

Окончание. Начало в № 8` 2008

MEMS-компоненты, датчики движения, беспроводные применения, энергосбережение и технологические инновации — в фокусе выставки Sensors Expo&Conference 2008

Светлана СЫСОЕВА
S.Sysoeva@mail.ru

Данная публикация завершает начатый в № 8 обзор ключевых обновлений датчиков и технологий — из числа отмеченных наградами “Best of Sensors Expo” журнала “Sensors Magazine” на ежегодном июньском мероприятии Sensors Expo&Conference 2008 и не только. В завершающей части статьи речь пойдет о лидирующих технологиях и предложениях сенсорных систем и сетей.

Сенсорные системы

«Серебряная» система Arch Rock PhyNet v3.0

Серебряной награды от журнала “Sensors Magazine” на мероприятии Sensors Expo была удостоена беспроводная система Arch Rock PhyNet v3.0 — в категории «Коммуникации и сети» (“Communications and Networking”).

Система PhyNet предназначена для формирования больших промышленных IP WSN, то есть беспроводных сенсорных сетей WSN (Wireless Sensor Network), интегрированных в промышленную IP (Internet Protocol) инфраструктуру крупных предприятий. Эту систему отличает способность многоуровневой сетевой работы и сравнительно простая интеграция с существующими интеллектуальными WSN, повышена и надежность коммуникаций, что и было отмечено экспертами журнала “Sensors Magazine”.

PhyNet — это название платформы, введенной Arch Rock в марте 2008 года. PhyNet — так называемая сервис-ориентированная архитектура (service oriented architecture, SOA) — перекрывает возможности стандарта IEEE 802.15.4 в отношении надежности, безопасности и малого потребления мощности.

Аппаратная часть архитектуры PhyNet включает сервер (PhyNet Server), маршрутизатор (PhyNet Router), IP-узлы (Arch Rock IP Nodes) (рис. 15а–в). Назначение аппаратных компонентов PhyNet следующее.

PhyNet Server управляет всеми WSN и отображает сенсорные данные посредством веб-браузера или стандартного программируемого прикладного интерфейса API SOAP/REST/XML, позволяющего осуществлять пользовательскую настройку, управление, диагностику и сбор данных со всех сенсорных сетей. Пользовательский веб-интерфейс PhyNet Server (рис. 15г) поддерживает управление сетью (в том числе и срок службы), включая ввод в эксплуатацию, развертывание, конфигурирование, мониторинг и контроль. XML API веб-сервисы обеспечивают доступ к сенсорным данным и контроль исполнения применений из множества программных сред разработки приложений посредством SOAP (Simple Object Access Protocol) или REST (Representational State Transfer) вызовов.

PhyNet Server подключается к индивидуальным сенсорным узлам и сенсорным ячеистым mesh-сетям дистанционно — через маршрутизаторы PhyNet Routers (рис. 15б, д). Таким образом, WSN, созданные на основе PhyNet, можно размещать на большом расстоянии друг от друга, а контролировать централизованно — причем как часть всей IP-инфраструктуры предприятия, в которой сетевые коммуникации осуществляются посредством WAN или LAN (Ethernet, Wi-Fi) протоколов.

Помимо управления, сервер позволяет проводить архивирование данных, экспор-

тирование, презентации, визуализацию и анализ сенсорных данных со стандартными веб-сервисами и интерфейсами баз данных. Архивирование данных, презентация и экспорт осуществляются с использованием стандартных форматов (CSV, HTML) или SQL.

PhyNet Server обеспечивает трансляцию интерфейсов датчиков в веб-сервисы с SOAP/REST/XML интерфейсами, пользовательскую веб-консоль для настройки множественных WSN, визуализирует состояние развертывания WSN на дисплее в виде пользовательской карты или изображения, открывает, регистрирует, перемещает, конфигурирует узлы, включает/отключает датчики, отображает их батарейный статус, программирует гетерогенными применениями через воздух Over-the-Air (OTA), позволяет настраивать маршрутизаторы PhyNet Routers, графически отображать статистику и настраивать интервалы отчетности, пороги и события alerts (предупреждения).

Физическая спецификация сенсорного сервера следующая: процессор Intel Celeron 1,6 ГГц, память 512 Мбайт RAM, жесткий диск 60 Гбайт, порты ввода/вывода RJ-45 10/100 Ethernet Port — 1, USB 2.0 — 3, Wi-Fi 802.11 b/g — 1. То есть для управления сенсорной сетью предприятия оказывается достаточно устройства, функционально подобного малому ПК, который помещен в корпус размерами

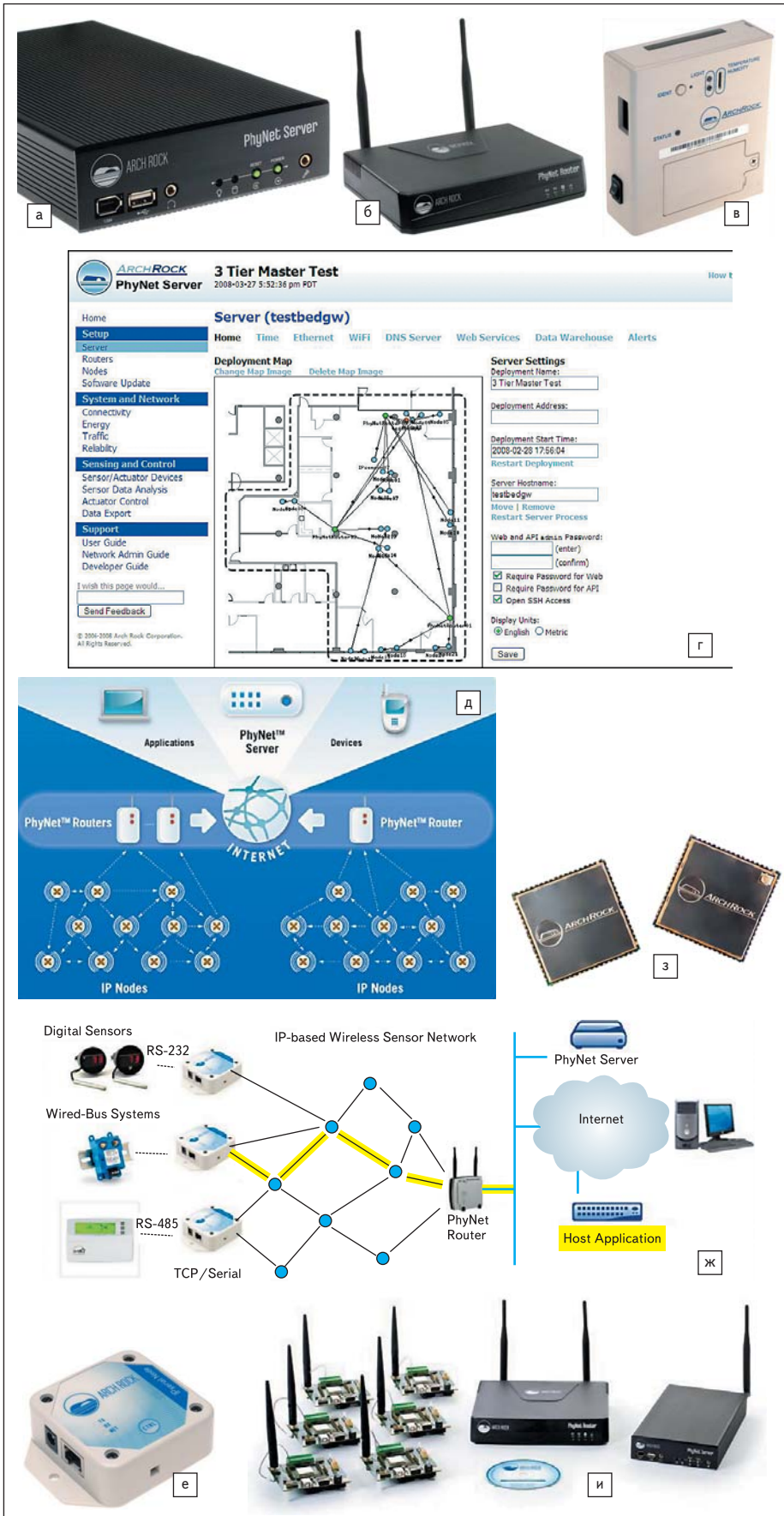


Рис. 15. Система Arch Rock PhyNet: а) сервер PhyNet Server; б) маршрутизатор PhyNet Router; в) IP-узел IPsensor Node; г) веб-интерфейс PhyNet Server; д) IP-архитектура PhyNet; е) IPserial Node; ж) IP WSN c IPserial Node; з) Arch Rock PhyNet Engine; и) Arch Rock PhyNetTM Development Kit

14,6×25×4,19 см и весом 1,36 кг. Внешний адаптер переменного напряжения 100–240 В, 50/60 Гц обеспечивает DC выход 12 В. Рабочая температура сервера 0...+45 °С, для других аппаратных компонентов температурный диапазон расширенный: –0...+70 °С для маршрутизаторов и IP-узлов.

Маршрутизатор PhyNet Router (рис. 15б) формирует адаптивный и динамически маршрутизируемый IP «хребет» между ячеистыми mesh-сетями, основанными на стандарте IETF 6LoWPAN (IPv6 Low-Power Wireless Personal-Area Network) и его серверными приложениями (рис. 15д).

Arch Rock PhyNet Router — это беспроводное сенсорное сетевое IP-устройство, функционирующее на основе маломощного радиочастотного протокола IEEE 802.15.4 и объединяющее в совокупности 6LoWPAN mesh-сети и существующие IP-сети. В результате mesh-сети подключаются посредством Wi-Fi и Ethernet интерфейсов к разнообразным WAN-связям предприятия.

PhyNet Routers подсоединяются к IP-узлам Arch Rock посредством IEEE 802.15.4. Поддерживаются следующие типы узлов: Arch Rock IPsensor, IPserial Nodes и другие Arch Rock 6LoWPAN устройства.

Маршрутизаторы PhyNet позволяют строить большие масштабируемые развертывания и распределенные сети WSN и управлять множественными сетями Personal Area Networks (PANs) от централизованного сервера. PhyNet Routers позволяют создавать инновационные машапы данных (mashups — это шаблоны простых веб-функций, предназначенные для многократного использования или веб-приложения, которое объединяет данные и функции одного или нескольких существующих источников в единую сервисную программу) и применения в физических ИТ-доменах посредством веб-сервисов.

Использование множественных маршрутизаторов PhyNet Routers в рамках одной сети WSN исключает узкие места и повышает надежность коммуникаций.

Совместная локация сервера и беспроводной сети не требуется. Управление маршрутизаторами — дистанционное, посредством веб-интерфейсов. И координация работы сети, и безопасность становятся лучше. Добавление маршрутизаторов PhyNet Routers позволяет повсеместно масштабировать PAN, то есть увеличивать число подключаемых узлов, снижать латентность (задержку передачи данных в связи с их подготовкой, например, в связи с рассылкой запросов), улучшать маршрут и тем самым увеличивать батарейный срок службы узла.

Размеры устройства PhyNet Router (со встроенной двунаправленной антенной на 2,4 ГГц) 4,4×23,3×9,3 см, вес — 718 г. Для питания предназначен внешний адаптер на 100–240 В AC на 50/60 Гц, дающий на выходе 5 В — номинальное постоянное напряжение питания маршрутизатора.

IP-узлы Arch Rock (рис. 15в) — это батарейные беспроводные IEEE 802.15.4 устройства с антенной на 2,4 ГГц, которые выполняют сенсорные и маршрутные функции, что обеспечивает гибкость настройки и расширение пределов досягаемости для WSN.

Любой узел IPsensor Node включает интегрированные датчики температуры, света, влажности (всего 4 датчика, два из которых — это датчики активного PAR и солнечного излучения TSR) и автономное батарейное питание. За счет портов расширения и драйверов датчиков пользователям предоставлена возможность легко увеличивать узлы и создавать уникальные сети. Возможно беспроводное подключение любых типов датчиков — тепловых, датчиков энергии/мощности, счетчиков импульсов, расхода воздуха, инфракрасных, акселерометров, переключателей: через порты расширения с АЦП, двучинным входом/выходом, переключаемыми контактами. Устройство может контролировать и переключать внешние реле.

Как часть IP WSN, узел IPsensor Node добавляет Arch Rock IP mesh-сеть автоматически, при этом он функционирует и как маршрутизирующий узел для других узлов сети (multi-hop сеть). Управляется IP-узел посредством встроенных веб-сервисов, ICMP (Internet Control Message Protocol — протокол управляющих сообщений), командной оболочки Telnet (протокол для удаленных применений).

Веб-интерфейс на PhyNet Server позволяет пользователям добавлять внешние датчики без записи программного обеспечения на IP-узлы, они могут выбрать среди доступных откомпилированных применений, что позволяет программировать, конфигурировать узел и управлять узлом с сервера PhyNet server. Питание — 3-вольтовое, размеры устройства 9,7×9,2×3,0 см, вес — всего 167 г.

IPserial Node (рис. 15е) — это устройство, работающее также на основе стандарта радиокommunikаций IEEE 802.15.4, но предназначенное для беспроводного последовательного цифрового подключения встроенных применений Arch Rock.

Встроенные применения Arch Rock специфицируют сенсорные и управляющие сервисы и драйверы для внутренних и внешних датчиков, переключателей и реле, доступных на IP-узлах. Все встроенные применения включают сетевую работу с самоорганизующимися mesh-сетями multi-hop в соответствии со стандартом IETF 6LoWPAN с поддержкой IPv6. Встроенный мониторинг, конфигурирование, функции alarm, данные и управляющая функциональность доступны как веб-сервисы.

С IPserial Node пользователи могут подключать WSN к цифровым датчикам — термометрам, погодным станциям или биометрическому оборудованию, установкам и логграмм данных с интерфейсами RS-232 и RS-485, системам дистанционного контроля и сенсорных измерений со стандартными проводными шинами и последовательным интерфейсом. Этот

узел позволяет использовать преимущества цифровых датчиков и микшировать их в WSN с существующими аналоговыми узлами.

Работает IPserial Node во многом аналогично IPsensor Node (рис. 15ж): добавляется к Arch Rock IP-сети автоматически и делает доступным последовательный порт данных через сокет TCP (Telnet). Последовательные данные передаются с интерфейсов RS-232/RS-485 к TCP-соединению и обратно. IPserial Node также является маршрутизирующим узлом для других узлов и управляется через веб-сервисы, ICMP, командную оболочку Telnet. Размеры устройства 22,9×63,6×63,6 мм, вес 68 г, антенна на 2,4 ГГц — встроенная, 5-вольтовое питание с внешним адаптером. Рабочая температура — -40...+85 °С.

Эксперты “Sensors Magazine” отметили именно особенность PhyNet, состоящую в многоуровневой и обогатившей интеграции WSN в IP-сети с повышением надежности коммуникаций. Так как PhyNet является расширением стандартной IP-технологии до WSN сетей и индивидуальных сенсорных узлов, эти узлы теперь могут осуществлять коммуникацию с другими IP-устройствами в промышленной сети, независимо от их соединения (IEEE 802.15.4, 802.11.b Wi-Fi, Ethernet).

Важный отличительный признак системы в том, что исключается необходимость местного расположения индивидуальных сенсорных сетей с контролирующими их серверными функциями, что во многом достигается за счет использования маршрутизаторов межсетевого уровня, то есть служащих для обеспечения связи между локальными mesh-сетями IETF 6LoWPAN WSN в объединенной сети и их серверными хост-применениями.

PhyNet также дает возможность в полной мере задействовать IP-средства для управления и безопасности WSN. До недавнего времени использование IP-протоколов для беспроводных встроенных сетей даже не обсуждалось, так как адаптировать IP для работы с микроконтроллерами и маломощными соединениями представлялось действительно сложным. Изменила ситуацию надстройка стандарта IETF 6LoWPAN над IEEE 802.15.4, доступная с платформой PhyNet.

Новое семейство продукции Arch Rock Corporation позволяет использовать его OEM производителям и системным интеграторам. С редакцией PhyNet OEM, введенной в июне, стало возможным беспроводное подсоединение широкого массива устройств — из числа прежде находившихся для IP-сети в режиме “offline”, подсоединяемых посредством проводов, а также достаточно дорогой и потребляющей значительную мощность сотовой технологии.

В соответствии с целями производителя Arch Rock PhyNet OEM Edition действительно значительно расширяет диапазон устройств, которые могут быть “PhyNet-enabled”. Целевые пользователи PhyNet OEM Edition —

разработчики дистанционного мониторинга и управляющих решений для коммунальных, муниципальных, рынков управления энергией, контроля окружающей среды и др.

Новый модуль, включающий аппаратную микропроцессорную часть с радиointерфейсом и программное обеспечение, предназначен для встраивания в устройства других производителей и объединения в сети вместе с другими компонентами PhyNet архитектуры — PhyNet Server и PhyNet Router, что позволяет формировать WSN-решения на основе неограниченного числа географически рассеянных ячеистых сеток, управляемых единой промышленной сетью.

Встраиваемые модули PhyNet OEM запускает ПО Arch Rock comprehensive WSN software suite, включающее осуществление IETF 6LoWPAN стандарта для IPv6 коммуникации как маломощного радио с протоколами маршрутизации ячеистых сетей, сервисами TCP/UDP и управлением ICMP/DHCP. Всеобъемлющая настройка встроенных веб-сервисов позволяет OEM использовать интерфейсы REST и SOAP, чтобы писать приложения, восстанавливающие данные WSN и манипулирующие ими и управляющими функциями. IP-датчики возникают как объекты и субъекты в пользовательском веб-браузере, мобильном устройстве или промышленном применении, где данные могут просматриваться, а сами устройства могут управляться с использованием стандартных IP-средств.

PhyNet OEM Edition доступна в двух версиях:

- PhyNet NP (Network Processor) Engine — с расчетом преимущественно на существующее сенсорное окружение, в котором устройства обладают вычислительной интеллектуальностью, но без беспроводных сетевых способностей. Эта версия включает аппаратный модуль (рис. 15з), запускающийся под управлением ПО Arch Rock software suite. PhyNet NP Engine, который в данном случае функционирует как сетевая карта — интерфейс NIC (Network Interface Card), обеспечивает доступ к его функциональности через последовательное соединение. Начальная версия этого модуля включала микроконтроллер TI MSP430, радиомодуль TI CC2420 2,4-ГГц IEEE 802.15.4 и флэш-чип памяти Atmel AT45DB 512 кбайт.
- Версия PhyNet IE (Integrated Execution) Engine предназначена преимущественно для интеграции проектов встроенных приложений в новые сенсорные решения, в которых интеграторы планируют работать с одним общим аппаратно-программным окружением и создавать встроенные клиентские приложения непосредственно на Arch Rock engine. PhyNet IE Engine состоит из того же самого аппаратного модуля и сетевого ПО, как для NP Engine, но с дополнительным пространством памяти для разработки клиентских приложений и интер-

фейсом API вместо последовательного соединения.

С IE Engine не только мир датчиков становится доступным благодаря PhyNet: возможности для контролирования становятся виртуально неограниченными. В дополнение к взаимодействию между сенсорными узлами на серверном уровне OEM могут писать драйверы для датчиков прямо на узлах, манипулируя не только функциональностью on/off, но и большим числом переменных и комплексных алгоритмов.

Таким образом, OEM предлагается выбор: добавить 6LoWPAN к существующим устройствам и/или написать клиентское приложение прямо в Arch Rock Execution Environment. В обоих случаях веб-сервисы становятся доступными для организации беспроводных маломощных гибко развертываемых ad-hoc (без централизованных точек доступа) ячеистых сетей.

Оба модуля PhyNet IE Engine и PhyNet NP Engine доступны в трех форм-факторах.

Решения, созданные PhyNet OEM Edition, разработаны для использования с PhyNet архитектурой, которая также включает PhyNet Server и PhyNet Router. PhyNet Server по-прежнему управляет всеми WSN mesh-сетями, отображая сенсорные данные на веб-консоли или представляя их в виде стандартного веб-сервиса; пользователи могут запускать применения, включающие данные, и осуществлять настройку, диагностику и управление WSN. PhyNet маршрутизаторы могут подсоединяться через маломощную IEEE 802.15.4 радиосвязь к узлам OEM, оборудованным PhyNet NP Engine или IE Engine, а коммуникация с сервером осуществляется посредством LAN или WAN.

Компания Arch Rock также предлагает набор разработчика PhyNet OEM Development Kits (рис. 15и) для прототипирования и тестирования решений на основе NP Engine и IE Engine. Наборы включают PhyNet Server, PhyNet Router, 6 плат разработчика и средства разработки ПО. Пользователи могут настраивать до 6 узлов WSN, подсоединенных посредством маршрутизатора к серверным функциям управления.

Набор разработчика PhyNet OEM Development Kit (для NP Engine или IE Engine) с 6 платами, одним PhyNet Server, одним PhyNet Router и средствами разработки и тестирования ПО стоит \$4995, каждая дополнительная плата — по \$199.

Сейчас уже доступно ПО PhyNet 3.5 software — как стандартный признак PhyNet WSN, включающих PhyNet Server, маршрутизатор PhyNet Router и узлы Arch Rock nodes. Новая версия нацелена на многопользовательские WSN с большой масштабируемостью.

В Arch Rock PhyNet 3.5 добавлена поддержка безопасности IPsec (Internet Protocol security) и адресной трансляции NAT (Network Address Translation) к PhyNet Router и PhyNet

Server, что допускает шифрование и аутентификацию сенсорных данных в WAN, позволяя безопасную передачу данных в пределах предприятия и провайдеров услуг мониторинга и управления. В PhyNet 3.5 также поддерживается ряд других ориентированных на провайдеров признаков, обеспечивающих эффективное развертывание, удаленное управление и диагностику.

«Бронзовая» беспроводная сенсорная платформа Millennium Net MeshScape 5

В категории «Коммуникации и сети» бронзовой награды удостоена компания Millennium Net, Inc., за беспроводную сенсорную платформу Millennium Net MeshScape 5 (рис. 16). Эксперты отметили следующие основные признаки этой платформы — прочность (надежность), масштабируемость и оптимизацию для промышленного окружения.

Questex Media Group отмечает достижения Millennium Net второй год подряд, причем в 2008 году был признан заслуживающим упоминания (специальная номинация от журнала «Sensors Magazine») еще один продукт — беспроводной термостат Wi-Stat II, в категории «Control Products».

Беспроводные сенсорные и сетевые применения Millennium Net в соответствии с целевой политикой производителя обеспечивают высокие рабочие характеристики в промышленной рабочей среде. MeshScape 5.0 — это система, разработанная Millennium Net для коммерческих и промышленных беспроводных сенсорных сетей и использующая встроенные сетевые протоколы, служащие для обеспечения высоких характеристик надежности (система оптимизирована в отношении помехоустойчивости), эффективности потребления мощности, масштабируемости (scalability) и чувствительности (responsiveness).

Инновации (по сравнению с MeshScape 4.0) включают:

- Технологию Virtually-On, обеспечивающую маломощную и батарейную работу узлов сети (сетей) в течение нескольких лет.
- Метод частотных скачков — активный частотный хоппинг (Active Frequency Hopping) — для минимизации проблем интерференции в сильно зашумленном окружении.
- Способность к низкой латентности (малой задержке передачи сигнала), что помогает снижать время доставки пакетов до нескольких секунд, в многоузловой среде с возможностями беспроводной связи способно выступать как в роли маршрутизатора, так и точки доступа), и даже с батарейным питанием узлов.
- Высоко масштабируемая динамическая адресация (Highly Scalable Dynamic Addressing) для облегчения инсталляции и ввода в эксплуатацию больших и сложных сетей.

Беспроводной сенсорный протокол MeshScape 5 использует технологию виртуально-частотного хоппинга (Virtually-on Frequency

Hopping Technology) и запатентованный метод непрерывной динамической маршрутизации (Persistent Dynamic Routing, PDR) с целью формирования самоконфигурирующейся беспроводной ячеистой сети. В основе метода PDR лежат принцип формирования сети на узлах для создания наиболее эффективной топологии и принцип использования информации «лучшего маршрута» для перестроения сети. В обычной ad hoc сети (без централизованных точек доступа, в которых каждый узел служит и маршрутизатором, и является конечным пользователем) распространены протоколы дистанционно-векторной маршрутизации по запросу AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector routing) и динамической маршрутизации источника DSR (Dynamic Source Routing). AODV, например, может заполнить пакетами запроса маршрута всю сеть, если нет немедленного ответа от одного из узлов (рис. 16а). С Persistent Dynamic Routing подтверждение полного маршрута не требуется, и пакеты данных осуществляют свободную навигацию к ближайшему свободному узлу без ожидания и проактивного обновления маршрутов (рис. 16б).

MeshScape — это гомогенный TDMA/CSMA протокол (Time Division Multiple Access — множественный доступ с временным разделением канала, Carrier Sense Multiple Access — множественный доступ с опознаванием несущей). Этот протокол динамически адаптируется без вмешательства человека. MeshScape 5.0 рассчитан на перекрытие проблем изменяющихся RF-сред и в первую очередь — на мониторинг и управление для автоматизации строительства, управления энергией, охраны окружающей среды, мониторинга скважин, промышленной автоматизации и т. д.

MeshScape 5.0 использует нелицензированную частотную полосу в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4 как прямой последовательный радиоканал DSSS (Direct-Sequence Spread Spectrum) на 2,4 ГГц с выбираемой частотой.

На технологическом уровне платформа MeshScape реализована как законченная беспроводная сенсорная сетевая система, представляющая OEM и системным интеграторам программные, аппаратные и инструментальные средства для быстрой и эффективной разработки и развертывания беспроводных сетевых сенсорных применений.

Система MeshScape обеспечивает поддержку различной системной топологии (рис. 16в–д) («звезда», ячейки mesh, гибридной конфигурации star-mesh) и встроенную поддержку различных моделей перемещения данных, а также включает библиотеки API.

Программное обеспечение MeshScape 5.0 Software характеризуется следующей последовательностью элементов, конфигурируемых через аппаратный модуль MeshGate:

- MeshScape-ULP (Ultra-Low Power) ПО позволяет узлам ячеистой сети находиться

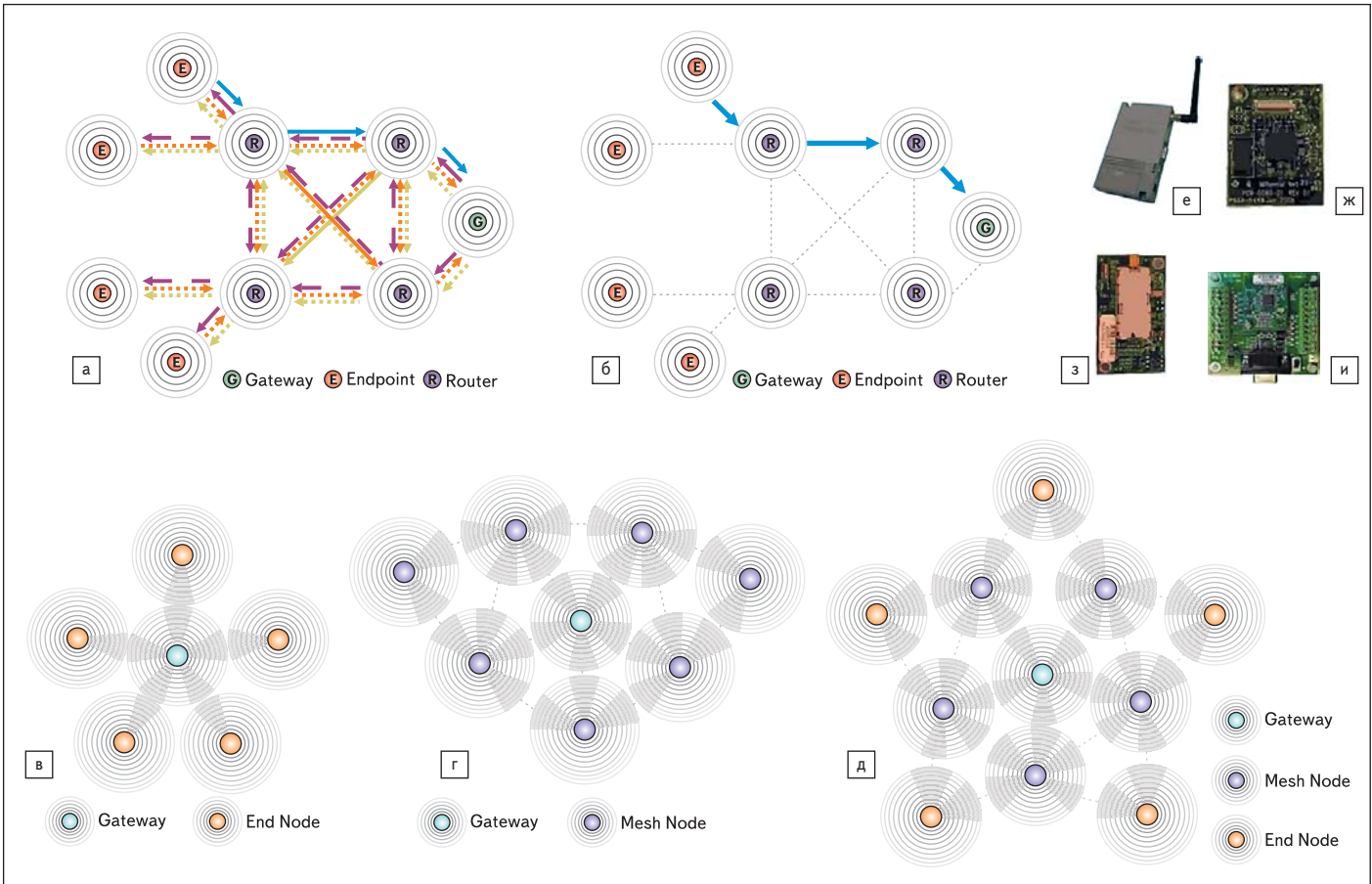


Рис. 16. Беспроводная сенсорная платформа Millennium Net MeshScope 5.0:

а, б) сравнение популярных методов (а) и Persistent Dynamic Routing (б); в—д) системные топологии, поддерживаемые Meshscope: в) «звезда»; г) ячеистая сеть mesh; д) гибридная сеть с концевыми узлами; е—и) аппаратные модули семейства 5424: е) модуль MeshGate; ж) концевые узлы; з) ячеистые узлы Mesh node; и) плата для разработки концевых узлов

в ультрамаломощном спящем режиме. Временная синхронизация гарантирует, что все ячеистые узлы для обмена трафиком данных пробуждаются одновременно.

- MeshScope-QR (Query-Response) ПО поддерживает ModBus и другие промышленные стандарты последовательных протоколов по запросу.
- MeshScope Installer — инсталляционная утилита для конфигурирования сети и апгрейда.

Семейство Millennium Net 5524 (рис. 16е–и) включает аппаратную платформу для устройств MeshScope 5.0 и стандартных устройств. Разработки компании Millennium Net поддерживают стандарты WirelessHART™ и ISA100.11a, обеспечивают OEM сервисы и средства разработки.

Модули MeshScope 5.0 включают:

- MeshGate (рис. 16е) или шлюз MeshScope gateway, который агрегирует данные из сети, конфигурирует сетевые параметры, подключает сетевые признаки/элементы и функционирует как портал мониторинга сетевых характеристик. MeshGate включает порты данных RS-232 и RS-485, а также консольный порт для сетевой конфигурации и мониторинга.

- Концевые узлы (рис. 16ж), которые интегрированы с датчиками и актюаторами для захвата данных и гибридную звездно-ячеистую конфигурацию.
- Ячеистые узлы сетки (рис. 16з), которые расширяют покрытие сетевой области, обеспечивают маршруты вокруг препятствий, резервные маршруты в случае сетевых уплотнений и перегрузок или сбоев устройства. Ячеистые узлы могут также интегрироваться прямо с датчиками и актюаторами в ячеистой сети и гибридной конфигурации «звезда» — ячеистой сеть.

Компания также поставляет сборки модуля MeshGate с ячеистыми узлами и платы для разработки концевых узлов (рис. 16и).

С помощью MeshScope 5.0 Reference Kit можно быстро и легко настроить беспроводную сенсорную сеть. Стандартный комплект включает необходимые программные, аппаратные средства и аксессуары для создания самоорганизующейся сети. В него входят:

- системное ПО для организации WSN на уровне концевых, ячеистых узлов и шлюзов;
- аппаратные модули для создания «звезды», сети mesh, или звездно-ячеистой (star-mesh) гибридной сети, включая 5 концевых, 3 mesh-узла и шлюз;

- ПО сетевого мониторинга Network Monitor GUI software для задания параметров устройств и сети, мониторинга статуса сетевых компонентов и их сенсорных входных/выходных соединений;
- API-библиотека модулей на Microsoft Visual C/C++;
- для применений, в которых шлюз подключается к контроллерам, дополнительно поставляются откомпилированные библиотеки Windows API и Linux API, а также примеры исходных кодов применений;
- документация;
- аксессуары (батареи, AC-адаптеры, кабели и антенны).

Прототипирование применения прогнозируется в пределах нескольких часов.

Устройства и системы, заслужившие упоминания (Honorable Mentions)

В дополнение к уже описанным в этой статье отдельного упоминания эксперты “Sensors Magazine” удостоили следующие разработки:

- акселерометр Model 67 Endevco Corp. с рабочими температурами до 175 °C;

- маломощный модуль ZigBit Amp 802.15.4/ZigBee MeshNetics с диапазоном 4000 м;
- беспроводной термостат Wi-Stat II Millennium Net, который предназначен для работы с существующими сетями HVAC и улучшения использования и мониторинга энергии.

Акселерометр

Model 67 Isotron Endevco

Endevco 67 (рис. 17) — это малый высокотемпературный компонент, сконструированный для лабораторного тестирования и сбора данных модального анализа. Конструкция устройства весом всего в 4 г выполнена из титана и герметично уплотняется для защиты от загрязнений. Крепление адгезивное или резьбовое M4.



Рис. 17. Акселерометр Endevco 67 с высокой рабочей температурой (до 175 °С)

Кристаллический элемент Endevco Piezite типа P-8 работает в сдвиговом режиме. Устройство обеспечивает высокую выходную чувствительность — до 100 мВ/г. Разработаны версии Endevco 67-10 (10 мВ/г) и Endevco 67-100 (100 мВ/г), отличающиеся чувствительностью, диапазоном (± 500 г для Endevco 67-10 и ± 50 г для Endevco 67-100) и разрешением (0,0003 g rms и 0,000012 g rms для Endevco 67-10 и Endevco 67-100 соответственно).

В состав акселерометра входят встроенные сигналообработчики — для снижения шумового порога. Разрешение, достижимое с помощью этого устройства, — порядка мг и менее. Питание постоянным током обеспечивается через те же самые выводы, с которых снимается сигнал с низким импедансом 4–10 мА.

Модули

ZigBit Amp 802.15.4/ZigBee MeshNetics

ZigBit Amp (рис. 18а), отмеченный экспертами “Sensors Magazine” как заслуживающий упоминания, — это усиленный IEEE 802.15.4/ZigBee модуль, работающий на 2,4 ГГц ISM с уникальным RF-дизайном для достижения редкой комбинации характеристик и малого энергопотребления. Модуль ZigBit Amp отличается также малым фут-принтом (раз-

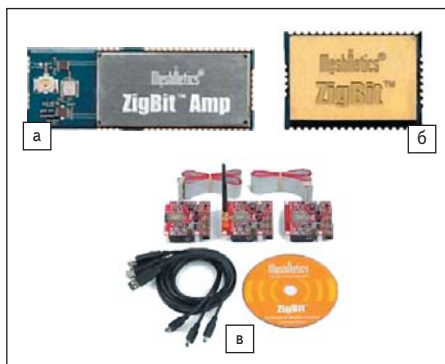


Рис. 18. IEEE 802.15.4/ZigBee модули для организации беспроводных Mesh WSN Meshnetics: а) IEEE 802.15.4/ZigBee RF модуль ZigBit AMP MNZB-A24-UFL для развертывания беспроводной сети, работающей на 2,4 ГГц; б) модуль ZigBit 900 для работы на 900 МГц; в) набор разработчика ZigBit

меры устройства всего 38,0×13,5×2,0 мм, что облегчает интеграцию устройства). Антенный соединитель U.FL допускает встраивание и обеспечивает гибкость дизайна посредством подключения различных внешних антенн для каждого применения. Чувствительность приемника — -104 дБм, выходная мощность в режиме передачи 20 дБм обеспечивают диапазон работы до 4000 м. В режиме передачи устройство потребляет 50 мА, в режиме получения — 23 мА и всего 6 мкА — в спящем режиме. Напряжение питания — 3,0–3,6 В. Срок службы батарей — 6 лет.

Поддерживаются различные внешние интерфейсы:

- USART/SPI, I²C, 1-Wire;
- UART с CTS/RTS;
- JTAG;
- 9 запасных GPIO (до 25 GPIO);
- 2 запасных IRQ-линии;
- 4 АЦП-линии.

Устройство основывается на аппаратной платформе Atmel AVR Z-link.

Компания MeshNetics представила параллельно модуль ZigBee Pro на 900 МГц (с расчетом на работу на 915 МГц ISM в США и 868 МГц в Европе) (рис. 18б). Устройство является альтернативой беспроводной передаче на 2,4 ГГц. Срок службы батарей — до 10 лет. Чувствительность приемника — -110 дБм, выходная мощность в режиме передачи до 11 дБм, что обеспечивает диапазон работы до 6000 м. В режиме передачи устройство потребляет 26 мА, в режиме получения — 11 мА и всего 6 мкА — в спящем режиме. Напряжение питания — 1,8–3,6 В. Размеры устройства — всего 18,8×13,5×2,8 мм.

Линейка ZigBee продуктов MeshNetics была также недавно удостоена награды Frost & Sullivan Award, вместе с которой было отмечено приемопередающее устройство ZigBee PRO как первый в мире модуль, работающий на 900 ГГц.

Доступны комплекты разработчика со специальным ПО для всех модулей линейки (рис. 18в).

Беспроводной термостат Wi-Stat II Millennium Net

Беспроводной термостат MeshScape 6424 Wi-Stat II (рис. 19) был номинирован как заслуживающий упоминания в категории “Control Products”. Он сконструирован с целью контроля и энергосбережения HVAC инфраструктуры. Термостат работает вместе с системой управления энергией Wi-EMS для того, чтобы обеспечивать веб-мониторинг, управление и поддержку. Второе поколение устройств рассчитано на поддержку беспроводной сенсорной сетевой технологии Millennium Net MeshScape с нелегализованной радиополосой согласно стандарту 802.15.4.



Рис. 19. Беспроводной термостат Wi-Stat II Millennium Net

Wi-Stat II представлен в трех исполнениях:

- интегрированный с Honeywell 5130 как локальный пользовательский интерфейс;
- готовый к интеграции с пользовательским термостатом;
- функционирующий без интегрированного термостата.

Заключение

Данный обзор показывает, что развитие беспроводных технологий — действительно доминирующий ключевой ориентир для разработчиков и производителей новых компонентов и систем. Разработки в области беспроводных сетей направлены на повышение надежности, усиление их способности перекрывать множественные источники помех. Помимо перечисленных, и компания Virtual Extension, например, представила сеть Mesh-RS, основанную на модульном решении с практически неограниченным числом узлов и неограниченной областью покрытия.

Маломощные и энергосберегающие технологии, технологические инновации и новые датчики — движения, MEMS и другие, рассказать обо всех инновациях в этой сфере можно только в рамках еще одной тематической статьи, захватывают теперь огромные рынки промышленных и многих других применений. ■