

ОТЗЫВ

официального оппонента Ходашинского Ильи Александровича
на диссертационную работу 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 темы исследования обусловлена большим интересом к задачам обнаружения объектов в видеопоследовательности и растущей потребностью в автоматизации процессов обнаружения и контроля лесных пожаров. Зачастую пожар в видеопотоке изображений проявляется как динамический объект с переменной формой, наблюдаемый на сложном пространственно-нестационарном фоне. В такой ситуации классические методы обнаружения объектов на основе цветовой обработки изображений оказываются малоэффективными. Актуальность диссертационного исследования, направленного на разработку алгоритмов на основе машинного обучения для обнаружения динамических объектов в условиях статически неоднородного фона, и их алгоритмической реализации, не вызывает сомнений.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 133 наименований. Работа содержит 163 страницы основного текста, включая 54 рисунка, 10 таблиц и приложение с документами, подтверждающими практическую значимость работы.

Автореферат Лаптева Н.В. занимает 19 страниц текста. Содержание автореферата соответствует основным идеям, результатам, выводам и положениям диссертации. Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

В введении обоснована актуальность темы исследования, сформирована цель и определены задачи работы, научная новизна, практическая значимость и положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации результатов диссертационного исследования. **В первой главе** представлен обзор методов обнаружения объектов на кадрах

видеоряда, описаны современные нейросетевые методы обнаружения объектов, рассмотрены модели рекуррентных нейронных сетей для выделения временной составляющей движения дымового облака. Проведен анализ алгоритмов объединения прогнозов нейросетевого анализа данных и обоснована необходимость разработки комплексной технологии раннего обнаружения пожаров. **Во второй главе** решаются выявленные в первой главе актуальные проблемы, возникающие при решении задачи обнаружения объектов, обладающих динамическими признаками на изображениях видеоряда, с высоким качеством распознавания. Для решения этих проблем соискателем представлена технология анализа изображений в видеопоследовательности и разработаны алгоритмы: объединения разрозненных предсказаний нейросети и классификации объектов исследования на базе предложенной соискателем гибридной архитектуры, позволившие осуществлять классификацию изображений в видеопотоке с высокой точностью. **В третьей главе** представлены результаты экспериментального исследования предложенных алгоритмов. Оценивая представленные результаты, можно сказать, что реализация предложенных алгоритмов показывает результаты статистически превосходящие значения по точности локализации и классификации объектов на изображении видеоряда по сравнению с другими алгоритмами, выполняющие аналогичные функции. В рамках главы приведены примеры применения алгоритмов в других областях деятельности, что подтверждает их универсальность и возможность свободной встраиваемости в системы различных областей деятельности. В **заключении** соискателем изложены основные полученные результаты диссертационного исследования.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы заключается в создании трех новых инструментов для обнаружения динамических объектов в видеоряде на основе машинного обучения, которые позволяют снизить количество ошибок первого и второго рода.

- Технология анализа изображений обнаружения объектов в видеопоследовательности, особенностью которой является применение

принципов локализации и классификации каждого объекта с учетом как статических, так и динамических признаков.

- Алгоритм объединения предсказаний, полученных на основе работы нейронных сетей, позволяющий локализовать множественные обнаружения одного объекта с разных изображений одной видеопоследовательности. Отличительной особенностью алгоритма является применение оригинальной функции расчета расстояния между точками.

- Алгоритм классификации обнаруженных объектов, базирующийся на гибридизации сверточной и рекуррентной нейронных сетей. Отличительной особенностью алгоритма является неявное представление временной составляющей, агрегированная аугментация данных, а также и динамический подбор размера батча в зависимости от скорости сходимости алгоритма на прошлых итерациях.

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации.

Выводы и основные положения, выносимые соискателем на защиту, логично вытекают из результатов исследований в диссертационной работе.

Достоверность полученных результатов, изложенных в диссертации, обеспечивается корректностью постановки задачи, подробным анализом предложенных алгоритмов, подтверждается результатами экспериментальных исследований предложенных решений.

Практическая значимость полученных соискателем результатов подтверждается внедрением в производственный процесс в ООО "НТП КИБЕРЦЕНТР" (г. Томск) и включением в работающее программное обеспечение информационно-телекоммуникационной системы интеллектуального видеонаблюдения и аналитики лесопожарной обстановки (ИТС «ИВА»), наличием нескольких свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

О высоком уровне работы и ее практической значимости свидетельствуют применение положений исследования при выполнении ряда работ, проводимых в рамках грантов и ГЗ «Наука»: УМНИК №16068ГУ/2020 "Система детектирования и локализации очага возгорания в видеоряде на основе средств компьютерного зрения", 2020-2023 гг.; РФФИ № 20-37-90055

"Методы и интеллектуальные технологии планирования движения беспилотных транспортных средств", 2020-2022 гг.; Государственное задание "Наука" №FFSWW-2020-0014 "Разработка научных основ технологии роботизированной мультипараметрической томографии на основе методов обработки больших данных и машинного обучения для исследования перспективных композиционных материалов", 2020-2022 гг..

Публикации. Основные результаты диссертационного исследования отражены в 13 работах: пять публикаций в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, в том числе, две публикации проиндексированы в базах научного цитирования Scopus и Web of Science; один патент на изобретение, три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ; четыре публикации – в других изданиях.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Основные результаты и выводы диссертационного исследования в достаточной мере отражены в опубликованных работах соискателя и прошли апробацию на ряде всероссийских и международных конференций и симпозиумов.

Замечания по диссертационной работе и автореферату

По содержанию диссертационной работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. На стр. 21 приведена авторская группировка существующих методов классификации без указания ОСНОВАНИЯ вхождения в группу. Вызывает недоумение название первой группы – «классификация на основе обучения». Задача классификации в машинном обучении – это и есть ОБУЧЕНИЕ с учителем. Описание третьей группы методов классификации в тексте диссертации не представлено совсем.

2. Присутствует ошибка (опечатка) в индексах в формуле 2.6 диссертации и в формуле 1 автореферата.

3. В алгоритмах много констант, но нет описания того как эти константы получены или могут быть определены. Не указано, как устанавливается 1) пороговое значение яркости при выполнении операции шумоподавления; 2) «количество генерируемых ограничивающих рамок для одного якоря»; 3) «значение минимального пересечения боксов»; 4)

«минимальное необходимое количество пересекающихся боксов»; 5) количество кадров для обучения из каждой видеозаписи.

4. На рисунке 21 излишними являются пометки a_{11} , a_{21} , a_{31} .

5. На стр. 63 вводится авторское понятие «метрики расстояния между точками», но не приводится описание аксиом, которым подчиняется введенная метрика.

6. Отсутствует полное совпадение значений таблице 2 и на рисунках 31, 32. Значения, указанные в таблице 5, и их толкование на стр. 92 нуждаются в уточнении.

7. Замечания по поводу терминов. В тексте диссертации вместо термина «признак» часто используется термин «функция». Термины «прямоугольник», «бокс», «рамка» в тексте имеют один и тот же смысл, и нет нужды применять их все. Считаю уместным заменить строгий математический термин «вероятность» на термин «степень уверенности». Словосочетание «глубокие объекты» требует отдельного толкования.

7. В работе присутствуют стилистические, грамматические и синтаксические ошибки и опечатки.

В целом, сделанные замечания и уточнения не влияют на ценность полученных теоретических и практических результатов работы и не снижают качество проведенных исследований.

Заключение

Диссертация и автореферат Лаптева Н.В. по содержанию и представленным результатам соответствует паспорту специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Научные и практические результаты, полученные при проведении диссертационного исследования, и полнота их освещения в публикациях соискателя позволяют считать, что диссертация Лаптева Н.В. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной соискателем самостоятельно. Она содержит решение актуальной научной задачи обнаружения объектов в видеоряде и имеет важное научное и практическое значение для обработки информации на основе технологии машинного обучения. Работа соответствует 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. С учетом вышесказанного, считаю, что Лаптев Н.В. заслуживает присуждения ему 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
профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

(634050, г. Томск, пр. Ленина, 40,

тел. 8 (3822) 51-05-30, office@tusur.ru, <https://tusur.ru/>)

доктор технических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ),

профессор

Ходашинский Илья Александрович

Тел.: (382)2900111

e-mail: hodashn@rambler.ru

31.07.2023

П. И. Ходашинский

Ю

Учен

ДОКЛАД