



24 мая 2016

№ 219-22/47

ОТЗЫВ

официального оппонента

Андреева Сергея Дмитриевича
на диссертацию

Аль-Кадами Нассера Ахмеда Салеха

**«ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В
БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ»**,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертационной работы

В недавнее время беспроводные сенсорные сети получили новый виток развития благодаря становлению концепции Интернета Вещей, а также появлению новых приложений, таких как «летающие» сенсорные сети. Существенную долю устройств в таких сетях составляют беспроводные сенсоры и измерители, собирающие и передающие информацию о различных объектах и явлениях окружающей среды. Функционирование современных сенсорных и измерительных узлов характеризуется рядом специфичных особенностей, связанных с их невысокой стоимостью, относительной простотой реализации и низким расходом энергии. При этом, ограниченные возможности сенсорных узлов, такие как невысокая мощность системы питания, актуализируют исследования в области алгоритмов работы таких сетей, и, в частности, приводят к необходимости разработки эффективных методов их кластеризации, связанной с выбором головных узлов.

Таким образом, диссертационная работа Н.А.С. Аль-Кадами, посвященная исследованию алгоритмов кластеризации в беспроводных сенсорных сетях, а также разработке новых алгоритмов выбора головного узла в них, является, безусловно, актуальной.

Оценка обоснованности, достоверности и научной новизны работы

Научная новизна полученных автором диссертационной работы результатов заключается в следующем:

1) Разработан адаптивный алгоритм кластеризации, пригодный для беспроводных сенсорных сетей с мобильными узлами и обеспечивающий повышенные значения длительности жизненного цикла и периода стабильности по сравнению с известными аналогами.

2) Разработан отказоустойчивый алгоритм кластеризации в беспроводных сенсорных сетях, отличающийся от известных подходов наличием резервных головных узлов кластера. Важным моментом является то, что данный алгоритм позволяет увеличить число пакетов, успешно полученных как в головных узлах кластеров, так и на базовой станции.

3) Разработана методика размещения сенсорных узлов для двумерных и трехмерных беспроводных сенсорных сетей, позволяющая обеспечить требуемую степень покрытия пространства в зависимости от соотношения плотности размещения и радиуса действия сенсорного узла.

Приведенное выше позволяет сделать вывод о том, что рассматриваемая диссертационная работа содержит новые научные результаты.

Методология и методы исследования, использованные в данной работе, не противоречат известным подходам, изложенным в работах по данной теме. Приведенные положения достаточно полно и в должной мере обоснованы в рамках принятых допущений и предположений. Достоверность предложенных в работе результатов подтверждается представленными данными моделирования, а также сравнением с известными ранее алгоритмами и подходами.

Автор применяет известные и апробированные методы вычислительной геометрии, прогнозирования и имитационного моделирования. Используются программные инструменты моделирования, а также визуализации полученных результатов.

Теоретическая и практическая значимость работы

На сегодняшний день наблюдается бурный рост числа приложений беспроводных сенсорных сетей, обусловленный формированием Интернета Вещей. В этой связи, теоретическую ценность диссертационной работы составляет разработка и всестороннее исследование нового алгоритма выбора головного узла кластера в беспроводной сенсорной сети с мобильными головными узлами, который обеспечивает повышенное значение длительности жизненного цикла, снижение потерь пакетов и увеличение длительности периода стабильности по сравнению с известными алгоритмами, а также отказоустойчивого алгоритма, использующего резервные головные узлы для увеличения числа пакетов, успешно полученных как в головных узлах

кластеров, так и на базовой станции, и методики размещения сенсорных узлов для двумерных и трехмерных беспроводных сенсорных сетей, отличающейся от известных тем, что обеспечивается, по крайней мере, 90% покрытие пространства в зависимости от соотношения плотности размещения и радиуса действия сенсорного узла.

Практическую значимость диссертационной работы составляет возможность использования полученных результатов для планирования и проектирования беспроводных сенсорных сетей.

Содержание работы и публикации по теме

Диссертационная работа содержит введение, пять основных глав, заключение, список сокращений и условных обозначений, словарь терминов, список литературы, включающий 108 наименований на русском и английском языке, список иллюстративного материала и три приложения. К достоинствам работы следует отнести то, что автором решен широкий круг задач, включающий в себя разработку алгоритмов выбора головного узла в беспроводных сенсорных сетях с мобильными узлами и отказами, а также в разработке методики размещения сенсорных узлов, обеспечивающей требуемое покрытие пространства. Следует также отметить, что кроме тщательного анализа характеристик современных беспроводных сенсорных сетей в работе проведено всестороннее имитационное моделирование предложенных подходов.

Как диссертация, так и автореферат написаны качественно и точно, а также аккуратно оформлены. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. По результатам основных разделов даны соответствующие выводы, которые адекватно характеризуют результаты, полученные в работе.

Основные результаты диссертационной работы были представлены в научных публикациях, а также докладывались на научно-технических конференциях, в том числе международных. Всего по теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, из них 3 работы в зарубежных научно-технических сборниках (Scopus), 3 работы опубликованы в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 1 статья в журнале, включенном в РИНЦ и тезисы докладов в количестве 2 в материалах научных конференций.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 69-й и 70-й конференциях СПбНТОРЭС им. А.С. Попова (Санкт-Петербург, 2014, 2015); на 17-й Международной конференции по современным технологиям связи (The 17th IEEE International Conference on Advanced Communication Technology – ICACT 2015, Korea, Phoenix Park, 1-3 June 2015); на 15-ой международной конференции по проводным/беспроводным сетям связи следующего поколения «15th International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking

NEW2AN» (St.-Petersburg, Russia, 2015); на IV и V международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» СПбГУТ (Санкт-Петербург, 2015, 2016), а также на заседаниях кафедры сетей связи и передачи данных СПбГУТ.

Замечания по диссертационной работе

Наряду с перечисленными выше достоинствами следует также отметить имеющиеся в диссертации **недостатки**:

- 1) В пункте 1.4 (стр. 23) автор связывает различие в топологии беспроводных сенсорных сетей, построенных на одношаговом и многошаговом взаимодействии, исключительно с задачами экономии энергии. При этом мало прослежена взаимосвязь между топологией сети и ее практическими приложениями.
- 2) Не пояснено утверждение о том, что в кластерных сенсорных сетях «алгоритм выбора головного узла фактически совпадает с протоколом маршрутизации сообщений», которое приведено на стр. 6, а также на стр. 32 диссертационной работы.
- 3) На стр. 82 не совсем ясно, почему «радиоканал симметричен», тогда как базовая станция и сенсорный узел имеют различные уровни излучаемой мощности, а также недостаточно подробно прокомментированы некоторые допущения и параметры моделирования на стр. 48, 72 и 88.
- 4) По оформлению текста рукописи также имеется ряд замечаний. В частности, сокращение «беспроводные сенсорные сети» (БСС) введено несколько раз на стр. 5, 13, 15, 16, 24, 77 и 94. Аббревиатура «ИВ» на стр. 15 дана единожды без объяснений и используется наряду с сокращением «IoT». Заголовки некоторых пунктов диссертационной работы содержат лишние знаки препинания.
- 5) Кроме того, оформление аналитических выражений имеет некоторое количество неточностей в форматировании, например, на стр. 26, 42, 46 и 80.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на общее положительное заключение о представленном исследовании.

Заключение

Диссертация является законченным научно-квалификационным трудом, выполненным на высоком научно-техническом уровне, и соответствует специальности 05.12.13, по которой она представлена.

В работе решены все сформулированные задачи исследования и достигнута поставленная цель, получены новые научные результаты, которые могут быть применены при планировании и проектировании беспроводных сенсорных сетей. Оформление и стиль диссертации соответствуют принятому в научно-технической литературе. Автореферат диссертационной работы содержит достаточно полное описание выполненных исследований и полученных результатов, хорошо отражает ее содержание.

Считаю, что работа полностью отвечает критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а Аль-Кадами Нассер Ахмед Салех заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент,

доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов», кандидат технических наук



Андреев Сергей Дмитриевич

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук «Централизованное управление множественным доступом в сетях передачи информации при высокой загрузке» защищена Сергеем Дмитриевичем Андреевым 20 октября 2009 году по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в технике и технологиях).

Подпись Андреева Сергея Дмитриевича заверяю
Ученый секретарь
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»
доктор физико-математических наук,
профессор



Савчин В.М.

Андреев Сергей Дмитриевич,
доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (ФГАОУ ВО РУДН)
Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
Тел.: +7 (495) 955 0887, E-mail: serge.andreev@gmail.com