

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

МИЭМ



ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
малых форм предприятий в научно-технической сфере

SuperJob

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

**Межвузовская
научно-техническая
конференция студентов,
аспирантов и молодых
специалистов им. Е.В. Арменского**

2016 г.

УДК 658.012; 681.3.06; 621.396.6.001.66(075); 621.001.2(031)

ББК 2+3

Н 34

Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского. Материалы конференции. - М. ~: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2016. - 412.

ISBN 978-5-94768-072-0

В материалах конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов представлены тезисы докладов по следующим направлениям: математика и компьютерное моделирование; информационно-коммуникационные технологии; автоматизация проектирования, банки данных и знаний, интеллектуальные системы; компьютерные образовательные продукты; информационная безопасность; электроника и приборостроение; производственные технологии, нанотехнологии и новые материалы; информационные технологии в экономике, бизнесе и инновационной деятельности; инновационные технологии в дизайне.

Материалы конференции могут быть полезны для преподавателей, студентов, научных сотрудников и специалистов, специализирующихся в области прикладной математики, информационно-коммуникационных технологий и электроники.

Редакционная коллегия: Тихонов А.Н., Аксенов С.А., Аристова У.В., Восков Л.С.
Карасев М.В., Кечиев Л.Н., Кулагин В.П., Леохин Ю.Л.,
Лось А.Б., Смирнов И.С., Титкова Н.С.

Издание осуществлено с авторских оригиналов.

ISBN 978-5-94768-072-0

ББК 2+3

© Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2016 г.

© Авторы, 2016г.

Общим недостатком распространенных моделей БНС является то, что они относятся к конкретным топологиям узлов, различным средам, и они были протестированы для применения в конкретных диапазонах частот. Таким образом, вывод обобщенной модели, представляется сложным направлением исследований. Эта модель должна быть получена путем подгонки большого количество измерений, собранных из различных мест тела человека. Модель должна быть как можно более простой и содержать минимально необходимые параметры, такие как расстояние передачи, рабочую частоту, факторы описания среды и т.д.

Список литературы:

1. D.J. Cook, W. Song, Ambient intelligence and wearable computing: sensors on the body, in the home and beyond, J. Ambient Intell. Smart Environ. 1 (2009) 83-86.
2. Zimmerman, T. G. (1971). Personal area networks (PAN): near-field intra-body communication. M.S. thesis, MIT Media Laboratory, Cambridge, MA.
3. T.G. Zimmerman, J.R. Smith, J.A. Paradiso, D. Allport, N. Gershenfeld, Applying electric field sensing to human-computer-interfaces, Comput. Human Interface Conf. (1995) 280-287.
4. IEEE Standard Association (2012). IEEE Standard for local and metropolitan area networks A Part 15.6: Wireless Body Area Networks.
5. N.J. Cho, Y. Jerald, S.J. Song, et al., A 60 kb/s-10 Mb/s adaptive frequency hopping transceiver for interference-resilient body channel communication, IEEE J. Solid Stat Circuits 44 (3) (2009) 708-717.
6. P.S. Hall, Y. Hao, Antennas and Propagation for Body-Centric Wireless Communications, Artech House, 2006.
7. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
8. 802.15.6-2012 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 15.6: Wireless Body Area Networks, 2012.
9. K.Y. Yazdandoost, K. Sayrafian-Pour, Channel model for body area network. IEEE P802.15-08-0780-09-0006, 2009.
10. T. Aoyagi, et al., Channel model for wearable and implantable WBANs. IEEE 802.15-08-0416-04-0006, 2008.
11. G. Dolmans, A. Fort, Channel models WBAN-Holst centre/IMEC-NL. IEEE 802.15-08-0418-01-0006, 2008.
12. D. Miniutti, et al., Narrowband channel characterization for body area network. IEEE 802.15-08-0421-00-0006, 2008.

МАКЕТ УЗЛА ДЛЯ НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОРГАНИЗАЦИИ НАЛОЖЕННОЙ СЕТИ ПОВЕРХ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

*А.А. Дворников
НИУ ВШЭ,*

*Департамент компьютерной инженерии
МИЭМ НИУ ВШЭ*

Аннотация

Предложен макет узла для натурального эксперимента по организации наложенной сети поверх беспроводной сенсорной сети без нарушения её основной функции. Использование беспроводной сенсорной сети в качестве базовой сети — нестандартное применение существующей технологии.

Введение

Технология беспроводных сенсорных сетей широко применяется в современной индустрии. Системы, построенные по данной технологии, решают ряд задач за счёт развёртывания решений на территории большой

протяжённости, привлекая к работе большое количество узлов. Низкое энергопотребление в узлах подобных систем позволяет устанавливать их в точках, расположенных далеко от источников централизованного энергоснабжения и телекоммуникационных магистралей [1] [2].

Развитию технологии беспроводных сенсорных сетей послужила концепция «умной пыли» («smart dust», *англ.*), которая, в своём инженерном варианте, заключается в создании самоорганизующихся телекоммуникационных систем сбора данных с узлами небольшого размера [3].

Предложено использовать беспроводную сенсорную сеть в качестве базовой сети для организации наложенных каналов связи без нарушения основной функции сети. Из-за низкой пропускной способности большинства стандартов беспроводных сенсорных сетей данная задача не считалась актуальной. Выявление ряда практических задач, которые не требуют большой пропускной способности, развитие телекоммуникационных стандартов, применяющихся в беспроводных сенсорных сетях, с увеличением их пропускной способности делают задачу актуальной сегодня.

Цель работы — проведение натурального эксперимента по организации наложенных каналов поверх беспроводных сенсорных сетей без нарушения её основного функционала. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести анализ беспроводных сенсорных сетей на предмет наличия свободных ресурсов.
2. Разработать модель и метод поиска оптимального маршрута для наложенного канала в беспроводной сенсорной сети.
3. Разработать механизм взаимодействия существующих протоколов и протоколов, реализующих метод поиска оптимального маршрута.
4. Разработать макет узла для проведения натурального эксперимента.
5. Провести натуральный эксперимент и анализ полученных данных.

Ниже приводится результат анализа беспроводных сенсорных сетей на предмет наличия свободных ресурсов: энергетических и телекоммуникационных. Модели и методу поиска оптимального маршрута посвящена отдельная статья, которая находится в разработке, и в данных тезисах они не рассматриваются. Ниже приводится схема взаимодействия стеков протоколов и протоколов, реализующих предложенный метод поиска маршрута. Приведено описание предложенного макета и используемых инженерных решений. Развёртывание сети, проведение натурального эксперимента и анализ результатов планируется на завершающем этапе работы и в рамках тезисов не рассматривается.

Свободные ресурсы в беспроводных сенсорных сетях

Беспроводные сенсорные сети обладают рядом ключевых характеристик:

1. Событийный характер работы.
2. Ограниченный набор энергетических ресурсов.
3. Изолированное проектирование.
4. Инженерная избыточность.
5. Неравномерность распределения ресурсов.
6. Высокая надёжность.

Большинство беспроводных сенсорных сетей работают в режиме мониторинга объектов, когда узлы передают данные только в тот момент, когда выполняется некоторое условие по наблюдаемому параметру [4]. Всё остальное время телекоммуникационные блоки узлов простаивают, а сами узлы находятся в режиме пониженного

энергопотребления.

Для современных беспроводных сенсорных сетей характерно автономное энергоснабжение с использованием пополюемой энергоёмкости от альтернативных источников энергии [5]. Узлы, расположенные рядом с централизованными источниками энергоснабжения, питаются от них напрямую, либо применяют механизмы беспроводной передачи энергии от энергораспределительной станции [6].

Современные беспроводные сенсорные сети до сих пор проектируются изолированно: ряд сетевых зон может дублироваться по покрытию. При использовании функции межсетевое взаимодействия обе сети получают свободный телекоммуникационный и энергетический ресурсы.

Узлы беспроводных сенсорных сетей проектируются узкоспециализировано, из-за чего их ресурсы различаются от модели к модели. Это приводит к тому, что отдельные сетевые участки получают свободных ресурсов: как энергетический, так и телекоммуникационный.

Высокая надёжность является одной из приоритетных задач современных беспроводных сенсорных сетей. Ряд узлов и связей дублируется по количеству, что также является причиной возникновения свободных ресурсов.

Взаимодействие протоколов

Работа протоколов, реализующих предложенный метод поиска маршрута, опирается на модель OSI и ориентирована, в первую очередь, на организацию наложенных каналов IP, UDP и TCP протоколов. Протокол клиента взаимодействует с протоколом поиска маршрута (ППМ) (Рис. 1), протоколом маршрутизации (ПМ), протоколом межсетевое взаимодействия (ПМВ), а также с протоколом организации виртуальных каналов (ПОВК) для реализации функций транспортного уровня.

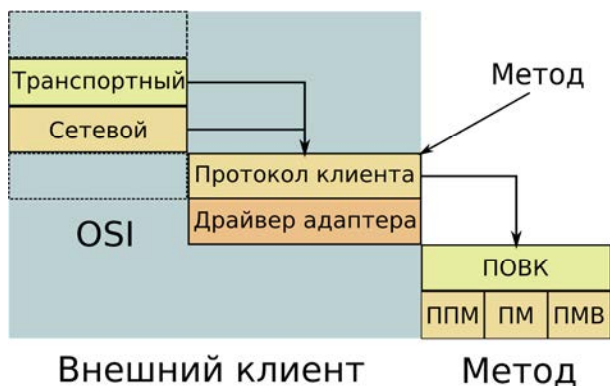


Рис.1. Схема взаимодействия стека протоколов модели OSI и протоколов, реализующих предложенный метод поиска маршрута

Макет узла

Проведение натурного эксперимента на существующих беспроводных сенсорных сетях затруднительно из-за закрытого программного обеспечения на узлах. В России беспроводные сенсорные сети строятся для решения узкоспециализированных задач с высокой стоимостью простых систем, что делает экономически нереализуемым натурный эксперимент из-за высокого риска выхода сети из строя в процессе отладки и проведения эксперимента.

Существующие промышленные варианты узлов беспроводных сенсорных сетей не подходят по причине высокой стоимости и больших габаритов, что обусловлено их целевым назначением в качестве отладочных комплектов. Существуют экспериментальные варианты

узлов «умной пыли», но они недоступны на рынке. Необходимо разработать узкоспециализированный макет узла для проведения натурного эксперимента по организации наложенных каналов поверх беспроводных сенсорных сетей без нарушения их основной функции.

В качестве основы узла выбран самый компактный модуль на рынке: Rexense REX3U. Габариты 18x15x2,6 мм позволяют достичь аналогичных размеров печатной платы узла с увеличением по толщине без учёта антенны. Узел подобных габаритов может использоваться в качестве «мота» («mote», *англ.*) систем класса «умная пыль». Модуль будет получать питание от двух сменных компактных батарей SR55 с ориентировочным непрерывным временем работы – 3 часа, при наихудшем прогнозе, основанном на активной передаче данных для модуля на интегральной микросхеме EM357. Существует положительный прогноз на увеличение времени непрерывной работы более, чем в 2 раза, при использовании режимов пониженного энергопотребления.

В натурном эксперименте беспроводная сенсорная сеть будет выполнять операции, связанные с качеством связи между узлами, поэтому наличие дополнительных датчиков в макете узла не требуется. Узлы будут оборудованы гибкой антенной для уменьшения габаритов. Для обеспечения влагозащиты узла будет использован силиконовый компаунд.

Заключение

Проведён анализ беспроводных сенсорных сетей на предмет наличия свободных телекоммуникационных и энергетических ресурсов. Разработана модель и метод поиска оптимального маршрута для наложенных каналов поверх беспроводных сенсорных сетей, которые не нарушают их основных функций. Разработан механизм взаимодействия протоколов модели OSI и протоколов, реализующих метод. Предложено описание узла для проведения натурного эксперимента по организации наложенных каналов поверх беспроводной сенсорной сети без нарушения её основной функции. Спланирован дальнейший план работ.

Предложенная работа будет востребована для организации каналов связи на базе существующих систем для служб спасения, военных ведомств и экстренной связи.

Список литературы:

1. Serna M.Á. et al. Distributed Forest Fire Monitoring Using Wireless Sensor Networks // Int. J. Distrib. Sens. Netw. 2015. Vol. 2015. P. 1–18.
2. Kalpana S., Chander J.R., Ahmed S.M. Wireless Sensor Network for Remote Monitoring of Crop Field // Inter J Adv. Eng. Sci. Technol. 2011. Vol. 8, № 2. P. 243–246.
3. Kristofer S.J. Pister. Smart Dust: BAA97-43 Proposal Abstract. UC Berkley.
4. Ruiz L.B. et al. Fault management in event-driven wireless sensor networks // Proceedings of the 7th ACM international symposium on Modeling, analysis and simulation of wireless and mobile systems. ACM, 2004. P. 149–156.
5. Gilbert J.M., Balouchi F. Comparison of energy harvesting systems for wireless sensor networks // Int. J. Autom. Comput. 2008. Vol. 5, № 4. P. 334–347.
6. Xie L. et al. On renewable sensor networks with wireless energy transfer: the multi-node case // Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks (SECON), 2012 9th Annual IEEE Communications Society Conference on. IEEE, 2012. P. 10–18.