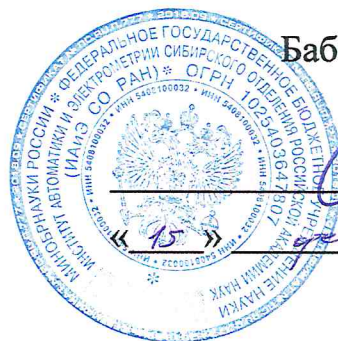


УТВЕРЖДАЮ:

Директор Института автоматике
и электрометрии СО РАН
чл.-корр. РАН

Бабин Сергей Алексеевич



_____ 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института автоматике и электрометрии Сибирского отделения Российской
академии наук
(ИАиЭ СО РАН)

Диссертация «Оптимизация производительности свёрточных нейронных сетей в системе распознавания лиц» выполнена в лаборатории информационной оптики ИАиЭ СО РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Свитов Давид Вячеславович работал в ИАиЭ СО РАН в должности и. о. инженера-исследователя. А также проходил обучение в аспирантуре ИАиЭ СО РАН в период с 2019-2022 гг.

В 2018 г. Свитов Д. В окончил магистратуру факультета информационных технологий Новосибирского государственного университета по направлению подготовки 09.04.01 – «Информатика и вычислительная техника». В 2022 г. окончил аспирантуру ИАиЭ по направлению 02.06.01 – «Компьютерные и информационные науки»

Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 23/1 выдана 13 февраля 2023 г. ИАиЭ СО РАН.

Научный руководитель - доктор технических наук Нежевенко Евгений Семёнович, ведущий научный сотрудник лаборатории информационной оптики ИАиЭ СО РАН.

Диссертация «Оптимизация производительности свёрточных нейронных сетей в системе распознавания лиц» была рассмотрена на семинаре.

На семинаре присутствовали:

1. Шалагин А.М. д.ф.м.н., академик
2. Потатуркин О.И. д.т.н., г.н.с.
3. Нежевенко Е.С. д.т.н., вед.н.с.
4. Резник А.Л. д.т.н., зав. лаб.
5. Зюбин В.Е. д.т.н., зав. лаб.
6. Борзов С.М. к.т.н., зав.лаб.
7. Ян А. П, к.т.н., с.н.с
8. Будников К.И., к.т.н., с.н.с.
9. Узилов С.Б.
10. Громилин Г.И. гл. спец.
11. Лихачев А.В. д.т.н., с.н.с.
12. Косых В.П. к.т.н., зав.лаб
13. Котов К.Ю. к.т.н., зав.лаб
14. Максимов Л.В. вед. инж.-прогр
15. Бондаренко И.С. ст.преп. (НГУ)
16. Козик В.И. к.т.н., ст.н.с.

В обсуждении работы приняли участие д.т.н Зюбин В.Е., к.т.н Будников, д.т.н Потатуркин О.И. и другие. Научный руководитель д.т.н Нежевенко Е.С. отметил высокую практическую значимость изложенных в диссертационной работе результатов и самостоятельность Свитова Д.В. при их получении.

Актуальность темы диссертационного исследования

Современные нейросетевые модели позволяют производить идентификацию и верификацию лиц с высокой точностью. Однако практическая применимость таких систем ограничена требованиями к вычислительным ресурсам. Для обработки изображений такими нейросетевыми моделями требуются вычислительные сервера, оборудованные графическими или тензорными процессорами.

Для повышения практической применимости нейронных сетей необходимо избавиться от ограничений, вызванных требуемыми вычислительными ресурсами. Для решения этой проблемы были предложены мобильные архитектуры нейронных сетей с меньшим числом параметров. Однако точность таких моделей существенно ниже их серверных аналогов, что может быть критично для задач биометрического доступа. Таким образом, тема диссертационной работы является актуальной.

Основная цель диссертационной работы Свитов Д. В. Состояла в разработке методов, позволяющих сократить разницу в точности между серверными и мобильными нейросетевыми архитектурами для задачи распознавания человека по лицу. Предлагаемые в диссертации методы позволяют улучшить соотношение скорости и точности для нейронных сетей в системе распознавания лиц.

Личное участие соискателя.

В ходе выполнения работ Свитов Д. В. проявил высокую самостоятельность, принимал активное участие в постановке задач, проведении экспериментов, анализе и обсуждении результатов. Свитов Д. В. разработал и реализовал подходы к оптимизации производительности свёрточных нейронных сетей в системе распознавания лиц, а также провёл полное тестирование разработанной системы.

Новизна

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

1. Предложен и реализован новый алгоритм дистилляции для моделей, обученных с функцией Софтмакс с отступом, для задачи построения биометрического вектора по изображению лица. Здесь Софтмакс с отступом — это модификация функции Софтмакс с добавлением константы для большего разнесения векторов в пространстве. Предложенный алгоритм впервые использует адаптивное вычисление отступов в функции Софтмакс на основе расстояния до центра кластера;
2. Предложен подход, позволяющий эффективнее разносить на гиперсфере биометрические вектора, полученные нейронной сетью с малым числом параметров. Предложенный подход впервые использует модель с большим числом параметров для нахождения центров кластеров векторов для повышения эффективности обучения малой нейронной сети;
3. Разработан и впервые применён метод ранней остановки исполнения нейросетевого детектора объектов на основе значения признаков промежуточных слоёв сети. Продемонстрировано повышение средней скорости обработки кадров за счёт использования предложенного метода;
4. Предложен и реализован устойчивый к шуму алгоритм локализации движения в видеопотоке. Впервые для решения этой задачи применены глубокие признаки предобученного детектора объектов, что не влечёт дополнительных вычислительных затрат.

Степень достоверности результатов.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным проведением большого числа тестов на реальных данных, в том числе независимым институтом стандартов. Для замера точности системы

использовались различные объективные метрики, продемонстрировавшие результаты непротиворечивые друг-другу и теоретическим выкладкам.

Практическая значимость.

Практическая значимость полученных результатов заключается в реализации разработанного подхода в виде программного комплекса для обучения свёрточных нейронных сетей на ЭВМ позволяет использовать получаемые нейросетевые модели 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.

Технология распознавания лиц, основывающаяся на разработанном подходе внедрена в продуктах компаний: ООО Новотеликом, ООО Рубитек РУС, ООО Открытая мобильная платформа.

Соответствие специальности.

Диссертационная работа соответствует специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Результаты диссертации соответствуют четырём пунктам паспорта специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»:

1. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий;
2. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента;

3. Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмов и методов имитационного моделирования на основе анализа математических моделей;
4. Постановка и проведение численных экспериментов, статистический анализ их результатов, в том числе с применением современных компьютерных технологий.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Результаты работы докладывались соискателем лично на следующих конференциях: “ICDLFR 2020: 22nd International Conference on Deep Learning and Face Recognition”, Амстердам, 2020 г.; “ММРО 2021: Математические методы распознавания образов”, Москва 2021 г. Доклад на конференции ICDLFR 2021 был отмечен дипломом за лучший доклад.

Результаты диссертационной работы достаточно подробно отражены в пяти публикациях в рецензируемых научных журналах, индексируемых в российской и международных базах данных:

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, № 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. 173.
3. 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, № 3. — С. 206—210.

4. ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ДЕТЕКТОРА ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ [Текст] / Д. В. Свитов, С. А. Алямкин //Автометрия. — 2021. — Т. 57, № 1. — С. 21—30.
5. Дистилляция моделей для распознавания лиц, обученных с применением функции Софтмакс с отступами [Текст] / Д. В. Свитов, С. А. Алямкин // Автоматика и телемеханика. — 2022. — № 10. — С. 35—46.

Диссертация «Оптимизация производительности свёрточных нейронных сетей в системе распознавания лиц» Свитова Давида Вячеславовича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Председатель семинара
д-р техн. наук, проф.



Потатуркин Олег Иосифович

Секретарь семинара
д-р техн. наук,



Лихачёв Алексей Валерьевич