

ОТЗЫВ

официального оппонента Николайчук Ольги Анатольевны
на диссертацию Лаптева Никиты Витальевича «Обнаружение объектов видеоряда на основе технологии машинного обучения (на примере лесных пожаров)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности – 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность работы

Диссертационная работа Лаптева Никиты Витальевича направлена на решение научно-технической задачи повышения точности обнаружения динамических объектов при использовании систем, основанных на методах машинного обучения.

Обнаружение объектов в видеопоследовательности является актуальной задачей во многих предметных областях, таких как промышленная безопасность, навигация беспилотных транспортных средств, медицинская диагностика и т.д. В своей диссертации Лаптев Н.В. исследует применимость технологии машинного обучения для обнаружения лесных пожаров. Построение систем автоматического обнаружения динамических объектов представляют собой нетривиальную задачу, так как на обнаружение объектов влияет множество негативных факторов, таких как: размытие объектов при движении, вариативность признаков, изменение условий освещения, перекрытие объектов в процессе перемещения и другие. Игнорирование этих факторов может привести к снижению точности обнаружения и увеличению вероятности ложного срабатывания систем распознавания. Решение данной задачи на основе нейронных сетей, в том числе сверточных и рекуррентных, в настоящее время представляет наибольший интерес. Таким образом, разработка технологии обнаружения объектов видеоряда на основе объединения различных архитектур нейросетей с целью повышения качества распознавания объектов является актуальной научно-технической задачей.

Необходимо также отметить актуальность решаемой соискателем предметной задачи обнаружения лесных пожаров в условиях постоянного роста количества лесных пожаров в РФ и мире, постоянного увеличения их экологических, социальных и экономических последствий.

Целью диссертационного исследования является обеспечение повышения качества распознавания объектов, обладающих динамическими признаками на изображениях видеоряда, на примере задачи обнаружения лесных пожаров.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа Лаптева Н.В. представляет собой 163 страниц рукописи, среди которых 123 страницы занимает основная часть, включая 54 рисунка и 10 таблиц. Работа содержит введение, три главы, заключение. В трех приложениях приведены акты о внедрении на производство в организациях города Томска и в учебный процесс, представлены свидетельства о государственной регистрации программ и патент. Список источников использованной литературы насчитывает 133 наименования.

Во введении диссертации обоснована актуальность темы исследования, определена цель и перечислены задачи работы. Представлены основные результаты проведенного исследования и изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен полноценный обзор научных работ, соответствующих теме исследования. Автором проанализирована специфика работы по обнаружению подвижных объектов на изображениях видеоряда на примере лесных пожаров, изложены основные методы выделения объектов на изображениях и их недостатки. В частности, методы, использующие дискриминационные свойства цветового пространства и динамические признаки распознаваемых объектов, методы классификации объектов с использованием сверточных и рекуррентных нейронных сетей. Сделан вывод о необходимости использования глубоких нейронных сетей и ансамблирования методов машинного обучения для наиболее эффективного повышения качества распознавания объектов видеоряда.

Вторая глава посвящена детальному описанию предложенной технологии и разработанных алгоритмов. Каждый из представленных алгоритмов предназначен для отдельного этапа работы новой технологии, а именно, формирование данных, обнаружение объектов на серии изображений, объединение обнаружений на результирующем кадре, фильтрация обнаруженных объектов. В рамках главы подробно описан каждый алгоритм решения задачи, в частности, алгоритмы обнаружения дымового облака, выделения динамических признаков объекта, локализации объектов на изображении, фильтрации объектов на основе новой гибридной архитектуры нейронной сети, основанной на интеграции данных сверточной нейронной сети в рекуррентную нейронную сеть, отличающейся от существующих неявным представлением временной составляющей, агрегированной аугментацией данных и динамическим подбором размера батча в зависимости от скорости сходимости модели на прошлых итерациях, что позволяет осуществлять классификацию изображений в видеопотоке с высокой точностью.

В третьей главе содержится экспериментальная часть исследования. Автором кратко описываются использованные для тестирования наборы данных, последовательно приводятся итоги работы алгоритмов, входящих в состав предложенной автором технологии обнаружения объектов и их сравнение с результатами аналогичных алгоритмов. Выполнено тестирование алгоритмов: при различных вариантах цветовой обработки и выделения динамических признаков объектов для оценки влияния алгоритмов подготовки данных на точность и полноту обнаружений объектов; при различных моделях нейронной сети для решения задачи классификации. Выводы подтверждены статистическими расчетами. Представлены итоги сравнения результатов авторской технологии обнаружения очага возгорания в лесном массиве с тремя аналогичными системами на базе заданного датасета. Описаны успешные результаты оценки работоспособности предложенных алгоритмов при решении задач в медицине для отслеживания

перемещений дистального конца катетера, при навигации роботов, при оценке парковочного пространства.

В заключении сформулированы выводы по проделанной работе и перечислены основные научные результаты.

Научная новизна полученных результатов и выводов

В рамках диссертационного исследования Лаптевым Н.В. предложена оригинальная технология, в основе которой сочетается работа как нейросетевого подхода, так и классических алгоритмов для подготовки данных и обнаружения источников возгорания на основе предварительно подготовленных данных.

Научная новизна исследования Лаптева Н.В. заключается в следующем:

1. Предложена технология анализа изображений в видеопоследовательности, которая позволяет достичь высокой точности обнаружения объектов, что достигается за счет локализации и классификации каждого объекта с учетом как статических, так и динамических признаков.

2. Предложен и обоснован алгоритм объединения предсказаний нейросети, который позволяет объединять плотные группы объектов в один финальный объект на основе оценки отношения площадей пересечения соседних объектов. Для формирования кластеров, локализующих распознаваемые объекты, используются статические признаки.

3. Разработан алгоритм классификации обнаруженных объектов на основе сверточной и рекуррентной нейросетей гибридной архитектуры. Это обеспечивает неявное представление изменения объектов во времени при повышении точности классификации изображений в видеопотоке.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Достоверность и обоснованность научных результатов в достаточной мере подтверждается грамотно проведенными экспериментами и корректными сравнениями с аналогами, достаточным количеством публикаций в различных российских и международных журналах, представлением результатов на конференциях международного и всероссийского уровня, тремя свидетельствами о государственной регистрации программ и одним патентом на изобретение.

Теоретическая и практическая значимость полученных соискателем результатов

Теоретическая значимость результатов, полученных в процессе выполнения диссертационного исследования, состоит в развитии теоретических основ методологии обнаружения объектов, обладающих динамическими признаками на изображениях видеоряда, и разработке алгоритмов обнаружения объектов, основанных на ансамблировании нейросетей, для различных предметных областей.

Практическая значимость научной работы подтверждается положительной оценкой и использованием разработанных алгоритмов в деятельности ООО "НТП КИБЕРЦЕНТР" (г. Томск) – в программном обеспечении информационно-телекоммуникационной системы интеллектуального видеонаблюдения и аналитики лесопожарной обстановки (ИТС «ИВА»), в ООО "Спотпаркинг" (г. Томск) – в составе системы для обнаружения автомобилей на парковочном пространстве и в учебном процессе в отделении информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники ТПУ. Результаты диссертационной работы нашли применение при выполнении проектов: государственное задание "Наука" №FFSWW-2020-0014 (2020-2022 гг.); грант РФФИ № 20-37-90055 (2020-2022 гг.); грант УМНИК №16068ГУ/2020 (2020-2023 гг.).

Замечания по диссертационной работе

Несмотря на общее положительное впечатление от работы по диссертации и автореферату имеется ряд замечаний:

1. Согласно заявленной цели исследования «разработка технологии и алгоритмов обнаружения объектов» описание технологии в виде последовательности этапов применения методов и программных средств (модулей, библиотек) является неотъемлемой частью исследования. Данное описание в работе представлено частично и достаточно в разрозненном виде, отсутствует акцент на полученные автором программные средства технологии, что затрудняет оценку степени реализации технологии в целом.

2. В работе отсутствует достаточное для понимания описание функциональности разработанного программного обеспечения, а также описание требований к аппаратному и программному обеспечению, которое необходимо для внедрения созданной технологии. Не указаны условия повторного использования программного обеспечения обнаружения пожаров для различных территорий.

3. При оценке значимости различных алгоритмов предобработки данных по критерию Манна-Уитни (таблица 2) отсутствует сравнение с алгоритмом, учитывающим результаты обнаружения динамически изменяющихся во времени объектов на каждом кадре видеоряда.

4. В 3 гл. описаны результаты оценки работоспособности предложенных алгоритмов обнаружения объектов видеоряда, однако для подтверждения эффективности алгоритмов отсутствует указание каких-либо количественных или качественных показателей, характеризующих данную эффективность.

5. Использование различных формулировок при описании алгоритмов на схемах (например, рисунок 14) и в тексте работы, что затрудняет их понимание.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и не ставят под сомнения значимость полученных результатов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод о том, что работа Лаптева Никиты Витальевича является самостоятельным исследованием, характеризующимся актуальностью, новизной и достоверностью результатов, обоснованностью выводов. Диссертация и автореферат написаны грамотным и понятным языком, имеют логичную структуру. Автореферат в достаточной степени отражает содержание и основные положения диссертации. Основные положения диссертационного исследования изложены в достаточном количестве публикаций, среди которых 5 статей в ведущих научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК, из них две статьи проиндексированы в базах данных Scopus. Защищаемые положения соответствуют пунктам 2, 4, 12 паспорта специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертационная работа «Технология обнаружения объектов в видеоряде на основе машинного обучения (на примере лесных пожаров)» удовлетворяет требованиям п.2 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ректора №362-1/од от 28.12.2021 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Лаптев Никита Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник лаборатории «Информационно-коммуникационных технологий исследования техногенной безопасности»
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова» Сибирского отделения Российской академии наук

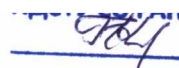


Ольга Анатольевна Николайчук

Почтовый адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134.
Телефон: 3952-427-100, E-mail: nikoly@icc.ru.

22 августа 2023 г.

Подпись секретаря



Г.Б. Кононенко