



**Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт точных приборов»
(АО «НИИ ТП»)**

Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490
Тел. (495) 231-38-22. Факс (499) 204-79-66. E-mail: info@niitp.ru; http: www.niitp.ru
ОКПО 11482462, ОГРН 1097746735481, ИНН/КПП 7715784155/771501001



УТВЕРЖДАЮ
Научный руководитель АО «НИИ ТП»
доктор технических наук, доктор
военных наук, профессор

В.Ф. Кострюков

» мая 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Зиядинова Вадима Валерьевича на тему:
«Оптимизация помехоустойчивости и точности нейросетевого
распознавания изображений», представленную на соискание учёной
степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. –
«Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Актуальность темы исследования

Оптимизация помехоустойчивости свёрточных нейронных сетей в настоящее время является актуальной темой исследований. Количество устройств и систем, основанных на использовании нейронных сетей, с каждым годом увеличивается. Наблюдается растущее число камер видеонаблюдения, автономных автомобилей и медицинских диагностических систем, использующих нейронные сети для обработки больших потоков данных и принятия решений. Важные задачи, решаемые методами дистанционного зондирования Земли, все больше требуют разработки оптимальных алгоритмов автоматизации обработки данных, и наиболее перспективным направлением исследований в данной области также является анализ данных с помощью свёрточных нейронных сетей.

Вход. № 54/24
« 23 » 05 2024.
подпись

Однако одним из основных недостатков свёрточных нейронных сетей является их низкая устойчивость к искажениям. Искусственные или естественные искажения значительно влияют на работу нейронных сетей. Например, шум в данных входных сигналов, отклонения в работе оборудования или даже злонамеренные атаки на нейросетевые модели могут привести к серьёзным последствиям. Исходя из этого, исследования по оптимизации помехоустойчивости и точности работы нейронных сетей имеют огромное значение. Улучшение помехоустойчивости поможет обеспечить надёжную и стабильную работу систем, основанных на свёрточных нейронных сетях, а также повысит безопасность и эффективность их работы. Таким образом, представленная Зиядиновым Вадимом Валерьевичем диссертационная работа на тему «Оптимизация помехоустойчивости и точности нейросетевого распознавания изображений» имеет важное значение для развития инновационных технологий, для обеспечения их безопасной и эффективной работы, является актуальной и значимой. Результаты таких исследований могут принести значительную пользу для компаний и организаций в данной отрасли, обеспечивая надёжность и качество работы систем, основанных на нейросетевых моделях обработки информации.

Автор верно определил, корректно сформулировал, поставил и решил научную задачу, направленную на достижение цели исследования.

Структура и основные научные результаты работы

Работа содержит введение, пять разделов и заключение. Значимые **результаты**, полученные соискателем в ходе проведённых исследований:

– разработанные автором математические модели генерации изображений и обучения-тестирования свёрточной сети позволяют оценить характеристики устойчивости свёрточных нейронных сетей к искажениям;

– автор доказал существование оптимальной степени искажений в обучающем наборе данных, и показал, что определение этого оптимума может быть выполнено с использованием статистического моделирования;

– автором представлен оптимальный метод аугментации обучающего набора данных;

– автор предложил метод повышения устойчивости свёрточных нейронных сетей к состязательным атакам, основанный на фильтрации изображений и устойчивом обучении нейронной сети.

Научная новизна работы

1) Впервые доказано существование оптимального значения неопределённости в обучающих изображениях, позволяющего достичь максимальной интегральной точности распознавания тестовых изображений с различными искажениями при заданном пороге минимальной точности распознавания.

2) Впервые предложен подход к повышению точности распознавания изображений, подвергнутых состязательным атакам, на основе низкочастотной фильтрации изображений в совокупности с предварительным обучением нейронной сети размытыми изображениями.

Теоретическая значимость

1) Авторский метод определения оптимума количества искажений в обучающих данных и методом противостояния высокочастотным искажениям.

2) Доказательство существования оптимального значения неопределённости в обучающих изображениях, позволяющего достичь максимальной интегральной точности распознавания изображений с различными искажениями при заданном пороге минимальной точности распознавания.

3) Развитие теории устойчивости методов искусственного интеллекта к различного рода искажениям.

4) Разработанный автором подход к повышению точности распознавания изображений, основанный на низкочастотной фильтрации изображений.

Практическая значимость

Авторский метод аугментации обучающих изображений позволяет значительно повысить точность распознавания тестовых изображений свёрточными

ми нейронными сетями. Практическая значимость работы подтверждена актом использования результатов диссертационной работы.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность положений и заключений обусловлена корректным использованием статистического и численного моделирования, непротиворечивостью полученных выводов и признанием работ автора специалистами в области теории машинного обучения, а также аргументированностью использованных автором методов и моделей.

Личный вклад автора

Все научные положения, промежуточные выводы, описанные в работе, получены автором лично. Из публикаций по теме работы, написанных в соавторстве, в диссертации использованы только части, подготовленные автором лично.

Соответствие работы заявленной специальности

Тема и содержание работы соответствует пункту 11 «Разработка информационных технологий, в т. ч. цифровых, а также с использованием нейронных сетей для распознавания сигналов, изображений и речи в интеллектуальных радиотехнических, робототехнических системах технического зрения» паспорта научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в т. ч. системы и устройства телевидения».

Публикации научных результатов работы

По материалам исследования автором опубликовано 19 научных трудов. Основные результаты диссертационной работы изложены в 9 печатных публикациях в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК или индексируемых в международных базах данных *Web of Science* и *Scopus*. Автором получены девять свидетельств об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Апробация научных результатов работы

Результаты работы доложены на четырёх научно-технических конференциях, в т. ч. международных.

Таким образом, полнота публикаций и апробации научных результатов работы удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.9.2013 г.).

IX. Недостатки и рекомендации по диссертационной работе

1. Автор иногда смешивает понятия высокочастотной атаки и состязательной атаки, что затрудняет понимание соотношения этих понятий.

2. Ступенчатый характер отдельных кривых помехоустойчивости, полученных автором (например, на рисунке 4.5), свидетельствует об ограниченном количестве некоторых проведённых экспериментов.

3. Автор недостаточно подробно обосновывал выбор конкретных нейросетевых архитектур для исследования.

4. В перечисленных в конце автореферата 9 основных трудах автора в работах, выполненных в соавторстве, не показан личный вклад соискателя, что затрудняет оценку его роли в написании совместных работ.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации Зиядинова Вадима Валерьевича, не снижают её теоретическую и практическую ценность.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты и выводы диссертации следует использовать в новых разработках, включающих нейросетевые аппараты распознавания данных, в т. ч. изображений.

Разработанные автором методы, направленные на повышение устойчивости свёрточных нейронных сетей и моделей искусственного интеллекта в целом к различного рода искажениям и помехам, являются важными и перспективными для обработки изображений, получаемых современными и перспек-

тивными системами дистанционного зондирования Земли и, безусловно, могут быть использованы в этой отрасли.

Выводы

1. Диссертация Зиядинова Вадима Валерьевича представляет собой самостоятельную законченную научную квалификационную работу. В ней содержится новое решение научной задачи по разработке метода оптимальной аугментации обучающих изображений, имеющей существенное значение для развития систем автоматического распознавания изображений.

2. По содержанию диссертация соответствует паспорту специальности 2.2.13. – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

3. По степени новизны, своей научной значимости и практической ценности работа удовлетворяет требованиям п. 9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 «Положение о присуждении учёных степеней» (в редакции постановления Правительства РФ от 26.09.2022 г. № 1690), а её автор Зиядинов Вадим Валерьевич достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв рассмотрен, обсуждён и одобрен на заседании секции № 1 научно-технического совета АО «НИИ ТП» 21.05.2024 г., протокол № 117.

Заместитель главного конструктора
по наземной инфраструктуре
доктор технических наук

Главный научный сотрудник отдела 4042
доктор технических наук, профессор

« 21 » мая 2024 года



Е.В. Алтухов

П.Н. Наумов