

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Ракитского Антона Андреевича,

кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры прикладной математики и кибернетики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», на диссертационную работу Мкртчяна Грача Маратовича «Разработка методов и средств нейросетевой обработки акустической информации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки).

Актуальность темы исследования

Безопасность дорожного движения является одним из важнейших вопросов в современном обществе, количество автомобилей на дорогах постоянно увеличивается, что влечет за собой увеличение шанса возникновения аварий. Поэтому разработка эффективных методов для обработки акустической информации во время дорожного движения, которые потенциально могут способствовать предотвращению аварий, является актуальной задачей.

В условиях роста числа автотранспортных средств и интеллектуальной нагрузки на водителей, системы помощи водителю (ADAS), основанные преимущественно на визуальных данных, оказываются недостаточно эффективными в условиях плохой видимости или ограничений обзора. Использование акустических данных позволяет точнее оценивать дорожную обстановку за счет идентификации сигналов приближающихся транспортных средств, сирен экстренных служб и аварийных ситуаций. Кроме того, современные нейронные сети зарекомендовали себя в качестве средства для решения многих схожих задач, поэтому разработка именно нейросетевых методов для обработки и анализа акустической информации имеет высокий потенциал.

Новизна исследования и полученных результатов

В рамках диссертационного исследования Мкртчяном Г.М. были получены следующие научные результаты:

1. Метод ускоренного аннотирования акустических данных с использованием предобученной модели, сокращающий время разметки на 30% и снижая влияние человеческого фактора.

Вход. № 33/25
«05» 05 2025 г.
подпись

2. Алгоритм устойчивого обучения с робастной функцией потерь и дистилляцией знаний, повышающий точность при наличии до 15% зашумлённых данных.

3. Алгоритм классификации с использованием слоёв Колмогорова–Арнольда, обеспечивающий точность не ниже 95% в условиях городского шума.

4. Архитектура комплекса для сбора и обработки акустических данных на транспорте с возможностью интеграции в ADAS-системы для повышения точности оценки дорожной обстановки.

Степень достоверности и обоснованности основных положений

Степень достоверности и обоснованности основных положений диссертации обеспечивается следующими аспектами:

1. Использование современных методов и моделей: В работе применялись апробированные подходы из областей цифровой обработки сигналов, статистического анализа, глубокого машинного обучения и математической статистики, что обеспечивает научную корректность и достоверность полученных результатов.

2. Экспериментальные исследования: Проведены комплексные экспериментальные исследования на специально созданном уникальном наборе акустических данных, собранных в реальных условиях городской среды. Достоверность экспериментальных результатов подтверждается использованием строгой методологии сбора, аннотирования и обработки данных.

3. Сравнительный анализ: Выполнен сравнительный анализ разработанных алгоритмов с существующими аналогами, подтверждающий эффективность и преимущество предложенных подходов.

4. Практическая реализация и испытания: Разработанные методы и программно-аппаратный комплекс успешно внедрены и апробированы в реальных условиях в компаниях ООО «МКАД» и ООО «ЭР СИ ТЕХНОЛОДЖИС», а также в образовательном процессе МТУСИ, что подтверждено актами о внедрении.

Оценка содержания работы

Диссертационная работа обладает четкой структурой и логикой изложения материала, полностью соответствует заявленной цели и поставленным задачам.

Работа включает в себя четыре главы:

Первая глава представляет собой аналитический обзор и детальное обоснование необходимости разработки новых алгоритмов и подходов к нейросетевой обработке акустической информации, приводятся существующие методы анализа звуковых данных, их преимущества и ограничения. Автором сделан вывод о перспективности использования нейросетевых моделей (CNN, трансформеров и методов дистилляции) для повышения точности классификации акустических событий.

Вторая глава содержит описание разработки уникального экспериментального набора акустических данных, полученных в реальных дорожных условиях. Автором предложен и реализован метод аннотирования данных с использованием автоматизированного инструмента LabelTool, основанного на предварительно обученной модели, что позволило значительно повысить производительность и качество разметки. Проведен сравнительный эксперимент, выявлены наиболее эффективные модели нейросетевой классификации акустических событий.

Третья глава посвящена разработке и оптимизации нейросетевых алгоритмов для классификации акустических данных, включая дистилляцию знаний, применение робастных функций потерь и сетей Колмогорова–Арнольда (КАН). Автор убедительно продемонстрировал эффективность данных подходов для создания компактных и устойчивых к шумам нейросетевых моделей, обладающих высокой точностью (не менее 95%).

Четвертая глава описывает разработанный аппаратно-программный комплекс, включающий микрофонный массив и алгоритмы предварительной обработки сигналов. Приведены результаты практического тестирования системы в реальных городских условиях, подтвердившие ее способность эффективно и оперативно классифицировать акустические события.

Общая оценка содержания работы показывает, что материал представлен логично и последовательно, актуальность темы четко обоснована, и для достижения цели были выбраны соответствующие методы исследования. Предложенные в диссертации решения научно обоснованы, оригинальны и демонстрируют высокую эффективность. Практическая значимость выполненной работы подтверждена успешной аprobацией и внедрением разработанных алгоритмов и систем в реальных условиях. Положения, выносимые автором на защиту, четко сформулированы и полностью подтверждены результатами проведенных исследований.

Полнота опубликования результатов

Основные результаты диссертации представлены и обсуждены на международных и всероссийских научных конференциях высокого уровня, опубликованы в ведущих научных журналах из списка ВАК РФ (3 публикации), а также индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus (9 публикаций), что подтверждает признание и одобрение научным сообществом.

Замечания по работе

1. Отсутствует описание механизмов масштабируемости предложенного программно-аппаратного комплекса для обработки акустической информации при его внедрении на крупные автопарки или в городские инфраструктуры.
2. В диссертации недостаточно освещены ограничения предложенных методов и алгоритмов, связанные с их применением в условиях нестандартных ситуаций на дороге (например, наличие большого количества одновременно звучащих акустических источников).
3. Возможно, стоило бы подробнее остановиться на применении разработанных методов в других предметных областях, помимо автотранспортной, так как такая возможность упоминается в выводах, но раскрыта не полностью в тексте диссертации.

Перечисленные замечания носят дискуссионный и рекомендательный характер и в целом направлены на дальнейшее совершенствование и развитие представленных автором идей и подходов. Указанные замечания не снижают общей научной и практической значимости диссертационной работы, а также не ставят под сомнение её завершенность и новизну полученных результатов. Диссертация Мкртчяна Г.М. является полноценным научным трудом, выполненным на высоком методическом и теоретическом уровне.

Заключение

Диссертационная работа Мкртчяна Грача Маратовича на тему «Нейросетевые методы и средства обработки акустической информации для повышения безопасности дорожного движения», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки), является законченной научно-квалификационной работой. В диссертации на основе проведённых теоретических и экспериментальных исследований разработаны новые методы и средства нейросетевой обработки акустической информации, имеющие существенное значение для повышения безопасности дорожного движения.

Представленные автором результаты характеризуются научной новизной, теоретической и практической значимостью, подтверждены публикациями в ведущих научных журналах и докладами на авторитетных международных и всероссийских научных конференциях.

Диссертация Мкртчяна Г. М. соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024), а сам соискатель, Мкртчян Грач Маратович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки).

Официальный оппонент А.А.Ракитский
к. т. н., доцент, доцент кафедры
прикладной математики и кибернетики,
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»



30.04.2025,

Кандидатская диссертация по специальности:
05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»,

Адрес: 630102, Сибирский федеральный округ, Новосибирская область, г. Новосибирск,
ул. Кирова, д. 86
e-mail: rakitskyanton@gmail.com

Подпись официального оппонента Ракитского Антона Андреевича заверяю:



Научный оппонент Ракитский А. А.
30.04.2025.