

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.15, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

решение диссертационного совета от 16 сентября 2020 года № 4

О присуждении Данилову Вячеславу Владимировичу, гражданину Российской Федерации (РФ), учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Методы и алгоритмы сегментации медицинских изображений на основе машинного обучения»** по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования) принята к защите 03 июня 2020 г., протокол № 3, диссертационным советом ДС.ТПУ.15, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, утверждённым приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 06.12.2018 г.

Соискатель **Данилов Вячеслав Владимирович**, 1989 года рождения,

В 2013 г. окончил магистратуру по направлению подготовки 220400 «Управление в технических системах» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В 2019 году окончил очную аспирантуру по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» федерального государственного

автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Работает инженером научно-образовательной лаборатории обработки и анализа больших данных Инженерной школы информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена в Отделении информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук **Гергет Ольга Михайловна**, работает в инженерной школе информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в должности профессора отделения информационных технологий.

Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.15:

– **Горюнов Алексей Германович**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», заведующий кафедрой – руководитель отделения ядерно-топливного цикла на правах кафедры Инженерной школы ядерных технологий;

– **Солдатов Алексей Иванович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», профессор отделения электронной инженерии Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности.

Официальные оппоненты:

– **Ходашинский Илья Александрович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет

систем управления и радиоэлектроники», профессор кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем;

– **Захарова Алёна Александровна**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет», заместитель первого проректора по учебной работе
дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введённых членов диссертационного совета обосновывается их высокими профессиональными компетенциями в сфере системного анализа, информационных технологий, анализа и обработки данных, машинного обучения; достижениями и наличием публикаций в данной области науки; отсутствием проектов и печатных работ, выполненных совместно с соискателем.

Соискатель имеет 22 опубликованных работы, из которых 4 публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ; 13 публикаций в изданиях, индексируемых в базах научного цитирования Scopus и Web of Science; 5 публикаций в других изданиях. Соискателем также получены 1 патент на изобретение и 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Доля авторского участия соискателя в данных работах составляет не менее 75 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. **Danilov V.V.**, Gerget O.M, Skirnevskiy I.P., Manakov R.A., Kolpashchikov D.Y. Segmentation Based on Propagation of Dynamically Changing Superpixels // Programming and Computer Software. 2020. Vol. 46, № 3. P. 195–206.
2. **Данилов В.В.** Алгоритм выбора оптимальных значений гиперпараметров нейронных сетей на основе t-критерия Стьюдента // Cloud of Science. 2020. Т. 7, № 1. С. 165-179.
3. **Danilov V.V.**, Skirnevskiy I.P., Manakov R.A., Gerget O.M., Melgani F. Feature selection algorithm based on PDF / PMF area difference // Biomedical Signal Processing and Control. 2020. Vol. 57. P. 1–15.

4. **Danilov V.V.**, Skirnevskiy I.P., Gerget O.M., Shelomentcev E.E., Kolpashchikov D.Yu., Vasilyev N.V. Efficient workflow for automatic segmentation of the right heart based on 2D echocardiography // International Journal of Cardiovascular Imaging. 2018. Vol. 34, № 2. P. 1–15.
5. **Danilov V.V.**, Skirnevskiy I.P., Manakov R.A., Kolpashchikov D.Y., Gerget O.M., Frangi A.F. Ray-based segmentation algorithm for medical imaging // ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. International Workshop on "Photogrammetric & Computer Vision Techniques for Video Surveillance, Biometrics and Biomedicine". Moscow, Russia, 2019. Vol. XLII-2/W12. P. 37–45.

На диссертацию и автореферат поступили 5 отзывов:

1) ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук» (г. Москва), д.т.н., профессор РАН, главный научный сотрудник Мещеряков Р.В.;

2) ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук», д.т.н., профессор, заведующая лабораторией информационных технологий в энергетике (г. Иркутск) Массель Л.В.;

3) ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (г. Москва), к.т.н., начальник подразделения 0500 Князь В.А.;

4) ФГБУН «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (г. Кемерово), к.т.н., заведующий лабораторией новых биоматериалов отдела экспериментальной медицины Овчаренко Е.А.;

5) ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва), к.ф.-м.н., заведующий лабораторией гибридных интеллектуальных систем Горбачёв В.А.

Все предоставленные отзывы положительные, замечания носят рекомендательный и (или) дискуссионный характер. Большинство замечаний касаются недостаточности описания исходных данных (характер данных,

источники, объёмы выборки); неудачного выбора названия разработанной архитектуры нейронной сети; избыточности описания используемых статистических методов; применения не общепринятых в русскоязычной специальной литературе англоязычных терминов, таких как "батч", "дропаут" и т.п.; недостаточности обоснования выбора способа нормализации исходных данных для сегментации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан алгоритм синтеза трёхмерных изображений эхокардиографии, использующий кинематику медицинского инструмента, который позволяет автоматизировать разметку изображений;

предложена модификация U-net архитектуры в виде V-net архитектуры с пробросами внутри свёрточной нейронной сети, особенностью которой является наличие плотных пробросов признаков от энкодера в декодер, что позволило решить проблему затухающих градиентов при обучении глубоких нейронных сетей;

доказана перспективность использования нового метода обучения нейронной сети на основе интеграции test-time аугментации на этапе предсказания новых данных с динамическим изменением размера батча и скорости обучения;

введена новая трактовка U-net архитектуры в виде V-net архитектуры свёрточной нейронной сети с дополнительными пробросами признаков, наличие которых позволяет решить проблему затухающих градиентов глубоких нейронных сетей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны корректность выбора гиперпараметров с учётом динамики на предыдущих итерациях; необходимость синтеза исходных данных; перспективность внесения пробросов признаков в архитектуру глубокой свёрточной нейронной сети;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы цифровой обработки информации, системного анализа, алгоритмов компьютерного зрения, математической статистики, распознавания образов и прикладного программирования;

изложены методы и алгоритмы сегментации медицинских изображений, построенные на основе технологии машинного обучения;

раскрыты особенности прохода седловых точек и локальных минимумов при различных параметрах скорости обучения нейронных сетей и динамическом изменении размера батча;

изучены системные взаимосвязи в процессах цифровой обработки медицинской информации в задачах сегментации анатомических структур и трекинга медицинских инструментов;

проведена модернизация алгоритма оптимизации гиперпараметров нейронных сетей, отличительной особенностью которого является использование оценки t -критерия Стьюдента для связанных выборок.

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методы и алгоритмы сегментации медицинских изображений в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» для выполнения сегментации стеноза при проведении диагностики коронарных артерий методом ангиографии и в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в учебный процесс по дисциплинам «Машинное обучение», «Технология обработки информации», «Теория распознавания образов», «Нейронные сети», «Методы интеллектуальной обработки и анализа изображений»;

определены пределы и перспективы практического использования предложенных алгоритмов сегментации медицинских изображений;

создана система практических рекомендаций по применению разработанных подходов для распознавания медицинских изображений;

представлены методические рекомендации по проведению оптимизации гиперпараметров нейронных сетей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на известных и проверяемых данных, согласуется с опублико-

ванными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в области распознавания медицинских изображений на основе машинного обучения, опубликованного в открытых отечественных и зарубежных источниках;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное и количественное совпадение полученных результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии в формулировке научной проблемы, цели и задач научного исследования; сборе и обработке исходных данных; разработке комплексного метода исследований и структуры работы; получении результатов научных экспериментов; статистической обработке полученных результатов; формулировке выводов по результатам исследований; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи сегментации медицинских изображений, что имеет существенное значение для области обработки и анализа графической информации.

Тема и содержание диссертации соответствуют пунктам 4, 5 и 12 паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования). По своей актуальности, новизне, научной и практической значимости диссертационная работа Данилова Вячеслава Владимировича полностью соответствует требованиям «Порядка присуждения учёных степеней», утверждённого приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 93/од от 6 декабря 2018 г.

На заседании 16 сентября 2020 года диссертационный совет ДС.ТПУ.15 принял решение присудить Данилову В.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 6 человек (из них 5 докторов наук и 1 кандидат наук по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета, и 4 человек, дополнительно введённых в состав совета, проголосовали: за – 6, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного
совета ДС.ТПУ.15

Муравьев Сергей Васильевич



(подпись)

Учёный секретарь
диссертационного
совета ДС.ТПУ.15



Пак Александр Яковлевич

(подпись)

Дата оформления заключения: 16 сентября 2020 г.