

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.028.01 (д 003.005.02)
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «31» мая 2023 г. № 6

О присуждении Свитову Давиду Вячеславовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация « Оптимизация производительности свёрточных нейронных сетей в системе распознавания лиц» по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «27» марта 2023 г. протокол № 4 диссертационным советом 24.1.028.01 (д 003.005.02) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 1, приказ Минобрнауки России 255/нк от 28 марта 2020 года.

Соискатель Свитов Давид Вячеславович 16.01.1995 года рождения, в 2018 году окончил магистратуру Факультета информационных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ),

в 2022 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), работал в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской

академии наук (ИАиЭ СО РАН). Сейчас работает в должности инженера-исследователя в ООО «Исследовательский центр Самсунг» (Samsung AI Center).

Диссертация выполнена в Лаборатории информационной оптики (15) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматизации и электротехники Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИАиЭ СО РАН **Нежевенко Евгений Семёнович**, г. Новосибирск.

Официальные оппоненты:

Спектор Александр Аншелевич, д.т.н., профессор, профессор Кафедры теоретических основ радиотехники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск.

Андриянов Никита Андреевич, к.т.н., доцент Департамента анализа данных и машинного обучения Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Москва.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), г. Новосибирск,

в своем положительном заключении, подписанном

- **Мулляджанов Рустам Илхамович**, д.ф.-м.н., заведующий Лабораторией прикладных цифровых технологий ММЦ ММФ НГУ.

заверенном

- **Чуркин Дмитрий Владимирович**, д.ф.-м.н., Проректор по научно-исследовательской деятельности НГУ.

указала, что диссертация «Оптимизация производительности свёрточных нейронных сетей в системе распознавания лиц», представленная на соискание

учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, выполнена на высоком научном уровне. Она отвечает требованиям п.9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор Свитов Давид Вячеславович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 5 опубликованных в рецензируемых журналах и изданиях и 1 акт о внедрении:

1. Low-power computer vision: Status, challenges, and opportunities [Текст] / S. Alyamkin, ..., D. Svitov, G. K. Thiruvathukal, B. Zhang, J. Zhang, X. Zhang, S. Zhuo [и др.] // IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems. — 2019. — Т. 9, No 2. — С. 411—421.
2. NTIRE 2021 challenge on image deblurring [Текст] / S. Nah, ..., D. Svitov, D. Pakulich, J. Kim, J. Jeong // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. — 2021. — С. 149—165.
3. Svitov, D. MarginDistillation: Distillation for Face Recognition Neural Networks with Margin-Based Softmax [Текст] / D. Svitov, S. Alyamkin // International Journal of Computer and Information Engineering. — 2021. — Т. 15, No 3. — С. 206—210.
4. Свитов, Д. В. ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ДЕТЕКТОРА ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ [Текст] / Д. В. Свитов, С. А. Алямкин // Автометрия. — 2021. — Т. 57, No 1. — С. 21—30.
5. Свитов, Д. В. Дистилляция моделей для распознавания лиц, обученных с применением функции Софтмакс с отступами [Текст] / Д. В. Свитов, С. А. Алямкин // Автоматика и телемеханика. — 2022. — No 10. — С. 35—46.

На автореферат поступили следующие положительные отзывы:

- Отзыв Устиновой Евгении Сергеевны (Ph.D., ведущий инженер ООО «Исследовательский Центр Самсунг»),

Содержит замечание о наличии в автореферате некоторого количества опечаток. Также автореферат было бы удобнее читать, если бы в описании соответствующих разделов были более подробно приведены результаты и выводы (например, какой прирост точности для каждого из наборов данных, использованных в экспериментах, как именно влияет каждая составляющая метода на итоговую точность).

- Отзыв Георгия Алексеевича Доррера (д.т.н., профессор кафедры информационно-управляющих систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева (г. Красноярск)),

Содержит следующие замечания:

1. Первое положение, выносимое на защиту, касающееся повышения компактности кластеров биометрических векторов на гиперсфере, в тексте не обосновано. Для обоснования следовало бы, например, привести на одних и тех же данных оценку разброса экземпляров в кластерах и уменьшение их разброса (повышение компактности).

2. Применение специализированных функций активации показано на уровне формул решения ими задач классификации, но не описано, каким образом с данной функцией работают оптимизаторы нейросетевых фреймворков. Слабое (практически отсутствует) описание процедур инициализации стартовой разметки и оптимизации весов в процессе обучения нейронной сети в принципе оставляет много лагун в понимании предложенного решения.

- Отзыв Алямкина Сергея Анатольевича (к.т.н., технический директор ООО «Экспасофт»),

Содержит следующие замечания:

1. Автореферат не содержит численного сравнения предлагаемого метода дистилляции с предыдущими подходами, из-за чего не ясна относительная его эффективность.

2. Описание метода дистилляции не содержит блок-схемы метода, в отличие от метода оптимизации детектора лиц, что затрудняет понимание описанного подхода.

- Отзыв Будникова Константина Ивановича (к.т.н., старший научный сотрудник Института автоматизации и электротехники СО РАН),

Содержит замечание о краткости раздела, описывающего предлагаемый метод дистилляции. Данный раздел автореферата не позволяет в желаемой мере понять принцип работы предлагаемого подхода и требует дополнительных разъяснений или формального описания.

- Отзыв Кугаевских Александра Владимировича (к.т.н., доцент факультета программной инженерии и компьютерной техники ФГБОУ ВО «Университет ИТМО»),

Содержит следующие замечания:

1. Каким образом формируется векторное описание карты признаков, учитывая, что пространственную информацию со скрытых слоёв трудно получить из-за разных факторов, включая применение пулинга, особенно пулингов по маске, и пакетной нормализации? Каким образом производится согласование размеров векторов карты признаков и модели фона? Осуществляется ли это для каждого свёрточного слоя нейронной сети отдельно?
2. Неясно, производилась ли оценка робастности нейронной сети при введении предлагаемого авторами способа задания центров классов в дистилляции нейронных сетей.

- Отзыв Куликова Виктора Александровича (к.т.н., Senior ML Scientist 2/ Team lead Picsart Inc.)

Содержит следующие замечания:

1. В работе предлагаются методы для задач детектирования лиц и построения его биометрического вектора, но не рассматриваются вопросы обнаружения ключевых точек лица для его выравнивания. Выравнивание лица, как правило, влияет на качество распознавания. Сравнение точности дистиллируемой модели распознавания с выравниванием лица и без него усилило бы работу и предлагаемый метод.
2. Работа в значительной степени усилилась бы от сравнения с архитектурой BlazeFace для обнаружения лиц от компании Google, разработанной специально для быстрого обнаружения лиц на мобильных устройствах.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной квалификацией в области глубокого машинного обучения и свёрточных нейронных сетей.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен и реализован метод инициализации весов СНС с малым числом параметров для обучения сети на задачи распознавания лиц. Предложенный метод демонстрирует эффективность использования весов последнего слоя сети с большим числом параметров в извлекателе признаков для инициализации сети с малым числом параметров;

предложен и реализован метод дистилляции для повышения точности СНС с малым числом параметров, обученных для задачи распознавания лиц. Предложенный метод дистилляции учитывает специфику работы нейронных сетей, обученных с функцией Софтмакс с отступами;

предложен и реализован метод для снижения числа ложноположительных срабатываний детектора людей в видеопотоке. Это позволило повысить надёжность всей системы распознавания лиц за счёт исключения из дальнейшей обработки случаев, приводящих к недетерминированному поведению системы. Метод использует промежуточные карты признаков из СНС, извлекающей признаки в детекторе для устойчивого к шуму обнаружения движения. Также предложенный подход позволил ускорить этап детектирования человека за счёт ранней остановки работы детектора на кадрах, не содержащих движущихся объектов;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что предлагаемый метод позволяет расширить пространство возможных каналов передачи знаний между нейронными сетями при дистилляции;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и внедрен программный комплекс для обучения свёрточных

нейронных сетей на ЭВМ. Получаемые таким образом нейросетевые модели могут использоваться для распознавания лиц на маломощных вычислителях. Описанный в данной диссертации подход позволил реализовать алгоритмы обнаружения и идентификации лица в видеопотоке на конечном устройстве пользователя с мобильным ARM процессором. Имеется акт о внедрении;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с помощью большого числа тестов на реальных данных, в том числе независимым институтом стандартов. Для замера точности системы использовались различные объективные метрики, продемонстрировавшие результаты, не противоречащие друг другу и теоретическим выкладкам;

Личный вклад соискателя состоит в: разработке и реализации подхода к оптимизации производительности свёрточных нейронных сетей в системе распознавания лиц.

Автором разработан и реализован подход к оптимизации детектора лиц, использующий промежуточные карты признаков извлекателя признаков сети детектора. Данный метод позволяет снизить число ложных срабатываний и ускорить среднее время обработки кадра за счёт ранней остановки выполнения нейронной сети.

Автором разработан и реализован новый метод дистилляции свёрточных нейронных сетей, обученных с функцией Софтмакс с отступом. Данный метод позволяет получить большую точность в сравнении с существующими подходами для задачи распознавания лиц.

Автор провёл полное тестирование разработанной системы для различных наборов данных и сценариев использования.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание, касающиеся использования терминов «оптимизация», «повышение процента», «точность разработанной системы» и др.

Соискатель Свитов Давид Вячеславович согласился с замечанием и пояснил термины.

На заседании 31 мая 2023 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития нейросетевых технологий присудить Свитову Давиду Вячеславовичу ученую степень кандидата технических наук 1.2.2— «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении электронного тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 7 докторов технических наук по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, (очно 15, дистанционно 10), из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 24, против 1.

Председатель диссертационного совета

академик РАН



Шалагин Анатолий Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета

д. ф.-м. н.

Ильичев Леонид Вениаминович

« 2 » июня 2023 г.