

БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Панкевич А. Е.

Лихачевский В. Д. – канд. техн. наук, доцент

В данной статье рассмотрены компоненты системы моделирования беспроводных сенсорных сетей.

В настоящее время под термином “беспроводная сенсорная сеть” подразумевают распределённую, самоорганизующуюся, устойчивую к отказам отдельных элементов сеть миниатюрных электронных устройств. Такие сети, состоящие из множества миниатюрных узлов, оснащённых маломощным приемо-передатчиком, микропроцессором и сенсором, могут связать воедино глобальные компьютерные сети и физический мир. Большой интерес к изучению таких систем обусловлен широкими возможностями применения сенсорных сетей. Беспроводные сенсорные сети, в частности, могут использоваться для предсказания отказа оборудования в аэрокосмических системах и автоматизации зданий. Из-за своей способности к самоорганизации, автономности и высокой отказоустойчивости такие сети активно применяются в системах безопасности и военных приложениях. Успешное применение беспроводных сенсорных сетей в медицине для мониторинга здоровья связано с разработкой биологических сенсоров совместимых с интегральными схемами сенсорных узлов. Но наибольшее распространение беспроводные сенсорные сети получили в области мониторинга окружающей среды и живых существ.

Основные особенности БСС:

1. Ограниченные энергетические, вычислительные и коммуникационные ресурсы узлов сети;
2. Малые габариты и вес узлов;
3. Автономное энергоснабжение узлов;
4. Низкая стоимость отдельных узлов сети;
5. Не требуется обслуживание сети и её узлов;
6. Большие масштабы (до сотен тысяч узлов) и масштабируемость сетей;
7. Высокая надёжность и отказоустойчивость сетей;
8. Устойчивость сетей к изменению топологии и изменению условий распространения радиоволн;
9. Работа с беспроводной сенсорной сетью извне происходит как с единым целым. Беспроводные сенсорные сети относятся к сетям класса WPAN (Wireless Personal Access Network – беспроводные персональные вычислительные сети,) и представляют собой сеть с дальностью связи между узлами обычно не превышающей 100 м.

Моделирование позволяет существенно снизить временные и финансовые затраты на разработку и отлаживание сенсорных сетей.

Компоненты системы моделирования: 1. Менеджер событий узлов сети; 2. Модель узла сети; 3. Модель канала связи; 4. Программная часть сбора и хранения событий сети, состояния узлов и т.д.; 5. Графическая оболочка.

Менеджер событий. Служит для выдачи событий (событий на датчики) узлам сети с заданной частотой и в соответствии с параметрами узлов (их датчиков).

Модель узла сети. Служит для симуляции функционирования узлов реальных сетей.

Имеет следующие свойства: координаты в пространстве (x,y) или (x,y,z) , заряд батареи (в мАч), мощность передатчика $P_{transmit}$ в Вт или в дБм, потребление при передаче данных (работает передатчик) в мА, чувствительность приёмника $P_{threshold}$ в дБ (минимальный уровень отношения сигнал-шум, при котором возможен приём), энергетические затраты на приём данных, период активной работы (как часто узел выходит из энергосберегающего режима в активный), длительность работы в активном режиме (с), энергозатраты в активном режиме (мА), затраты на работу в энергосберегающем режиме (мА), затраты энергии на обработку событий от датчиков (мА), уникальный адрес узла, задержка при приёме пакетов (с), задержка на передачу пакетов (с), задержка на обработку событий (с), состояние узла (режим работы, работоспособность), длина передаваемых пакетов (в битах). Каждый узел сети может находиться в нескольких режимах работы. Режимы работы сменяются самим узлом или под воздействием внешних событий. Режимы работы и переходы между ними могут быть представлены в виде автомата как упрощенно показано на рис 3.

Режимы узла:

1. Инициализация – действия, производимые узлом при включении.
2. Энергосберегающий режим – режим с минимальным энергопотреблением; наиболее энергопотребляющие элементы узла в этом режиме выключены.
3. Активный – узел сети включён, выполняет обработку данных поступающих от датчиков или

поступивших по каналу связи.

4. Передача – режим передачи данных к другим узлам.

5. Приём – приём данных от других узлов сети.

6. Неработоспособное состояние узла – возникает при разряде источника питания (батареи).

Модель канала связи. Модель обеспечивает передачу пакетов данных между узлами с учётом затухания сигнала, внесение ошибок в пакеты данных, потерю пакетов. Модель канала связи имеет свойство занятости (по уровню сигнала).

Программная часть сбора и хранения событий и состояния сети. Служит для сбора и сохранения информации о моделируемой сети в процессе её работы.

Графическая оболочка. Обеспечивает размещение (автоматически или вручную) узлов в пространстве, задание параметров сети, задание параметров менеджера событий, отображение состояния узлов сети, отображение событий сети и передаваемых пакетов данных. В качестве примера можно привести графическую оболочку программы моделирования БСС Prowler, разработанной в ISIS (Berkeley). Программа Prowler работает в среде MatLab (версия 6.5 и выше). Программа позволяет задавать параметры радиоканала, задавать параметры сетей (только фиксированных), сохраняет события, возникающие в сети, имеет графическое отображение функционирования сети.

Верификация модели сети. Важным при моделировании БСС является соответствие используемой модели реальным сетям. В наибольшей мере это относится к модели канала связи. Для разрешения этого вопроса требуется реализовать проверку результатов моделирования сети относительно результатов работы реальной беспроводной сенсорной сети. Для реализации такой проверки необходимо организовать в реальной сети сбор и сохранение параметров работы, таких как: координаты узлов сети, первоначальный заряд батарей узлов сети, мощность передатчиков P_{transmit} узлов, потребление узлов при передаче данных, чувствительность приёмников P_{threshold} узлов сети, затраты на приём данных узлами, период активной работы каждого узла, длительность работы в активном режиме, энергозатраты в активном режиме, затраты на работу в энергосберегающем режиме, затраты энергии на обработку событий от датчиков, задержка при приёме пакетов, задержка на передачу пакетов, задержка на обработку событий, длина передаваемых пакетов данных, мощность сигнала на стороне приёмника P_{receive}, текущий заряд батареи и др.

Параметры, не изменяющиеся во времени, сохраняются единожды при инициализации сети.

Для организации сбора изменяющихся во времени параметров сети, каждый её узел должен передавать информацию о своем состоянии базовой станции (координатору сети). Далее базовая станция может передать эту информацию за пределы сети. Для сбора информации о работе сети возможно так же использовать устройство, именуемое сниффером (анализатором трафика). Это устройство, которое работает только на приём и получает все передаваемые в сети пакеты данных, независимо от их адресов источников и адресов получателей.

Для корректировки модели канала связи необходимо набрать отсчёты для каждого узла сети с учётом времени и расстояния между узлами. Такие отсчёты должны содержать мощности передатчиков P_{transmit}, уровни сигнала на приёмниках P_{receive}, дистанцию между передающим и принимающим узлами, время при котором происходит передача пакета.

Список использованных источников:

1. IEEE 802.15 Working Group for WPAN, <http://www.ieee802.org/15/>.
2. IEEE 802.15.4-2003 Standard, <http://www.standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2003.pdf>.
3. G. Simon, Probabilistic wireless network simulator, 2003, <http://www.isis.vanderbilt.edu/projects/nest/prowler>
4. G. Simon, Simulation-based optimization of communication protocols for large-scale wireless sensor networks, IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT, March 8-15, 2003.