

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
и инновациям федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Рязанский
государственный радиотехнический
университет имени В.Ф. Уткина»
д.т.н., профессор

С.И. Гусев

«31» августа 2022 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» на диссертацию Лебедева Антона Александровича «Исследование нейросетевых алгоритмов обнаружения объектов на видеоизображениях в медицинских системах прикладного телевидения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Системы прикладного телевидения все шире используются для решения самых разных практических задач. Среди них особенно важными являются те задачи, в которых непосредственное визуальное наблюдение за объектом интереса невозможно. К ним относится, в том числе и медицинская диагностика органов человека. Для решения данного класса задач применяются системы прикладного телевидения, позволяющие осматривать биологические объекты как в видимой области спектра (эндоскопия), так и в невидимых лучах (рентгеноскопия).

Работа посвящена исследованию нейросетевых алгоритмов обнаружения объектов на эндоскопических изображениях. Данные алгоритмы играют важную роль при диагностике онкологических заболеваний органов желудочно-кишечного тракта.

Хотя входной информацией в эндоскопических системах прикладного телевидения являются видеопоследовательности, тем не менее, практически отсутствуют открытые наборы видеоданных с разметкой областей интереса, пригодные для обучения нейросетевых алгоритмов обнаружения объектов, а большинство работ в этой области сводится к анализу неподвижных изображений. Таким образом, тема диссертационной работы для сегодняшнего уровня развития систем прикладного телевидения в медицине **является актуальной**.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, содержащего 159 наименований, и трех приложений. Она изложена на 131 странице машинописного текста, содержит 35 рисунков и 9 таблиц.

Актуальность исследований, новизна решаемых в диссертации задач, их практическая ценность следуют из проведенного автором во *введении* анализа исследований по рассматриваемому направлению.

В *первой главе* рассматриваются различные аспекты, основные особенности и примеры применения медицинских систем прикладного телевидения, а также делается вывод о перспективности данной области с точки зрения эффективного внедрения методов машинного обучения и цифровой обработки видеоизображений.

Во *второй главе* предложена модификация алгоритма аугментации данных, учитывающая специфику эндоскопических изображений. Ее применение позволило улучшить значение метрики $AP@0,50$ на 1,4% для алгоритма обнаружения полипов кишечника на основе сверточной нейронной сети SSD и на 3,0% для алгоритма на основе YOLOv5. С использованием данного алгоритма аугментации предложен алгоритм

обнаружения полипов, превосходящий известные аналоги на открытом наборе изображений Kvasir-SEG на 5% и более.

В *третьей главе* предложен алгоритм обнаружения полипов кишечника на видеоданных эндоскопических исследований. Описываются собранные на практике базы видеопоследовательностей для обучения и тестирования предложенного нейросетевого алгоритма. Предложена методика полуавтоматического создания размеченной базы эндоскопических видеоданных. Итоговый алгоритм обнаружения полипов на эндоскопических видеоданных достигает значения метрики $AP@0,50$ 83,3% для базы ЯОКОБ и 78,3% – для базы ПРГВ, что является практически востребованным результатом.

Научная новизна полученных результатов:

- предложен нейросетевой алгоритм обнаружения полипов на статических изображениях эндоскопических исследований;
- предложен нейросетевой алгоритм обнаружения полипов на видеоизображениях эндоскопических исследований, работающий в режиме реального времени;
- разработана методика полуавтоматического создания размеченной базы эндоскопических видеоданных для обучения нейросетевых моделей;
- усовершенствованы с учетом специфики видеоэндоскопических данных алгоритмы аугментации и постобработки видеоизображений.

Новизна и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждены апробацией на международных и всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 4 статьи в журналах из Перечня ВАК, 4 работы, индексируемые в базе SCOPUS, и 9 докладов на научно-технических конференциях.

Практическая значимость результатов диссертации

1. Разработанный нейросетевой алгоритм, позволяющий обнаруживать полипы на видеопотоке с эндоскопической системы в режиме реального времени, позволяет рекомендовать данный алгоритм для построения на его основе модуля анализа видеопотока в эндоскопической системе прикладного телевидения.
2. Предложенная методика подготовки базы видеоданных эндоскопических исследований с разметкой областей интереса для обучения нейросетевых моделей позволяет сократить соответствующие трудозатраты на 30-40%.
3. Предложенный алгоритм постобработки позволяет улучшить качество системы обнаружения полипов на видеопотоке в среднем на 1,5–2 %.

Практическая значимость результатов диссертации подтверждается также внедрением предложенного алгоритма в клиническую практику эндоскопического отделения Ярославской областной клинической онкологической больницы, а также в перспективные разработки компаний ООО «Точка зрения» (г. Ярославль) и ООО «Смарт анализ» (г. Ярославль). Кроме того, проведено полугодовое тестирование предложенных алгоритмов в рамках специализированного программно-аппаратного комплекса в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский центр, г. Москва).

Рекомендации по практическому использованию результатов диссертационной работы

Полученные результаты, выводы и рекомендации имеют практическую направленность, обладают научной новизной и полезностью и могут использоваться в соответствующих медицинских системах прикладного телевидения.

Замечания по диссертационной работе

Вместе с тем, по диссертации можно сделать следующие замечания.

1. Не исследовано влияние режима визуализации (NBI/белый свет) на качество работы предложенного нейросетевого алгоритма обнаружения полипов.
2. Не ясно, можно ли применять предложенный алгоритм для анализа видеоданных, полученных с использованием подхода, основанного на капсульной эндоскопии?
3. Во второй главе рассмотрено 3 алгоритма на основе архитектуры сверточной нейронной сети SSD и 4 алгоритма на основе архитектуры сверточной нейронной сети YOLOv5. При этом модификация алгоритма аугментации исследуется только для двух из предложенных 7 алгоритмов. Выбор этих двух алгоритмов не обоснован.
4. В третьей главе предлагается алгоритм постобработки видеоизображений, но не приводится сравнение результатов его работы с другими аналогичными подходами. Процесс обучения алгоритма постобработки описан недостаточно подробно.
5. Не исследуется зависимость качества работы предложенных алгоритмов обнаружения полипов в зависимости от параметров сжатия видеопотока для современных кодеков h26x.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности представленной работы, заслуживающей положительной оценки.

Выводы

Диссертационная работа Лебедева А.А. является законченной научной квалификационной работой, в которой автором на высоком профессиональном уровне получено решение актуальной научной

задачи – разработки нейросетевого алгоритма обнаружения объектов на видеоизображениях эндоскопических исследований.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Диссертационная работа «Исследование нейросетевых алгоритмов обнаружения объектов на видеоизображениях в медицинских системах прикладного телевидения» соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Лебедев Антон Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден и единогласно поддержан на заседании кафедры «Информационно-измерительной и биомедицинской техники» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» «31» августа 2022 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИИБМТ

ФГБОУ ВО РГРТУ,

д.т.н., профессор

Жулев Владимир Иванович

Подпись В.И. Жулева удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета РГРТУ

к.ф.-м.н., доцент



К.В. Бухенский

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина». 390005, Россия, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1.

Телефон: +7 (4912) 72-03-02, +7 (4912) 72-03-03, +7 (4912) 72-03-09; E-mail: rgrtu@rsreu.ru.