

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Татарниковой Татьяны Михайловны на диссертацию Аль-Свейти Малика А. М. «Исследование и разработка моделей и методов построения инфраструктуры сетей автономного транспорта с использованием технологий искусственного интеллекта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Актуальность темы диссертационной работы

Развитие сетей связи пятого (5G) и последующих поколений сложно представить без использования новых высокоэффективных методов прогнозирования сетевого трафика, которые призваны обеспечивать снижение сетевой задержки и повышение пропускной способности во время предоставления телекоммуникационных услуг.

Сегодня в рамках развития концепции Интернета вещей высокими темпами растет число разнообразных сетевых устройств, которые обеспечивают сбор и передачу данных в сенсорных сетях, участвуют в обмене данными между участниками дорожного движения, на практике реализуют высокую эффективность работы «умных» производств и т.д. Все перечисленные сетевые сервисы предъявляют повышенные требования к качеству обслуживания, обеспечить которые можно лишь за счет переноса значительной части вычислений из ядра сети (Cloud computing) на периферию (Fog computing).

В то же время современные телекоммуникационные технологии, а также доступные сетевые вычислительные ресурсы могут значительно повысить безопасность, например, за счет использования интеллектуальных методов прогнозирования трафика для обнаружения и распознавания движущихся биологических объектов для сетей автономного транспорта.

Поскольку практическая реализация предложенных методов потребует существенных материальных затрат, эффективность предлагаемых методов должна проверяться с использованием различных имитационных моделей.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Новизна всех полученных научных результатов происходит из комплексности и проработанности предложенных автором работы моделей и методов построения инфраструктуры сетей автономного транспорта, а также за счет корректного применения для решения поставленных задач технологий Искусственного Интеллекта.

Научной новизной обладают следующие результаты диссертации:

- метод прогнозирования сетевого трафика автономных транспортных

средств с использованием нейронных сетей на основе BI-LSTM и LSTM, повышающий эффективность принятия решений;

- метод прогнозирования скорости движения автотранспорта в зонах с интенсивным движением на основе туманных вычислений и стековой двунаправленной модели долговременной краткосрочной памяти (SBILSTM), позволяющий повысить точность прогнозирования скорости движения;

- метод обнаружения и распознавания биологических объектов в придорожной зоне для автономных транспортных средств, использующий облачную структуру МЕС на основе нейронной сети, позволяющий повысить достоверность распознавания типов биологических объектов.

Научной новизной обладают также:

- подробный анализ перспектив развития сетей автономного транспорта как одной из услуг сетей связи пятого и последующих поколений;

- имитационная модель сети автономного транспорта для прогнозирования трафика в автономных транспортных средствах с многоуровневыми облачными вычислениями;

- имитационная модель на языке программирования Python с реализованной искусственной рекуррентной нейронной сетью для создания набора данных с целью проверки работоспособности предложенного метода обнаружения биологических объектов.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечивается:

- всесторонним анализом особенностей и технических аспектов развития сетей автономного транспорта;

- корректным использованием математического аппарата, в т.ч. методов глубокого обучения, рекуррентных нейронных сетей и т.д.;

- численными оценками, полученными при проведении имитационного моделирования.

Ценность диссертации для науки и практики определяется системным характером и четкой постановкой проблемы исследования, учетом широкого круга факторов, влияющих на сети автономного транспорта.

К важным достоинствам работы также следует отнести следующее:

- теоретические положения диссертации доведены до конкретных моделей и методов;

- полученные результаты могут быть использованы при дальнейшем развитии и внедрении сетей автономного транспорта.

Пояснительная записка написана достаточно грамотно, подробно, с достаточным количеством иллюстраций.

Результаты работы сформулированы в автореферате диссертации и 10 научных работах. Содержание автореферата и опубликованных в научной печати материалов подробно отражает содержание диссертационной работы.

Главные положения исследования изложены в 2 статьях, которые опубликованы в рецензируемых журналах из перечня ВАК, 2 работах, индексируемых Scopus и Web of Science, а также в 6 других изданиях и

материалах конференций, входящих в перечень РИНЦ.

Практическая ценность полученных результатов

Практическая ценность результатов диссертационной работы состоит в том, что разработанные модели и методы могут использоваться как при планировании и проектировании сетей автономного транспорта, так и для модернизации существующей дорожной инфраструктуры с целью повышения качества, комфорта и безопасности дорожного движения.

Полученные результаты могут использоваться в учебном процессе на уровне магистратуры и аспирантуры при чтении курсов теоретического и прикладного характера, таких как «Интернет вещей и самоорганизующиеся сети», «Машинное и глубокое обучение в телекоммуникациях», «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» и др.

Содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 82 наименований и одного приложения.

Во введении обосновывается актуальность исследований, сформулированы цель, задачи, новизна и практическая значимость работы.

В главе 1 проведен анализ развития сетей связи пятого поколения, рассмотрены перспективы развития автономных транспортных средств, а также перспективы использования технологий MEC и туманных вычислений в сетях автономного транспорта.

В главе 2 исследован метод прогнозирования трафика в сетях автономных транспортных средств с многоуровневыми облачными вычислениями на основе глубокого обучения.

В главе 3 разработан метод прогнозирования скорости движения автотранспорта в зонах с интенсивным движением на основе летающих туманных вычислений и глубокого обучения.

В главе 4 рассматривается метод мониторинга трафика услуг беспилотных автомобилей в сетях связи пятого поколения для обнаружения и распознавания активности биологических объектов на основе технологий Искусственного интеллекта.

В заключении перечислены наиболее важные результаты представленной работы.

Внедрение результатов диссертационной работы подтверждается актом внедрения.

Замечания по содержанию и оформлению диссертации

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В отличие от остальных глав диссертационной работы, к первой главе нет введения, что несколько снижает удобство её восприятия.
2. Работа не содержит списка сокращений и условных обозначений, а также списка используемых терминов.

3. Наряду с устоявшимся термином Туманные вычисления (Fog computing) в работе часто используется слово «туман», которое при первом и последующих упоминаниях вводит читателя в заблуждение.

4. Качество некоторых рисунков недостаточно высокое (например, рисунок 1.3 на стр. 30), что снижает их общую информативность.

5. В главе 2 при построении имитационной модели предполагается, что все передаваемые пакеты (сообщения) в сети автотранспорта однородны, из-за чего в модели используются очереди без приоритета. В случае практического применения сетей автономного транспорта намного более рационально использование системы приоритетов для обеспечения высоких показателей QoS при передаче наиболее важных сообщений.

6. В главе 3 описан метод разгрузки трафика в местах с высокой интенсивностью движения, основанный на вычислениях "движущего летающего тумана". Его суть заключается в использовании летающих дронов, которые должны находиться на соответствующем участке дороги и обеспечивать необходимую вычислительную способность. Данный метод достаточно сложен в реализации (например, в отличие от использования вычислительных ресурсов на придорожных базовых станциях) и не может быть использован, например, в случае плохой погоды.

7. В главе 4 приводится описание метода обнаружения и распознавания активности биологических объектов за счет использования придорожной инфраструктуры. В частности, речь идет об использовании датчиков, данные с которых передаются на узлы МЕС, после чего происходит обработка этих данных с использованием технологий машинного обучения. Однако по тексту не указано о каком типе или типах датчиков идет речь, что важно, поскольку далее на основе данных обозначенных датчиков происходит обучение искусственной нейронной сети.

Заключение

Диссертационная работа Аль-Свейти Малика А.М. представляет собой законченную работу, в которой на высоком уровне решена актуальная научная задача исследования и разработки моделей и методов построения инфраструктуры сетей автономного транспорта с использованием технологий искусственного интеллекта. Представленные результаты обладают научной новизной и практической значимостью. Материалы исследования в достаточном объеме отражены в публикациях автора и прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях. Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации.

На основании вышесказанного считаю, что диссертация Аль-Свейти Малика А.М. на тему «Исследование и разработка моделей и методов построения инфраструктуры сетей автономного транспорта с использованием технологий искусственного интеллекта» полностью соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от

24.09.2013 г. № 842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 N 335)), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», а ее автор, Аль-Свейти Малика А.М. заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по этой специальности.

Официальный оппонент

Директор института информационных технологий и программирования ГУАП

д.т.н., профессор

Т.М. Татарникова

Подпись работника ГУАП

Заверяю

Заведующий отделом кадров работников

Подпись руки Татарниковой Татьяны Михайловны заверяю

05.06.2013



Сведения об оппоненте:

Татарникова Татьяна Михайловна, гражданка Российской Федерации, доктор технических наук по специальностям 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)» и 05.13.13 – Телекоммуникационные системы и компьютерные сети, профессор по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», директор института информационных технологий и программирования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП).

Адрес: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А.

Телефон: (911) 286-39-35, E-mail: tm-tatarn@yandex.ru.