

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Степанова Михаила Сергеевича на диссертационную работу

Алгазир Аббас Али Хасан

«Исследование моделей трафика для сетей связи пятого поколения и разработка методов его обслуживания с использованием БПЛА», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертации

В сетях связи пятого и последующих поколений качество предоставляемых сервисов играет ключевую роль. На это указывает, в том числе, количество критических приложений, чувствительных к таким параметрам, как величина задержки, процент потерянных пакетов и т.д. Гетерогенность, подразумевающая использование возможностей различных сетевых технологий, помогает обеспечивать требуемые значения характеристик. В случае современных инфокоммуникаций речь идет, в первую очередь, о совместном применении средств наземной и воздушной связи.

Диссертационная работа Алгазир Аббас Али Хасан посвящена исследованию вопросов совместного использования программно-конфигурируемых сетей SDN (Software-Defined Networks), граничных вычислений MEC (Mobile Edge Computing) и беспилотных летательных аппаратов UAV (Unmanned Aerial Vehicles). С учетом отмеченного выше факта важности гетерогенности для современных и перспективных инфокоммуникаций, данная тема является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность основных результатов диссертации подтверждается успешным применением математического аппарата, а также имитационным моделированием.

Апробация результатов исследования.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной научно-технической и научно-методической конференции и семинарах: конференциях DCCN (International conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications) в 2021 года. NEW2AN (International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking) в 2021 года. ICUMT (The International Congress On Ultra Modern Telecommunications And Control Systems) в 2020 года. СПбНТОРЭС (75-я и 77-я научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТОРЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио) в 2020 и 2022 годах. АПИНО (Актуальные Проблемы Инфотелекоммуникаций в Науке и Образовании) в 2020 года.

Научная новизна результатов диссертационной работы

Полученным результатам присуща научная новизна, требуемая для диссертаций, представляемых к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук. Эта научная новизна выражена в следующем:

1. В отличие от известных моделей трафика была предложена модель, в которой к трафику Интернета Вещей и трафику Тактильного Интернета добавляется трафик дополненной реальности.
2. Разработан метод построения сети с использованием БПЛА, отличающийся от известных тем, что уровень передачи данных реализован на группах БПЛА, объединенных в кластеры и выполняющих функции коммутаторов сети SDN, а уровень управления реализован на отдельных привязных БПЛА, выполняющих функции контроллеров сети SDN и взаимодействующих между собой.
3. Разработан алгоритм кластеризации для группы БПЛА на основе метода k-средних, позволивший найти рациональные координаты для размещения контроллеров, отличающиеся от исходных на величину до 100м в квадрате 1км на 1км.
4. Разработан метод выгрузки трафика с наземной сети на БПЛА, отличающийся от известных тем, что выгрузка может быть осуществлена как непосредственно на БПЛА, так и на БПЛА, оборудованный ретранслятором для передачи информации на граничный и/или облачный сервер наземной сети.
5. Разработан алгоритм выгрузки трафика для предложенного метода, основанный на алгоритме динамического программирования, использующего расстояние Хэмминга в качестве критерия для завершения своей работы. Определены значения задержки для выбора размера группы БПЛА, при котором задержка для выгрузки трафика с наземной сети на группу БПЛА будет меньше, чем в случае использования БПЛА как ретранслятора для граничного/облачного сервера.

Теоретическая и практическая ценность работы

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в разработке метода построения кластерной сети с использованием БПЛА и технологий программно-конфигурируемых сетей, когда элементы программно-конфигурируемых сетей полностью реализованы на БПЛА, а также метода выгрузки трафика с наземной сети на БПЛА. Кроме того, был определен самоподобный характер потока агрегированного трафика IoT, TI и AR и значения параметра Херста для него.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в возможности использования результатов работы для планирования сетей связи, а также в процессе обучения студентов и аспирантов по профильным специальностям.

Публикации по теме диссертации

Основные результаты по теме диссертации изложены в 12 печатных работах, из которых 3 опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, 5 – в периодических научных журналах, индексируемых Scopus и WoS (Q2), 4 – в журналах, включенных в РИНЦ.

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертация представлена в виде рукописи и состоит из содержания, введения, 4 глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложения. Общий объем работы – 147 страниц. Работа содержит $6+4+13+12=35$ рисунков и 8 таблиц. Список литературы включает 172 источника. Все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно.

Замечания по тексту диссертационной работы

1. В главе 1, посвященной анализу использования БПЛА в инфокоммуникациях, фокус делается на преимуществах таких решений. Тем не менее, в данной области, безусловно, присутствует ряд рисков, в том числе, связанных с безопасностью. Вопрос защиты конвергентных сетей связи остается одной из насущных проблем, и его не следует обходить вниманием.
2. В описании аналитической модели имеется довольно много неточностей, например: в обозначениях Кендалла, A – это распределение интервала времени между поступлением заявок; не определена модель входных потоков для трех типов трафика, указаны только их интенсивности, и то только на схеме, так что можно только догадываться о характере поступления пакетов. То же самое справедливо и для времени обслуживания – характер распределения не указан.
3. В разделе 3.3.4, где приводится сравнение результатов аналитического и имитационного моделирования, не указаны значения входных параметров, использованных для расчета. Задан только размер буфера. Необходимо указать, на основании чего выбирались исходные данные для аналитического расчета.
4. В работе присутствует ряд опечаток и стилистических неточностей (стр. 4, 17, 31 и т.д.), повторяющихся слов (стр. 14, 19, 30 и т.д.), лишние запятые (стр. 16 и т.д.), последствия некорректного перевода с иностранных языков (рис. 1.4 и т.д.), в некоторых формулах отсутствуют знаки препинания (формулы 3.1, 3.2, 3.4, 3.5 и т.д.)

Заключение

Приведенные замечания не снижают научную ценность результатов диссертационной работы и не влияют на ее положительную оценку.

Диссертация Алгазир Аббас Али Хасан «Исследование моделей трафика для сетей связи пятого поколения и разработка методов его обслуживания с использованием БПЛА» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача – проведено исследование проблем создания сетей на основе совместного использования технологий БПЛА, программно-конфигурируемых сетей и граничных вычислений для обеспечения требований к качеству обслуживания в сетях связи пятого поколения. Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа Алгазир Аббас Али Хасан «Исследование моделей трафика для сетей связи пятого поколения и разработка методов его обслуживания с использованием БПЛА» соответствует пунктам 4,7,10,11,14 паспорта специальности Системы, сети и устройства телекоммуникаций и отвечает критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 N 335), а ее автор – Алгазир Аббас Али Хасан заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

«22» мая 2023 года

Официальный оппонент,

доцент кафедры «Сети связи и систем коммутации», МТУСИ

к.т.н., доцент

 М.С. Степанов

Подпись руки Степанова М.С. заверяю

Проректор по науке МТУСИ

д.т.н., профессор

 Ю.Л. Леохин

Степанов Михаил Сергеевич, кандидат технических наук по специальности 2.2.15 – системы, сети и устройства телекоммуникаций, доцент кафедры «Сети связи и системы коммутации», Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». Адрес: 111024, г. Москва, Авиамоторная ул., 8а

Тел.: (495) 957-77-31

E-mail: mtuci@mtuci.ru