

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

На диссертацию Аль-Свейти Малик А. М.

«Исследование и разработка моделей и методов построения инфраструктуры сетей автономного транспорта с использованием технологий Искусственного Интеллекта»,

по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертационной работы

Сети 5G и следующие поколения предназначены для интеграции всех сетей мобильной и фиксированной связи для обеспечения сверхвысоких скоростей передачи данных, что позволяет использовать ряд новых услуг с новыми структурами облачных вычислений, такими как туманные вычисления и граничные вычисления. Важным направлением развития технологий коммуникационных сетей являются URLLC (Ultra-Reliable Low Latency Communication), которые создаются в целях достижения минимально возможных показателей задержки, сохраняя высокую надежность передачи. Одна из основных услуг URLLC является беспилотными автомобилями.

Для успешного создания сетей связи пятого и шестого поколений необходимо использовать методы прогнозирования трафика. Эти методы помогают определить количество пользователей, которые будут использовать сеть, а также оценить объем передаваемых данных. Такие данные могут быть использованы для оптимизации сети и обеспечения ее стабильной работы.

Технология туманных вычислений является одним из ключевых методов оптимизации работы сетей связи пятого и шестого поколений. Эта технология позволяет обеспечить высокую скорость передачи данных и уменьшить задержки в работе сети. Основным принципом технологии туманных вычислений является распределение вычислительных ресурсов между различными устройствами, что позволяет снизить нагрузку на центральный сервер и повысить производительность всей сети. Также эта технология позволяет обеспечить высокий уровень безопасности передаваемых данных.

Исследователи должны учитывать проблемы, возникающие из-за огромного количества устройств, их взаимодействия, различных технологий и отдельных приложений с ультрамалыми задержками. Поэтому для преодоления этих проблем необходимо разработать и спроектировать структуры и модели, имитирующие реальную туманную систему.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Теоретическая и практическая ценность диссертационной работы.

Диссертационная работа изложена на 122 страницах и включает: введение, 4 главы, заключение, приложение и список литературы, состоящий из 82 источников.

В диссертационной работе проведен анализ направлений развития сетей связи, в том числе 5G, развития автономных транспортных средств, перспектив использования технологий MEC и туманных вычислений в сетях связи пятого поколения, перспектив использования туманных вычислений в автономных транспортных средствах.

Детальному анализу этих технологий и формулировке целей и задач диссертационной работы посвящена первая глава диссертации.

Во второй главе предложен новый алгоритм, основанный на глубоком обучении для прогнозирования трафика в автономных транспортных средствах с многоуровневыми облачными вычислениями на основе двунаправленной модели с долговременной краткосрочной памяти) и LSTM (однаправленная модель).

В третьей главе разработан метод прогнозирования скорости движения автотранспорта в зонах с интенсивным движением на основе движущего летающего тумана и стековой двунаправленной модели долговременной краткосрочной памяти (SBILSTM). Был предложен подход глубокого обучения с использованием стековой двунаправленной модели долговременной краткосрочной памяти (SBILSTM).

Четвертая глава посвящена мониторингу трафика услуг беспилотных автомобилей в сетях связи пятого и последующих поколений для обнаружения и распознавания активности биологических объектов.

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит, прежде всего, в разработке методов динамических туманных вычислений с использованием технологии мобильных граничных вычислений MEC и сетью общедоступных датчиков с коммуникационными модулями LoRa Mesh для автономного управляемого транспорта, что сводит к минимуму сетевые задержки и обеспечивает низкое энергопотребление системы. Кроме того, весьма важным представляется метод машинного обучения для прогнозирования трафика для автономного управляемого транспорта.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что полученные новые научные результаты (предлагаемый метод) могут быть использованы для обнаружения и распознавания активности биологических объектов на обочине дороги, что позволяет уменьшить количество аварий, вызванных животными или людьми на дороге. Также, практическая значимость состоит в создании методики прогнозирования трафика в многоуровневой облачной структуре в средах сетей автотранспорта и движущегося тумана.

Полученные в диссертационной работе результаты использованы в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ) при чтении лекций, проведении практических занятий и лабораторных работ.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами имитационного моделирования, обсуждением результатов диссертационной работы на международных конференциях и семинарах, публикацией основных результатов диссертации в ведущих рецензируемых журналах.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Основные результаты диссертации получены автором самостоятельно.

Полнота опубликования и апробация результатов исследования

Всего по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 2 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, 2 статьи в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы данных SCOPUS и WoS (Q2), 6 работ в журналах и сборниках докладов конференций, включенных в РИНЦ.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих международных и российских конференциях и семинарах: The 20th International Conference on Next Generation Wired/Wireless Advanced Networks and Systems + The 13th conference on Internet of Things and Smart Spaces. International Conference on Advanced Computing & Next-Generation Communication ICACNGC 2022, Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова "Инфо-Электросвязь", Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Т. 8. № 3., 75-я научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио., 24th International Conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications, "Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании". 2019., "Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании". 2022., "Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании". 2022.

Правильность оформления диссертации и автореферата, соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат адекватно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации. Автореферат содержит краткое

изложение материалов диссертационной работы по главам и полностью соответствует содержанию самой диссертационной работы.

Недостатки работы:

1. В пункте №1.3 «Перспективы использования технологий MEC в сетях 5G», автор рассматривает концепцию MEC без учета спецификации ETSI, в которой определена архитектура и функциональные возможности/требования данной архитектуры.
2. В пункте 1.4. Автор указал, что «...связь в сетях 5G будет основана на высокочастотных сигналах - в диапазоне миллиметровых волн - которые смогут выделять большую пропускную способность...» (ц.). Стоит выделить, что в первую очередь 5G охватывает не только диапазон миллиметровых волн. Миллиметровые волны рассматриваются в перспективном поколении 6G. В 5G кроме основных частот рассматривается больше суб-миллиметровый диапазон, что также подтверждается наличием оборудования на текущий момент. К примеру, работа с миллиметровым диапазоне сейчас возможна только в рамках лабораторных сегментах на дорогостоящем оборудовании.
3. На рисунке 3.2. во второй главе диссертации, следовало бы разделить графики на разные рисунки для повышения разборчивости представленных данных. Также на третьей группе графиков (справа) нет подписи к оси ординат.
4. Графические результаты в разделе 3.4 отображены на английском языке.
5. Во второй главе, где описывается применение метода LSTM желательно обозначить длину активной памяти нейронной сети, привести пример зависимости RMSE от длины активной памяти сети.
6. Следовало бы пояснить мотивацию разделения собранных наборов данных на 70% для обучения и 30% тестирования.


Заключение

Отмеченные недостатки не могут повлиять на общую положительную оценку диссертационной работы Аль-Свейти Малик А. М.. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача – разработка системы обнаружения и распознавания движущихся биологических объектов для автономных транспортных средств на основе интеллектуальных граничных вычислений. Данная задача соответствует специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты апробированы на значимых российских и зарубежных конференциях. Название работы отражает ее содержание, содержание диссертации соответствует пунктам 4, 7, 10, 11, 12 специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы и ее основные результаты. На основании изложенного считаю, что диссертация Аль-Свейти Малик А. М. «Исследование и

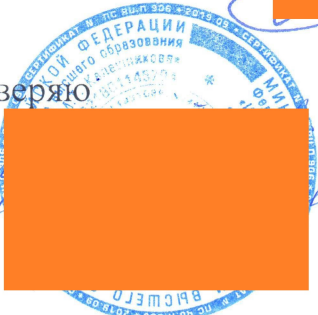
разработка моделей и методов построения инфраструктуры сетей автономного транспорта с использованием технологий Искусственного Интеллекта» соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции от 26.01.2023 года), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор, Аль-Свети Малик А.М., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций"

Кандидат технических наук,
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,
кафедра «Сети связи и телекоммуникационные системы», доцент кафедры

Кайсина Ирина Алексеевна 
05.06.2023

Подписи заверяю

*Подпись
руководителя
управления*



*удостоверяю:
Ирина Кайсина И.И.*

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т.
Калашникова»

426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая д.7

Единый многоканальный телефон: (3412) 77-60-55

Email: info@istu.ru

Факс: (3412) 50-40-55