

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
"ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ"

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ им. А.Н.Тихонова
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
"ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ"

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ 2017

МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ
имени Е.В. АРМЕНСКОГО



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ им. А.Н.Тихонова
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»



SuperJob

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

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Москва 2017г.

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, 2017. – 502.

ISBN 978-5-94768-075-1

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, электроники, дизайна.

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

Издание осуществлено с авторских оригиналов.

ISBN 978-5-94768-075-1

ББК 2+3

© Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2017 г.

© Авторы, 2017г.

Список литературы:

1. Diego Cantor, Brandon Jones, WebGL Beginner's Guide. WebGL Beginner's Guide. – 2012. – 376 p.
2. API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/API#Web_API
(Дата обращения: 10.01.2017)
3. WebGL and OpenGL Differences [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.khronos.org/webgl/wiki/WebGL_and_OpenGL_Differences
(Дата обращения: 24.12.2016)
4. WebGLStats [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://webglstats.com/>
(Дата обращения: 24.12.2016)
5. Stage3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.adobe.com/devnet/flashplayer/stage3d.html>
(Дата обращения: 20.12.2016)
6. Stage3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Stage3D>
(Дата обращения: 20.12.2016)
7. WebGL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/WebGL>
(Дата обращения: 24.12.2016)
8. X3D компоненты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.web3d.org/wiki/index.php/Player_support_for_X3D_components
(Дата обращения: 10.01.2017)
9. Web3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.domusinc.com/web-goes-3d-does-advertising-too-the-webgl-silverlight-and-molehill-wars/>
(Дата обращения: 19.12.2016)
10. 3D в Web [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/149025/>
(Дата обращения: 20.12.2016)

СТОИМОСТЬ НАЛОЖЕННОГО КАНАЛА ПОВЕРХ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

*А.А. Дворников
НИУ ВШЭ,
департамент компьютерной инженерии
МИЭМ НИУ ВШЭ*

Аннотация

Беспроводные сенсорные сети имеют тенденцию к наращиванию свободных ресурсов, которые можно использовать для повышения эффективности сети. Предложена организация наложенных сетей небольшой пропускной способности поверх беспроводных сенсорных сетей для сокращения количества свободных ресурсов. При построении наложенного канала поверх беспроводной сенсорной сети возникает необходимость в оценке стоимости наложенного канала поверх беспроводной сенсорной сети.

Введение

Беспроводные сенсорные сети — технология построения маломощных сетей с небольшим радиусом действия, но сложной топологией и маршрутизацией, позволяющей покрывать большие дистанции и обеспечивать высокую надёжность системы [1].

В беспроводных сенсорных сетях наблюдается тенденция, характерная для классических телекоммуникационных сетей, - постепенное увеличение пропускной способ-

ности и вычислительной мощности на узлах, при небольшом повышении, либо сохранении в неизменном виде, энергопотребления [1] [2]. Это приводит к появлению в беспроводных сенсорных сетях свободных ресурсов. Различают свободные ресурсы двух типов:

1. Свободный телекоммуникационный ресурс — простаивающая пропускная способность приёмопередатчика на узле.

2. Свободный энергетический ресурс — энергия, которую узел мог бы получить извне, если бы его аккумулятор не был заряжен полностью.

В беспроводной сенсорной сети всегда присутствуют свободные ресурсы, которые заложены при проектировании и направлены на повышение надёжности системы, либо запланированы на выполнение каких-либо задач в будущем. Некоторые свободные ресурсы не входят в расчёт надёжности и не участвуют в планировке загруженности сети. Наличие подобных свободных ресурсов — признак неэффективной эксплуатации беспроводной сенсорной сети.

Есть несколько способов уменьшения свободного телекоммуникационного ресурса:

1. Добавление свободного ресурса в резерв для повышения надёжности беспроводной сенсорной сети.

2. Распределение свободного ресурса на выполнение дополнительных задач, которые ранее не были запланированы.

Наложенные сети, как средство уменьшения свободных ресурсов

Одна из универсальных задач, подходящая для большинства беспроводных сенсорных сетей — организация наложенных каналов и наложенных сетей [3] для внешних, относительно беспроводной сенсорной сети, клиентов.

Наложенные сети и наложенные каналы широко применяются в традиционных телекоммуникационных сетях, но в беспроводных сенсорных сетях используются редко, в первую очередь, из-за небольшой пропускной способности большинства стандартов беспроводных сенсорных сетей. Тем не менее, даже небольшой пропускной способности достаточно для организации специализированных наложенных сетей, таких как сети передачи экстренных сообщений, сети экстренного информирования и др.

Необходимо организовать работу наложенных сетей так, чтобы не нарушить работу основных служб беспроводной сенсорной сети. Предложено использовать QoS [4] для решения данной задачи. Работы, затрагивающие тематику QoS существуют как в сфере наложенных сетей [3], так и беспроводных сенсорных сетей [5]. Задача организации наложенных сетей поверх беспроводных сенсорных сетей с сохранением качества обслуживания сводится к преобразованию норм [6] QoS наложенной сети в нормы QoS беспроводной сенсорной сети.

Необходима формула оценки стоимости наложенного канала с требуемой пропускной способностью через беспроводную сенсорную сеть для определения целесообразности организации наложенного канала.

Стоимость наложенного канала поверх беспроводной сенсорной сети

Предложено проводить расчёт стоимости наложенного канала поверх беспроводной сенсорной сети, согласно (1).

$$C_0(\tau) = k_T * C_T(\tau) - k_R * C_R(\tau) - k_S * C_S(\tau) \quad (1)$$

, где:

1. τ — пропускная способность оцениваемого наложенного канала;

2. k_T — весовой коэффициент стоимости

телекоммуникационной услуги;

3. C_T – стоимость телекоммуникационной услуги;

4. k_R — весовой коэффициент стоимости надёжности беспроводной сенсорной сети, вносимой свободным телекоммуникационным ресурсом;

5. C_R – стоимость надёжности беспроводной сенсорной сети, вносимой свободным телекоммуникационным ресурсом;

6. k_S — весовой коэффициент стоимости накладных расходов;

7. C_S – стоимость накладных расходов, затраченных на организацию наложенного канала.

Стоимость канала становится отрицательной, когда организация наложенного канала нецелесообразна (стоимость затрат больше, чем стоимость наложенного канала), и приближается к нулю, когда внешний клиент беспроводной сенсорной сети имеет других поставщиков аналогичной телекоммуникационной услуги. Затруднительно предложить универсальный метод расчёта весовых коэффициентов k_T , k_R и k_S из-за их зависимости от решаемой задачи. Расчёт коэффициентов ложится на разработчика решения, использующего предложенную формулу.

Стоимость телекоммуникационной услуги определяется, согласно (2).

$$C_T(\tau) = \frac{\tau}{\tau_a} \quad (2)$$

, где:

• τ_A – суммарная пропускная способность всех альтернатив для организации наложенного канала, включая рассматриваемый вариант.

Стоимость оказываемой телекоммуникационной услуги показывает дефицит телекоммуникационных ресурсов для решения задачи. При отсутствии альтернатив $\lim_{\tau \rightarrow 0} C_T(\tau) = 1$, а при большом количестве альтернатив $\lim_{\tau \rightarrow \infty} C_T(\tau) = 0$.

Стоимость надёжности беспроводной сенсорной сети, вносимая свободным телекоммуникационным ресурсом, определяется, согласно (3).

$$C_R(\tau) = \frac{\tau}{\tau_R} \quad (3)$$

, где:

• τ_R – суммарная пропускная способность приёмопередатчиков беспроводной сенсорной сети, выделенная в качестве резерва, включая долю резерва, которую планируются затратить на наложенный канал.

Стоимость надёжности беспроводной сенсорной сети, вносимой свободным телекоммуникационным ресурсом, показывает отношение объёма телекоммуникационного ресурса, который планируется затратить на организацию наложенного канала, к общему объёму резервных ресурсов в беспроводной сенсорной сети. При полном отсутствии резервов в беспроводной сенсорной сети $\lim_{\tau \rightarrow 0} C_R(\tau) = 1$, а при большом запасе свободных ресурсов $\lim_{\tau \rightarrow \infty} C_R(\tau) = 0$.

Стоимость накладных расходов, затраченных на организацию наложенного канала, определяется аппаратным и программным обеспечением узлов беспроводной сенсорной сети, зависит от её внутреннего состояния и является функцией от запрашиваемой пропускной способности наложенного канала. Из-за сложности вывода данной функции можно принять $C_S(\tau) = 0$, либо $C_S(\tau) = const$, рассчитанной приблизительно или полученной экспериментальным путём.

Пример 1. Пусть внешнему клиенту беспроводной сенсорной сети необходимо организовать канал с пропускной способностью 100 Кбит/с. Известно, что у клиента есть альтернативные поставщики услуги, которые готовы предоставить каналы до 80 Кбит/с и до 56 Кбит/с. В беспроводной сенсорной сети имеется резерв по телекоммуникационному ресурсу в 30 Кбит/с. Предположим $k_T = k_R = 1$, а $k_S = 0$. Тогда стоимость наложенного канала равна $C_0(100 \text{ Кбит/с}) \approx -0,34$. В этом примере организация наложенного канала через беспроводную сенсорную сеть нецелесообразна из-за наличия у внешнего клиента беспроводной сенсорной сети альтернативных поставщиков услуги и малого резерва телекоммуникационного ресурса в беспроводной сенсорной сети. Запрошенный наложенный канал обладает отрицательной стоимостью.

Пример 2. Пусть внешнему клиенту беспроводной сенсорной сети необходимо организовать канал с пропускной способностью 70 Кбит/с. Известно, что у клиента есть альтернативный поставщик услуги, который готов предоставить канал до 30 Кбит/с. В беспроводной сенсорной сети имеется резерв по телекоммуникационному ресурсу в 150 Кбит/с. Предположим $k_T = k_R = 1$, а $k_S = 0$. Тогда стоимость наложенного канала равна $C_0(70 \text{ Кбит/с}) \approx 0,38$. В этом примере организация наложенного канала через беспроводную сенсорную сеть имеет смысл из-за малого выбора альтернатив у клиента и большого резерва по телекоммуникационному ресурсу в беспроводной сенсорной сети. Запрошенный наложенный канал обладает положительной стоимостью.

Заключение

Установлена тенденция к увеличению свободных ресурсов в беспроводной сенсорной сети. Предложено построение наложенных сетей, как средство для снижения количества свободных ресурсов. Для оценки целесообразности построения наложенного канала предложена формула расчёта стоимости наложенного канала, позволяющий определить его ценность. Показаны примеры работы с предложенной формулой.

Работа подготовлена в ходе проведения исследования (№ 17-05-0017) в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ)» в 2017 — 2018 гг. и в рамках государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации «5-100».

Список литературы:

1. Nack F. An Overview on Wireless Sensor Networks / F. Nack // Institute of Computer Science (ICS) University, Berlin. – 2010.
2. Chee-Yee Chong. Sensor networks: Evolution, opportunities, and challenges / Chee-Yee Chong, S.P. Kumar // Proceedings of the IEEE. – 2003. – Vol. 91. – Sensor networks. – № 8. – P. 1247-1256.
3. Cui J.-H. Towards Integrated Provisioning of QoS Overlay Network / J.-H. Cui, S. Gokhale // University of Connecticut, Storrs, CT. – Т. 6296. – С. 1-30.
4. Рекомендация МСЭ-Т E.800. – Международный Союз Электросвязи, 2008. – 32 с.
5. Yigitel M.A. QoS-aware MAC protocols for wireless sensor networks: A survey / M.A. Yigitel, O.D. Incel, C. Ersoy // Computer Networks. – 2011. – Vol. 55. – QoS-aware MAC protocols for wireless sensor networks. – № 8. – P. 1982-2004.
6. Рекомендация МСЭ-Т Y.1541. – Международный Союз Электросвязи, 2006. – 50 с.