

Беспроводные решения DIGI International

Компания DIGI International выпустила новые версии XBee модулей ZigBee. В статье рассказано об общих аспектах работы сетевого протокола ZigBee и подробно разобраны преимущества новинок XBee от DIGI International.

Василий Коршунов
VK@gamma.spb.ru

Сетевой протокол ZigBee

Все большую популярность приобретает протокол ZigBee среди производителей систем автоматического считывания показаний счетчиков (электроэнергии, воды, газа и т. д.), а также охранных систем. В основе сети ZigBee лежит mesh-топология (ячеистая топология). Она позволяет каждому узлу связываться с любым другим как напрямую, так и через промежуточные узлы сети. В сетях с большим числом узлов эта особенность позволяет избавиться от огромного количества проводов и необходимости прокладки кабеля. Главные преимущества ZigBee-сети — самоорганизация и самовосстановление, которые в совокупности с предусмотренным стеком шифрованием AES-128 позволяют сделать ZigBee-сеть универсальным, надежным и безопасным средством связи большого количества устройств.

Новые модули XBee

Среди решений для построения ZigBee-сетей компания DIGI International предлагает радиомодули XBee 2-й серии, построенные на базе System-on-Chip от Ember, полностью отвечающие всем требованиям спецификации ZigBee Pro Feature Set [1].

Ember так же, как и DIGI International, является важным членом ZigBee-альянса. Выбор DIGI в пользу решений на базе чипов Ember обусловлен комплексным предложением, то есть

Ember предлагает не только эффективные аппаратные решения, но и программное обеспечение — ZigBee стек. В отличие от многих производителей 802.15.4-чипов и законченных ZigBee-радиомодулей, XBee от DIGI изначально предлагаются с предустановленным стеком последней версии, что избавляет разработчика от необходимости платить за ПО дополнительные взносы, которые нередко достигают нескольких тысяч долларов США.

По функциональным особенностям новые модули XBee можно разделить на 2 группы: радиомодули с дополнительным интегрированным микроконтроллером и без него (рис. 1).

Модули серии S2B полностью совместимы по пинам со всеми модулями XBee (XBee 1-й серии, XBee 868, XBee DigiMesh...). Это позволяет осуществить быстрый переход с одной топологии сети на другую без необходимости переразведения печатной платы и изменения конструктива конечного устройства.

Для передачи данных на небольшие расстояния, до нескольких десятков метров, идеально подойдут модули XBee с выходной мощностью 2 мВт, если же требуется передать информацию на значительные расстояния — необходимо выбирать модули XBee-PRO S2B с повышенной мощностью передатчика и более низким порогом чувствительности. Сравнительные характеристики XBee и XBee-PRO S2B приведены в таблице 1.

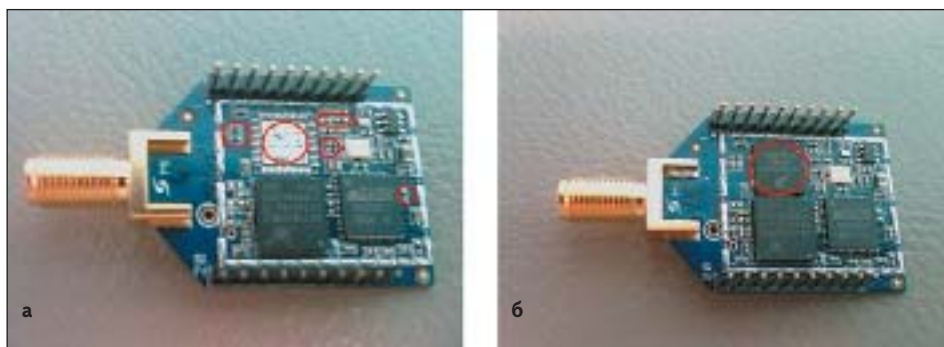


Рис. 1. Модули XBee-PRO S2B: а) без интегрированного микроконтроллера; б) с дополнительным МК Freescale

Для простых задач специалисты DIGI предусмотрели «прозрачный» режим передачи данных для радиомодулей XBee. В этом режиме без применения внешнего процессора модуль может передавать данные через определенные промежутки времени («расписание») или при изменении сигналов на цифровых портах. Для управления внешними устройствами можно использовать как UART и цифровые выходы, так и ШИМ.

Если для приложения необходима хоть какая-то минимальная обработка данных, потребуется внешний микроконтроллер. В этом случае разработчик может применить микроконтроллер, который им хорошо изучен, использовать свои наработки. Разрядность процессора и количество необходимой памяти будут определяться только пользовательским приложением. В случае использования внешнего МК рекомендуется использовать режим управления API-фреймами, так как он обеспечивает доступ ко всем возможностям XBee-модуля.

Большинство производителей делают свои ZigBee-модули на базе System-on-Chip различных производителей, это позволяет им экономить средства, затрачиваемые на производство. Плюсы такого решения очевидны — это относительно невысокая конечная стоимость, компактность модуля. Но, с другой стороны, огромным минусом является исполнение пользовательской программы и ZigBee-стека на одном микропроцессоре. Пользовательский код может негативно повлиять на работу стека и нарушить его целостность, что в итоге приведет к «падению» сети.

Во избежание описанных выше проблем, а также в качестве выгодной альтернативы использования внешнего МК компания DIGI предлагает недавно разработанный модуль с дополнительным МК в составе модуля. 32 кбайт флэш-памяти и 2 кбайт ОЗУ MC9S08QE32CFT от Freescale позволяют исполнять пользовательский код на отдельном МК, не вмешиваясь в работу стека, что делает конечное устройство более стабильным и надежным. При этом габариты

и распиновка XBee S2B модуля остались неизменными.

Применение ZigBee-модуля XBee с контроллером MC9S08QE32CFT экономит место на плате, что позволяет сделать конечное устройство более компактным, а также сократить расходы, затрачиваемые на разработку и производство. Вдобавок к перечисленным выше достоинствам модуль S2B предлагает богатый набор периферии. Помимо UART, АЦП, ШИМ, цифровых и аналоговых портов ввода/вывода, разработчику предоставлены дополнительные UART, SPI и I²C-интерфейсы, что значительно расширяет рамки применимости радиомодулей XBee.

По сравнению с радиомодулями ZigBee других производителей новые XBee S2B предлагаются в четырех вариантах исполнения антенн. Это позволяет соответствовать требованиям практически любого приложения. Среди новшеств хотелось бы отметить PCB-антенну в виде проводника на плате с большим коэффициентом усиления, что увеличивает дальность работы при минимальных габаритах модуля (таблица 2).

Для быстрого освоения радиомодулей серии XBee S2B компания DIGI предлагает комплект разработчика, включающий в себя все необходимое для начала работы:

- 2 XBee-PRO ZigBee-модуля с интегрированным МК MC9S08QE32CFT.
- Интерфейсная плата XBee USB.
- Интерфейсная плата XBee RS-232.
- XStick ZB.
- Debugger.
- Все необходимые аксессуары (антенны, кабели, источники питания).
- Драйверы под ОС.
- XCTU Tools — программа для тестирования и конфигурации XBee-модулей.
- CodeWarrior — бесплатная среда разработки от Freescale для работы с процессором MC9S.
- Руководство Getting Started с примерами.
- Подробное руководство пользователя на модуль.
- Схемы интерфейсных плат и рекомендации для разводки собственной платы.
- Описание работы с программой XCTU.
- Описание контроллера MC9S08QE32CFT.
- Бесплатная и неограниченная техническая поддержка.

В зависимости от требуемой конфигурации модуля и режима его управления существует 6 различных прошивок для радиомодулей XBee (таблица 3), которые можно перепрошивать неограниченное число раз при помощи ПО XCTU, загружаемого с сайта DIGI [2] совершенно бесплатно. Залить прошивку в модуль можно как по любому из последовательных интерфейсов XBee радиомодуля (SPI, UART), так и удаленно по радиоканалу. Эта операция займет всего несколько минут.

Прошивки для XBee-модулей можно скачать с официального сайта DIGI [3] в разделе Firmware Updates меню Support, выбрав наименование используемого радиомодуля.

Сервис iDigi

Помимо решений для организации интеллектуальных сетей, отвечающих спецификации ZigBee PRO, компания DIGI предлагает уникальный

Таблица 1. Сравнительные характеристики радиомодулей XBee и XBee-PRO S2B

Параметры	XBee	XBee-PRO S2B
Рабочая частота, ГГц	2,4	
Каналов	16	15
Скорость передачи данных по радиоканалу, кбит/с	250	
Скорость передачи данных по интерфейсу	1200 бит/с – 1 Мбит/с	
Дальность внутри помещения, м	40	90
Дальность в зоне прямой радиовидимости, м	120	3200
Мощность передатчика, мВт	2 (+3 дБм)	63 (+18 дБм)
Чувствительность приемника (1% PER), дБм	-96	-102
Настраиваемая мощность передатчика	Да	
Метод конфигурации	API-фреймы, AT-команды, локально или по радиоканалу	
Интерфейсы	UART	2 UART, SPI, I ² C
АЦП-входы	4 входа 10-бит АЦП	
Цифровые порты ввода/вывода	10	10
Шифрование	128-бит AES	
Напряжение питания, В	2,1–3,6	2,7–3,6
Потребление тока в режиме передачи (макс. мощность), мА	45	205
Потребление тока в режиме приема, мА	40	47
Потребление тока в энергосберегающем режиме, мкА	<1	3,5
Размеры, мм	25×28	25×33
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85	

Таблица 2. Характеристики антенн модулей XBee S2B

Исполнение антенны	Коэффициент усиления, дБи
PCB-антенна	-0,5
Проволочная четвертьволновая антенна на плате	0,5
Разъем U.FL на плате под выносную SMA-антенну	1,5
Разъем SMA на плате	2,1

Таблица 3. Версии прошивок

Версия	Описание
2070	Координатор, управление с помощью AT-команд, «прозрачный» режим
2170	Координатор, управление с помощью API-фреймов, пакетный режим
2270	Роутер, управление с помощью AT-команд, «прозрачный» режим
2370	Роутер, управление с помощью API-фреймов, пакетный режим
2870	Конечное устройство, управление с помощью AT-команд, «прозрачный» режим
2970	Конечное устройство, управление с помощью API-фреймов, пакетный режим

сервис, называемый iDigi. Этот сервис позволяет получить доступ к ZigBee-сети из любой точки мира, где есть Интернет или сотовая связь. С точки зрения аппаратной части в сетях, где требуется организовать удаленный мониторинг и управление сетью, необходимо использовать шлюзы семейства ConnectPort, обычно выступающие в качестве координатора локальной сети ZigBee (рис. 2). Шлюзы имеются в нескольких исполнениях: ZigBee — Wi-Fi, ZigBee — сотовая связь, ZigBee — Ethernet, ZigBee — последовательный интерфейс и т. д. (рис. 3). Практика применения доказывает, что использование сервиса iDigi для удаленного мониторинга сетей энергопотребления помогает экономить до 60–80% потребляемой энергии.

Система автоматизации парковки

Рассмотрим преимущества применения технологии ZigBee с использованием сервиса iDigi на примере сетей автоматизации многоуровневых парковочных станций (рис. 4). Учет сотен-тысяч транспортных средств требует специальной эффективной системы обработки информации и системы безопасности. Во-первых, все доступные места парковки должны быть четко обозначены, чтобы и водители, и работники парковки могли получать достоверную информацию в режиме реального времени. Во-вторых, необходимо оградить клиентов парковки от опасных токсичных газов.

Сердцем такой системы является шлюз-координатор сети ConnectPort X4 с возможностью передачи данных по GPRS. У каждого парковочного места расположен датчик, показывающий, занято место или свободно, к датчику присоединен радиомодуль XBee ZigBee. При срабатывании датчика беспроводной модуль передает данные координатору, при этом XBee не обязательно должен находиться в зоне радиовидимости координатора, передача данных в таком случае будет осуществлена при помощи промежуточных узлов.

Данные от координатора ConnectPort X4 поступают на сервер iDigi, откуда ее может получить управляющая компания. Водитель, запросивший данные, например со смартфона, получает актуальную информацию о наличии мест в режиме реального времени. Другой проблемой является высокий уровень токсичных выхлопных газов, когда много автомобилей работают в замкнутом пространстве, что может представлять опасность для клиентов парковки. Чтобы решить эту проблему, необходимо установить датчик, обнаруживающий CO₂ и другие опасные газы. Когда уровень загазованности достигает определенного значения, данные о срабатывании датчика передаются с помощью модуля XBee на тот же шлюз-координатор ConnectPort X4, который в свою очередь запускает систему вентиляции для удаления опасных газов. Такая система не только обеспечивает безопасность клиентов, но и позволяет снизить затраты

электроэнергии из-за периодического включения вентиляционной системы.

На этой же парковочной станции при помощи все тех же XBee ZigBee-модулей можно установить беспроводную автоматическую систему управления освещением, подключенную к ConnectPort X4 для удаленного мониторинга и управления через iDigi. К тому же прокладка нового кабеля в существующей железобетонной конструкции — дорогая и трудоемкая работа, что является одним из определяющих моментов выбора в пользу беспроводных сетей в данном приложении.

Планы на будущее

До конца 2010 года компания DIGI International планирует запустить в производство новую линейку ZigBee-модулей серии XBee S2C. Основным преимуществом радиомодулей S2C будет исполнение для SMT-монтажа (рис. 5). Благодаря этому разработчику более не придется тратить дополнительные средства при производстве на разъемы, что позволит сделать конечное устройство еще более конкурентным на рынке.

Компания DIGI не изменяет своим традициям: сердцем новых XBee S2C радиомодулей будет System-on-Chip EM357 с процессором ARM Cortex-M3 с увеличенным количеством ОЗУ, что позволит узлам сети хранить таблицы маршрутизации в несколько раз больше. А это означает возможность работы в одной сети большего количества узлов.



Рис. 2. Шлюз ConnectPort X

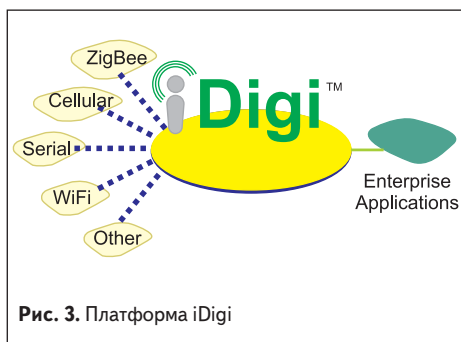


Рис. 3. Платформа iDigi

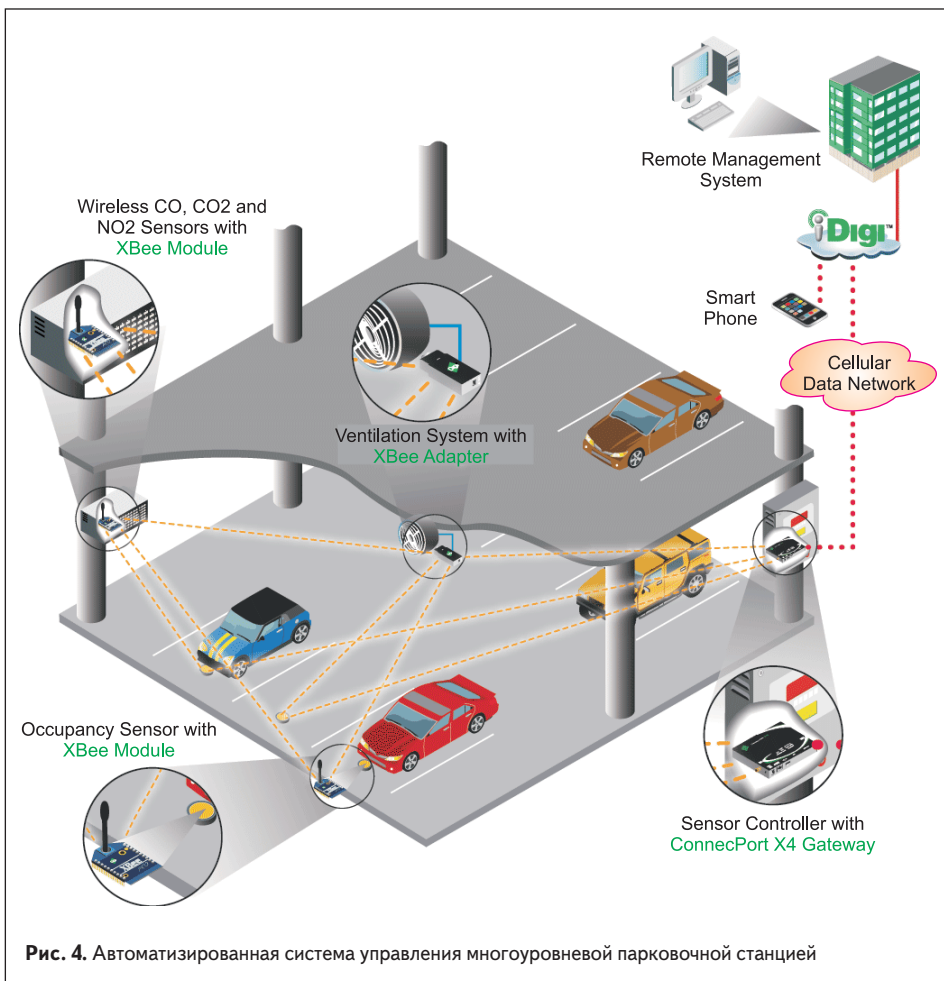


Рис. 4. Автоматизированная система управления многоуровневой парковочной станцией



Рис. 5. ZigBee-модуль серии S2C для SMT-монтажа

Благодаря новейшим технологиям производства и новой элементной базе потребление тока в режиме передачи при максимальной мощности передатчика (+18 дБм) будет всего 100 мА при напряжении питания 3,3 В. А в спящем режиме

модуль будет требовать всего 0,3–0,4 мкА, что продлит жизнь батареи в несколько раз. Таким низким потреблением не обладает ни один из ZigBee-модулей, представленных сейчас на нашем рынке.

Несмотря на улучшенные характеристики (дальность до 3,2 км, интерфейсы UART, SPI, четыре 12-бит АЦП, 16 GPIO), модуль будет стоить дешевле своих предшественников.

Старт серийного производства Xbee S2C (+8 дБм) и Xbee-PRO S2C (+18 дБм) намечен на октябрь 2010 года, а уже к декабрю 2010 года появятся модули S2C с дополнительным интегрированным микроконтроллером для исполнения пользовательского кода.

Заключение

При переходе на использование беспроводных технологий разработчику необходимо четко понимать границы применимости технологии ZigBee и иметь комплексное решение для первоначального изучения и освоения нюансов работы сети. Компания DIGI предлагает

именно комплексные решения для построения беспроводных сетей: от модулей Xbee, различающихся мощностью передатчика, топологией сети и пр., до шлюзов-координаторов для управления сетью и дальнейшей передачи данных по Ethernet, Wi-Fi, GSM/GPRS, CDMA. А сервис iDigi для удаленного управления и мониторинга позволяет получить доступ к сети с любой точки, где есть Интернет или сотовая связь.

Среди радиомодулей Xbee разработчик сможет подобрать решение под свое конкретное приложение, будь то простейшая система сбора данных с датчиков или полномасштабная интеллектуальная система управления оборудованием. ■

Литература

1. Кривченко Т. Особенности новой спецификации ZigBee PRO FEATURE SET // Электронные компоненты. 2008. № 2.
2. www.digi.com/XCTU
3. www.digi.com