

РЕАЛИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СНСОРНЫХ СЕТЕЙ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ СЕРИИ NXP JN51XX

Ускин М.С.

Научный руководитель: Гончаров В.И.
Томский политехнический университет
wurdy@mail.ru

Введение

Концепция беспроводных сенсорных сетей, нашедшая применение в задачах сбора первичной информации о состоянии объектов, параметры которых существенно распределены в пространстве.

Своевременный сбор такой информации может быть ориентирован на задачи предсказания аварийных ситуаций, мониторинга состояния, управления объектами, так как позволяет разместить датчики в необходимом и труднодоступном месте для получения наиболее точного информационного образа объекта. Таким образом можно выделить ряд областей, где применение беспроводных сенсорных сетей наиболее актуально:

- 1) автоматизированные системы управления технологическими процессами;
- 2) автоматизированные системы телеметрии и телемеханики;
- 3) автоматизированных информационно-измерительных систем контроля.

Подобные сети состоят из множества миниатюрных узлов, оснащенных маломощным приемо-передатчиком, универсальным, либо интегрированным беспроводным микроконтроллером, необходимым набором сенсоров, системой питания, а также могут включать устройства пользовательского интерфейса. Обычно, сенсорные узлы представляют собой однотипные устройства с определенным набором функций. Все компоненты должны иметь низкое энергопотребление в рабочем и энергосберегающем режимах, низкую стоимость всех компонентов, малые габариты. Несмотря на малую мощность радиоканала область покрытия сети может достигать нескольких километров, так как передача данных по сети происходит от одного устройства к другому.

Программно-аппаратная платформа

Основой беспроводной передачи в сенсорных сетях на сегодняшний день де-факто стал стандарт IEEE 802.15.4, который, если следовать модели OSI, определяет физический слой (PHY) и управление доступом к среде (MAC) для беспроводных персональных сетей с низким уровнем скорости. Стандарт используется в промышленных сетях мониторинга и управления совместно с протоколами верхнего уровня WirelessHART и ZigBee.

Большинство крупных компаний-производителей создают свои решения на основе этого стандарта, однако особый интерес представляют компактные беспроводные модули высокой

степени интеграции серии jn5148-001-M0x и новые jn5168-001-M0x (Рис. 1), которые построены на микроконтроллерах jn5148 и jn5168 соответственно. Таким образом модуль интегрирует на одной печатной плате приёмопередатчик, 32-разрядный RISC процессор, ПЗУ Flash, ОЗУ, а также все необходимые для работы модуля аналоговые и цифровые цепи и периферию, кроме того, в новых модулях присутствует EEPROM. Приёмопередатчик использует нелицензируемые диапазоны частот 2400–2483.5 МГц (диапазон разделён на 16 каналов).

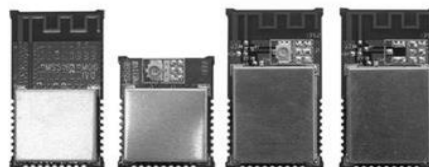


Рис. 1. Беспроводные модули серии jn5168-001-M0x

Протоколы верхних уровней, в виде спецификаций JenNet и JenNet-IP, которая является расширением, позволяющим узлам работать, непосредственно, с IP-пакетами, разработанных производителем, используют сервисы, предоставляемые протоколами нижележащих уровней для организации процессов внутрисетевой маршрутизации, самовосстановления, самоорганизации, управления безопасностью. Основная часть проектирования беспроводной сенсорной сети приходится на программный уровень и требует настройки параметров стека протоколов JenNet/JenNet-IP и написание прикладного программного кода, обеспечивающего функциональность устройств.

Таким образом наиболее комплексная часть всех узлов заключена внутри беспроводного модуля, причём основная его часть, в виде аппаратно-программного обеспечения предоставлена разработчику сети в готовом виде.

JenNet поддерживает 2 вида топологий (Рис. 2). Древовидная топология, обеспечивает масштабируемость сети и расширение зоны покрытия, не требуя дополнительных затрат на инфраструктуру. Для координатора и маршрутизаторов JenNet накладывает ограничение в виде 10 дочерних устройств. Ограничение в рамках всей сети составляет до 500 устройств.

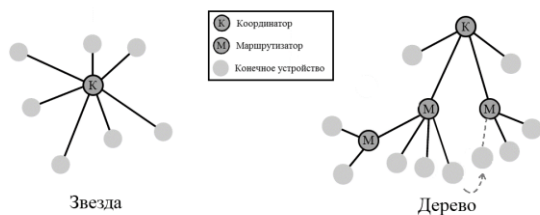


Рис. 2. Поддерживаемые топологии

В соответствии с используемым стеком сетевых протоколов сеть организована 3 классами устройств:

- 1) Координатор проводит инициализацию сети, контролирует параметры каждого узла и сети в целом. Является шлюзовым устройством между сетью предприятия и сенсорной сетью. Требует наибольшее количество памяти и стационарный источник питания;
- 2) Маршрутизаторы решают проблему ограниченного радиуса связи между устройствами и могут выполнять функции ретрансляторов между узлами сети, расположенными далеко друг от друга. Так как маршрутизаторы выполняют служебные задачи по обеспечению работоспособности сети, то они могут работать как от автономных, так и стационарных источников питания;
- 3) Конечные устройства (узлы-измерители) всегда являются дочерними устройствами либо координатора, либо маршрутизатора и обеспечивают сенсорную сеть данными измерения. В управлении сетью участия не принимают. Обязаны обладать низким энергопотреблением, работать автономно продолжительное время.

Архитектура программного обеспечения

Программное обеспечение организовано в виде 3-х основных уровней:

- 1) Уровень приложений содержит прикладной код. Программный проект устройств реализует именно этот уровень;
- 2) Уровень стека протоколов коммуникации Jcn-Net;
- 3) Физический уровень и канальный уровень в виде программного интерфейса к аппаратным ресурсам микроконтроллера.

Прежде чем сенсорные данные будут переданы в направлении адресата (сервер, рабочая станция) их необходимо закодировать таким образом, чтобы обеспечить единство интерпретации на стороне адресата и надежную доставку. Таким образом на адресуемом устройстве располагается сервер ввода-вывода, обеспечивающий декодирование и представление данных измерения в стандартном виде (например, OPC), с другой стороны прикладной код обеспечивает кодирование данных узла в стандартную форму. Стандартный пакет содержит заголовок и тело. Заголовок описывает тип пакета: команда, запрос/приём данных. В теле пакета содержатся данные, которые описываются в виде совокупности объектов, представ-

ляющих полную информацию о данных измерения (Рис. 3).

Object		
Название поля	Количество бит (байт)	Описание
Object Id	16	Идентификатор объекта информации.
Property Count	8	Количество свойств объекта, передаваемых в пакете. Возможные значения 1-255.
Property 1		Свойства объекта
Property N		

Рис. 3. Объектная организация данных

Наличие различных классов устройств предполагает различный прикладной код на каждом устройстве, обеспечивающий функциональную реализацию узла. Задачей координатора и маршрутизатора является сбор информации с дочерних устройств и передача их адресату. Более сложные задачи решает измерительный узел, который должен обеспечить сбор измерительной информации со всех каналов измерения, кодирование/декодирование пакетов, режимы энергосбережения. В целом, порядок работы узла-измерителя формируется из 2 основных этапов:

- 1) Обработка запроса с сервера, формирование реакции на запрос, коррекция состояния, отклик;
- 2) Обработка функции устройства, передача результатов.

Выполнение каждого этапа имеет периодический характер. Причём, в первом случае период определяется сервером, во втором определяется состоянием узла-измерителя. Между периодами, для экономии энергии, узлы находятся в спящем режиме. Соответственно, энергопотребление складывается из величины периодов и энергопотребления на каждом этапе.

Самым слабым местом беспроводных сенсорных сетей мониторинга остаётся время автономной работы узлов-измерителей, среднее энергопотребление которых, в основном, определяется объемом передаваемых и принимаемых в единицу времени данных.

Заключение

В настоящий момент на этапе отладки находится проект, беспроводной сенсорной сети мониторинга, обеспечивающей сбор базовых параметров среды, таких как температура, влажность, освещённость и давление. В дальнейшем планируется работа над улучшением показателей надёжности и времени автономной работы.

Литература

1. Документация на аппаратно-программное обеспечение беспроводных модулей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jennic.com>, свободный.
2. Компания-производитель беспроводных модулей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nxp.com>, свободный.
3. Gavrilovska L., Krco S., Milutinovic V., Stojmenovic I., Trobec R. Application and multidisciplinary aspects of wireless sensor networks. – Springer, 2010. – 293 с.