

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Шостко И.С., Соседка Ю.Э.

Харьковский национальный университет
радиоэлектроники, Украина.

E-mail: sosedka.27@mail.ru

Abstract

Currently, the automation systems, monitoring the state of the objects are increasingly successfully used technology of wireless sensor networks. In the practice of the most widely used fixed wireless sensor networks, which are characterized by their fixed state during operation. The paper discusses possible ways to reduce energy consumption in wireless sensor networks. Limit power consumption due to the fact that the sensors operate from the power source with limited power limit (typically battery). The less often they will be replaced or recharged, the lower cost will have their service. Also, power consumption is an important limitation in the use of sensors, access to which is complicated, therefore, the power supply can not be replaced or recharged, for example, when it comes to monitoring the environment and the area where surveillance can achieve more than a thousand square kilometers. Therefore, reducing the energy consumption is a key research objective in the design of wireless sensor networks, which are currently not sufficiently investigated. To do this, we examined five possible options for reducing the power consumption of sensors sensor network.

Энергопотребление – один из ключевых вопросов для беспроводных сенсорных сетей (БСС), так как устройства питаются в основном от батареек. Основное применение данных сетей это промышленность, медицина, «Умный дом», GPS навигация и т.д. Необходимо чтобы продолжительность работы беспроводных датчиков достигала нескольких лет, т.к. не всегда есть возможность замены элементов питания.

БСС строятся обычно на основе протокола IEEE 802.15.4.

В работе рассмотрены различные подходы по снижению энергопотребления в беспроводных сенсорных сетях малого радиуса действия стандарта IEEE 802.15.4.

Сетевым узлом в БСС является трансивер стандарта 802.15.4 с управляемой маршрутизацией стеком ZigBee и программным профилем. Если к трансиверу подключается датчик, то узел получает профиль сенсорного узла (СУ). Этот узел, называемый далее сенсором, содержит датчик, воспринимающий данные от внешней среды (собственно сенсор), микроконтроллер, память, радиопередатчик и автономный источник питания [1, 2].

1. Ключевым моментом энергоэффективных сетевых операции является возможность поместить как можно больше узлов в спящий режим, для увеличения продолжительности их работы от батареи.

Находясь в активном состоянии, сенсорный узел (СУ) может перейти в режим сна (ожидания) (sleep mode), позволяющий ему снизить энергозатраты. Также предусмотрен холостой режим функционирования (idle mode). СУ переходит в данный режим между сеансами приема/передачи данных. Рабочие режимы состоят из циклов, каждый цикл состоит из периодов сна и прослушивания. Длительность цикла сна может быть как постоянной, так и переменной. Независимо от этого длительность периода прослушивания всегда остается постоянной, т.е. может меняться только продолжительность периода сна. Т.е. одним из возможных вариантов снижения энергопотребления является переход датчика из активного режима в режим «Sleep», при котором потребление энергии минимально.

2. Увеличение длины передаваемых информационных пакетов ведет к потере энергии, т.к. каждый передаваемый по радиоканалу байт потребляет энергию. Расход обусловлен включением радиопередатчика на время передачи данных или приемника на время их приема. Следовательно, минимизация объема транслируемых данных приведет к уменьшению энергопотребления [1].

3. Количество затраченной энергии зависит также от выбранной сетевой топологии. Стандарт IEEE 802.15.4 поддерживает три вида топологий, такие как «звезда», «кластерное дерево» и «многочисленная сеть» (рис. 1). При построении БС выбор топологии зависит от требуемого радиуса сети в целом.

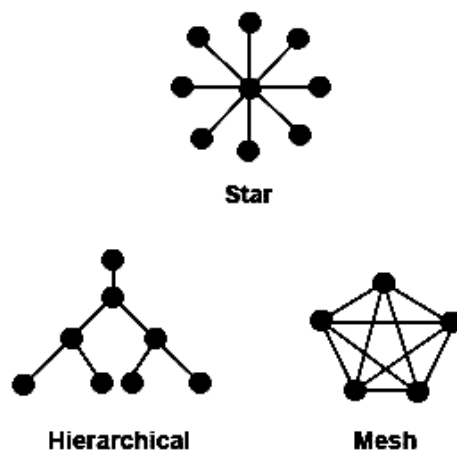


Рис. 1. Основные сетевые топологии, применяемые в сенсорных сетях: звезда, кластерное дерево, многоячейковая

При необходимости построить сеть большого радиуса покрытия, следует использовать топологию «многоячейковая сеть», при этом нужно использовать максимальный радиус действия датчиков, что позволит увеличить продолжительность функционирования узлов и сети в целом в 2 раза (620 и 1300 дней при минимальном и максимальном радиусах соответственно). Многоячейковая топология требует больших затрат по энергопотреблению, из-за того что в данной топологии каждому отдельному устройству необходимо выходить на связь с большей периодичностью, что оказывает прямое воздействие на продолжительность функционирования устройства [3].

Лучшим вариантом, с точки зрения меньшего энергопотребления, является использование топологии «звезда» или «кластерное дерево», в котором координаторы (концентраторы) подключены к стационарной сети. В этом случае, возможно, обеспечить максимальный срок службы элементов 2400 дней (12 лет 8 месяцев).

4. Задача снижения энергопотребления может решаться на уровне отдельного модуля датчика. Для сети, состоящей из большого числа датчиков, использование энергоэффективных протоколов и алгоритмов управления дает больший эффект, чем оптимизация потребляемой энергии на уровне отдельного датчика. Перечислим основные принципы решения этой проблемы.

На системном уровне:

- совместное использование ресурсов системы с целью сохранения мощности в критических узлах (в датчиках с минимальным ресурсом энергии);
- адаптивное управление энергией при передаче информации;
- уменьшение объема вычислений в группе датчиков, имеющих общую зону обнаружения и объединенных решением одной задачи при использовании распределенных алгоритмов обработки информации.

На уровне модуля датчика:

- максимальное сужение полосы частот и динамического диапазона измерительных сигналов;
- использование адаптивных энергоэффективных алгоритмов аналого-цифровой обработки измерительных сигналов;
- использование микромощных аналого-цифровых измерительных преобразователей.

На сетевом уровне обнаруживаются оптимальные пути передачи информации от сенсорного узла до базовой станции, учитывая число узлов, требуемую энергию и доступную энергию. Кроме сетевого протокола на потребление энергии влияет конструкция узлов (например, маленький размер памяти, эффективность переключений между заданиями), программное обеспечение, механизмы защиты и даже рабочие приложения.

Так же дает возможность снизить энергопотребление такой сетевой протокол как CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance), в котором перед передачей узел случайным образом выбирает канал, чтобы увидеть, занят ли он. Если канал занят, узел случайным образом выбирает другой канал из оставшихся. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока узел не найдет канал в состоянии простоя. Если все каналы заняты, узел установит случайный таймер, для каждого

из них и будет снова ожидать. Он будет использовать канал, чье время истекает первым и снимает таймеры с остальных.

Экономия энергии достигается путем сохранения мощности во многих аспектах: алгоритм, используемый для выбора канала является очень простым и не подразумевает какой-либо процедуры квитирования связи; наличие спящего режима позволяет выключить радиоприемник, когда он не нужен. Благодаря использованию нескольких каналов сокращается количество конфликтов и ретрансляций. Сокращается и количество повторных попыток передачи, тем самым, позволяя сократить работу передатчика за счет исключения сеансов связи, в который передача данных может не состояться из-за коллизий.

5. В БСС с использованием технологии ZigBee возможен вариант сжатия информации перед ее отправкой. За счет этого сокращается время нахождения устройства в эфире и уменьшаются энергетические затраты на передачу пакета. Для этого возможно использование кодеков стандарта G722.1 и G722.2. Применение кодеков позволяет снизить потребление энергии за счет сжатия передаваемой информации [3].

В ходе анализа возможных методик снижения энергозатрат в беспроводных сенсорных сетях малого радиуса действия были выявлены различные подходы, с помощью которых возможно увеличить срок службы датчиков от элементов питания.

Литература:

1. Зайцев А.А., Устинова А.А. Беспроводные сенсорные сети - перспективы и задачи // Электросвязь, - 2009. - № 8. - 26-31 с.
2. Шостко И.С., Таха А.А., Соседка Ю.Э. Анализ моделей сверхширокополосных сигналов для инфокоммуникационных сетей [Электронный ресурс] // Проблемы телекомунікацій. – 2012. – № 4 (9). – С. 45 - 62. – Режим доступа: http://pt.journal.kh.ua/2012/4/1/124_shostko_uwb.pdf.
3. Смурыгин И.М. Концепция организации беспроводных сенсорных сетей и их применение // Молодежный научно-технический вестник. – 2012. - № 9. - 1-9 с.