

Отзыв
научного руководителя на
научно-квалификационную работу (диссертацию)
Шешкуса Александра Владимировича
на тему

“Использование преобразования Хафа в качестве слоя нейронной сети”,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.2.2 “Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ”

Научные компетенции Александра Владимировича Шешкуса лежат на пересечении методов распознавания (главным образом — связанных с глубоким обучением) и задач технического зрения. В 2011-м году он защитил под моим руководством диплом магистра в МФТИ, темой его работы были алгоритмы детектирования движущихся объектов в видеопотоке. Тогда же Александр поступил в аспирантуру ФИЦ ИУ РАН, которую закончил в 2014-м году, опубликовав две научные работы. Уже первая из них касалась преобразования Хафа и задачи поиска точек схода, играющих важную роль в его диссертационной работе, однако на тот момент разрабатываемые Александром методы еще были классическими. Первая же статья А. Шешкуса о нейронных сетях вышла в 2016-м году и была посвящена увеличению их быстродействия. С 2018-го года Александр работал ведущим программистом в ФИЦ ИУ РАН, а в 2020-м переведен там же на должность научного сотрудника. К тому моменту он уже был соавтором 31 научной публикации. С того же года А. Шешкус читает (совместно с к.т.н. Сергеем Усилиным) в МФТИ курс “Машинное обучение и нейронные сети”. На сегодняшний день Александр имеет на своем счету 59 научных публикаций (в том числе 1 в IEEE Access и 3 в Компьютерной оптике), 1 изобретение, 5 полезных моделей и 6 программ для ЭВМ. Под его руководством в МФТИ защищены 2 диплома магистра. За годы совместной работы Александр показал себя ответственным, трудолюбивым и скрупулезным исследователем, никогда не останавливающимся перед трудностями. За время научной деятельности им была создана система обучения нейронных сетей, зарегистрированная в качестве программы для ЭВМ, которая использовалась (и продолжает использоваться) не только для получения результатов, представленных в диссертации, но и для обучения нейронных сетей, используемых в коммерческих продуктах ООО “Смарт Энджинс Сервис”, которые, в свою очередь, используются в огромном количестве Российских и зарубежных организаций, таких как АО “Тинькофф Банк”, ПАО “ВТБ” и другие.

Диссертационное исследование А. В. Шешкуса посвящено теоретическим и прикладным аспектам использования в нейросетях необучаемого слоя нового типа, реализующего преобразование Хафа, понимаемое как линейное отображение над цифровыми изображениями. Автор сосредотачивается при этом на задачах технического зрения, связанных с проективной структурой двумерных изображений объектов трехмерного мира. Хафовские (или, как их еще называют, Радоновские) слои в нейросетях использовались и ранее, но исключительно при решении задачи компьютерной

рентгеновской томографии, где преобразование Радона присутствует в базовой модели формирования входного изображения. Но и в этой смежной области до работ Александра Хафовский слой реализовывался как слой, применяющий произвольное линейное преобразование, а такая реализация весьма трудоемка вычислительно. В диссертации А. Шешкуса предлагается использовать алгоритмическое вычисление результата применения преобразования Хафа быстрым алгоритмом Брейди-Ёна. Автор убедительно показывает, что использование именно такого слоя в нейросетевых архитектурах позволяет улучшать соотношение точности и быстродействия при решении задач компьютерного зрения. Для достижения этого результата, обладающего несомненной практической значимостью, Александр решает задачу обратного распространения ошибки через слой нового типа, заданный алгоритмически, и его решение отличается математической элегантностью и практичностью: вычисление градиента реализуется быстро за счет использования все того же алгоритма Брейди-Ёна. Вторая задача, без решения которой Хафовский слой имел бы несколько меньшую ценность, связана с отображением пространства координат точек схода на конечную область, обрабатываемую нейросетью. Автору удалось решить эту задачу кусочным преобразованием, сохраняющим на гладких участках параметризацию Брейди-Ёна, обеспечив сохранение вычислительной эффективности при распознавании точек схода, находящихся за пределами изображения.

Ценность диссертационной работы Александра Шешкуса легче оценить, если ее рассматривать в более широком контексте современных методов анализа и распознавания изображений. Довольно очевидна тенденция, когда новое поколение исследователей и изобретателей разрабатывает нейросетевые решения важных прикладных задач, игнорируя практически весь ранее накопленный научный опыт. Используемый набор новых технологий действительно позволяет им быстро двигаться вперед, по крайней мере, пока. Но эффективность процесса накопления научных знаний при этом оказывается отброшена ко временам зарождения химии: путем многочисленных экспериментов выявляются хорошо действующие рецепты, общая же теория нейросетевых архитектур пока даже не брезжит на горизонте. Александру в своей диссертации удалось воспользоваться классическим, хорошо изученным методом обработки изображений, и, произведя синтез с нейросетевыми методами, получить практический результат, вполне соответствующий априорным ожиданиям.

Диссертация А. В. Шешкуса является законченной научной работой, выполненной на высоком уровне, и соответствует требованиям положения о присуждении ученых степеней. Считаю, что Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Научный руководитель
к.ф.-м.н.



Николаев Д.П.
/ расшифровка

17.02.2023