

УДК 681.3

О.Н. Горбенко, А.А.Рожкова  
**О МОДЕЛИРОВАНИИ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ**  
*Воронежский институт высоких технологий*

*Рассмотрены вопросы, связанные с моделированием сенсорных сетей. Отмечены области, в которых могут использоваться сенсорные сети.*

**Ключевые слова:** сенсорные сети, информация, обработка, анализ.

Сенсорные сети появились относительно недавно, и являются новым типом беспроводных сетей [1-5]. В их состав входит большое число сенсоров, которые распределены случайно в рамках заданной площади. Сенсор позволяет производит сбор информации и в дальнейшем ее передавать на базовую станцию.

Необходимо понимать, что нельзя говорить об очень высокой надежности сенсорной сети [6]. В беспроводной сети могут возникать шумы.

Каждый сенсор или мот представляет собой устройство, которое состоит из пяти основных компонент: датчики, процессоры, память, беспроводные передатчики и источники питания. Есть ограничение по ресурсу источника, что позволяет определить время функционирования сенсора.

В моты включают датчики (которые могут быть аналоговыми и цифровыми), позволяющими оценивать давление, влажность, освещенность, вибрацию, химический состав, звук, и т.д. На каждом из мотов происходит установка специализированной операционной системы.

Среди проблем, которые возникают при формировании сенсорных сетей можно отметить проведение адресации по узлам и маршрутизацию сообщений [7, 8]. Адрес каждого узла связан с индивидуальным идентификатором.

1. Возможности самоорганизации сенсорных сетей связаны с ограничениями по числу узлов и топологию взаимосвязей между ними.
2. Возникают сложности, определяемые необходимостью идентификации каждого из узлов. Эта идентификация связана не только с назначением ip-адресов, но и привязкой к заданным точкам в пространстве. В свою очередь, при росте числа узлов до десятков тысяч трудоемкость операций становится значительной. Причем использование GPS-приемника связано с его высокой стоимостью.
3. Разные части сети могут действовать по разным стандартам, протоколам передачи данных и др. Это ведет к тому, что сложно

решать задачи оптимизации сети в рамках заданных единых целей.

При проведении функциональной обработки данных, которые собираются мотами, используются ресурсы узла, или шлюза, который является весьма мощным компьютером. Перед обработкой данных происходит их получение из антенны. Узел имеет доступ к тем мотам, которые относительно близки к нему, то есть связи каждого мота с каждым нет.

Идет обмен информацией между мотами с использованием приемопередатчиков, которые функционируют в радиодиапазоне [9].

Информация относится к нескольким типам. Прежде всего, речь идет о той информации, которая считывается с датчиков. Затем, есть информация, показывающая состояние различных устройств и того, как идут процессы передачи данных в сети. Происходит передача информации от одних мотов к другим, используя принцип цепочки, и для рассматриваемого мота, его соседи передают ему всю собранную информацию.

В том случае, когда достигается хорошая сигнализация между часами для передающих и принимающих узлов, тогда достигается меньшее значение по интервалу прослушивания по принимающему узлу, и в этом случае будет меньшая затрата для энергии, обусловленной пустым прослушиванием эфира. При плохой синхронизации происходит непроизводительный расход энергии для принимающего узла.

Анализ показывает, что для определенных распределённых система, например, в SDN, для того, чтобы производить синхронизацию по времени, необходимо применять системы, связанные с глобальным позиционированием GPS или Глонасс. В системе GPS обеспечивается точность по определению времени приблизительно 240 нс [10]. Необходимо понимать, что проведение установки GPS-модуля дает значительное увеличение по стоимости узлов в сенсорной сети, помимо этого происходит увеличение энергопотребления узлов, что определяет уменьшение выигрыша от проведенной синхронизации часов.

Также, создание устойчивой работы GPS довольно трудно достичь во внутренней области зданий, что ведет к дальнейшим ограничениям по возможностям использования такой технологии по узлам сенсорной сети.

Для того, чтобы проводить синхронизацию времени в глобальной сети можно использовать алгоритм NTP [11]. С другой стороны, его сложно применять для того, чтобы улучшать коммуникационные и вычислительные характеристики в узлах сенсорной сети.

То есть, если говорить о практической направленности, то в известных способах достигают или малое энергопотребление, или высокую точность.

Но необходимо проводить работы, чтобы достигать оптимальных значений по этим показателям.

Сенсорные сети имеют широкое применение.

Датчики, которые закрепляются на теле человека позволяют собирать данные о том, каковы его жизненные показатели (пульс, частота дыхания, давление, ЭКГ) и происходит их передача в медицинский центр. Можно применять подобные решения для того, чтобы осуществлять наблюдение за пациентами, имеющими хронические заболевания, находящимися в клинике [12-26].

В сельском хозяйстве на основе датчиков, размещенных в грунте, можно проводить оценку того, какова влажность грунта. Это позволяет оценить масштабы засухи или затопления.

Датчики, размещаемые на стенах зданий, позволяют передавать данные о величине вибраций при землетрясениях, что показывает степень того, насколько безопасна эксплуатация зданий.

Можно применять сенсорные сети для решения широкого круга задач, связанных с обработкой большого числа данных [27-39].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кисляков М. А., Мосин С. Г., Савенкова В. В. Проектирование беспроводных сенсорных сетей / Изв. ВУЗов. Приборостроение. 2012. Т. 55, № 8, с.15-19.
2. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Телекоммуникации. 2010. № 11. С. 2-6.
3. Головинов С.О., Миронченко С.Г., Щепилов Е.В., Преображенский А.П. Цифровая обработка сигналов / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 4. С. 064-065.
4. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Информационные технологии. 2011. № 8. С. 40-42.
5. Данилова А. В., Юрочкин А. Г. Характеристики методов трассировки лучей / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. с.113-115.
6. Трифонова С. В., Холодов Я. А. Исследование и оптимизация работы беспроводной сенсорной сети на основе протокола ZigBee / Компьютерные исследования и моделирование. 2012. Т. 4 № 4 С. 855–869
7. GPS Standard Positioning Service Performance Standard, <http://www.pnt.gov/>
8. [public/docs/2008/spgps2008.pdf](http://www.pnt.gov/public/docs/2008/spgps2008.pdf).

9. Mills D. L. Internet time synchronization: the network time protocol // IEEE Transactions on Communications, 1991.
10. Тараканов Е.В. Экспериментальные исследования протокола передачи данных с приоритетами в беспроводной сенсорной сети в системе TOSSIM / Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 5, с. 223-227.
11. <http://www.gpsworld.com>
12. Недев М. Д. Синхронизация времени в сенсорных сетях / Программные системы: теория и приложения. № 4(8), 2011, с. 71–83.
13. Калаев В.Н., Калаева Е.А., Преображенский А.П., Хорсева О.В. Регрессионный анализ в биологических исследованиях / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6. № 3. С. 755-759.
14. Вострикова Т.В., Калаев В.Н., Преображенский А.П., Львович И.Я. Оценка степени загрязнения окружающей среды по морфологическим показателям однолетних цветочно-декоративных растений (на примере петунии гибридной) / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 10. С. 9-13.
15. Калаев В.Н., Буторина А.К., Левински М.В., Преображенский А.П. Оценка генотоксичности окружающей среды в городах республики молдова по результатам микроядерного теста в буккальном эпителии детей / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2008. Т. 7. № 1. С. 196-200.
16. Артюхов В.Г., Калаева Е.А., Путинцева О.В., Преображенский А.П. Параметры кислородсвязывающей функции гемоглобина человека, модифицированного оксидом углерода и УФ-светом / Радиационная биология. Радиоэкология. 2008. Т. 48. № 2. С. 177-184.
17. Калаев В.Н., Игнатова И.В., Карпова С.С., Попова А.А., Преображенский А.П., Львович И.Я. Интернет-ресурс, посвященный цитогенетическим исследованиям древесных растений / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 8. С. 94-97.
18. Шахнович Д.К., Преображенский А.П. Разработка и построение автоматизированного рабочего места врача-невролога / Врач-аспирант. 2006. № 4. С. 372-376.
19. Чопоров О.Н., Агарков А.И., Куташова Л.А., Коновалова Е.Ю. Методика преобразования качественных характеристик в численные оценки при обработке результатов медико-социального исследования / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 96-98.
20. Чопоров О.Н., Наумов Н.В., Куташова Л.А., Агарков А.И. Методы предварительной обработки информации при системном анализе и

- моделировании медицинских систем / Врач-аспирант. 2012. Т. 55. № 6.2. С. 382-390.
21. Чопоров О.Н. Оптимизация функционирования медицинских систем на основе интегральных оценок и классификационно-прогностического моделирования / диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Воронеж, 2001, 337 с.
  22. Чопоров О.Н., Разинкин К.А. Оптимизационная модель выбора начального плана управляющих воздействий для медицинских информационных систем / Системы управления и информационные технологии. 2011. Т. 46. № 4.1. С. 185-187.
  23. Болгов С.В., Разинкин К.А., Чопоров О.Н. Прогнозирование стоматологической заболеваемости по медико-биологическим и социально-гигиеническим факторам риска / Врач-аспирант. 2011. Т. 49. № 6.2. С. 294-301
  24. Гладских Н.А., Голуб В.А., Семенов С.Н., Чопоров О.Н. Применение статистических методов прогнозирования и ГИС-технологий для мониторинга системы регионального здравоохранения / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2008. № 1. С. 111-116.
  25. Клименко Г.Я., Косолапов В.П., Чопоров О.Н. Методика и результаты преобразования лингвистических характеристик в численные оценки факторов риска / Консилиум. 2001. № 4. С. 25.
  26. Бугакова Е.Н., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Анализ медико-социальных факторов риска развития аллергических дерматитов / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2009. Т. 8. № 3. С. 795-798.
  27. Махер Х.А., Наумов Н.В., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Разработка и использование моделей для прогнозирования качества жизни беременных по их медико-социальным характеристикам / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2011. Т. 10. № 4. С. 789-793.
  28. Аникин В.В., Аюпов Р.Ш., Аюпова К.В., Батенькина О.В., Васків О.М.В., Завистовская Т.А., Ипатов Ю.А., Кастаргин М.А., Ковалев А.Ю., Ковалева Н.А., Ковшов Е.Е., Кревецкий А.В., Кульнева Е.Ю., Львович И.Я., Маракасов Ф.В., Нырков А.П., Преображенский А.П., Савченко А.А., Соколов С.С., Хозяинова Т.В., Чернова О.В., Шевчук І.Б., Щелоков С.А. Автоматизация и информационные технологии - от постановки до ввода в эксплуатацию / Одесса, 2013, Издательство: Куприенко Сергей Васильевич, 216 с.
  29. Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами /

- Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 5. С. 99-102.
30. Попов Е.А., Корнеева Н.Н., Чопоров О.Н., Заряев А.В. Риск-анализ информационно-телекоммуникационных систем при аддитивном характере параметра нерегулярности / Информация и безопасность. 2013. Т. 16. № 4. С. 482-485.
  31. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 116-119.
  32. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 075-077.
  33. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Построение объектно-семантической модели системы управления / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.
  34. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
  35. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Архитектура системы обмена сообщений в немаршрутизируемой сети / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 7. С. 79-81.
  36. Данилова А. В., Юрочкин А. Г. Вопросы обработки цифровых изображений / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. 110-112.
  37. Данилова А. В., Юрочкин А. Г. Характеристики методов трассировки лучей/ Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13.с. 27-29.
  38. Секушина С. А., Сапрыкин А. А. Характеристики способов проектирования радиоэлектронных устройств / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. с.96-98.
  39. Горбенко О. Н., Рожкова А. А.. Возможности экономии тепла / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. с.88-91.

O.N. Gorbenko, A.A.Rozhkova

## ABOUT THE SIMULATION OF SENSOR NETWORKS

*Voronezh Institute of High Technologies*

*The questions are discussed issues related to the simulation of sensor networks. The areas are marked which can be used in sensor networks.*

**Keywords:** sensor networks, information processing, analysis.