

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лимоновой Елены Евгеньевны «Биполярная морфологическая аппроксимация нейрона для уменьшения вычислительной сложности глубоких сверточных нейронных сетей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность работы. Качество распознавания, энергоэффективность и скорость работы нейросетевой модели для конкретной аппаратной реализации существенным образом зависят от используемых типов нейронов и слоев. Разработка новых вариантов аппроксимации существующих эффективных моделей слоев и нейронов при фиксированной архитектуре самой сети расширяет возможные модели вычислений в элементарных логических элементах нейронной сети — отдельных слоях или отдельных нейронах, что упрощает адаптацию реализаций нейросетевых моделей к различным типам устройств общего и специального назначения. Это делает тему диссертации Лимоновой Е.Е. актуальной, а результаты - востребованными.

В работе предлагается и исследуется биполярный морфологический нейрон, который аппроксимирует математическую модель нейрона. Разработанная модель для наиболее вычислительно-интенсивных частей нейронного слоя использует операции взятия максимума и сложения, которые дополняются функциями активации на основе операций потенцирования и логарифмирования. Это позволяет вычислительно-емкие сверточные биполярные морфологические слои реализовывать для ПЛИС/СЛИС вычислителей более эффективно, чем слои классическими реализациями сверток через умножение. Особенно важной такая эффективность становится при потоковой обработке кадров видео на устройстве (on device) в системах, где требуется малое время отклика.

В работе аналитическими методами показана выразительная эквивалентность классической нейросетевой модели и биполярного морфологической модели, при этом проведенные эксперименты согласуются с теоретическими выкладками. Математические свойства биполярного морфологического нейрона существенно отличаются от структурных элементов классической модели нейросети, поэтому использование существующих стандартных методов обучения приводит к сильному падению качества.

Для обучения аппроксимированных нейросетевых моделей предложен оригинальный метод послойного дообучения, который хорошо себя показал в численных экспериментах по обучению биполярных морфологических и квантованных 8-битных нейросетевых моделей. Эксперименты проведены на примере классических архитектур для задач классификации и семантической сегментации изображений с использованием частичной или полной замены сверточных слоев (гибридные или полностью преобразованные модели), что дает основания рассчитывать на высокую универсальность и подчеркивает **практическую значимость** предложенного метода.

Достоверность результатов подтверждается моделированием и вычислительными экспериментами. Основные результаты работы опубликованы в рецензируемых журналах и прошли апробацию на многочисленных конференциях. Разработанные в рамках диссертации методы реализованы в виде программных компонентов и внедрены в коммерческие продукты.

В качестве недостатков автореферата можно указать следующие:

- отсутствие математического выражения и иллюстрации классического нейрона, которые бы повысили наглядность изложения работы.
- в автореферате недостаточно отражено экспериментальное сравнение предложенных аппроксимаций функции активации и классических функций, так же представляет интерес насколько в предложенных аппроксимациях возможна реализация функций активации с отрицательной частью, например, PReLU/ELU, или симметричных, таких как $\tanh$.

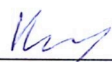
Указанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение. В соответствии с авторефератом, диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Считаю, что данная диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Лимонова Елена Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

д.т.н., и.о. ведущего научного сотрудника, заведующий лабораторией интеллектуального анализа видеоданных Института систем обработки изображений Российской академии наук (ИСОИ РАН) – филиала ФГУ ФНИЦ «Кристаллография и Фотоника» РАН

08 февраля 2023 г.

 / Никоноров Артем Владимирович

Согласен на обработку персональных данных, указанных в отзыве.

Почтовый адрес: 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 151

Тел. +79272008091 , email: artniko@gmail.com

Подпись А.В. Никонорова заверяю,

Ученый секретарь ИСОИ РАН- филиала
ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН,
д.ф.-м.н., профессор, +7(846) 3325787
kotlyar@ipsiras.ru



Котляр В.В.