

ОТЗЫВ
научного руководителя на
научно-квалификационную работу (диссертацию)

Лимоновой Елены Евгеньевны

на тему

«Биполярная морфологическая аппроксимация нейрона для уменьшения вычислительной сложности глубоких сверточных нейронных сетей»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В течение последних нескольких лет Лимонова Е.Е. активно занимается научной деятельностью в области обработки цифровых изображений, машинного зрения и распознавания. В 2017 году она закончила магистратуру Московского физико-технического института с отличием и поступила в аспирантуру ФИЦ ИУ РАН, которую успешно закончила в 2021 г. С 2017 года Елена Евгеньевна является сотрудником ФИЦ ИУ РАН. За это время она показала себя ответственным и квалифицированным специалистом. Лимонова Е.Е. освоила все необходимые навыки, которыми должен обладать исследователь, о чем свидетельствует высокое качество ее публикаций, две из которых вышли в журнале IEEE Access и одна – в MDPI Mathematics, входящих в Q1/Q2 баз данных WoS и Scopus. Всего Лимонова Е.Е. является автором или соавтором 37 публикаций, из них 26 в изданиях, индексируемых WoS и Scopus (из них 16 – в сборниках трудов конференций), 6 - изданиях из списка ВАК. Кроме того, Елена Евгеньевна является соавтором 4 патентов на полезную модель и 2 зарегистрированных программ для ЭВМ.

Научно-квалификационная работа Лимоновой Е.Е. посвящена исследованию методов повышения вычислительной эффективности нейросетевых моделей на современных вычислительных платформах. Повсеместное использование систем технического зрения заметно расширило требования к ним. Теперь такая система должна не только обеспечивать достаточное качество и скорость распознавания, но и гарантировать безопасность личных данных пользователей. Наилучшим решением является распознавание на конечном пользовательском устройстве, поскольку оно не требует передачи этих данных по каналам связи и обработки их сторонними сервисами. Однако в этом случае значительно повышаются запросы к вычислительной и энергоэффективности, так как такие устройства часто не оснащаются графическими ускорителями и как правило работают от аккумулятора. Поэтому тема работы Елены Евгеньевны крайне актуальна.

Лимонова Е.Е. впервые предложила аппроксимацию классического математического нейрона -- биполярный морфологический нейрон. На основе этой аппроксимации была построена модель сверточных слоев, которые используют только операции сложения и максимума в ресурсоемких вычислениях. Несмотря на некоторое усложнение структуры

слоя, эта модель обладает большим потенциалом по повышению вычислительной эффективности распознавания. Особенности арифметико-логических устройств делают эти преимущества существенными для специализированных устройств или программируемых логических интегральных схем. Был предложен подход к обучению такой аппроксимации, позволивший достигнуть целевых значений качества в задачах нейросетевого распознавания изображений. Приведенные теоретические выкладки также подтверждают, что биполярный морфологический нейрон обладает не меньшей выразительной силой, чем классический математический нейрон. Проведенные Лимоновой Е.Е. численные эксперименты подтвердили, что биполярная морфологическая аппроксимация и предложенный метод дообучения могут успешно использоваться для ряда современных нейросетевых архитектур в различных практических задачах.

Во время подготовки диссертации Лимонова Е.Е. провела большую исследовательскую работу. Она осуществила качественный анализ современного состояния науки в области построения аппаратно-ориентированных нейросетевых моделей предназначенных для задач технического зрения. Критический подход к существующим научным результатам в этой области позволил выделить перспективные направления и разработать новый метод аппроксимации классических нейросетевых моделей. Полученные результаты докладывались на международных конференциях, научном семинаре лаборатории №11 ИППИ РАН, а также научно-исследовательском семинаре «Анализ и понимание изображений». По теме диссертации Елена Евгеньевна опубликовала 10 работ.

Методы, разработанные в рамках диссертации, были реализованы в виде программных компонентов и внедрены в программное обеспечение компании ООО «Смарт Энджинс Сервис»: «Smart ID Engine», «Smart Code Engine», «Smart Document Engine», «Smart IDReader». Эти программные продукты используются в информационной инфраструктуре и мобильных приложениях АО «Тинькофф Банк», а также в ряде информационных решений государственных структур Российской Федерации. Полученные оценки и результаты моделирования арифметико-логических устройств и специализированных модулей для реализации нейросетевых моделей используются в АО «МЦСТ» при проектировании новых устройств.

Диссертация Лимоновой Е.Е. является законченной научной работой, выполненной на высоком уровне, и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней. Считаю, что Елена Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный руководитель,
к.т.н., зав. отделом,

 / Арлазаров В.В.
(подпись) расшифровка подписи

«19» октябрь 2022 г.

Подпись Арлазаров В.В. заверяю:

Начальник отдела кадров
Л.А. Петрова
«19» 10 2022 г.