки. Программное обеспечение Agisoft Metashape внесено в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, включает в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки данных, что позволяет получать результаты самой высокой точности.

ArcGIS, используемая людьми по всему миру для применения географических знаний в практической сфере государственного управления, бизнеса, науки, образования и СМИ, позволяет создавать и управлять базами географических данных, создавать на их основе приложения. Линейка программных продуктов ArcGIS построена на основе стандартов компьютерной отрасли, включая объектную архитектуру COM, .NET, Java, XML, SOAP. ArcGIS подходит как для индивидуальных пользователей, так и для крупных компаний, в которых необходима единая среда для многопользовательского редактирования и обновления данных.

Продукты, входящие в состав ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo), используют более 68 578 компаний по

всему миру (74,18% клиентов из США), среди которых Optum, Ford Motor Company, Verizon, Energy Transfer Equity.

Bentley Context Capture – иностранное программное обеспечение, используемое специально для работы с БПЛА. Context Capture предоставляет пользователю возможности гибкого экспорта данных (форматы FBX, OBJ, LAS и др.) для использования на разных программных платформах и разными инструментами для дальнейшей обработки и визуализации, функцию создания виртуальных экскурсий на основе шкалы времени, независимость от используемой аппаратуры.

Pix4D – швейцарский продукт предлагает профессиональные программные решения для выполнения фотограмметрии и задач картографирования с БПЛА, что нашло широкое применение в оценке объемов земляных работ, создания NDVI-карт для точного земледелия и добычи полезных ископаемых, а также термограмм. В программную линейку от Pix4D входят продукты: Pix4 Dmapper, Pix4Dfields, Pix4Dmodel, Pix4Dbim, а также бесплатное приложение Pix4Dcapture для построения маршрутов полета беспилотных летательных аппаратов. Данное ПО используется в геодезии, картографии, аэрофотограмметрии, для построения точных 3D-карт.

Кредо 3D-скан – отечественное профессиональное ПО для обработки воздушного лазерного сканирования в реальном режиме времени. Кредо 3D-скан позволяет оптимизировать и автоматизировать процессы создания цифровых моделей местности и цифровых моделей рельефа на основе облаков точек, значительно снижая время, затрачиваемое на камеральную обработку.

Кредо 3D-скан предоставляет возможности распознавания по облаку точек линий электропередачи, элементов дорожной инфраструктуры, расчета индекса ровности IRI автомобильных дорог, автоматизированного расчета и визуализация дефектов дороги, что находит применение в

составлении и обновлении карт местности как для различных государственных структур и организаций, так и для юридических лиц.

Open Drone Map (ODM) – программное обеспечение с открытым исходным кодом предназначено для обработки съемки с БПЛА для задач картографирования. Пользователям доступны форматы экспорта данных GeoTIFF, LAS/LAZ, PNG, OBJ и OGC 3D Tiles и возможность создавать текстурированные трехмерные модели в форматах OBJ, OGC 3D Tiles и создание моделей высот с привязкой к рельефу (DTM).

Заключение. Проанализированы функциональные возможности и направления использования геоинформационных систем для БПЛА. Выбраны наиболее широко используемые решения в сфере программного обеспечения, располагающие к себе из-за широкой поддержки и области применения. На сайтах разработчиков присутствует документация по установке и эксплуатации в простом и доступном виде. Из перечисленных систем планируется выбрать наилучшее, которое позволит БПЛА ориентироваться по выделенной области с предварительно загруженной картой в условиях автономности, параллельно взаимодействуя с аппаратными и программными модулями.

Литература

1. Руководство пользователя Agisoft Metashape: Professional Edition, версия 2.1 / Agisoft LLC [Режим доступа] - https://www.agisoft.com/pdf/metashape_2_1_en.pdf (Дата обращения: 06.05.2024).
2. Линейка программных продуктов ArcGIS / ГЕОМАТИКА №1'2013 [Режим доступа] [https:// sovzond.ru/ upload/iblock/ 141/1418b1396df07b79bb0a161a315c2b82.pdf](https://sovzond.ru/upload/iblock/141/1418b1396df07b79bb0a161a315c2b82.pdf) (Дата обращения: 06.05.2024).
3. Системные требования ArcGIS Desktop 10.8.x / Esri CIS [Режим доступа] <https://desktop.arcgis.com/ru/system-requirements/>

[latest/arcgis-desktop-system-requirements.htm](#) (Дата обращения: 10.05.2024).

4. Руководство пользователя ContextCapture / Bentley [Режим доступа] <https://docs.bentley.com/LiveContent/web/ContextCapture%20Help%20v4.5-v6/ru/GUID-FF858C0B-7331-412B-975E-C45FC61D7DED.html> (Дата обращения: 10.05.2024).

5. OpenDroneMap: The Missing Guide - Second Edition / Piero Toffanin [Режим доступа] <https://odmbook.com/samples/sample-2.pdf> (Дата обращения: 11.05.2024).

6. Pix4Dmapper Руководство по началу работы / Перевод ГК «Беспилотные системы» [Режим доступа] https://s3.amazonaws.com/mics.pix4d.com/KB/Getting+Started+PDFs/traductions/Pix4Dmapper_Getting_Started_4.0_RUSSIAN.pdf (Дата обращения: 11.05.2024).

7. Pix4D — от фотографий к измерениям / @DJIMSK [Режим доступа] <https://habr.com/ru/articles/429880/> (Дата обращения: 12.05.2024).

8. 3D СКАН 1.0 Обработка данных лазерного сканирования / 3D СКАН [Режим доступа] https://www.prin.ru/images/documents/instrukcii/credo/3dscan/credo_3d_skan_rukovodstvo_pol_zovatelya.pdf (Дата обращения: 13.05.2024).





Е.Д. Евдачева

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ТРЕНДОВ МОДНОЙ ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ С ГЛУБОКИМ ОБУЧЕНИЕМ

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк
katusha372002@mail.ru*

Введение. В современном мире мода играет важную роль в жизни каждого человека, определяя его внешний вид, стиль, и даже социальное положение. Прогнозирование модных тенденций и их детектирование, особенно в сфере одежды, является актуальной и сложной задачей для специалистов и исследователей. В последние годы глубокое обучение нейросетей стало одним из наиболее перспективных и эффективных инструментов для решения задач анализа данных, включая задачи прогнозирования и обнаружения трендов в области моды [1].

Целью данной работы является разработка и исследование методов прогнозирования и детектирования модных трендов в одежде с использованием глубокого обучения нейросетей. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- изучение и анализ существующих подходов и методов прогнозирования и детектирования трендов;
- разработка и реализация архитектуры нейросети для прогнозирования модных трендов;
- оценка эффективности разработанной архитектуры на реальных данных;

– исследование методов детектирования модных тенденций на основе анализа данных о покупках и предпочтениях потребителей;

– разработка рекомендаций и предложений по использованию предложенных методов в индустрии моды и ритейле.

В данной работе будет проведен анализ уже существующих подходов и методов прогнозирования и детектирования трендов.

Анализ. Существует несколько известных решений, которые используют глубокое обучение нейросети для прогнозирования и детектирования трендов в модной одежде. В данном разделе мы рассмотрим наиболее известные из них, а также проанализируем их преимущества и недостатки [2].

1. DeepFashion. DeepFashion – это решение для прогнозирования модных трендов, которое использует сверточную нейронную сеть для анализа изображений из Интернета, собранное Лабораторией Мультимедиа Китайского университета в Гонконге. Оно было обучено на большом количестве изображений одежды и аксессуаров и может предсказывать модные тренды на основе этих данных. DeepFashion содержит 800 тыс. изображений, которые помечены 50 категориями, 1000 атрибутами, ориентирами одежды (каждое изображение содержит 4×8 ориентиров) и более 300 тыс. пар изображений. Это самый большой и полный набор данных по одежде на сегодняшний день [3].

Была создана база данных DeepFashion, которая обладает несколькими привлекательными свойствами:

1. DeepFashion содержит более 800 000 разнообразных модных изображений, начиная от хорошо поставленных изображений магазинов и заканчивая непринужденными фотографиями потребителей, что составляет крупнейшую базу данных визуального анализа моды.

2. DeepFashion снабжена обширной информацией об элементах одежды. Каждое изображение в этом наборе данных помечено 50 категориями, 1000 описательных атрибутов, ограничивающей рамкой и ориентирами одежды.

Данные фотографий брались в основном с этих двух веб-сайтов: Forever212 и Mogujie. Результатом этого процесса является список из 12 654 уникальных запросов. Затем был отправлен этот набор запросов в Google Images и загружены возвращенные изображения вместе со связанными с ними метаданными. Всего было из Google Images собрано 1 273 150 изображений.

Датасет был проверен на наличие дубликатов и изображений плохого качества. В общей сложности для создания глубокой моды сохранено 800 000 изображений одежды.

Плюсы:

- автоматизация процесса анализа и генерации модных образов.
- возможность создания новых, уникальных образов на основе существующих.
- улучшение качества и разнообразия ассортимента для ритейлеров.

Минусы:

- необходимость большого количества данных для обучения модели.
- риск неточных результатов в работе модели.
- зависимость от качества и актуальности исходных данных.

2 Fashion-Gen. Решение представляет собой генеративно-сопоставительную сеть (GAN), которая может генерировать новые модные образы на основе существующих данных. Сеть обучается на большом наборе фотографий одежды и аксессуаров, а затем использует полученные знания для создания новых образов [4].

Fashion-Gen – это генератор изображений, который может создавать реалистичные изображения модных предметов. Он использует искусственный интеллект и машинное обучение для анализа и генерации изображений.

Принцип работы Fashion-Gen заключается в следующем:

Обучение. Модель обучается на большом количестве изображений модных предметов, чтобы изучить их особенности и структуру.

Генерация. Модель генерирует новые изображения, используя те же принципы и элементы, что и в обучающих данных.

Результат. В результате получается набор новых, реалистичных изображений модных предметов, которые могут быть использованы для создания коллекций, рекламы или просто для развлечения.

Преимущества нового набора данных перед другими современными наборами данных заключаются в следующем:

- набор данных состоит из 293 008 изображений (260 480 изображений для обучения, 32 528 для проверки, 32 528 для тестирования), что больше, чем другие доступные наборы данных для задачи перевода текста в изображение.

- каждая модная вещь сопровождается описательными подписями длиной в абзац, полученными от экспертов (профессиональных дизайнеров).

Плюсы:

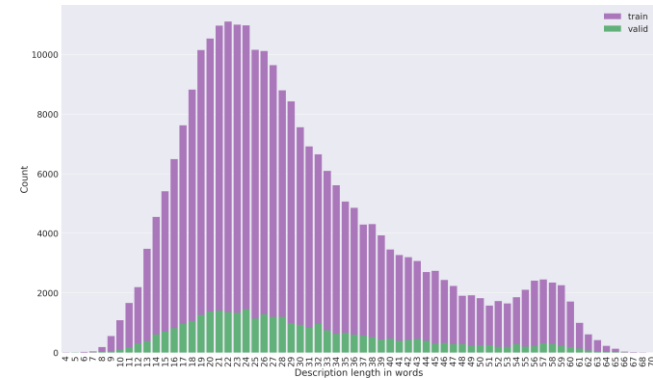
- возможность создавать уникальные и интересные образы;

- помощь в создании виртуальных примерочных;

- экономия времени и денег на создание коллекций.

Минусы:

- необходимость обучения модели на больших объемах данных;



— риск генерации некачественных или нереалистичных изображений.

Рисунок 1 – Распределение длины описаний

Для использования Fashion-Gen в своей магистерской работе, следует идти по следующим шагам:

1. Загрузить Fashion-Gen с изображениями одежды различного стиля и брендов. Можно найти датасет онлайн.
2. Выбрать модель нейронной сети для обучения. Использовать популярные модели, такие как VGG, ResNet или Inception, которые хорошо справляются с задачами классификации изображений.
3. Разделить датасет Fashion-Gen на тренировочный, валидационный и тестовый наборы данных. Это позволит обучать модель на тренировочных данных, настраивать

гиперпараметры на валидационном наборе и оценивать производительность на тестовом наборе.

4. Обучить выбранную модель нейронной сети на тренировочном наборе данных Fashion-Gen. Настроить гиперпараметры с помощью валидационного набора для улучшения производительности модели.

5. Оценить производительность обученной модели на тестовом наборе моделей Fashion-Gen.

6. Включить полученные результаты в дипломный проект, описывая методологию обработки данных, обучения модели и анализа результатов.

Заключение. *DeepFashion* превосходит другие решения в классификации изображений одежды, обеспечивая точное определение стилей, цветов и категорий. Это позволяет им эффективно анализировать большие объемы изображений моды и выявлять закономерности в дизайнах и предпочтениях потребителей.

Fashion-Gen выделяется своей способностью генерировать реалистичные изображения одежды, что позволяет дизайнерам и стилистам исследовать различные варианты и прогнозировать будущие тенденции.

В целом, эти решения нейронных сетей предоставляют ценные инструменты для прогнозирования трендов модной одежды. Они позволяют дизайнерам, стилистам и брендам анализировать данные, генерировать идеи и принимать обоснованные решения, чтобы соответствовать постоянно меняющимся предпочтениям потребителей.

Дальнейшие исследования в этой области могут сосредоточиться на интеграции этих решений в рабочие процессы индустрии моды, повышении точности прогнозирования и разработке новых методов для выявления скрытых тенденций.

Литература

1. Мода на нейросети: искусственный интеллект для модных домов. Текст: электронный //Сайт «HSE ART AND DESIGN SCHOOL» - 2023 -URL:<https://hsedesign.ru/project/79e08b1c395b428486543aaf77a57f52> (дата обращения: 09.05.2023)

2. Будь своей собственной Prada. Текст: электронный //Сайт «Cornell University» - 2023 -URL: <https://arxiv.org/abs/1710.07346> (дата обращения: 10.05.2023)

3. «DeepFashion: Powering Robust Clothes Recognition and Retrieval» by Gao et al., 2019, URL: <https://mmlab.ie.cuhk.edu.hk/projects/DeepFashion.html> (дата обращения: 11.05.2023)

4. «Fashion-Gen: An Adaptive Generative Model for Clothed Humans» by Patashnik et al., 2021, URL: <https://deepai.org/publication/fashion-gen-the-generative-fashion-dataset-and-challenge> (дата обращения: 11.05.2023)



В.М. Зуев

УЛУЧШЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
Zvm.ipai@mail.ru*

В задаче визуального обнаружения и распознавания объекта в сложной обстановке первым этапом решения является обнаружение. Обнаружение должно давать ответ на вопрос: имеется ли хоть какой-то интересующий объект (или объекты) в текущем кадре или там нет ничего, кроме шума или иных помех (естественных или преднамеренных). Вторым этапом является измерение параметров объекта (в т.ч. классификация). Иногда обнаружение и

классификация происходят параллельно во времени единым процессом, но всегда можно рассматривать эти процессы отдельно.

Задача является весьма актуальной, так как большинство получаемых видеоизображений подвержены влиянию разного рода помех. Проблеме посвящено много работ [1-4], хороший обзор в [5], [6]. Существуют программы (Adobe Premiere Pro CS6 и др.), позволяющие улучшить качество видео. В данном случае ведется направление на коррекцию в текущем процессе съемки. Особенно актуальна задача при обнаружении в темное время суток, туман и т.п., когда камера автоматически увеличивает чувствительность и появляется зернистость.

Основная цель – синтез обнаружителя, который бы давал максимальную вероятность правильного обнаружения при заданном уровне ложных тревог [7]. Этот критерий может быть уточнен конкретным ТЗ.

Еще в прошлом столетии многочисленными исследователями [8] показано, что синтез такого обнаружителя должен основываться на создании оптимального согласованного фильтра. Любой другой обнаружитель будет проигрывать этому решению.

Все методики можно разделить на три типа: использующие внутрикадровые корреляции, использующие межкадровые корреляции и смешанные.

В настоящее время всё чаще для обнаружения применяются нейросети [4]. Однако при реализации обнаружения с помощью нейросети не всегда удастся её сконфигурировать так, чтобы она обладала качествами согласованного фильтра. Поэтому оценку выигрыша такого обнаружителя обычно дают при достаточно больших исходных соотношениях сигнал/шум [4].

Построим два обнаружителя и сравним их работу:

1) на основе нейросети (выбираем нейросеть dnCNN примеров MATLAB и Keras),

2) на основе классического фильтра (Тихонов, статистическая радиотехника).

Параметры изображения 480x940x3 размер 1.35 Мб.

Параметры шума: гауссов, среднее =0 с дисперсией соответствующей с/ш= 4 и 9 дБ.

На рис. 1 последовательно изображены: зашумленное изображение, восстановленное нейросетью, восстановленное фильтрацией, восстановленное фильтрацией и гамма-коррекцией, исходное изображение.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики

Параметр	Нейросеть	Фильтр
6 дБ	6 дБ	8 дБ
11 дБ	11 дБ	12 дБ
1,7 Гбайт	1,7 Гбайт	1,1 Гбайт
4,5 с	4,5 с	0.6 с



Рисунок 1 – SNR зашумленного изображения 4,4 дБ

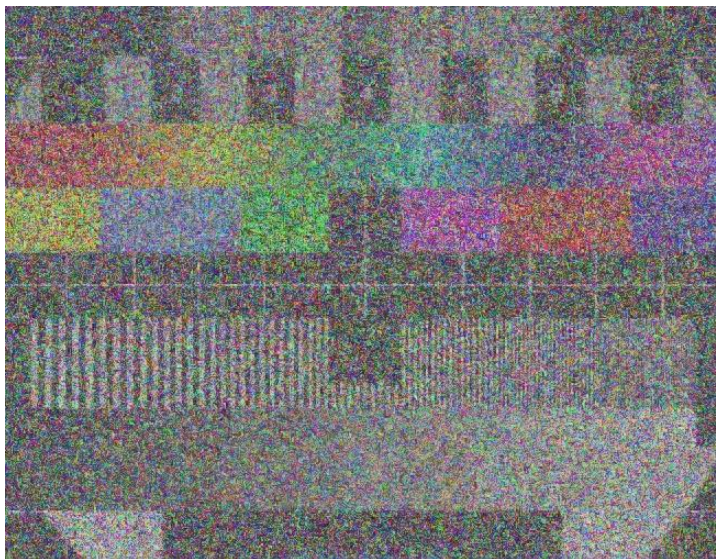


Рисунок 2 – SNR очищенного нейросетью 7,9 дБ



Рисунок 3 – SNR очищенного фильтром изображения 7,9 дБ

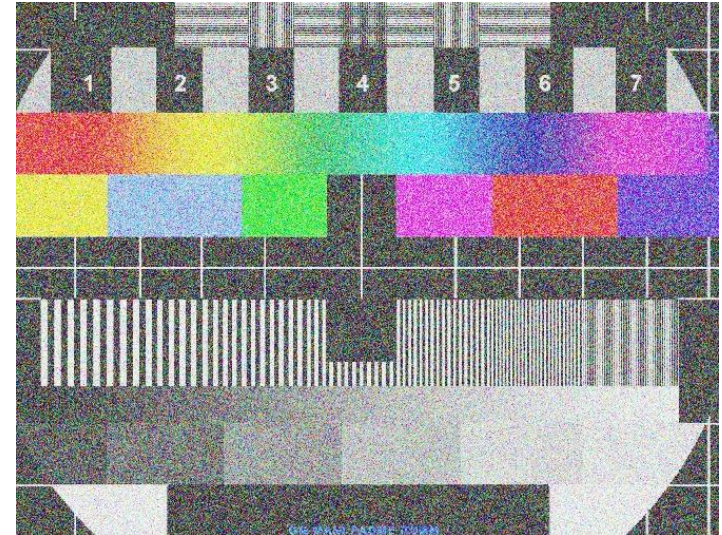


Рисунок 4 – SNR очищенного и сбалансированного
фильтром изображения 7,9 дБ

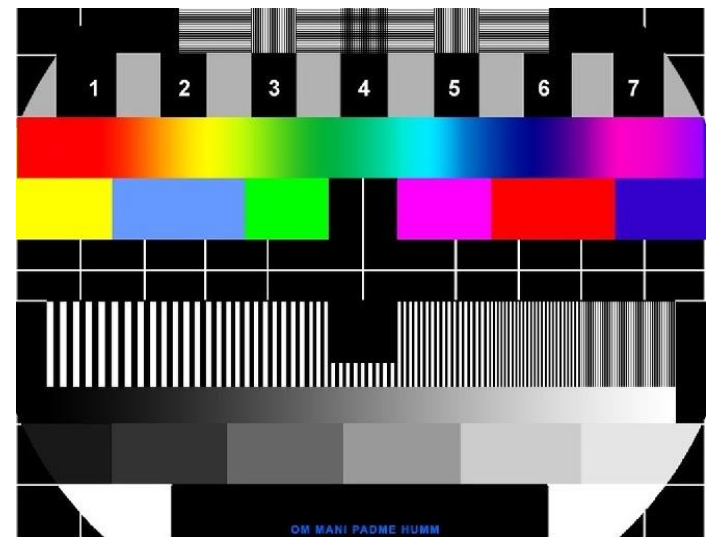


Рисунок 5 – исходное изображение

Выводы. Применение нейросети не всегда является оправданным. Традиционные методы фильтрации часто лучше восстанавливают изображение при малых соотношениях сигнал/шум, требуют меньше памяти (что важно при реализации на микропроцессорах), обладают большим быстродействием и меньше нагружают процессор (табл. 1).

Литература

1. TR-MISR: Multiimage Super-Resolution Based on Feature Fusion with Transformers. – Текст: электронный // arXiv.org: [сайт]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9684717> (дата обращения: 16.05.2024).

2. Deep Burst Super-Resolution. – Текст: электронный // arXiv.org: [сайт]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2101.10997v2> (дата обращения: 16.05.2024).

3. Multi-image Super Resolution of Remotely Sensed Images using Residual Feature Attention Deep Neural Networks. — Текст: электронный // arXiv.org: [сайт]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2007.03107v2> (дата обращения: 16.05.2024).

4. Андреев, А. Ю. Исследование технологии многокадрового сверхразрешения по зашумлённым изображениям / А. Ю. Андреев. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2024. – № 20 (519). – URL: <https://moluch.ru/archive/519/114343/> (дата обращения: 21.05.2024).

5. М.С. Мосева, К.Р. Харрасов О существующих методах удаления зашумлений на изображении Инженерный вестник Дона, №8 (2023) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2023/8643

6. Е. В. Медведева цифровая обработка изображений в видеоинформационных системах./ Е. В. Медведева – Киров: ВятГУ, 2015. – 107 с.

7. В.М. Зуев. Сравнение обнаружения классическим способом. Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: материалы Донецкого международного круглого стола.-Донецк, ФГБНУ «ИПИИ»2023.-252 с.DOI 10.34757/dntsk/AI/2023/30/008

8. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника.” 2-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1962.” 624 с.





С.А. Изосимова, В.Н. Пигуз, К.С. Ивашко

ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО РЕАГИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО СТРЕССА ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
maxpvn77@mail.ru*

Введение. Боевые действия, теракты – одна из глобальных причин не только нарушений экономического развития страны: разрушения инфраструктуры, экономическому упадку производства и т.п., но и являются причиной психологических травм, сопровождающих пострадавших (как военнотружущих, та и мирных жителей) на протяжении всей жизни. Психологические последствия пережитого стресса военного времени в большинстве случаев приводят к формированию патологических черт личности, либо депрессивного стрессового расстройства. Главная опасность заключается в том, что если не были предприняты своевременные профилактические меры, то на протяжении 3-5 лет происходит постепенный процесс трансформации последствий стресса в хронические негативные изменения личности, сопровождающиеся соматизированными расстройствами [1]. Поэтому вопрос исследования и разработки теоретических основ и компьютерных интеллектуальных технологий диагностирования и безмедикаментозной саморегуляции психоэмоциональных состояний личности на данный момент обладает острой актуальностью.

Цель работы – обзорный анализ составляющих стресса военного времени и влияния его последствий на пострадавших с последующей разработкой теоретических основ и компьютерных интеллектуальных технологий диагностирования и безмедикаментозной саморегуляции психоэмоциональных состояний личности.

В качестве законодательной и методологической базы использовались следующие документы: статья 5 Закона Российской Федерации «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при её оказании» от 02.07.1992 г. № 3185-1 (последняя редакция); Г.Т. Береговой, В.А. Бодрова, Л.П. Гримак, исследования научных работников ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта»: И.С. и Р.И. Сальниковых, В.В. Бондарчук, В.Н. Пигуз, С.А. Изосимовой, К.С. Ивашко.

Методы и приемы исследования: методы экспериментального безмедикаментозного исследования психоэмоционального состояния личности – методика В.А. Доскина «САН» (самочувствие, активность, настроение); опросник ПНПН (признаки нервно-психического напряжения); 8-цветовой тест Люшера; тестовая методика для оценки эмоционального состояния К. Изарда и т.п. [2].

Психоэмоциональная характеристика и структура стресса военного времени. С течением времени у человека формируется психофизиологический комплекс защитных реакций от негативного воздействия окружающей среды, в том числе боевых действий, терактов и прочих ситуаций ЧС. В результате чего наиболее подвержены влиянию стресса дети (7-9 лет) и пожилые люди [3]. Г. Селье определяет стресс, как своеобразную защитную психологическую реакцию организма на любые негативные воздействия окружающей среды. Кроме того, хотя стресс относится к явлениям психологического характера, однако хронический стресс может привести не только к психоэмоциональному, но и физическому истощению организма. В общем случае в

развитии стресса выделяются три стадии: «напряжение, сопротивление, истощение» [4] (рис. 1).

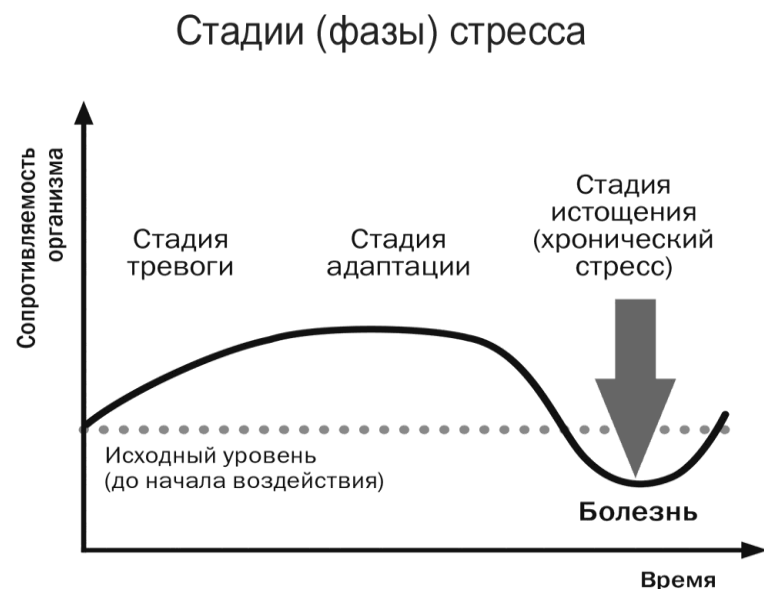


Рисунок 1 – Стадии стресса

Хотя психика человека обладает пластичностью, но постоянное пребывание в зоне боевых действий приводит к психологической адаптации человека к условиям хронического стресса (замкнутость, настороженность и т.п.), поэтому процесс реадаптации к повседневной мирной жизни затрудняется. В результате у человека развивается посттравматический синдром (далее ПТСР) с вышеуказанными психоэмоциональными характеристиками. При стрессовой ситуации человеку необходимо задействовать весь потенциал организма, т.н. ресурсы. На данный момент общепринятым является следующее определение данного термина, ресурсы представляют собой индивидуальные особенности организма

человека (как психофизиологического, так и психоэмоционального плана), позволяющие оперативно и эффективно преодолевать негативные воздействия окружающей среды. Выделяют 2 группы ресурсов: психофизиологические – индивидуальные особенности характера и темперамента, тип ЦНС и общее состояние здоровья; социальные – т.е. взаимодействие с окружающим миром (например, общение в соцсетях, меры социальной поддержки и т.п.).

Также значительную роль при регуляции психоэмоционального состояния играют т.н. «высшие чувства», которыми обладает только личность. Они подразделяются на нравственные – например, доброта, человеколюбие и т.д. и безнравственные – злость, зависть и т.п.; интеллектуальные – связанные с интеллектуальными процессами в организме: жажда знаний; эстетические (восприятие прекрасного) – т.е. какие книги, музыка, произведения искусства нравятся человеку. Взаимодействие данных качеств позволит вывести борьбу со стрессом на новый уровень безмедикаментозным путем, благодаря внутренним ресурсам организма [5].

Выводы. Таким образом приходим к следующим выводам:

1. Одной из основных причин, замедляющих процесс социальной адаптации военнослужащего, либо пострадавшего от ЧС мирного жителя, являются трудности в когнитивной сфере. Отсутствие вербальной коммуникации с окружающим миром приводит к нарастанию внутреннего напряжения, инсомнии, депрессии, стрессовым ситуациям, возникновению состояния аффекта и серьезных психологических проблем. В том числе хронического плана.

2. Под влиянием «военного стресса» разрушается глубинное основание личности: морально-этические ценности – основа человеческого взаимодействия, чувство определенности и предсказуемости различных жизненных ситуаций.

Таким образом человек «утрачивает себя», что также приводит к указанным выше негативным последствиям ПТСР.

3. Пострадавшие мирные жители и военнослужащие не должны чувствовать себя ненужными в повседневной мирной жизни. Военнослужащих (ветеранов) необходимо приглашать в школы, чтобы они передали свой опыт подрастающему поколению. Этот шаг поможет военнослужащим успешно адаптироваться в повседневной жизни.

Литература

1. Захарова, Н. М. Психические и поведенческие нарушения у мирного населения региона, подвергнувшегося локальным военным действиям [Текст] / Н. М. Захарова, М. Г. Цветкова // Психология и право. – 2020. – № 10(4). – С. 185–197.

2. Сальников, И. С. Современные методы и методики изучения и диагностирования интеллектуально-психофизических состояний человека и способы их компьютерной аудио-визуальной терапии [Текст] / И. С. Сальников, Р. И. Сальников // Искусственный интеллект. – 2006. – № 4. – С. 548–554.

3. Стресс у детей и подростков – проблема сегодняшнего дня [Текст] / Захарова И. Н., Ершова И. Б., Творогова Т. М., Глушко Ю. Г. // Медицинский Совет. – 2021. – № 1. – С. 237–246.

4. Смысл жизни и стресс без дистресса. Теория Ганса Селье (1907-1982) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psyfactor.org/lib/selye-stress-distress-2.htm> (дата обращения: 09.04.2024)

5. Арпентьев, Ю. Е. Проблемы реабилитации военного стресса [Электронный ресурс] / Ю. Е. Арпентьев, М. В. Арпентьева. – Режим доступа: https://amgpgu.ru/upload/iblock/a4c/arpentev_yu_e_arpenteva_m_v_problemy_reabilitatsii_voennogo_stressa.pdf (дата обращения: 10.04.2024).





Д.С. Карасев, С.Б. Номбре, С.В. Сторожев

**ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРОУПРУГИХ ВОЛН
СДВИГА ВДОЛЬ ПЛОСКОСТИ КОНТАКТА
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ
ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОЛУПРОСТРАНСТВ**

*Донецкий государственный университет, г. Донецк, Россия
s.v.storozhev@donnasa.ru*

Пьезокерамические волноводы для локализованных связанных электроупругих волн имеют самый широкий круг применений в акустоэлектронных компонентах радиотехнических устройств, и их виды постоянно совершенствуются в связи с разработкой новых типов пьезоактивных материалов [1]. К ряду таких современных материалов относятся пористая и функционально-градиентная пьезокерамика, учет свойств которых в расчетных математических моделях исследуемых волновых процессов требует разработки соответствующих специализированных численно-аналитических методик.

В частности, интерес для применений в проектировании акустоэлектронных радиокомпонентов представляет анализ процессов формирования полей сдвиговых электроупругих волн вдоль плоскости контакта функционально-градиентных пьезокерамических полупространств со спе-

цифическими пригранично локализованными зонами выраженной непрерывной неоднородности физико-механических свойств. Данная проблема является обобщением проблемы распространения сдвиговых поверхностных электромеханических волн Гуляева-Блюстейна [2] у поверхности полубесконечных пьезокерамических тел.

Задача получения и анализа дисперсионного соотношения для электроупругих волн сдвига вдоль плоскости контакта функционально-градиентных пьезокерамических полупространств решается с использованием результатов работы [3], в которой реализовано интегрирование системы уравнений сдвигового электроупругого динамического деформирования для занимающей полубесконечную область $V_+ : x_1 \geq 0$ или $V_- : x_1 \leq 0$ в координатном пространстве $Ox_1x_2x_3$ упругой непрерывно-неоднородной пьезокерамической среды класса *bmm* с осью поляризации Ox_1 и с модулями упругости, пьезоэлектрическими и диэлектрическими параметрами, а также параметром плотности вида

$$\begin{aligned} c_{ij\pm} &= c_{ij0\pm} \cdot \mathcal{G}_{\pm}(\lambda_{\pm}, \beta_{\pm}, x_1), \quad e_{ij\pm} = e_{ij0\pm} \cdot \mathcal{G}_{\pm}(\lambda_{\pm}, \beta_{\pm}, x_1), \\ \varepsilon_{ij\pm} &= \varepsilon_{ij0\pm} \cdot \mathcal{G}_{\pm}(\lambda_{\pm}, \beta_{\pm}, x_1), \quad \rho_{\pm} = \rho_{0\pm} \cdot \mathcal{G}_{\pm}(\lambda_{\pm}, \beta_{\pm}, x_1), \\ \mathcal{G}_{\pm}(\lambda_{\pm}, \beta_{\pm}, x_1) &= \exp(\lambda_{\pm} \exp(\mp \beta_{\pm} x_1)). \end{aligned}$$

Описываемый таким образом вариант распределения свойств по координатному направлению Ox_1 в полупространствах V_+ и V_- отвечает случаю приграничной локализации зон неоднородности вблизи граничной поверхности $x_1 = 0$, а физико-механические характеристики материалов в глубине полупространств при $\beta_{\pm} > 0$ асимптотически стремятся к величинам $c_{ij0\pm}$, $e_{ij0\pm}$, $\varepsilon_{ij0\pm}$, $\rho_{0\pm}$

Исходные соотношения рассматриваемой системы волновых уравнений для V_+

$$\begin{aligned}\partial_1(c_{44+}\partial_1 u_3) + c_{44+}\partial_2^2 u_3 + \partial_1(e_{15+}\partial_1 \varphi) + e_{15+}\partial_2^2 \varphi - \rho_+ \ddot{u}_3 &= 0, \\ \partial_1(e_{15+}\partial_1 u_3) + e_{15+}\partial_2^2 u_3 - \partial_1(\varepsilon_{11+}\partial_1 \varphi) - e_{11+}\partial_2^2 \varphi &= 0,\end{aligned}$$

С учетом представлений для упругих перемещений и потенциала квазистатического электрического поля в исследуемой электромеханической волне с циклической частотой ω и волновым числом k

$$\begin{aligned}u_{3+}(x_1, x_2, t) &= u_{30+}(x_1) \exp(-i(\omega t - kx_2)), \\ \varphi_+(x_1, x_2, t) &= \varphi_{0+}(x_1) \exp(-i(\omega t - kx_2)),\end{aligned}$$

трансформируются в матричную форму

$$\begin{aligned}(\underline{A}_{1+}\partial_1^2 + \underline{A}_{3+})\underline{F}_+(x_1) &= (\lambda_+\beta_+) \exp(-\beta_+x_1) \underline{A}_{2+}\partial_1 \underline{F}_+(x_1), \\ \underline{F}_+(x_1) &= \begin{pmatrix} u_{30+}(x_1) \\ \varphi_{0+}(x_1) \end{pmatrix}, \quad \underline{A}_{1+} = \begin{pmatrix} c_{440+} & e_{150+} \\ e_{150+} & \varepsilon_{110+} \end{pmatrix}, \\ \underline{A}_{2+} &= \begin{pmatrix} \lambda_+\beta_+c_{440+} & \lambda_+\beta_+e_{150+} \\ \lambda_+\beta_+e_{150+} & -\lambda_+\beta_+\varepsilon_{110+} \end{pmatrix}, \\ \underline{A}_{3+} &= \begin{pmatrix} \rho_{0+}\omega^2 - c_{440+}k^2 & -e_{150+}k^2 \\ -e_{150+}k^2 & \varepsilon_{110+}k^2 \end{pmatrix},\end{aligned}$$

и в качестве метода ее интегрирования предложен итерационный алгоритм

$$\begin{aligned}\underline{F}_+(x_1) &= \underline{F}_{0+}(x_1) + \underline{F}_{1+}(x_1) + \underline{F}_{2+}(x_1) + \dots + \underline{F}_{p+}(x_1) + \dots \\ (\underline{A}_{1+}\partial_3^2 + \underline{A}_{3+})\underline{F}_{0+}(x_1) &= 0, \\ (\underline{A}_{1+}\partial_3^2 + \underline{A}_{3+})\underline{F}_{1+}(x_1) &= e^{-\beta_+x_3} \underline{A}_{2+}\partial_1 \underline{F}_{0+}(x_1), \dots \\ (\underline{A}_{1+}\partial_3^2 + \underline{A}_{3+})\underline{F}_{p+}(x_1) &= e^{-\beta_+x_3} \underline{A}_{2+}\partial_3 \underline{F}_{p-1+}(x_1), \dots\end{aligned}$$

В результате, на первом этапе для полупространства $x_1 \geq 0$ определяется

$$\underline{F}_{0+}(x_1) = a_{1+} \underline{\Delta}_{1+} e^{-\delta_{1+} x_1} + a_{2+} \underline{\Delta}_{2+} e^{-\delta_{2+} x_1},$$

где a_{j+} – произвольные постоянные коэффициенты;

$$\underline{\Delta}_{j+} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{110+} \delta_{j+}^2 + \varepsilon_{110+} k^2 \\ e_{150+} k^2 - e_{150+} \delta_{j+}^2 \end{pmatrix};$$

δ_{j+} – удовлетворяющие условию $\text{Re } \delta_{j+} > 0$ корни биквадратного характеристического уравнения

$$(c_{440+} \varepsilon_{110+} - e_{150+}^2) \delta^4 + ((\rho_{0+} \omega^2 - c_{440+} k^2) \varepsilon_{110+} + c_{440+} \varepsilon_{110+} k^2 + 2e_{150+}^2 k^2) \delta^2 + ((\rho_{0+} \omega^2 - c_{440+} k^2) \varepsilon_{110+} k^2 - e_{150+}^2 k^4) \delta^2 = 0.$$

Далее, исходя из представления $\underline{F}_{0+j}(x_1) = \underline{\Delta}_{j+} e^{-\delta_{j+} x_1}$, последовательно определяются:

$$\begin{aligned} \underline{F}_{pj+}(x_1) &= \underline{Q}_{j+}^{(p)} \exp((-p\beta_+ + \delta_{j+})x_1), \\ \underline{Q}_{j+}^{(p)} &= \underline{M}_{0pj+}^{-1} \underline{M}_{1pj+} \underline{Q}_{j+}^{(p-1)}, \quad \underline{M}_{0pj+} = (-p\beta_+ + \delta_{j+})^2 \underline{A}_{1+} + \underline{A}_{3+}, \\ \underline{M}_{1pj+} &= (-(p-1)\beta_+ + \delta_{j+}) \underline{A}_{2+}, \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} \underline{Q}_{j+}^{(p)} &= \underline{M}_{0pj+}^{-1} \underline{M}_{1pj+} \underline{M}_{0,p-1,j+}^{-1} \underline{M}_{1,p-1,j+} \dots \underline{M}_{01j+}^{-1} \underline{M}_{11j+} \underline{Q}_{j+}^{(0)}, \\ \underline{Q}_{j+}^{(0)} &= \underline{\Delta}_{j+}, \end{aligned}$$

в результате чего для полупространства $x_1 \geq 0$

$$\underline{F}_{j+}(x_1) = \sum_{p=0}^{\infty} \underline{Q}_{j+}^{(p)} \exp((-p\beta_+ + \delta_{j+})x_1) \quad (j = \overline{1, 2}).$$

С введением обозначений

$$\underline{Q}_{j+}^{(p)} = \begin{pmatrix} q_{1jp+} \\ q_{2jp+} \end{pmatrix}, \quad \underline{F}_{j+}(x_1) = \begin{pmatrix} f_{1j+}(x_1) \\ f_{2j+}(x_1) \end{pmatrix}$$

для компонентов вектор-функций $\underline{F}_{j+}(x_1)$ и векторных коэффициентов $\underline{Q}_{j+}^{(p)}$, комплексные функций волновых

перемещений и потенциала квазистатического электрического поля в полупространстве $x_1 \geq 0$ записываются в форме

$$\begin{aligned} u_{3+}(x_1, x_2, t) &= (a_{1+} f_{11+}(x_1) + a_{2+} f_{12+}(x_1)) \exp(-i(\omega t - kx_2)), \\ \varphi_+(x_1, x_2, t) &= (a_{1+} f_{21+}(x_1) + a_{2+} f_{22+}(x_1)) \exp(-i(\omega t - kx_2)), \\ f_{nj+}(x_1) &= \sum_{p=0}^{\infty} q_{njp+} \exp((-p\beta_+ + \delta_{j+})x_1) \quad (n, j = \overline{1, 2}). \end{aligned}$$

Для полупространства V_- получение представлений

$$\begin{aligned} u_{3-}(x_1, x_2, t) &= (a_{1-} f_{11-}(x_1) + a_{2-} f_{12-}(x_1)) \exp(-i(\omega t - kx_2)), \\ \varphi_-(x_1, x_2, t) &= (a_{1-} f_{21-}(x_1) + a_{2-} f_{22-}(x_1)) \exp(-i(\omega t - kx_2)), \\ f_{nj-}(x_1) &= \sum_{p=0}^{\infty} q_{njp-} \exp((p\beta_- + \delta_{j-})x_1) \quad (n, j = \overline{1, 2}), \end{aligned}$$

реализуется по аналогичной схеме с заменой величин c_{ij0+} , e_{ij0+} , ε_{ij0+} , ρ_{0+} , δ_{j+} , λ_+ , β_+ в приведенных выше расчетных соотношениях на c_{ij0-} , e_{ij0-} , ε_{ij0-} , ρ_{0-} , $-\delta_{j-}$, λ_- , $-\beta_-$.

Дисперсионное соотношение для исследуемых волн является следствием соотношений, получаемых из граничных условий рассматриваемой задачи на контактной плоскости $x_1 = 0$, в качестве которых рассматриваются условия идеального электромеханического контакта

$$\begin{aligned} u_{3+}(0, x_2, t) &= u_{3-}(0, x_2, t), \quad \varphi_+(0, x_2, t) = \varphi_-(0, x_2, t), \\ \sigma_{13+}(0, x_2, t) &= \sigma_{13-}(0, x_2, t), \quad D_{1+}(0, x_2, t) = D_{1-}(0, x_2, t), \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} u_{3+}(0, x_2, t) &= u_{3-}(0, x_2, t), \quad \varphi_+(0, x_2, t) = \varphi_-(0, x_2, t), \\ (c_{44+} \partial_1 u_{3+} + e_{15+} \partial_1 \varphi_+)_{x_1=0} &= (c_{44-} \partial_1 u_{3-} + e_{15-} \partial_1 \varphi_-)_{x_1=0}, \\ (-\varepsilon_{11+} \partial_1 \varphi_+ + e_{15+} \partial_1 u_{3+})_{x_1=0} &= (-\varepsilon_{11-} \partial_1 \varphi_- + e_{15-} \partial_1 u_{3-})_{x_1=0}. \end{aligned}$$

Определяемой дисперсионной функцией является функциональный определитель следующей из вышеприведенных

соотношений системы линейных алгебраических уравнений четвертого порядка относительно коэффициентов

$$\begin{aligned}
 & a_{j+}, a_{j-} \quad (j = \overline{1, 2}): \\
 & \det \|\mathcal{G}_{nj}(\omega, k)\| = 0 \quad (n, j = \overline{1, 4}), \\
 & \mathcal{G}_{1j} = f_{1j+}(0), \quad \mathcal{G}_{1j+2} = -f_{1j-}(0) \quad (j = \overline{1, 2}); \\
 & \mathcal{G}_{2j} = f_{2j+}(0), \quad \mathcal{G}_{2j+2} = -f_{2j-}(0) \quad (j = \overline{1, 2}); \\
 & \mathcal{G}_{3j} = e^{\lambda_+} c_{440+} f'_{1j+}(0) + e^{\lambda_+} e_{150+} f'_{2j+}(0), \\
 & \mathcal{G}_{3j+2} = -(e^{\lambda_-} c_{440-} f'_{1j-}(0) + e^{\lambda_-} e_{150-} f'_{2j-}(0)) \quad (j = \overline{1, 2}); \\
 & \mathcal{G}_{4j} = e^{\lambda_+} e_{150+} f'_{1j+}(0) - e^{\lambda_+} \varepsilon_{110+} f'_{2j+}(0), \\
 & \mathcal{G}_{3j+2} = -(e^{\lambda_-} e_{150-} f'_{1j-}(0) - e^{\lambda_-} \varepsilon_{110-} f'_{2j-}(0)) \quad (j = \overline{1, 2}).
 \end{aligned}$$

Исследования проводились в ФГБОУ ВО «ДонГУ» в рамках государственного задания (№ госрегистрации 124012400354-0).

Литература

1. Акустические волны в материалах и элементах конструкций с дефектами, неоднородностями и микроструктурой: монография / М.С. Аносов [и др.]; отв. ред. В.И. Ерофеев, А.О. Мальханов. – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2021. – 311 с.
2. Приказчиков Д.А., Эрбаш Б. Общее представление для волны Блюштейна-Гуляева // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – Вып. 7. URL: <http://engjournal.ru/catalog/mathmodel/hidden/848.html>
3. Карасев Д.С. Интегрирование уравнений распространения связанных электроупругих сдвиговых волн в полупространстве функционально-градиентной пьезокерамики / Д.С. Карасев, С.В. Сторожев // Журнал теоретической и прикладной механики. – 2022 – №4 (81). – С. 47–52. – doi: 10.24412/0136-4545-2022-4-47-52. – EDN RAPMHU.



К.В. Ковалева

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ И ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
kv_kovaleva@mail.ru*

В настоящее время технологии искусственного интеллекта (ИИ) интегрированы во многие сферы жизни современного человека. Инновационные разработки также внедряются в различных отраслях медицины, психиатрии, психологии и психотерапии.

Существуют исследования, в которых показано, что передовые технологии могут расширить круг диагностических параметров, доступных для органов восприятия человека в процессе взаимодействия с пациентом. Сюда относят, к примеру, тепловидение – для регистрации изменений температуры тела; распознавание лиц – для идентификации личности пациента; технологии оптического считывания выражения лица и моргания глаз; детальный анализ голосовых данных – для распознавания различий в отдельных характеристиках речи; детальная интерпретация запахов – для выявления различных видов интоксикации [1]. Также разрабатывается и внедряется большое количество приложений для психотерапевтических интервенций, такие как приложение «Woebot», которое в рамках когнитивно-

поведенческого направления психотерапии предлагает пациенту различные тренировочные варианты ситуаций и алгоритм действия в них, а онлайн чат-бот «Tess» может предложить набор стратегий по преодолению имеющихся у пациента проблем в режиме реального времени [2], [3]. Приложение «Repika» представляет собой чат-бот, разработанный на базе искусственного интеллекта, который по запросу может обеспечить пациенту с тревожно-депрессивной симптоматикой необходимый уровень эмоциональной поддержки [3].

В психиатрии в качестве дополнительного метода терапии шизофрении внедряется технология «Аватар», представляющая собой сгенерированные компьютером цифровые изображения лиц на экране, которые при взаимодействии с пациентом через интеллектуальные алгоритмы помогают редуцировать продуктивную симптоматику, а именно уменьшить частоту возникновения слуховых и зрительных галлюцинаций у пациентов с резистентными к медикаментозному лечению формами заболевания [4-6]. Для пожилых пациентов с деменцией и депрессивными расстройствами разработаны технологии роботов-помощников, которые помогают им справляться с повседневными делами, сохранять моторные навыки, а также через расширение спектра социальных взаимодействий способствуют улучшению настроения [7], [8]. Подобные роботизированные интеллектуальные технологии также успешно реализуются для тренинга социальных навыков и дополнительного развития эмоционального интеллекта в лечении детей с расстройствами аутистического спектра [9], [10].

В области когнитивной психологии искусственный интеллект используется для проведения разработок в целях обучения на основе моделирования окружающей среды, различных вариантов социального взаимодействия, компьютерного распознавания эмоций, а также тестирования паттернов обработки поступающей в человеческий разум

информации с помощью когнитивных процессов (внимания, памяти и восприятия). Помимо научения, технологии ИИ и полученные результаты проведенных исследований реализуются в рамках когнитивной реабилитации пациентов психиатрического профиля таким образом, чтобы специалист имел возможность моделирования реабилитационного процесса с фокусом на одной или нескольких когнитивных областях в соответствии с конечной целью лечения [11], [12].

Однако, при существовании успешных примеров реализации технологии ИИ в психологической и психиатрической практике в целях расширения возможностей диагностики, лечения и реабилитации отдельных групп пациентов, имеется ряд затруднений и недостатков в её повсеместной интеграции. Так, существует риск возникновения различных форм психологической зависимости от специализированных приложений, помогающих справляться с тревожно-депрессивными переживаниями, а также риск недооценки тяжести состояния и несвоевременного обращения за специализированной помощью [13]. Открытым остается вопрос о правовом регулировании, конфиденциальности и защищенности от неавторизованного цифрового отслеживания личных данных пользователей, как и другой ряд морально-этических аспектов внедрения роботизированных технологий [14]. Таким образом, для эффективного использования технологий ИИ в указанных областях необходим более детальный системный анализ возможных этических проблем и социальных последствий, а также проработка методов их решения.

Поэтому разработки НИР «Исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии и прагматических особенностей искусственного эмоционального интеллекта для целей саморегуляции психоэмоционального состояния личности», проведенной в 2023 г. и «Разработка теорети-

ческих основ и компьютерных интеллектуальных технологий диагностирования и безмедикаментозной саморегуляции психоэмоциональных состояний личности», проводимой в текущем 2024 году работниками ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», обладают актуальностью, необходимы и востребованы в современном обществе и полностью соответствуют статье 5 Закона Российской Федерации «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при её оказании» от 02.07.1992 № 3185-1 (последняя редакция).

Новизна научной работы заключается в поэтапном инновационном экспериментальном исследовании эффективного использования методов и средств психологической диагностики, эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии и прагматических особенностей искусственного эмоционального интеллекта (система датчиков и анализ полученных данных) для целей саморегуляции психоэмоциональных состояний личности, состоящем из теоретической (тесты, опросники, проведение эксперимента) и практической (программы, пользовательская компьютерная система для отображения тестового, сопровождающего звукового материала, анализа и хранения полученной в результате мониторинга информации о каждом конкретном тестируемом) составляющих.

Результаты исследования позволят исключить бумажные технологии тестирования и обработки его результатов, использовать немедикаментозные средства коррекции психоэмоциональных состояний человека. Таким образом в значительной мере минимизировать временные и материальные затраты в данной области, а также способствует широкому применению информационных компьютерных технологий как в коллективном (предприятия, учреждения и т.п.), так и

в индивидуальном (использование в домашних условиях) планах.

Литература

1. Luxton D. D. Artificial intelligence in psychological practice: Current and future applications and implications // Professional Psychology: Research and Practice. 2014. Vol. 45 (5). P. 332–339. DOI: 10.1037/a0034559
2. Fitzpatrick K. K., Darcy A., Vierhile M. Delivering cognitive behavior therapy to young adults with symptoms of depression and anxiety using a fully automated conversational agent (woebot): a randomized controlled trial // JMIR Mental Health. 2017. Vol. 4 (2). P. e19. DOI: 10.2196/mental.7785
3. Sachan D. Self-help robots drive blues away // Lancet Psychiatry. 2018. Vol. 5 (7). P. 547. DOI: 10.1016/s2215-0366(18)30230-x
4. Bain E. E. Use of a novel artificial intelligence platform on mobile devices to assess dosing compliance in a phase 2 clinical trial in subjects with schizophrenia / E. E. Bain et al. // JMIR mHealth and uHealth. 2017. Vol. 5. № 2. P. e18. DOI: 10.2196/mhealth.7030
5. Du Sert O. P. Virtual reality therapy for refractory auditory verbal hallucinations in schizophrenia: a pilot clinical trial / O. P. Du Sert et al. // Schizophrenia Research. 2018. Vol. 197. P. 176–181. DOI: 10.1016/j.schres.2018.02.031
6. Craig T. K. AVATAR therapy for auditory verbal hallucinations in people with psychosis: a single-blind, randomised controlled trial / T. K. Craig et al. // The Lancet Psychiatry. 2018. Vol. 5 (1). P. 31–40. DOI: 10.1016/s2215-0366(17)30427-3
7. Wada K., Shibata T. Living with seal robots — Its sociopsychological and physiological influences on the elderly at a care house // IEEE Transactions on Robotics. 2017. Vol. 23 (5). P. 972–980. DOI: 10.1109/tro.2007.906261
8. Yu R. Use of a therapeutic, socially assistive pet robot (PARO) in improving mood and stimulating social interaction and communication for people with dementia: study protocol for a randomized controlled trial / R. Yu et al. // JMIR Research Protocols. 2015. Vol. 4 (2). P. e45. DOI: 10.2196/resprot.4189

9. Huijnen C. A. G. J., Lexis M. A. S., Jansens R., de Witte L. P. How to implement robots in interventions for children with autism? A co-creation study involving people with autism, parents and professionals // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2017. Vol. 47 (10). P. 3079–3096. DOI: 10.1007/s10803-017-3235-9
10. Grossard C. ICT and autism care / C. Grossard et al. // *Current Opinion in Psychiatry*. 2018. Vol. 31 (6). P. 474–483. DOI: 10.1097/ycp.0000000000000455
11. Millan M. J. Cognitive dysfunction in psychiatric disorders: characteristics, causes and the quest for improved therapy / M. J. Millan et al. // *Nature Reviews Drug Discovery*. 2012. Vol. 11 (2). P. 141–168. DOI: 10.1038/nrd3628
12. Kurtz M. M. Cognitive remediation for psychological disorders // *Cognitive remediation to improve functional outcomes* / edited by Alice Medalia and Christopher R. Bowie. Oxford University Press, 2016. P. 1–23. DOI: 10.1093/med:psych/9780199395224.003.0001
13. Cresswell K., Cunningham-Burley S., Sheikh A. Health care robotics: qualitative exploration of key challenges and future directions // *Journal of Medical Internet Research*. 2018. Vol. 20 (7). P. e10410. DOI: 10.2196/10410
14. Cave S., Dihal K. Hopes and fears for intelligent machines in fiction and reality // *Nature Machine Intelligence*. 2019. Vol. 1 (2). P. 74–78. DOI: 10.1038/s42256-019-0020-9





К.А. Криворучко, И.И. Максименко

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ НЕДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СМИ МЕТОДАМИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк
igor.maksimenko_1967@mail.ru, alisakovallllll@gmail.com*

Введение. Наше общество оказалось подвержено когнитивным ударам, что в условиях информационной войны может привести к плачевным последствиям. Первой жертвой на войне всегда становится правда, а в век цифровых технологий скорость распространения информации в обществе становится рекордной, благодаря чему разобраться, где правда, а где ложь, становится чрезвычайно трудно. Ложная информация становится оружием в руках врага, желающего дестабилизировать общество и манипулировать сознанием масс. В связи с этим разработка алгоритма, позволяющего с высокой точностью определить недостоверную информацию в СМИ, позволит уменьшить влияние на общество ложной информации, распространяющейся посредством СМИ, которое может приводить к негативным последствиям для обманутого обывателя и для нашей страны в целом. Бурное развитие и широкое использование нейронных сетей во многих областях человеческой деятельности доказывает, что при работе с большими массивами данных, компьютеры оказываются намного эффективнее человека. Задача распознавания ложной информации не является исключением, поэтому использование мето-

дов глубоко обучения позволит максимально эффективно справиться с поставленной задачей, суть которой заключается в анализе предметной области, подготовке данных и реализации алгоритма, позволяющего распознавать недостоверную информацию используя нейронные сети.

Актуальность. Люди теряются в потоке противоречивой информации и вводящих в заблуждение новостей с кричащими заголовками. Это оказывает влияние на психоэмоциональное состояние человека, что впоследствии приводит к дестабилизации общества. Наличие алгоритма, способного с практически стопроцентной точностью определить достоверность какой-либо новости, откроет возможность любому интернет-пользователю фильтровать недостоверную информацию, чтобы уберечь себя от манипуляций и защититься от когнитивных ударов, позволит журналистам выполнять свою работу более качественно, а государству противодействовать вражеской пропаганде и цифровым атакам. Таким образом, целесообразно разработать алгоритм распознавания недостоверной информации в СМИ методами глубокого обучения.

Целью данной работы является разработка и реализация алгоритма, позволяющего распознавать недостоверную информацию в СМИ и других источниках, используя нейронные сети. Проблему распознавания недостоверной информации в СМИ можно решать различными методами, например, экспертным, статистическим и на основе нейронных сетей. При этом экспертный метод является наиболее распространенным и используемым на данный момент, но имеющим больше всего недостатков. Статистический метод позволяет решить проблему более продуктивно, автоматизировать процесс и сделать результат более объективным. А использование нейронных сетей и алгоритмов глубокого обучения позволяет справиться с задачей еще эффективнее,

так как при качественном обучении модели позволяет получать результаты с наибольшей точностью и применять в различных областях. Возможно, наибольшего результата можно достичь при комбинировании этих методов.

Для реализации данной задачи было принято решение использовать следующие средства. Был выбран язык программирования Python. Этот язык широко используется в сфере анализа текстов и обработки естественного языка (NLP). Python обладает богатым набором библиотек, таких как NLTK (Natural Language Toolkit), SpaCy, Gensim и других, которые предоставляют мощные инструменты для работы с текстовыми данными. Python также обладает легким синтаксисом, что упрощает разработку и обслуживание кода. Наличие большого объема разнообразных данных, содержащих как достоверную, так и недостоверную информацию, позволит использовать модели глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN), свёрточные нейронные сети (CNN) или трансформеры. Эти модели способны извлекать сложные зависимости из текстовых данных, что позволяет достичь высокой точности классификации. Таким образом, выбранный язык программирования Python, совместно с моделями машинного обучения и соответствующими библиотеками, и инструментами, позволяет эффективно реализовать задачу распознавания недостоверной информации в СМИ.

Результатом данной работы ожидается создание эффективного алгоритма, который сможет с большой точностью распознавать недостоверную информацию в СМИ. Этот инструмент будет представлять собой надежный фильтр для пользователей, позволяя им избегать манипуляций и защищать себя от когнитивных ударов. Кроме того, разработанный алгоритм будет полезен для журналистов, помогая им более качественно выполнять свою работу, и

для государства, помогая противодействовать вражеской пропаганде и цифровым атакам.

В **заключение** стоит отметить, что разработанный алгоритм будет легко масштабируемым и интегрируемым для различных задач, что позволит его широко использовать в различных областях и проектах. Полученное решение будет важным шагом в борьбе с фейк-новостями и защищать общество от негативных последствий ложной информации. Дальнейшее направление исследований авторы видят в использовании общих подходов к идентификации и распознаванию произвольных объектов, что позволит, в частности, применить формальные методы в автоматическом отборе и распознавании недостоверной информации [1].

Литература

1. Курганский А.Н., Максименко И.И. Коалгебраические элементы теории экспериментов с автоматами //Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Материалы I Международной научной конференции (Донецк, 16-18 мая 2016 г.)- Том 1.- Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. с.240—243.





В.И. Левин

**Н.Н. ЛУЗИН –
ВЫДАЮЩИЙСЯ МАТЕМАТИК И ПЕДАГОГ**

*Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза
vilevin@mail.ru*

Николай Николаевич Лузин, один из крупнейших российских математиков, родился 9 декабря 1883 года в Иркутске. Его отец, Николай Митрофанович Лузин, происходил из крепостных крестьян графа Строганова, работал в торговле. Мать, Ольга Николаевна, была родом из забайкальских бурят. Начальное образование Коля получил в частной школе. В 1893 году семья переехала в Томск, чтобы мальчик мог учиться в гимназии. Там Коля поначалу обнаружил полную неспособность к математике. Но затем приглашенный репетитор – студент Томского политехнического института, обнаружил и развил у Н.Н. Лузина способность к решению сложных задач и страсть к этому занятию. В 1901 году Лузин закончил гимназию и семья переехала в Москву, чтобы он смог продолжить образование. Он поступил в Московский университет на физико-математический факультет, намереваясь стать инженером. Изучал теорию функций у Н.В. Бугаева, стал секретарем студенческого математического кружка, председателем которого был знаменитый механик Н.Е. Жуковский. Но главным его учителем стал крупный математик Д.Ф. Его-

ров. По окончании университета в 1905 году Егоров оставил Лузина при университете для подготовки к профессорскому званию. В 1915 г. Лузин подготовил магистерскую диссертацию «Интеграл и тригонометрический ряд», которая сильно отличалась от обычных диссертаций по уровню и стилю. В ней было много новых подходов к известным задачам и много новых задач. Первый серьезный результат Лузина (1912 г.) – построение тригонометрического ряда с монотонно убывающими к нулю коэффициентами, который сам расходится почти всюду.

Диссертация Н.Н. Лузина «Интеграл и тригонометрический ряд» определила всё дальнейшее развитие метрической теории функций. Лузин стал одним из основателей дескриптивной теории множеств и функций. Его вклад высоко оценил знаменитый Анри Лебег в своём предисловии к монографии Лузина «Лекции об аналитических множествах и их применении» (Париж, 1930 г.), отметивший фундаментальные теоремы Лузина в дескриптивной теории множеств и теории функций действительного и комплексного переменного. «В условиях ориентировки на понимание, – писал он, – несколько не страшны дефекты памяти, так как самый ход однажды понятого материала не позволяет утратить существенное, детали же легко восстановить по справочнику. Ориентировка на понимание кажется громоздкой лишь вначале, на деле затраченное на понимание время с лихвой окупается в дальнейшем, так как при правильно понятых основаниях дисциплины дальнейший материал часто принимает характер упражнений в известном».

Н.Н. Лузин был одним из крупнейших российских учёных в области математики за все время существования этой науки в России. Это было связано с тем, что он внёс огромный конкретный вклад в математику. Кроме того, он

основал известную московскую математическую школу теории функций.

Он испытывал наибольший интерес к математическим проблемам, которые считались классическими и были не просто трудны – было непонятно, где искать решение. Более того, не было уверенности в том, правильно ли они сформулированы и не следует ли изменить их формулировку, чтобы получить какое-то решение. По этой причине большинство математиков не осознавали эти проблемы, а тем немногим, кто их осознавал, решение было не по силам. Первой из них была проблема объективности знаменитой аксиомы Цермело в теории множеств (аксиома произвольного выбора в теории множеств). Другой была проблема обоснования математического анализа с помощью объективизации понятия бесконечности путём его строгого описания. В результате многолетних размышлений Лузин пришёл к выводу, что идея обоснования математического анализа путём его объективизации в духе Кантора неверна. Не видя других путей, он в конце концов согласился с тем, что понятие непрерывного (континуального) множества должно быть признано субъективным, т.е. не подлежащим объективному строгому описанию. Сходным оказалось отношение Лузина к проблеме точного и однозначного определения понятия функции. В противовес распространённому популярному определению функции как однозначного соответствия между двумя множествами он в итоге пришёл к выводу, что это определение, как и любое другое отдельное формальное определение, не может охватить всего содержания понятия функции. Охват возможен лишь путём учёта всех линий развития этого понятия, теснейшим образом связанного с развитием естествознания, в частности, математической физики.

Явление «Лузин – учитель» было не менее удивительным, чем явление «Лузин – учёный». Каждый человек, находившийся близ него, невольно оказывался в некоем

магическом духовно-интеллектуальном поле, которое оказывало на человека сильнейшее творческое воздействие, сохранявшееся затем в течение всей его жизни. И потом он передавал часть полученной чудодейственной энергии своим ученикам. Вот несколько примеров этого воздействия.

Вспоминает академик АН СССР П.С. Александров, один из первых учеников Лузина (с 1914 года). «Я впервые встретился с Н.Н. Лузиным, будучи студентом 2-го курса Московского университета. Впечатление от этой встречи было потрясающим и навсегда запомнилось мне. Даром увлекать умы и воспламенять сердца Н.Н. Лузин обладал в высшей степени. Я узнал человека, жившего в сфере высших человеческих духовных ценностей, куда не проникнет никакой тлетворный дух.

Очень большую роль сыграл Н.Н. Лузин в создании отечественных учебников математики для высшей школы. В 1921 г. Лузин ввёл в практику работы высшей школы России учебник американского математика и педагога В.Э. Гренвиля. Он ежегодно затем дополнял, редактировал и совершенствовал этот учебник. На его основе Лузин в 1933 г. издал свой учебник математики для вузов, но по деликатности оставил на титульном листе имя Гренвиля. Этот учебник в течение 30 лет оставался стабильным учебником математики в советских технических вузах, сыграв важную роль в формировании инженерных кадров страны. Эта книга, как и всё, написанное Н.Н. Лузиным, отличалась необыкновенной живостью и ясностью изложения. В ней автор не только доказывал, но и в живой, образной форме разъяснял содержание курса. Николай Николаевич считал, что наука – это не «логомахия». Принцип научности в преподавании состоит в том, чтобы «не противоречить современному состоянию науки, но и не следовать рабски за этим состоянием». Это высказывание Н.Н. Лузина перекликается с широко известным высказыванием американского

математика Ричарда Беллмана: «Математика – это не логика. Математика – это логика плюс процесс созидания».

Особо необходимо остановиться на педагогической деятельности Н.Н. Лузина. Эта деятельность была в высшей степени успешной. Успех был основан на редкой способности учёного разъяснять сущность различных математических фактов, не прибегая ни к каким формализмам. А ещё на его превосходных артистических способностях, проявлявшихся во время публичных выступлений. Один из слушателей лекций Лузина по матанализу в МГУ в 1930-е годы И.И. Этерман рассказал автору этих строк, что эти лекции были превосходными «постановками Театра одного актёра». Они собирали огромную аудиторию. Люди сидели на подоконниках, ступенях, стояли в проходах. Среди них были не только математики, но и физики, химики, историки, филологи и т.д. Они приходили посмотреть, послушать, пообщаться, завести новые знакомства. Эффективность педагогической деятельности Н.Н. Лузина была весьма высокой. За 35 лет этой деятельности он подготовил 16 высококвалифицированных математиков – докторов физ.-мат. наук. Из них 3 стали впоследствии академиками АН СССР: П.С. Александров, А.Н. Колмогоров, П.С. Новиков. Лишь одна научная школа в СССР смогла превзойти этот результат – школа академика Л.Д. Ландау по теоретической физике. За 30 лет творческой деятельности руководитель этой школы Л.Д. Ландау подготовил 23 высококвалифицированных физика-теоретика – доктора физ.-мат. наук. Этот результат школы Л.Д. Ландау, насколько известно автору, не превзойдён нигде в мире.





В.С. Литвинова, Н.Е. Губенко

**ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТЬ И ПРОЗРАЧНОСТЬ
В ОБУЧЕНИИ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ:
СТРАТЕГИИ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Донецкий национальный
технический университет»*

litvinova_vs@mail.ru, negubenko@mail.ru

В настоящее время глубокое обучение стало основным подходом в области искусственного интеллекта, позволяя достичь выдающихся результатов в различных областях, для достижения поставленных задач и целей, таких как распознавание образов, машинный перевод и прогнозирование.

Глубокие нейронные сети (DNN) – это тип искусственных нейронных сетей, которые имеют несколько слоев между входным и выходным слоями. Благодаря наличию дополнительных слоёв есть возможность изучать сложные представления данных и выполнять задачи различной сложности [1].

Глубокие нейронные сети состоят из различных типов слоев, таких как сверточные слои, пулинговые слои, слои активации и полносвязные слои. Каждый из слоёв выполняет определенные преобразования исходных данных, тем самым позволяя сети изучать различные уровни представлений и признаков.

Однако, несмотря на успехи и функциональность, глубокие нейронные сети часто рассматриваются как «черные

ящички», происходит это из-за того, что их внутренние процессы и принятие решений могут быть трудными для понимания и восприятия [6]. Это затрудняет интерпретируемость и прозрачность моделей, что является важным аспектом надежности искусственного интеллекта.

В статье исследуется важность интерпретируемости и прозрачности в обучении глубоких нейронных сетей, а также рассматриваются возможные стратегии и методы для повышения надежности искусственного интеллекта.

Глубокое обучение, особенно с использованием глубоких нейронных сетей, достигло значительных успехов в различных областях [5].

Интерпретируемость и прозрачность в контексте искусственного интеллекта играют главную роль в обеспечении доверия к принятым моделью решениям.

Интерпретируемость в свою очередь определяет возможность объяснить, почему модель приняла определенное решение, в то время как прозрачность позволяет понять принцип и алгоритм работы самой модели, при этом исключая необходимость изучения ее внутреннего устройства [6].

Эти аспекты особенно важны в областях, где принимаемые решения имеют существенное влияние на жизни людей и их обеспечение [5].

К примеру, в медицине интерпретируемость и прозрачность глубоких моделей могут быть решающими для того, чтобы правильно поставить диагноз пациенту и разработать оптимальный план предстоящего лечения.

Врачам необходимо не только получать рекомендации от искусственного интеллекта, но и понимать логику и основания, на которых эти рекомендации были сформулированы. Такой подход повышает доверие к технологиям и увеличивает вероятность принятия правильных и обоснованных медицинских решений.

Если рассматривать финансовую сферу деятельности, то интерпретируемость и прозрачность могут помочь предсказывать рыночные тренды, определять риски инвестиций и управлять активами компаний, организаций и предприятий более эффективно.

Способность понять принципы работы моделей позволяет финансовым аналитикам и управляющим решать сложные задачи с большей вероятностью получения точного и обоснованного результата [7].

Следовательно, можно сказать, что обеспечение интерпретируемости и прозрачности в глубоком обучении является ключевым и центральным аспектом для успешного применения технологий искусственного интеллекта в различных областях, где принятие решений имеют критическое значение.

Учитывая вероятность появления потенциально негативного воздействия неправильно принятых решений на жизни людей, то стремление к пониманию и объяснению работы моделей ИИ становится необходимостью для обеспечения этичности и доверия в цифровой эпохе и современным инновационным технологиям в целом [7].

Рассмотрим различные стратегии и методы, которые могут быть использованы для повышения интерпретируемости и прозрачности в обучении глубоких нейронных сетей [5].

Методы визуализации позволяют наглядно представить внутренние процессы нейронных сетей и их принятие решений. Визуализация активаций показывает, какие области входных данных активируют различные слои нейронной сети. Например, работа «Visualizing and Understanding Convolutional Networks» [2] демонстрирует, как визуализация активаций может помочь понять, как сверточные нейронные сети обрабатывают изображения.

Следующий метод визуализации – это классификация градиентов. Данный метод позволяет определить, какие входные данные влияют на выход модели. Пример использования этого метода подробно описан и рассмотрен в работе «Deer

Inside Convolutional Networks: Visualising Image Classification Models and Saliency Maps» [3].

Интерпретируемые модели глубокого обучения представляют собой архитектуры нейронных сетей, которые могут быть легче интерпретированы по сравнению с традиционными глубокими нейронными сетями. К данным моделям относятся сверточные сети с меньшим количеством слоев и параметров, и модели внимания.

Сверточные сети с меньшим количеством слоев и параметров используются для упрощения архитектуры нейронной сети и могут повысить ее интерпретируемость. Например, MobileNets [4] – это семейство моделей глубокого обучения, специально разработанных для мобильных и встраиваемых устройств, с меньшим количеством слоев и параметров.

Далее рассмотрим объяснимые методы машинного обучения предоставляют инструменты для анализа и объяснения принятия решений моделей, такие как LIME и SHAP.

LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations) – это метод, который позволяет объяснить предсказания модели, независимо от ее архитектуры. LIME строит локальную модель, которая аппроксимирует поведение исходной модели в окрестности конкретного примера.

SHAP (SHapley Additive exPlanations) – это метод, основанный на теории игр, который позволяет оценить вклад каждого признака в предсказание модели. SHAP предоставляет универсальный подход к объяснению моделей, который может быть применен к различным типам моделей, включая глубокие нейронные сети.

Таким образом в заключении следует отметить, что интерпретируемость и прозрачность в обучении глубоких нейронных сетей играют важную роль в повышении надежности искусственного интеллекта.

Исследования в области повышения интерпретируемости и прозрачности в глубоком обучении продолжаются, и многие результаты работ ученых уже показывают, что доступ к информации о принципах работы моделей может

значительно улучшить доверие к ним и повысить их применимость в различных областях.

Развитие стратегий и методов, направленных на обеспечение доступа к принципам работы моделей, позволит эффективнее применять их в реальных сценариях, где важно понимание и объяснение принимаемых решений.

Литература

1. Глубокое обучение. Самый краткий и понятный курс / Джон Д. Келлехер ; [перевод с английского М. А. Райтман]. — Москва : Эксмо, 2022. —160 с. — (Библиотека МИТ).

2. Matthew D. Zeiler, R. Fergus Visualizing and Understanding Convolutional Networks // Matthew D. Zeiler, R. Fergus // European Conference on Computer Vision. — 2019. — № 13. — С. 818-831.

3. K. Simonyan, A. Vedaldi, Andrew Zisserman Deep Inside Convolutional Networks: Visualising Image Classification Models and Saliency Maps // K. Simonyan, A. Vedaldi, Andrew Zisserman // European Conference on Computer Vision. — 2018.

4. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей [Текст] / Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. — Санкт-Петербург : Издательский дом «Питер», 2019 — 480 с.

5. Анцыферов, С. С., Фазилова, К. Н. ВОПРОСЫ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ [Текст] / С. С. Анцыферов, К. Н. Фазилова // Проблемы искусственного интеллекта . — 2023. — № 4(31). — С. 13-16.

6. С. Б. Иванова, И. С. Сальников, Р. И. Сальников ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛУБОКОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ И РОБОТИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ [Текст] / С. Б. Иванова, И. С. Сальников, Р. И. Сальников // Проблемы искусственного интеллекта. — 2018. — № 1(8). — С. 33-39.

7. В. В. Румянцев К ВОПРОСУ ОБ ИЕРАРХИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ [Текст] / В. В. Румянцев // Проблемы искусственного интеллекта . — 2017. — № 3(6). — С. 51-56.



Г.Т. Ломонос, Н.Д. Фролов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА БАЗЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк, Россия
lomonos.gn@gmail.com*

Введение. В современном мире все большее внимание уделяется созданию систем мониторинга и управления окружающей средой. Отслеживание состояния окружающей среды, такой как уровень загрязнения воздуха, качество воды, климатические условия и другие параметры, является важной частью обеспечения безопасности и комфорта современных обществ. Одним из эффективных способов мониторинга окружающей среды является использование роботов. Роботы могут быть программируемыми для сбора данных в различных частях города или даже на больших территориях, что делает систему мониторинга более гибкой и масштабируемой. Однако, чтобы система мониторинга с роботами была эффективной, необходимо обеспечить передачу собранных данных между роботами и центральной системой мониторинга. В этом случае применение протокола MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) [1] может оказаться полезным.

Архитектура. На данном этапе разработки представляется прототип роботизированной системы мониторинга состояния окружающей среды. Архитектура системы состоит из трех основных компонентов: мобильные роботы, MQTT

Брокер и Web приложение – центральная система мониторинга. Для повышения гибкости и расширения охвата измерений качества воздуха используются мобильные роботы с дистанционным управлением.

Прототипы роботов, реализованные на основе микроконтроллера ESP32 с прошивкой управляющими программами на языке MicroPython, могут перемещаться по различным средам, включая внутренние помещения и открытые площадки. Благодаря своей мобильности они могут добраться до труднодоступных мест и собрать данные с нескольких точек.

Задача мобильных роботов – собирать данные о качестве воздуха. Каждый робот оборудован датчиками Bosch BME680 для сбора данных окружающей среды. Эти данные включают в себя информацию о температуре, влажности, уровне загрязнения воздуха и при необходимости на роботах могут быть установлены дополнительные датчики, как например, измерение уровня шума, обнаружение пламени и т. п. Датчики Bosch BME680 непрерывно измеряют температуру, влажность, атмосферное давление и вычисляют индекс качества воздуха (AQI) [2]. Роботы могут собирать данные на своих патрулях и передавать их в центральную систему мониторинга с помощью информационно-управляющей программы, загруженной в микроконтроллер ESP32 робота.

Веб-приложение предназначено для обмена данными с роботами, отображения и анализа данных, получаемых от роботов. Оно может предоставлять графики, уведомления, и другие функции для представления и просмотра данных о окружающей среде. Для осуществления этих функций выполнено написание кода сервера, включая реализацию функций управления роботом, обработку запросов от веб-интерфейса и механизма аутентификации и авторизации пользователей для доступа к функциям управления.

Связь. Управление роботами и результаты измерений передаются на центральную систему мониторинга по

беспроводному протоколу MQTT, обеспечивая бесперебойную связь между роботами и центральной системой мониторинга. Обмен данными по протоколу MQTT происходит по схеме "клиент-брокер-клиент". Для этой цели нами использован бесплатный публичный MQTT-брокер от HiveMQ [3].

Каждый клиент подключается к брокеру с использованием уникального идентификатора клиента и может отправлять или получать сообщения, используя темы, опубликованные на брокере. Клиенты могут использовать различные уровни качества обслуживания (Quality of Service - QoS), которые определяют, насколько надежной должна быть передача сообщений между клиентами. Каждый робот будет публиковать собранные данные в определенную тему, уникальную для каждого робота или группы роботов. Центральная система мониторинга подписана на эти темы и будет получать обновления данных при каждой публикации.

Web приложение центральной системы мониторинга выполнено с использованием фреймворка Laravel. Для хранения данных, получаемых от роботов, используем базу данных MySQL. Для оперативной обработки запросов от пользователя и управления роботами в реальном времени применена технология Ajax [3]. Структура Web-интерфейса представлена на рис.1.

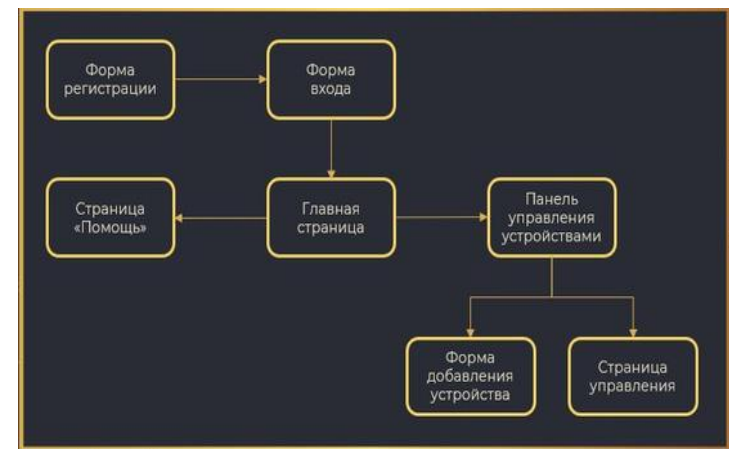


Рисунок 1 – Структура Web-интерфейса

Для работы и обмена данным с роботами необходима регистрация учетной записи. На основе учетной записи создается уникальный «топик» – ключевая фраза для управления роботами. У пользователя есть возможность увеличения количества роботов путём их добавления, данные (название и «топики»), которые хранятся в базе данных и привязаны к учетной записи пользователя. На рис.2 пример интерфейса регистрации и создания учетной записи пользователя.

Для подключения роботов к брокеру в управляющей программе микроконтроллера ESP32 использована библиотека umqtt.simple для MicroPython.



Рисунок 2 – Интерфейс регистрации учетной записи

Для управления роботом в его программу вписывается топик, который состоит из уникального топика пользователя плюс название робота, которое дал ему пользователь. Это дает каждому роботу уникальную фразу, благодаря которой можно управлять разными роботами одной учетной записью, и они не будут пересекаться с роботами других пользователей. На рис.3 изображена связь скриптов Web-интерфейса.

После создания в приложении робота на странице появляется возможность открыть панель управления, которая представляет собой пульт и окно, в котором отображаются

сообщения, полученные от робота, для контроля выполнения действий.

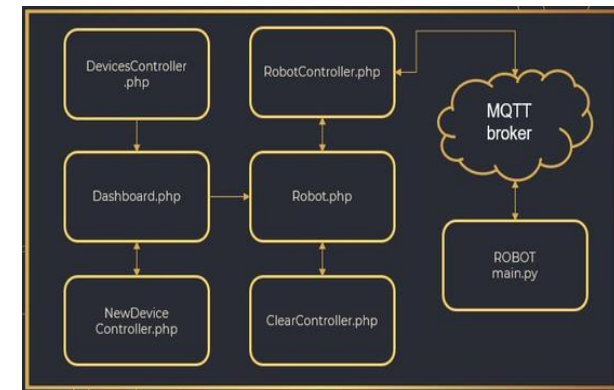


Рисунок 3 – Связь скриптов Web-интерфейса

Пульт (рис.4) имеет кнопки управления, часть из них отправляет запрос с помощью протокола MQTT брокера HiveMQ роботу, с помощью технологии Ajax это происходит без обновления страницы. Робот в свою очередь в соответствии с внутренней программой управления по заранее записанным командам выполняет соответствующие команде действия.



Рисунок 4 – Web интерфейс пользователя

Робот после получения сообщения по протоколу MQTT выполняет команду, и по команде пользователя может отправить сообщение, которое пользователь получит в окне интерфейса. Получаемые данные измерений регистрируются в базе данных, могут анализироваться и визуализироваться в виде временных трендов. Это позволяет заинтересованным сторонам отслеживать тенденции качества воздуха, выявлять потенциальные проблемы и принимать обоснованные решения в режиме реального времени. Например, в случае превышения уровня загрязнения воздуха, центральная система могла бы оповестить ответственные службы или дать экстренное предупреждение местным жителям.

Заключение. Таким образом, использование системы мониторинга роботами окружающей среды позволяет обеспечить непрерывный и эффективный контроль за состоянием окружающей среды. Роботы могут работать в труднодоступных или опасных для человека местах, а также вести наблюдение в режиме реального времени. Это позволяет оперативно реагировать на возникшие проблемы и предотвращать их развитие.

Кроме того, представленная система мониторинга является гораздо более экономичной и эффективной по сравнению с традиционными методами контроля. Роботы могут работать автономно или с минимальным участием человека, что значительно снижает затраты на персонал и обслуживание. Кроме того, роботы обладают большей точностью и скоростью сбора данных, что увеличивает эффективность мониторинга и позволяет оперативно принимать меры по решению проблем.

В итоге, данная система мониторинга роботами окружающей среды является современным и инновационным подходом к контролю и управлению состоянием окружающей среды. Она позволяет эффективно реагировать на изменения и проблемы, предотвращать развитие экологических катастроф и обеспечивать безопасность местных жителей. Такие системы могут быть внедрены в различных сферах, включая городскую инфраструктуру, промышленные предприятия, зоны природных резерватов и многие другие.

Литература

1. MQTT против AMQP для Интернета вещей. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.hivemq.com/article/mqtt-vs-amqp-for-iot/> (дата обращения: 21.11.2023).
2. Что такое индекс качества воздуха (AQI) и как он рассчитывается. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.pranaair.com/ru/blog/what-is-air-quality-index-aqi-and-its-calculation/> (дата обращения: 25.01.2024).
3. Free Public MQTT Broker by HiveMQ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.hivemq.com/mqtt/public-mqtt-broker/> (дата обращения: 21.11.2023).





Г.Т. Ломонос, Н.В. Финошин, В.Н. Лебедев

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк
lomonos.gn@gmail.com*

Введение. Система сбора данных (ССД), предназначена для измерения параметров атмосферного воздуха и сочетает в себе микроконтроллер ARDUINO UNO, датчик BME280 и программное приложение на основе системы диспетчерского управления и сбора данных SCADA TRACE MODE 7 ® [1,2]. Сенсор BME280 представляет собой мультидатчик, способный измерять три ключевых параметра атмосферного воздуха: температуру, влажность и атмосферное давление. Совместно с платформой Arduino, он обеспечивает простой и эффективный способ мониторинга погодных условий, а также использование в различных проектах, связанных с измерением параметров окружающей среды. ССД позволяет в режиме реального времени отслеживать и собирать важнейшие атмосферные данные. Измерение и обработка параметров атмосферного воздуха, таких как температура, влажность и давление, являются важными аспектами в современном мире. Эти параметры имеют решающее значение в различных областях, таких как метеорология, промышленность, сельское хозяйство, медицина и многие другие. А также эти данные можно использовать для создания погодных станций, умных домов, систем контроля окружающей среды или даже для научных исследований.

Для создания ССД использованы следующие компоненты:

Модуль датчика BME280 (рис. 1), объединяющий в себе функции измерения параметров окружающей среды (температура, влажность, атмосферное давление) – новое поколение датчиков давления, позволяющих измерять не только значение атмосферного давления, но и температуру и влажность. Датчик характеризуется высокой точностью измерения, высоким быстродействием интерфейса и сверхмалым энергопотреблением [3].

Основные характеристики датчика BME280:

- Диапазон измерения температуры: от - 40 до +85°C
- Точность измерения температуры: от ± 0.5 до $\pm 1^\circ\text{C}$
- Диапазон измерения влажности: от 0 до 100%
- Точность измерения влажности: $\pm 3\%$
- Пределы измерения давления: от 300 до 1100 гПа
- Точность измерения давления: $\pm 1\text{ гПа}$



Рисунок 1 – Датчик BME-280

Этот датчик взаимодействует с микроконтроллером ARDUINO UNO по протоколу I2C. Для получения данных с датчика в скетче для микроконтроллера используется библиотека Adafruit_BME280 [4].

Блок измерения параметров атмосферного воздуха оформлен в виде автономного устройства (рис. 2) с отображением измеряемых параметров на жидкокристаллический 20-символьный, 4-строчный дисплей модели LCD

2004. С целью сокращения количества используемых пинов микроконтроллера для вывода измеряемых данных используем конвертер I2C для LCD экрана и в скетче соответствующую библиотеку LiquidCrystal_I2C [5].

Скетч в микроконтроллере ARDUINO UNO обрабатывает данные датчика и готовит их к передаче компьютеру с разработанным для этой цели программным приложением в SCADA TRACE MODE 7®. Обновление значений параметров в измерительном блоке выполняется с двадцатисекундным интервалом, но может изменяться по заданию пользователя.

Основным элементом блока измерения параметров является микроконтроллер ARDUINO UNO, выполняющий функции взаимодействия с датчиком BME280 путём выполнения программного кода (скетча) для обработки данных и передаче данных приложению на компьютере.



Рисунок 2 – Блок измерения параметров атмосферного воздуха

Программное обеспечение настольного компьютера для получения и обработки данных блока измерения данных и для удобного интерфейса визуализации результатов обработки выполнено в базовой версии интегрированной среды разработки (IDE) SCADA TRACE MODE 7®, основное предназначение которой является создание программных проектов систем диспетчерского контроля и сбора данных для мониторинга и управления технологическими процессами в реальном времени.

Связь между блоком измерения параметров и компьютером для передачи данных осуществляется по последовательному каналу связи на основе интерфейса RS-485 и протокола Modbus RTU [6].

В результате разработана ССД с функциональными возможностями:

Сбор данных:

ARDUINO UNO собирает атмосферные данные в реальном времени с временным интервалом 20 секунд с датчика BME280.

Обработка данных:

Программа в ARDUINO UNO обрабатывает собранные данные, отображает на экране LCD дисплея и форматирует их для дальнейшей передачи по протоколу Modbus RTU в программу настольного компьютера.

Сенсор BME280 также предоставляет данные о высоте над уровнем моря. Эту информацию можно использовать для расчета абсолютного давления.

Связь:

Программное приложение под управлением про-
файлера SCADA TRACE MODE 7® по команде оператора может запрашивать данные от блока измерения параметров для отображения их в реальном времени в виде временных трендов и записи на диск для последующей их обработки. Поскольку алгоритм микроконтроллера при формировании измеренных значений параметров наряду с отображением на LCD экране циклически регулярно записывает их в

HOLDING REGISTERS протокола Modbus RTU подключение компьютера к блоку измерения параметров и запросы данных не влияют на автономную работу микроконтроллерной системы блока измерения параметров.

Визуализация SCADA:

Программное приложение под управлением профайлера SCADA TRACE MODE 7® отображает измеряемые атмосферные данные в графическом пользовательском интерфейсе в виде числовых значений и временных трендов в реальном времени (рис. 3).

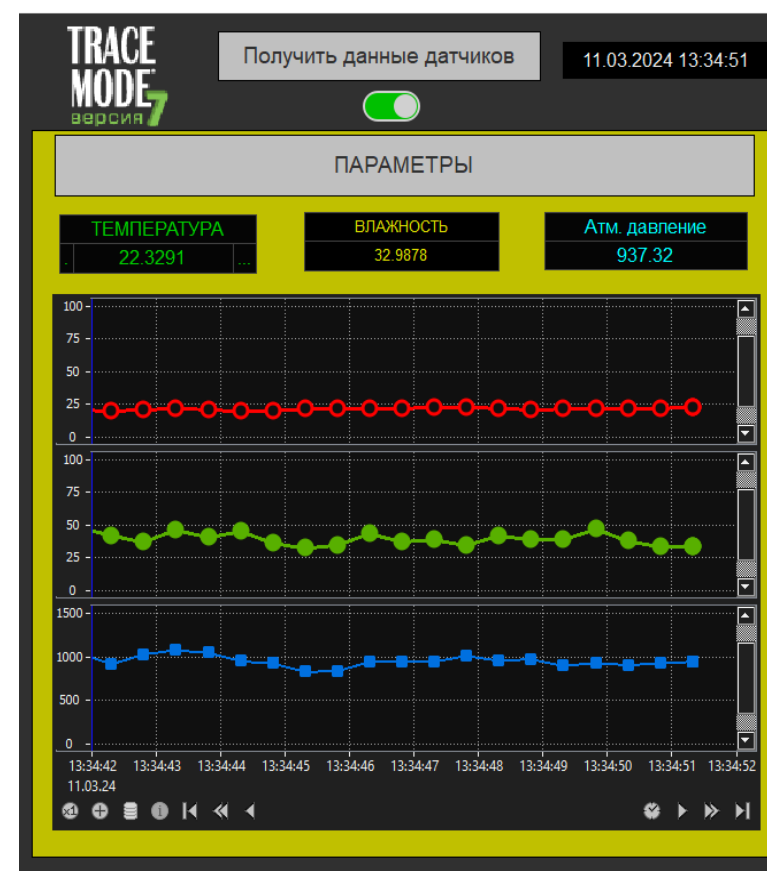


Рисунок 3 – Графический интерфейс пользователя

Преимущества:

Мониторинг в режиме реального времени: Разработанное приложение в IDE TRACE MODE 7® ССД обеспечивает мгновенный доступ к измерению атмосферных параметров.

Удобный интерфейс: ССД предоставляет интуитивно понятную визуализацию для легкой интерпретации.

Удаленный доступ: ССД обеспечивает мониторинг из централизованного места.

Регистрация исторических данных: ССД включает регистрацию данных для анализа тенденций.

Области применения:

Мониторинг окружающей среды: Оценка качества воздуха и атмосферных условий.

Промышленные процессы: Мониторинг параметров воздуха на производственных объектах.

Исследования и разработки: Сбор данных для научных исследований.

Пример использования ССД.

При поверке установок аэродинамических измерительных необходимо проводить измерения полей скорости в рабочей части этих установок.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения скорости воздушного потока должны соответствовать требованиям действующих поверочных схем. На погрешность результатов измерения скорости воздушного потока влияют: температура воздушного потока, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха.

Точность измерения этих влияющих величин должна соответствовать заданным нормативным значениям.

Приведем следующий пример.

В 2017 году в ФГУП «ЦАГИ» была разработана методика поверки МП4.29.001-2017 установки аэродинамической экспериментальной ЭМС 0,05/60-240.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, гПа от 840 до 1060.

Для измерения этих влияющих величин в методике рекомендовано использовать измеритель влажности и температуры с каналом измерения атмосферного давления ИВТМ – 7М.

В руководстве по эксплуатации ИВТМ – 7М приведены следующие технические характеристики прибора:

- диапазон измерения относительной влажности, % 0 - 99 (точность $\pm 2\%$);
- диапазон измерения температуры, °C от –45 до +60 (точность $\pm 0,5$ °C);
- диапазон измерения атмосферного давления, гПа - 840 - 1060 (точность ± 3 гПа).

Сравнивая характеристики датчика BME 280 с приведенными характеристиками ИВТМ-7М можно сделать вывод, что предлагаемая ССД позволяет использовать ее при поверке установок аэродинамических измерительных, а также при любых измерениях скорости воздушного потока.

Таким образом, интеграция ARDUINO UNO, BME680 с системой SCADA TRACE MODE 7® позволяет создать надежную систему сбора данных для мониторинга параметров атмосферного воздуха, которая позволяет получать информацию в режиме реального времени и принимать взвешенные решения.

Заключение. Измерение и мониторинг температуры, влажности и давления атмосферного воздуха играют важную роль в различных областях человеческой деятельности. Точные данные об этих параметрах необходимы для принятия обоснованных решений в различных областях, и поэтому развитие технологий в этой области остается актуальным направлением.

Литература

1. Ломонос, Г. Т. SCADA TRACE MODE в системе управления стендом для лабораторных испытаний [Текст] /

Г. Т. Ломонос, Н. В. Фиошин // Машиностроительные технологические системы: сб. трудов международной научно-технической конференции (г. Ростов-на-Дону, 26 – 30 сентября 2023 года) / Под редакцией В.А. Лебедева. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2023. – С. 404–411.

2. Руководство пользователя TRACE MODE 7. Программный комплекс. Версия 7. ООО «АдАстрА» [Текст]. – Москва, 2024. – 826 с.

3. BME280 – датчик атмосферного давления, влажности и температуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotchip.ru/bme280-datchik-atmosfernogo-davleniya-vlazhnosti-i-temperatury/> (дата обращения: 15.01.2024).

4. Adafruit_BME280_Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/adafruit/Adafruit_BME280_Library/blob/master/Adafruit_BME280.h (дата обращения: 24.01.2024).

5. Библиотека LiquidCrystal и описание ее функций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://duino.ru/lcd-1602-arduino/library-and-function/> (дата обращения: 25.01.2024).

6. Ломонос, Г. Т. Автоматизация проведения экспериментальных исследований характеристик горизонтальной свободной затопленной и всплывающей струи [Текст] / Фиошин Н. В., Ломонос Г. Т., Лапа О. П., Хрипунов Р. А. // Донецкие чтения 2023: материалы VIII Международной научной конференции. – Донецк: изд-во ДонГУ, 2023. – С. 369–372.





И.И. Максименко

**КОНТРОЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ КЛАССОВ
ОБОБЩЕННЫХ АВТОМАТОВ МИЛИ
В ТЕРМИНАХ СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕТРИК**

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»,
г. Донецк, Россия
i.maksimenko_1967@mail.ru*

В теории управления дискретных систем основной задачей является идентификация объекта (автомата, размеченного графа и т.д.) из некоторого потенциально бесконечного класса с эталоном.

Для конечных автоматов Грунским И.С. и его учениками получен ряд окончательных результатов [1], для бесконечных автоматов исследования носят начальный характер.

Данная работа обобщает на бесконечные автоматы Мили ряд результатов монографии [1], что в общем случае порождает процессы идентификации (алгоритмы без остановки или алгоритмы с оракулом) «черного ящика» из априорно заданного класса. Для такого рода обобщенных автоматов контрольные эксперименты представлены потенциально бесконечными процессами порождения конструктивных окрестностей в специальной «бэровской» метрике [2]. Важным наблюдением является тот факт, что имеет место некоторая «адельная» демократия контрольных процессов, что позволяет рассматривать процессы проведения контрольных экспериментов в рамках как бэровских метрических пространств, так и в терминах адической математики.

В работе [2] методы исследования контрольных экспериментов на языке «бэровских» метрических пространств перенесены на серию алгебраических систем как автоматной, так и не автоматной природы, что позволяет исследовать контрольные эксперименты в общем виде в терминах специальных метрических пространств.

Обобщенным автоматом Мили назовем систему вида $A = (S, s_0, F, X, Y, \delta, \lambda)$, где S, X, Y – счетные алфавиты состояний, входов и выходов соответственно, $\delta \subseteq S \times X \times S$ – функция переходов, а $\lambda \subseteq S \times X \times Y$ – функция выходов, $s_0 \in S$ – начальное состояние, а $F \subseteq S$ – множество финальных состояний. Алфавиты S, X, Y могут быть конечными и функция переходов в общем случае частична. Если функция переходов частичная, тогда можно ввести фиктивную вершину [1], в которую осуществляется переход по недостающим входным символам из всех вершин автомата, что позволяет всегда считать функцию переходов всюду определенной. Через $A(U)$ обозначим класс всех обобщенных автоматов Мили над вход-выходным алфавитом $U = X \times Y$.

Процесс-экспериментатор (алгоритм без останова или алгоритм с оракулом) называется контрольным процессом относительно априорного класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталона $A \in A(U)$, если в результате эксперимента с «черным ящиком» из класса этот процесс определяет, изоморфен «черный ящик» эталону или нет. Формально, мы можем называть контрольным процессом относительно класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталона $A \in A(U)$ потенциально бесконечное множество вход-выходных слов $W \subseteq L_A$, что если выполнено включение $W \subseteq L_B$ для некоторого $B \in F$, то $A = B$.

Через L_A^k для автомата A обозначим множество всех инициальных вход-выходных слов, длина которых не пре-

восходит k . Заметим, что множество L_A^k может быть и бесконечным. Контрольный процесс $W \subseteq L_A$ назовем финитным, если существует такое натуральное число k , для которого выполнено включение $W \subseteq L_A^k$. Нетрудно видеть, что конечный контрольный процесс финитен, однако обратное не верно.

Для исследования свойств контрольных процессов на классе $A(U)$ введем специальную «бэровскую» метрику β [1], полагая, что $\beta(A, B) = 0$, если $A = B$ и $\beta(A, B) = \frac{1}{k}$, где $L_A^k \neq L_B^k$ и $L_A^{k-1} = L_B^{k-1}$. Также будем рассматривать семейство p -адических метрик β_p , что $\beta_p(A, B) = 0$, если $A = B$ и $\beta_p(A, B) = \frac{1}{p^k}$, где $L_A^k \neq L_B^k$ и $L_A^{k-1} = L_B^{k-1}$, где p - простое число, большее или равное мощности множества X . В дальнейшем любую из таких метрик обозначим α .

Окрестностью с центром $A \in (A(U), \alpha)$ и радиусом $r \in R^+$ называется потенциально бесконечное множество автоматов $O_r(A) = \{B \mid \alpha(A, B) < r\}$. Автомат $A \in (A(U), \alpha)$ является предельным автоматом класса $F \subseteq A(U)$, если для произвольного $r > 0$ класс автоматов $O_r(A) \cap (F - \{A\})$ не пуст. Класс $F \subseteq A(U)$ назовем открытым классом в пространстве $(A(U), \alpha)$, если он не содержит своих предельных автоматов.

Для обобщенных автоматов Мили всегда справедливо утверждение, которое в общем случае не выполнено для классов конечных автоматов Мили [1]-

Утверждение 1

Для произвольного класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталоны $A \in A(U)$ всегда существует не финитный контрольный процесс.

Для «бэровской» метрики в классе автоматов Мили $(A(U), \beta)$ справедлив следующий критерий существования финитного контрольного процесса[2]-

Теорема 2

Множество вход-выходных слов L_A^k для некоторого натурального числа k является финитным контрольным процессом относительно класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталоны $A \in A(U)$ тогда и только тогда, когда выполнено соотношение $O_{\frac{1}{k}}(A) \cap F \subseteq \{A\}$ в «бэровском» метрическом пространстве $(A(U), \beta)$.

Для обобщенных автоматов Мили выполнено утверждение об «адельной» демократии контрольных процессов-

Утверждение 3

Для любого класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталоны $A \in A(U)$ существует контрольный процесс в «бэровском» метрическом пространстве $(A(U), \beta)$ тогда и только тогда, когда существует некоторый контрольный процесс в радиальном пространстве $(A(U), \beta_p)$ для простого числа p , превышающего мощность множества X .

Структура контрольных процессов описывается утверждением-

Утверждение 4

Для произвольного класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталоны $A \in A(U)$ множество всех контрольных процессов является верхней полной полурешеткой относительно операции объединения.

Для финитных контрольных экспериментов справедливо утверждение-

Утверждение 5

Для произвольного класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталона $A \in A(U)$ множество всех финитных контрольных процессов или пусто или является верхней полурешеткой относительно операции объединения.

Для открытых классов из теоремы 2 вытекает следствие-

Следствие 6

Для открытого класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталона $A \in A(U)$ множество финитных контрольных процессов не пусто.

Для конечных классов справедлив более сильный результат-

Следствие 7.

Для конечного класса $F \subseteq A(U)$ и автомата-эталона $A \in A(U)$ всегда существует алгоритм построения финитного контрольного процесса.

В данной статье методы построения контрольных экспериментов обобщены на классы потенциально бесконечных обобщенных автоматов Мили с сохранением центрального критерия существования финитного контрольного процесса в терминах специальной «бэровской» метрики [2]. Показано, что существование контрольного процесса сохраняется и для p -адических метрик, что позволяет говорить о некоторой «адельной» демократии контрольных процессов.

Литература

1. Грунский, И. С. Синтез и идентификация автоматов [Текст] / И. С. Грунский, В. А. Козловский. – К. : Наукова думка, 2004. – 246 с.
2. Максименко, И. И. Идентификация алгебраических объектов с эталоном на основании Бэровской метризации класса

объектов // И. И. Максименко // Проблемы искусственного интеллекта. – 2023. – № 3 (30). – С. 66–75. – ISSN 2413-7383.



Н.В. Москвина

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИМ
АТАКАМ КОМПЛЕКСНОГО ХАРАКТЕРА
В ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ**

*ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по
проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС
России (Федеральный центр науки и высоких технологий)
Г. Москва, Россия
natkamoskvina@mail.ru*

Современный мир сталкивается со множеством вызов, которые угрожают целостности инфраструктуры обеспечения жизнедеятельности и безопасности граждан. Отмечается усиление последствий террористических актов [1], кибератак [2], климатических катаклизмов [3], пандемий [4], их частота и масштаб нарастают.

Как отмечают современные отечественные авторы [5, 6] и даже западные политики [7] экономическое, политическое и культурное доминирование западного цивилизационного проекта завершается. В этих условиях правящая элита «западного» проекта наращивает политическую и военную нестабильность, разжигая военные конфликты высокой интенсивности, балансируя на грани глобальной войны.

В рамках прокси-войн иницируются террористические группы, имеющие квази-государственную или даже прямую государственную поддержку. За счет технической

и информационной оснащенности террористов [8] эффективность их атак возрастает. То же самое относится к кибератакам, которые становятся ординарными методами ведения войны «под чужим флагом» [9]. Собственно любая террористическая атака в современном мире в той или иной степени опирается на цифровые технологии.

Различные угрозы могут реализовываться в сложных комбинациях. Например, в рамках ведущегося военного конфликта могут использоваться террористические методы на территории противника в глубоком тылу, проводиться кибератаки на объекты военной и гражданской инфраструктуры, провоцироваться эпидемии и эпизоотии.

Между тем, ни враждебное воздействие на кибернетические системы, равно и использование цифровых технологий при осуществлении террористической деятельности, ни комбинированные угрозы не нашли отражения в российском законодательстве о гражданской обороне [10]. В федеральных законах, регламентирующих деятельность различных ведомств в условиях вооруженных конфликтов, террористических проявлений и чрезвычайных ситуаций, отсутствуют единые подходы к определению чрезвычайных ситуаций и их классификации, меры по их предотвращению, локализации и преодолению последствий; нечетко определены полномочия государственных органов по их предупреждению, в текстах законов используется терминология имеющая разночтения [11].

Кроме того, при комбинированном воздействии лежащая в основе действий сил и средств ГО модель, основанная на реагировании на возникшие угрозы, не всегда позволяет обеспечить эффективную защиту и минимизацию потерь. Несмотря на то, что в рамках различных конференций публикуются доклады, посвященные противодействию комплексным угрозам в современном их понимании [12, 13], научно-исследовательская деятельность в этом направлении организована недостаточно. Между тем, в руководящих

документах [14] предусмотрена обязательность «совершенствования научных основ обеспечения комплексной безопасности личности, общества и государства при подготовке к ведению и ведении гражданской обороны, при чрезвычайных ситуациях, пожарах и происшествиях на водных объектах». В свете новых вызовов необходимы новые стратегии и методы для организации эффективной гражданской обороны и защиты, и предотвращения угроз кибернетического характера.

С учетом вышесказанного целесообразно рассмотреть постановку научно-исследовательских работ по направлениям противодействия комплексным угрозам целостности инфраструктуры обеспечения жизнедеятельности и безопасности граждан с учетом применения новых цифровых технологий. В настоящей статье рассматривается одно из возможных направлений научно-практических исследований такого рода.

Как было отмечено, в сложившихся условиях цифровые технологии имеют значительное влияние на изменение подходов к организации гражданской защиты. Они предоставляют возможности для перехода от модели реагирования на чрезвычайные ситуации к концепции предупреждения и готовности. При подготовке статьи использовались методы теоретического исследования: анализ и синтез.

Поскольку тема применения цифровых технологий в ГО достаточно широка, рассмотрен только один актуальный в настоящее время аспект, а именно на задачах по противодействию терроризму и предотвращению киберугроз при их взаимосвязанном применении в качестве мер и методов дезорганизации тыла в рамках территориально ограниченного конфликта высокой интенсивности, а именно рассмотрим специальные операции, сочетающие фейковые и реальные события, которые направлены на перегрузку

силы и средств, призванных реагировать на чрезвычайные ситуации (ЧС).

В [15] отмечено, что в результате противостояния между Россией и США в информационной сфере, при использовании американской и британской разведками украинских спецслужб как прокси, произошла реструктуризация специальных мероприятий. Они были разделены на четыре уровня:

- стратегические информационные операции, направленные на достижение международных целей (Буча, решение международного уголовного суда и т.п.);
- специальная пропаганда, целью которой является разложение противника, дискредитация его лидеров и подрыв политической стабильности;
- создание фейковых событий, с целью создания ажиотажа и паники, чтобы отвлечь силы и средства противника на незначительные или малозначительные объекты;
- оперативные игры, проводимые с лицами, которые готовы пойти на все ради своего личного спасения или спасения своих активов (переговоры о сдаче интересов Родины в обмен на сохранение зарубежных активов, гарантии родственникам, проживающим за рубежом, и другие манипуляции).

Текущим трендом в украинском терроризме является использование социальных сетей для рекрутинга и пропаганды, их применение для координации проведения террористических актов. Наблюдается тотальная перекалфикация мошеннических телефонных-центров с банального мошенничества и вымогательства на понуждение к терроризму, начиная с поджогов военкоматов и порчи оборудования железных дорог, заканчивая организацией взрывов на объектах инфраструктуры и политическими убийствами. «Рекруты» привлекаются через различные методы воздей-

ствия, включая индоктринацию националистической идеологией, через манипуляцию информацией, пропаганду и обещание «эксклюзивной» и «значимой» роли. Алгоритмы социальных сетей также могут способствовать рекрутингу, предлагая пользователям контент, согласующийся с их интересами и взглядами. Грамотно сгенерированные и сопровождаемые соответствующими комментариями изображения и видео, демонстрирующие акты насилия и террора, могут быстро распространяться, воздействуя на молодежь и подвергая ее риску радикализации [16].

Параллельно на фоне массового «рекрутинга» социальные сети активно используются для координации и планирования террористических актов. Каждый акт сопровождается вбросом огромного количества ложных сообщений для отвлечения ресурсов правоохранительных органов и дезорганизации сил и средств, направляемых на ликвидацию последствий. На атакуемый террористами объект может осуществляться кибератака с целью полной информационной блокады, либо подмены сообщений с объекта на ложные, а также задействование средств массовой информации для дезинформации, как это, например, случилось 28 февраля текущего года [17].

В связи с комплексным характером таких атак следует разделить меры противодействия различным каналам доставки сообщений.

Эффективное упреждающее противодействие использованию социальных сетей для рекрутинга и пропаганды терроризма может заключаться в комплексном применении одновременно нескольких современных методов, основанных на машинном обучении (machine learning – ML) [18]:

- регрессия (например, метод исследования «Evolution Stimulating Annealing Lasso» (ESALLOR) – вариация линейной регрессии, специально адаптированная для дан-

ных, которые демонстрируют сильную корреляцию признаков друг с другом: метод приводит к пониманию поведения отдельных террористов, моделируя их отношения друг с другом в рамках определенной террористической группы [19]);

- бинарная классификация (например, метод автоматической классификации содержания на основе поверхностного синтаксического анализа публикации);

- многоклассовая (multiclass) классификация (например, многоклассовая классификация оперативных сводок для определения тенденции совершения противоправных действий [20]).

- вариация предыдущего метода – многоклассовая классификация с пересекающимися классами (multilabel classification);

- конечное упорядоченное множество – ранжирование (например, сортировка всех возможных результатов поискового запроса по релевантности этому запросу; при этом оценка релевантности имеет смысл только в контексте сравнения двух документов между собой, её абсолютное значение информации не несёт).

Перечисленные методы могут применяться для следующих мер противодействия:

- определение сегментов пользователей, сообществ и Интернет-ресурсов, где распространяется информация с террористическим или экстремистским содержанием;

- контроль и предсказание характеристик потоков сообщений и документов, которые распространяются в таких сегментах;

- оценка угрозы и прогнозирование рисков, связанных с участниками таких сообществ.

Иную угрозу несут ложные сообщения о террористических угрозах в силу минимальных затрат на их генерацию, и сравнительно затратных мер реагирования на них. Даже если они не вызвали панику то, как минимум приводят к ненужным эвакуациям, перерывам в работе

организаций и предприятий, отвлечению правоохранителей и спасателей. Социальные сети, мессенджеры и другие онлайн-платформы предоставляют широкую возможность распространения подобной дезинформации. В связи с этим существует необходимость в эффективных методах фильтрации и предотвращения распространения ложных сообщений об угрозе теракта.

В [21] описаны примеры интеграции систем обработки экстренных сообщений с социальными сетями на основе использования искусственного интеллекта с целью формирования глубокой аналитики для повышения эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации и предотвращения ложных вызовов. Там же рассмотрено создание систем поддержки принятия решений для помощи операторам систем вызова экстренных оперативных служб по единому номеру с использованием новых технологий на основе предиктивной аналитики, направленных на фильтрацию ложных сообщений. Не углубляясь в описание технологий, можно сказать, что автоматическое определение искусственным интеллектом ложных вызовов по экстренным номерам телефонов базируется на нескольких методах:

- анализ речи обратившегося и содержания вызова путем сравнения поступившего вызова с базой данных известных ложных вызовов (иногда при этом используются голосовые ассистенты для разгрузки операторов, уточнения дополнительных вопросов и проверки информации);
- анализ сопутствующих данных и поведения абонентов за счет анализа больших объемов исторических данных, связанных с вызовами экстренных служб, чтобы выявить образцы и тренды, связанные с ложными вызовами;
- интеграция с другими системами, такими как системы видеонаблюдения, датчики систем безопасности и системы мониторинга, чтобы предоставлять более полную информацию о вызове и иметь возможность определить, является ли вызов ложным;

- персонализированный подход на основе истории вызовов от конкретных абонентов или групп абонентов (чтобы заранее определить возможность ложного вызова).

Всё вышеописанное базируется на использовании группы цифровых технологий, так называемого, искусственного интеллекта (ИИ). При всей перспективности применения ИИ нельзя не упомянуть и о сложностях с его использованием.

Во-первых, ИИ требует больших вычислительных мощностей. Хотя в настоящее время за счет создания облачных платформ данное ограничение частично решено [22], игнорировать эту проблему нельзя. Вопросы создания защищенной вычислительной инфраструктуры для коллективного использования ИИ в антитеррористической деятельности требуют дополнительного изучения.

Во-вторых, обучение ИИ требует больших объемов данных для обеспечения адекватного обучения. Для противодействия терроризму, необходимы разнообразные и соответствующие решаемой задаче данные. Например, образцы материалов, связанные с террористической пропагандой, соответствующие изображения, видео и другой контент. Сбор и подготовка таких данных может потребовать значительных усилий. Поэтому обучение сложных моделей искусственного интеллекта может занимать много времени.

В-третьих, процесс обучения итеративен. Это связано с необходимостью проходить множество «эпох» обучения на больших объемах данных, чтобы модель достигла нужного уровня точности и эффективности. Итеративный процесс обучения, настройка параметров модели и проверка результатов требуют временных и человеческих ресурсов.

В-четвертых, для обучения моделей ИИ требуется соответствующая экспертиза и знания в области машинного

обучения и анализа данных у «учителей». Чтобы эффективно использовать ресурсы и достичь нужных результатов, необходимы специалисты, способные разрабатывать и обучать алгоритмы машинного обучения.

Фактически перечисленные ранее проблемы упираются в человеческий ресурс. Решением может явиться привлечение волонтеров для обучения ИИ противодействию террористическим проявлениям. Волонтеры могут играть важную роль в обучении ИИ по следующим направлениям:

- в создании обучающих наборов данных, разметке и анализе информации, чтобы ИИ мог распознавать и анализировать контент, связанный с терроризмом;
- в анализе результатов обучения ИИ и обработки им сообщений, комментариев и изображений, содержащих террористическую пропаганду
- в обнаружении подозрительных активностей и контента, связанного с терроризмом, в социальных сетях, форумах, блогах и других онлайн-платформах, которые ранее не использовались для обучения ИИ.

Помимо чисто исследовательских задач, которые необходимо исследовать на постоянной основе, целесообразно предпринять ряд организационных мер. Для эффективного обеспечения обратной связи с волонтерами и просто неравнодушными пользователями полезно создать поддерживаемые и постоянно модерлируемые группы (каналы, сайты) на популярных платформах, где происходит обмен сообщениями. Это позволит облегчить процесс передачи информации о подозрительных сообщениях в соответствующие органы и обеспечить более быструю реакцию на нежелательную активность.

Для повышения эффективности механизмов обратной связи необходимо не только взаимодействовать с опытными профессионалами в машинном обучении, но и обучать обычных пользователей распознавать подозрительные сообщения и информировать их о важности информирования

соответствующих органов. Обучение может включать в себя различные виды образовательных материалов, например, видеоуроки, статьи и инструкции, выпускаемые так называемыми, лидерами общественного мнения на тех же популярных Интернет-площадках, в социальных сетях и мессенджерах.

Использование технологий и алгоритмов ИИ позволяет эффективнее организовать переход от традиционной модели реагирования на чрезвычайные ситуации к концепции предупреждения и готовности в области противодействия использованию цифровых технологий в террористической деятельности, в том числе на основе автоматического обнаружения и удаления вредоносного контента, и является приоритетом деятельности согласно действующим документам стратегического планирования.

В области использования технологий ИИ и конкретно ML остается много вопросов, требующих уточнения и дополнительного изучения. Поэтому исследовательские работы по использованию ИИ должны быть включены в состав планов научно-исследовательской работы соответствующих ведомств.

Ключом к ускорению использования ИИ в сфере противодействия терроризму с использованием цифровых технологий является улучшение сотрудничества между ведомствами, решающими задачи защиты от ГО и ЧС, онлайн-сообществами, правоохранительными органами, специалистами по кибербезопасности и волонтерами для обмена информацией и разработки общих противодействующих стратегий.

Литература

1. GLOBAL PEACE INDEX. Institute for Economics & Peace: [сайт]. – URL: <https://www.economicsandpeace.org/wp-content/uploads/2023/06/GPI-2023-Web.pdf> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

2. The Global Cybersecurity Index (GCI). International Telecommunication Union (ITU): [сайт]. – URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Pages/global-cybersecurity-index.aspx> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

3. GAR Special Report 2023: Mapping resilience for the Sustainable Development Goals. The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR): [сайт]. – URL: <https://www.undrr.org/gar/gar2023-special-report#> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

4. Pandemic Preparedness and COVID-19. The World Bank: [сайт]. – URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/pandemics> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

5. Хазин, Михаил, Черный лебедь мирового кризиса. – М.; СПб.: Т8 Издательские Технологии / Пальмира, 2022, 415 с., ISBN 978-5-521-00563-5 – Текст : непосредственный

6. Волконский, В.А. Многополярный мир. Идеология и экономика. Конец доминирования Западной цивилизации. Что дальше готовит нам история? / Серия Коллекция Изборского клуба – М.: Книжный мир, 2015 г., 384 с., ISBN 978-5-8041-0731-5 – Текст : непосредственный

7. Тони Блэр предрек закат эпохи доминирования Запада // Международная жизнь: [сайт] – URL: <https://interaffairs.ru/news/show/36122> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

8. Коробов, А.А. Современные тенденции развития международного терроризма // Вестник Уральского института экономики, управления и права. – 2020. – № 2(51). – с. 25–30. – Текст : непосредственный

9. Макоева, Е.Р. О роли кибератак в специальной военной операции // М.: Образование и право. – 2022. – № 8, с. 140-142. – Текст : непосредственный

10. Федеральный закон от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» / Официальный интернет-портал правовой информации [сайт]. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102051585> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

11. Рабчук, В.Н. Защита населения и территорий от ЧС террористического характера // Современные технологии

обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – № 1-1(7), с. 163-171. – Текст : непосредственный

12. Аббасова, В.Г. Понятие информационной войны в современных вооруженных конфликтах / Сборник научной конференции «Современное состояние и перспективы дальнейшего развития гражданской обороны Российской Федерации»: сб. тезисов докладов научной конференции, 26 октября 2023 г., Донецк. – Донецк: ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России», 2023. – с.18 – 20. – Текст : непосредственный

13. Белай, Л.В. Перспективные направления совершенствования гражданской обороны Российской Федерации / Сборник научной конференции «Современное состояние и перспективы дальнейшего развития гражданской обороны Российской Федерации»: сб. тезисов докладов научной конференции, 26 октября 2023 г., Донецк. – Донецк: ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России», 2023. – с.20 – 22. – Текст : непосредственный

14. Указ Президента РФ от 16 октября 2019 г. № 501 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года» / Официальный интернет-портал правовой информации [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910160046> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

15. Манойло А. В. Информационные диверсии в конфликте на Украине // Вестник Московского государственного областного университета (электронный журнал), 2022, № 4. – URL: <https://www.evestnik-mgou.ru> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

16. Беспорядки в аэропорту Махачкалы из-за рейса из Израиля. Главное. РБК: [сайт]. – URL: <https://www.rbc.ru/politics/31/10/2023/653eb5399a7947b515dc49e2?from=copy> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

17. МЧС объяснило взломом серверов сигнал воздушной тревоги по телеканалам. РБК: [сайт]. – URL: <https://www.rbc.ru/politics/28/02/2023/63fdabb39a7947cecfd2d840> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

18. Учебник по машинному обучению. Школа анализа данных [сайт]. – URL: <https://education.yandex.ru/handbook/ml> (дата обращения: 19.12.2023). – Текст : электронный

19. Грабарев, С.П., Фролов, С.В., Спирин, Б.Л. Обзор аналитических возможностей прогнозирования террористических актов // Культура и безопасность, 2/2023. – с.62 – 70. – Текст : непосредственный

20. San Francisco Crime Classification. Kaggle AI & ML community [site]. – URL: <https://www.kaggle.com/c/sf-crime/data> (date of access: 25.04.2024). – Text : electronic

21. Москвина Н.В. Применение искусственного интеллекта в системе-112// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №4/2023, с. 2179 – 2192 [сайт]. – URL: <https://stolypin-vestnik.ru/stolypinskij-vestnik-4-2023/> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный

22. Почему развитие искусственного интеллекта невозможно без облаков. РБК: [сайт]. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5f915e319a7947b529c4220d> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст : электронный.





М.В. Новиков

КОГНИТИВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РАСШИРЕНИЯ ЗНАНИЙ

*Международная гуманитарная академия (МГА), г. Таганрог,
Ростовская обл., Российская Федерация
michael.novikoff@gmail.com*

Формирование и использование когнитивного измерения (исследования) предполагает определение объекта исследования – сущности термина знания и процессов формирования знаний в системе функционирования образовательной организации. Когнитивное измерение познания отражает развитие Формирование политики измерения процессов познания в среде образовательной организации.

Термин Знание многозначный в зависимости от предметного его использования: философское, научное, производственное, в области экономики и управления, в образовании (дошкольного, среднего, высшего).

Рассел Аккоф считает, что знания – это выявленные тенденции или существенные связи между фактами и явлениями, представленные в информации. В свою очередь Р. Аккоф определял термин информация как выделенная и упорядоченная часть базы данных, обработанная для использования. Данные, по Р. Аккофу, – это некоторые неупорядоченные символы, рассматриваемые безотносительно к какому-либо контексту. [1]. Исходя из определения Р. Аккофа, знания могут быть явные и неявные. «Явное знание

осознаётся индивидом, оно выражается с помощью понятий и суждений. Оно рационально, его легко передать в виде теорий и суждений. Неявное знание не является рефлексивным. Это личностное знание, которое не выражается в языке, но содержится в нём имплицитно» [1].

Из этих определений становится понятным важный факт: знания являются выявленными тенденциями в определении существенных связей между фактами и явлениями, представленными в соответствующем структурном разделе информационного содержания процесса управления.

Отмеченная выше особенность понятия знание закладывается и в область формирования, использования и отражения термина знания в процессы расширяющихся исследований проблем поиска новых знаний. Термин современного подхода в процессах раскрытия технологии формирования и использования объема и уровня качества знания. знание целесообразно понятийно и содержательно отражать и развивать с позиций

Особенность понятия знание раскрывается в процессах расширяющихся исследований на этапе поиска знаний на основе использования паутинообразной модели, принимающей форму инструмента осуществления процесса расширения поиска новых знаний. В качестве инструмента реализации такого подхода целесообразно использовать Расширяющуюся паутинообразную модель (РПМ).

В основу использования Расширяющейся паутинообразной модели (РПМ) заложен информационный смысл отражаемых в ней процессов, в частности, управленческих процессов использования информации для получения знаний.

В едином процессе управления осуществляется когнитивное мышление, трансформируемое в когнитивное управление. В обобщенном понимании термин «измерение» отражает общий взгляд на развитие организационных

процессов в отличие от сугубо технологического измерения параметров некоторого процесса. Это позволяет построить такую организационную модель, которая бы объединила составляющие поиска информации, необходимые для получения новых знаний и формирования единой системной Базы Знаний. Такое построение осуществляется в рамках и условиях использования Расширяющейся паутинообразной модели (РПМ). РПМ соответствует процессам расширенного поиска новых знаний, осуществление которого требует от исследователя понимания сущности искомого знания, его природу формирования и форму представления, сущности информационного содержания и его внутренней структуры. Такое понимание новых искомым знаний потребует использование экспертных оценок параметров нового знания, требующих от исследователя включения и использование методов когнитивного исследования как составляющих общего процесса когнитивного измерения.

Когнитивное измерение в общенаучном толковании, включают в себя процессы исследования объекта, анализ полученных данных, принятие решений о развитии механизмов познания в широком смысле: естественными мыслительными процессами у человека, моделированием этих процессов в условиях неопределенности исходной информации особенно в условиях частичной или полной неопределенности исходного более сложного ее содержания [2]. Такая ситуация требует осуществления процессов когнитивного моделирования содержания информации [3], как источника новых знаний. Отражение сущности понятия знание содержит четыре уровня условий представления его понимание.

Первый уровень связан с условиями полной определенности содержания знания, описываемого как количественно, так и качественно с помощью параметров понятия Знания.

Второй уровень отражает представление знания в условиях частичной неопределенности, стохастичности представления знаний на уровне определения закона распределения случайных численных значений параметров представления знания. При таких условиях выявляется возможность определения вероятности проявления численных значений знания.

Третий уровень характеризует процесс поиска знания **в условиях полной** неопределенности его существования при условиях отсутствия закона распределения численных значений параметров знания. Исследования сущности информационного поиска и использование экспертной оценки индуцируют возможность существования нового знания.

Четвертый уровень содержит в себе данные о полной неопределенности. Проводимые дополнительные исследования показывают возможность проведения дополнительного определения возможного закона распределения случайных численных значений искомых параметров знания.

Отмеченные уровни отражают процесс поиска как явных знаний, так и неявно существующих и индикативно проявляющихся в системах управления. В качестве инструмента решения этих задач выявляется известный арсенал математических, экономико-математических методов исследования организационных процессов. В практике исследований используется возможность использования таких когнитивных методов анализа ситуаций, как ситуативные модели сценарного типа [3], их формализованное представление в виде ориентированного ситуационного графа [4]. Анализ использования ситуационного графа показывает возможность формирования бифуркационности некоторого состояния «N», отражающего переход к анализу каждого из четырех уровней отражения условий вывода знания из уровня неявного, неопределенного на уровень понимания сущности представления нового выявленного знания. Особенность таких процессов проявляется в комплекс-

ной Расширяющейся паутинообразной модели (РПМ).

Процесс формирования новых знаний исходно расширяющийся, так как влияет на необходимость постоянного развития информационного обеспечения функционирования образовательной организации в соответствии с динамикой изменений в окружающей среде и понимания развития в будущем. Анализ таких ситуаций осуществляется как на уровне формирования и реализации стратегии деятельности, (при осуществлении дивергентного анализа и далее дивергентного управления), так и при решении тактических задач конвергентного управления. Представляется возможным решение таких задач более эффективно на базе использования комплексной Расширяющейся паутинообразной модели (РПМ) [5].

С помощью эффективно организованного исследования на уровне использования РПМ, выявляется селективность научно определяемого знания. Заложенные в РПМ организационные факторы отражают процесс принятия решений формирования знаний в зависимости от достаточно требуемого уровня его эффективности.

Расширяющаяся паутинообразная модель информационного преобразования, как достаточно сложная по-своему функциональному содержанию и структуре, представлена на рисунке 1. Особенность использования РПМ раскрывается в процессе анализа ее блочного состава и расшифровки содержания блоков, этапов моделирования позволяющих раскрыть понимание искомого знания с точки зрения когнитивного подхода раскрытия информационного содержания (рис.1).

Расширяющаяся паутинообразная модель состоит из четырех этапов раскрытия содержания процесса формирования единой информационной системы модели и процессных блоков каждого этапа процесса моделирования.

Первый этап раскрытия сущности модели – Социализация, отражает сущность процесса поиска информации, содержащей необходимые социуму знания.

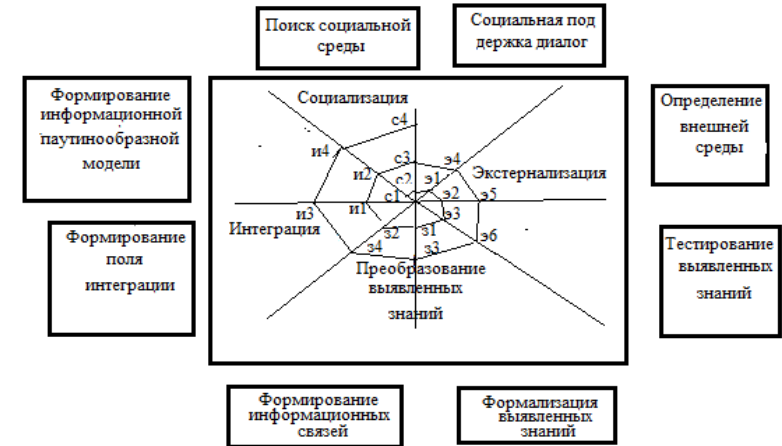


Рисунок 1 – Функциональная схема Расширяющейся паутинообразной модели информационного преобразования

В блоке «Поиск социальной среды» отражен уровень информационного обеспечения используемых знаний для решения известных текущих задач. Практика осуществления реального управления образовательной организацией показывает необходимость постоянного обновления знаний с учетом изменений в среде ее функционирования. В первую очередь, изменений на рынке труда. Школа любого уровня испытывает необходимость повышения качества образовательного процесса для сохранения маркетинговых позиций. Выполнение этой задачи связано с анализом стратегических позиций, определением стратегии развития. При этом целесообразно использовать методы Дивергентно-Конвергентного управления.

Процесс поиска информации стратегического уровня связан с поиском и определением социальной среды, в том

числе и социальной сети, содержащей требуемую информацию, носителя новых знаний. Практика поиска такой информации отражает гипотезу наличия в ней неявной информации требуемой содержательности, структуры и объема.

Второй этап – Экстернализация, связан с информационным преобразованием неявных Знаний в явные и заключается в использовании специальных методов такого преобразования, в частности, использование специальных методов и моделей выявления знаний (статистический анализ, имитационное, когнитивное моделирование). Такой процесс реализуется в блоке «Социальная поддержка, диалог», и требует от исследователя специальных знаний и опыта преобразования.

В блоке «Определение внешней среды» уточняются параметры внешней среды функционирования и ее требования к исследователю. На основе выявленных данных о среде, предполагаемую как носителя новой информации, осуществляются действия по тестированию новых знаний.

Блок «Тестирование выявленных знаний». Этот процесс осуществляется уточнением процессов моделирования на основе уточнения информации предыдущего блока. Примером такого тестирования является использование когнитивных моделей типа построения сценария проверки содержательности новых знаний [3]. Это позволяет оценить соответствие требованиям образовательного процесса и на этой основе построить ориентированный граф, отражающего в математической форме состояние тестируемого материала (выявленного знания) [4].

Следующий блок паутинообразной модели «Формализация выявленных знаний» отражает процессы представления выявленных знаний в соответствующей для использования образовательной форме. Например, в вербальном виде, в виде некоторых моделей как в описательном, так и в формализованном, в виде некоторых нормативов и т.д.

В блоке «Формирования информационных связей»

осуществляется поиск информационных систем, содержащих искомые знания, то есть происходит расширение информационных источников (в том числе и в социальной среде), содержащих искомые знания, и формирование связей между ними.

На этапе «Интеграция» осуществляются действия в блоке «Формирование поля интеграции», то есть соединение явных и выявленных знаний в единую Систему Базы Знаний (СБЗ) как базу данных особого рода, разработанную для управления знаниями (мета данными), и предназначенную для сбора, хранения, поиска и выдачи знаний.

На этапе «Закрепление паутинообразной модели» осуществляется соединение всех вышеобозначенных этапов в единую модель. По своей сущности процесс позиционирования Расширяющейся паутинообразной модели в системе когнитивного измерения начинается на этапе Социализация, развивается на этапе Экстернализации и закрепляется на этапе Интернализации.

По своей сущности этап «Интеграции» завершает процесс выявления знания и закрепляет эти знания в единой системе этапов Социализация-Экстернализация, отражающих объединение проблемных состояний в единую систему на этапе «Интеграция», характеризующейся формированием процессов системной интеграции структурных составляющих в единую Развивающуюся паутинообразную модель (РПМ).

Результат осуществления этих этапов – образование связей с формализованными знаниями. На этой основе осуществляется подготовка к образовательному процессу, который реализуется в полном его содержании и целей моделирования на основе интеграции трех описанных выше этапов обучения. Обучение осуществляется в процессе создания поля такой интеграции взаимодействующих процессов превращения неявных знаний в явные. Такое преобразование соответствует традиционной классической

гносеологии, которая описывает движение научно-познавательного процесса как ход мышления, простирающийся от вопроса к проблеме, затем к гипотезе, которая после своего достаточного обоснования превращается в теоретическую модель. Подобно сформированная в системе РПМ цепочка представления информации преобразуется в знание, обладающее свойством постановки искомой задачи формирования информационно наполняемого процесса познания. Переход от стратегического уровня познания к выполнению тактических задач осуществляется с помощью Конвергентного преобразования информации Дивергентного уровня управления на уровень решения задач текущего управления [5].

Расширяющаяся паутинообразная модель считается реализуемой при условии формирования устойчивости процессов реализации каждого из отмеченных выше этапов паутинообразной модели. При этом, целесообразно осуществлять анализ устойчивости процессов поиска необходимых информационных потоков, содержащих выявленные знания на основе определения критериев устойчивости этих процессов.

Сконструировать критерий достаточности уровня объема неявной информации и эффективность (прямая, косвенная) ее использования в конкретной системе возможно и зависит от понимания сущности критерия и его использования в системе управления. Например, полезность информации или затраты на преобразование неявной информации. Формирование критериев эффективности преобразования (здесь имеется в виду соответствие выявленных знаний, необходимых для конкретной предметной области). Здесь требуется соответствие известному алгоритму преобразования выявленных знаний с помощью известного закона распределения случайных событий или численных значений выявленного знания. Достаточность объема выявленных знаний позволяет оценить реализацию процессов устойчивости

циклов преобразования в соответствующих точках, отражающих процесс поиска устойчивого состояния преобразования неявных знаний в явные в зависимости от необходимого их объема и структуры для когнитивного моделирования.

В качестве критерия устойчивости предлагается использовать некоторый интегральный показатель качества, рассчитываемый с учетом актуальности его составляющих. Например, использование критериев полезности выявленных знаний, затрат на выявление (определение) знаний, их объема и структуры (достаточности) для решения практических задач, качество представления выявленных знаний [5].

Когнитивный поиск критериального оценивания процесса выявления новых знаний осуществляется на каждом этапе процесса преобразования при определении его составляющих в следующем фрагменте: формирование критериев эффективности преобразования, которое способствует осуществить оценку реализации процессов устойчивости циклов использования РПМ.

На каждом из этапов осуществляется оценка реализации процессов устойчивости циклов преобразования, которая дополняется анализом характерных точек, например, $c_1, c_2, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, z_1, z_2, z_3$ и других, отражающих процесс поиска устойчивого состояния преобразования неявных знаний в явные в зависимости от необходимого их объема и структуры для когнитивного моделирования. Определение локального интегрального критерия качества процесса выявления знаний для каждого этапа моделирования осуществляется с учетом влияния конкретного единичного критерия, определяемого экспертно с помощью качественно-количественной оценки в интервале "0-1". Системный (обобщенный) критерий устойчивости процесса определяется с учетом влияния единичных критериев на общий результат по формулам [6]:

$$Утеки(t)=\Sigma \{Bij(t)-BiJ(t-1)\}/Bij(t-1), \quad (1)$$

$$Утек = \Sigma \{Утеки(t)\} / m, \quad (2)$$

где: $Утеки(t)$ – уровень текущей устойчивости организации по i -му показателю; $Bij(t)$ – балльная оценка i -го показателя j -м экспертом за период t ; $i = 1, \dots$, $Bij(t-1)$ – балльная оценка i -го показателя j -м экспертом за период $t-1$; n – количество показателей-индикаторов критериального уровня локальной устойчивости выявленного Знания; m – количество экспертов, участников процесса измерения.

Точность измерения будет зависеть от величины статистической выборки результатов обучения. Такая задача трудоемкая, решение которой реализуемо при осуществлении конвергентного управления и его связи с процессом дивергенции когнитивного управления [5].

Осуществление процессов когнитивного управления в образовательной организации связано с определением параметров функционирования, включаемых в проблемную базу знаний. К ним представляется возможным отнести оценочные параметры функционирования образовательной организации. В систему оценок деятельности обучаемых в учебном процессе включаются: рейтинговая оценка участия обучаемого (доля участия) в процессе обучения (обобщенная оценка); оценка преподавателем уровня выполнения конкретных заданий, представленных в индивидуальной карте обучаемого; оценка вклада обучаемого в процесс решения конкретной учебной задачи; уровень активности обучаемого в процессе обучения [7]. Конкретизация этих вербально определяемых показателей определяется на основе оценочных параметров уровня результативности процесса обучения: коэффициент результативности, определяемого по формуле: $Kp=a/A$ (2), где, a – точность обучения, A – общее число операций в задании.

Точность обучения определяется по формуле:

$$a = P_n / P_f, \quad (3)$$

где: P_n – норматив обучения; P_f – фактический результат обучения.

При $a=1$ точность обучения нормативная, эффективность обучения высокая, приближается к 100%.

Эффективность обучения рассматривается учителем как производительность труда учащихся:

$$Q=a/t, \quad (4)$$

где t - индивидуальное время выполнения задания; идеальная эффективность Q_i :

$$Q_i=A/t_i, \quad (5)$$

где t_i – наименьшее (идеальное) время, необходимое на выполнение контрольного задания; коэффициент эффективности обучения:

$$Kэ=Q/Q_i. \quad (6)$$

Эффективность обучения рассматривается как производительность труда учащихся, то есть точность обучения, приходящаяся на единицу времени выполнения контрольного задания в соответствии с соотношением (4) [7].

При достижении высоких численных значениях образовательных параметров коэффициент устойчивости знания равен или близкий к единице и обеспечивается достигнутым уровнем параметров Q_i и $Kэ$.

Отмеченные выше параметры оценки эффективности образовательного процесса по своей сути составляющие расчета коэффициента устойчивости в соответствии с соотношениями (1), (2). Точность измерения и расчетов будет зависеть от величины статистической выборки результатов обучения. Такая задача трудоемкая, решение ее реализуемо при осуществлении конвергентного управления и его связи с процессом дивергенции когнитивного управления [5].

Задачу поиска устойчивого состояния преобразования неявного знания представляется осуществить с помощью когнитивного поэтапного измерения системы управления процессами расширения знаний.

Анализ состава РПМ, процессов ее использования показал необходимость поиска методов, моделей анализа, расчетов состояний объекта исследования. Формирование этапов и блоков осуществления моделирования показал особенность реализации этих процессов, связанную с существованием частичной и полной неопределенностью текущего состояния анализируемых процессов и определения законов распределения случайных значений параметров этих процессов. Существование нечеткой логики анализа таких процессов позволяет использование методов и моделей нечеткого анализа при формировании стратегических управленческих решений. Одним из направлений такого поиска представляется определить возможность использования когнитивного измерения процессов управления поиском новых знаний в среде процесса поиска неявных знаний.

В исходном варианте поиска неявных знаний реализуется использование разработанной Расширяющейся паутинообразной модели (РПМ), имитационной по своей сути. Для осуществления исследуемого управления процессами выявления новых знаний и определения эффективности этого процесса представляется возможным использование методов и моделей когнитивного измерения, позволяющих определить количественную оценку данных исследуемого процесса.

Состав и логико-графическое содержание РПМ раскрывается с помощью аппарата когнитивного анализа. В качестве когнитивной модели - ориентированного графа - используется расширяющаяся паутинообразная графическая структура, состоящая из отдельных логически связанных дуг и вершин (узлов), связующих такие дуги. Вершины графической структуры отражают этапы моделирования и

отдельные блоки, входящие в состав этапов моделирования. Представленная разветвленность вершин и дуг отражают полноту анализа определения выявленного знания, достаточную для оценки модельного качества выявленного знания и его устойчивости. Следует отметить естественную особенность такого графического построения. Граф-паутина, в общем виде, представлен на рисунке 1 как расширяющийся без ответвлений на наличие дуг обратной связи. При более точном построении графа-паутина, с учетом блочного состава этапов моделирования, предусмотрено построение дуг обратной связи между блоками и этапами, отражающими специфику процесса определения выявленного знания, отражающих подход расширения процесса познания. В алгоритмическом виде представления РПМ ее концепты e_{ij} (этапы в модели) характеризуются только положительными значениями, так как:

- расширение РПМ, в данном ее варианте представления, однонаправленно;
- одно направленность обеспечивается внутренней структурой РПМ и взаимными связями между ее составляющими;
- при коэффициенте устойчивости выявленного знания меньше 0,5 такое новое знание не учитывается, оно выводится из РПМ, не может поступить в единую Базу Знаний РПМ (выводится из дальнейшего анализа, и не используется в процессах коррекции). Такая конструктивная особенность используемого варианта РПМ позволяет оперативно решать задачи поиска нового знания. Повышение сложности состава и структуры РПМ позволит решать задачи поиска нового знания углубленно с учетом требований среды его использования.

При расчете и анализе уровня устойчивости выявленного знания представляется возможным использовать оценочные параметры нового знания:

- оценка T_1 - продолжительности использования

выявленного знания в рамках и условиях РПМ, T2 - оценка продолжительности использования в условиях реального времени;

- уровень новизны (связано с первым);
- полезность;
- затраты на поиск и использование;
- согласованность с исследуемой системой;
- оценка возможности использования методов формализации в процессе использования РПМ: вербальная, графическая, графоаналитическая, математическая
- возможно расширение набора параметров по усмотрению экспертов-участников процесса моделирования.

Формой представления процесса когнитивного измерения выбирается когнитивная карта в виде матрицы смежности состояний соответствующих концептов. В строках такой матрицы показываются концепты уровня e_i , по столбцам концепты уровня e_j . На пересечении строк и столбцов отражаются численные значения экспертных оценок взаимосвязи между этими концептами в виде некоторых относительных коэффициентов (как правило, в интервале 0-1).

Как уже отмечалось, когнитивная модель основана на формализации причинно-следственных связей между концептами, которые имеют место между этапами модели (факторами), характеризующими исследуемую систему. В качестве метода формализации связей является представление системы в виде причинно-следственной сети (когнитивной карты), имеющей вид [8]:

$$G = \langle E, W \rangle, \quad (7)$$

где $E = \{e_1, e_2, \dots, e_K\}$ – множество факторов (называемых также концептами), W – бинарное отношение на множестве. E задает набор причинно-следственных связей между его элементами.

Концепты могут задавать как относительные (качественные) характеристики исследуемой системы, такие как популярность, социальная напряженность, так и абсолютные, измеримые величины – объем, качество, полезность знаний, затраты на выявление знаний и другие. Для каждого концепта e_i связывается переменная его состояния sv_i , которая задает значение соответствующего показателя в определенный момент времени (state variable). Переменные состояния sv_i могут принимать значения, выраженные в некоторой шкале, в пределах установленных ограничений. Значение $sv_i(t)$ – переменной состояния в моменты времени t характеризует состояние концепта e_i во времени. Таким образом, состояние моделируемой системы в любой момент времени описывается состоянием всех концептов, входящих в ее когнитивную карту. Концепты e_i и e_j связываются между собой отношением W : $W(e_i, e_j) \in W$ или $e_i W e_j$, если изменение состояния v_i концепта e_i (причины) приводит к изменению состояния концепта e_j (следствия), то концепт e_i оказывает влияние на концепт e_j .

При этом, если увеличение значения переменной состояния концепта причины приводит к увеличению значения переменной состояния концепта-следствия, то влияние считается положительным («усиление»), а если к уменьшению – отрицательным («торможение»). Тем самым, отношение W можно представить в виде объединения двух непересекающихся подмножеств.

$W = W^+ \cup W^-$, где W^+ множество положительных, а W^- – множество отрицательных связей.

Для данной нечеткой когнитивной модели существенно предположение: влияния между концептами могут различаться по интенсивности, при этом интенсивность может быть постоянной либо переменной во времени. Когнитивная карта с нечетким отношением W преобразуется в нечеткую когнитивную карту, характеризующуюся следующими особенностями [8].

1. Переменные состояния sv_i концептов могут принимать значения на отрезке $[0, 1]$.

2. Интенсивность взаимовлияний считается постоянной, и таким образом, отношение W задается в виде набора чисел w_{ij} , характеризующих направление и степень интенсивности (вес) влияния между концептами e_i и e_j : $w_{ij} = w(e_i, e_j)$, где w – нормированный показатель интенсивности влияния (характеристическая функция отношения W), обладающий следующими свойствами:

а) $-1 \leq w_{ij} \leq 1$;

б) $w_{ij} = 0$, если e_j не зависит от e_i (влияние отсутствует);

в) $w_{ij} = 1$ при максимальном положительном влиянии e_i на e_j , т.е. когда любая реализация изменений в системе, связанных с концептом e_j , однозначно определяется действиями, связанными с концептом e_i ;

г) $w_{ij} = -1$ при максимальном отрицательном влиянии, т.е. когда любая реализация изменений, связанных с концептом e_j , однозначно сдерживается действиями, связанными с концептом e_i ;

д) w_{ij} принимает значение из интервала $(-1, 1)$ при промежуточной степени положительного или отрицательного влияния.

Следует заметить, когнитивная карта с такой структурой может быть наглядно представлена в виде взвешенного ориентированного графа, вершины которого соответствуют элементам множества E (концептам), а дуги – ненулевым элементам отношения W (причинно-следственным связям). Каждая дуга имеет вес, задаваемый соответствующим значением w_{ij} . При этом само отношение W представимо в виде матрицы размерности $n \times n$ (где n – число концептов в системе), которая может рассматриваться как **матрица смежности** данного графа (когнитивная матрица). Каждая вершина графа также имеет вес,

который соответствует состоянию связанного с ней концепта и может изменяться с течением времени.

При анализе когнитивных процессов определения эффективности решения управленческих задач целесообразно выделить процесс формирования импульсного воздействия на соответствующие концепты ориентированного графа, показать уровни стабилизации взаимосвязей между концептами e_i и e_j , с помощью отношения W : $W(e_i, e_j) \in W$ [8]. Аналогом интегрального коэффициента устойчивости для когнитивной модели является импульсное, девиационное для РПМ воздействие на размер отношения W .

Представленные выше характеристики когнитивного процесса соответствуют условиям и ограничениями формирования и использования РПМ.

Основу динамического анализа когнитивных карт составляет моделирование динамики состояния концептов с течением времени. При этом состояние концепта может изменяться, во-первых, за счет изменения состояния других концептов, влияющих на него (как это показано на рис. 1), во-вторых, за счет внешних воздействий. Под внешним воздействием на концепт понимается изменение его состояния, относительно текущего под действием внешних факторов, т.е. вне связи с концептами, входящими в когнитивную карту. При этом внешние воздействия могут быть как целенаправленными, т.е. исходить от субъекта, осуществляющего управление системой, так и нецеленаправленными, т.е. обусловленными внешними по отношению к системе факторами, не поддающимися управлению. Соответственно, в первом случае формируются управляющие воздействия, а во втором – возмущающее воздействие. Такое дополнение значительно расширяет возможности использования методов когнитивного измерения.

Для описания динамики состояния концептов функ-

ционально использовать процессы анализа влияния изменений на состояние концептов. В основу данного подхода заложено предположение о том, что изменение состояний всех концептов происходит в дискретные моменты времени.

Изменение состояния концепта e_i в момент времени t определяется как девиация (отклонение $dvi(t)$) и обозначим $dvi(t)$. Таким образом,

$$dvi(t) = svi(t) - svi(t-1), \quad (8)$$

а также:

$$dvi(t+1) = svi(t+1) - svi(t) \quad (9)$$

При этом дополнительно предполагается, что передача влияния происходит за один такт: изменение состояния концепта-причины в момент времени t приводит к изменению состояния концепта-следствия в момент времени $t + 1$ (соотношения 8 и 9).

Модель девиационного процесса для знаковых когнитивных карт формируется с учетом использования когнитивных карт, в которых учитываются только направления влияний, и не учитываются их интенсивности. Для таких карт величины w_{ij} могут принимать только значения $-1, 0$ либо $0-1$, и соответственно дуги графа помечаются знаками «+» и «-». Модель девиационного процесса с учетом соотношения знаков влияний имеет вид:

$$dvi(t+1) = \sum sgn(w_{ji}) dvj(t), \quad (10)$$

соответственно:

$$svi(t+1) = svi(t) + \sum sgn(w_{ji}) dvj(t) \quad (11)$$

Таким образом, изменение состояния (девиация) каждого концепта на текущем шаге определяется девиацией всех влияющих на него концептов и соотношением знаков влияний.

Представляет аналитический интерес модификация импульсного процесса в качестве его трансформации в девиационный процесс в системе взаимодействующих концептных состояний с учетом как передачу влияний между концептами, так и внешние возмущения [7]:

$$s_{vi}(t+1) = \min \{s_{vi}(t) + u_i(t+1) + q_i(t+1) + \sum w_{ji} dv_j(t), 1\}, \quad (12)$$

где $u_i(t+1)$ – управляющее воздействие на концепт e_i в момент времени $(t+1)$, $q_i(t+1)$ возмущение e_i в момент времени $(t+1)$.

Предположим, что влияние концепта на систему определяется не тем, как изменяется его состояние вообще, а тем, насколько существенным является это изменение относительно предыдущего состояния данного концепта. Иными словами, будем учитывать относительное изменение состояний концептов, а не абсолютное.

С этой целью представим девиационный импульс $d_i(t)$ как относительное изменение состояния концепта e_i в момент времени $(t-1)$:

$$d_{vi}(t) = \{s_{vi}(t) - s_{vi}(t-1)\} / s_{vi}(t-1) \quad (13)$$

Такое соотношение полностью соответствует приведенному выше анализу поиска коэффициента устойчивости информационного процесса выявления нового знания.

В целях экспериментальной проверки и сравнения рассмотренных моделей выполним динамический анализ когнитивной карты с использованием каждой из них, при одинаковых начальных данных.

Связями между концептами (этапами) служат дуги ориентированного графа, представленного в виде расширяющейся паутинообразной модели. Предположительно, в соответствии с экспертными оценками, весам связей присвоены следующие значения:

$$w_{12}=0,9; w_{23}= 0,8; w_{34}= 0,7$$

Начальные состояния концептов установлены следующими:

$$w_{12}=0,9; w_{23}= 0,8; w_{34}= 0,7$$

$$svj(1)= 0,2; svj(1) 0,3; svj(1)= 0,8$$

Пусть имеет место управляющее воздействие на концепт 1, в результате которого он переходит в состояние $svj(2)=0,6$. Под воздействием начального импульса состояния концептов начинают изменяться в соответствии с правилами, определяемыми каждой моделью (этапами, блоками) импульсного процесса.

Представленные выше характеристики когнитивного процесса соответствуют условиям и ограничениям формирования и использования РПМ.

Среди возможных направлений дальнейших исследований наибольший интерес представляют [8]:

- выявление особенностей и формирование требований к методам экспертной идентификации параметров РПМ в условиях различных моделей импульсного процесса;
- выявление особенностей и формирование требований к методам идентификации параметров РПМ на основе статистических данных в условиях различных моделей импульсного процесса;

Выводы. Осуществление процессов когнитивного измерения в образовательной организации связано с определением параметров функционирования, включаемых в проблемную базу знаний. К ним представляется возможным отнести оценочные параметры функционирования образовательной организации. В систему оценок деятельности обучаемых включается рейтинговая оценка участия обучаемого, представленная в модели РПМ. Способствующая развитию процесса формирования знаний, а точнее - процесса поиска новых знаний, одна из составляющих

которого - поиск неявных знаний.

Такой подход к оцениванию процесса поиска неявных знаний целесообразно использовать как в условиях полной определенности процесса поиска, так и в условиях полной неопределенности процесса поиска таких знаний. При этом, для осуществления перехода от дивергентного анализа к конвергенции целесообразно использовать систему когнитивного измерения состояния системы поиска новых знаний при использовании РПМ. Такой подход целесообразен при осуществлении исследований, анализа и управления процессами поиска новых знаний не только в сфере образования, а в, реальных производственных процессах при решении прогнозных задач стратегического развития сфере образования.

Литература

1. Расселл, Акофф. Преобразование образования [Текст] / Расселл Акофф, Дэниел Гринберг ; пер. с англ. – Томск : изд-во Том. ун-та, 2009. – 196 с. – ISBN 978-5-7511-1913-3.
2. Болбаков, Р. Г. Моделирование когнитивной семантики образовательных информационных систем [Текст] / Р. Г. Болбаков, В. К. Расв // Информатизация образования и науки. – 2013. – №1 (17). – С. 91–102.
3. Горелова, Г. В. О когнитивном моделировании сложных систем, инструментарий исследования [Текст] / Г. В. Горелова // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 6 (131). – С. 236–240. – ISSN 2311-3103 (Online).
4. Новиков, М. В. Совершенствование и системы управления образовательной организации. Когнитивный подход [Текст] / М. В. Новиков // «Инновационные технологии в современном образовании: стратегия, задачи, внедрение. Алтынсаринские чтения-2024. 23 февраля 2024» : сб. статей и материалов Международной научно-практической конференции. – Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы. – С. 46–51.
5. Новиков, М. В. Дивергенция в системах управления

образовательными организации [Текст] / М. В. Новиков // «Специалист в современном образовании» : сб. статей и материалов Международного научно-практического Форума ; под ред. А.О. Жихаревой. – Таганрог : ООО издательство «Лукоморье», 2020. – С. 214–217.

6. Корягин, Н. Д. Антикризисное управление. Виды и показатели устойчивости организации [Электронный ресурс] / Н. Д. Корягин. – Режим доступа: <https://www.syl.ru/article/382037/znaniya---eto-ponyatie-kategorii-i-struktura-znaniy> (дата обращения: 17.01.2024).

7. Курапова, Т. Ю. Критерии успешности обучения учащихся общеобразовательных школ [Текст] / Т. Ю. Курапова // Психология в России и за рубежом: материалы Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, октябрь 2011 г.). – СПб. : Реноме, 2011. – С. 106–109.

8. Подвесовский, А. Г. Применение нечетких когнитивных моделей для формирования множества альтернатив в задачах принятия решений [Текст] / А. Г. Подвесовский, Д. Г. Лагерева, Д. А. Коростелев // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2009. – № 4 (24). – С.77–84. – ISSN 1999-8775.





Д.Л. Остапученко

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ АУТОНОМНОГО ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНЫХ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*Луганский государственный университет имени В. Даля, г. Луганск
ostapuschenko_dmitriy@mail.ru*

В настоящее время существенно возрастает роль беспилотных воздушных судов (БВС) в различных отраслях человеческой деятельности. Одной из существенных проблем при использовании дистанционно пилотируемых БВС является малая дальность и ненадежность их каналов радиоуправления, спутниковой и радионавигации при работе в сложных условиях.

Также для обеспечения надежности, эффективности и безопасности использования БВС предъявляются высокие требования к качеству подготовки летного и технического персонала. Ряд областей применения предполагают эксплуатацию техники в условиях затрудняющих, участие человека в процессе управления.

На данном этапе развития БВС наметилась тенденция к возрастанию интереса к автономным летательным аппаратам, управление которыми осуществляется в полностью автоматическом режиме. Решение данной задачи становится возможным с использованием методов искусственного интеллекта, в частности алгоритмов компьютерного зрения.

Использование полностью автономных летательных аппаратов также позволит существенно снизить затраты на

подготовку и требования к квалификации персонала и обеспечить возможность эксплуатации техники в агрессивных условиях.

Алгоритмы искусственного интеллекта и компьютерного зрения используются для решения следующих задач:

1. Разработка бортового программно-аппаратного комплекса визуального ориентирования по сигналам с видеокамер для решения задач аэронавигации в режиме автономного полета.

2. Разработка бортового программно-аппаратного комплекса детектирования, классификации и сегментации объектов окружающей среды с использованием искусственных нейронных сетей.

3. Разработка методов принятия решений на основании результатов идентификации условий окружающей среды.

4. Разработка принципов мультиагентного (роевого) взаимодействия группы беспилотных летательных аппаратов, распределения ролей внутри группы, методов и алгоритмов сетевого обмена и обработки информации.

Решение задачи визуального ориентирования осуществляется путем оптимизации и переноса на портативные одноплатные компьютеры (наподобие Raspberry Pi, Orange Pi и т.п.) алгоритмов SLAM (англ. Simultaneous Localization And Mapping – одновременная локализация и построение карты) и SVO (Semi-Direct Visual Odometry for Monocular – полупрямая визуальная одометрия для монокулярной камеры). Существенно более высоким качеством обладают алгоритмы, использующие данные, полученные с применением стереокамер, камер глубины, лидаров. Данная группа алгоритмов, хорошо зарекомендовавшая себя для решения задач навигации мобильных роботов, может быть адаптирована для решения задачи визуальной навигации летательных аппаратов. При этом определение координат и

положения летательного аппарата осуществляется в результате привязки к визуальным ориентирам, расположенным на подстилающей поверхности (рельеф местности, строения и т.п.).

Решение задачи детектирования и классификации объектов окружающей среды предполагает обучение искусственных нейронных сетей с архитектурой YOLO (англ. You Only Look Once – ты смотришь только раз) и ей подобных. При этом обучение осуществляется на заранее размеченных наборах изображений объектов окружающей среды, в которых объекты отмечаются экспертами вручную. Сложность данного подхода заключается в том, что его реализация требует использования значительных вычислительных мощностей на этапе обучения, например, суперкомпьютерной техники, а также значительного числа корректно размеченных изображений объектов, полученных с использованием аэрофотосъемки. Для обеспечения высокого качества распознавания при ограниченном количестве исходных данных могут быть дополнительно использованы синтетические данные, полученные средствами компьютерной графики или фотомонтажа из уже имеющихся (аугментация данных). Повышения качества распознавания можно также добиться путем дополнительных этапов обучения нейронной сети на данных, распознанных ошибочно, т.е. трудных для решения задачи распознавания примерах. Задачи сегментации в настоящее время эффективно решаются с использованием искусственных нейронных сетей с архитектурой U-Net и ей подобных. Однако разметка обучающих выборок при решении задач сегментации является значительно более трудоемким процессом, облегчение которого следует ожидать от использования высококачественных синтетических изображений.

Задача трекинга решается прямым переносом на портативные одноплатные компьютеры алгоритмов трекинга, таких как, например CSRT, NanoTrack и др. При

этом устройство отслеживания с использованием протокола MAVLink (Micro Air Vehicle Link – протокол информационного взаимодействия с беспилотным летательным аппаратом) или др. может передавать сигналы управления в полетный контроллер БВС с целью коррекции его движения при выполнении маневра.

Для решения разработки методов принятия решений на основании результатов идентификации условий окружающей среды в настоящий момент существует семейство подходов, известное под общим названием «Обучение с подкреплением» (Reinforcement Learning, RL). К алгоритмам данного семейства относятся такие алгоритмы, как: Q-learning, Policy gradient, Actor Critic и т.д. В результате процесса обучения формируется механизм выбора действия из набора возможных в ответ на сложившиеся условия окружающей среды, идентифицируемые средствами распознавания (стратегия, policy).

Реализация процесса обучения предполагает использование реалистичной виртуальной среды (симуляторов), позволяющей осуществлять многократное моделирование процессов взаимодействия агента (например, одного или нескольких летательных аппаратов) с окружающей средой. На основании многократного прогона (семплирования) при различных сценариях развития событий в виртуальной среде осуществляется сбор статистических данных для коррекции стратегии поведения с целью повышения ее качества согласно заданным метрикам (метод Монте-Карло).

Подходы, основанные на обучении с подкреплением, в последнее время получили существенное развитие в результате работы научных коллективов ряда западных компаний (DeepMind, OpenAI, Microsoft Research и др.).

Разработка принципов мультиагентного (роевого) взаимодействия группы беспилотных летательных аппаратов ставит своей целью использование принципов эмерджентности при решении различных задач группой (роем) БВС.

Системное использование группы летательных аппаратов позволяет повысить надежность выполнения задач в условиях высокой вероятности выхода из строя отдельных аппаратов. При этом в основе согласованности поведения элементов группы лежат сетевые принципы обмена информацией. В свою очередь экономия вычислительных ресурсов, затрачиваемых бортовыми вычислительными системами при обработке больших объемов данных, может быть достигнута путем объединения таких систем по принципу вычислительных кластеров.

Результаты, по созданию программно-аппаратных комплексов, реализующих принципы автономности, имеют значительное научное и промышленное значение. Исследование принципов и разработка средств обеспечения автономного полета БВС с использованием методов искусственного интеллекта в настоящее время является основой для создания технических средств нового поколения.





Б.В. Павленко

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ ОРУЖИЯ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
bogdanpavl2000@mail.ru*

Развитие искусственного интеллекта и расширение сфер его применения невозможно остановить. Текущая нестабильность в мировой обстановке толкает страны на исследования и внедрения передовых технологий в сферы обороны, вооружения, разведки и других подобных структур. Россия, Китай и США уделяют особенно много внимания военным исследованиям и IT-разработкам, укрепляющим и модернизирующим военную сферу. Конкретные примеры использования ИИ затрагивают от средств радиоэлектронной борьбы и подавления систем обнаружения, до управления БПЛА (беспилотный летательный аппарат) или распознавания и трекинга целей.

Сложность систем, использующих ИИ варьируется от крупных программных комплексов (DARPA, Palantir AIP и другие), до умных прицельных комплексов и интеграций ИИ в военную экипировку. Упор ставится на внедрение систем на основе глубоких нейронных сетей, о чем свидетельствуют расходы на соответствующие исследования и разработки [1], а также представляемые на выставках достижения в данном направлении. Исследования в данном

направлении в России ведут такие компании, как «Инновационные оружейные технологии», концерн «Калашников», «Управление минобороны РФ по развитию искусственного интеллекта».

В данной работе уделено большее внимание системам калибровки и интеллектуальной помощи в оружии и прицельных комплексах. Работа преследовала несколько целей: экспериментально определить способность нейросети к распознаванию специфических графических элементов. Тема специфичности графических данных, хоть и немного в ином примере, рассматривалась в работе Е.П. Кадукова, посвященной в большей мере радиолокационным изображениям [2]. Также ставилось целью разработать алгоритм, работающий совместно с распознающей нейросетью, позволяющий получать данные для калибровки прицелов без встроженных калибровочных решений и производящий на выходе полезные данные разного формата.

Для решения задачи распознавания образов было необходимо сделать несколько шагов. Первый заключался в сборе нужных данных для будущего датасета. Задача требовала ручной разметки (или же аннотирования) изображений выделенными классами объектов. Исходя из описания принципа работы идейного референса (умный прицельный комплекс IWT LF640 PRO) [3], ключевыми объектами были определены мишень, центр мишени, пулевое отверстие. В экспериментальном сегменте работы для нейросети был также размечен датасет прицельных сеток с объектами центра сетки, пространства в 1 миллирадиан по оси x и по оси y , исходя из общего принципа работы прицельной сетки mil-dot [4].

Для данной задачи была выбрана нейросеть YOLO (You Only Looks Once) по причине скорости ее работы и удовлетворительных метрик средней точности mAr в соотношении со скоростями работы даже в реальном времени [5]. На момент начала работы была выбрана последняя

стабильная модель YOLOv8 версии YOLOv8m с 25.9 млн. параметров. Результаты показывают, что точное двойное распознавание при наложении изображения сетки на мишень затруднительно, что и проявляется в большом количестве ложных срабатываний и отсутствия нахождения верных объектов. При входном изображении отдельно мишени результаты намного лучше. Нейросеть распознает до 95% - 100% объектов.



Рисунок 1 – Изображение с выводом ограничивающих рамок

На разных дистанциях и, соответственно, разном масштабе мишени в объективе прицела картина отличается, но в целом можно выделить следующие аномалии:

1. Путаница между точками mil-dot и пулевыми отверстиями;
2. Отсутствие распознанных объектов;
3. Нестабильность определения отметок сетки;

4. Множественные распознавания одного объекта на batch-файлах.

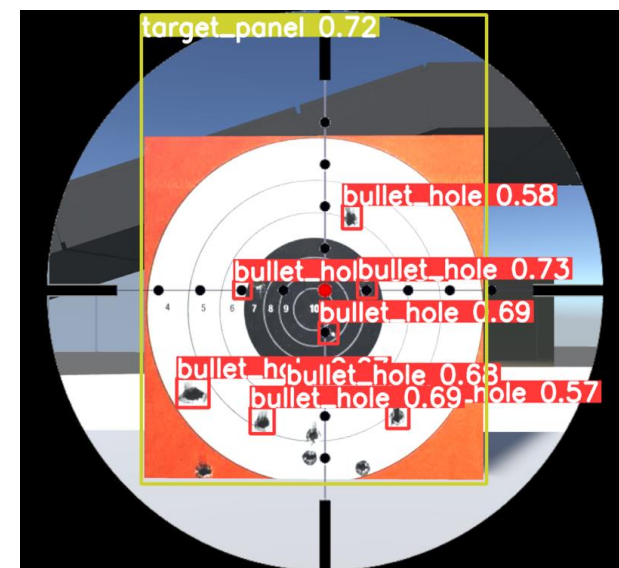


Рисунок 2 – Результаты распознавания в режиме наложения

Так как экспериментальный сегмент работы, заключающийся в проверке способности нейросети стабильно определять мелкие повторяющиеся и пересекающиеся паттерны, показал не идеальные результаты, то задача определения координат маркеров прицела была решена алгоритмическим путем. Данный нюанс поднимает один из вопросов потенциального устройства таких комплексов. Неизвестно точно, участвовала ли нейросеть в этапе распознавания данных с прицельной сетки, и был ли такой этап вообще. Это ставит новую подзадачу: координаты прицельных маркеров должны быть известны заранее, отталкиваясь от типа используемого прицела.

Для решения данной подзадачи был разработан алго-

ритм «чтения» прицельной сетки, требующий минимальных действий со стороны пользователя. Предполагается, что данный аддон к основному алгоритму должен дать возможность подготавливать часть входных данных. Он работает в несколько шагов:

1. С помощью инструментов визуализации matplotlib [6] считываем изображение, задавая осям пределы от 0 до ширины и высоты изображения;

2. Так как изображения прицельных сеток имеют в большинстве случаев равное соотношение сторон, считываем координаты центра и ставим центральную и дополнительную опорные точки с неким начальным смещением;

3. Вводим необходимые корректировочные смещения;

4. Вводим число опорных точек на полуось;

5. Алгоритм распределяет точки с заданным смещением; Максимальная наблюдаемая погрешность на данный момент составляет примерно 0.2 миллирадиан;

6. Результаты сохраняются в JSON-файл.

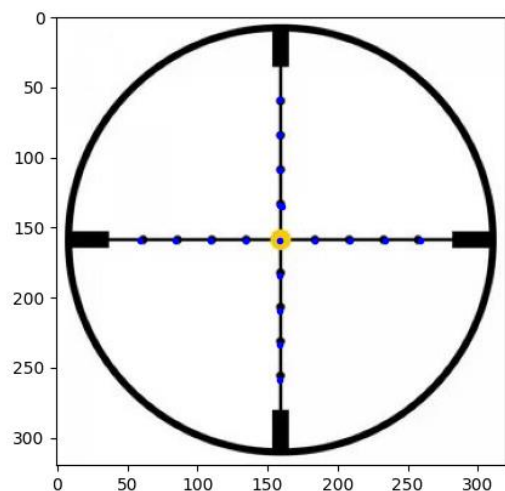


Рисунок 3 – Результаты распределения точек

Основной алгоритм, работающий с предобученной

моделью, принимает конфигурационный файл описание прицела в формате JSON, а также изображение мишени с пулевым отверстием. Программа подает входное изображение в модель и сохраняет результат распознавания в виде маркированного изображения – изображения с ограничивающими рамками (bounding boxes) вокруг ключевых распознанных объектов, а также txt-файла с метками класса (номер класса в датасете), его координатами, шириной и высотой рамки – вектора вида $v = (cn, x, y, w, h)$.

Далее относительные координаты YOLO конвертируются в координаты на двумерной плоскости изображения, в значения в пределах высоты и ширины изображения в пикселях. Следующим шагом является загрузка координат прицела, их десериализация и наложение друг на друга для нахождения ближайших точек на сетке и вычисления смещений и поправок.

В результате работы была выявлена предполагаемая нецелесообразность использования решения распознавания образов для нахождения массивов координат ключевых точек прицельной сетки, экспериментально проверен подход с одновременным распознаванием изображений с похожими паттернами. Соответственно, разработан альтернативной алгоритм, не исключающий, однако, наличие погрешности распределения точек при «чтении» сетки и требующий повышения точности распределения точек.

Литература

1. Искусственный интеллект в ВПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Искусственный интеллект в ВПК (дата обращения: 17.01.2024).
2. Кадуков, Е. П. Распознавание объектов контроля на радиолокационных изображениях с использованием метода опорных векторов [Текст] / Е. П. Кадуков // Научно-технический журнал: Вопросы оборонной техники. Технические средства

противодействия терроризму. Серия 16. – 2022. – № 171-172. – С. 96–105. – ISSN 2306-1456.

3. iСнайпер: тест российского «умного» прицела. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topwar.ru/97759-icsnayer-test-rossiyskogo-umnogo-pricela.html> (дата обращения: 12.02.2024).

4. Потапов, А. А. Искусство снайпера [Текст] / А.А. Потапов ; 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Гранд : ФАИР-пресс, 2005. – 543 с. : ил., табл.; 21 см. - (Спецназ); ISBN 5-8183-0872-3 (В пер.) : 45000.

5. Srivastava, S., Divekar, A.V., Anilkumar, C. et al. Comparative analysis of deep learning image detection algorithms. J Big Data 8, 66 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00434-w> [Электронный ресурс] / Doi : Сайт. – URL: <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00434-w>.

6. МакКинни, У. Python и анализ данных [Текст] / У. МакКинни ; 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 576 с.





***В.Н. Павлыш, Г.В. Доценко,
С.А. Григорьев, К.В. Коновалов***

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АДДИТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ В АВТОНОМНОМ ШАХТНОМ ВОДООТЛИВЕ

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Россия
sergalexgr@yandex.ru*

Автоматизированная система управления шахтным водоотливом обеспечивает управление комплексами главного водоподъема, насосными агрегатами и электроэнергетическим хозяйством.

На данный момент существуют различные типы и виды шахтных водоподъемных установок к ним относятся:

- насосные погружные установки;
- эрлифтные насосные установки;
- аэрозольные насосные установки;

– морозильные камеры для поднятия воды в виде льда. Все они характеризуются высоким удельным энергопотреблением. Если взять среднестатистические затраты на шахтный водоотлив, то можно увидеть, что в итоге каждая вторая добытая тонна угля идёт на компенсацию энергозатрат на процесс водоотведения.

Поэтому цель данного исследования, следующая:

- повышение энергоэффективности комплекса водоотведения;
- автоматическое управление технологическим процессом водоотведения в соответствии с графиком нагрузки

энергосистемы и изменением уровня воды в водосборниках;

- повышение оперативности действий оперативного персонала при управлении технологическим процессом водоотведения;

- сокращение затрат на эксплуатацию за счёт снижения энергозатрат на откачивание воды, что является основными потребителями электрической энергии на шахте.

Система обеспечивает:

- сбор, накопление и отображение информации о текущих энергетических, технологических параметрах парогенераторных агрегатов на автоматизированном рабочем месте оператора (диспетчера);

- подготовку рапортов и сводок о работе парогенераторных агрегатов и комплексов на вышестоящие уровни диспетчерского контроля;

- автоматическую диагностику работы технических средств, входящих в состав системы управления, раннего обнаружения аварийных ситуаций и предотвращения их опасного развития.

При реализации данного проекта сделан акцент на применение аддитивных технологий при реализации фазовых переходов шахтной воды в пар, пар в реактивную высокоэнергетическую струю, используемую для компенсации затрат на парогенерацию при помощи вращающегося колеса Сегнера и, только затем – конденсировать пар в дистиллят, возвращая тепловую энергию при конденсации его исходной шахтной воде, доводя ее до состояния перегрева.

В настоящее время возрос практический интерес к аддитивным технологиям и доверие к их применению для модернизации существующих и строящихся новейших эффективных гибридных производственных комплексов, как альтернативы традиционным инженерным подходам. В

плане экономической целесообразности аддитивные технологии, в ряде случаев, оказываются менее дорогостоящими, чем традиционные, минимизируют себестоимости товарной продукции. Поэтому была разработана математическая модель гидродинамического парогенератора, обеспечивающего параметрическую согласованность цепочки технологий комплекса связанных процессов водоподъема и опреснения воды, что позволит проектировать масштабное производство дешевой питьевой воды с минимальными затратами.

В целом, аддитивность (от лат. *additivus* – прибавляемый) – это свойство величины, состоящее в том, что её значение, соответствующее целому объекту, равно сумме её значений, соответствующих частям объекта при любом разбиении его на части. В данной системе водоотлива исходным материалом или объектом является шахтная вода, которая превращается в пар, который используется в качестве транспортировщика воды по нагревным паропроводам к поверхности земли, который также - в свою очередь, является сырьём для получения тепловой и даже электрической энергии, а также и для получения дистиллированной воды пригодной для использования в промышленности и в быту (рис.1).

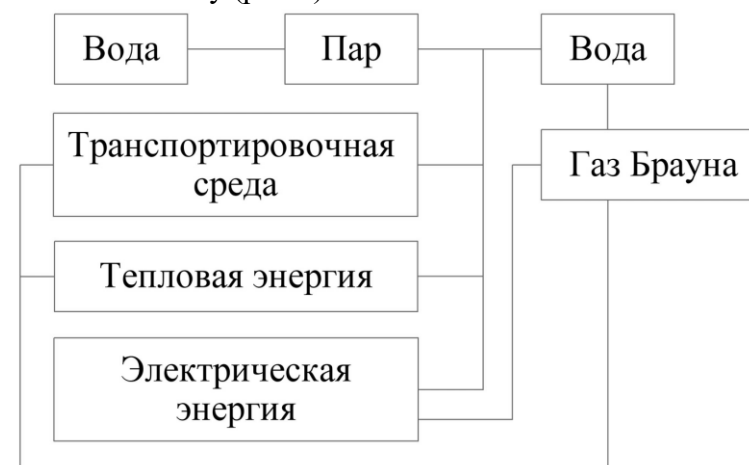


Рисунок 1 – Схема демонстрации применения принципа аддитивности в проекте

Использование аддитивности позволяет повысить эффективность работы всей системы, снизить энергопотребление и уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций, связанных с затоплением шахты, что обусловлено возможностью задействования в процессе выработки тех или иных автоматических решений задействование нейросетевых процессов принятия решений. Подобный подход способствует созданию эффективной системы управления, что делает её более конкурентной в использовании на следующих этапах:

1. Предварительная очистка шахтной воды от ила и крупных взвесей.
2. Преобразование данной смеси из жидкого соленого раствора в паропылегазовую смесь, обладающую свойствами идеального газа пригодного для сухой сепарации твердых включений.
3. При необходимости, промежуточный подогрев паровой смеси по пути транспортировки на поверхность с использованием газа Брауна для поджога и разогрева пара по путно в паропроводе.
4. Циклонная очистка и дальнейшая конденсация пара в дистиллят.
5. Дополнительные действия, направленные на преобразование дистиллята в техническую либо воду пригодную для питья.

Для получения пара в соответствующих для шахтного водоотлива объёмах впервые предлагается использовать гидродинамический парогенератор, построенный по схеме колеса Сегнера. Гидродинамический парогенератор использует эффект кавитации для обеспечения энергетикой холодного кипячения шахтной воды. При проходе через систему радиальных трубок с протекающей по ним шахтной очищенной водой, закрепленных на вращающемся диске колеса Сегнера создаются парогазовые кавитационные пузырьки.

За счёт разности центробежного давления вода стремится сжать газовый пузырь, аккумулируя на его поверхности большое количество энергии, а температура внутри достигает 1000-1200 °С. По периметру диска колеса Сегнера при выбросе кавитационных пузырьков через сопло Лаваля в зону низкого давления пузырьки взрываются, и энергия от их разрушения выделяется в окружающее пространство. Таким образом происходит выделение тепловой энергии, и парожидкостный поток нагреваясь от вихревого потока превращается в паропылегазовый.

Преимущества гидродинамических парогенераторов:

- универсальность (получение пара, пароводяной смеси, горячей воды);
- экономичность (быстрый выход в рабочий режим – 1 минута, особенно при кратковременной и циклической работе);
- отсутствие необходимости в специальной химической водоподготовке;
- автономность (при оснащении стартового источника питания).

Гидродинамические парогенераторы могут быть использованы в различных отраслях промышленности, таких как энергетика, металлургия, химическая промышленность и пищевая промышленность. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами нагрева, такими как высокая эффективность, экологическая безопасность и возможность регулирования температуры и мощности.

В ходе исследований была разработана математическая модель работы гидродинамического парогенератора, который основан на принципе работы колеса Сегнера. Существенным отличием является установка сопел Лаваля для использования реактивной тяги, полученной от выброса гидропаропылевой струи, т.к. при достижении баланса

затрачиваемой и вырабатываемой энергии данная конструкция переходим в режим самообеспечения, что ведёт к снижению затрат на эксплуатацию установки в целом, что было подтверждено опубликованными результатами экспериментов (рис.2).

Для первичного запуска вращения диска кеолеса Сегнера было предложено использование однопроводной технологии передачи электроэнергии, основанной на принципе получения стоячей волны в конце длинной линии с применением вилки Авраменко в качестве устройства для питания первичного электродвигателя. Так в последствии парогенератор переходит в режим самозапитки блоков электроники и управления. Данный принцип основан на разделении входного периодического сигналов выпрямленного, а затем и постоянного напряжения. Подобное устройство позволяет снизить затраты электроэнергии на первичный запуск установки.

Существуют и выпускаются промышленностью гидропаровые парогенераторы аналоги нами примененными. Например, ООО «Вектор», г. Саратов, ЗАО «Турбокон» г. Калуга, УЭИ «Уралвагонзавод» и электротехнический альянс «Элта» занимаются выпуском гидропаровых турбин, основанных на вышеописанном принципе работы (рис. 3). Принципы работы подобного оборудования были представлены в диссертационном исследовании Дениса Владимировича Шевелёва ещё в 2007 году.

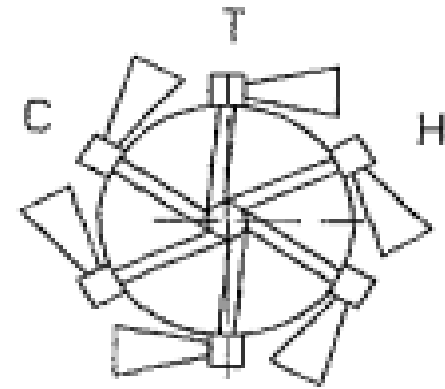


Рисунок 2 – Предлагаемая система гидропаровой турбины



Рисунок 3 – Выпускаемые промышленностью гидропаровые турбины

Указанные кавитационные парогенераторы имеют следующие недостатки.

- требуют высокой точности изготовления и настройки, что может увеличить стоимость их производства и обслуживания;

- сравнительно большие габариты;
- большая шумность за счет работы водяного насоса и самого кавитационного элемента, что затрудняет его установку в бытовых помещениях, однако никак не влияет на их установку в нежилых промышленных сооружениях;
- эффективное соотношение мощности и производительности не подходит для малых объемов производства, что также нивелируется тем, что из шахт необходимо откачивать огромные объёмы воды (к примеру, в Донбассе общая цифра шахтных вод, которые необходимо откачивать ежедневно – 1 млн. куб. метров в сутки).

Несмотря на эти недостатки, подобные кавитационные парогенераторы продолжают развиваться и совершенствоваться, что делает их более доступными и эффективными для использования в различных отраслях промышленности.

Так как подъём воды может быть связан с большими расстояниями или высотами, промежуточный подогрев пара можно осуществлять с применением процедуры сжигания газа Брауна, получаемого параллельно из выходного дистиллята комплекса. Газ Брауна при горении в среде водяного пара образует водяной пар и выделяет достаточного количества тепла, что является безусловными преимуществами.

Установки подобного рода позволяют решить проблемы получения питьевой или технической воды в местах с её дефицитом, а также экологические проблемы, связанные с затоплением, в том числе, остановленных шахт. А полученные и опубликованные результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что у подобных комплексов есть огромная перспектива применения как в промышленности, так и в быту.

Литература

1. Омелянюк, М. В. Кавитационная интенсификация процессов приготовления буровых и тампонажных растворов [Электронный ресурс] / М. В. Омелянюк, И. А. Пахлян, А. П. Аладьев // Научный потенциал вуза – производству и

образованию. – 2017. – №2(1). – Режим доступа: amti.esrae.ru/ru/16-148 (дата обращения: 25.02.2024).

2. Порсев, Е. Г. Патент РФ 2116583 МПК F 24 J3/00, «Способ нагрева жидкости» [Текст] / Е. Г. Порсев // Приоритет от 29.05.1996.

3. Математическое моделирование технологических процессов. Гидродинамические процессы [Текст] / Федоткин И. М. [и др.]. – К. : «Техника», 2004. – 312 с.

4. Математическое моделирование привода гидродинамического парогенератора на базе колеса Сегнера с целью обоснования условий минимизации его энергопотребления [Текст] / В. Н. Павлыш, Г. В. Доценко, Е. Г. Доценко, С. А. Григорьев, К. В. Коновалов // Проблемы искусственного интеллекта. – 2024. – № 1 (32). – С. 4–21. – ISSN 2413-7383.



Т.А. Погоржельская, Н.Е. Губенко

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ХИМИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Россия
pogorghelsk2501@mail.ru*

Развитие мобильных технологий открывает новые перспективы использования их в образовательном процессе. В настоящее время актуальной остается проблема доступности современного оборудования для проведения лабораторных работ в учебных заведениях. Несмотря на значительные усилия в обновлении материально-технической базы образовательных учреждений, многие российские школы по-

прежнему сталкиваются с ограниченным доступом к современным лабораторным средствам. Более четверти (26.6%) опрошенных учителей недовольны состоянием специализированных кабинетов, компьютерного, лабораторного или производственного оборудования своей школы [1].

Нехватка оборудования существенно снижает качество проведения практических занятий в области естественных наук. Лабораторные работы играют важную роль в углублении понимания учебного материала поскольку позволяют ученикам применить теоретические знания на практике, а также учат анализировать процессы, которые привели к получению конкретных научных знаний. Такой способ обучения способствует развитию у учащихся навыков решения проблем [2]. Однако, ограниченный доступ к современному оборудованию затрудняет проведение практических занятий в школах, что в конечном итоге негативно сказывается на процессе развития практических навыков и научного мышления у школьников.

Решение данной проблемы заключается во внедрении мобильных технологий в образовательный процесс. Мобильные устройства, такие как смартфоны и планшеты, обладают значительным потенциалом для превращения любой комнаты в полноценную лабораторию. При помощи образовательных приложений можно симулировать эксперименты в области химии, физики и биологии, что даст возможность учащимся проводить опыты и анализировать данные как во время занятий в образовательном учреждении, так и у себя дома. Методика моделирования практических занятий с использованием компьютерных технологий получила название «виртуальная лаборатория».

В научных работах таких исследователей как Швецова А.А. [3], Никулина Т.В. [4] и Стариченко Е.Б. [4] затронут вопрос перспектив использования виртуальных лабораторий. Однако, в данных работах подразумевается

применение виртуальных лабораторий с использованием современного мощного компьютерного оборудования, которым обладает не каждый ученик. Более того, недостатком использования персональных компьютеров в данной сфере является невозможность использования одного и того же устройства в образовательном учреждении и дома. Поэтому актуальным является вопрос разработки виртуальной химической лаборатории, оптимизированной под мобильные устройства с сохранением эффективного использования доступных технологий. Для этого должны быть учтены технические характеристики современных смартфонов.

По данным анализа российского рынка смартфонов компанией МТС на 2023 год доля продаж бренда Apple составляет 8% [5], что говорит о низкой популярности операционной системы (ОС) iOS в сравнении с Android среди пользователей. Более того, у ОС iOS имеется ряд ограничений на установку сторонних приложений в целях безопасности, а публикация готового продукта в App Store является дорогостоящей. В связи с этим, разработку обучающего приложения целесообразнее осуществлять для платформы Android.

Согласно официальной статистике Google, наиболее используемыми версиями являются Android 13 (22.4%), Android 11 (21.6%), Android 10 (16.1%), Android 12 (15.8%) и Android 9 (10.5%), распространённость остальных версий по сравнению с данными показателями является менее значительной. Следовательно, оптимальным решением для сохранения совместимости с наибольшим числом устройств и использования возможностей более современных версий данной ОС является разработка приложения для Android версии 9 и выше.

На основе рейтинга популярности Android-устройств различных производителей [6] определены технические характеристики среднестатистического смартфона:

- объем оперативной памяти: 2 ГБ;
- объем внутренней памяти: от 32 до 64 ГБ;
- процессор: четырехъядерный, с тактовой частотой от 1.8 до 2.2 ГГц;
- разрешение дисплея: Full HD (1080p);
- наличие камеры и встроенного микрофона.

Учёт данных характеристик позволяет говорить об эффективности применения тех или иных технологий при разработке мобильных виртуальных лабораторий, поскольку именно в этом случае воспользоваться приложением сможет большинство учеников.

Виртуальная лаборатория – это среда для моделирования опытов с применением компьютерных технологий, где воссозданы объекты реального мира, участвующие в экспериментах, и процессы их взаимодействия. В научной работе А.В. Трухина понятие «виртуальная лаборатория» раскрыто как «программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой или при полном отсутствии таковой» [7]. В этом случае к данному понятию относят также дистанционные лаборатории, где оборудование и реагенты являются физическими объектами, но воздействие наблюдателя на них осуществляется на расстоянии. Поскольку значимость создания виртуальной лаборатории в образовании возникла в связи с трудностями применения в большинстве случаев реальных лабораторий, наиболее распространены всё же среды, где моделирование опытов производится полностью при помощи компьютерных технологий.

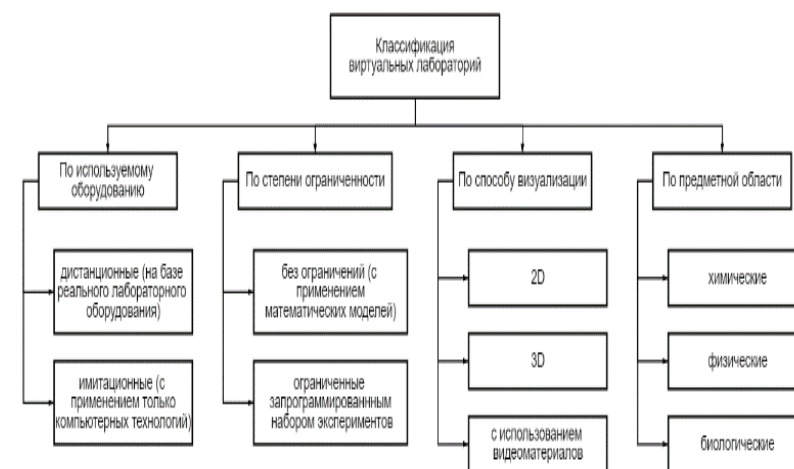


Рисунок 1 – Классификация виртуальных лабораторий

Классифицировать виртуальные лаборатории можно и по степени ограниченности проводимых экспериментов: лаборатории, где предметная область представлена ограниченным, заранее определённым набором опытов и лаборатории, где применяются математические модели для расчёта результатов действий. Во втором случае пользователю доступно намного больше возможностей для экспериментирования с разными наборами входных данных. Однако, реализация приближённых к реальности моделей является трудоёмкой задачей и с точки зрения пользователя требует гораздо больше вычислительных ресурсов. Поэтому наиболее распространены виртуальные лаборатории, в которых набор входных данных ограничен и результаты эксперимента заранее известны.

По способу визуализации выделяют виртуальные лаборатории с двух- и трёхмерной графикой, с использованием анимации и видеоматериалов. Иногда данные разновидности комбинируют, к примеру, в 2D-приложении

возможны вставки видеофрагментов со съемками реальных экспериментов. Сравнительная характеристика различных способов визуализации приведена в табл. 1.

В результате сравнения различных методов визуализации выявлено, что наибольшей наглядностью обладает трёхмерная графика, однако её также сложнее реализовать и готовый программный продукт может быть запущен далеко не на всех устройствах. Двумерная графика хоть и уступает в плане реалистичности, но требует минимальных навыков работы с графическими редакторами для реализации, сравнительно небольшого объема свободного места на диске для хранения иконок и текстур, а также меньше аппаратных ресурсов для запуска и работы с приложением.

Главным различием между виртуальной лабораторией и обучающей игрой является то, что лаборатория обычно ориентирована на практическое обучение и научные исследования, в то время как игра имеет разнообразные цели, включая развлекательные и соревновательные.

Таблица 1 – Сравнение методов визуализации в виртуальных лабораториях

Критерий сравнения	2D-графика	3D-графика	Видеоматериалы
Реалистичность демонстрируемых экспериментов	Не являются реалистичными, изображают объекты и процессы стилизованно	Процессы изображены более реалистично	Использованы реальные изображения процессов
Степень ограниченности демонстрируемых экспериментов	Могут быть продемонстрированы только заранее отрисованные объекты и процессы	Могут быть продемонстрированы любые процессы с заранее сохранёнными моделями	Могут быть продемонстрированы только заранее записанные видеоролики

Системные требования для пользователя	Не требуется большой объем памяти или мощное оборудование для визуализации, поскольку изображения занимают сравнительно небольшой объем памяти	Необходим большой объем памяти для хранения трёхмерных сцен, объектов и текстур; необходим достаточно мощный компьютер для 3D-визуализации	Необходим достаточный объем памяти для хранения видеороликов, размер зависит от качества и используемого формата
Трудоёмкость реализации	Отрисовка элементов не является трудоёмкой	Требуется больших затрат на создание реалистичных 3D-моделей и окружения	Требуется наличие реального оборудования и реагентов

Комбинация виртуальной лаборатории с игровыми элементами позволит сделать обучение более увлекательным и запоминающимся для учащихся, что способствует более глубокому усвоению материала и повысит показатели оценивания знаний. Для внедрения игровых механик в обучающее приложение выделены его педагогические цели в соответствии с различными уровнями таксономии Блума [8]:

- запоминание названий химических элементов и их соединений;
- понимание принципов взаимодействия атомов элементов;
- применение знаний для проведения реакций между растворами веществ;

– анализирование полученных результатов взаимодействия;

– оценивание навыков и умений игрока.

Сформулированные цели удовлетворяют потребности игрока:

– в развитии и достижении успеха;

– в ощущении собственной значимости;

– в стремлении к познанию и предсказанию результата.

Выделенные цели могут быть соотнесены с обучающими и игровыми механиками (табл. 2) благодаря использованию модели LM-GM. Данная модель сопоставляет уровни таксономии Блума с соответствующими механиками, которые будут использованы в игровом процессе.

В соответствии с выбранными механиками может быть разработан общий сценарий игрового процесса.

Обучающее приложение состоит из уровней с нарастающей сложностью, которая выражается в наличии более комплексных реагентов и дополнительных условий.

Таблица 2 – Выбор обучающих и игровых механик для виртуальной химической лаборатории

Уровни таксономии	Обучающие механики	Игровые механики
Запоминание	– дифференциация химических элементов; – повторение названий элементов и соединений.	– опознавательные знаки (подписи, уникальные цвета для каждого из элементов).
Понимание	– изучение принципов создания соединений; – воплощение.	– каскадирование информации; – учебное руководство.

Применение	– симуляция протекания химических процессов; – демонстрация результатов.	– симуляция проведения лабораторных экспериментов; – временные рамки.
Анализ	– проведение эксперимента (смешивание предложенных реагентов); – наблюдение за результатом.	– реализм (получение результатов как в реальном химическом эксперименте); – обратная связь (сообщение об удавшемся/неудавшемся эксперименте).
Оценивание	– поощрение; – мотивация; – оценивание.	– очки действий (оценка за прохождение уровня); – повышение уровня игрока.

Игроку предоставлены 3-4 реагента с подписью соответствующей формулы вещества на выбор. Цель уровня: получить указанное химическое соединение путём подбора правильных компонентов и получить 3 звезды за выполнение всех заданий. При этом игрок может выбрать неправильные составляющие и получить отсутствие реакции, слишком бурную реакцию или вещество, не указанное в цели. За правильно выбранные составляющие игрок получает 1 звезду.

Если компоненты подобраны правильно, то игроку предложено указать условия проведения в виде тестового задания с одним правильным ответом. При неверном ответе будет выведено сообщение об ошибке и пояснение, почему ответ является неверным. За выбранный с первого раза ответ игрок получит 1 звезду, за одну ошибку –

половину, если же остался всего один вариант ответа, то игрок не получит звезды.

При выборе правильного варианта, игрок переходит к сбору молекул. Например, реакция имеет 2 продукта, значит, пользователь должен собрать 2 молекулы каждого из веществ, которые получатся в результате. Если атомы на игровом поле соединены верно, то они объединяются в целостный компонент. Данная часть уровня имеет временное ограничение. Если время истекло, то игрок не получает звезду за выполнение этого задания, и компоненты собираются автоматически.

Когда оба продукта собраны, игрок получает результат – изображение полученной смеси с описанием свойств: запаха, цвета, наличия осадка. На экране выведен результат в виде количества звезд и оценка: за все 3 звезды – «Молодец, так держать!», за 2-2,5 звезды – «Неплохая работа», за 1-1,5 звезды – «Стоит постараться усерднее». Игрок автоматически переходит к новому уровню.

В зависимости от уровня меняется только сложность исходных данных, игровой сценарий и условия остаются такими же. Для открытия уровня необходимо пройти предыдущий на 2 или более звезды. При этом должно присутствовать меню выбора уровней с возможностью повторного прохождения.

На рисунке 2 представлена диаграмма действий для пользователя обучающей игры.

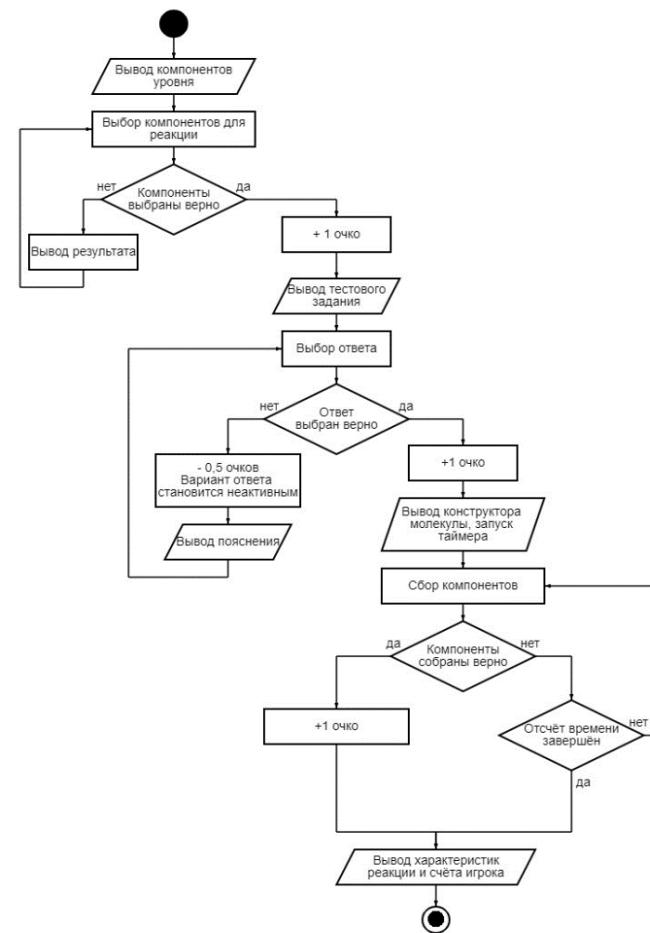


Рисунок 2 – Диаграмма действий для игрока на каждом уровне игры

На основе сценария взаимодействия пользователя с приложением составлена информационная структура, определяющая вложенность разделов, которая приведена на рисунке 3.

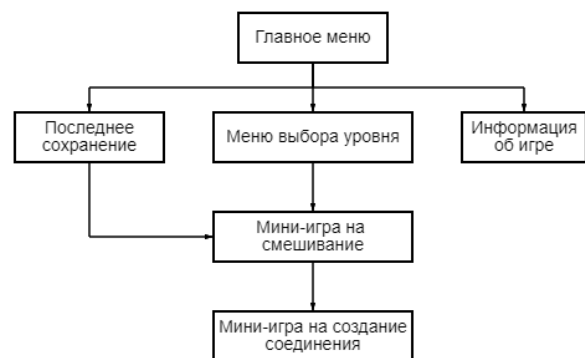


Рисунок 3 – Информационная структура приложения

Игровой движок – это программное обеспечение, которое предоставляет разработчикам инструменты для создания компьютерных игр. Он обеспечивает основной функционал, необходимый для создания игры, который включает инструменты для работы с графикой, физикой, анимацией, искусственным интеллектом, сценариями и другими составляющими. Наиболее популярными игровыми движками на данный момент являются Unity, Unreal Engine и Godot.

Unity – это бесплатный игровой движок, который позволяет создавать игры для различных платформ, включая ПК, мобильные устройства и консоли. Unity имеет обширную документацию, учебные материалы, видеоуроки и активное сообщество, что делает его доступным для новичков и опытных разработчиков. Для разработки обучающей игры выбрана платформа Unity, поскольку она предоставляет широкий спектр возможностей для разработки 2D приложения в отличие от Unreal Engine, который больше ориентирован на работу с 3D графикой. Также преимуществом в пользу выбора данной платформы является простота используемого в ней языка программирования C#.

На платформе Unity разработан шаблон уровня игры, включающий все описанные механики. Игровая логика реализована при помощи скриптов на языке C#. В дальнейшем разработанный шаблон будет использован для создания полноценных уровней игры путём замены временно используемых элементов на компоненты уровня.

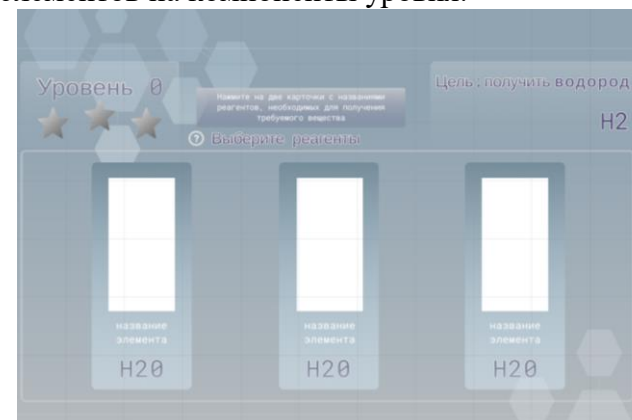


Рисунок 4 – Шаблон мини-игры на соединение реагентов

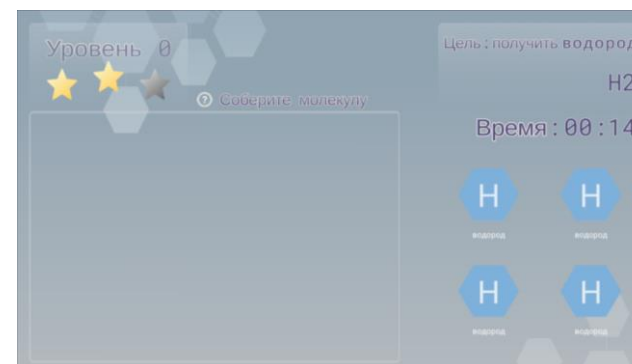


Рисунок 5 – Шаблон мини-игры на соединение молекул

Управление в обучающем приложении осуществляется при помощи касаний. Присутствует обратная связь в виде всплывающих окон с результатами действий игрока.

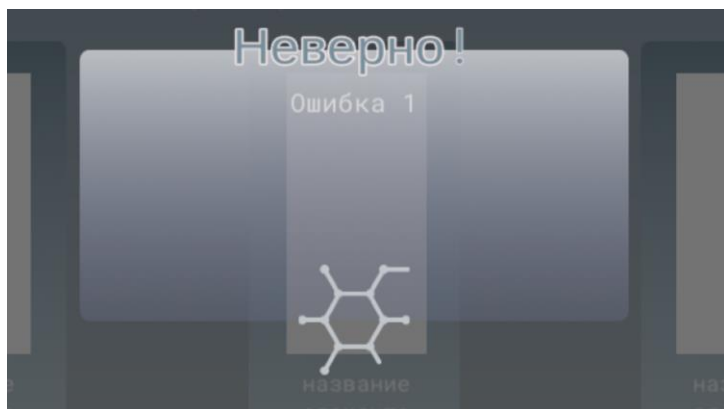


Рисунок 6 – Шаблон сообщения о неправильном действии

В ходе исследования определены особенности разработки мобильной виртуальной лаборатории с учётом характеристик среднестатистического смартфона. Использование игровых механик в комбинации с обучающими позволит сделать приложение более привлекательным для учеников. В соответствии с выбранными игровыми механиками сформирована структура уровня игры и реализован шаблон уровня в среде разработки Unity.

Достоинством разрабатываемого обучающего приложения является адаптированность под мобильные устройства. Управление в мобильной лаборатории осуществляется касаниями, а графическая и программная составляющие реализованы так, чтобы потреблять минимальное количество аппаратных ресурсов, что позволит запускать приложение даже на маломощных смартфонах на базе Android.

Дальнейшая разработка предполагает реализацию мобильной виртуальной лаборатории, адаптированной под актуальную учебную программу по химии. Создание уровней в соответствии с темами практических занятий позволит использовать разработку в учебном процессе.

Литература

1. Школьное образование в контексте национальных целей и приоритетных проектов : аналитический доклад / Т. А. Мерцалова, С. Г. Косарецкий, К. М. Анчиков [и др.] // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : НИУ ВШЭ, 2022. – 96 с.
2. Преимущества использования виртуальных лабораторий в обучении химии в средней школе / Д.Ж. Бекчанов, М.Г. Мухамедиев, Д.А. Гафурова [и др.] // Universum: психология и образование. – 2021. – № 12(90). – С. 7-11.
3. Швецова, А. А. Виртуальная лаборатория — перспективная альтернатива химическому эксперименту / А. А. Швецова // Молодой ученый. – 2022. – № 34. – С. 125-128.
4. Никулина, Т. В. Виртуальные образовательные лаборатории: принципы и возможности / Т. В. Никулина, Е. Б. Стариченко // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 7. – С. 62-66.
5. Смартфоны (рынок России) // TADVICER : сайт. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Смартфоны_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Смартфоны_(рынок_России)) (дата обращения: 18.04.2024)
6. AnTuTU Benchmark : сайт. – URL: <https://www.antutu.com/en/ranking/rank1.htm> (дата обращения: 18.04.2024)
7. Трухин, А.В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании / А.В. Трухин // Открытое и дистанционное образование : электронный журнал. – URL: https://kpfu.ru/docs/F1666571770/statya_Truhin_ob_ispolzovanii_virtualnyh_laboratorij_v_obrazovanii.pdf. – 2002.
8. Акчелов, Е.О. Расширенная модель LM-GM в оценке элементов педагогического дизайна массовых открытых онлайн-курсов / Е.О. Акчелов, Е.В. Галанина // Педагогика и просвещение. – 2017. – № 4. – С. 70-83.



А.Е. Покинтелица

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
rae.ipai@mail.ru*

Моделирование – это процесс построения модели объекта исследования, учитывающей лишь некоторые его свойства, существенные с точки зрения решаемой задачи.

С позиции кибернетических представлений, модель – это инструмент научного познания. Она являет собой условный образ изучаемого объекта, сконструированный так, чтобы отразить существенные для цели исследования характеристики объекта.

Представление визуальной информации в виде данных, пригодных для дальнейшей компьютерной обработки, включает внушительный ряд процессов, для анализа которых необходимо комбинировать знания из весьма различных областей науки и техники. В задачах исследования окружающей среды с применением систем технического зрения [1] особую роль играет обнаружение протяженных объектов – значимых объектов, или объектов интереса.

Актуальность данной работы обусловлена вопросами, возникающими при решении задач обнаружения объектов интереса робототехническими устройствами для отслеживания их взаимодействия на местности в условиях быстроменяющейся обстановки [2].

Целью представленной работы является рассмотрение процесса построения математической модели цифрового полутонового изображения с точки зрения ее содержательной составляющей. Кроме того, целеполагающей основой данного исследования является формирование системы базовых понятий для описания процессов обработки цифровых изображений.

Объектом исследования выступает двумерное цифровое изображение некоторой области окружающего пространства.

Предметом исследования является способ представления полутонового цифрового изображения.

Введение

Цифровое изображение представляет собой организованные особым образом данные, содержащие в себе визуальную информацию о состоянии окружающей среды. Как было отмечено выше, процедура обнаружения протяженных объектов на изображении является одной из основных в задачах исследования окружающей среды с применением систем технического зрения.

Обнаружение (англ. *detection*) – один из основных сенсорных процессов как для человека, так и для устройств, имитирующих работу его сенсорной системы. В техническом аспекте, сенсорное восприятие – это способность системы обнаруживать и регистрировать стимулы в окружающей среде с помощью различных сенсорных устройств. В этом смысле ощущение можно сопоставить с получением информации о состоянии окружающей среды, а раздражитель – с источником сигнала.

Резюмируя изложенное выше, определим обнаружение как выделение сигнала, поступающего от значимого объекта, из его смеси с шумом и мешающими сигналами от других объектов.

Для управления и контроля в технических системах широко применяются оптические сенсоры. Обусловлено это

в первую очередь тем, что визуальное представление информации удобно для человека (оператора) и легко поддается интерпретации. Однако, обработка визуальных данных является весьма ресурсозатратной задачей и может представлять определенную сложность [3]. В этом контексте термин «обнаружение» следует понимать как выделение значимого объекта из фона, а также раздельное восприятие нескольких объектов, удаленных друг от друга на расстояние, соизмеримое с их собственными размерами.

Математическая модель цифрового изображения

Для решения задач получения, хранения и обработки изображений с применением компьютера необходимо прежде всего построить математическую модель [4] того, что мы называем цифровым изображением [5], [6]. В зависимости от назначения модель может учитывать пространственно-временные, энергетические (спектральные), информационные (вероятностные) или какие-либо иные характеристики сигналов.

В поле нашего исследования находится модель двумерного полутонового цифрового изображения.

Рассмотрим протяженный объект, освещенный светом от некоторого источника (рис. 1). Попадая на поверхность объекта, свет отражается и, в общем случае, такое отражение является диффузным [7].

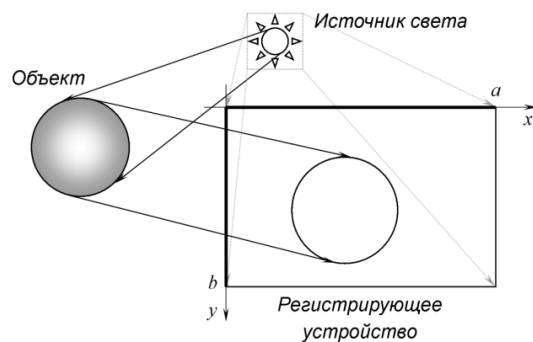


Рисунок 1 – Формирование изображения объекта в плоскости регистрирующего устройства

Расположим на некотором удалении от объекта плоское прямоугольное регистрирующее устройство – оптический сенсор, обеспечивающий перевод визуальной информации об объекте в числовую форму.

Мы будем рассматривать его лишь как систему получения изображений, отвлекаясь от принципа его действия. Геометрические параметры устройства характеризуются размерами прямоугольной области a и b .

В плоскости регистрирующего устройства распределение энергии светового излучения по пространственным координатам и по длинам волн описывается неотрицательной функцией $F(x, y, \lambda)$, где x и y – пространственные координаты ($0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$), а λ – длина волны.

Введем весовую функцию $S(\lambda)$, которая будет характеризовать спектральную чувствительность оптического сенсора. Тогда результат усреднения функции $F(x, y, \lambda)$ по диапазону длин волн с учетом $S(\lambda)$ будет иметь вид

$$f(x, y) = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} F(x, y, \lambda) S(\lambda) d\lambda,$$

где $\lambda_{\max}$ и $\lambda_{\min}$ – соответственно верхняя и нижняя границы диапазона спектральной чувствительности регистрирующего устройства.

Полученную таким образом функцию $f(x, y)$, называемую также функцией яркости, будем ассоциировать с понятием изображения в том смысле, в котором это понятие трактуется в вопросах числового представления изображений.

Для формирования дискретного изображения, или, как его еще называют, цифрового изображения, на первом этапе необходимо произвести операцию дискретизации – преобразования функции $f(x, y)$ двух непрерывных переменных в функцию дискретных аргументов. Пусть величины Δ_x и Δ_y

определяют соответственно шаг дискретизации по пространственным переменным x и y для указанной операции.

Модельным образом оптического сенсора будет служить прямоугольная решетка P (рис. 2), в узлах которой располагаются светочувствительные элементы $p_{m,n}$ ($m = 1, 2, \dots, M$; $n = 1, 2, \dots, N$). Здесь M и N – число узлов решетки вдоль осей Ox и Oy соответственно. Линейные размеры этой решетки совпадают с размерами прямоугольной области a и b регистрирующего устройства, описанного выше.

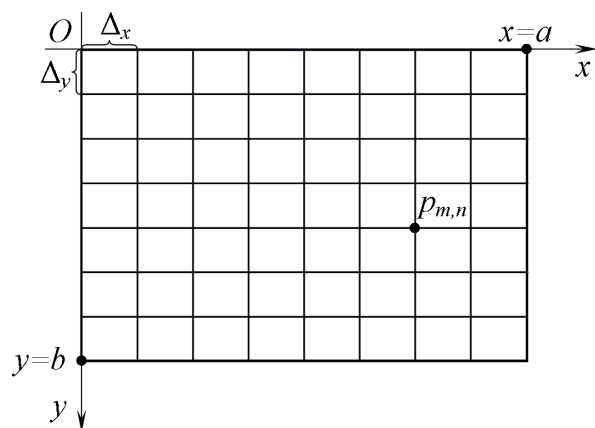


Рисунок 2 – Модельный образ оптического сенсора, представленный в виде прямоугольной решетки

Дискретизация функции яркости $f(x, y)$ по пространственным переменным x и y связана с заменой промежутков изменения аргументов следующими множествами точек:

$$\{0, m_1\Delta_x, m_2\Delta_x, \dots, m_{M-1}\Delta_x\} \text{ и } \{0, n_1\Delta_y, n_2\Delta_y, \dots, n_{N-1}\Delta_y\}.$$

Результатом данной операции будет множество отдельных значений функции $f(x, y)$:

$$F = \{f((m-1)\Delta_x, (n-1)\Delta_y)\},$$

где $m = 1, 2, \dots, M$; $n = 1, 2, \dots, N$.

Формально операция дискретизации может быть представлена с помощью дельта-функции Дирака $\delta(x)$, которая является сингулярной обобщенной функцией и отличается от обычных функций, которые могут быть заданы указанием всех своих значений [4]. Данная функция часто используется при описании сосредоточенных в точке величин. Так, дискретизированную по пространственным переменным функцию яркости $f_d(x, y)$ можно представить следующим образом:

$$f_d(x, y) = \iint_D f(u, v) \delta(x-u, y-v) du dv,$$

где область D совпадает с областью, которой ограничено описанное выше регистрирующее устройство, а двумерная дельта-функция $\delta(x-u, y-v)$ равна ∞ при $x=u, y=v$, и принимает нулевое значение во всех остальных случаях.

На следующем этапе происходит дискретизация непрерывной величины – значений функции $f(x, y)$ – по уровню. Выполняется так называемая операция квантования [8] с каждым полученным при дискретизации по пространственным переменным значением функции и число Q задает количество уровней квантования.

Таким образом, полутоновое цифровое изображение описывается множеством F_q значений квантованной функции $f_q((m-1)\Delta_x, (n-1)\Delta_y)$, с заданным набором уровней квантования $(f_1, f_2, \dots, f_Q)$ и независимыми дискретными переменными m и n ($q = 1, 2, \dots, Q; m = 1, 2, \dots, M; n = 1, 2, \dots, N$).

Заключение

В задачах обнаружения протяженного объекта на цифровом изображении местности понятия «значимый объект» и «фон» не поддаются формализации и поэтому требуют разъяснения в каждом конкретном случае. Термин «местность» здесь следует понимать как некоторую часть поверхности или же пространства, характеризующуюся общностью каких-либо признаков.

Цифровое изображение объекта и местности, полученное с помощью регистрирующего устройства, несет в себе визуальную информацию о состоянии окружающей среды, или, проще говоря, окружении. В таком контексте совокупные данные о состоянии окружающей среды будут характеризовать обстановку на этой местности.

На содержательном уровне, совокупность «отпечатков» образов наблюдаемой картины для каждой длины волны из интервала длин волн светового излучения, проходящего через плоскость регистрирующего устройства, можно описать с помощью функции распределения энергетической освещенности. Формирующая система (оптический сенсор) преобразует информацию об освещенности в данные, которые характеризуют яркость изображения. Введение на начальном этапе моделирования длины волны в качестве независимой переменной позволяет при необходимости переходить к так называемым цветовым координатам.

Кроме того, заслуживает отдельного внимания и то обстоятельство, что сама по себе операция дискретизации функции яркости $f(x, y)$ по пространственным переменным x и y не предполагает упорядочения полученного множества значений функции. Введение упорядочивающего правила позволяет устранить эту проблему и открывает возможности для представления цифровых изображений в виде последовательностей или матриц.

Основываясь на вышеизложенных соображениях, можно ввести понятие пикселя как базового элемента для дискретного представления двумерных цифровых изображений. Кроме того, выглядит вполне естественной идея ассоциировать пиксель как со светочувствительным элементом $p_{m,n}$ решетки P оптического сенсора, так и со светоизлучающим элементом устройств, на которых формируется изображение. Установление соответствия посредством пикселей между геометрическими, яркостными и цветовыми свойствами изображения является ключевым моментом в его математическом описании.

Выводы. Рассмотрен процесс построения математической модели цифрового полутонового изображения с точки зрения ее содержательной составляющей.

Представление изображения с помощью множества Fq создает основу для применения математического аппарата линейной алгебры и теории матриц.

Описанный подход позволяет естественным образом ввести понятие пикселя как базового элемента двумерного цифрового изображения. Совокупность пикселей характеризует геометрические свойства изображения и отражает его связь с изображаемым пространством.

Литература

1. Форсайт, Д. Компьютерное зрение : соврем. подход [Текст] / Д. Форсайт, Ж. Понс ; Дэвид Форсайт, Жан Понс. – М. [и др.] : Вильямс, 2004. – 926 с. – ISBN 5-8459-0542-7. – EDN QMNJMH.

2. Никитина, А. А. Обнаружение объектов на местности интеллектуальными роботами в быстроменяющейся обстановке [Текст] / А. А. Никитина, С. И. Уланов // Проблемы искусственного интеллекта. – 2023. – № 3(30). – С. 36-43. – DOI 10.34757/2413-7383.2023.30.3.003. – EDN ALLVUM. – ISSN 2413-7383.

3. Пикалев, Я. С. О нейронных архитектурах извлечения признаков для задачи распознавания объектов на устройствах с ограниченной вычислительной мощностью [Текст] / Я. С. Пикалев, Т. В. Ермоленко // Проблемы искусственного интеллекта. – 2023. – № 3(30). – С. 44–54. – DOI 10.34757/2413-7383.2023.30.3.004. – EDN BBGWBM. – ISSN 2413-7383.

4. Мышкис, А. Д. Элементы теории математических моделей : написание уравнений, упрощение уравнений, выбор решений [Текст] / А. Д. Мышкис ; А. Д. Мышкис ; 4-е изд. – Москва : URSS, 2009. – 191 с. – ISBN 978-5-397-00576-0. – EDN QJUWIT.

5. Методы компьютерной обработки изображений [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Прикладная математика» / М. В. Гашников, Н. И. Глумов, Н. Ю. Ильясова [и

др.] ; под ред. В. А. Сойфера ; 2 издание, исправленное. – Москва : ООО Издательская фирма «Физико-математическая литература», 2003. – 784 с. – ISBN 5-9221-0270-2. – EDN QMMTJV.

6. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений [Текст] / У. Прэтт ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1982. – Кн.1 – 312 с.

7. Wolff, L. B. Improved Diffuse Reflection Models for Computer Vision / L. B. Wolff, S. K. Nayar, M. Oren // *[International journal of computer vision]*. 1998. Vol. 30, № 1. – P. 55–71. –DOI 10.1023/A:1008017513536.

8. Баженов, А. В. Цифровая обработка сигналов [Текст] : учеб. пособие для аспирантов научной специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации» / А. В. Баженов, Г. И. Линец. – Ставрополь : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-информационный центр "Фабула"», 2022. – 178 с. – ISBN 978-5-91903-278-6. – EDN ASKAKL.





Н.М. Полякова

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ЗАНЯТИЯХ МАТЕМАТИКИ

*ГБПОУ «Донецкий колледж пищевых технологий и торговли»,
г. Донецк, Россия
schorsa34@mail.ru*

Интеллектуальные системы (от лат. Intellectus – ум, рассудок) это компьютерные системы, которые реализуют некоторые черты человеческого интеллекта, дающие возможность осиливать трудные задачи, решение, которых в реальное время невозможно. [2].

Интеллектуальные системы обучения являются непосредственным практическим результатом применения методов и средств искусственного интеллекта в области автоматизированного обучения и представляют собой новое поколение учебных систем.

Интеллектуальные системы (ИС) – это системы, предназначенные для решения таких задач, где, как правило, логическая (смысловая) обработка преобладает над вычислительной. ИС используются почти во всех сферах деятельности человека.

Один из классов интеллектуальных систем – это обучающие системы. Существующие интеллектуальные обучающие системы подразумевают следующие этапы их применения:

- построение последовательности курса обучения;

- интеллектуальный анализ ответов обучаемого;
- интерактивная поддержка в решении задач;
- помощь в решении задач, основанная на примерах.

Один из примеров, который можно рассматривать как обучающую интеллектуальную систему и интерактивную поддержку в решении задач – это приложение Photomath, которое, по описанию разработчиков, можно использовать для изучения математики. Photomath может распознавать и решать математические задания, начиная с арифметических выражений заканчивая сложными алгебраическими уравнениями и неравенствами, содержащими тригонометрические функции, логарифмы. Может считать матрицы и находить интегралы.

Рассмотрим простое иррациональное уравнение

$$\sqrt{\frac{7x + 52}{17}} = 13$$

Есть несколько вариантов развития событий.

С помощью Photomath можно сразу получить ответ (рис. 1)



Рисунок 1 – Уравнение решено, указан ответ

Можно запросить и получить пошаговое решение уравнения; третий шаг – можно запросить пояснение этапов решения.

Задумывалось приложение, как интеллектуальный помощник. По мнению разработчиков, с помощью приложения можно проверить как решается определенная математическая задача благодаря детальным пошаговым решениям, а также проверить правильность своего решения или освежить знания математики с помощью подсказок в тексте решения.

Но, так ли это на самом деле? Действительно ли приложение используется для обучения?

Скорее, студенты используют приложение как умную подсказку, переписывают решение, полностью доверяя приложению. А преподаватель, вынужден ставить хорошую оценку, поскольку решение записано верно.

Есть ли выход в этой ситуации?

Следует отметить, что решать текстовые задачи и строить графики, приложение пока не умеет. И еще несколько хороших фактов.

Во-первых, можно формулировать задачи таким образом, чтобы робот их не понимал.

Во-вторых, внятное и подробное решение, все-таки, – большое подспорье при учёбе. Старательный студент сможет использовать такое приложение в мирных целях, чтобы быстрее овладевать материалом, зная, что его могут пригласить к доске и нужно будет показать собственное знание и умение решать.

В-третьих, математика существует и за пределами учебных аудиторий. Учёным, инженерам будет полезен робот-помощник, моментально решающий для них текущие несложные задачи.

При изучении темы «Применение производной для исследования функций и построения графиков» можно использовать средства табличного процессора MS Excel.

Проведение, хотя бы нескольких занятий по математике в компьютерном классе позволит преподавателю-предметнику показать современным студентам с «клиповым» мышлением, возможность применения любимого компьютера для

учебных целей, а в будущем для обеспечения моделирования и качественного анализа производственных ситуаций.

Вначале, средствами MS Excel строится график функции 3-ей, 4-й степени. График – это точечная диаграмма. Вычисления проведены с помощью встроенной функции «Степень» (рис. 2).

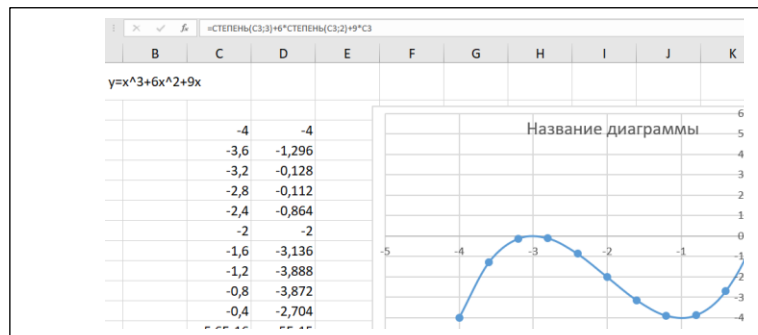


Рисунок 2 – График третьей степени, построенный средствами MS Excel

После того, как график получен, его лучше перенести на новую страницу (рис. 3) и провести «исследование на оборот».

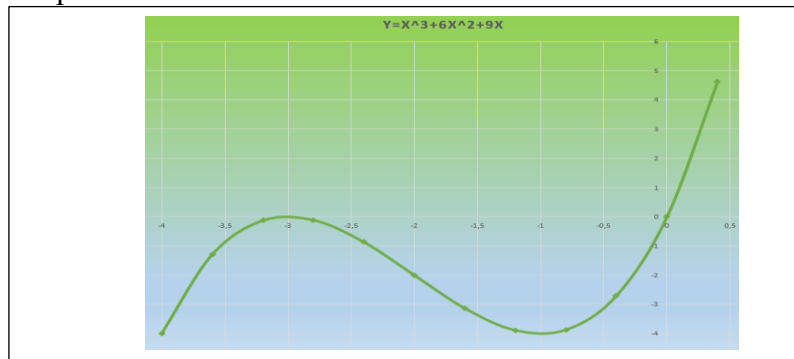


Рисунок 3 – График на новой странице
«Исследование на оборот» означает, что по виду графика нужно определить: интервалы монотонности; точки

экстремума; экстремумы функции; определить интервалы выпуклости/вогнутости графика функции; точки перегиба графика функции. Можно провести сравнительный анализ: исследовать функцию традиционно и средствами MS Excel.

Несколько слов, касательно старательных студентов и умных школьников. Оказывается, игру Minecraft тоже можно использовать в мирных целях.

В восьмом классе, при изучении темы «Параллелограмм и его свойства» можно предложить ученикам подготовить проект по данной теме. Это может быть видео с голосовым комментарием (рис. 4, 5).

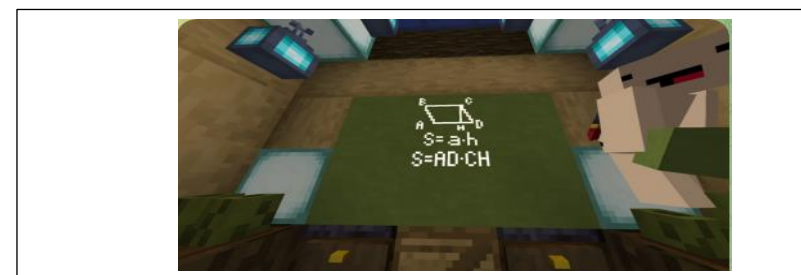


Рисунок 4 – Скриншот. Этап - набор формул

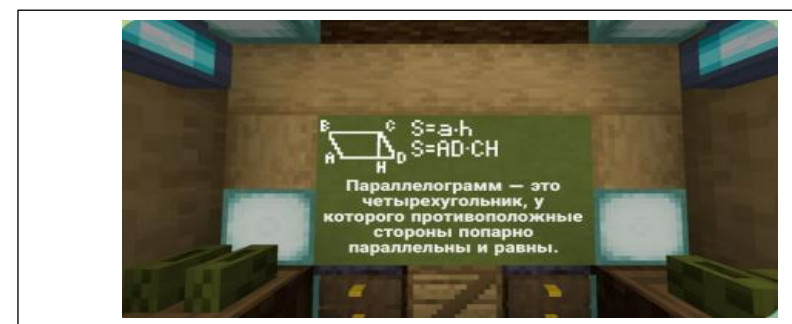


Рисунок 5 – Скриншот. Формула и определение параллелограмма

Применение интеллектуальных систем обучения (ИСО) или информационных компьютерных технологий (ИКТ) ни в

кчем случае не умаляет традиционного способа изучения математики, наоборот делает его более разнообразным и запоминающимся.

Можно предложить подготовить подобный проект по алгебре при изучении темы «Квадратные уравнения» (рис. 6).

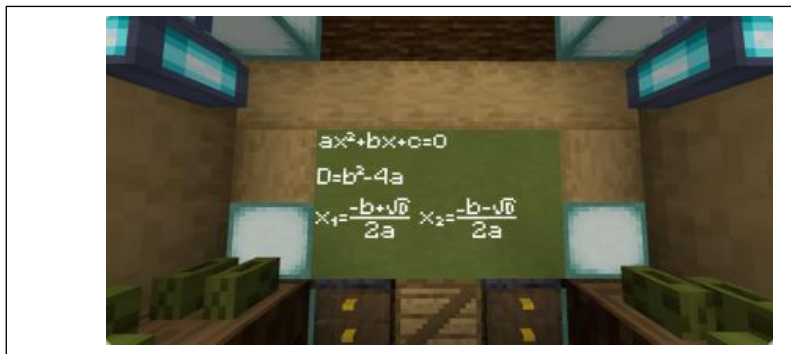


Рисунок 6 – Общий вид уравнения и формулы для решения

Данный вид педагогической деятельности требует от преподавателя математики готовности идти в ногу со своими учениками/студентами, разговаривать с ними на одном языке, показать свое совершенное владение не только предметными знаниями, но и компьютерными технологиями.

Литература

1. Дворецкая, А. В. О месте компьютерной обучающей программы в когнитивной образовательной технологии [Текст] / А. В. Дворецкая // Педагогические технологии. – 2007. – № 2. – С. 58–64.
2. Энциклопедия эпистемологии и философии науки [Текст] / Российская акад. наук, Ин-т философии РАН ; [редкол. : И. Т. Касавин (гл. ред. и сост.) и др.]. – Москва : Канон+, 2009. – 1247 с.; 25 см.; ISBN 978-5-88373-089-3.



*Д.Д. Полянский, С.В. Сторожев,
И.Ю. Филиппаки*

**НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АЛГОРИТМ УЧЕТА
РАЗБРОСА ПАРАМЕТРОВ В МОДЕЛИ
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ
ПОЛЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ
ЦИЛИНДРОВ**

*Донецкий государственный университет, г. Донецк, Россия
s.v.storozhev@donnasa.ru*

Детали машин, приборов и иных технических устройств, и систем, а также конструкционные элементы строительных сооружений из создаваемых на базе аддитивных технологий непрерывно-неоднородных функционально-градиентных материалов получают все расширяющееся и разностороннее применение, требующее дальнейшего совершенствования методик расчетов их деформативных и прочностных свойств при термомеханических воздействиях. В числе задач совершенствования расчетных методов исследования моделей термомеханики функционально-градиентных материалов и конструкций одной из наиболее актуальных является проблема учета их существенной параметрической неопределенности, обусловленной наличием значимых разбросов для значений физико-механических и геометрических характеристик, связанных с техническим проектными допусками, погрешностями экспериментальных замеров физико-механических параметров,

или же использованием субъективных экспертных оценок для величин таких параметров. Так как информация об указанных факторах параметрической неопределенности в доминирующем числе случаев не отвечает требованиям статистической корректности, для учета меры влияния разбросов исходных параметров в соответствующих расчетных моделях целесообразно использовать подходы, базирующиеся на положениях теории нечетких множеств и характеризующиеся менее строгими требованиями в отношении неконтрастной исходной информации [1, 2]. Исходя из представленного, целью данного исследования является разработка нечетко-множественного алгоритма учета разброса значений исходных параметров в модели термомеханического деформирования полых функционально-градиентных цилиндров, который базируется на переходе в расчетных соотношениях детерминистических версий рассматриваемых моделей к отражающим неконтрастность исходных параметров нечетко-множественным аргументам путем применения аппарата нечетко-множественных вычислений и альфа-уровневой модифицированной версии эвристического принципа расширения [1, 2].

В рамках реализуемого исследования применяются результаты представленного в работе [3] исследования детерминистической модели осесимметричного термонапряженного состояния занимающего область

$$V = \{r \in [a, b], \theta \in [0, 2\pi], -\infty < z < \infty\}$$

В полярных координатах $Or\theta z$ полого функционально-градиентного изотропного цилиндра концентрического кольцевого сечения при силовых и температурных воздействиях. Физико-механические параметры радиально-неоднородного цилиндра – модуль Юнга $E(r)$, коэффициенты теплопроводности $k(r)$ и линейного теплового расширения $\alpha(r)$, плотность материала $\rho(r)$ имеют представления $E = E_0 r^\beta$, $k = k_0 r^\varepsilon$, $\alpha = \alpha_0 r^\eta$, $\rho = \rho_0 r^\gamma$, и для

параметров ξ, η, γ вводятся вспомогательные выражения $\xi = m_1\beta, \eta = m_2\beta, \gamma = m_3\beta$. Коэффициент Пуассона ν материала цилиндра полагается не зависящим от радиальной координаты. На граничных поверхностях цилиндра задаются условия теплообмена с внешней средой

$$(k\partial T / \partial t)_{r=a} = (h_a(T - T_a))_{r=a},$$

$$-(k\partial T / \partial t)_{r=b} = (h_b(T - T_b))_{r=b},$$

где T_a, T_b – температура внешней среды в областях $r \leq a$ и $r \geq b$; h_a, h_b – коэффициенты теплообмена на границах $r = a$ и $r = b$, а также формулируются механические краевые условия в напряжениях:

$$(\sigma_{rr}(r))_{r=a} = -P_a, (\sigma_{rr}(r))_{r=b} = -P_b.$$

Определяемое в рассматриваемом случае температурное поле описывается соотношением.

$$T(t) = \Phi_T(m_1, \beta, k_0, a, b, h_a, h_b, T_a, T_b) =$$

$$= ((T_a - T_b)e^{-m_1\beta} + k_0 m_1 \beta (T_b (ah_a)^{-1} + T_a (bh_b)^{-1}) + a^{-m_1\beta} T_b -$$

$$- b^{-m_1\beta} T_a) (k_0 m_1 \beta ((ah_a)^{-1} + (bh_b)^{-1}) + a^{-m_1\beta} - b^{-m_1\beta})^{-1}.$$

Представления для полей термомеханических напряжений в детерминистической версии рассматриваемой модели имеют вид [3]

$$\sigma_{rr}(r) =$$

$$= \Phi_\sigma(r, m_1, m_2, m_3, \beta, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, f_1, f_2, A_1, A_2, A_3, A_4) =$$

$$= C_1[A_1(5 + m_3\beta - \beta) + A_2]r^{4+m_3\beta} +$$

$$+ C_2[A_1(5 + m_2\beta - m_1\beta) + A_2]r^{4+\beta+(m_2-m_1)\beta} +$$

$$+ C_3[A_1(3 + m_2\beta) + A_2]r^{2+(1+m_2)\beta} + C_4[A_1 f_1 + A_2]r^{\beta+f_1-1} +$$

$$C_5[A_1 f_2 + A_1]r^{\beta+f_2-1} + A_3 r^{(1-m_1+m_2)\beta} + A_4 r^{(1+m_2)\beta},$$

$$\sigma_{\theta\theta}(r) =$$

$$\begin{aligned}
&= \Phi_{\sigma\theta}(r, m_1, m_2, m_3, \beta, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, f_1, f_2, A_1, A_2, A_3, A_4) = \\
&= C_1[A_2(5 + m_3\beta - \beta) + A_2]r^{4+m_3\beta} + \\
&+ C_2[A_2(5 + m_2\beta - m_1\beta) + A_2]r^{4+\beta+(m_2-m_1)\beta} + \\
&+ C_3[A_2(3 + m_2\beta) + A_1]r^{2+(1+m_2)\beta} + C_4[A_2f_1 + A_1]r^{\beta+f_1-1} + \\
&C_5[A_2f_2 + A_1]r^{\beta+f_2-1} + A_3r^{(1-m_1+m_2)\beta} + A_4r^{(1+m_2)\beta}, \\
&A_1 = \Phi_{a1}(E_0, \nu) = E_0(1-\nu)((1+\nu)(1-2\nu))^{-1}, \\
&A_2 = \Phi_{a2}(E_0, \nu) = E_0\nu((1+\nu)(1-2\nu))^{-1}, \\
&A_3 = \Phi_{a3}(E_0, \nu, a, b, T_a, T_b, m, \beta) = \\
&= E_0\alpha_0(T_b - T_a)(ab)^{m_1\beta}((1-2\nu)(b^{m_1\beta} - a^{m_1\beta}))^{-1}, \\
&A_4 = \Phi_{a4}(E_0, \nu, a, b, T_a, T_b, m, \beta) = \\
&= E_0\alpha_0(a^{m_1\beta}T_a - b^{m_1\beta}T_b)((1-2\nu)(b^{m_1\beta} - a^{m_1\beta}))^{-1}, \\
&f_1 = (-\beta + (\beta^2 - 4n\beta + 4)^{1/2})/2, \\
&f_2 = (-\beta - (\beta^2 - 4n\beta + 4)^{1/2})/2, n = \nu/(1-\nu),
\end{aligned}$$

и далее, согласно [3]:

$$\begin{aligned}
C_1 &= \Phi_{c1}(B_1, \beta, f_1, f_2, m_3), \\
C_2 &= \Phi_{c2}(B_2, \beta, f_1, f_2, m_1, m_2), \\
C_3 &= \Phi_{c3}(B_3, \beta, f_1, f_2, m_2), \\
C_4 &= \Phi_{c4}(g_1, g_2, g_3, g_4, g_6), \\
C_5 &= \Phi_{c5}(g_1, g_2, g_3, g_4, g_5), \\
B_1 &= \Phi_{b1}(E_0, \nu, \alpha_0, \beta), \\
B_2 &= \Phi_{b2}(\nu, \alpha_0, \beta, a, b, T_a, T_b, m_1, m_2), \\
B_3 &= \Phi_{b3}(\nu, \alpha_0, \beta, a, b, T_a, T_b, m_1, m_2), \\
g_1 &= \Phi_{g1}(a, A_1, A_2, f_1, \beta), \\
g_2 &= \Phi_{g2}(a, A_1, A_2, f_2, \beta), \\
g_3 &= \Phi_{g3}(b, A_1, A_2, f_1, \beta), \\
g_4 &= \Phi_{g4}(b, A_1, A_2, f_2, \beta),
\end{aligned}$$

$$g_5 = \Phi_{g_5}(a, m_1, m_2, m_3, \beta, C_1, C_2, C_3, A_1, A_2, A_3, A_4, P_a),$$

$$g_6 = \Phi_{g_6}(b, m_1, m_2, m_3, \beta, C_1, C_2, C_3, A_1, A_2, A_3, A_4, P_b).$$

При переходе к нечетко-множественному обобщению расчетной модели вводятся представления неконтрастных исходных параметров в виде треугольных нормальных нечетких чисел с кортежами реперных значений $\tilde{E}_0 = (E_{01}, E_{02}, E_{03})$, $\tilde{k}_0 = (k_{01}, k_{02}, k_{03})$, $\tilde{\alpha}_0 = (k_{01}, k_{02}, k_{03})$, ..., $\tilde{P}_a = (P_{a1}, P_{a2}, P_{a3})$, $\tilde{P}_b = (P_{b1}, P_{b2}, P_{b3})$, а также вводятся разложения по множествам альфа-срезов для исходных, результирующих и промежуточных нечетко-множественных характеристик модели

$$\tilde{E}_0 = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} [\underline{E}_{0\alpha}, \bar{E}_{0\alpha}], \quad \tilde{k}_0 = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} [\underline{k}_{0\alpha}, \bar{k}_{0\alpha}], \dots,$$

$$P_b = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} [\underline{P}_{b\alpha}, \bar{P}_{b\alpha}], \dots, \quad \tilde{T}(r) = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} [\underline{T}(r)_\alpha, \bar{T}(r)_\alpha], \dots,$$

$$\tilde{\sigma}_{rr}(r) = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} [\underline{\sigma}_{rr}(r)_\alpha, \bar{\sigma}_{rr}(r)_\alpha],$$

$$\tilde{\sigma}_{\theta\theta}(r) = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} [\underline{\sigma}_{\theta\theta}(r)_\alpha, \bar{\sigma}_{\theta\theta}(r)_\alpha];$$

$$\underline{E}_{0\alpha} = (1-\alpha)E_{01} + \alpha E_{02}, \quad \bar{E}_{0\alpha} = \alpha E_{02} + (1-\alpha)E_{03};$$

$$\underline{k}_{0\alpha} = (1-\alpha)k_{01} + \alpha k_{02}, \quad \bar{k}_{0\alpha} = \alpha k_{02} + (1-\alpha)k_{03};$$

$$\underline{P}_{b\alpha} = (1-\alpha)P_{b1} + \alpha P_{b2}, \quad \bar{P}_{b\alpha} = \alpha P_{b2} + (1-\alpha)P_{b3}.$$

Этапы дальнейшей реализации разрабатываемого вычислительного нечетко-множественного алгоритма заключаются в последовательном применении модифицированной альфа-уровневой версии эвристического принципа обобщения к приведённым выше функциональным соотношениям детерминистической версии рассматриваемой модели:

$$\begin{aligned}
\underline{g}_{1\alpha} &= \inf_{\substack{a \in [\underline{a}_\alpha, \overline{a}_\alpha] \\ A_1 \in [\underline{A}_{1\alpha}, \overline{A}_{1\alpha}] \\ A_2 \in [\underline{A}_{2\alpha}, \overline{A}_{2\alpha}] \\ f_1 \in [\underline{f}_{1\alpha}, \overline{f}_{1\alpha}] \\ \beta \in [\underline{\beta}_\alpha, \overline{\beta}_\alpha]}} \Phi_{g1}(a, A_1, A_2, f_1, \beta), \\
\overline{g}_{1\alpha} &= \sup_{\substack{a \in [\underline{a}_\alpha, \overline{a}_\alpha] \\ A_1 \in [\underline{A}_{1\alpha}, \overline{A}_{1\alpha}] \\ A_2 \in [\underline{A}_{2\alpha}, \overline{A}_{2\alpha}] \\ f_1 \in [\underline{f}_{1\alpha}, \overline{f}_{1\alpha}] \\ \beta \in [\underline{\beta}_\alpha, \overline{\beta}_\alpha]}} \Phi_{g1}(a, A_1, A_2, f_1, \beta); \dots; \\
\underline{\sigma}_{\theta\theta\alpha}(r) &= \inf_{\substack{\beta \in [\underline{\beta}_\alpha, \overline{\beta}_\alpha] \\ m_j \in [\underline{m}_{j\alpha}, \overline{m}_{j\alpha}] \\ A_j \in [\underline{A}_{j\alpha}, \overline{A}_{j\alpha}] \\ f_j \in [\underline{f}_{j\alpha}, \overline{f}_{j\alpha}] \\ C_j \in [\underline{C}_{j\alpha}, \overline{C}_{j\alpha}]}} \Phi_{\sigma\theta}(r, m_j, \beta, C_j, f_j, A_j), \\
\overline{\sigma}_{\theta\theta\alpha}(r) &= \sup_{\substack{\beta \in [\underline{\beta}_\alpha, \overline{\beta}_\alpha] \\ m_j \in [\underline{m}_{j\alpha}, \overline{m}_{j\alpha}] \\ A_j \in [\underline{A}_{j\alpha}, \overline{A}_{j\alpha}] \\ f_j \in [\underline{f}_{j\alpha}, \overline{f}_{j\alpha}] \\ C_j \in [\underline{C}_{j\alpha}, \overline{C}_{j\alpha}]}} \Phi_{\sigma\theta}(r, m_j, \beta, C_j, f_j, A_j).
\end{aligned}$$

Исследования проводились в ФГБОУ ВО «ДонГУ» в рамках государственного задания (№ госрегистрации 124012400354-0).

Литература

1. Hanss, M. Applied Fuzzy Arithmetic. An introduction with Engineering Application / M. Hanss. [Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag], 2005. – 253 p.
2. Нгуен, Куок Ши. Исследование моделей высокотемпературной термостабилизации с нечеткими параметрами [Текст] / Нгуен Куок Ши, Чан Ба Ле Хоанг, С.В. Сторожев. – Yelm, WA, USA : Sci. Book Publ. House, 2019. – 216 с.
3. Rahimi, G. H. Exact Solutions for Thermal Stresses in a Rotating Thick-Walled Cylinder of Functionally Graded Materials / G. H. Rahimi, M. Zamani Nejad // [Journal of Appl. Sci]. – 2008. – Vol. 8. – P. 3267–3272. – doi:10.3923/jas.2008.3267.3272



С. А. Рудской

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NANOEDGE AI STUDIO В ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк,
rsa.ipai@mail.ru*

NanoEdge AI Studio – это программная платформа, которая позволяет пользователям легко создавать и развертывать модели искусственного интеллекта для различных приложений. Платформа предоставляет инструменты для сбора, предварительной обработки, обучения и развертывания моделей, упрощая пользователям создание решений искусственного интеллекта без необходимости опыта в машинном обучении [1], [2].

С помощью NanoEdge AI Studio пользователи могут создавать и интегрировать библиотеки AI в любой микроконтроллер cortex M, выбирать тип проекта, импортировать данные локально, запускать бенчмарк, чтобы автоматически найти лучшую модель, протестировать модель и получить библиотеку AI.

В Nanoedge AI Studio доступны **четыре вида проектов**, каждый из которых служит своей цели:

1. *Обнаружение аномалий (AD)*: для обнаружения нормального поведения и ненормального. Можно пройти переподготовку непосредственно на борту.

2. *классификация 1 класса (1c)*: Создайте модель для обнаружения как нормального, так и ненормального поведения, но только с номинальными данными. (На случай,

если вы не можете собрать примеры ненормальных действий).

3. *Классификация N классов (Nc):* Создайте модель для классификации данных по нескольким определенным вами классам.

4. *Экстраполяция (пример):* регрессия. Для прогнозирования значения вместо класса на основе входных данных (например, скорости или температуры).

Библиотека обнаружения аномалий создается на основе минимального количества примеров данных, демонстрирующих нормальное и ненормальное поведение. После создания библиотека запускается в микроконтроллере STM32 для первого обучения, а затем вывода непосредственно на устройстве. Библиотека изучает поведение оборудования на основе данных, полученных локально, и адаптируется к этому поведению. После обучения механизм логического вывода сравнивает данные, поступающие от оборудования с течением времени, с локально созданными моделями для выявления аномалий и сообщения о них.

Обнаружение выбросов можно использовать для любых отклонений с помощью метода одноклассовой классификации. Пример аномального поведения не требуется. После импорта обычных сигналов в студию микроконтроллер STM32 MCU создаст оптимизированную библиотеку обнаружения выбросов.

Библиотека классификации может использоваться для классификации набора данных, таких как типы дефектов оборудования, в приложении ML для мониторинга состояния. При работе на микроконтроллере STM32 классификатор анализирует текущие данные и указывает процент сходства с его моделью классификатора, полученной на основе обучающих данных.

Для экстраполяции данных и прогнозирования будущих моделей данных можно использовать **регрессионный**

алгоритм. Разработчик сначала импортирует сигналы и целевые значения в настольный инструмент. Тогда для создания интеллектуальной библиотеки требуется всего несколько шагов, чтобы, например, улучшить управление энергопотреблением или спрогнозировать оставшийся срок службы оборудования.

Эти библиотеки можно комбинировать и объединять в цепочку. В этом режиме обнаружение аномалий или выбросов может выявить проблему в оборудовании, классификация может идентифицировать источник проблемы, а регрессия может экстраполировать информацию и дать команде технического обслуживания представление о причине проблемы.

Входные сигналы могут включать вибрацию, давление, звук, движение, магнитные поля, температуру, время полета и многое другое. Несколько датчиков могут быть объединены либо в одной библиотеке, либо с использованием нескольких библиотек одновременно.

Библиотеки, созданные NanoEdge AI Studio, достаточно малы, чтобы работать на микроконтроллерах STM32 на базе ядра Arm® Cortex®-M0+.

Для работы с NanoEdge AI Studio нужно импортировать данные (положительные образцы), поддерживается импорт данных в формате TXT или CSV, после импорта имеется возможность визуального контроля данных.

Затем импортируются аномальные данные (отрицательные выборки). Если отрицательной выборки нет, вы можете создать отрицательную выборку по-своему усмотрению. Аналогичным образом будет получена визуализация импортированных данных.

Далее вы можете приступить к обучению своей модели. Вам не нужна никакая модель или настройка. Во время обучения также происходит процесс визуализации обучения.

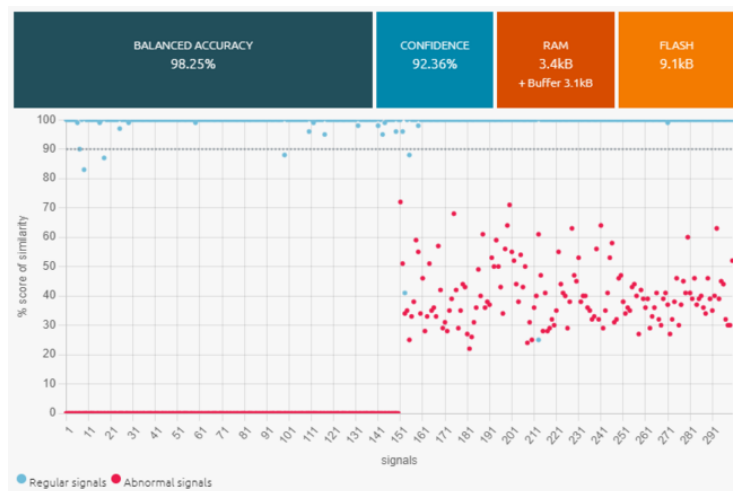


Рисунок 1 – Пример полученных номинальных и аномальных сигналов

После завершения обучения модель может быть смоделирована и развернута. Вы можете выбрать тестовые данные (тестовый набор), которые вы подготовили для тестирования. Модель, обученная этим инструментом, также поддерживает обучение в режиме реального времени на однокристальном микрокомпьютере. Объем памяти достаточно мал, и модель, может быть развернута на устройстве с 4 КБ оперативной памяти.

Для создания алгоритмов машинного обучения, возможно применение программного пакета (фреймворк) как Tensor-Flow, распространяющегося по технологии Open Source [5]. При использовании этого фреймворка придется существенно вникать в программирование для решения задач машинного обучения, на языке программирования Python.

Заключение: были рассмотрены инструменты применения искусственного интеллекта для машинного обучения встраиваемых систем, с целью улучшения показаний измерений и совершенствования функционирования изделия.

Это позволяет упростить разработку и внедрение машинного обучения в инженерные проекты.

Литература

1. Гиреева, Ф. М. Искусственный интеллект [Текст] / Ф. М. Гиреева // Символ науки: международный научный журнал. – 2023. – № 12-2. – С. 38–40. – EDN VDYLEP.
2. Зинченко, Е. Д. Искусственный интеллект – ключ к прогрессу [Текст] / Е. Д. Зинченко, Б. М. Бакиров // Аспирант. – 2023. – № 3(79). – С. 20–23. – EDN FWRJIU.
3. Майская, В. Микроконтроллеры, микроконтроллеры, микроконтроллеры... Везде, где только можно вообразить [Текст] / В. Майская // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2007. – № 6(80). – С. 16–25. – EDN OILLWD.
4. Что такое машинное обучение? [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании IBM: [сайт]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/topics/machine-learning> (дата обращения 02.05.2024).
5. Белльхофф, П. PyTorch против TensorFlow: Правильное программное обеспечение для машинного обучения [Электронный ресурс] / П. Белльхофф // Официальный сайт компании Krusche & Company: [сайт]. – Режим доступа: <https://kruschecompany.com/pytorch-vs-tensorflow/> (дата обращения 06.05.2024).





*И.С. Сальников, Р.И. Сальников,
Т.Д. Ключанова*

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ БИБЛИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ
САМОРЕГУЛЯЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ЛИЧНОСТИ**

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта»,
г. Донецк, ДНР, Россия*

В статье рассматривается возможность разработки компьютерной версии информационной системы библиотерапевтической саморегуляции психоэмоциональных состояний личности на безмедикаментозной основе.

Для исполнения этой возможности необходимо:

- сформировать собрание библиотерапевтических текстов, соответствующих в той или иной мере проблематике исследуемого психолого-эмоционального направления;
- ввести это собрание текстов в виде компьютерной версии в машину;
- сформировать интерфейсную кодовую таблицу;
- разработать соответствующее программное обеспечение работы информационной системы поиска, выбора и представления выбранных библиотерапевтических текстов.

Собрание текстов должно представлять собой набор стихотворных и прозаических литературных произведений различных жанров и авторов: от классиков до самодетель-

ных авторов и достаточно объёмное, чтобы была возможность свободного и разнообразного выбора текста как по форме, так и по содержанию.

Каждое произведение должно иметь название, персональный код, автора, дату написания (при возможности), дату ввода в собрание текстов, где опубликовано, характер произведения, год собрания текстов.

Интерфейсная таблица должна содержать наименование произведения и его персональный пятизначный цифровой код из собрания текстов.

Программное обеспечение должно реализовывать выбор текстов, заказываемых либо по наименованию, либо по коду как для чтения на экране монитора, так и для многократного использования распечатанных текстов.

Выбор желаемых текстов осуществляется только заказчиком и по его выбору, количество выбираемых текстов не ограничивается.

Результаты библиотерапевтического воздействия текстов также определяются заказчиком.

Технология работы с программным обеспечением определяется видом используемого языка программирования.

Первичная диагностика психоэмоционального состояния клиента определяется им самостоятельно. В некоторых случаях диагноз может быть поставлен с использованием разработанной в институте системы комплексной диагностики психофизиологических состояний личности [1].

В этом случае первый библиотерапевтический текст предлагает машина, руководствуясь принципом «плацебо» на основе случайного выбора из всего множества возможных текстов системы. Все последующие тексты клиент или пользователь выбирает самостоятельно, руководствуясь интерфейсной кодовой таблицей и своими желаниями саморегуляции под каким-либо другим нормализующим текстом. Тем более, что кроме безмедикаментозных существует большое множество других средств и способов воздействия на

психику человека с целью нормализации его психологического статуса [2] и психогигиенической саморегуляции [3].

В настоящей работе разработан программный модуль, реализующий выбор различных библиотерапевтических текстов из предлагаемого списка, вывод их на экран монитора и запоминание в файл Word. Тексты предназначены для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности.

Работоспособность модуля проверялась на реальном примере использования собрания 287 библиотерапевтических текстов с кодами от 09814 до 10101, сформированных в 2020 году: с 01.01.2020 по 31.12.2020 год, всего 176 страниц машинописного текста: 237 реальных и 50 виртуальных соответствующими кодами: 09814-10029, 10080-1010 и 10030-10079. Виртуальные коды предназначены для будущего возможного пополнения текстами общего списка библиотерапевтических списков информационной системы.

Саморегуляция психофизиологического состояния личности

Выберите из списка понравившийся Вам текст

Библиотерапевтические тексты
Явление января 2020 года
Последний шанс
Снег под рождество
Милосердие божие
Воспоминания года
Утро старого нового года
В крещенский сочельник
Святоотеческое толкование на крещение господне
Святое богоявление. Крещение Господне
О грехопадении и покаянии
Духовный и плотский человек
Январский снег и жизнь
Зима, мороз и красота
Татьянин день. Мушкетерского погоста
Утренняя молитва
Негасимые очи синие
Последний дождик января
Слово о страдании
Из книги притчей Соломоновых
Избранные места из Святого писания
Январскому первоцвету
Молитва святого Димитрия митрополита Ростовского
О сознании и полсознании

Загрузить текст

Рисунок 1 – Выбор библиотерапевтического текста

Из всего наличия текстов было выделено для испытаний 23 первых текста в списке и предложено выбрать в качестве желательного один из них. Испытуемый выбрал текст тринадцатый по счёту с начала списка: стихотворение «Зима, мороз и красота». На интерфейсном экране «Библиотерапевтических тексты» это наименование специально закрашивается или затемняется (см. рис. 1 – Выбор библиотерапевтического текста). Сразу же после этого на очередном экране появляется полный текст заказанного стихотворения, который и представляется заказчику для дальнейшего его использования в качестве арт-средства саморегуляции или библиотерапии собственной психики (см. рис. 2 – Выбранный текст).

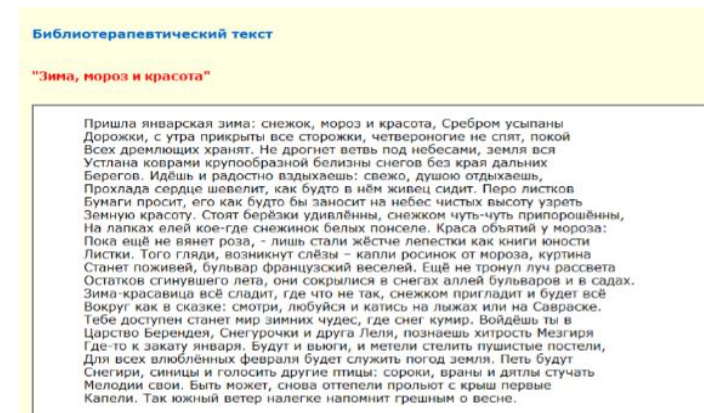


Рисунок 2 – Выбранный текст

Вопрос о том, с какой полезностью для своей психики будет использоваться выбранное стихотворение «Зима, мороз и красота», будет определяться способностью орга-

низма клиента правильно воспринимать его пейзажно-лирические строки и превращать их в целебные ингредиенты вербальных потоков поэтической информации, которых в нём более чем достаточно. Аналогом здесь может служить классический арт: пушкинское «Мороз и солнце; день чудесный!» – красота и полнота жизни; лермонтовское «Вдали пятиглавый Бешту синее как последняя туча рассеянной бури» – восстановленная полнота и красота жизни. Трансцендентальные тишина и спокойствие в окружающем бурном мире: пушкинское «На холмах Грузии лежит ночная мгла; шумит Арагва предо мною» [4].

Литература

1. Разработка и построение комплексной компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии [Текст] / И. С. Сальников [и др.] // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 1–16.
2. Сальников, И. С. Методы, средства и адепты безмедикаментозной терапии для целей построения системы интеллектуально-духовной реабилитации и саморегуляции психоэмоциональных состояний личности [Текст] / И. С. Сальников, Р. И. Сальников // «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение» : материалы Донецкого международного круглого стола (27 мая 2020). – Донецк : ГУ ИПИИ, 2020. – С. 182–186.
3. Беляев, Г. С. Психогигиеническая саморегуляция [Текст] / Г. С. Беляев, В. С. Лобзин, И. А. Копылова. – Л. : Медицина, 1997. – 160 с.
4. Пушкин, А. С. Сочинения [Текст] : в 3 т. / А. С. Пушкин ; Т. 1 ***, С. 445, 1829; Зимнее утро, С. 453, 1829.





*И.С. Сальников, Р.И. Сальников,
Т.Д. Ключанова*

БЕЗМЕДИКАМЕНТОЗНАЯ САМОЛИБРОРЕГУЛЯЦИЯ И ВЕРБАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЛИЧНОСТИ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта»,
г. Донецк, ДНР, Россия*

В статье рассматривается возможность осуществления безмедикаментозной самолиброрегуляции и вербальной терапии психоэмоциональных состояний личности с использованием компьютерных технологий обработки информации.

Для реализации этой возможности необходимо выполнить ряд предварительных обязательных условий по подготовке требуемой входной и персональной информации.

Во-первых, диагностировать психоэмоциональное состояние личности, используя, например, систему комплексной диагностики психофизиологических состояний личности, разработанную в институте, на предмет выявления отклонений от нормы в самочувствии, активности и настроении, в визуально-ассоциативной самооценке эмоциональных состояний, в степени выраженности сниженного настроения – субдепрессии, выраженности признаков нервно-психического напряжения и ситуативной тревожности, определения состояния фрустрации и уровня социальной

фрустрированности, личной соревновательной тревожности, накопления эмоционально-энергетических зарядов, направленных на самого себя, профессионального выгорания, выявления психологических особенностей человека с осознанными и неосознанными мотивами и побуждениями к деятельности и др.[1].

Во-вторых, подготовить к использованию очередное собрание либротерапевтических (библиотерапевтических) текстов, подготавливаемых в институте для свободного выбора пользователями при безмедикаментозных способах регуляции психоэмоциональных состояний, для чего разрабатываются специальные компьютерные технологии. Одна из них предлагает на основе случайного выбора его из всего собрания использовать этот текст в качестве «плацебо», другая полагается как в выборе, так и в режимах чтения текста полностью на пользователя и на его пожелания [2].

В-третьих, подготовить для использования в качестве аналога контент, ранее использованный при эффективном решении проблем регуляции, саморегуляции и терапии психоэмоциональных состояний других лиц вербальным путём [3]. За рубежом этот метод рассматривается как воздействие на психику человека через подсознание, в России вербальная терапия считается воздействием через механизмы второй сигнальной системы. Например, в возникновении и протекании эмоций у человека они играют большую роль и приобретают значение высшего коркового регулятора эмоциональных переживаний и их проявлений. Благодаря второй сигнальной системе изменяются характер и сложность эмоциональных переживаний, а также появляется возможность осознать свои эмоциональные состояния, передать эмоциональный опыт и целенаправленно управлять своими эмоциями [4].

В-четвёртых, эмоционально подготовить пользователя для безмедикаментозного самолиброрегулирования и вербальной терапии, диагностировав у него ведущую фундаментальную эмоцию по специально разработанной методике, добиваясь получения положительного эмоционального настроения. Только в этом состоянии человек может эффективно восстанавливать и саморегулировать свои эмоции и чувства, и психологический статус [5].

В настоящее время в институте разработана компьютерная версия информационной системы библиотерапевтической саморегуляции психоэмоциональных состояний личности, в которой реализованы многие из названных в этой статье проблематичных требований и решений. Полное же решение всего круга задач по рассматриваемой проблеме возможно лишь после выполнения ряда теоретических исследований и практических разработок в области машинного эмоционального интеллекта.

Литература

1. Разработка и построение комплексной компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии [Текст] / И. С. Сальников [и др.] // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 1–16.
2. Сальников, И. С. Собрание стихотворных текстов [препринт] / И. С. Сальников. – Донецк: ИПИИ, 2023. – 200 с.
3. Мерфи, Дж. М47 Сила вашего подсознания [Текст] / Мерфи Дж. ; пер. с нем. Р.М. Кутузовой. – Минск : ПКП «Эрбиния» 2001. – 200 с.
4. Реверчук, И. В. Психофизиология и патопсихология эмоций и чувств [Текст] : учеб. пособие / И. В. Реверчук. – Ижевск : ИГМА. 2016. – 36 с.
5. Изард, К. Эмоции человека [Текст] / К. Изард ; пер. с англ. – М. : изд-во Моск. ун-та, 1980. – 440 с.



В.С. Солод

**«СОРТ-ПРО» - СИСТЕМА ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ, АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
АНАЛИЗА, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИИ СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ**

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
vs.solod@mail.ru*

Опыт последних десяти лет показал, что развитие сортопрокатного производства в России от массового крупнотоннажного (50-120 т/час) стремится к построению мало и микротоннажных прокатных станов (2-10 т/час) широкого сортамента, как по профилерам, так и по маркам сталей и сплавов.

Исчезли крупные НИИ, производители оборудования для таких станов стремятся использовать минимальный штат проектировщиков. В этих условиях значительно возрастает роль систем автоматизированного проектирования технологии, позволяющих одному человеку в короткие сроки оперативно вырабатывать проектные решения, основанные на достоверных математических моделях сортовой прокатки.

Работа над системой «Сорт-Про» началась в конце 80-х на базе кафедры ОМД ДПИ, продолжилась в ООО НПО «Доникс» и продолжается в настоящее время в ФГБНУ ИПИИ.

Параметры технологии в соответствии со схемой модели сортовой прокатки, показанной на рис. 1, определяются с учетом расположения оборудования стана, калибровки валков, исходных параметров прокатки.

При этом определяются энергосиловые параметры прокатки (сила, момент и мощность прокатки, момент и мощность на валу двигателя, удельные энергозатраты), параметры формоизменения (обжатие, уширение, форма и площадь раската, коэффициент вытяжки), температурный режим прокатки металла, скоростной режим (скорости металла, валков, двигателей), график прокатки, производительность стана.



Рисунок 1 – Структурная схема математической модели сортовой прокатки

Программа содержит модули для генерации модели стана, ввода исходных данных, проектирования калибровки, расчета и вывода параметров технологии в виде таблиц, графиков и чертежей, готовых к использованию.

Модуль конструктора прокатных станов различной конфигурации с линейным, непрерывным и комбиниро-

ванным расположением прокатных клетей дополнен следующими элементами вспомогательного оборудования: рольганги, шлепперные столы, обводные аппараты ножницы (пилы), устройства подогрева (охлаждения) проката в межклетевых промежутках, холодильники.

Модель прокатного стана включает схему расположения прокатных клетей стана (рис.2), характеристики клетей и привода, размеры используемых прокатных валков, тип используемых подшипников, допустимые параметры. Модуль конструктора прокатного стана обеспечивает ввод и обработку необходимых данных по параметрам и расположению оборудования. В окне программы отображается разрабатываемая схема стана и таблица параметров оборудования.

Модуль конструктора прокатных станов различной конфигурации с линейным, непрерывным и комбинированным расположением прокатных клетей дополнен следующими элементами вспомогательного оборудования: рольганги, шлепперные столы, обводные аппараты ножницы (пилы), устройства подогрева (охлаждения) проката в межклетевых промежутках, холодильники.

Модель прокатного стана включает схему расположения прокатных клетей стана (рис.2), характеристики клетей и привода, размеры используемых прокатных валков, тип используемых подшипников, допустимые параметры. Модуль конструктора прокатного стана обеспечивает ввод и обработку необходимых данных по параметрам и расположению оборудования. В окне программы отображается разрабатываемая схема стана и таблица параметров оборудования.

Модуль ввода исходных данных, интерфейс которого показан на рис. 3, позволяет задать характеристики исходного материала: выбрать марку прокатываемой стали (сплава) из внутренней базы данных, температуру нагрева заготовки,

Конструктор стан (01.11.2018 г.) - milada

Файл Вид Правка Конфигурация

Базовый список

№	Тип	Наим.	Координ.	Угловая	Длина, мм	Формы, мм	Имя стан.	Тип датчика	Коаксиал, мВ	Ном.обороты, об/мин	Ном.обороты, об/мин	Макс.обороты, об/мин	Норм. об/мин
1	Двигатель	500	4,729	2,350	1500	Нет	DC	650,000	50,000	430,000	800,000	15	
2	Двигатель	650 4.5	16,229	2,350	1500	Нет	DC	650,000	50,000	430,000	800,000	15	
3	Двигатель	650 6.7	22,229	2,350	1500	Нет	DC	650,000	50,000	430,000	800,000	15	
4	Двигатель	520 6	54,729	2,350	1500	Нет	DC	520,000	50,000	430,000	1200,000	12	
5	Двигатель	520 9	56,729	2,350	1500	Нет	DC	520,000	50,000	430,000	1200,000	12	
6	Двигатель	520 10	5,000	0,000	1500	Нет	DC	520,000	50,000	430,000	1200,000	12	
7	Двигатель	520 11	56,729	2,350	1500	Нет	DC	520,000	50,000	430,000	1200,000	12	
8	Двигатель	520 12	0,000	11,550	1500	Нет	DC	520,000	50,000	430,000	1200,000	12	
9	Двигатель	520 13	56,729	11,550	1500	Нет	DC	520,000	50,000	430,000	1200,000	12	
10	Двигатель	370 14	74,729	11,850	1500	Нет	DC	370,000	50,000	900,000	1200,000	31	
11	Двигатель	370 15	76,729	11,850	1500	Нет	DC	370,000	50,000	900,000	1200,000	31	
12	Горизонтальная сеть	500 1	5,000	0,000	800	1500	Нет	Нет	450.0	520.0	340.0	200.0	9

Свойства: Двигатель, Горизонтальная сеть, Рольганг, Косой ролик, Косильщик, Косильщик, Двигатель, Ролиганг, Горизонтальная сеть, Горизонтальная сеть.

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1039-1043.

Сорт-про - 120 в калибрах 120.mdf

Файл Расчет Установки Помощь

Название стана: Kpakau 280

Расчетный профиль: Rebar N12

Номер первого прохода: 1

КПД разогрева: 0,75

Окно отладки

Исходные параметры

Температура переднего конца заготовки, °C: 1180

Температура заднего конца заготовки, °C: 1180

Температура воздуха, °C: 20

Температура валков, °C: 100

Расстояние от печи до стана, м: 3

Заказная длина, м: 6

Скорость заготовки, м/с: 0,5

Технологическая пауза, с: 3

Сталь

Сталь группы 2: 36Mn5

C, %: 0,36

Si, %: 0,25

Mn, %: 1,35

W, %: 0

Mo, %: 0

Cr, %: 0,15

Содержание:

Ni, %: 0,15

Cu, %: 0

V, %: 0

Колонки таблицы результатов

☒ Выбрать все колонки

☐ Убрать все колонки

☒ Клеть	☐ Угол кантовки, град	☐ Мощность двигателя, кВт
☐ Количество ниток	☐ Реверсирование раската	☐ Доп. мощность двигателя, кВт
☐ Согласованный режим	☐ Расстояние, м	☒ Обороты двигателя, об/мин
☒ Код калибра	☐ Время передачи, с	☐ Ном. обороты двигателя, об/мин
☒ Зазор, мм	☐ Кратность разделения	☒ Передаточное отношение
☒ Высота, мм	☒ Коэффициент вытяжки	☐ Обороты валков, об/мин
☒ Ширина, мм	☐ Коэффициент трения	☐ Скорость валков, м/с
☒ Обжатие, мм	☐ Температура входа, °C	☒ Скорость раската, м/с
☒ Уширение, мм	☒ Температура выхода, °C	☐ Угол захвата, Ag. °
☒ Площадь сечения, кв.мм	☐ КПД передачи	☐ Допуск. угол захвата, Ag. °
☒ Размер квадрата (круга), мм	☐ Контактная площадь, кв.мм	☐ Опережение
☒ Длина, м	☒ Сила прокатки, кН	☐ Константа прокатки, кв.мм ² /м/с
☐ Заполнение калибра, %	☐ Доп. сила прокатки, кН	☐ Машинное время, с
☒ Диаметр верх. валка, мм	☒ Момент прокатки, кН*м	☐ Пауза переднего конца, с
☐ Диаметр нижн. валка, мм	☐ Доп. момент прокатки, кН*м	☐ Пауза заднего конца, с
☐ Верхн. катающий диаметр, мм	☒ Момент двигателя, кН*м	☐ Натяжение, Н
☐ Нижн. катающий диаметр, мм	☐ Доп. момент двигателя, кН*м	

Исходные данные

Режим

Графики

Рисунок 3- Интерфейс модуля начальных параметров

Модуль проектирования калибров, интерфейс которого показан на рис. 4, дает возможность выбрать тип и ввести размеры калибра.

Модель сортового калибра представляет совокупность прямолинейных участков и дуг окружностей, описывающих контур ручьев калибра. В конструкторе калибра, реализован алгоритм обмена информацией между программой и файлами чертежей формата «*.dxf».

Таким образом, обеспечивается возможность как проектирования типовых вытяжных калибров из программной среды (гладкие валки, ящичный овал, однорадиусный овал, плоский овал, ребровой овал, круг, ромб, квадрат, арматурный), так и путем считывания информации из файлов, заранее построенных в CAD программах, чертежей сортовых калибров другой, в том числе и асимметричной формы.

Модель раската определяется формой и зазором калибра, его заполнением, а также формой свободной поверхности.

Интерфейс модуля проектирования режима прокатки (рис. 5) включает выбор рабочей клетки из модели стана, задание угла кантовки подката, рабочего диаметра и материала валков, скоростных параметров прокатки и особенностей схемы прокатки, форму и положение подката, задать режим обжатия путем изменения зазора валков в интерактивном режиме.

Для выполнения расчетов, модуль проектирования режима прокатки обеспечивает ввод по каждому проходу данных, показанных на рис. 5.

На базе формулы А.П. Чекмарева [1] разработан алгоритм расчета уширения в вытяжных калибрах простой формы с погрешностью не более 10-20%. Также предусмотрена возможность корректировки ширины раската пользователем.

Определяемые в расчетном модуле параметры формоизменения включают форму и площадь проекции поверхности контакта металла с валками. Для получения этих данных разработана модель очага деформации, включающая алгоритм трансформирования свободного контура раската в очаге деформации [2, 3].

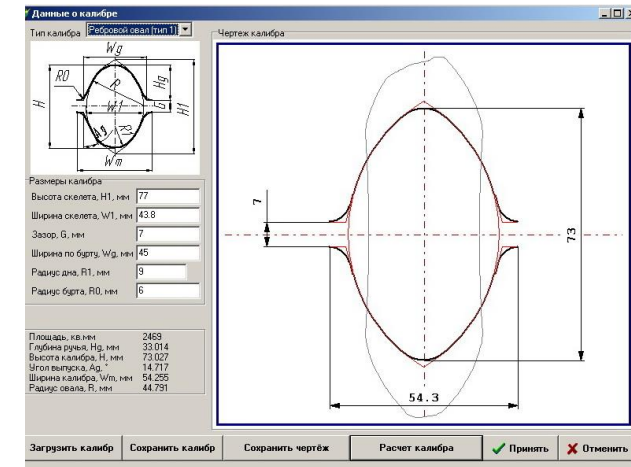


Рисунок 4- Интерфейс модуля проектирования калибра

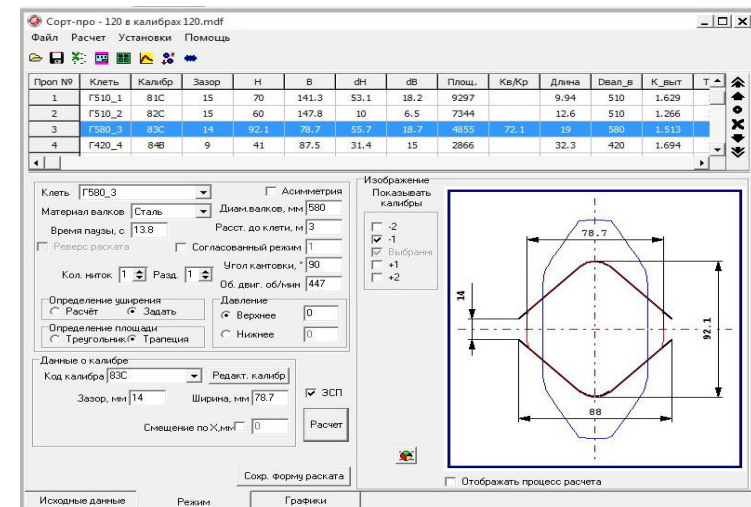


Рисунок 5 – Интерфейс модуля проектирования режима прокатки

Алгоритм трансформирования раската в очаге деформации включает представление контура раската в виде массива точек и пошагового перемещения каждой точки по

очагу деформации в соответствии с набором правил, задающих величину и направление ее перемещения в зависимости от места ее расположения в очаге деформации и условий деформирования.

Правила перемещения точек контура раската определяют распределение уширения по длине очага деформации и высоте полосы, а также регламентируют прилипание или скольжение точек, контактирующих с калибром по его поверхности. После определения ширины и формы раската в графическом окне программы отображаются наложенные форма калибра и подката, а также контур заполнения калибра металлом (см. рис. 4).

Блок расчета энергосиловых и кинематических параметров прокатки включает в себя процедуры расчета для каждого прохода параметров, включающих геометрические характеристики раската, коэффициенты деформации, среднемассовую температуру раската, силовые и энергетические, скоростные параметры раската и главного привода.

При расчете сил и моментов прокатки использована феноменологическая математическая модель мгновенного сопротивления деформации сталей и сплавов (сопротивления течению) [4], позволяющая определять сопротивление деформации в любом сечении очага деформации при прокатке в зависимости от химического состава стали, температуры, скорости деформации и накопленной деформации.

Сила прокатки определяется численным интегрированием вертикального давления по длине и ширине очага деформации

Момент прокатки с учетом зон опережения и отставания определяется численным интегрированием силы прокатки по длине очага деформации при использовании закона трения Амонтона-Кулона.

Температурный режим прокатки определяется с применением численного решения дифференциального уравнения теплопередачи по методу прогонки для вычисления

распределения температуры по сечению цилиндрического или плоского бесконечного стержня [5].

Необходимые для расчета зависимости теплофизических коэффициентов, в частности – плотности металла, коэффициента температуропроводности, удельной теплоемкости, теплосодержания, коэффициента теплоотдачи стали от температуры охлаждения получены статистической обработкой литературных табличных данных с высокой степенью точности на всем интервале температур прокатки и охлаждения.

Проведенные проверки точности определения параметров прокатки на базе прямых измерений токов якоря двигателей, проведенных на проволочном стане 150 ЗАО «ММЗ», системы визуализации параметров прокатки на стане 250 ISTIL(UK), и системы MES стана 390 ЗАО «ММЗ» показали удовлетворительную сходимость расчетных и экспериментальных данных.

Модуль вывода результатов позволяет отобразить график прокатки, проекцию контактной площади, чертеж контура калибра и подката в момент захвата, углов захвата, оборотов двигателей, сил прокатки, моментов прокатки и крутящих моментов приведенных к валу двигателя, потребляемой мощности двигателя, графики изменения по пропускам температуры металла на переднем и заднем концах раската, диаметров валков, чертеж калибровки валков.

Результаты расчетов сохраняются в виде файлов базы данных схемы прокатного стана в специальном формате «*.ldfn», калибровки и режима прокатки в специальном формате «*.mdf», таблиц и графиков в формате Microsoft Excel 2000, 2003 и графиков и чертежей в формате «*.dxf».

Построение чертежа монтажа калибров на валках и расчет валков на прочность выполняются выбором калибров из рассчитанного режима прокатки либо добавлением калибров из файлов базы данных других режимов.

Программный комплекс «Сорт-Про» позволяет создавать универсальные базы данных по расположению оборудования прокатных станов, калибровок, режимов прокатки. Модульное построение программы обеспечивает использование разработанных ранее технологических элементов (схемы станов, калибры) и вариантов технологии при ведении новых технологических разработок, что значительно сокращает время на проектирование.

Оперативная цифровая и графическая информация дает возможность разработчику технологии определить перегрузки оборудования стана, оценить захватывающую способность калибров, устойчивость раската в калибре.

С помощью комплекса «Сорт-Про» в разные годы выполнены работы по разработке калибровки валков и технологии прокатки на прокатных станах Донецка, Макеевки, Кривого Рога, Индонезии, разработке ряда технико-коммерческих предложений по запросам металлургических предприятий России.

Использование разработанного программного комплекса, может быть, полезным проектировщикам прокатных станов, разработчикам технологии прокатки, технологам прокатных цехов, калибровщикам и для использования в учебных заведениях для подготовки специалистов по сортовой прокатке.

Литература

1. Чекмарев, А. П. Теория продольной прокатки [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности «металлов давлением»] / А. П. Чекмарев, А. А. Нефедов, В. А. Николаев. – Харьков : Изд-во Харьк. ун-та, 1965. – 212 с. : ил.; 22 см.

2. Солод, В. С. Универсальная математическая модель формоизменения металла в вытяжных калибрах [Текст] / В. С. Солод, Р. Ю. Кулагин, Я. Е. Бейгельзимер // Сталь. – 2006. – № 8. – С.16–18.

3. Солод, В. С. Применение универсальной математической модели формоизменения свободного контура для определения формы и площади контакта в вытяжных калибрах [Текст] / В. С. Солод, Р. Ю. Кулагин, А. Г. Бенецкий // Металл и литье Украины. –2006. – № 7–8.– С. 49–51.

4. Солод, В. С. Математическое моделирование сопротивления деформации при горячей прокатке углеродистых сталей [Текст] / В. С. Солод, Я. Е. Бейгельзимер, Р. Ю. Кулагин // Металл и литье Украины. –2006. – № 7-8. – С. 52–56.

5. Математическое моделирование процесса комбинированного охлаждения сортового проката [Текст] / В. С. Солод, Д. Н. Новиков, М. Н. Тытюк, С. И. Гинкул, М. А. Ларченко // Металл и литье Украины. – 2007. – № 8. – С. 28–30.





Д.С. Стома, И.В. Савицкая

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ АВТОРА ЖИВОПИСНОЙ КАРТИНЫ

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
winigural@mail.ru*

Введение. В современном мире искусства проблема подделки картин остается актуальной и вызывает значительные финансовые и культурные потери. С развитием технологий машинного обучения появляется возможность создания инструментов, способных автоматически распознавать и классифицировать живописные произведения. Это открывает новые горизонты для борьбы с подделками и сохранения культурного наследия.

Машинное распознавание живописных картин имеет важное значение для многих аспектов искусства, включая аутентификацию, реставрацию и каталогизацию. Оно позволяет быстро и точно анализировать большие объемы данных, что невозможно при ручной экспертизе.

Существующие методы машинного распознавания включают применение различных алгоритмов машинного обучения, таких как случайные леса, метод опорных векторов и нейронные сети. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного метода зависит от задачи и доступных данных.

Нейронные сети, особенно свёрточные нейронные сети (CNN), показали выдающиеся результаты в задачах распознавания изображений благодаря своей способности

извлекать сложные признаки из визуальных данных. В контексте искусства, нейронные сети могут быть обучены распознавать стили, техники и индивидуальные особенности художников, что делает их мощным инструментом для определения подлинности картин.

Целью данной статьи является обучение нейросетевого приложения для машинного распознавания живописных картин.

Задачами статьи являются:

1. Проектирование архитектуры нейронной сети.
2. Подготовка структуры БД обучения и подготовки данных.
3. Обучение нейронной сети.

Архитектура нейронной сети

Инициация процесса конструирования нейронной сети предполагает детальную разработку её архитектуры. В данном исследовании акцентируется внимание на архитектуре свёрточной нейронной сети, демонстрация которой представлена на рисунке 1.

Архитектура модели интегрирует четыре основных элемента. Фундаментальным элементом служит входное изображение с параметрами 200×200 пикселей, что эквивалентно общему количеству в 40,000 пикселей. Продолжением является свёрточный слой, который определяет номенклатуру данного класса сетей. Этот слой включает в себя 32 карты с размерами 198×198 пикселей, каждая из которых оснащена синаптическим ядром размерами 3×3 . После свёрточного слоя следует субдискретизирующий слой, содержащий 64 карты с размерами 99×99 пикселей.

В архитектуре наблюдается чередование свёрточных и субдискретизирующих слоёв. Например, второй свёрточный слой состоит из 64 карт размером 96×96 пикселей с ядром 4×4 , а последующий субдискретизирующий слой включает 128 карт размером 48×48 пикселей. Третий уро-

вень архитектуры представлен свёрточным слоем с 128 картами 46×46 пикселей и ядром 3×3 , за которым следует субдискретизирующий слой с 256 картами 23×23 пикселей.

Кульминацией структуры является полносвязный слой, насчитывающий 1587 нейронов, который интегрирован с выходным слоем, содержащим 16 нейронов, соответствующих количеству идентифицируемых авторов.

Выбор функции активации представляет собой один из критических этапов проектирования нейронных сетей, поскольку он существенно влияет на процесс и результаты обучения. Классические методы обратного распространения ошибок эффективны для нейронных сетей с двумя или тремя уровнями, однако при увеличении глубины сети возникают трудности, связанные с явлением исчезающего градиента. Данное явление происходит из-за уменьшения ошибки при её передаче от выходного к входному слою, обусловленного умножением на производную функции активации. Для стандартной сигмоидальной функции активации значение производной меньше единицы, что приводит к снижению величины ошибки на промежуточных уровнях. В случае использования функции активации с бесконечной производной, такой как гиперболический тангенс, ошибка может увеличиваться, что негативно сказывается на стабильности процесса обучения. В связи с этим, для исследуемой модели была выбрана сигмоидальная функция активации, график которой представлен на рисунке 2.

Структура БД обучения и подготовка данных

На рисунке 3 представлена структура БД нейронной сети для обучения. В неё входят такие классы, как: Анди Уорхол, Анри Матисс, Винсент ван Гог, Йоханнес Вермеер, Казимир Малевич, Клод Моне, Леонардо да Винчи, Микеланджело, Пабло Пикассо, Питер Пауль Рубенс, Поль

Гоген, Рембрандт ван Рейн, Сальвадор Дали, Фрида Кало, Эдвард Мунк, нет живописные картины.

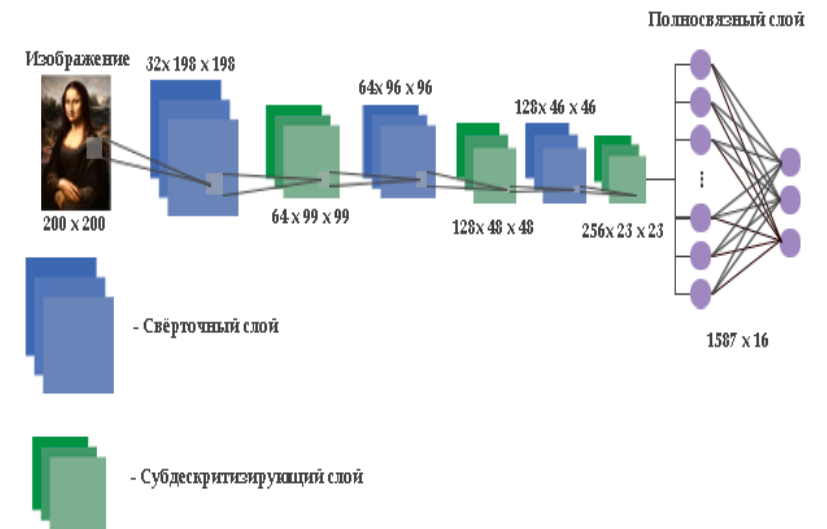


Рисунок 1 – Архитектура нейронной сети

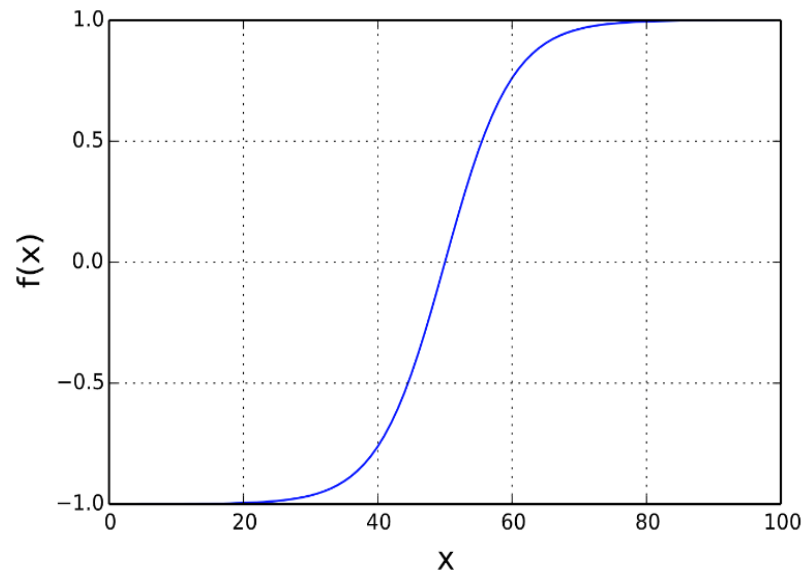


Рисунок 2 – Сигмоидная функция



Рисунок 3 – Структура БД

Каждый класс содержит по 15 изображений для обучения, следовательно, общая сумма изображений составляет 240 единиц.

В процессе подготовки данных для эффективного обучения нейронных сетей (НС), критически важно унифицировать формат входных изображений. В данном контексте, было принято решение использовать формат файлов JPEG (*.jpg), что обусловлено несколькими факторами. Во-первых, данный формат позволяет сохранять изображения с приемлемым уровнем качества без значительных потерь, что является важным аспектом для поддержания точности обучения НС. Во-вторых, JPEG-изображения характеризуются сравнительно небольшим размером файла, что способствует экономии пространства при хранении и ускорению процесса обучения за счет снижения вычислительной нагрузки.

Далее, приведение всех обучающих изображений к стандартному размеру является еще одним важным этапом подготовки данных. В данном случае, размер изображений был стандартизирован до 200×200 пикселей. Это решение направлено на оптимизацию скорости обучения свёрточной нейронной сети, так как размер входных данных напрямую влияет на количество операций, необходимых для обработки каждого слоя сети. Стандартизация размера изображений также способствует упрощению архитектуры сети и повышению её обобщающей способности.

Визуализация обучающих и тестовых изображений, представленная на рисунке 4, демонстрирует результаты применения вышеуказанных методов предобработки данных. Это позволяет наглядно оценить, как обучающие изображения будут представлены в процессе обучения НС, обеспечивая тем самым более глубокое понимание взаимодействия между данными и архитектурой сети.



Рисунок 4 – Пример уменьшения размеров изображения
до 200×200

Обучение нейронной сети

На рисунке 4 представлена диаграмма зависимости %
производительности от количества эпох.

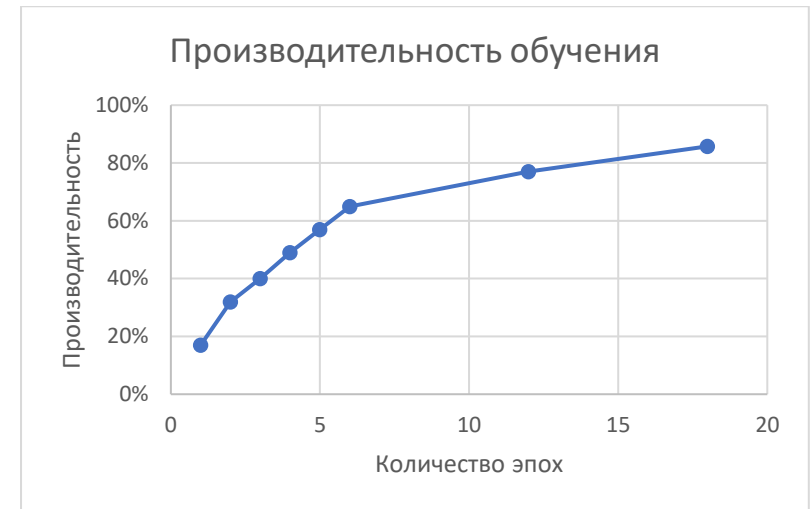


Рисунок 5 – график оценки эффективности работы нейросетей

В контексте оценки эффективности нейронных сетей, комплексный анализ минимальных, средних и максимальных значений метрик производительности является неотъемлемым для всестороннего понимания функциональности модели.

Precision (Точность): Минимальное значение точности в 0,72 демонстрирует склонность модели к высокой точности при идентификации живописи, однако подчёркивает возможность ошибочных предсказаний. Средняя точность в 0,84 подтверждает надёжность модели в большинстве случаев, тогда как максимальное значение в 0,95 отражает потенциал модели к достижению исключительной точности в распознавании.

Recall (Полнота): Минимальная полнота на уровне 0,4 указывает на пропуск моделью значительного числа истинно положительных результатов. Среднее значение полноты в 0,5 свидетельствует о незначительном улучшении, в то

время как максимальное значение в 0,65 показывает, что даже при оптимальных условиях модель не способна обнаружить все истинно положительные случаи.

F1 Score: Минимальный F1 Score в 0,47 отражает несбалансированность между точностью и полнотой, в то время как среднее значение в 0,50 указывает на умеренное улучшение этого баланса. Максимальное значение в 0,59 свидетельствует о потенциале модели к достижению более гармоничных результатов.

Specificity (Специфичность): Все показатели специфичности находятся на высоком уровне, с минимальным значением в 0,98, средним в 0,98 и максимальным, приближающимся к 0,98, что подтверждает способность модели эффективно распознавать отсутствие живописи.

Сводный анализ выявляет, что, несмотря на высокую точность и специфичность, полнота является аспектом, требующим дальнейшего усовершенствования. Улучшение полноты может быть достигнуто путём применения методов аугментации данных, использования более сложных структур нейронных сетей или внедрения стратегий для уменьшения дисбаланса классов. Эти подходы могут способствовать более точному распознаванию истинно положительных случаев, что особенно важно в задачах, где пропуск таких результатов может привести к серьёзным последствиям.

Выводы. В данной статье были рассмотрены перспективы использования машинного обучения для распознавания и классификации живописных картин, что представляет собой значительный шаг в борьбе с подделками и сохранении культурного наследия. Разработанная архитектура свёрточной нейронной сети (CNN) и методика подготовки данных показали свою эффективность в задачах аутентификации, реставрации и каталогизации произведений искусства.

Основываясь на анализе производительности модели, можно сделать вывод о высокой точности и специфичности нейросетевого приложения, хотя полнота остается аспектом, требующим улучшения. Минимальные и средние значения метрик производительности указывают на надежность модели, в то время как максимальные значения отражают её потенциал к дальнейшему развитию.

В заключение, результаты исследования подтверждают, что машинное обучение и, в частности, CNN, могут играть ключевую роль в сохранении и понимании художественного наследия. Дальнейшие исследования и улучшение модели могут привести к ещё более точному и всестороннему распознаванию живописных произведений, открывая новые возможности для мира искусства.

Литература

1. Соколинский, Л. Б. Машинное обучение [Текст] / Л. Б. Соколинский. – Лекция № 5: Softmax. Кафедра системного программирования ЮУрГУ. – 2018. – 19 с.
2. Хант, Э. Искусственный интеллект [Текст] / Э. Хант. – М. : Мир, 2018. – 560 с.
3. Васильев, А. Н. Принципы и техника нейросетевого моделирования [Текст] / А. Н. Васильев, Д. А. Тархов. – Москва : Наука, 2018. – 999 с.
4. Галушкин, А. И. Нейрокомпьютеры [Текст] : учеб. пособие / А. И. Галушкин. – М. : Альянс, 2018. – 528 с.





В.К. Толстых

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЫСОКОЙ И БЕСКОНЕЧНОЙ РАЗМЕРНОСТИ

*Донецкий государственный университет, г. Донецк, Россия
mail@tolstykh.com*

Рассматриваются задачи оптимального управления, оптимизации для систем, содержащих высокую размерность n вектора управления $u \in R^n$ или бесконечную размерность управления в виде функций $u(\tau) \in L_2(S)$, где τ – пространственно-временная переменная, S – область определения функции. Предлагаются новые экстремальные методы минимизации целевых функций и функционалов $J(u)$ для таких задач. Это итерационные алгоритмы коррекции управления u^k с использованием градиента $\nabla J(u^k) \equiv \nabla J^k$ на каждой итерации $k = 0, 1, \dots$, начиная с некоторого начального приближения u^0 .

Рассмотрим метод коллинеарных градиентов (МКГ) [1] для управления $u \in R^n$.

$$u^{k+1} = u^k + b^k d^k, \quad k = 0, 1, \dots,$$

где шаговый множитель b^k вычисляется из предположения локальной квадратичности $J(u)$, d^k – направление минимизации, на котором все градиенты ∇J в малой окрестности u^k коллинеарны. Последнее условие реализуется соответствующим выбором в окрестности u^k точки u^{k*} , минимизирующей невязку коллинеарности:

$$r^k(u^{k*}) = \frac{\nabla J(u^{k*})}{\|\nabla J(u^{k*})\|} - \frac{\nabla J(u^k)}{\|\nabla J(u^k)\|}.$$

На рис. 1 показана суть метода при минимизации двумерной квадратичной функции из трёх начальных точек u^0 . После выбора d^k в окрестности u^0 требуется всего один шаг в точку оптимума u_* . Это метод первого порядка, но обладает скоростью сходимости методов второго порядка, использующих вторые производные от $J(u)$.

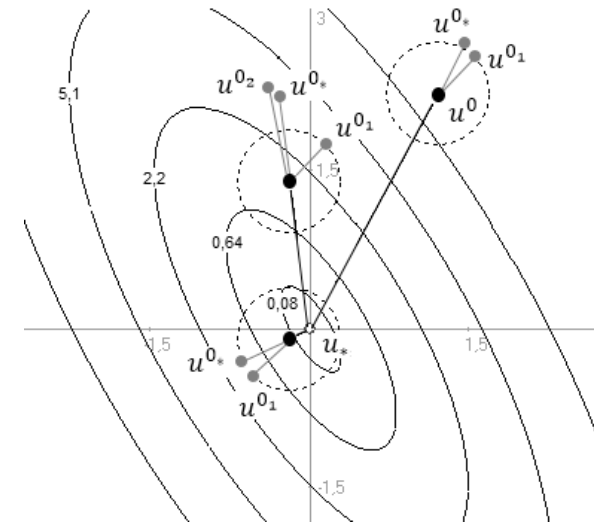


Рисунок 1 – Метод коллинеарных градиентов

Из-за высокой скорости сходимости (квадратичная) МКГ продемонстрировал нечувствительность к размерности n задачи оптимизации для квадратичных функций $J(u)$. При минимизации неквадратичных функций МКГ показал наилучшую сходимость к оптимуму в сравнении с другими градиентными методами, методом сопряжённых градиентов, методом Ньютона, квазиньютоновскими методами.

Рассмотрим метод минимизации с регулируемым направлением спуска (МРНС) [2] для функционалов, когда управление $u(\tau) \in L_2(S)$:

$$u^{k+1}(\tau) = u^k(\tau) + b^k \alpha(\tau) \nabla J(u^k; \tau), \quad k = 0, 1, \dots,$$

где $\alpha(\tau)$ – параметр регулирования направления спуска относительно градиента $\nabla J(u^k; \tau) \in L_2(S)$. Например, для локально квадратичных $J(u)$ можно выбрать

$$\alpha(\tau) = \delta / |\nabla J(u^0; \tau)|,$$

где δ – положительное число, задающее глубину возможного первого шага для оценки характера сходимости функции $u^0(\tau)$ к $u^1(\tau)$. Параметр α формирует равномерную на S сходимость к оптимальному значению $u_*(\tau)$.

Увидеть различие традиционного градиентного метода, когда $\alpha(\tau) = 1$, и МРНС можно на примере синтеза оптимального состояния v_* в задаче с параболическим уравнением в частных производных:

$$J(u) = \int_{t_0}^{t_1} [v(x_a, t) - v_*(t)]^2 dt,$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} - \lambda \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = 0, \quad (x, t) \stackrel{\text{def}}{=} \tau \in (x_a, x_b) \times (t_0, t_1).$$

Управление задано в правом граничном условии:

$$\lambda \frac{\partial v}{\partial x} = u \quad \text{на } S = x_b \times (t_0, t_1).$$

Слева $\lambda \frac{\partial v}{\partial x} = q$ на $x_a \times (t_0, t_1)$, где q — заданный поток v .

Традиционный градиентный метод прекратил сходимость на итерации $k=42$ с плохой неравномерной на S

сходимостью. В тоже время МРНС с параметром α обеспечил равномерное приближение и достиг точное оптимальное значение $u_*(\tau)$.

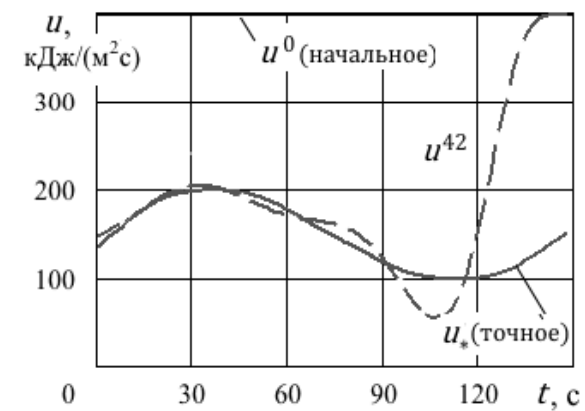


Рисунок 2 – Оптимизация бесконечномерным градиентным методом

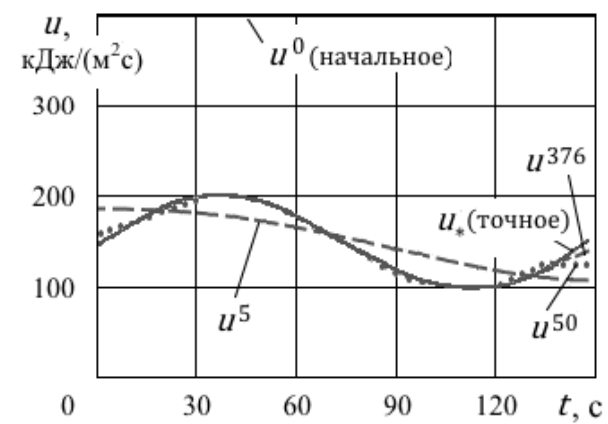


Рисунок 3 – Оптимизация бесконечномерным МРНС

Рассмотренные МКГ и МРНС можно использовать для эффективного решения высоко размерных и бесконечно-мерных задач оптимизации.

Литература

1. Tolstykh, V. K. Collinear gradients method for minimizing smooth functions // *[SN Operations Research Forum]*, Vol. 4, 20, No. 1, 2023.

2. Толстых, В. К. Прямой экстремальный подход для оптимизации систем с распределёнными параметрами [Текст] / В. К. Толстых. – Донецк : Юго-Восток, 1997. – 178 с.

3. Толстых, В. К. О применении градиентного метода к задачам оптимизации систем с распределёнными параметрами [Текст] / В. К. Толстых // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – Т. 26, № 1. – 1986. – С. 137–140.

4. Толстых, В. К. Эффективный метод оптимизации физических процессов [Текст] / В. К. Толстых // Инженерно-физический журнал. – Т. 76, № 2. – 2003. – С. 424–427.





*И.А. Третьяков, М.В. Бабичева,
К.Е. Лебедев*

ПРОХОЖДЕНИЕ САРТСНА ПОСРЕДСТВОМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

*Донецкий государственный университет, г. Донецк, Россия
i.tretiakov@mail.ru*

САРТСНА (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) – полностью автоматизированный публичный тест Тьюринга для различия компьютеров и людей с помощью автоматической проверки определенных заданий, которые легко могут быть решены людьми, однако сложны для компьютеров. В настоящее время САРТСНА используется в большинстве интернет-сервисов и веб-сайтов для того, чтобы отличить обычного пользователя сети от бота [1, 2]. Соответственно, САРТСНА является одной из целей злоумышленников для потенциальных атак. Существует немало способов для обхода различных систем САРТСНА: эксплуатация уязвимостей в коде серверной части, дизайне и архитектуре веб-сайта; использование баз данных со взломанными САРТСНА; использование специальных ресурсов, на которых люди идентифицируют САРТСНА. Одним из универсальных, эффективных и достаточно новых инструментов, применяемых в системах безопасности является машинное обучение [3-4], и, в частности, нейронные сети, созданные и обученные под эту задачу [5-8]. По этой

причине, с целью повышения информационной безопасности, текстовые CAPTCHA постоянно модифицируются и усложняются, а также внедряется новая система reCAPTCHA [9].

В качестве материала для распознавания текста CAPTCHA на языке программирования Python были сгенерированы достаточно тривиальные CAPTCHA, состоящие из 6 символов английского алфавита в верхнем регистре и/или цифр. Названия сгенерированных CAPTCHA имеют следующий формат: текст, сгенерированный для этой CAPTCHA, который и является ответом на эту CAPTCHA+расширение «.png». Созданные CAPTCHA сохраняются в директории `education_captcha`. Всего для обучения нейронной сети и проверочных данных было сгенерировано 10000 различных CAPTCHA.

Из сгенерированных изображений отдельных символов CAPTCHA создаются обучающие и тестовые данные. Изображения отдельных символов CAPTCHA загружаются, преобразуются в оттенки серого и изменяются до размера 20x20 пикселей. Далее формируется NumPy массив данных, который хранит информацию о изображении символа CAPTCHA (массив входов), и аналогичный массив с метками символов (массив выходов). Все значения пикселей каждого изображения нормализуются, т. е. каждый пиксель делится на свое максимально возможное значение в цветовой палитре RGB – 255. После этого весь набор данных разделяется на обучающую и тестовые выборки в определенном соотношении. В данном случае размер тестовой выборки составил 20% от общего набора данных. Разделение всего набора данных на обучающую и тестовые выборки осуществляется с помощью функции `train_test_split()` из библиотеки `sklearn` для языка программирования Python. Для корректного процесса обучения обучающий и тестовый массив с метками символов изображений CAPTCHA преобразуется в «one hot» вектор.

На первом этапе в качестве нейронной сети для обхода системы CAPTCHA используется сверточная нейронная сеть

с тремя сверточными и двумя полносвязными слоями. Первый сверточный слой состоит из 32 фильтров и ядра размером 3×3 , формат входных данных имеет размер 20×20 пикселей и 1 цветовой канал. Выходная карта признаков имеет тот же размер, что и исходное изображений (параметр `padding='same'`), функцией активации является `relu`. Второй и третий сверточные слои состоят из 64 фильтров и ядра размером 3×3 , остальные параметры идентичны параметрам первого сверточного слоя. После сверточных слоев располагаются слои `MaxPooling`, которые увеличивают масштаб полученных признаков. Размер рамки окна этих слоев составляет 2×2 пикселя (`pool_size=(2,2)`), шаг сканирования по осям плоскости составляет 2×2 (`strides=(2,2)`). Слой `Flatten` преобразует весь тензор в один вектор. Далее этот вектор подается на полносвязный слой с 600 нейронами. Окончательную классификацию исследуемого символа осуществляет выходной полносвязный слой. Количество нейронов этого выходного полносвязного слоя равняется количеству всех уникальных символов, которые могут встретиться в обучающем наборе CAPTCH.

В данном случае выходной слой будет иметь 36 нейронов, так как сгенерированные CAPTCHA содержат только буквы английского алфавита в верхнем регистре и цифры. Стоит отметить, что все сверточные слои и первый полносвязный слой используют функцию `relu` в качестве функции активации, а выходной полносвязный слой – функцию `softmax`. Для обучения нейронной сети используется категорическая кроссэнтропия в качестве функции потерь и методы `adam` – в качестве метода оптимизации. Размер `batch` составляет 32, количество эпох обучения – 20. Вид архитектуры созданной модели сверточной нейронной сети приведен на рисунке 1.

Затем производится попытка изменения параметров нейронной сети для оценки их влияния на точность распознавания.

```
Model: "sequential"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 20, 20, 32)	320
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 10, 10, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 10, 10, 64)	18496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 5, 5, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 5, 5, 64)	36928
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 2, 2, 64)	0
flatten (Flatten)	(None, 256)	0
dense (Dense)	(None, 650)	167050
dense_1 (Dense)	(None, 36)	23436

```

=====
Total params: 246,230
Trainable params: 246,230
Non-trainable params: 0

```

Рисунок 1 – Подробная информация об архитектуре модели нейронной сети

На рисунке 2 приведен пример верного распознавания текста на изображении CAPTCHA.

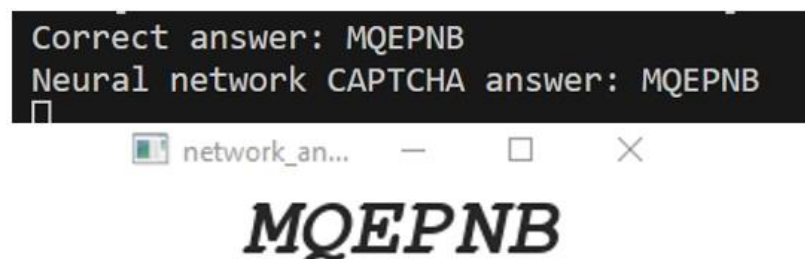


Рисунок 2 – Пример верного распознавания CAPTCHA

Результаты исследования точности распознавания САРТСНА посредством 6 различных вариантов архитектур нейросетей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты архитектуры нейронной сети

№	Кол-во св. слоев	Кол-во фильтров в 1 св. слое	Кол-во фильтров во 2 св. слое	Кол-во фильтров в 3 св. слое	Кол-во фильтров в 1 полносв. слое	Кол-во эпох обуч.	Точность распозн. тест. выборки
1	3	32	64	64	600	20	1,00
2	3	32	64	64	800	60	1,00
3	3	32	64	64	1000	80	0,842
4	3	32	64	128	500	80	0,598
5	3	32	64	128	800	80	0,059
6	2	32	64	–	600	40	0,430

Исходя из таблицы 1, наилучший и безошибочный результат распознавания САРТСНА продемонстрировали нейронные сети (№1 и №2), архитектура которых имеет следующий вид: три сверточных слоя, состоящие из 32, 64 и 64 фильтров соответственно и ядра размером 3×3; три слоя MaxPooling, предназначенных для увеличения масштаба полученных признаков, размер рамки окна этих слоев составлял 2×2 пикселя, шаг сканирования по осям плоскости – 2×2; слой Flatten, который преобразует весь тензор в один вектор; полносвязный слой с 600 или 800 нейронами; выходной слой с 36 нейронами. Точность распознавания тестовой выборки САРТСНА этих двух архитектур нейронной сети составила 1,00.

Дальнейшее увеличение нейронов в первом полносвязном слое до 1000 привело к уменьшению точности распознавания САРТСНА до значения 0,842. Так, нейронная сеть (№3) систематически путала символ S с B. В нескольких случаях нейронная сеть определяла символы R, E, Z, и K как цифру 6. Предположительно ошибки с этими символами возникают по той причине, что из некоторых САРТСНА на подготовительном этапе данные символы вырезаются некорректно.

Использование сверточного слоя со 128 фильтрами и полносвязного слоя с 500 нейронами привело к увеличению числа ошибочно распознаваемых символов. Такая нейронная сеть (№4) регулярно путала следующие похожие символы: I – Y, 2 – 3, 3 – 9, Q – O, E – F, E – L, K – L. Кроме этого, она предсказывала и символы, которые мало похожи на те, которые были изображены на САРТСНА, например, Q – V, F – Y, G – L. Соответственно, итоговая точность распознавания составила 0,598. Попытка увеличения числа нейронов в полносвязном слое до 800 в архитектуре со сверточным слоем, состоящем из 128 фильтров, привела к резкому падению точности распознавания символов САРТСНА до 0,059. Данная архитектура нейронной сети (№5) оказалась не способна обходить даже тривиальные изображения САРТСНА.

Также, плохие результаты распознавания продемонстрировала нейронная сеть (№6), состоящая из двух сверточных слоев с фильтрами 32 и 64 соответственно, а также 600 нейронов. Точность распознавания такой нейронной сети составила 0,430. Всего эта нейронная сеть имеет 16 уникальных паттернов ошибок, что на 6 больше, чем нейронная сеть №4. Самые распространенные примеры: G – C, E – F, R – P, Z – 7. Подразумевается, что один и тот же символ нейронная сеть может распознать по-разному: M – L, M – T.

Таким образом, увеличение числа фильтров в третьем сверточном слое до 128 существенно снизило точность распознавания САРТСНА. Дальнейшее увеличение числа нейронов в полносвязном нейронном слое привело к полнейшей неспособности нейронной сети распознавать САРТСНА. Наиболее эффективными оказались архитектуры нейронной сети №1 и №2.

Литература

1. Машенков, И. Н. Автоматический тест Тьюринга

«CAPTCHA» [Текст] / И. Н. Машенков // Наука, техника и образование. – 2019, № 11(64). – С. 28–30. – EDN XSJLHP.

2. Кожекина, Е. Н. Автоматизация ежедневного сбора данных с помощью Telegram-бота [Текст] / Е. Н. Кожекина, Н. Д. Печенкин, С. В. Борщевский // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки. – 2022. – № 2. – С. 22–30. – EDN TSETGR.

3. Третьяков, И. А. Исследование параметров рекуррентной нейронной сети для распознавания человека по голосу в системах безопасности [Текст] / И. А. Третьяков, Е. Н. Кожекина, А. Е. Мышкин // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки. – 2021. – № 4. – С. 24–36. – EDN YUMGIV.

4. Бабичева, М. В. Применение методов машинного обучения для автоматизированного обнаружения сетевых вторжений [Текст] / М. В. Бабичева, И. А. Третьяков // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2023. – Т. 50, № 1. – С. 53–61. – DOI 10.21822/2073-6185-2023-50-1-53-61. – EDN MGBAGF.

5. Валяева, Д. А. Метод автоматического распознавания символьно-графического теста CAPTCHA [Текст] / Д. А. Валяева, Д. С. Салита // Проблемы правовой и технической защиты информации. – 2018. – № 6. – С. 15–21. – EDN SBMIKI.

6. Wang, Z. CAPTCHA recognition method based on CNN with focal loss / Z. Wang, P. Shi // *[Complexity]*. 2021. V. 2021 (2). – P. 1–10. – DOI 10.1155/2021/6641329.

7. Handwritten CAPTCHA recognizer: a text CAPTCHA breaking method based on style transfer network / J. Chen, X. Luo, L. Zhu [et al.] // *[Multimedia Tools and Applications]*. 2023. V. 82, № 9. – P. 13025-13043. – DOI 10.1007/s11042-021-11485-9.

8. Автоматизация распознавания сложной текстовой CAPTCHA с применением условной генеративно-сопоставительной нейронной сети [Текст] / А. С. Задорожный, А. А. Корепанова, М. В. Абрамов, А. А. Сабреков // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 90–100. – EDN TSWNPK.

9. Применение универсальных сопоставительных атак в задачах повышения эффективности систем защиты от роботов и



С.И. Уланов, А.А. Никитина

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, КРИТЕРИИ ТОЧНОСТИ И КРИТЕРИИ БЫСТРО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ОБСТАНОВКИ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта» г. Донецк
ulanov56@yandex.ru*

Внешнее и внутреннее влияние факторов и параметров на распознавание, критерии и точность распознавания обуславливает необходимость совершенствования методов обнаружения и оценки объектов интереса робототехническими системами для отслеживания их в условиях взаимодействия на местности быстро меняющейся обстановки. Актуальность работы обусловлена тем, что обзор местности летательными роботами в условиях быстро меняющейся на достаточно протяженной местности не позволяет выявлять и верифицировать объекты и их положение с достаточной степенью точности. Информация, поступающая на пост принятия решений, обладает большим объемом, но малой информативностью. Данная работа позволит устранить эти недостатки и повысить качество принимаемого решения.

Детектирование цели по изображению видеокамеры, радиолокатора или лидара – это есть обнаружение объекта интереса. То есть принятие решения о наличии объекта

интереса в зоне обзора. Обзор местности летательных аппаратов (ЛА) в условиях быстро меняющейся обстановки на достаточно протяженной местности не позволяет выявлять и верифицировать объекты и их положение с достаточной степенью точности.

Способностью алгоритма или устройства распознавать объекты (цели) на основе данных, полученных от датчиков, является автоматическое распознавание цели (ATR). Первоначально распознавание осуществлялось с использованием звукового представления принятого сигнала и визуальным контролем, когда обученный оператор расшифровывал эти сигналы интуитивно т.е. отфильтровывал помехи, чтобы классифицировать цель.

Существует несколько физических методов:

- эффект, вызывающий модуляцию (эффект микро-Доплера). Модуляция может иметь определенный шаблон, или сигнатуру, которая позволит разработать алгоритмы для ATR. Полезная размодулированная информация будет изменяться со временем в зависимости от движения объекта слежения, вызывая изменение сигнала по времени и частоте [1].

- частотно-временной анализ, метод получения функции частоты и времени использование кратковременного преобразования Фурье (STFT). Однако для обеспечения одновременного представления частотной и временной области нужно использовать более надежные методы.

Преобразование Габора или функция распределения Вигнера (WVD). Во всех этих методах будет достигнут компромисс между частотным и временным разрешением [2]. Спектральная информация, полученная из сигнала, сравнивается и идентифицируется с существующей базой данных. В следствие этого принимается решение относительно того, что обнаруженная цель путем моделирования принятого сигнала. Затем с использованием метода статистической оценки, такого как максимальное правдоподобие (ML),

голосование большинством (MV) или апостериорный максимум (MAP), выбирается цель в библиотеке, которая наилучшим образом соответствует модели, построенной с использованием принятого сигнала. Исследования, в которых использовались звуковые характеристики, используемые в распознавании речи, для создания автоматизированных систем распознавания целей идентифицируют цели на основе этих коэффициентов, вдохновленных звуком. Эти коэффициенты включают:

- коэффициенты линейного прогнозирующего кодирования;

- коэффициенты кепстрального линейного прогнозирующего кодирования (Форма голосового тракта описывается огибающей спектра, и задача MFCC состоит в том, чтобы точно представить эту огибающую);

- мел-частотные кепстральные коэффициенты (описывают мощность огибающей спектра, которая характеризует модель речевого тракта. Они получаются путём преобразования Фурье исходного сигнала, отображения значений спектра на мел-шкалу и последующего дискретного косинусного преобразования значений на мел-шкале).

Базовый статистический сигнал обрабатывается для получения этих коэффициентов используя его для определения наиболее похожей цели. Исходя из функций системы (не ограниченными речевыми коэффициентами) выбираем схему принятия решения. Для автоматизации ATR можно использовать широкий спектр функций и алгоритмов обнаружения, но необходимо создать обучающую базу данных, которая формируется из экспериментальных данных с известной целью. Вышеописанный метод использует несколько блоков данных, извлекая желаемые характеристики из каждого, затем моделирует их с использованием модели гауссовой смеси. После получения модели с использованием собранных данных для каждой цели, содержащейся в обучающей базе

данных, формируется условная вероятность, что приводит к набору вероятностей для каждой цели в базе данных (дает максимальную вероятность). Метод способен различать типы транспортных средств и даже с высокой вероятностью успеха определять, сколько людей присутствует [3].

Распознавание целей на основе сверточной нейронной сети (CNN)

Распознавание целей на основе CNN способно превзойти традиционные методы [4, 5]. Оказалось, полезным распознавать цели (боевые танки) на инфракрасных изображениях реальных сцен после тренировки с синтетическими изображениями, поскольку реальных изображений этих целей мало. Из-за ограниченности обучающего набора реалистичность синтетических изображений имеет большое значение, когда дело доходит до распознавания тестового набора реальных сцен. Общая структура сетей содержит семь слоев свертки, три слоя максимального объединения и слой Softmax в качестве выходных данных. Слои максимального объединения расположены после второго, четвертого и пятого уровней свертки. Перед выводом также применяется глобальное среднее объединение. Во всех слоях свертки используется функция активации нелинейности Leaky ReLU [6].

Классификация объекта

Классификация различных объектов, явлений, свойств широко используется в практике для сбора, обработки и представления необходимой информации (отфильтровать помехи и распознать цель).

Классификация систематизирует и унифицирует цифровые образы в зависимости от поставленной задачи, например, размеров их цифровых отметок, направления перемещения и т.д.

Распознавание объекта

Большое значение при обнаружении, классификации объектов и обработке их данных имеет защита от маскирующих непреднамеренных помех от морского волнения, дождя, тумана, низких облаков, снеговых зарядов, соседних радиопередатчиков. Непрерывные измерения положения целей позволяют определить их элементы движения и параметры траекторий. При движении цели ее центр массы описывает определенную траекторию. Для вычисления вектора направления применим метод эквивалентного соответствия отображений. Суть метода – по показаниям вычислительного устройства фиксируется факт характерных объектов, находящихся на поверхности. В соответствии с этим формируется множество X_1 измеренных характеристик объекта. При повторном анализе подтверждающих показаний приборами аналогично формируется множество X_2 . Метод эквивалентного соответствия отображений предлагает, что каждому элементу множества x_1 , принадлежащего X_1 соответствует элемент x_2 , принадлежащий X_2 и наоборот. Таким образом, при отклонении данных измерений на местности нарушается соответствие x_1 и x_2 , что вызывает применение соответствующих мер. В этом же методе существует следствие из двух множеств с не эквивалентными элементами, где можно выделить подмножества эквивалентные друг другу. Поэтому часть объектов местности на которой не произошли изменения соответствия эквивалентным подмножествам позволяет определить необходимые характеристики объекта. Метод и следствие взяты из функционального анализа [6].

Точность определения объекта

На точность определения объекта интереса на открытой местности влияют следующие факторы и погрешности:

- метеоусловия данного участка работы ЛА;
- навигационных систем ГЛОНАСС или GPS;
- электронных карт местности;

- механические вибрации ЛА и, следовательно, бортовой видеоаппаратуры и штатных датчиков контроля;
- наземные и бортовые системы внешнего воздействия;
- погрешности алгоритма обработки данных;
- канал передачи данных.

Критерии точности

Определяем точность исходя из решения задачи по распознаванию и определению местоположения цели с помощью подбора возможностей бортового оборудования. Например, для видеокамеры – это характеристики матрицы прибора с зарядовой связью (ПЗС) и ее алгоритмом обработки сигнала. Большее количество пикселей повышает качество изображения, что в свою очередь, применяя квадратный пиксель и конфигурацию матрицы [7], уменьшает шум картинки. Чем выше комплексные параметры видеосистемы, тем выше вероятность распознавания цели.

Факторы влияния на точности определения объекта

Атмосфера играет важную роль в формировании качества изображения, особенно при наблюдении объектов в космосе. Одно из основных влияний атмосферы оказывает атмосферная дисперсия. При прохождении света через атмосферу, его направление меняется из-за различных слоев атмосферы с разной плотностью, что приводит к искажению четкости изображения.

Другой фактор влияния – атмосферная турбулентность. Нерегулярные изменения плотности и температуры воздуха особенно заметны при наблюдении через телескопы или другие оптические приборы. Кроме того, атмосфера может вызывать и оптические искажения, такие как атмосферная абсорбция и рассеяние света. Атмосферная абсорбция означает, что некоторые длины волн света могут быть поглощены атмосферой, что приводит к потере информации и снижению контрастности изображения. Атмосферное

рассеяние света происходит, когда свет рассеивается на молекулах и частицах в атмосфере, что также может привести к снижению контрастности и четкости изображения. Все эти атмосферные эффекты [8, 9] значительно влияют на качество изображения, особенно при наблюдении далеких объектов в космосе.

При разработке и использовании оптических приборов (телескопы или камеры) необходимо это учесть и применять методы для улучшения качества изображения. Световые волны от астрономического объекта искажаются при прохождении через атмосферу. Колебания показателя преломления в турбулентной атмосфере вызывают оптическую разность хода (OPD) между различными частями волнового фронта, искаженные волновые фронты создают изображения низкого качества и ухудшают изображение сверх дифракционного предела. Освещённость предметов, погодные условия вносят помехи. Атаки с воздуха и земли стрелковым оружием требуют оперативной корректировки положения ЛА в пространстве. Рандомное движение и скорость передвижения контролируемых объектов интереса уменьшает скорость обнаружения, классификации при обработке. Навигационная система ГЛОНАСС и GPS может быть заглушена станцией радио подавления. Внешние условия корректировке не поддаются, поэтому улучшать данный параметр можно только бортовыми средствами и алгоритмами вычисления.

Быстро меняющаяся обстановка

Таковыми могут быть: смена светового дня, температурные изменения окружающей среды, электромагнитных условий, механическое воздействие на снимающую видеокамеру, воздействие пыли на оптическую линзу, химические воздействия атмосферы и т.д. Объекты также создают

динамическую обстановку, хаотичное либо целенаправленное движение на контролируемом участке местности, когда нужно дать оценку движения по разным критериям.

Критерии быстро изменяющейся обстановки

Признаки изображений можно обнаружить [10, 11] с помощью двух различных подходов: методах, основанных на площадях; и методах, основанных на деталях изображений.

В первом варианте в качестве характерных признаков выступают сами пиксели экрана монитора с соответствующими им значениями интенсивностей. Однако, в таких методах процессы вычисления достаточно трудоемки из-за работы с большим числом параметров.

Во второй группе методов в качестве характерных признаков могут выступать контуры изображений и особые точки. Обзор местности ЛА в условиях быстро меняющейся обстановки на достаточно протяженной местности не позволяет выявлять и верифицировать объекты и их положение с достаточной степенью точности. Обнаружение означает принятие решения о наличии объекта интереса в зоне обзора. Основным критерием является время реагирования датчика и контроллера обработки данных в комплексе. В обстановки контроля за объектами интереса критериями выступают только задачи, определяемые оператором.

Литература

1. Чен, В. Эффект микро-Доплера в радаре [Текст] / В. Чен. – Норвуд, Массачусетс : Artes House. – Февраль 2011. – С. 18–21. – ISBN 9781608070589.

2. Билик, И. «Классификация целей на основе GMM для доплеровского радара наземного наблюдения» [Текст] / И. Билик, Дж. Табрикян // Стандарт IEEE транзакции по аэрокосмическим и электронным системам – Январь 2006 г. – № 42 (1). – С. 267–277. – doi: 10.1109/TAES.2006.1603422. – S2CID 10841797.

3. Юн, Сок Пиль. (2013-02-01). «Автоматическое распознавание и сопровождение цели в перспективных последовательностях инфракрасных изображений со сложным фоном» [Текст] / Юн Сок Пиль; Сон Тхэк Люль; Ким Тхэ Хан // Международный журнал управления, автоматизации и систем. – № 11 (1). – С. 21–32. – doi:10.1007/s12555-011-0226-z. – ISSN 2005-4092. – S2CID 120650459.

4. Венкатараман, Виджай. (2011-12-07). «Автоматическое отслеживание и распознавание целей с использованием связанных многообразий вида и идентификаторов для представления формы» [Текст] / Венкатараман, Виджай; Фань Гуолян; Юй Лянцзян; Чжан Синь; Лю Вэйгуан; Гавличек Джозеф П. // Журнал EURASIP о достижениях в обработке сигналов. – 2011. - № 1. – 124 с. – doi:10.1186/1687-6180-2011-124. – ISSN 1687-6180.

5. д'Акремон, Антуан. «Распознавание и идентификация целей на основе CNN для получения инфракрасных изображений в системах обороны» [Текст] / д'Акремон, Антуан; Фабле Ронан; Буссар Александр; Куин Гийом // Датчики. – 2019. – № 9. – 2040 с. – doi:10.3390/s19092040. – PMC 6539764. – PMID 31052320.

6. Булатов, Р. О. Метод эквивалентного соответствия в интегро-дифференциальных уравнениях с малым параметром [Текст] : диссертация к.ф-м. наук: 01.01.02 / Р. О. Булатов // АН Уз ССР. Ин-т математики им. В. И. Романовского. – Ташкент, 1988. – 116 с.: ил. Дифференциальные уравнения. Шифр хранения: OD 61 90-1/1229.

7. Петропавловский, Юрий. Параметры и особенности применения современных ПЗС-матриц с прогрессивным сканированием фирмы Sony [Электронный ресурс] / Юрий Петропавловский // Компоненты и технологии. – 2010. – № 8. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/parametry-i-osobennosti-primeneniya-sovremennyh-pzs-matrits-s-progressivnym-skanirovaniem-firmy-sony/viewer> (дата обращения: 12.03.2024).

8. Влияние атмосферной турбулентности на качество изображения оптической системы [Текст] / Ali H. Al-Hamadani; Фатен Ш. Зайнулабдин; Гада Сабах Карам; Эман Юсиф Насир; Абаас Аль-Саеди // Конференция AIR. – Протокол. 1968, 030071 (2018). – <https://doi.org/10.1063/1.5039258>.

9. Изучение влияния атмосферы на качество изображения: определения, свойства и методы улучшения [Электронный ресурс] // Научные Статьи. Ру – портал для студентов и аспирантов. – Дата последнего обновления статьи: 30.11.2023. – Режим доступа : <https://nauchniestati.ru/spravka/kachestvo-izobrazheniya-opredelyaemoe-atmosferoj/> (дата обращения: 27.02.2024).

10. Вагущенко, Л. Л. Поддержка решений по расхождению с судами [Текст] : учеб. пособие / Л. Л. Вагущенко, А. Л. Вагущенко. – Одесса, 2010. – 229 с.

11. Сергеев, Н. С. Методы детектирования образов [Текст] / Н. С. Сергеев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – ISSN 2071-6168.



В.Ю. Устенко

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
MICROSOFT ML BUILDER ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ
ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ КАНДИДАТОВ
В СФЕРЕ IT-ТЕХНОЛОГИЙ**

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта» г. Донецк
vovan200092@gmail.com*

В условиях современной конкурентной среды HR-отделам приходится обрабатывать значительное количество резюме на начальном этапе отбора кандидатов. Этот процесс требует значительных временных и трудовых затрат, поскольку зачастую приходится обрабатывать более 1000 резюме, что усложняет задачу эффективного и объективного отбора. Вторым этапом традиционно идет собеседование, однако существует неиспользуемая возможность предварительной оценки компетенций кандидатов на основе

анализа их академических достижений, представленных в дипломах [1].

Цель исследования заключается в использовании возможностей искусственного интеллекта (ИИ) и использования модели машинного обучения, способной автоматизировать процесс предварительной оценки компетенций кандидатов на основе их академических достижений. Использование технологии Microsoft ML Builder позволяет создавать такие модели без необходимости глубоких знаний в области программирования и анализа данных.

Проверка документов, подтверждающих образование. Собеседование кандидата. Предлагаются инновации в процессе подбора персонала, фокусируясь на проверке документов, подтверждающих образование кандидатов.

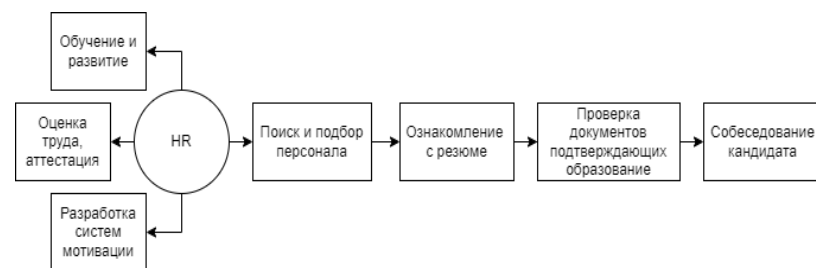


Рисунок 1 – Общий процесс работы HR

На рис. 1 изображена общая работа HR-отдела:

- 1) обучение и развитие;
- 2) оценка труда, аттестация;
- 3) разработка систем мотивации;
- 4) поиск и подбор персонала;
- 5) ознакомление с резюме.
- 6)



Рисунок 2 – Декомпозиция процесса проверки документов

На рис.2 детализирован процесс проверки документов, подтверждающих образование:

- 1) проверка приложения с оценками;
- 2) проверка диплома кандидата;
- 3) ознакомление с академическими достижениями;
- 4) анализ профильных предметов.

На основе этих данных делается предварительный вывод о компетенциях кандидата.



Рисунок 3 – Модернизированный процесс проверки документов

Дополнение процесса проверки диплома с использованием модели машинного обучения.

Предлагается дополнить процесс проверки диплома следующим образом:

1) модель машинного обучения обрабатывает приложение с оценками;

2) на основе предсказаний модели делается вывод о том, насколько кандидат подходит по компетенциям.

Microsoft ML Builder представляет собой мощный инструмент для создания моделей машинного обучения, который отличается удобством использования и широким функционалом. Данный инструмент позволяет эффективно решать задачи анализа данных и прогнозирования, что делает его идеальным выбором для создания модели предварительной оценки компетенций кандидатов на основе их академических достижений.

Процесс создания модели начинается со сбора и подготовки данных. Для анализа используются оценки по профильным предметам, представленные в дипломах кандидатов. Данные очищаются, нормализуются и форматируются для последующей обработки моделью.

Процесс создания модели в Microsoft ML Builder включает в себя следующие шаги:

1) загрузка подготовленных данных в Microsoft ML Builder;

2) определение ключевых параметров и функций модели;

3) тренировка модели на подготовленных данных;

4) оценка точности модели и её настройка.

Модель тренируется на основе подготовленных данных, после чего проводится её тестирование для оценки точности. Оценка точности осуществляется с использованием различных метрик, позволяющих определить степень соответствия предсказаний модели реальным данным [2].

Результаты модели интерпретируются с целью выявления сильных и слабых сторон кандидатов, а также определения их потенциала в различных профессиональных

направлениях. Примеры выводов, которые можно сделать на основании предсказаний модели, включают в себя оценку готовности кандидата к выполнению определённых задач и рекомендаций по развитию необходимых компетенций.

Использование модели машинного обучения для предварительной оценки компетенций кандидатов имеет ряд преимуществ, включая повышение объективности и эффективности процесса отбора. Однако существуют и потенциальные ограничения, такие как необходимость регулярного обновления модели и учёта изменяющихся требований к компетенциям.

Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа академических достижений кандидатов открывает новые возможности для HR-отделов. Это позволяет не только ускорить процесс отбора, но и сделать его более объективным и точным, что в конечном итоге приводит к лучшему подбору персонала и повышению эффективности компании. Microsoft ML Builder является мощным инструментом для создания таких моделей, и его использование может стать важным шагом на пути к цифровой трансформации HR-процессов.

Литература

1. HR-проблемы, которые можно решить с помощью цифровых сервисов [Электронный ресурс]. – URL: <https://incrussia.ru/understand/hr-problems/> (дата обращения: 23.07.2024).
2. Построитель моделей и принципы его работы [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/machine-learning/automate-training-with-model-builder> (дата обращения: 23.07.2024).





О.И. Федяев

**КОНЦЕПЦИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА НА КАФЕДРЕ ПРОГРАММНОЙ
ИНЖЕНЕРИИ ДОННТУ**

*ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк, ДНР, Россия
Olegfedyayev@yahoo.com*

В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) как наука развивается по многим направлениям, список которых содержит более десятка названий, таких как: инженерия знаний, интеллектуальный анализ данных, обработка естественного языка, моделирование рассуждений, нечёткие модели, многоагентные системы, нейроинформатика, компьютерное зрение и др. Многочисленные публикации показывают широкое применение интеллектуальных систем различного назначения во многих сферах нашей жизни. Рынок технологий ИИ в 2022 году достиг 400 млрд. долл., а к 2024 году преодолест рубеж 500 млрд. долл. Причём более 80% продаж приходится на долю программного обеспечения [1].

В Российской Федерации направление ИИ вошло в число самых приоритетных стратегий развития страны, о чём свидетельствует Указ Президента РФ №490 в 2019 г. «О развитии искусственного интеллекта в РФ» и многочисленные совещания на уровне правительства [2], [3]. Президент Путин В.В. в одном из своих выступлений сказал: «Что, если кто-то сможет обеспечить монополию в сфере ИИ, тот станет

властелином мира», поэтому очень важно готовить специалистов в сфере IT и, в частности, развивать программы подготовки специалистов по направлениям искусственного интеллекта в вузах.

Предпосылки развития интеллектуальных технологий на кафедре программной инженерии.

Начиная с первых выпускников кафедры, которые закончили ДПИ (ДонНТУ) в 1970 году по специальности «Счётно-решающие приборы и устройства – вычислительная техника», в силу характера своей будущей профессии, задавали себе естественный вопрос: каковы границы возможностей компьютеров и достигнут ли машины уровня развития человека? В 1973 году (50 лет назад), чтобы поступить в аспирантуру соискатели от кафедры пишут реферат для кафедры философии на тему: «Может ли ЭВМ мыслить?». Это было время, когда в СССР активно проводились пионерские исследования по искусственному интеллекту, возглавляемые Д.А. Поспеловым.

На кафедре программной инженерии первой работой, использующей интеллектуальные технологии, был проект «Автоматический синтез программ». В рамках проекта разработан проблемно-ориентированный пакет для автоматического построения на основе знаний алгоритма (программы) решения задачи, записанной на близком к естественному языку предметной области. Данный пакет ориентирован на численное решение краевых задач математической физики. Результаты проекта обсуждались на научных конференциях и семинаре в МЭИ (Москва) [4].

Появление за рубежом первых интеллектуальных экспертных систем показало их практическую значимость в решении трудно формализуемых задач (диагностики, прогнозирования, принятия решений и т. д.), что послужило поводом для включения в программу подготовки программистов технологий, основанных на знаниях.

В ДонНТУ учебная дисциплина под названием «Введение в системы искусственного интеллекта» стала преподаваться студентам с 1992 года (более 30 лет назад). Данная учебная дисциплина была введена в учебный план подготовки инженеров-программистов. Это был начальный период становления проблематики ИИ, поэтому содержание данной учебной дисциплины формировалось под влиянием небольшого количества первых отечественных монографий по ИИ, авторами которых были члены Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ) Д.А. Поспелов, Э.В. Попов, В.Л. Стефанюк, Г.С. Осипов.

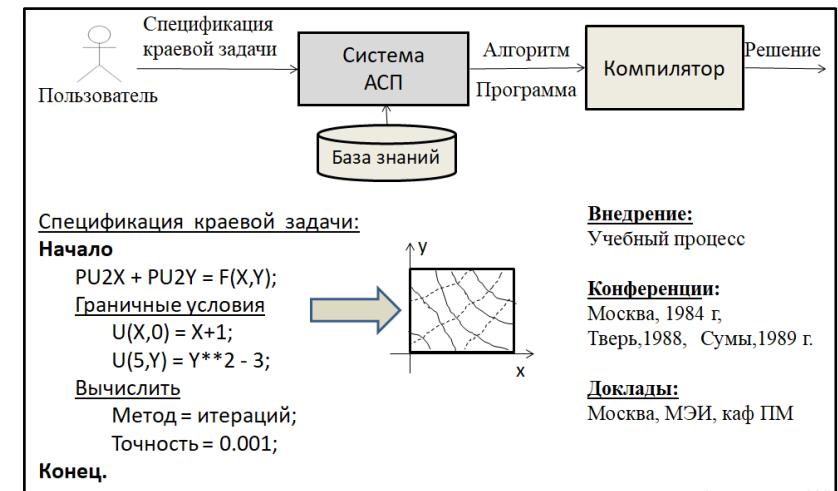


Рисунок 1 – Проект по автоматизации решения краевых задач (1984 г.)

Другим источником, откуда извлекались учебно-методические материалы для составления учебной рабочей программы по этой новой дисциплине, были научные конференции по проблемам ИИ и нейрокомпьютерам (рисунки 2 и 3). За 20 лет (с 1993 по 2012 гг.) сотрудники кафедры приняли участие с докладами в 17 конференциях, что

позволило кафедре выйти на необходимый уровень компетенции в вопросах ИИ и стать членом РАИИ.

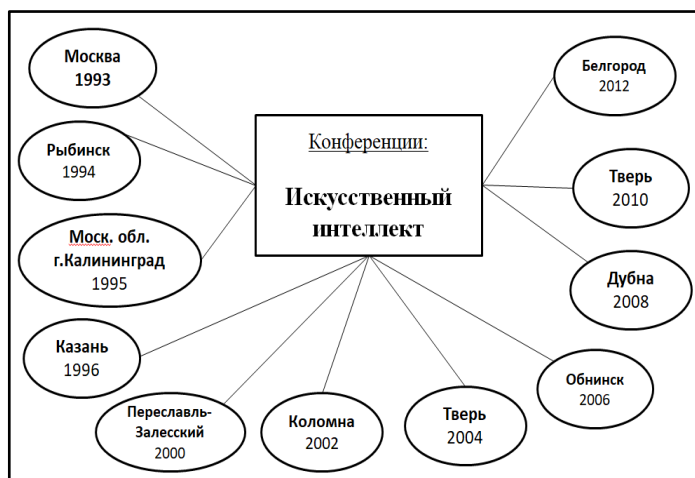


Рисунок 2 – Участие кафедры в конференциях по искусственному интеллекту, проводимых РАИИ

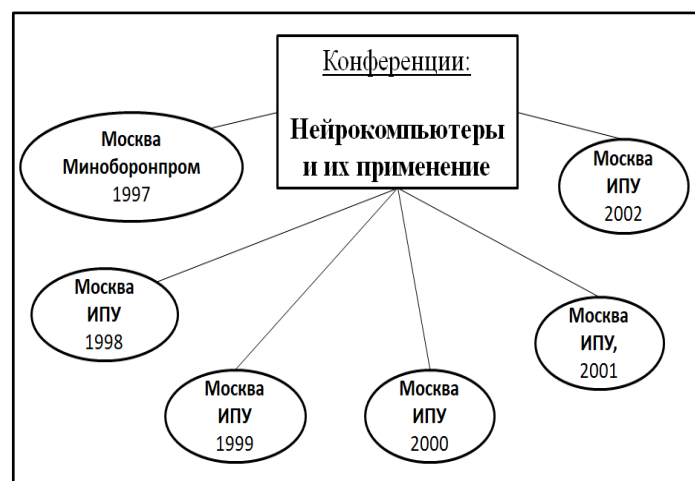


Рисунок 3 – Участие кафедры в конференциях по искусственным нейронным сетям

Приобретённые знания по базовым разделам интеллектуальных систем и общение с ведущими учёными помогли разработать учебные курсы лекций, которые были прочитаны в вузах Донецка, Волгограда и Москве (рис. 4).

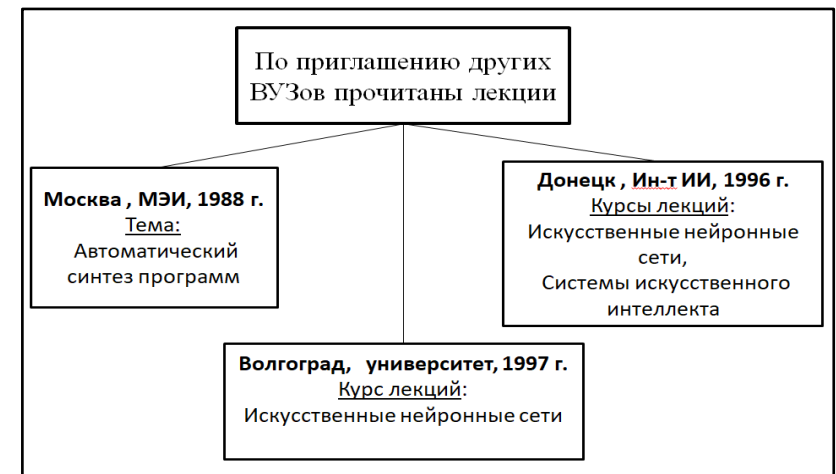


Рисунок 4 – Учебные связи кафедры по тематике ИИ с другими ВУЗами

Характерной особенностью описанного периода было то, что уровень доступных для преподавания методов и технологий ИИ позволял дать студентам знания и базовые навыки разработки интеллектуальных систем в рамках одной учебной дисциплины.

Современная концепция преподавания ИИ на кафедре

Современный уровень развития науки ИИ существенно расширился новыми идеями, методами, инструментами и технологиями создания интеллектуальных систем (ИС). Визуально спектр основных методов и систем ИИ можно изобразить интеллект-картой, которая показывает, насколько сильно расширился ИИ как предмет изучения (рис. 5).

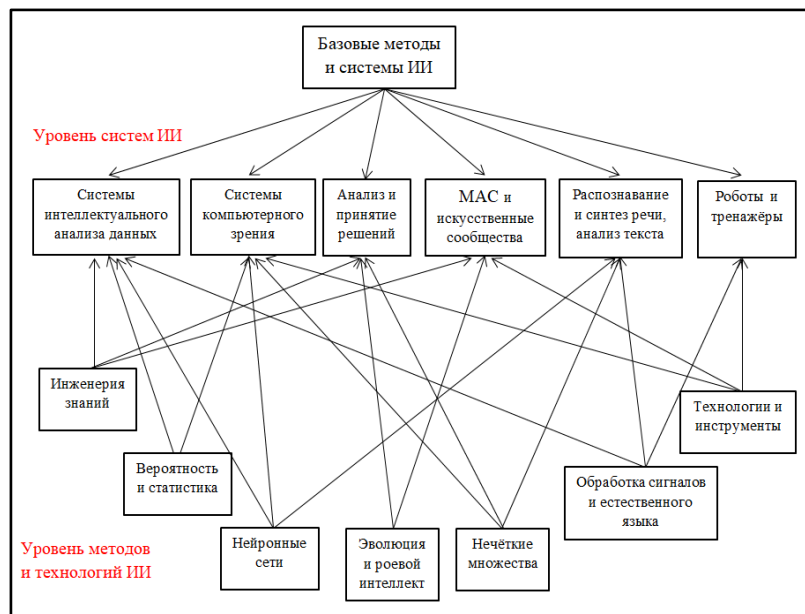


Рисунок 5 – Интеллект-карта «Базовые методы и системы ИИ»

Если несколько десятков лет назад объектом изучения и разработки была только некоторая проблемно-ориентированная Интеллектуальная система анализа и принятия решений (Экспертная система), то сейчас есть реальная потребность и возможность создавать другие типы ИС. На теоретическом уровне, как видно из рис. 5, также наблюдается разнообразие методов и инструментальных средств. Поэтому в рамках одной учебной дисциплины, конечно, невозможно научить студента, во-первых, глубоко разбираться в разных наукоёмких методах, во-вторых, применять современные технологии и инструменты для разработки систем искусственного интеллекта (СИИ).

В современном учебном плане, который используется в настоящее время на кафедре «Программная инженерия» ДонНТУ, рассмотренная интеллект-карта базовых методов и систем ИИ «покрывается» несколькими дисциплинами,

которые читаются в рамках учебного плана подготовки бакалавров и магистров по направлению подготовки 09.XX.04 «Программная инженерия». Эти учебные дисциплины имеют следующие названия:

- системы искусственного интеллекта;
- нейросетевые и нечёткие системы;
- распознавание образов (с курсовым проектом);
- интеллектуальный анализ данных;
- цифровая обработка сигналов и распознавание речи.

На наш взгляд, даже при определённых ограничениях, накладываемых учебным планом на объём выделенных часов, этот набор дисциплин формирует знания и умения у инженеров-программистов по большинству вопросов поля знаний под названием «Искусственный интеллект», естественно, при наличии квалифицированных преподавателей.

Остановлюсь подробнее на базовой дисциплине «Системы искусственного интеллекта», которая в настоящее время читается бакалаврам в 8-м семестре в объёме 108 часов. Предметом изучения этой дисциплины являются методы и технологии символьного искусственного интеллекта (слабого интеллекта). Цель дисциплины – познакомить студентов с ключевыми проблемами создания СИИ и научить их основным методам и инструментальным средствам разработки программного обеспечения интеллектуальных систем; подготовить обучаемых к практической деятельности в области создания, внедрения и эксплуатации СИИ в качестве инженера по знаниям.

Содержание учебной дисциплины включает следующие тематические блоки:

1. Искусственный интеллект как наука.
2. Инженерия знаний. Методы извлечения и приобретения знаний.
3. Язык логического программирования Prolog.

4. Стратегии логического вывода: обратный и прямой логический вывод.

5. Представление и использование нечётких знаний. Метод коэффициентов уверенности. Субъективный байесовский метод.

6. Представление знаний семантическими сетями.

7. Представление знаний фреймами. Декларативное и процедурное представление знаний. Организация структур на фреймах. Извлечение информации из фреймов.

8. Инструментальные системы создания экспертных систем.

9. Особенности тестирования экспертных систем.

10. Генетический алгоритм моделирования эволюционных процессов.

Лабораторные работы направлены на развитие и закрепление у студентов навыков применения технологии, основанной на знаниях для решения трудно формализуемых задач. Все индивидуальные задания образуют взаимосвязанный комплекс заданий, выполнение которых обеспечивает построение различными методами символьного ИИ основных компонент экспертной системы, как интеллектуальной системы, начиная с разработки пользовательского интерфейса, механизма дедуктивных логических рассуждений в среде чётких и нечётких знаний и кончая использованием инструментальных оболочек. Для построения базы знаний использованы методы ручного и автоматического извлечения знаний из различных источников. Из области машинного обучения студенты осваивают генетический алгоритм решения дискретных задач оптимизации.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено выполнение 6 лабораторных работ следующего содержания:

1. Инженерия извлечения знаний при создании базы знаний интеллектуальной системы.

2. Автоматизированное приобретение знаний из баз данных.

3. Построение экспертной системы с помощью языка программирования Пролог.

4. Механизм логического вывода в продукционных интеллектуальных системах.

5. Построение экспертной системы с помощью инструментальной оболочки.

6. Эволюционные методы поиска решения оптимизационных переборных задач.

Текущий контроль в течение семестра осуществляется путём проверки выполнения лабораторных работ. Защита работ позволяет определить самостоятельность их выполнения и обратить внимание студента на ошибки в принятии тех или иных решений при разработке разных программных компонент интеллектуальных систем.

Междисциплинарность и практическая направленность преподавания ИИ на кафедре реализуется путём предоставления студентам возможность разрабатывать в рамках дипломных проектов и магистерских диссертаций реальные интеллектуальные системы [5]. Некоторые программные проекты, основанные на знаниях, приведены на рис. 6.

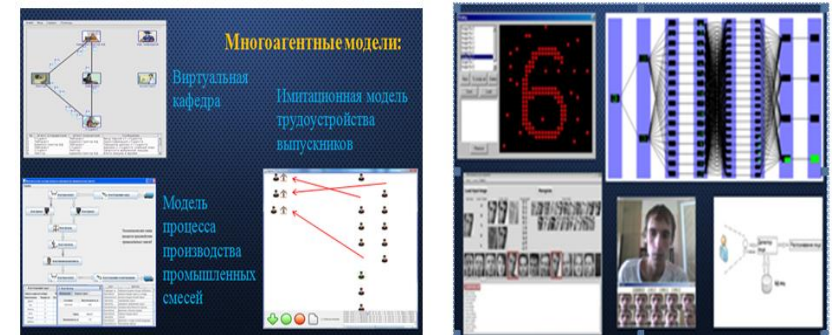


Рисунок 6 – Примеры многоагентных моделей интеллектуальных организаций и нейросетевые системы компьютерного зрения

Заключение. Тридцатилетний опыт преподавания ИИ на кафедре программной инженерии им. профессора Л.П. Фельдмана Донецкого национального технического университета показал, что в рамках одной учебной дисциплины невозможно научить студента разрабатывать интеллектуальные системы для различных классов приложений. Принимая во внимание разнообразие современных методов и технологий ИИ, следует вводить в учебный план столько дисциплин, сколько необходимо для глубокого изучения студентами наиболее важных направлений ИИ, учитывая специализацию и научный потенциал кафедры, т.е. использовать междисциплинарный подход.

Выпускники, овладевшие методами ИИ, будут уникальными специалистами, спрос на которых на современном рынке высоких информационных технологий многократно превысит спрос на «обычных» программистов.

Также очевидно, что для выполнения поставленных Президентом РФ задач в области ИИ, необходимо на кафедре по - новому подходить к вопросам повышения квалификации преподавателей, технического оснащения специализированных лабораторий и издания учебной-методической литературы по ИИ.

Литература

1. Искусственный интеллект (мировой рынок). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Искусственный интеллект \(мировой рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Искусственный интеллект (мировой рынок)) (дата обращения 10.01.2023).

2. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в РФ. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003> (дата обращения 10.01.2023).

3. Стенограмма конференции по искусственному интеллекту 24 ноября 2022 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://prezident.org/tekst/stenogramma-konferencii-po-iskusstvennomu-intellektu-24-11-2022.html> (дата обращения 02.12.2022).

4. Фельдман, Л. П. Пакет программ для решения краевых задач математической физики [Текст] / Л.П. Фельдман, О. И.Федяев, Н. В. Ковалёва // Методы и средства решения краевых задач : тезисы всесоюзного научно-технического семинара. – Москва-Казань, 1984.

5. Радзищевский, А. О процессе подготовки IT-специалистов в ВУЗах. Взгляд работодателя, подсмотренный изнутри [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/582696> (дата обращения 20.12.2022).





О.И. Федяев, А.Д. Балабан

**СМЫСЛОВОЙ АНАЛИЗ ТЕКСТОВ РЕЗЮМЕ
ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ НАВЫКОВ
КАНДИДАТОВ ТРЕБОВАНИЯМ РАБОТОДАТЕЛЯ**

*ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк, ДНР, Россия
olegfyayev@yahoo.com*

В активно развивающихся компаниях всегда существует потребность в квалифицированных сотрудниках. Однако подбор подходящих кандидатов среди выпускников вузов может занимать значительное количество времени и ресурсов. Для облегчения этого процесса создаётся агентно-ориентированная система, во-первых, для оценивания (прогнозирования) методами моделирования уровня профессиональной подготовки студентов по критерию, определяемому работодателем, и, во-вторых, для определения востребованности на рынке труда выпускников конкретного вуза [1]. Программному агенту этой системы, имитирующему роль менеджера по найму, вменяется в обязанность, не только проверка профессиональной компетентности студента-выпускника, но и оценка его резюме. А это задача компьютерной лингвистики, занимающейся компьютерной обработкой естественных языков (Natural Language Processing- NLP) методами машинного обучения.

Поэтому в данной работе ставится задача разработать алгоритмы машинного обучения и оценить их эффективность

на задаче смыслового анализа текста резюме соискателя. Естественно, оценка резюме не ограничивается только проверкой орфографии, а должна использовать новые технологии искусственного интеллекта (ИИ) для анализа естественного русского языка на предмет наличия у соискателя необходимых профессиональных навыков, умений, уровня образования, опыта работы, названия должности и других важных аспектов, на которые обращают внимание рекрутеры и менеджеры по найму.

В настоящее время создано много сервисов для проверки резюме кандидатов с использованием ИИ, в частности с помощью нейронных сетей. Одним из первых на российском рынке систем отслеживания заявителей (ATS) был сервис GoRecruit [2]. Это самостоятельный сайт с платными услугами по оценке рейтинга кандидата с помощью нейросетевого анализа его резюме. Бесплатные услуги с интеллектуальным анализом резюме оказывает отечественное приложение CheckCV. Но этот сервис создан недавно и работает пока с англоязычными текстами [3]. Создание и оценка резюме с помощью современного чат-бота GPT4 реализована на сайте Resumecheck [4]. Характеристика 12 лучших иностранных сервисов для создания и проверки резюме приводится в обзоре [5], в [6] описаны топовые инструменты на основе ИИ. Одной из самых продвинутых и популярных бесплатных систем, основанной на ИИ, является Resume Worded [7].

Анализ показывает, что созданные на основе ИИ системы оценки резюме представляют собой самостоятельные web-приложения, каждое из которых не может использоваться как компонент в вышеупомянутой системе моделирования трудоустройства студентов [1]. В этой связи в данной работе рассматривается разработка и исследование самостоятельных алгоритмов и программных средств, которые могут с ней интегрироваться.

Функциональная схема системы моделирования оценки качества резюме. Объектом разработки и исследований является система интеллектуального анализа неструктурированного текста и классификации результатов анализа на примере резюме выпускника вуза. Система должна быть удобной платформой для выбора и подключения различных языковых моделей на основе нейронных сетей, их обучения разными стратегиями. Она должна предоставлять возможность загружать и аннотировать многочисленные тексты требуемых фирмой компетенций и тексты резюме претендентов на вакантные должности. Функциональная схема такой системы представлена на рис.1.

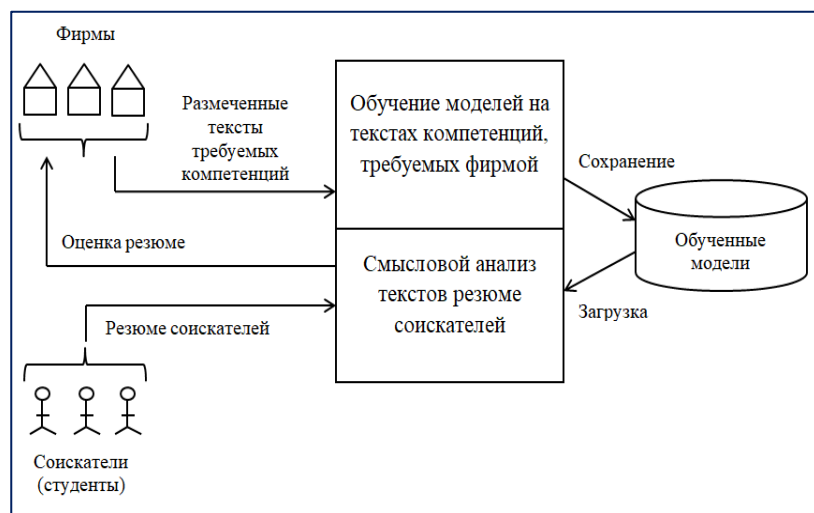


Рисунок 1 – Функциональная схема системы для оценки соответствия навыков кандидата требованиям работодателя

Данная концепция системы позволяет обучать выбираемые языковые модели на размеченных текстах требуемых фирмой компетенций, сохранять их, вводить тексты резюме соискателей и проводить смысловой анализ резюме на соответствие кандидата конкретным требованиям фирмы.

Выбор языковой модели на основе метрик обучения. Для эффективного решения задачи классификации резюме были рассмотрены несколько популярных нейросетевых моделей с сайта Hugging Face, которые основаны на предобученных языковых моделях [8]. Критерии выбора моделей включали в себя следующие аспекты: языковая поддержка, размер модели, предварительное обучение модели. Языковый аспект учитывал возможность модели работать с множеством языков. Размер модели влияет на требуемые вычислительные ресурсы и скорость работы модели, а размер обучающих корпусов текстовых данных определяет способность нейросети к обобщению при обработке естественного языка. На основе этих критериев были выбраны следующие 6 моделей для сравнения: rubert-tiny; rubert-tiny2; distilbert-base-multilingual-cased; bert-base-multilingual-cased; DeepPavlov/rubert-base-cased; xlm-roberta-base.

Для оценки качества моделей и сравнения их производительности были использованы следующие метрики: loss, ROC AUC, F1. Тестовое обучающее множество текстовых данных содержало 100 записей, из которых 15 имели метку 1 (хорошие резюме), а остальные 85 имели метку 0 (плохие резюме). Итоговые результаты приведены в таблице 1.

Для поставленной задачи по критериям рассмотренных метрик лучше всего подходят модели "xlm-roberta-base" и "rubert-tiny2". При выборе модели учитывался баланс между временем обучения и потреблением памяти. Также исследовалась зависимость качества нейромодели от размера обучающего набора данных. Наилучшее сочетание качества и затрат ресурсов показали следующие две модели: "xlm-roberta-base" и "rubert-tiny2". Предпочтение было отдано первой модели, т. к. она показывает лучшее качество, свидетельствующее о высокой точности и её способности обобщать информацию, что важно для хорошей классификации.

Таблица 1 – Метрики на тестовой выборке

Модель	Loss	ROC AUC	F1
rubert-tiny	0.596	0.743	0.558
rubert-tiny2	0.269	0.964	0.859
distilbert-base-multilingual-cased	0.571	0.749	0.602
bert-base-multilingual-cased	0.575	0.767	0.583
DeepPavlov/rubert-base-cased	0.481	0.801	0.591
xlm-roberta-base	0.071	0.995	0.979

При реализации системы использовался набор технологий для обеспечения эффективного и точного анализа резюме с использованием методов обработки естественного языка и машинного обучения [10]. Применяемые технологии: язык программирования Python, библиотеки PyTorch, Transformers, scikit-learn, TensorBoard и pandas.

В качестве меры расхождения между предсказаниями модели и фактическими значениями использовалась функция потерь CrossEntropyLoss, которая вместе с функцией активации Softmax преобразует выходы модели в вероятностное распределение по классам. Это позволяет модели учиться предсказывать вероятности классов, а не только принимать решение о наиболее вероятном классе.

Веб-сервер предоставляет меню для загрузки и разметки резюме (рис. 2), обучения модели, а также классификации резюме.

Оценка соответствия навыков кандидатов требованиям работодателя. В экспериментах участвовали три различных компаний с разными требованиями к вакансиям: компания А, ищущая frontend-разработчика; компания В, ищущая Java-разработчика; компания С, ищущая Data Scientist'а. Каждая компания подготовила и разметила тексты требований к профессиональным компетенциям с учётом направления её деятельности. На подготовленных датасетах требований фирм обучили три языковые модели.

Разметка текстов

Плохое резюме 0.txt

Пол, возраст: Мужчина , 39 лет , родился 27 ноября 1979
 Желаемая ЗП: 29000 руб.
 Ищет работу на должность: Системный администратор
 Город, переезд, командировки: Советск (Калининградская область) , не готов к переезду , не готов к командировкам
 Занятость: частичная занятость, проектная работа, полная занятость
 График: гибкий график, полный день, сменный график, вахтовый метод, удаленная работа
 Опыт работы: Опыт работы 16 лет 10 месяцев Август 2010 — по настоящее время 8 лет 10 месяцев МАОУ "СОШ № 1 г.Немана" Системный администратор Обслуживание ПК, установка ПО, ремонт, периферийной техники, Интернет локальная сеть. Ведение Электронного журнала, сайта организации. Август 2002 — Август 2010 8 лет 1 месяц ТС "ВЕСТЕР-ИНФО" Старший продавец, директор отдела Продажи компьютерной техники
 Последнее/нынешнее место работы: МАОУ "СОШ № 1 г.Немана"

◀
✓
✗
▶

Рисунок 2 – Разметка резюме

Потом были сформированы три резюме, каждое из которых соответствовало одной из вакансий в компаниях А, В и С. Далее каждое резюме стало объектом для смыслового анализа соответствующей моделью фирмы, которая фактически имитировала роль менеджера по отбору кадров. В результате проведения трёх серий экспериментов (каждой компании были представлены все три резюме) получены 9 оценок вероятностей о соответствии резюме соискателя требованию фирмы.

Значения вероятностей о соответствии резюме соискателя требованию фирмы представлены в виде столбчатой диаграммы на рис. 3.

При классификации тестов резюме соискателей обученные модели фирм правильно отдали предпочтение тем кандидатам, которые владеют IT-технологиями, отвечающими профилю фирмы. Например, обученная модель компании А, которой требуется frontend-разработчик, правильно выбрала соискателя с навыками языков HTML, JavaScript (вероятность 0,885).

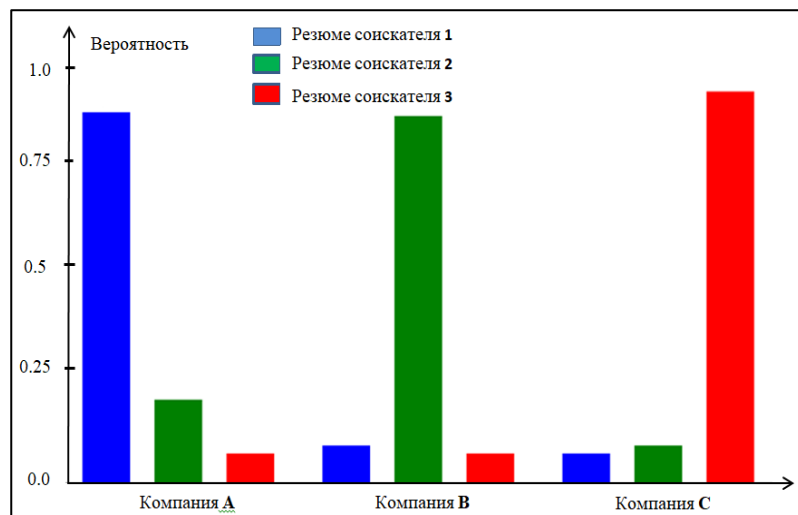


Рисунок 3 – Диаграмма распределения уровня соответствия резюме соискателей требованиям фирм

Заключение. В работы проведен анализ существующих систем оценки текста резюме. Анализ показал, что созданные на основе ИИ коммерческие системы представляют собой закрытые web-приложения, каждое из которых не может использоваться как компонент в создаваемую систему моделирования трудоустройства студентов.

Предложена функциональная схема системы, предназначенной для удобного проведения различных экспериментов, связанных с выбором и подключением различных языковых моделей на основе нейронных сетей и с их обучением.

Выбор базовой языковой модели для качественного решения задачи классификации осуществлён с помощью метрик loss, ROC AUC, F1. При окончательном выборе модели также учитывался баланс между временем обучения и потреблением памяти.

Описанная концепция смыслового анализа резюме реализована в виде программной системы с использованием

современных технологий. Предложенный web интерфейс позволяет пользователям обучать нейронную сеть на основе собственных предпочтений и требований к кандидатам. Система обрабатывает загруженные резюме, анализирует их содержание и получает оценки соответствия кандидатов по их резюме к заявленным требованиям на основе заранее обученных моделей.

Результаты экспериментов показали, что обученные модели демонстрирует хорошую точность при классификации резюме в соответствии с требованиями различных компаний.

Литература

1. Медгаус, С.В. Мультиагентный подход к задаче коллективного выбора компромиссного варианта распределения студентов на фирмы [Текст] / С. В. Медгаус, О. И. Федяев // Шестнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2018. Труды конференции : в 2-х т. Т. 1. – М. : РКП, 2018. – С. 124–131.

2. GoRecruit – Сервис проверки кандидатов по резюме для HR [Электронный ресурс] // GoRecruit. – Режим доступа: <https://gorecruit.ru/resume> (дата обращения: 15.04.2024).

3. CheckCV – Сервис оценки резюме на основе AI [Электронный ресурс] // CheckCV. – Режим доступа: <https://vc.ru/tribuna/360229-checkcv-servis-ocenki-rezyume-na-osnove-ai?ysclid=lom0d2lhqg357700128> (дата обращения: 17.04.2024).

4. Проверка и составление резюме с помощью искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // resumecheck.net. – Режим доступа: <https://resumecheck.net/> (дата обращения: 25.04.2024).

5. 12 лучших программ для проверки резюме для выявления лучших талантов [Электронный ресурс] // Squeeze Growth. – Режим доступа: <https://squeezegrowth.com/ru/best-resume-scanning-software/?ysclid=lom1fq13m2463993000> (дата обращения: 15.05.2024).

6. Топ-4 инструмента оценки резюме с помощью искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // Кадровое агентство IT and Digital. – Режим доступа: <https://itanddigital.ru/>

bloghrconsulting/tpost/11dxm1f8n1-top-4-instrumenta-otsenki-rezyume-s-pomo?ysclid=lom20syeks141729353 (дата обращения: 15.02.2024).

7. Оцените мое резюме – бесплатная проверка резюме [Электронный ресурс] // Resume Worded. – Режим доступа: <https://resumeworded.com/score> (дата обращения: 22.02.2024).

8. The AI community building the future. [Электронный ресурс] // Hugging Face. – Режим доступа: <https://huggingface.co/> (дата обращения: 24.01.2024).

9. Использование TensorBoard для визуализации [Электронный ресурс] // Resume Worded. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/cognitive-toolkit/using-tensorboard-for-visualization> (дата обращения: 15.04.2024).

10. Хобсон, Лейн. Обработка естественного языка в действии [Текст] / Хобсон Лейн, Ханнес Хапке, Коул Ховард. – СПб. : Питер, 2020. – 576 с.





Р.С. Хакимов, Я.С. Пикалёв

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА БИБЛИОТЕКИ GUI НА PYTHON С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта» г. Донецк
khakimov.ru@mail.ru
pikaliov.nlp@gmail.com*

Для оптимизации выбора при нахождении оптимального варианта были изобретены различные математические методы, которые позволяют найти наиболее правильное решение. Данная работа посвящена методу анализа иерархий (МАИ, англ. Hierarchy Analysis Method) [1] и его применению для выбора подходящей библиотеки графического интерфейса пользователя (Graphical User Interface, GUI) для разработки приложений на Python.

Существует множество библиотек на языке Python, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества. При этом выбор наиболее подходящей библиотеки может быть сложной задачей, учитывая наличие различных критериев и ограничений.

Целью данной работы является реализация метода оптимизации выбора библиотеки GUI на Python с использованием метода анализа иерархий. Будет рассмотрено, как МАИ может быть применен для формализации критериев выбора, сравнительного анализа библиотек и принятия решения о наиболее подходящей библиотеке для конкретного проекта.

Метод анализа иерархий – математический инструмент системного подхода к решению задач многокритериальной оптимизации, который был разработан Т. Саати в 1970 г. для анализа сложных проблем и получения их решения с учетом всей имеющейся качественной и количественной информации, факторов, влияющих на ее решение, способов достижения целей и возможных альтернативных решений

МАИ не предписывает лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

В МАИ рассматривается иерархия, состоящая из уровней критериев и альтернатив. На верхнем уровне располагаются цели принятия решений, которые декомпозируются на более низкие уровни критериев и альтернатив. Затем проводятся попарные сравнения для оценки важности критериев и альтернатив.

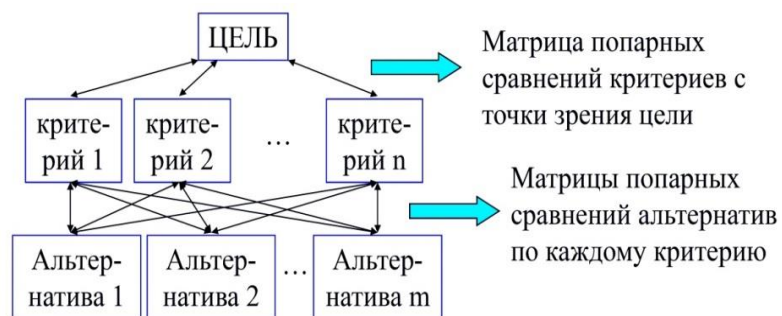


Рисунок 1 – Дерево критериев и альтернатив

Метод анализа иерархий осуществляется по следующим этапам:

- 1) формирование иерархии целей;
- 2) определение приоритетов;

- 3) расчет локальных векторов приоритетов;
- 4) проверка экспертных оценок на непротиворечивость (вычисление индекса согласованности);
- 5) расчет приоритетов целей и мероприятий для иерархии в целом на основе синтеза локальных приоритетов.

Что касается настоящего исследования, то для создания пользовательского интерфейса были рассмотрены следующие библиотеки: Kivy [2], TKinter [3], wxPython [4], DearPyGUI [5], PySimpleGUI [6], PySide [7]. С точки зрения МАИ, они будут являться альтернативами.

Для осуществления выбора был написан программный код в среде разработки PyCharm на языке Python 3.11. Пример результатов выполнения кода приведен на рисунке 2.

```
Коэффициент степени отклонения: 6.130256002276839
Индекс согласованности: 0.02605120045536786
Отношение согласованности: 0.021009032625296662
Матрица векторов приоритетов альтернатив для эксперта #1:
[[0.06417041 0.10077435 0.04262183 0.16023749 0.25206167 0.38013425]
 [0.10077435 0.04262183 0.06417041 0.16023749 0.25206167 0.38013425]
 [0.04254634 0.06416414 0.10093344 0.16022185 0.38009714 0.25203707]
 [0.10077435 0.04262183 0.06417041 0.25206167 0.16023749 0.38013425]
 [0.06417041 0.10077435 0.04262183 0.25206167 0.16023749 0.38013425]
 [0.25170347 0.06418664 0.10096883 0.04263261 0.16027803 0.38023041]]
```

Рисунок 2 – Пример результатов выполнения кода на Python 3.11 в среде PyCharm

В качестве критериев оценки были выбраны следующие параметры: удобство, функциональность, скорость создания, современный дизайн виджетов, ресурсоемкость, кроссплатформенность.

Матрица сравнения критериев, созданная с помощью библиотеки Pandas на Python, согласно МАИ представлена на рис. 3.

	Удобство	Функциональность	Скорость создания	Современный дизайн виджетов	Ресурсоемкость	Кроссплатформенность
Удобство	1,0	1/4	1/2	2,0	1/3	3,0
Функциональность	4,0	1,0	3,0	5,0	2,0	6,0
Скорость создания	2,0	1/3	1,0	3,0	1/2	4,0
Современный дизайн виджетов	1/2	1/5	1/3	1,0	1/4	2,0
Ресурсоемкость	3,0	1/2	2,0	4,0	1,0	5,0
Кроссплатформенность	1/3	1/6	1/4	1/2	1/5	1,0

Рисунок 3 – Матрица сравнения критериев для выбора GUI

Согласно МАИ, подобные матрицы сравнения выполняются для альтернатив по каждому критерию.

После составления матриц приоритетов проводится расчет локальных векторов и проверка оценок на противоречивость (вычисление индекса согласованности, ИС). Проверка рассогласованности позволяет выявить ошибки, которые мог допустить эксперт при заполнении матрицы парных сравнений.

$$\text{ИС} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (1)$$

где n – размерность матрицы, а $\lambda_{\max}$ вычисляется следующим образом:

- суммируется каждый столбец матрицы парных сравнений;
- сумма первого столбца умножается на первую компоненту локального вектора приоритетов, сумма второго столбца на вторую компоненту и т. д.;
- полученные произведения суммируются.

Если разделить ИС на число, соответствующее случайной согласованности (СС) матрицы того же порядка, получим отношение согласованности (ОС). Величина ОС должна быть порядка 10% или менее, чтобы быть приемлемой.

$$\text{ОС} = \text{ИС} / \text{СС} \quad (2)$$

Значения случайной согласованности (СС):

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,5 8	0, 9	1,1 2	1,2 4	1,3 2	1,4 1	1,4 5	1,4 9

Если такие отклонения превышают установленные пределы, то следует перепроверить их в матрице. В данной работе оценка согласованности показала, что рейтинг приоритетов установлен корректно.

После выполнения оставшихся расчетов результат МАИ показал, что согласно значению максимальной оценки: 0,36, оптимальной библиотекой является: PySide, что говорит о том, что использование рассматриваемого метода позволяет систематизировать критерии выбора, оценить их важность и принять обоснованное решение о наиболее подходящей библиотеке для конкретного проекта.

Литература

1. Саати, Т. Л. Принятие решений : Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 314 с.
2. Kivy : official site [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://kivy.org/> (дата обращения: 04.04.2024).
3. Tkinter : official site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html> (дата обращения: 04.04.2024).
4. wxPython : official site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wxpython.org> (дата обращения: 05.04.2024).
5. DearPyGUI : official site [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dearpygui.readthedocs.io/en/latest/index.html#> (дата обращения: 05.04.2024).
6. PySimpleGUI : official site. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pysimplegui.com> (дата обращения: 06.04.2024).
7. PySide : official site. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pyside.github.io> (дата обращения: 06.04.2024).



*Р.С. Хакимов, О.Л. Нижникова,
А.Г. Полоус, М.В. Близно*

АНАЛИЗ СИСТЕМ АННОТИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
khakimov.ru@mail.ru*

Цифровизация способствует росту спроса на модели глубокого обучения и способность машин распознавать и классифицировать объекты. Аннотирование изображений является ключевой задачей при создании моделей и обучении нейронных сетей.

Более того, использование методов аннотирования изображений может принести пользу различным отраслям, где используется машинное обучение, таким как здравоохранение и электронная коммерция. Эти методы позволяют повысить точность и эффективность, решая задачи идентификации, сегментации и классификации объектов.

В данной работе формализован процесс аннотации данных, а также рассмотрены программные средства для аннотирования изображений такие как Label Studio Enterprise [1], LabelImg [2], CVAT [3] и многие другие.

Цель исследования – провести анализ программ для аннотирования изображений, выделить их функциональные возможности, преимущества и недостатки, которые следует учитывать при создании собственного аннотатора.

Для проведения анализа отобраны двадцать программных средств для аннотирования данных, разработанных за последние пять лет.

Разметка данных (также известная как аннотирование данных) представляет собой процесс добавления тегов в исходные данные для демонстрации модели машинного

обучения целевых атрибутов (ответы), которые она должна прогнозировать. Метки или теги являются описательными элементами, которые сообщают модели о том, чем является каждый элемент данных, позволяя ей обучаться на примерах.

Таким образом, в размеченных данных выделяются особенности (характеристики) данных, которые помогают модели анализировать информацию и выявлять закономерности в данных, чтобы делать точные прогнозы для новых, относительно близких входящих данных. Ошибки разметки также усваиваются моделью, так как аннотирование устанавливает стандарты, которым она должна соответствовать.

Процесс аннотации данных можно выразить с помощью формул, охватывающих этапы предобработки, аннотирования, проверки качества и корректировки. Рассмотрим каждый из этих этапов последовательно.

1. Предобработка данных:

$$D' = P(D)$$

где P – функции предобработки;

D – множество исходных данных:

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\},$$

где d_i – отдельный объект данных.

2. Аннотация данных:

$$a_i = H(d_i) \text{ для всех } d_i \in D'$$

где H – функция аннотирования;

a_i – аннотация для объекта d_i .

Множество аннотаций A получается следующим образом:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_N\} = \{H(d_1), H(d_2), \dots, H(d_N)\}$$

3. Проверка качества аннотаций:

$$q_i = Q(d_i, a_i) \text{ для всех } (d_i, a_i) \in (D', A)$$

где Q – функция проверки качества

q_i – мера качества аннотации a_i .

Множество оценок качества Q_i выглядит так:

$$Q_i = \{q_1, q_2, \dots, q_N\} = \{Q(d_1, a_1), Q(d_2, a_2), \dots, Q(d_N, a_N)\}$$

4. Корректировка аннотаций:

$a'_i = C(d_i, a_i)$ если q_i не удовлетворяет требованиям

где C – функция корректировки.

Множество скорректированных аннотаций A' определяется следующим образом:

$$A' = \{a'_i | a'_i = C(d_i, a_i)$$

для всех i , где q_i не удовлетворяет требованиям}

Классификация систем аннотирования:

Система аннотирования, называемая также инструментом аннотации или «аннотатором», представляет собой систему, позволяющую пользователям комментировать различные типы электронных ресурсов с помощью аннотаций разного типа.

Существующие аннотаторы можно классифицировать, исходя из пяти общих критериев:

- тип аннотации:

- вычислительная аннотация (метаданные). Аннотацию можно рассматривать как метаданные, то есть дополнительные данные, которые относятся к существующему контенту и уточняют его свойства и семантику.

- когнитивная аннотация (трек чтения): это аннотация, которая обрабатывается и манипулируется людьми. Эта категория аннотаций требует когнитивных и интеллектуальных усилий для интерпретации;

- категория системы аннотаций (приложение / вебсайт);

- вид аннотативной деятельности (ручной / полуавтоматический / автоматический);
- аннотированный тип ресурса (текст / веб-страница / видео / аудио / изображение / база данных / веб-сервис / документ / HTML / PDF)
- область применения (семантическая сеть / социальные сети / цифровая библиотека / обучение / базы данных / компьютерная лингвистика / биоинформатика).

В данном исследовании рассмотрены системы аннотирования когнитивного типа с различными категориями и видами аннотирования для ресурсов вида изображение, работающие с различными форматами изображений для обучения.

В результате изучения систем аннотаций можно выделить стандартные элементы их интерфейса и возможности рассмотренных систем.

Интерфейс систем аннотирования содержит следующие **стандартные элементы**:

- поле с инструментами;
- поле для управление метаданными (переключение между объектами и возможно аугментация);
- поле для отображения размеченных классов;
- рабочая область;

Все рассмотренные аннотаторы обладают следующим **стандартным функционалом**:

- создание аккаунта, настройка прав пользователей (чтение, аннотация и др.);
- создание / удаление проекта (название проекта, загрузка данных и прочее), а также его редактирование;
- панель переключения между классами и просмотра/изменения их свойств (возможность быстрого создания классов и выбора цвета рамки);
- несколько из инструментов аннотирования: блоки, линии (полилинии), многоугольники/полигоны, точки;

- панель с аннотируемым изображением (рабочая область);

- ключевые точки на рамке блоков, концах линий;
- динамическое редактирование класса;
- наличие масштабирования изображения;
- наличие ленты изображений в выбранном каталоге.

В ходе анализа выявлены следующие преимущества и ограничения рассмотренных аннотаторов.

Преимущества:

- умная разметка, автоматическая разметка с помощью ИИ (предобученная модель, разметка с описанием объекта, сегментированная разметка);

- разнообразие видов инструментов аннотирования;
- редактирование исходного изображения (контраст яркость);

- поддержка популярных форматов разметки;
- анализ датасета, введение статистики метаданных в проекте;

- многопользовательская работа, структура ролей пользователей для улучшения процесса работы;

- менеджмент проектов, возможность распределять задачи в проекте и отслеживать их выполнение и корректность;

- поле для взаимодействия с проектом;
- полнота документации и активное сообщество.

Недостатки:

- сложность в настройке работы программ – большинство из них имеют большой набор предустановок, что может вызвать затруднение у пользователей;

- отсутствие гарантии конфиденциальности при работе с веб-сервисами – большинство программ используют веб-версию, что не исключает сбора конфиденциальной информации при работе;

– стоимость – многие системы имеют довольно высокую стоимость, что исключает их применение в небольших компаниях или учебных заведениях, а значит и ограничивает их возможности в проведении исследований и разработке приложений на основе машинного обучения.

По результатам проведенного анализа будет разработана архитектура собственной системы аннотирования изображений, которая учитывает преимущества и особенности рассмотренных программ и исключает их недостатки.

Выполненный анализ современных систем аннотирования позволил сформулировать основные требования к функциональным возможностям разрабатываемого аннотатора. Помимо стандартного функционала в разрабатываемой системе аннотирования необходимо реализовать следующее:

- разнообразие видов инструментов аннотирования;
- поддержка популярных форматов разметки;
- анализ датасета, введение статистики метаданных.

Литература

1. Label Studio Enterprise [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://labelstud.io/> (дата обращения: 21.03.2024).
2. LabelImg [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/HumanSignal/labelImg> (дата обращения: 28.03.2024).
3. CVAT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/cvat-ai/cvat> (дата обращения: 29.02.2024).
4. Акимов, А. А. Предварительная обработка данных для машинного обучения [Текст] / А. А. Акимов, Д. Р. Валитов, А. И. Кубряк // Научное обозрение. Технические науки. – 2022. – № 2. – С. 26–31.
5. Шляпников, В. М. Разработка прототипа системы аннотирования изображений для моделей компьютерного зрения [Текст] / В. М. Шляпников // Научные междисциплинарные исследования. – 2020. – № 8-1. – С. 107–114.



В.В. Фролов

**АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДЕОКАМЕР
ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ
И ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ БЕСПИЛОТНЫМИ
АВИАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ**

*ФГБНУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк
vvfrolov57@gmail.com*

Для решения практически всех задач, связанных с обнаружением, анализом и распознаванием (детекцией) объекта на местности с помощью летательного аппарата (БПЛА) требуется довольно обширная начальная информация. Интеллектуальные системы обработки изображения дадут высокую достоверность распознавания объекта лишь при наличии большого количества анализируемых параметров. Получение этих параметров с максимально возможной точностью предъявляет к видеокамере, установленной на БПЛА ряд особых требований (2).

Остановимся коротко на основных:

1. Наиболее важными факторами, которые следует учитывать при выборе видеокамеры для БПЛА, является разрешение камеры и размер сенсора. Чем выше разрешение камеры, тем больше информации будет предоставлено для обнаружения.

Видеокамера должна иметь возможность оперативно переходить с режимов видео на фото и обеспечивать в режиме видео 4K с разрешением не менее 3500×2100 точек при 30 кадрах в секунду и в режиме фото не менее 4800×3500 точек (порядка 20 Мр).

Что же касается размера сенсора (матрицы), то чувствительность элемента матрицы $1/3$ дюйма относится к чувствительности элемента матрицы $4/3$ дюйма как $1/16$. Следовательно, в условиях низкой освещённости матрица $4/3$ имеет очевидное преимущество.

2. Фотосъемка должна осуществляться в формате RAW. Этот формат предпочтительнее формата JPEG, поскольку файл в этом формате представляет собой полную информацию с матрицы и имеет, как правило 14-разрядные данные о цветности элемента (вместо 8-разрядных в формате JPEG). Применить на БПЛА зеркальную оптику с большой апертурой не представляется возможным. Следовательно, реальным способом получения максимального количества информации является запись её напрямую из матрицы, хотя при этом требуется больший объем хранилища для данных.

3. Очень важным параметром является наличие трёх-осевого стабилизатора. (3). Это позволяет снизить требования к БПЛА в части «зависания». В условиях низкой освещённости требуются большие времена накопления (более длительная экспозиция) и без стабилизатора снимок в большинстве случаев окажется размытым.

4. Для оперативного реагирования на ситуацию также предъявляются высокие требования к каналу передачи данных. Маловероятно в настоящее время использование на борту БПЛА полного цикла обработки, поэтому требования к каналу передачи данных являются актуальными. Основа требований – качество видеoinформации. Оно характеризуется количеством пикселей в кадре изображения, частотой кадров, форматом кадра (соотношением сторон), степенью сжатия изображения, вероятностью появления ошибочных пикселей в кадре, типом изображений и их содержанием. Для снижения необходимой скорости передачи данных в режиме воздушной разведки может использоваться покадровая передача фотоснимков вместо потоко-

вого видео, однако при этом необходима дополнительная идентификация целей, особенно движущихся или маневрирующих. Кроме того, задача идентификации усложняется колебаниями платформы БПЛА. Переход к видеоданным позволяет упростить идентификацию движущихся целей, поэтому передача цифровых видеопотоков стала стандартным требованием к бортовым видеокамерам современных БПЛА. Как приводится в [1] частота кадров в секунду для канала передачи данных должна быть не менее 50...60 кадров в секунду.

С учётом вышесказанного приведу примеры нескольких промышленных профессиональных видеокамер, так или иначе удовлетворивших бы задачу построения интеллектуальной системы обнаружения и оценки объектов с помощью БПЛА.



Рисунок 1 – 4K камера DJI Phantom 3 Professional

Её основные параметры:

Фото 12 Мп (общие 12,76, эф. 12,4);

Разрешение видео 4000x3000; Датчик Sony Exmor 1/2.3";

Объектив FOV 94° 20мм, f/2.8; ISO: 100-3200, 100-1600;

Выдержка 8 с – 1/8000 с;
Пять режимов съемок (замедленная, покадровая, сериями, брекетинг с шагами, автобрекетинг);
Три типа записи: UHD, FHD, HD.
Подходят карты Micro SD (до 64 GB, класс 10, UHS-1).
Читает форматы FAT32/exFAT, фото (JPEG, DNG), видео (MP4, MOV (MPEG-4 AVC/H.264)).



Рисунок 2 – DJI Камера с подвесом для DJI FPV

Её основные параметры:
Две линзы, разрешение видео 4K, частотой кадров 30 FPS;
Горизонтальное разрешение 1200 TV; Линзы F2.8 12Мп;
Управление через приложение «Caddx FPV APP» (просмотр, формат, стабилизация, режимы, время);
Угол обзора 150° (верхняя), 165° (нижняя);
Формат картинки 16:9 (первая), 4:3 (вторая);
Два типа видео: цифровое (верхняя), аналоговое FPV (нижняя).
3.Безусловным лидером может быть камера с подвесом DJI Zenmuse X5



Рисунок 3 – Камера с подвесом DJI Zenmuse X5
(объектив DJI MFT 15mm) по данным <http://www.rcteam.ru/>

Подвес: Модель Zenmuse, X5 Zenmuse X5R

Угловая вибрация $\pm 0.02^\circ \pm 0.02^\circ$

Крепление Съёмное .

Контролируемый диапазон Наклон: $-90^\circ \dots +30^\circ$

Панорамирование: $\pm 320^\circ$

Макс. скорость Наклон: $120^\circ/\text{s}$

Панорамирование: $180^\circ/\text{s}$

В этой видеокамере реализованы практически все требования, изложенные в настоящей публикации.

Это камеры для, матрицы которых имеют. Светочувствительность в диапазоне ISO 100-25 600. Обе камеры могут делать снимки с разрешением 16 Мп, а также записывать видеоролики в разрешении 4096x2160 пикселей при 24 кадрах в секунду или в разрешении 3840x2160 пикселей при 30/25 кадрах в секунду. Обе модели записывают видео в формате RAW.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики

Характеристики	Zenmuse X5	Zenmuse X5R
Размеры	120мм (Ш) × 135мм (В) × 140мм (Д)	136мм (Ш) × 125мм (В) × 131мм (Д)
Вес (стандартный объектив, балансирующее кольцо, бленда, Micro SD карта)	526 грамм	583 грамм
Статическая мощность	8Вт	9.5Вт
Пиковая мощность	13Вт	25Вт
Рабочая температура	0° ~ 40° C	0° ~ 40° C
Камера Оптика	Сменные объективы	Сменные объективы
Поддерживаемые объективы DJI MFT 15mm f/1.7 ASPH	Panasonic Lumix 15mm f/1.7 Olympus M. ED 12mm f/2.0 Olympus M.Zuiko 17mm f/1.8 DJI MFT 15mm f/1.7 ASPH	Panasonic Lumix 15mm f/1.7 Olympus M. ED 12mm f/2.0 Olympus M.Zuiko 17mm f/1.8
Сенсор	4/3-дюйма CMOS	4/3-дюйма CMOS
Эффективных пикселей	16М	16М
Макс. разрешение	4608x3456	4608x3456
Диапазон ISO	100~25600	100~25600
Выдержка	8 ~ 1/8000 сек	8 ~ 1/8000 сек
Поле зрения	15мм/ f1.7 : 72° 12мм/ f2.0 : 84°	15мм/ f1.7 : 72° 12мм/ f2.0 : 84°
Режимы съемки	Покадровый Серийный: 3/5/7 кадров Автоматический брекетинг экспозиции: 3/5 с шагом 0.7EV Интервальная съемка 3/5/7/10/20/30/60 сек	Покадровый Серийный: 3/5/7 кадр Автоматический брекетинг экспозиции: 3/5 с шагом 0.7EV Интервальная съемка 3/5/7/10/20/30/60 сек
Разрешение Видео	UHD: 4096×2160 (24/25p); 3840×2160 (25/30p); FHD: 1920×1080 (24/25/30/48/50/60p)	UHD: 4096×2160 (24/25p); 3840×2160 (25/30p); FHD: 1920×1080 (24/25/30/48/50/60p)
Макс. Битрейт Видео	60Mbps 2.4Gbps (Средняя: 1.7 Gbps)	60Mbps 2.4Gbps (Средняя: 1.7 Gbps)
Поддерживаемые форматы файлов	FAT32/ exFAT	FAT32/ exFAT
Фото	JPEG, DNG	JPEG, DNG
Видео	MP4, MOV (MPEG-4/AVC/H.264F)	MP4, MOV (MPEG-4/AVC/H.264F)

Таким образом, выбирая оптимальную видеокамеру можно создать цифровой поток, позволяющий реализовать методами интеллектуальной обработки обнаружение объектов на местности в условиях быстроизменяющейся обстановки.

Литература

1. Слюсар. В.Н. ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. – 2010, №3, с. 80-86.
2. Зуев В.М. Сравнение обнаружения классическим способом / В. М. Зуев // Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение : Материалы Донецкого международного научного круглого стола, Донецк, 24 мая 2023 года. – Донецк: ФГБНУ Институт проблем искусственного интеллекта, 2023. – С. 70-79. –
3. DOI 10.34757/dntsk.AI.2023.30.008
4. Скидан, Д. Е. Системы видеосопровождения для беспилотного летательного аппарата / Д. Е. Скидан. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 22 (102). — С. 187-191.

Фото	FAT32 / exFAT: JPEG, DNG	FAT32 / exFAT: JPEG, DNG
------	-----------------------------	-----------------------------





С.Е. Шамин

**ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
В РСЧС С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*Всероссийский научно-исследовательский институт по
проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций
МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий),
г. Москва, Россия
Sergej-911@yandex.ru*

Технологическое развитие страны является одним из ключевых факторов высокого риска возникновения чрезвычайных ситуаций. Статистика показывает, что уровень опасности для жизнедеятельности человека с каждым годом увеличивается. Чрезвычайные ситуации становятся более масштабными, возрастают материальный ущерб, нарушения в инфраструктуре, наносится непоправимый вред окружающей среде. Аварии приобретают характер катастроф и приводят к необратимым трагическим последствиям. Часто чрезвычайные ситуации усугубляются в связи с недостаточностью необходимой информации, невозможностью вовремя ликвидировать их.

Исходя из реалий, наиболее актуальным вопросом работы единой государственной системы является предупреждение чрезвычайных ситуаций, переход от оперативного реагирования к управлению рисками, профилактике и предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Активное применение современных подходов к прогнозированию рисков и совершенствованию возможностей

системы предупреждения, позволяет повысить эффективность управленческих процессов, в рамках предупреждения чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий, а также минимизировать возможный ущерб от чрезвычайных ситуаций.

Обладая прогнозом, информацией из ведомственных баз данных и моделями развития обстановки, можно заблаговременно реагировать на возможные чрезвычайные ситуации. Работа «на опережение» из года в год позволяет в финансовом плане ограничиться затратами муниципальных образований на превентивные мероприятия и избежать ущерба населению.

Принятие оперативных управленческих решений в ЧС — это процесс выбора оптимального алгоритма действий среди множества возможных альтернатив для достижения поставленной цели.

Оперативное управление в ЧС включает в себя такие процессы как прогнозирование, мониторинг, планирование, раннее предупреждение, сбор информации и ее передача реагирующим подразделениям, а также координацию действий для эффективного управления в случае ЧС.

В рамках реализации национальных целей развития страны одним из приоритетных направлений определена цифровизация деятельности органов управления РСЧС. Одной из основных задач МЧС России является осуществление управления в области защиты населения и территорий от ЧС, в части управления деятельностью федеральных органов исполнительной власти в рамках РСЧС, в том числе, информационное обеспечение и развитие систем управления РСЧС, как части системы государственного управления, с использованием инновационных технологий и цифровизации процессов поддержки принятия решения при предупреждении и ликвидации последствий ЧС.

В этих целях была создана государственная информационная система «Автоматизированная информационно-

управляющая система единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (далее – ГИС АИУС РСЧС, Система). Постановлением Правительства РФ № 57 от 24.01.2024 утверждено Положения о ГИС АИУС РСЧС, в соответствии с которым органы управления должны передавать в ГИС АИУС РСЧС информацию в области защиты населения и территорий. А результаты обработки этой информации, в том числе модели развития обстановки, необходимо использовать для принятия решений, направленных на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций. Согласно постановлению Правительства РФ срок ввода в эксплуатацию информационной системы определён не позднее 31 декабря 2024 года.

Систему информационного обмена образуют постоянно действующие органы управления РСЧС на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях. Организация информационного обмена в единой государственной системе предупреждения является одним из основных мероприятий, направленных на предупреждение и успешную ликвидацию ЧС, которое объединяет в одно информационное поле органы управления при использовании оперативной и плановой информации в целях предупреждения и ликвидации социально-значимых событий, происшествий, аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Формируется так называемая единая межведомственная цифровая платформа предупреждения ЧС, которая позволит перевести всю систему реагирования на предупреждение чрезвычайных ситуаций. Данная система предназначена для автоматизации процессов сбора и обмена информацией в цифровом формате с органами управления РСЧС, при этом сокращает время на обработку данных. Сведения формируются из различных источников, представленных на основании заключенных двухсторонних соглашений между участниками информационного обмена. Единое информационное пространство объединит ресурсы федеральных, региональных органов исполнительной власти

и органов местного самоуправления.

На федеральном уровне поступает и обрабатывается информация от федеральных органов исполнительной власти из их ведомственных систем. На муниципальном уровне сведения по характеристикам территорий, а также по планируемым силам и средствам для ликвидации ЧС заносят ЕДДС муниципальных образований. На региональном уровне информация должна поступать из региональных информационных систем, например, таких как Система 112, Безопасный город, так как участниками региональных систем являются силы территориальной подсистемы РСЧС. Тем самым цифровая платформа объединит информационные ресурсы РСЧС всех уровней.

Благодаря единому доступу органам управления к цифровой платформе, содержащей оперативные сведения можно организовать информационный обмен по всем имеющимся средствам связи от органов управления муниципальных образований до органов управления федеральных министерств. Поступающие сведения в целях прогнозирования и моделирования последствий ЧС обрабатываются с использованием технологий искусственного интеллекта. Результаты анализа больших данных смогут пользоваться все заинтересованные органы управления РСЧС, в том числе и муниципальные образования для предупреждения возможных рисков и угроз.

Сейчас уже создан и успешно используется в деятельности органов повседневного управления муниципального, регионального и федерального уровней сегмент АИУС РСЧС – информационная система «Атлас опасностей и рисков». Данная цифровая платформа содержит сведения от различных источников, на основе которых строятся прогнозные модели и формируются расчетные задачи, позволяет осуществлять мониторинг складывающейся обстановки на

территориях, представляет доступ к статистическим, оперативным и аналитическим данным.

На примере повседневной деятельности оперативной дежурной смены Главного управления МЧС России по Нижегородской области видим, что применяются 56 систем и 16 открытых интернет-ресурсов. Для обмена оперативной информацией между органами повседневного управления федерального и регионального уровней используются 9 автоматизированных модулей: «Происшествия «ЧС»», «Силы и средства МЧС России», «Происшествия на водных объектах», «Применение спасательных воинских формирований, поисково-спасательных формирований и аэромобильных группировок территориальных органов МЧС России», «Мероприятия по обезвреживанию, уничтожению взрывоопасных предметов подразделениями МЧС России», «Сведения о зимниках, ледовых переправах и местах массового выхода людей на лед», «Ежедневный оперативный прогноз», «ТВ сюжеты», «Бегущие строки на ТВ».

Следующим инструментом стал Личный кабинет ЕДДС АИУС РСЧС, который предназначен для доведения оперативной информации до всех органов повседневного управления и цифровизации их деятельности. Доступ к данному ресурсу также предоставляется для всех органов управления РСЧС. Дежурные службы всех муниципальных образований уже подключены к Личному кабинету, завершается работа по подключению органов управления функциональной и территориальной подсистем РСЧС.

Для прогнозирования и моделирования развития ЧС используются технологии искусственного интеллекта, что в последующем ускорит процесс предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации. Результатами анализа смогут пользоваться все заинтересованные органы управления РСЧС и муниципальные образования для предупреждения возможных рисков и угроз.

Первым внедряемым инструментом с применением

технологий искусственного интеллекта было мобильное приложение «Термические точки», которое стало платформой для визуального отображения данных об очагах горения, полученных с применением систем космического мониторинга МЧС России. Данный инструмент позволяет отслеживать температурные аномалии и выявлять очаги возгораний.

Применение всех этих технологий уже позволило значительно повысить эффективность реагирования и прогнозирования, а также снизить негативные последствия от ЧС.

Таким образом, информационное взаимодействие в цифровом формате должно реализоваться со всеми участниками информационного обмена на различных уровнях, что повысит оперативность реагирования на возможные угрозы, позволит прогнозировать ЧС и максимально эффективно использовать силы и средства.

Литература

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Текст].
2. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [Текст].
3. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Текст].
4. Указ Президента Российской Федерации от 17.12.2020 № 790 «Об утверждении Концепции строительства и развития сил и средств Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий на 2021 – 2025 годы» [Текст].
5. Указ Президента Российской Федерации от 24.06.2021 № 376 «Об утверждении Плана строительства и развития сил и средств Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий на 2021 – 2025 годы» [Текст].

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.03.1997 № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Текст].

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [Текст].

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2016 № 1272 «Об утверждении Правил обеспечения на федеральном уровне Национальным центром управления в кризисных ситуациях координации деятельности органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и органов управления гражданской обороной, организации информационного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций» [Текст].

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.01.2024 № 57 «О государственной информационной системе «Автоматизированная информационно-управляющая система единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [Текст].

10. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р. [Текст].

11. Приказ МЧС России от 11.01.2021 № 2 «Об утверждении инструкции о сроках и формах представления информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Текст]. – Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.03.2021 № 62744.

12. Приказ МЧС России от 05.06.2021 № 430 «Об утверждении правил обеспечения центрами управления в кризисных ситуациях территориальных органов МЧС России координации деятельности органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и органов управления гражданской обороной,

организации информационного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов российской федерации, органов местного самоуправления и организаций на межрегиональном и региональном уровнях» [Текст]. – Зарегистрировано в Минюсте РФ 27 сентября 2021 г. № 65150.

13. Приказ МЧС России от 26.08.2009 № 496 «Об утверждении положения о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [Текст]. – Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.10.2009 № 15039.

14. Качанов, С. А. Информационные технологии поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях: АИУС РСЧС: вчера, сегодня, завтра [Текст] / С. А. Качанов, С. Н. Нехорошев, А. П. Попов. – М. : ФГБУ ВНИИГОЧС (ФЦ), 2011.

15. Исследование существующей автоматизированной информационно-управляющей системы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, разработка путей и принципов ее развития [Текст] : отчет по НИР ; МГТУ им. Н.Э. Баумана ; исполн. Суцев С.П. и др. – М., 2014.

16. Совершенствование информационно-коммуникационных технологий управления МЧС России и РСЧС [Текст] : отчет по НИР ; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) ; исполн. Качанов С.А. и др. – М., 2015.

17. Измалков, В. А. АИУС РСЧС-2030: Анализ опыта эксплуатации и перспективные направления развития [Текст] / В. А. Измалков // Технологии гражданской безопасности. – 2017. – Т. 14, № 1 (51). – С. 38–42.

18. Научно-методическое сопровождение внедрения единой интеграционной платформы АИУС РСЧС в систему управления МЧС России [Текст] : отчет по НИР ; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) ; исполн. Измалков В.А. и др. – М., 2016.

19. Создание АИУС РСЧС-2030 на основе Единой интеграционной программной платформы и ее внедрение в НЦУКС [Текст] : отчет по работе ; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) ; исполн. Качанов С.А. и др. – М., 2015.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Авраменко Ю.В., 44
Анцыферов С.С., 7

Б

Бабичева М.В., 252
Балабан А.Д., 284
Бливно М.В., 298
Большакова С.А., 11
Бондаренко В.И., 16
Бондарчук В.В., 22

Буковская И.А., 29
Бутов О.А., 35
Бычков И.В., 44

В

Визинков И.В., 56
Волков А.В., 50

Г

Гаркуша Д.А., 56
Григорьев С.А., 172
Губенко Н. Е., 99, 180

Д

Дикарев В.А., 29
Доценко Г.В., 172

Е

Евдачева Е.Д., 61
Ермоленко Т.В., 16

З

Зуев В.М., 67

И

Иванова С.Б., 22
Ивашко К.С., 73
Изосимова С.А., 73

К

Карасев Д.С., 78
Кикина А.Ю., 29
Клюшанова Т.Д., 220, 225
Ковалева К.В., 84
Коновалов К.В., 172
Кравченко Н.М., 22
Криворучко К. А., 90

Л

Лебедев В.Н., 111
Лебедев К.Е., 252
Левин В.И., 94
Литвинова В.С., 99
Ломонос Г.Т., 104, 111

М

Максименко И.И., 90, 119
Москвина Н.В., 124

Н

Новиков М. В., 137
Номбре С.Б., 78
Никитина А.А., 259
Нижникова О.Л., 298

О

Остапуценко Д.Л., 160

П

Павленко Б. В., 165
Павлыш В.Н., 172
Петелин Д.А., 29
Пигуз В.Н., 73
Пикалёв Я. С., 293
Погоржельская Т.А., 173
Покинтелица А.Е., 194
Полоус А.Г., 298
Полякова Н.М., 203
Полянский Д.Д., 209
Попова А.К., 44

Р

Рудской С.А., 215
Русанов К.Е., 7

С

Савицкая И.В., 238
Сальников И.С., 220, 225
Сальников Р.И., 220, 225
Симбаев А.Н., 29
Стома Д.С., 238
Сторожев С.В., 78, 209
Солад В.С., 228

Т

Теплова О.В., 56
Толстых В.К., 247
Третьяков И.А., 252

У

Уланов С.И., 259
Устенко В.Ю., 268

Ф

Фазилова К.Н., 7
Федоров Р.К., 37
Федяев О.И., 266, 277
Филиппаки И.Ю., 202
Финошин Н.В., 104
Фролов Н.Д., 97
Фролов В.В., 297

Х

Хакимов Р.С., 286, 291

Ш

Шамин С.Е., 304

СОДЕРЖАНИЕ

Анцыферов С.С., Фаилова К.Н., Русанов К.Е.

Интеллектуальные системы управления
технологическими процессами 7

Большакова С.А.

Практическое применение системы автоматической
адаптации русскоязычных текстов..... 11

Бондаренко В.И., Елисеев В.О., Ермоленко Т.В.

Сравнительный анализ методов определения тональности
русскоязычных текстов..... 16

Бондарчук В.В., Иванова С.Б., Кравченко Н.М.

Фундаментальные проблемы компьютерных
интеллектуальных технологий диагностирования и
немедикаментозной саморегуляции психоэмоциональных
состояний личности 22

Буковская И.А., Дикарев В.А., Кикина А.Ю.,

Петелин Д.А., Симбаев А.Н.

О развитии коллаборативных робототехнических
технологий и средств для перспективных пилотируемых
космических объектов 29

Бутов О.А.

Преодоление проблемы скорости обработки изображений
с помощью ортогональных масок в сверточных
нейронных сетях..... 35

Бычков И.В., Федоров Р.К., Попова А.К., Авраменко Ю.В.

Метод обработки мультимодальных данных для

классификации подстилающей поверхности на основе
нейронных сетей 44

Волков А.В.

Альтернативный подход к решению задачи моделирования
систем с искусственным интеллектом.....50

Гаркуша Д.А., Теплова О.В., Визинков И.В.

Анализ геоинформационных систем для автономных
модулей навигации беспилотных летательных аппаратов ... 56

Евдачева Е.Д.

Прогнозирование и детектирование трендов модной
одежды на основе использования нейросетей с глубоким
обучением 61

Зуев В.М.

Улучшение визуального обнаружения объектов..... 67

Изосимова С.А., Пигуз В.Н., Ивашко К.С.

Обзорный анализ эмоционального реагирования личности
в условиях хронического стресса военного времени73

Карасев Д.С., Номбре С.Б., Сторожев С.В.

Численно-аналитическое исследование модели
распространения локализованных электроупругих волн
сдвига вдоль плоскости контакта функционально-
градиентных пьезокерамических полупространств 78

Ковалева К.В.

Актуальные направления использования искусственного
интеллекта в психологической и психиатрической
практике 84

<i>Криворучко К.А., Максименко И.И.</i>	
Разработка алгоритмов распознавания недостоверной информации в СМИ методами глубокого обучения.....	90
<i>Левин В.И.</i>	
Н.Н. Лузин - выдающийся математик и педагог	94
<i>Литвинова В.С., Губенко Н.Е.</i>	
Интерпретируемость и прозрачность в обучении глубоких нейронных сетей: стратегии и методы повышения надежности искусственного интеллекта	99
<i>Ломонос Г.Т., Фролов Н.Д.</i>	
Автоматизированная система экологического мониторинга на базе робототехнических комплексов ...	104
<i>Ломонос Г.Т., Финошин Н.В., Лебедев В.Н.</i>	
Система сбора и обработки данных параметров атмосферного воздуха	111
<i>Максименко И.И.</i>	
Контрольные процессы для классов обобщенных автоматов МИЛИ в терминах специальных метрик	119
<i>Москвина Н.В.</i>	
Применение искусственного интеллекта для противодействия террористическим атакам комплексного характера в гражданской обороне	124
<i>Новиков М.В.</i>	
Когнитивное измерение системы управления процессами расширения знаний	137

Д.Л. Остапущенко

Исследование принципов и разработка средств обеспечения автономного полета беспилотных воздушных судов с использованием методов искусственного интеллекта ... 160

Павленко Б.В.

Интеллектуальные методы калибровки оружия165

Павлыш В.Н., Доценко Г.В., Григорьев С.А.,

Коновалов К.В.

Адаптивное управление аддитивными технологиями в автономном шахтном водоотливе 172

Погоржельская Т.А., Губенко Н.Е.

Виртуализация лабораторного практикума по химии с применением мобильных информационных технологий... 180

Покинтелица А.Е.

Математическое моделирование цифровых полутоновых изображений..... 194

Полякова Н.М.

Применение интеллектуальных информационных систем на занятиях математики..... 203

Полянский Д.Д., Сторожев С.В., Филиппаки И.Ю.

Нечетко-множественный алгоритм учета разброса параметров в модели термомеханического деформирования полых функционально-градиентных цилиндров 209

Рудской С.А.

Использование NanoEdge AI Studio в встраиваемых системах 215

Сальников И.С., Сальников Р.И., Ключанова Т.Д. Компьютерная версия информационной системы библиотерапевтической саморегуляции психоэмоциональных состояний личности	220
Сальников И.С., Сальников Р.И., Ключанова Т.Д. Безмедикаментозная самолиброрегуляция и вербальная терапия психоэмоциональных состояний личности	225
Солод В.С. «СОРТ-ПРО» - система для математического моделирования, автоматизированного анализа, проектиро- вания и оптимизации технологии сортовой прокатки	228
Стома Д. С., Савицкая И. В. Проектирование и обучение нейронной сети по распознава- нию автора живописной картины	238
Толстых В.К. Оптимизация систем высокой и бесконечной размерности..	247
Третьяков И.А., Бабичева М.В., Лебедев К.Е. Прохождение CAPTCHA посредством машинного обучения	252
Уланов С.И., Никитина А.А. Методы повышения точности определения объектов, критерии точности и критерии быстро изменяющейся обстановки	259
Устенко В.Ю. Использование технологии MICROSOFT ML BUILDER для предварительной оценки компетенций кандидатов в сфере IT-технологий	268

Федяев О.И.

Концепция преподавания искусственного интеллекта на кафедре программной инженерии ДонНТУ 273

Федяев О.И., Балабан А.Д.

Смысловой анализ текстов резюме для оценки соответствия навыков кандидатов требованиям работодателя.....284

Хакимов Р.С., Пикалёв Я.С.

Оптимизация выбора библиотеки GUI на PYTHON с помощью метода анализа иерархий.....293

Хакимов Р.С., Нижникова О.Л.,

Полоус А.Г., Близно М.В.

Анализ систем аннотирования изображений для задач компьютерного зрения.....298

Фролов В.В.

Анализ характеристик видеокамер оптического диапазона для работы в составе интеллектуальных системы обнаружения и оценки объектов беспилотными авиационными системами304

Шамин С.Е.

Внедрение интеллектуальной цифровой платформы управления рисками в РСЧС с применением технологий искусственного интеллекта311



Международный рецензируемый
научно-теоретический журнал

«ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

International Peer-Reviewed Scientific Journal
«Problems Of Artificial Intelligence»,
ISSN 2413-7383
Сокращенное название журнала PAI

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК РФ РЕЦЕНЗИРУЕМЫХ НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ

Решением профильного Экспертного совета Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (по состоянию на 25.09.2024 г.) по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки, по которым присуждаются ученые степени:

- 1.2. Искусственный интеллект и машинное обучение (техн. науки);
- 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение (физ.-мат. науки);
- 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (техн. науки);
- 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика (техн. науки);
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (техн. науки);
- 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (техн. науки);
- 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (техн. науки);
- 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность (техн. науки);
- 2.3.8. Информатика и информационные процессы (техн. науки);
- 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы (техн. науки).

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН:

- наукометрическая база РИНЦ SCIENCE INDEX [Лиц. дог. № 306-05/2016 от 25 мая 2016 г.]
- БД РЖ ВИНТИ РАН (Договор о сотрудничестве от 27 марта 2017 г.)
- ЭБ Cyberleninka (Договор о сотрудничестве от 13 марта 2020 г.)
- ICI Journals Master List Index Copernicus International (ICI) (17.09.2020 г.)
- Общероссийский математический портал Math-Net.Ru (октябрь 2023 г.)



ФГБНУ «ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

📍 283048, г. Донецк, ул. Артема, д. 118-Б
☎ +7 (856) 311-72-01; 311-34-24
✉ vnp_redakcija_intellekt@mail.ru; maxpvn77@gmail.com
🌐 <http://paijournal.guide.ru>

Научное издание
Материалы
Донецкого международного научного круглого стола
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:
теоретические аспекты,
практическое применение

Ответственный редактор **Иванова С.Б.**
Технический редактор **Пигуз В.Н.**
Корректор **Изосимова С.А.**
Компьютерная верстка **Никитина А.А.**
Дизайн обложки **Большакова С.А.**

Подписано в печать 23. 10. 2024. Формат 60×84/16. Уч.-изд. лист. 9,43. Тираж 100 экз.
Зак. № 35/24 от 05.04.2024. Цена договорная.

Издатель и изготовитель Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Институт проблем искусственного интеллекта»
283048, г. Донецк, ул. Артема, 118 б; тел. +7 (856) 311-72-01
e-mail: maxpvn77@gmail.com

