

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и трансферу технологий
Национального исследовательского Томского
политехнического университета, профессор,
доктор физико-математических наук,
Сухин Леонид Григорьевич


» _____ 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

Диссертация на тему «**Обнаружение объектов видеоряда на основе технологии машинного обучения (на примере лесных пожаров)**» выполнена в Отделении информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники.

В период подготовки диссертации соискатель **Лаптев Никита Витальевич** работал в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в научной исследовательской лаборатории анализа и обработки больших данных. В 2022 году окончил аспирантуру по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» в Отделении информационных технологий в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Диплом об окончании аспирантуры Национального исследовательского Томского политехнического университета выдан в 2022 году. Справка о сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» получена от 16.03.2023 г.

Научный руководитель – Гергет Ольга Михайловна, доктор технических наук (Ph.D.), профессор Отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы исследования связана с обнаружением объектов на кадрах видеозаписей, обладающих статическими и динамическими признаками. Обнаружение объектов в видеоряде является одним из ключевых направлений внедрения искусственного интеллекта, развитие которого включено в федеральный проект РФ. Несмотря на большой интерес к данной области и существования эффективных методов и алгоритмов компьютерного зрения возникают следующие проблемы при обнаружении объектов в видеоряде, а именно: размытие объектов в движении, большая вариативность признаков, изменение условий освещения, перекрытие объекта из-за перемещения и т.д., что приводит к неточностям обнаружения и ложным срабатываниям систем.

Таким образом несмотря на достижения в области обнаружения объектов, сохраняется необходимость в разработке и исследовании методов и алгоритмов анализа статических и динамических признаков в видеопотоке на основе методов машинного обучения.

Новизна результатов проведённых исследований:

Предлагаемая в работе технология обнаружения объектов в видеозаписи, обладающих динамическими и статическими признаками, на основе методов машинного обучения обладает рядом преимуществ в сравнении с существующими аналогами:

- Предложена технология анализа изображений в видеопоследовательности, позволяющая достичь высокой точности обнаружения объектов, за счет локализации и классификации каждого объекта с учетом как статических, так и динамических признаков.
- Предложен и обоснован алгоритм объединения предсказаний нейросети, позволяющий находить плотные группы статических объектов данных,

выделенные на основе оценки отношения площадей пересечения соседних объектов, используемые для формирования кластеров, локализирующих распознаваемые объекты.

– Разработана гибридная архитектура нейросети, состоящая из сверточной и рекуррентной нейросетей, обеспечивающая неявное представление хронологии изменения объектов, аугментацию данных и динамический подбор батча в зависимости от скорости сходимости модели на прошлых итерациях, что повышает точность классификации изображений в видеопотоке.

Личный вклад соискателя

Основные научные результаты, выносимые на защиту, получены автором лично. Данная работа выполнена в сотрудничестве с учёными и исследователями, оказавшими содействие при проведении настоящего исследования, а именно: постановка задач исследования по теме диссертации выполнена совместно с научным руководителем Гергет О.М (д.т.н, профессор Томского политехнического университета); сбор, разметка и валидация данных с видеокамер наземного видеомониторинга выполнена совместно с Плешковым А.Г. (ООО «КИБЕРЦЕНТР»); разработка архитектуры нейронной сети выполнена совместно с Лаптевым В.В. (аспирант Томского политехнического университета); разработка алгоритма кластеризации прогнозов выполнена совместно с Колпашниковым Д.Ю. (Научно-образовательная лаборатория обработки и анализа больших данных); разработка программного обеспечения совместно с Кравченко А.А. (магистр Томского политехнического университета).

Теоретическая и практическая значимость работы

Сформулированные автором теоретические положения вносят вклад в развитие области обнаружения объектов. Решаемая автором задача получила научное обоснование в результате выполнения аналитического описания, аналитических и численных экспериментов.

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что теоретические и практические выводы, сделанные в работе, используются специалистами в области специальных систем оповещения и мониторинга местности. Разработанные алгоритмы и программное обеспечение позволяет

производить мониторинг местности с целью обнаружения областей задымления на кадрах видеозаписей с камер наземного видеомониторинга. Практическая значимость результатов исследования подтверждается использованием в ходе выполнения научно-исследовательских работ и результатами применения в составе программно-аппаратного комплекса, принадлежащего компаниям ООО «ИНКОМ» и ООО «КИБЕРЦЕНТР».

Достоверность и обоснованность результатов исследования

Достоверность результатов диссертационного исследования, подтверждается соответствием экспериментальных данных, полученных в ходе исследований и опытного внедрения. Предложенные в работе решения, основаны на известных и проверенных методах разработки глубоких нейронных сетей для обработки графических данных. Положения диссертации базируются на анализе и практических результатах использования машинного обучения, обобщении опыта в области математического моделирования и распознавания образов.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Основные результаты диссертационного исследования частично или полностью нашли свое отражение в следующих работах: 5 публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, из них – 2 публикации проиндексированы в базах научного цитирования Scopus и Web of Science; 1 патент на изобретение, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ; 4 публикаций в других изданиях.

Публикации в журналах, рекомендованных ВАК России:

1. Laptev, N.V. Visualization System for Fire Detection in the Video Sequences // N. V. Laptev, V. V. Laptev, O. M. Gerget [et al.] // Scientific Visualization. – 2021. – Vol. 13. – No 2. – P. 1-9. (Scopus)

2. Лаптев Н.В. Решение проблемы объединения прогнозов выделенных на изображении объектов дыма / Н.В. Лаптев, О.М. Гергет, А.А. Кравченко, В.В. Лаптев, Д.Ю. Колпашиков // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – No 4(28). – С. 136-143.
3. Лаптев Н.В. Разработка библиотеки планирования и управления движениями коллаборативного робота Kuka iiwa / Н. В. Лаптев, А. А. Кравченко, О. М. Гергет // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – No 2(26). – С. 161-168.
4. Лаптев Н.В. Автоматическое управление непрерывным роботом с использованием алгоритма FABRIK / В. В. Данилов, Д. Ю. Колпашиков, Н. В. Лаптев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – No 4(27). – С. 1-2.
5. Laptev, N.V. Use of semi-synthetic data for catheter segmentation improvement // V.V. Danilov, K.Yu. Dmitrii, N.V. Laptev, O. M. Gerget [et al.] //Computerized Medical Imaging and Graphics. – 2023. – Т. 106. – С. 102188. (Scopus Q1)

Патент и свидетельства о государственной регистрации

6. Патент № 2721769 С1 Российская Федерация, МПК В25J 19/00. Стенд для контроля контурных перемещений гибкого манипулятора: № 2019127060: заявл. 28.08.2019: опубл. 22.05.2020 / Н. В. Лаптев, Д. Ю. Колпашиков, О. М. Гергет [и др.]; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет".
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022611227 Российская Федерация. Обнаружение пожароопасных объектов в лесном массиве на основе динамических признаков: № 2022610413: заявл. 13.01.2022: опубл. 21.01.2022 / Н. В. Лаптев, В. В. Лаптев, О. М. Гергет; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет".
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022611227 Российская Федерация. Обнаружение пожароопасных объектов в лесном массиве на основе динамических признаков: № 2022610413: заявл. 13.01.2022: опубл. 21.01.2022 / Н. В. Лаптев, В. В. Лаптев, О. М. Гергет; заявитель федеральное

государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет".

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022619805 Российская Федерация. Программа для ЭВМ "Многофункциональный мобильный комплекс мониторинга, ситуационного анализа и оповещения труднодоступных объектов с использованием беспилотных летательных аппаратов и ГИС-технологий (ММК МАО)": № 2022618392: заявл. 05.05.2022: опубл. 26.05.2022 / Д. М. Сонькин, А. Г. Плешков, Н.В. Лаптев [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "ИНКОМ".

Публикации в других изданиях:

10. Laptev N. Integrating traditional machine learning and neural networks for image processing / N. Laptev, V. Laptev, O. Gerget, D. Kolpashchikov // CEUR Workshop Proceedings: 31, Nizhny Novgorod, 27–30 сентября 2021 года. – Nizhny Novgorod, 2021. – P. 896-904. (Scopus).

11. Лаптев Н. В. Обнаружение пожароопасных участков на кадрах видеоряда посредством классификации / Н. В. Лаптев, В. В. Лаптев // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. – 2020. – Т. 1. – С. 62-68.

12. Laptev N. V. Visual shape and position sensing algorithm for a continuum robot / R. A. Manakov, D. Y. Kolpashchikov, N.V. Laptev [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 14, Tomsk, 14–17 октября 2019 года. – Tomsk, 2021. – P. 012066. (Scopus).

13. Laptev N. V. Boosting segmentation accuracy of the deep learning models based on the synthetic data generation / V. V. Danilov, O. M. Gerget, N.V. Laptev [et al.] // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives: 4, Moscow, 26–28 апреля 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 33-40. (Scopus).

В диссертационной работе соблюдены установленные Положением о присуждении ученых степеней критерии, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В диссертации «Обнаружение объектов видеоряда на основе технологии машинного обучения (на примере лесных пожаров)» отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов и источники заимствования.

Проверка диссертационной работы системой «Антиплагиат ВУЗ» показала, что оригинальный текст в документе составляет 87,81%, цитирования 12,19%, что соответствует требованиям оригинальности, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертационная работа является самостоятельно выполненной законченной научно-исследовательской работой.

Диссертация «Обнаружение объектов видеоряда на основе технологии машинного обучения (на примере лесных пожаров)» Лаптева Никиты Витальевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заключение принято на расширенном научно-техническом семинаре Инженерной школы информационных технологий и робототехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Присутствовало на заседании 9 человек. Результаты голосования: «за» - 9 чел., «против» - 0, «воздержалось» - 0, протокол № 2 от «21» декабря 2022 г.

Председатель НТС ИШИТР НИ ТПУ,
доктор физико-математических наук,
профессор


Г.Я. Мамонтов

Ученый секретарь НТС ИШИТР НИ ТПУ,
кандидат технических наук


А.И. Кочегуров

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет", Почтовый индекс, адрес организации: Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30. Телефон: +7 (3822) 60-63-33. Адрес электронной почты: tpu@tpu.ru.