

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Татарниковой Татьяны Михайловны на диссертацию Мутханны Аммара Салех Али «Разработка и исследование комплекса моделей и методов интеграции граничных вычислений в сетях связи пятого и шестого поколений», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

1. Актуальность темы диссертации

Эволюция сети связи до пятого и шестого поколений предполагает внедрение существенных изменений на всех уровнях их построения, которые приведут к существенному росту таких показателей как емкость сети, скорость передачи на уровне доступа и сокращение времени доставки данных. Для реализации этих изменений необходимы технические и организационные решения. Сети пятого последующих поколений предполагают широкое использование новых технологических и методических подходов к решению задач, необходимых для предоставления современных и перспективных услуг в условиях роста объемов трафика и требований к качеству обслуживания.

В частности, одним из таких подходов, является применение граничных вычислений. Этот подход позволяет локализовать значительную долю трафика пользователей, сократить расстояние до точки предоставления услуги и распределить вычислительные ресурсы в сети связи. Граничные вычисления позволяют реализовать динамическое распределение ресурсов в виде граничных вычислителей, что дает возможность гибко реагировать на изменения трафика и поддерживать высокое качество обслуживания.

Такой подход требует использования комплекса решений в части оптимизации процессов управления трафиком и повышает эффективность сети, поэтому, применение граничных вычислений является одним из наиболее важных элементов перспективных сетей связи.

Целью диссертационной работы Мутханны Аммара Салех Али является разработка и исследование комплекса моделей и методов интеграции граничных и/или туманных вычислений в сетях связи пятого и шестого поколений, достижение которой требует решения научной проблемы, имеющей существенное значение для отрасли связи. Поэтому полагаю, что тематика работы, ее цель работы и решаемые задачи актуальны.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Достоверность результатов диссертационной работы, научная новизна.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации четко обоснованы.

Основные результаты и выводы в диссертации являются новыми.

Достоверность полученных автором научных и практических результатов определяется обоснованным выбором исходных данных при постановке частных задач исследования, основных допущений и ограничений, принятых в процессе

математического моделирования, соответствием расчетов с результатами экспериментальных исследований, проведенных лично автором, согласованностью с данными, полученными другими авторами и апробацией результатов исследований на Всероссийских и ведомственных научно-технических конференциях.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на российских и международных научно-технических конференциях, а также опубликованы в периодических научно-технических журналах.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

1. Автором решена научная задача разработки метода построения мультиконтроллерной сети, основанного на интегральном решении задач по размещению контроллеров в мультиконтроллерных сетях, и алгоритме балансировки нагрузки, позволяющем обеспечить наилучшее использование ресурсов контроллеров.

2. Разработан метод применения иерархической кластеризации мультиконтроллерной сети, включающую в себя кластеры с головными узлами и централизованный контроллер, обеспечивающий балансировку нагрузки, который обеспечивает решение задачи интеграции размещения контроллеров в мультиконтроллерных сетях.

3. Автором разработан модифицированный алгоритм хаотического роя сальп для использования в иерархических кластерных сетях clus-CSSA, что позволяет уменьшить долю отказов в обслуживании со стороны контроллера и увеличить общее использование системы во всем диапазоне изменения величины задержки от 1мс до 10мс, обеспечивающий двухкратный выигрыш по доле отказов, по сравнению с известными методами.

4. Решена задача интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета вещей высокой и сверхвысокой плотности путем разработки модели сети с мобильными серверами граничных вычислений, размещенных на БПЛА и метод выгрузки трафика с наземной сети, обеспечивающий уменьшение задержки более, чем в 2 раза по сравнению с сетью без использования технологий граничных вычислений и на 30-40 % по сравнению с сетью с использованием только наземных граничных вычислений.

5. С помощью моделирования автор доказал, что разработанные модель и метод интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета Вещей высокой и сверхвысокой плотности обеспечивают уменьшение энергопотребления до более, чем в 2 раза по сравнению с сетью без использования технологий граничных вычислений.

6. Доказано, что разработанные модель и метод интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета вещей высокой и сверхвысокой плотности обеспечивают уменьшение доли заблокированных задач по выгрузке трафика в десятки раз по сравнению с сетью без использования технологий граничных вычислений.

7. Разработан новый метод построения сети с использованием технологий MEC, SDN и D2D для поддержки приложений беспилотных автомобилей. Предложенный метод направлена на преодоление таких проблем, как высокой плотности трафика и наличия непокрытых зон.

8. Разработан метод прогнозирования трафика на основе CNN – LTP-CNN, который прогнозирует трафик сети IoT на базе состояния сети за предыдущий интервал времени и реализован на туманных узлах, которые представляют собой основную часть сетей IoT/5G.

9. Разработан метод размещения подвижных SDN-контроллеров в мультиконтроллерных сетях, который позволяет повысить эффективность функционирования SDN.

3. Теоретическая и практическая ценность работы

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит, в разработке модельно-методического аппарата интеграции граничных и/или туманных вычислений в сетях связи пятого и шестого поколений.

Важными результатами, имеющими теоретическую ценность, являются: метод построения мультиконтроллерной сети, основанный на интегральном решении задач по размещению контроллеров в мультиконтроллерных сетях и алгоритме балансировки нагрузки, позволяющий обеспечить наилучшее использование ресурсов контроллеров; метод иерархической кластеризации мультиконтроллерной сети, модифицированный алгоритм хаотического роя сальп для использования в иерархических кластерных сетях clus-CSSA; трехуровневая процедура выгрузки трафика, модель и метод интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета Вещей высокой и сверхвысокой плотности. Научную ценность также имеет метод размещения SDN-контроллеров в мультиконтроллерных сетях на мобильных узлах сетей VANET.

Практическая ценность работы состоит в создании научно-обоснованных рекомендаций по интеграции граничных и/или туманных вычислений в современных сетях связи с учетом массового внедрения новых услуг связи, включая услуги телеприсутствия, что реализуется как в методиках планирования сетей связи ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», так и в международных стандартах (рекомендациях) Сектора стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи.

4. Публикации по теме диссертации

Основные результаты диссертации изложены в 137 опубликованных работах, в том числе в 24 работах, опубликованных в журналах из перечня ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации; 87 работах в изданиях, включенных в международные базы цитирования; 2 результатах интеллектуальной деятельности; 6 отчетах о НИР; 18 работах в других научных изданиях и материалах конференций. 7 работ опубликовано без соавторов.

5. Содержание диссертации

Материал диссертации изложен достаточно подробно и доходчиво. Текстовый материал и иллюстрации оформлены аккуратно, в соответствии с

требованиями ГОСТ.

Список использованных литературных источников оформлен также в соответствии с требованиями ГОСТ.

Материал диссертации изложен в логической последовательности, отвечающей требованиям проведения научных исследований, имеет целостность и внутреннее единство содержания.

Выводы обоснованы и достаточно точно отражают результаты проведенных исследований.

Диссертация представлена в виде рукописи и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и четырех приложений. Работа содержит всего 393 страницы, список литературы из 366 позиций, 2 приложений с актами о внедрении результатов работы, объем работы без приложений и списка литературы составляет 344 страниц.

6. Замечания по диссертационной работе

1) При описании математической модели кластерной мультиконтроллерной сети SDN, в п.2.4 на странице 132 автор описывает использование модели M/M/s, однако, автор не приводит достаточно убедительных пояснений о возможности использования такой модели. Следовало бы пояснить возможность использования модели пуассоновского потока и модели экспоненциального распределения времени обслуживания или охарактеризовать ошибку, вносимую ее применением.

2) В модели выгрузки трафика, описанной на страницах 20-216 автор моделирует достижимую скорость передачи данных выражением Шеннона, не давая пояснений относительно того, какая технологий связи применяется на этом участке. Использование данной модели может давать завышенные оценки в случае одного пространственного потока или заниженные в пространственно-временного кодирования (MIMO).

3) При формировании кластера в сети с БПЛА (п.3.1.4) автор приводит алгоритм, который опирается на текущие данные о координатах БПЛА и узлов сети, однако, при движении БПЛА или иных узлов сети, следует опираться на прогнозируемые значения их координат и учитывать характеристики движения в противном случае, время существования сформированного кластера может оказаться слишком малым, а его перестроение приведет к снижению эффективности.

4) В работе имеют место неточности: в ряде случаев автор не приводит пояснений к математическим выражениям, например, п.1.3.1, на странице 165 и выражениям (11) - (14) не даны пояснения относительно использованных в них символических обозначений; неоднократно встречаются ошибки нумерации формул, например, на странице 230 номер формулы (3), а на странице 257 номер формулы (1); в ряде случаев численные результаты моделирования приводятся с разным количеством знаков после запятой, также не приводятся сведения о точности, с которой эти результаты получены, например, страница 223, 224.

7. Выводы и заключение

Диссертационная работа Мутханна Аммара Салех Али «Разработка и исследование комплекса моделей и методов интеграции граничных вычислений в сетях связи пятого и шестого поколений» является законченной научно-квалификационной работой. В диссертации решена научная проблема, имеющая важное значение для отрасли связи, а именно – разработаны модели и методы интеграции граничных вычислений в сетях связи пятого и шестого поколений.

Диссертация 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).

Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

Несмотря на отмеченные выше замечания, диссертационная работа «Разработка и исследование комплекса моделей и методов интеграции граничных вычислений в сетях связи пятого и шестого поколений» оценивается положительно, а ее автор, Мутханна Салех Али заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.02.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент,

директор института информационных технологий и программирования ГУАП,
д.т.н., профессор

Т.М. Татарникова



Сведения об оппоненте:

Татарникова Татьяна Михайловна, гражданин 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.