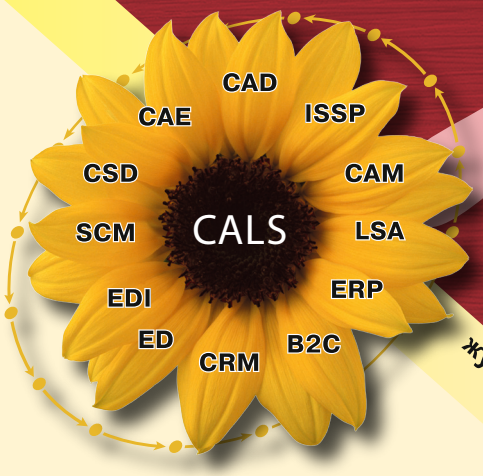
КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 9
2015

ISSN 1999-513X



журнал в журнале

КАЧЕСТВО и ИПИ (CALS)-технологии

Качество • Инновации • Образование • №9-2015

www.quality-journal.ru

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№9 (124)
сентябрь 2015

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ОБЪЕДИНЕННОЙ РЕДАКЦИИ
Азаров В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Алешин Н.П. (Москва), Батыров У.Д. (Нальчик), Бойцов Б.В. (Москва), Васильев В.А. (Москва), Васильев В.Н. (Санкт-Петербург), Гудков Ю.И. (Москва), Домрачев В.Г. (Москва), Карабасов Ю.С. (Москва), Кортов С.В. (Екатерингбург), Лонцих П.А. (Иркутск), Львов Б.Г. (Москва), Мищенко С.В. (Тамбов), Олейник А.В. (Москва), Сергеев А.Г. (Владимир), Смакотина Н.Л. (Москва), Старых В.А. (Москва), Стриханов М.Н. (Москва), Тихонов А.Н. (Москва), Фирстов В.Г. (Москва), Харин А.А. (Москва), Червяков Л.М. (Курск), Шленов Ю.В. (Москва)

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ
Андрес Каррион Гарсиа, Вагстафф П., Диккенсон П., Зайчек В., Иняц Н., Кемпбелл Д., Папис Л., Пупиус М., Роджерсон Д., Фарделф Д.

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ
105118, Москва, ул. Буракова, д. 8
Тел.: +7 (915) 001-31-49

E-mail: quality@eqc.org.ru
www.quality-journal.ru
www.quality21.ru

ИЗДАТЕЛЬ
Европейский центр по качеству

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
Гудков Ю.И.
ygudkov@hse.ru

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
Кудрявцева А.И.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР
Савин Е.С.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Мартюкова Е.С.

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН
в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ №77-9092

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС
в каталоге агентства «Роспечать» 80620, 80621
в каталоге агентства «Урал-Пресс» 14490
на сайте НЭБ eLIBRARY.RU 80620

ОТПЕЧАТАНО
ФГУП Издательство «Известия» УД ПРФ
127254, г. Москва, ул. Добролюбова, д. 6

© «Европейский центр по качеству», 2014

Журнал входит в перечень ВАК РФ

Статьи рецензируются

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Е.Ю. ДРАЧЕВА
Влияние регулятивных универсальных учебных действий на успешность обучения старшеклассников по индивидуальным учебным планам различной направленности 3

В.Б. ВЕРЕТЕННИКОВА
Образовательная деятельность субъектов образовательного процесса в современной системе дошкольного образования 8

КАЧЕСТВО И ИПИ (CALS)-ТЕХНОЛОГИИ

ПРИБОРЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Е.А. ВЕСЕЛОВ, М.А. АРТЮХОВА, Б.Л. ЛИНЕЦКИЙ
Анализ методов выделения контуров объектов при обработке изображений печатного узла в системах контроля качества автоматической оптической инспекции 17

Т.Н. БАЙБИКОВА
Метод определения некоторых геометрических характеристик объектов на изображениях 25

СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.В. КАРПОВ
Исследование метода адаптивного функционирования беспроводной сенсорной сети камер с автономными источниками питания 29

А.А. ДВОРНИКОВ
Агентно-ориентированное моделирование совместимости каналов беспроводной сенсорной и наложенной сетей 34

Л.С. ВОСКОВ, С.Г. ЕФРЕМОВ, И.В. КАРПОВ
Исследование метода пространственно-повторного разделения канала в беспроводных аудио-сенсорных сетях 41

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

Т.Е. РОДИОНОВА, М.В. РЫБКИНА, Н.А. АНАНЬЕВА
Исследование влияния инфляции на социально-экономические факторы 48

В.Н. АФАНАСЬЕВ, М.О. ХИЛЬКО
Нелинейное управление в задаче восстановления иммунной системы человека 53

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

К.К. ЧУПРОВ
Методы идентификации территориальных кластеров 61

Сведения о членах редколлегии и об авторах статей можно найти на сайте www.quality-journal.ru

MONTHLY SCIENTIFIC JOURNAL

QUALITY INNOVATION EDUCATION

№9 (124)
september 2015

CHIEF EDITOR OF THE COMBINED EDITION
V.N. Azarov

EDITORIAL BOARD
N.P. Aleshin (Moscow), U.D. Batyrov (Nalchik) B.V. Boitsov (Moscow), V.A. Vasiliev (Moscow), V.N. Vasiliev (St. Petersburg), Yu.I. Gudkov (Moscow), V.G. Domrachev (Moscow), Y.S. Karabasov (Moscow), S.V. Kortov (Ekaterinburg), P.A. Lontcih (Irkutsk), B.G. Lvov (Moscow), S.V. Mishchenko (Tambov), A.V. Oleynik (Moscow), A.G. Sergeev (Moscow), N.L. Smakotina (Moscow), V.A. Starykh (Moscow), M.N. Strikhanov (Moscow), A.N. Tikhonov (Moscow), V.G. Firstov (Moscow), A.A. Kharin (Moscow), L.M. Chervyakov (Kursk), Y.V. Shlenov (Moscow)

FOREIGN BOARD MEMBERS
Andres Carrion Garcia, P. Wagstaff, P. Dikkenson, V. Zaichek, N. Inyats, D. Campbell, P. Lemair, A. Oldfield, L. Papis, M. Pupius, D. Rogerson, D. Fardelf

EDITORIAL AND PUBLISHERS ADDRESS
105118, Moscow, 8 Burakova str.
Tel.: +7 (915) 001-31-49

E-mail: quality@eqc.org.ru
www.quality-journal.ru
www.quality21.ru

PUBLISHER
The European Centre for the Quality

SCIENTIFIC EDITOR
Yu.I. Gudkov
ygudkov@hse.ru

ART DIRECTOR
A.I. Kudryavtseva

LITERARY EDITOR
E.S. Savin

EXECUTIVE SECRETARY
E.S. Martyukova

THE JOURNAL IS REGISTERED with the Ministry of the Russian Federation for Press, Broadcasting and Mass Communications. Registration certificate PI № 77-9092

SUBSCRIPTION INDEX
In «Rospechat» catalog 80620, 80621
In «Ural-Press» catalog 14490
On the site eLIBRARY.RU 80620

PRINTED
Federal State Unitary Enterprise Publisher «Izvestia» UD GRP
127254, Moscow, Dobrolyubova str., 6

© «European Centre for Quality», 2014

The journal is included in the list of HAC of the Russian Federation

Articles are reviewed

CONTENTS

COMMON PROBLEMS OF EDUCATION

E.YU. DRACHEVA
Influence of regulatory universal educational actions on success of training of seniors by individual curricula of various orientation . . . 3

V.B. VERETENNIKOVA
The educational activities of the subjects of the educational process in the modern system of preschool education . . . 8

QUALITY AND CALS-TECHNOLOGY

DEVICES, METHODS AND TECHNOLOGY

E.A. VESELOV, M.A. ARTYUHOVA, B.L. LINETSKIY
Analysis of the methods of object contours detection in the image processing printed circuit board in the quality control systems automatic optical inspection . . . 17

T.N. BAYBIKOVA
Method for finding some geometric characteristics of objects in images . . . 25

NETWORKING AND INFORMATION TECHNOLOGIES

A.V. KARPOV
A study of adaptive functioning method of the wireless camera sensor network with independent power sources . . . 29

A.A. DVORNIKOV
An agent-oriented wireless sensor network and a superimposed network channels compatibility modeling . . . 34

L.S. VOSKOV, S.G. EFREMOV, I.V. KARPOV
A study of channel spatial reuse in wireless audio-sensor networks . . . 41

QUALITY OF LIFE

T.E. RODIONOVA, M.V. RYBKINA, N.A. ANANYEVA
Study of the effect of inflation on socio-economic factors . . . 48

V. AFANAS'EV, M. KHILKO
Nonlinear Control in the Problem of Reconstructing the Human Immune System . . . 53

ECONOMICS AND MANAGEMENT

K.K. CHUPROV
Methods of identification of spacial clusters . . . 61

Information about the members of the editorial board and the authors of articles can be found at www.quality-journal.ru

А.А. Дворников

АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ КАНАЛОВ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ И НАЛОЖЕННОЙ СЕТЕЙ

Исследуется совместимость каналов беспроводной сенсорной сети и наложенной сети, описывается модель для получения данных о совместимости, на основании которой проводится агентно-ориентированное моделирование её работы. Полученные результаты предложено использовать как составляющую целевой функции выбора оптимальных маршрутов в методе балансировки трафика в беспроводных сенсорных сетях.

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, совместимость каналов, балансировка трафика, наложенная сеть, сетевые стандарты, IEEE 802.11, IEEE 802.15.1, IEEE 802.15.4, агентно-ориентированное моделирование

Введение

В беспроводных сенсорных сетях, как и в традиционных телекоммуникационных сетях, есть проблема повышения эффективности использования телекоммуникационных ресурсов [1] [2] [3] [4]. Современные методы предлагают решать эту проблему для традиционных сетей за счёт догрузки каналов наложенными сетями [5], но модели поиска оптимальных маршрутов не подходят для беспроводных сенсорных сетей. Одной из проблем является то, что правила работы большинства беспроводных сенсорных сетей заранее известны, в то время как в традиционных телекоммуникационных сетях тяжело предсказать трафик, не имея предварительной статистики.

Наложенные сети – разновидность телекоммуникационных сетей, работающих поверх уже существующих сетей. Известно большое количество реализации наложенных сетей в традиционных телекоммуникационных сетях: виртуальные частные сети, IP-сети поверх нестандартных каналов связи, P2P-сети [5]. Применение наложенных сетей поверх беспроводных сенсорных сетей является нестандартным решением.

Беспроводные сенсорные сети строятся согласно определённым стандартам для заранее известных целей, хорошо поддающихся прогнозированию. Традиционная маршрутизация, основанная на статистическом прогнозе, затруднена ввиду аппаратных ограничений узлов беспроводных сенсорных сетей [6].

Предложена модель для получения данных о совместимости каналов беспроводной сенсорной сети и наложенной сети. При практической реализации метода веса рассчитывают только один раз, и это не создаёт большой вычислительной нагрузки на узел беспроводной сенсорной сети.

В момент реализации метода собирается статистика о совместимости различного рода каналов наложенной сети и беспроводной сенсорной сети. Совместимость каналов наложенной сети и канала беспроводной сенсорной сети рассчитывается на основе имитационной модели, исходя из описания каждой разновидности канала как профиля, для которого заранее известна интенсивность потока событий, наличие подтверждения о доставке, наличие ответных событий и т.п.

Агентно-ориентированная модель

Для получения данных о совместимости построена имитационная агентно-ориентированная модель в системе моделирования AnyLogic 7.0. Модель затрагивает телекоммуникационное взаимодействие двух узлов беспроводной сенсорной сети и до четырёх пар наложенных каналов в рамках одного беспроводного канала связи. Этого достаточно для сбора необходимых данных, а число пар наложенных каналов может быть увеличено до необходимого количества. Эксперимент проводился на наборе актуальных протоколов, использующихся в беспроводных сенсорных сетях, при участии различных наборов профилей как узлов, так и наложенных каналов. Время моделирования составило 300 секунд, но может быть увеличено при практической реализации. Наборы профилей и время моделирования ограничены вычислительными мощностями аппаратного обеспечения.

Центральный агент в модели – сообщение, играющее роль пакета в сети. К сообщению может прикрепляться ресурс – байт, который выделяется из пула ресурсов – буфер передатчика («A_out-

putBuffer» на рис. 1 для передатчика узла А). Вторичный буфер («A_readyToSend» на рис. 1 для передатчика узла А) играет роль программного буфера в узле. Для упрощения модели вторичный буфер представлен в виде очереди слотов – сообщений максимального размера первичного буфера.

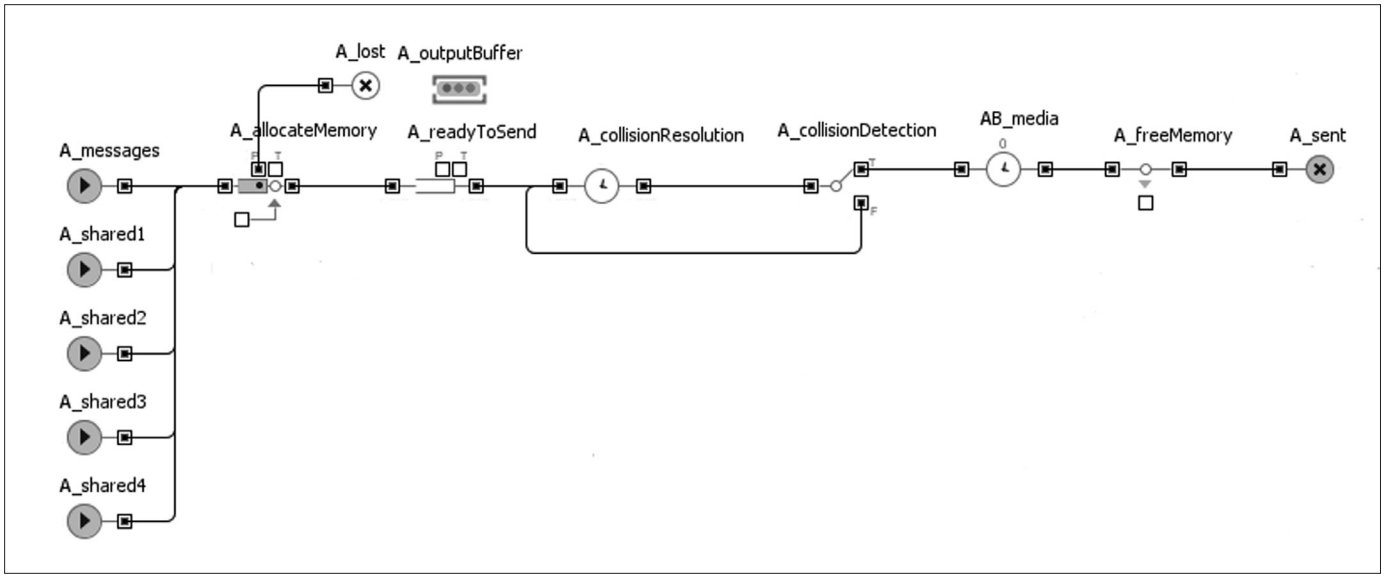


Рис. 1. Схема части имитационной агентно-ориентированной модели «передатчик узла А — приёмник узла В»

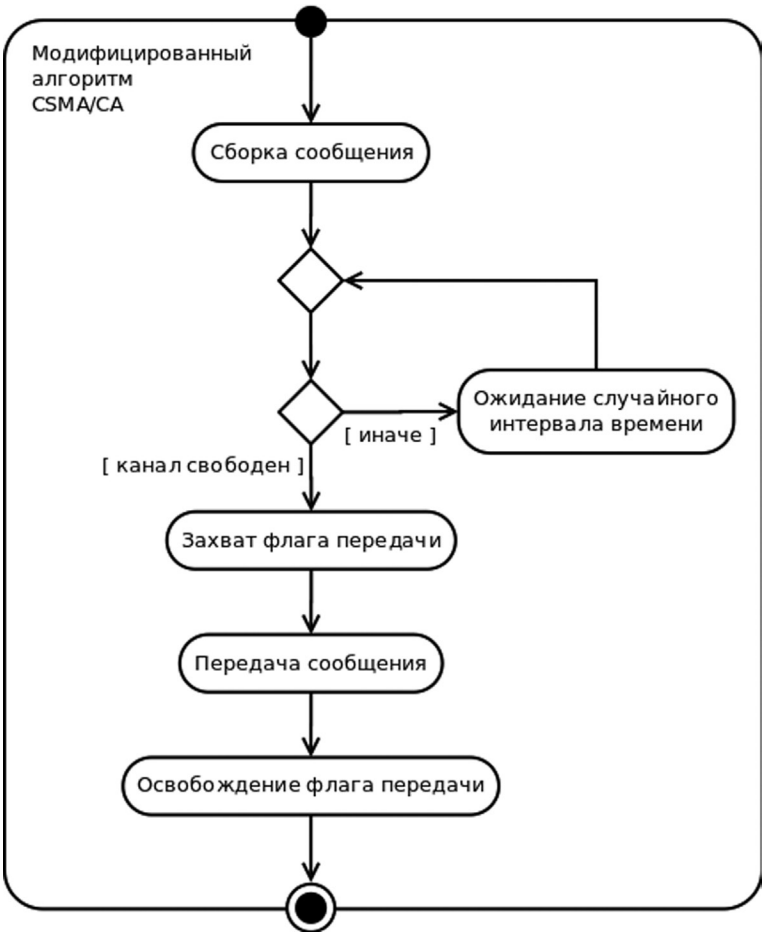


Рис. 2. Диаграмма деятельности модифицированного для модели алгоритма CSMA/CA

Модель приводят в действие источники сообщений, работающие по правилу Пуассона [7] [8]. Модель одного узла состоит из пяти источников сообщений: 1 источник для имитации активности основного профиля («A_messages» на рис. 1 для узла A) и 4 источника для имитации активности профилей наложенной сети («A_shared1», «A_shared2», «A_shared3» и «A_shared4» на рис. 1 для узла A). Интенсивность работы источников сообщений выбирается из текущего набора настроек. Набор настроек – коллекция параметров для одной итерации модели.

Размеры сообщений выбираются при помощи генератора псевдослучайных чисел системы моделирования, интервал возможных размеров сообщения содержится в текущем наборе настроек. Для разрешения коллизий в канале была построена упрощённая модель метода разрешения коллизий с предотвращением коллизий CSMA/CA (рис. 2). Факт занятого канала передачи данных фиксируется в специальной переменной. При занятом канале передачи данных для сообщения создаётся задержка («AB_media» на рис. 1 для передатчика узла A), которая рассчитывается исходя из размера сообщения и пропускной способности канала передачи данных. После передачи сообщения флаг освобождается. Иные источники данных накапливают свои сообщения в буферной системе («A_allocateMemory» и «A_readyToSend» на рис. 1 для передатчика узла A). При переполнении одного из буферов, сообщения начинают уничтожаться: происходит потеря данных, обусловленная неспособностью канала передачи данных справиться с направленной на него нагрузкой. Проверка факта освобождения флага («A_collisionDetection» на рис. 1 для передатчика узла A) осуществляется через случайные интервалы времени, где максимальный интервал задан в профиле сетевого стандарта («A_collisionResolution» на рис. 1 для передатчика узла A). Потери сообщений фиксируются в модели и учитываются при составлении статистики. После передачи данных ресурс «байт» возвращается в первичный буфер узла («A_freeMemory» на рис. 1 для передатчика узла A), после чего сообщение попадает в приёмник узла B («A_sent» на рис. 1).

Сообщения состоят из заголовка беспроводной сенсорной сети (рис. 3), заголовка наложенной сети (в случае, если это сообщение наложенной сети) (рис. 4) и полезной нагрузки. Модель поддерживает подтверждения о доставке в тех профилях, где это необходимо. Подтверждение о доставке в модели — это сообщение, которое содержит только служебные заголовки, а полезная нагрузка в них отсутствует. Подтверждения о доставке создаются сразу же, как только сторона получила исходное сообщение. Если сообщение не помещается в буфер приёмопередатчика текущего стандарта, то оно сегментируется на несколько сообщений меньшего размера, которые отправляются одно за другим.

Заголовок беспроводной сенсорной сети	Полезная нагрузка

Рис. 3. Структура сообщения беспроводной сенсорной сети в модели

Заголовок беспроводной сенсорной сети	Заголовок наложенной сети	Полезная нагрузка

Рис. 4. Структура сообщения наложенной сети в модели

Ряд профилей как узлов, так и наложенной сети, посылают ответное сообщение только по прибытии сообщения от противоположной стороны. Такие случаи учтены, и подтверждения о доставке в таких профилях не отправляются — формально сообщение о доставке включено в заголовок сообщения, которое будет отправлено сразу же, по прибытии сообщения от другой стороны.

При запуске модель создаёт наборы настроек, которыми будет руководствоваться при выполнении итераций. Наборы создаются комбинаторными методами для апробации всех возможных сочетаний, с повторением профилей узлов, клиентов и сетевых стандартов.

При апробации используются следующие сетевые стандарты:

1. IEEE 802.15.1.
2. IEEE 802.15.4.
3. IEEE 802.11.

В стандарте IEEE 802.15.1, известном на рынке под торговой маркой Bluetooth, в версии 4 главное внимание было направлено на энергосбережение (протокол Bluetooth LE), что сделало его применимым для построения беспроводных сенсорных сетей. Стандарт обладает совместимостью с большинством современных приборов и хорошей пропускной способностью (1 Мбит/с для протокола Bluetooth LE). Дальность его действия не превышает 100 метров в протоколе Bluetooth LE, но в различных протоколах и версиях стандарта дальность может быть значительно выше. В моделировании используется версия Bluetooth 4.2 с протоколом Bluetooth LE. Буфер приёмопередатчика в модели для данного стандарта равен 1 Кбайту, размер программного буфера — 4 слота.

Стандарт IEEE 802.15.4 используется в большинстве современных беспроводных сенсорных сетей и беспроводных сетях специального назначения. Дальность действия стандарта, как правило, не превышает 10 метров, а пропускная способность — 100 Кбит в последнем выпуске стандарта. Несмотря на небольшую скорость передачи, энергоэффективность приёмопередатчиков стандарта крайне высока, что до сих пор делает стандарт актуальным при выборе для построения беспроводных сенсорных сетей. Буфер приёмопередатчика в модели для данного стандарта равен 1 Кбайту, размер программного буфера — 4 слота.

В новых версиях ***стандарта IEEE 802.11***, известного под торговой маркой WiFi, появилось возможность создавать энергосберегающие узлы. В частности, развитие парадигмы Интернета-вещей [9] [10] создало спрос на энергосберегающие приёмопередатчики стандарта IEEE 802.11. Данные приёмопередатчики могут использоваться для создания беспроводных сенсорных сетей. В моделировании принимают участие два стандарта: IEEE 802.11g – с максимальной скоростью передачи 54 Мбит/с и максимальной дистанцией связи 140 метров вне помещения, и стандарта IEEE 802.11n – с максимальной скоростью передачи 600 Мбит/с и максимальной дистанцией связи 250 метров вне помещения. Буфер приёмопередатчика в модели для стандарта версии G равен 10 Кбайтам, размер программного буфера – 6 слотов. Буфер приёмопередатчика в модели для стандарта версии N равен 512 байтам, размер программного буфера – 8 слотов.

В модели используются следующие профили узлов:

1. Узел с энергосбережением.
2. Узел с активностью по запросу А.
3. Узел с активностью по запросу Б.
4. Узел потоковой активности.
5. Узел блочной активности.
6. Сетевой мост или шлюз.
7. Сетевой сток.

Большое количество датчиков и актуаторов в беспроводной сенсорной сети имеют главный приоритет – сохранение энергии, которая нередко автономно хранится на узлах. Узлы с энергосбережением передают и принимают данные только по прямой необходимости, а всё остальное время находятся в режиме пониженного энергопотребления. Узел посылает около 2 сообщений в час, а длина такого сообщения варьируется от 0 байт до 100 байт, в ответ другая сторона посылает подтверждение о доставке.

В модели учитывается разновидность узлов беспроводной сенсорной сети, которые основной объём данных отправляют в ответ на запрос, который приходит с противоположной стороны. Профиль узла с активностью по запросу разделён на два, различающиеся по объёму отправляемого в ответ сообщения. Так, в профиле класса А сообщение варьируется в интервале от 1 до 1024 байт, а в профиле класса Б – от 1 до 1024 Кбайт. В обоих классах сообщения с запросом приходят около пяти раз в минуту, а сам запрос варьируется по длине от 1 до 20 байт.

В ряде случаев требуется постоянная передача данных, которые должны передаваться с минимальной задержкой, а в идеале – в режиме реального времени. В качестве основы профиля узла потоковой активности был выбран пример видеотрансляции с частотой обновления кадров 15 Гц, где размер кадра равен 27 Кбайт. Частота обновления кадров и размер кадра выбраны так, чтобы соответствовать максимальному по качеству видеопотоку со сжатием RealMedia для изображения размером 320×240. Существует два случая, по которым данный профиль разделён на два: класс А, где данные передаются без подтверждения о доставке, и класс Б, где подтверждение о доставке отправляется. Класс Б встречается в беспроводных сенсорных сетях редко, поэтому его было решено исключить для экономии вычислительных ресурсов при моделировании.

Узлы блочной активности передают массивы данных редко (около четырёх раз в час), но в их интересах передать эти данные как можно быстрее. Более того, объёмы данных данного профиля могут быть достаточно велики – от 100 байт до 2 Мбайт. В ответ на блок данных удалённый узел отправляет подтверждение о доставке.

Существует особая разновидность узлов беспроводных сенсорных сетей, которые служат для передачи сообщений между беспроводными сенсорными сетями как одного, так и разных типов. Профиль сетевых мостов и шлюзов обладает особыми характеристиками, среди которых высокая интенсивность сообщений – порядка 1 сообщения в секунду в оба направления, но размер этих сообщений невелик – от 1 байта до 1024 байт с подтверждениями о доставке.

Ещё один особый профиль узлов беспроводной сенсорной сети – сетевой сток. Данный узел находится на стыке беспроводной сенсорной сети с сетью высшего уровня, что выражается в крайне высокой интенсивность сообщений (около 100 сообщений в секунду) в обе стороны с подтверждением о доставке. Размер сообщений варьируется от 1 байта до 2 Кбайт.

В модели присутствуют следующие профили наложенных каналов:

1. Канал с регулярной активностью.
2. Канал с поточной активностью.
3. Канал с блочной активностью.

Наложенные каналы с регулярной активностью отправляют данные в обе стороны с интенсивностью сообщений порядка 1 раза в 2 минуты с длиной от 1 байт до 100 Кбайт, при этом в обе стороны выполняется подтверждение о доставке. Как пример, можно привести удалённое взаимодействие с терминалом через командную строку.

Ряду внешних клиентов требуется передавать данные потоком с малыми задержками, а в идеале, в реальном времени. По аналогии с профилем узла поточной активности, как основа для профиля наложенного канала поточной активности выбран видеопоток 15 Гц с размером кадра 27 Кбайт. Данный профиль также разделён на два класса: класс А, где подтверждение о доставке не выполняется, и класс Б, где подтверждение о доставке присутствует. Для уменьшения времени моделирования класс Б было решено исключить.

Наложенные каналы с блочной активностью заинтересованы передать блок данных как можно быстрее, но необходимость в подобной передаче возникает нечасто (порядка шести раз в час). Размер сообщений данного профиля варьируется от 100 Кбайт до 10 Мбайт. Под данный профиль подходит передача файла между удалёнными узлами.

В случае, если невозможно определить профиль узла и профиль наложенного канала однозначно, выбирается тот профиль, который имеет приоритет по времени работы.

Результатом моделирования совместимости профилей каналов беспроводной сенсорной сети и наложенной сети является таблица потерь (Таблица 1). Модель позволяет детализировать потери по конкретным каналам. Количество профилей в модели зависит от вычислительных мощностей ЭВМ и определяется потребностями разработчика.

Таблица 1. Представление результатов моделирования

	Профили каналов			
Сетевой стандарт	БСС	Наложенная сеть		
		С регулярной активностью	С поточной активностью	С блочной активностью
IEEE 802.15.4	С энергосбережением			
	С активностью по запросу А			
	С активностью по запросу Б			
	Потоковой активности			
	Блочной активности			
	Сетевой мост или шлюз			
	Сетевой сток			
...	…	…	…	...

Результаты

Предложена агентно-ориентированная модель для определения совместимости каналов наложенной сети и каналов беспроводной сенсорной сети. Исследована совместимость каналов беспроводной сенсорной сети и наложенной сети, описана модель для получения данных о совместимости. Результатом моделирования является таблица потерь каналов беспроводной сенсорной сети и каналов наложенной сети.

Модель и результаты моделирования предлагается использовать в методах повышения эффективности использования телекоммуникационных ресурсов в беспроводных сенсорных сетях при использовании наложенных сетей, например, как составляющую целевой функции выбора оптимальных маршрутов в методе балансировки трафика в беспроводных сенсорных сетях.

Данное научное исследование (исследовательский проект № 14-05-0064) выполняется при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015/2016 гг.

Литература:

1. Титов И. Исследование модели трафика сервера данных по результатам измерений трафика мультимедийного ресурса // T-Comm - Телекоммуникации и Транспорт. 2011. Вып. 6.

2. Кириченко Л.О., Радивилова Т.А., Стороженко А.В. Алгоритм предупреждения перегрузки компьютерной сети путем прогнозирования средней длины очереди // Збірник Наукових Праць Харківського Університету Повітряних Сил. 2007. Вып. 3. С. 94–97.

3. Маликова Е.Е. Метод повышения пропускной способности систем телеметрии и мониторинга на базе беспроводных сетей // T-Comm - Телекоммуникации и Транспорт. 2010. вып. 7.

4. Прокопьев А.В. Разработка и исследование моделей нагрузки в беспроводных сенсорных сетях. – СПб., 2012.

5. Дорт-Гольц А.А. «Разработка и исследование метода балансировки трафика в пакетных сетях связи. – СПб, 2014. С-Петербургский гос. университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч – Бруевича.

6. Восков Л.С. Беспроводные сенсорные сети и прикладные проекты. 2009. Вып. 2. С. 44–48.

7. Qiu T., Xia F., Feng L., Wu G., Jin B. Queueing Theory-based Path Delay Analysis of Wireless Sensor Networks // Adv. Electr. Comput. Eng. 2011. т. 11, вып. 2. PP. 3–8.

8. Адуцкевич И.А. Садов В.С. Моделирование характеристик беспроводных информационных одноранговых сетей как комбинаций систем массового обслуживания с общей памятью. 2012.

9. Efremov S., Pilipenko N.L., Voskov L.S. An Integrated Approach to Common Problems in the Internet of Things // Procedia Eng. 2015. T. 100. PP. 1215–1223.

10. Восков Л.С. Интернет вещей // В сб. Новые информационные технологии. Тезисы докладов XX международной студенческой конференции-школы-семинара, Москва: МИЭМ, 2012. С. 89–94.

Дворников Андрей Алексеевич,

аспирант 2 г.о., ассистент департамента Компьютерной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ,

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

Моб. тел.: +7(910)424-73-27,

E-mail: advornikov@hse.ru

A.A. Dvornikov

AN AGENT-ORIENTED WIRELESS SENSOR NETWORK AND A SUPERIMPOSED NETWORK CHANNELS COMPATIBILITY MODELING

Proposed an agent-oriented imitation model for a wireless sensor network and a superimposed network channels compatibility data acquisition. Data proposed to use as a part of an optimal routes selection efficiency function in a traffic balance method for wireless sensor networks.

Keywords: wireless sensor networks, efficiency function, traffic balance, superimposed network, network standards, IEEE 802.11, IEEE 802.15.1, IEEE 802.15.4, agent-oriented imitation modeling, channels compatibility

References:

1. Titov I. Issledovanie modeli trafika servera dannyh po rezul'tatam izmerenij trafika mul'timedijnogo resursa // T-Comm - Telekommunikacii i Transport. 2011. № 6.
2. Kirichenko L.O., Radivilova T.A., Storozhenko A.V. Algoritm preduprezhdenija peregruzki komp'juternoj seti putem prognozirovanija srednej dliny ocheredi // Zbirnik Naukovih Prac' Harkivs'kogo Universitetu Povitrjanih Sil. 2007. no. 3. PP. 94–97.
3. Malikova E.E. Metod povyshenija propusknoj sposobnosti sistem telemetrii i monitoringa na baze besprovodnyh setej // T-Comm - Telekommunikacii i Transport. № 7 / 2010.
4. Prokop'ev A.V. Razrabotka i issledovanie modelej nagruzki v besprovodnyh sensornyh setjah. – SPb., 2012.
5. Dort-Gol'c A.A. Razrabotka i issledovanie metoda balansirovki trafika v paketnyh setjah svjazi, – SPb., Sankt - Peterburgskij gosudarstvennyj universitet telekommunikacij im. prof. M.A. Bonch – Bruevicha. 2014.
6. Voskov L.S. Besprovodnye sensornye seti i prikladnye proekty. 2009. no. 2. PP. 44–48.
7. Qiu T., Xia F., Feng L., Wu G., Jin B. Queueing Theory-based Path Delay Analysis of Wireless Sensor Networks // Adv. Electr. Comput. Eng. 2011. V. 11, no. 2. PP. 3–8.
8. Aduckevich I.A., Sadov V.S. Modelirovanie harakteristik besprovodnyh informacionnyh odnorangovyh setej kak kombinacij sistem massovogo obsluzhivanija s obshhej pamjat'ju', 2012.
9. Efremov S., Pilipenko N.L., Voskov L.S. An Integrated Approach to Common Problems in the Internet of Things // Procedia Eng. 2015. T. 100. PP. 1215–1223.
10. Voskov L.S. Internet veshhej // in Novye informacionnye tehnologii. Tezisy dokladov XX mezhdunarodnoj studencheskoj konferencii-shkoly-seminara, Moscow: MIEM, 2012, PP. 89–94.

Andrey Dvornikov,
Computer engineering department MIEM NRU HSE,
2-nd year post-graduate student, department assistant.
National Research University Higher School of Economics.
Mobile phone: +7(910)424-73-27
E-mail: advornikov@hse.ru