

Беспроводная открытая платформа eHealth Bluegiga

для разработки медицинских Bluetooth-систем

Число беспроводных медицинских устройств в мире постоянно растет. Одна из основных проблем заключается в том, что для большинства из них не предусмотрена функция адаптивного взаимодействия друг с другом. Новая беспроводная платформа eHealth Bluegiga облегчает врачам и пациентам работу с Bluetooth-технологиями, а также позволяет создать новые медицинские услуги, которые можно будет использовать независимо от местонахождения больного.

Виктор Алексеев
Victor.Alexeev@telemetry.spb.ru

Риikka Ниemi (Riikka Niemi)
riikka.niemi@bluegiga.com

Проблемы совместимости беспроводного медицинского оборудования

Дистанционное наблюдение предоставляет медицинским учреждениям широкие возможности для проверки здоровья пациентов. Кроме того, это дает возможность больным людям избежать ненужных проблем и затрат, связанных с посещением больницы. Например, после выписки пациента с хронической болезнью сердца врачи смогут дистанционно наблюдать за его состоянием с помощью различных медицинских приборов, изменять схему приема лекарств или ставить дополнительные диагнозы на основе длительных наблюдений с помощью мониторов. Использование беспроводного канала в медицинской технике позволяет отказаться от множества переходных кабелей и передавать измеренные параметры по каналу Bluetooth на удаленное анализирующее или измерительное устройство. Подобный тип медицинских приборов постепенно вытесняет с рынка старое, громоздкое оборудование с огромным количеством проводов и разъемов.

В настоящее время выпускается огромное количество медицинского оборудования, как с аккумуляторным питанием, так и с питанием от сети 220 В. До недавнего времени профиль Serial Port Profile (SPP) был практически единственным, используемым на практике для связи между собой различных медицинских Bluetooth-устройств. Поэтому оборудование, изготовленное разными производителями, имело свои собственные профили верхнего уровня Bluetooth и не могло быть взаимозаменяемым и согласованным.

В частности, одной из проблем беспроводных медицинских устройств является нестыковка диагностических датчиков с различными моделями измерительных приборов, изготовленных в разных странах и по разным стандартам. Учитывая возникшие сложности, группа ведущих мировых информационно-технологических компаний и медицинских учреждений создала в 2006 г. консорциум Continua Health Alliance [1]. Основная задача организации — разработка нормативных документов и рекомендаций, направленных на улучшение качества медицинского обслуживания на дому.

Деятельность Continua Health Alliance сосредоточена на повышении совместимости беспроводных устройств дистанционного наблюдения за состоянием пациентов и других медицинских приборов для домашнего использования. Консорциум разрабатывает рекомендации для объединения этих технологий с коммуникационными и информационными сетями различных медицинских учреждений по всему миру. В работе организации выделены три основных направления домашней телемедицины: профилактика заболеваний; наблюдение за хроническими больными; уход за престарелыми людьми. Участники консорциума надеются, что повышение совместимости значительно упростит работу с новыми медицинскими устройствами, предназначенными для дистанционного медицинского обслуживания и наблюдения за пациентами.

В настоящее время в Continua Health Alliance входит более 240 компаний, в том числе Intel, Motorola, Cisco Systems, Royal Philips

Electronics N.V., Samsung, Bluegiga, Kaiser Permanente, Medtronic и Welch-Allyn. Участники консорциума считают, что усилия Continua должны быть направлены, в первую очередь, на повышение совместимости медицинских устройств с электронными потребительскими системами (домашними сетями, телевизорами, настольными компьютерами и КПК). Кроме того, необходимо уделять особое внимание IP-технологиям, систематизации сетевого медицинского оборудования и информационным системам для домашнего медицинского ухода. Участники Continua разработали процедуру сертификации беспроводного оборудования на предмет соблюдения рекомендаций и стандартов совместимости. Сертифицированные альянсом приборы маркируются и снабжаются соответствующими сопроводительными документами.

Кроме Continua Health Alliance, ведущие мировые производители Bluetooth-оборудования сформировали международную организацию Medical Device Working Group [2]. Основной целью этой рабочей группы являются разработка и создание Bluetooth-профиля, позволяющего стыковать между собой медицинские сенсоры и медицинские измерительные устройства различных производителей. В результате уже в 2008 г. были созданы и одобрены два основных нормативных документа: Multi-channel Adaptation Protocol (MCAP) и Bluetooth Health Device Profile (HDP). В 2009 г. эти документы были приняты к исполнению подавляющим большинством ведущих мировых производителей Bluetooth-оборудования и закреплены в стандартах Application-level Interoperability IEEE 11073-xxxxx Personal Health Devices.

Программное обеспечение комплекса eHealth Bluegiga

В общем случае стек протоколов Bluetooth представляет собой сложную структуру, которую непросто реализовать даже очень опытным программистам. Поэтому модули Bluegiga выпускаются с двумя базовыми прошивками программного обеспечения — iWRAP, предназначенного для решения простых задач, и Host Controller Interface (HCI) для более сложных приложений. В первом варианте программное обеспечение Bluegiga основано на Wireless Remote Access Platform (WRAP, «платформа беспроводного удаленного доступа»). iWRAP создано для работы со встроенным в модули RISC-процессором.

Данное ПО предоставляет возможность управлять модулем с помощью простых ASCII-команд (стандартные коды обмена информацией), что позволяет работать с устройством как начинающим разработчикам, так и опытным программистам. В последней версии iWRAP-4 поддерживается около ста ASCII-команд, которые охватывают основные стандартные действия с Bluetooth-модулем.

Программное обеспечение iWRAP включает в себя профили и API операционной системы uCLinux, JAVA-апплетов для взаимодействия M2M, TCP/IP, стек-серверов WWW и Telnet и др. Кроме того, встроенный процессор и встроенная память дают возможность согласования

работы пользовательских приложений на той же платформе. В iWRAP программно реализованы все уровни стека протокола Bluetooth, обеспечивающие поддержку интерфейсов UART, GPIO, Analog audio, Digital audio, AIO.

Следует обратить внимание на то, что вариант iWRAP накладывает некоторые ограничения на работу модуля. Прежде всего, это относится к скорости передачи.

В другом варианте модули Bluegiga поставляются с интерфейсом HCI. В этом случае необходимая поддержка портов определяется самим заказчиком и зависит от типа хоста внешнего сопрягаемого устройства. В таких модулях управление может быть реализовано также и с помощью HCI-команд через UART или USB.

Программное обеспечение iWRAP, разработанное фирмой Bluegiga, поддерживает все протоколы стека Bluetooth и обеспечивает полноценное функционирование следующих профилей:

- Serial Port Profile (SPP);
- Hands Free Profile (HFP);
- Headset Profile (HSP);
- Object Push Profile (OPP);
- File Transfer Profile (FTP);
- Dial-up Networking Profile (DUN);
- Human Interface Device (HID);
- Health Device Profile (HDP);
- Advanced Audio Distribution Profile (A2DP);
- A/V Remote Control Profile (AVRCP);
- Device Identification Profile (DI);
- Phonebook Access Profile (PBAP).

HCI представляет собой программную реализацию трех нижних уровней стека протокола Bluetooth (Bluetooth Radio, Baseband, LMP). Этот вариант дает пользователям значительно больше возможностей для управления Bluetooth-модулем при помощи команд интерфейса хост-контроллера. Однако здесь

появляются и дополнительные сложности. Например, чтобы установить беспроводное последовательное соединение между двумя устройствами и передавать данные между ними, разработчику необходимо программно реализовать верхние, более сложные уровни стека протокола Bluetooth, такие как L2CAP, RFCOMM, SDP.

Для решения специальных задач, предусматривающих создание собственных нестандартных приложений пользователя, существует программно-аппаратный комплекс BlueLab Professional Casira. Этот профессиональный комплекс, работающий совместно с программным обеспечением Blue Casira CSR, позволяет редактировать программы, записанные во Flash-памяти модулей, а также писать новые управляющие утилиты. Чтобы самостоятельно перезагружать модуль в HCI, используется программа PStool.

Bluetooth Health Device Profile (HDP)

Рассматриваемый профиль предназначен как для медицинских приборов общего пользования, так и для профессионального оборудования. Он регламентирует процессы взаимодействия и управления различными медицинскими приборами и датчиками по Bluetooth-каналу (рис. 1).

При взаимодействии двух Bluetooth-устройств HDP обеспечивает установление контрольного канала, а также наиболее надежного канала для передачи данных. Также HDP поддерживает процедуру идентификации взаимодействующих устройств и синхронизирует их работу [3].

В схеме работы HDP одно из устройств рассматривается в качестве получателя данных (Sink). Другие устройства определяются как источники данных (Source). Такой подход позволяет выводить информацию от нескольких



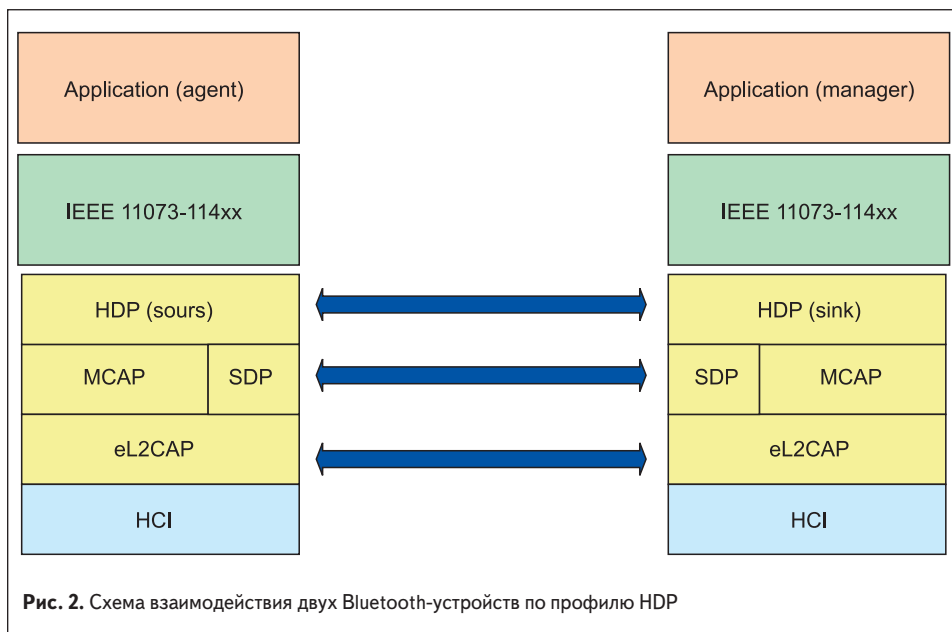


Рис. 2. Схема взаимодействия двух Bluetooth-устройств по профилю HDP

измерительных блоков на единый диспетчерский пульт, что значительно облегчает работу врачей при массовых обследованиях пациентов.

Данные с измерительного устройства можно вводить в ПК любого типа и передавать на центральный диспетчерский пульт по GSM/GPRS-каналу. Подобное оборудование используется в телемедицине, когда результаты диагностики пациента могут быть переданы для консультации в любую клинику мира и в операциях участвуют ведущие мировые специалисты. С появлением нового профиля согласованные беспроводные диагностические системы позволяют врачу, не выходя из своего рабочего кабинета, проводить экспресс-диагностику состояния больного непосредственно у него

дома, используя как бытовую, так и профессиональную медицинскую технику.

Внедрение HDP дало толчок к развитию нового поколения медицинского беспроводного оборудования. В качестве примера можно привести точную синхронизацию во времени работы беспроводных датчиков в современных компьютерных системах кардиодиагностики. HDP обеспечивает строгое соответствие взаимодействующего оборудования протоколу обмена ISO/IEEE 11073-20601 Personal Health Data Exchange Protocol. Для контроля доступа в беспроводные сети медицинского оборудования используется Bluetooth Service Discovery Protocol (SDP).

Совместимость различных устройств на потребительском уровне гарантируется стандартами

ISO/IEEE 11073-xxxx. Оптимизированный протокол обмена IEEE 11073-20601 предназначен для бытовых медицинских приборов, использующих Bluetooth-канал. Этот протокол регламентирует правила доступа к информации, процессы передачи результатов измерений, а также описывает базовые методики обработки результатов измерений и их визуализации. Кроме того, этот протокол содержит основные требования, предъявляемые к различного рода датчикам бытового медицинского оборудования. В разделе Device Data Specializations (DDS) этого протокола содержится подробное описание того, какие именно требования предъявляются к конкретному медицинскому оборудованию.

В качестве примеров приборов, на которые распространяется стандарт IEEE 11073-20601, можно назвать различные измерители температуры и веса тела, тонометры, фиксаторы граничной частоты сердечбиений (пульса), глюкометры, бытовые кардиографы и др.

На конец февраля 2010 г. введены в действие следующие регламентирующие документы на бытовые, диагностические, медицинские Bluetooth-приборы:

- IEEE 11073-10404 — Pulse Oximeter (пульс);
- IEEE 11073-10407 — Blood Pressure Monitor (артериальное давление);
- IEEE 11073-10408 — Thermometer (температура тела);
- IEEE 11073-10415 — Weighing Scale (вес тела);
- IEEE 11073-10417 — Glucose Meter (уровень сахара в крови).

Схема, поясняющая принцип функционирования Bluetooth Health Device Profile в структуре iWRAP, приведена на рис. 3.

В данной схеме iWRAP поддерживает исполнение протокола MCAP, а также обеспечивает

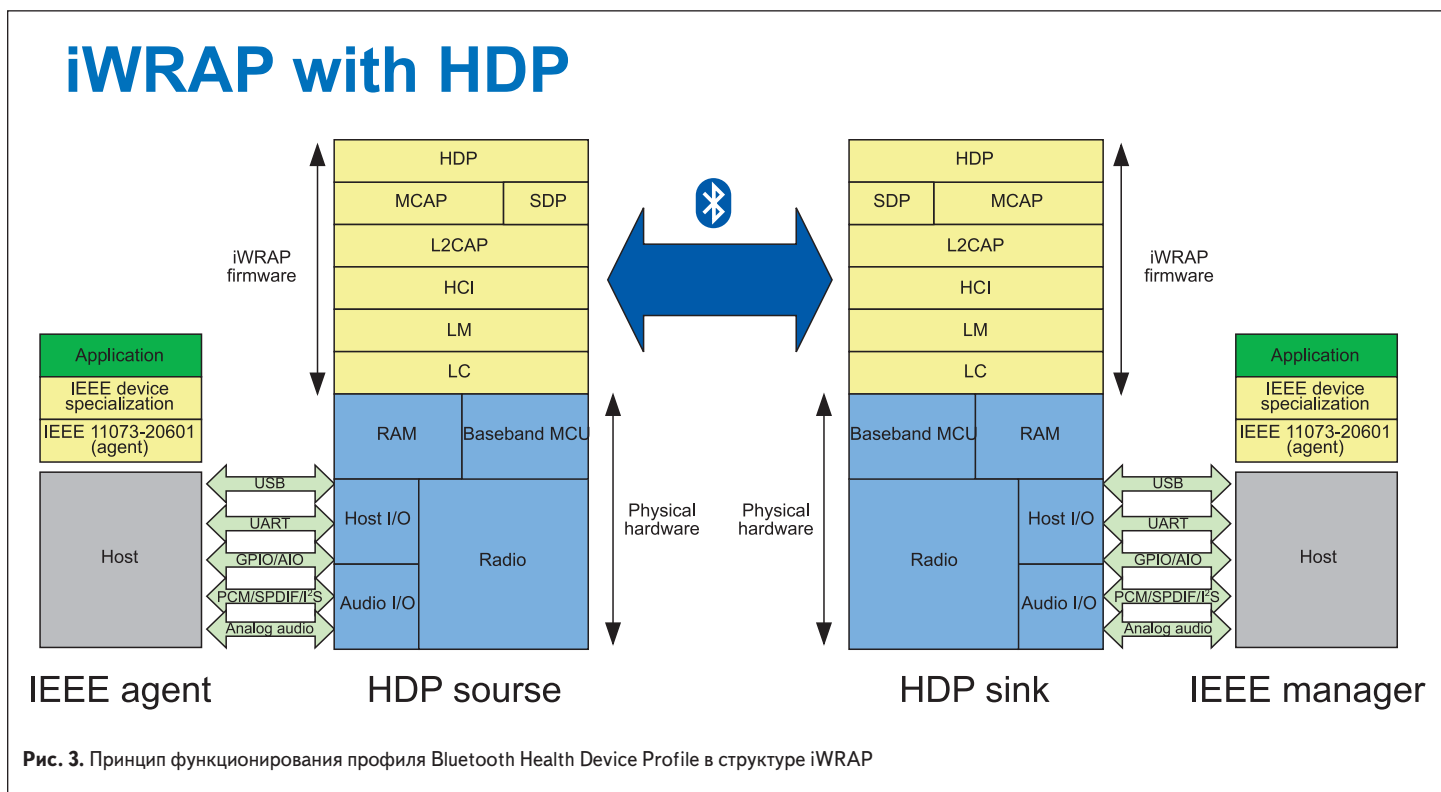


Рис. 3. Принцип функционирования профиля Bluetooth Health Device Profile в структуре iWRAP

необходимыми средствами работу профилей HDP и SDP. При этом IEEE stack должен обрабатываться на центральном узле (IEEE host). Данные IEEE передаются через UART на Bluetooth-профиль L2CAP. Для такой работы UART нужно перевести в режим MUX.

Кроме перечисленных выше опций, Bluegiga принимает заказы от корпоративных клиентов на разработку дополнений для решения специальных прикладных задач, таких, например, как интегрирование DDS в WTxx.

Аппаратное обеспечение комплекса eHealth Bluegiga

Программно-аппаратный комплекс eHealth Bluegiga представляет собой открытую, стандартную, удобную в работе платформу для интеграции медицинского оборудования в беспроводные Bluetooth-сети. eHealth Bluegiga включает в себя программное обеспечение [5], базовые Bluetooth-модули, законченные серверы и точки доступа.

Базовые модули Bluegiga

В настоящее время Bluegiga выпускает пять базовых модулей, характеристики которых приведены в таблице 1.

Из всей линейки базовых модулей следует обратить внимание на две самые последние модели, поступившие в продажу в 2011 г., — WT41 и BLE112. Модуль WT41 изготовлен на базе CSR BlueCore-4 и соответствует требованиям стандарта Bluetooth 2.1+EDR, Class 1 [6].

Спецификация Bluetooth версии 2.1 поддерживает технологию расширенной передачи данных (Enhanced Data Rate, EDR) и позволяет передавать данные со скоростью до 3 Мбит/с.

По сравнению с предыдущей моделью WT11, в WT41 улучшена чувствительность до -90 дБ. Кроме того, в модуле используется встроенный усилитель мощности и специальный антенный блок, которые могут заметно снизить «эффект экранирующей поверхности». Эти меры позволяют двум модулям WT41 взаимодействовать между собой на расстояниях до 1000 м в зоне прямой видимости. Также значительно увеличивается дальность действия WT41 и сотовых телефонов, использующих модули Bluetooth Class 2.

Следует подчеркнуть, что мощность передатчика 18 дБм позволяет модулю оставаться в открытом классе устройств, работающих в частотном диапазоне 2402–2480 МГц. Эта черта коренным образом отличает WT41



Рис. 4. Внешний вид модуля BLE112

от стандартных Bluetooth-модулей, работающих с внешними усилителями мощности.

Модуль BLE112 — первая модель из нового семейства Bluetooth-модулей с низким энергопотреблением и поддержкой версии Bluetooth 4.0. Внешний вид устройства показан на рис. 4.

Стандарт Bluetooth 4.0

Технология Bluetooth 4.0 специально разработана для использования в батарейных устройствах, от которых требуется продолжительная

Таблица 1. Характеристики базовых Bluetooth-модулей Bluegiga

| Наименование параметра | WT11 | WT12 | WT21 | WT41 | BLE112 |
|---|--|--|---------------------------|---|--|
| Спецификация Bluetooth | 2.0+EDR, 2.1+EDR | 2.1+EDR | 4.0 Single mode | | |
| Класс Bluetooth | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Максимальная дальность действия, м | 250 | 40 | 120 | 1000 | 30 |
| Антенна | U.FL | Встроенная или разъем для подключения внешней антенны, PIN | | | Встроенная или разъем для подключения внешней антенны, U.FL, RF, PIN |
| Температурный диапазон, °C | -40...+85 | | | | |
| Максимальная скорость передачи, мбит/с | 2,1 | | | | 200 кбит/с |
| Конструктив | Поверхностный монтаж | | | | |
| Хост-интерфейсы | UART, USB, 6×GPIO, 1×AIO | UART, USB, 6×GPIO | UART, CSPI, SDIO, 7×GPIO | UART, USB, 6×GPIO, 1×AIO | UART, USB, SPI, 8×AIO, 16×GPIO |
| Аудио-интерфейсы | PC м | PC м | I ² S + PC м | PC м | — |
| Напряжение питания, В | 3,0–3,6 | 2,7–3,6 | 1,8 или 2,7–4,9 | 3,0–3,6 | 2,0–3,6 |
| Поддержка режима AFH | Да | | | | |
| Совместимость с устройствами стандарта 802.11 | Да | | | | Нет |
| Память | 48 кбайт RAM; 8 Мбайт Flash | | ROM | 48 кбайт RAM, 8 Мбайт Flash | 8 кбайт RAM, 128 кбайт Flash |
| Базовый чип | BlueCore-04 | | BlueCore-06 | BlueCore-04 | TI CC2540 |
| Поддержка BlueLab SDK | Да | | Нет | Да | Bluegiga SDK |
| Сертификаты | Bluetooth, CE, FCC, IC, TELEC, MIC | Bluetooth, CE, FCC, IC, TELEC | Bluetooth, CE, FCC, IC | Bluetooth, CE, FCC, IC, TELEC, MIC | Bluetooth, CE, FCC, Teleg |
| Поддержка хост-приложений | Да | | Нет | Да | Да |
| Варианты фирменной прошивки | iWRAP, HCI, Custo м | | HCI | iWRAP, HCI, Custo м | Full Bluetooth Low Energy stack |
| Габаритные размеры, мм | 35×14×2,3 | 26×14×2,4 | 17,1×11,6×2,6 | 35×14×3,5 | 18,1×12,05×2,3 |
| Поддерживаемые Bluetooth-профили | SPP, DUN, HFP, HSP, HID, AVCRCP, DI, PBAP, OPP, FTP, HDP | | HCI over UART, CSPI, SDIO | SPP, DUN, HFP, HSP, HID, AVRCP, DI, PBAP, OPP, FTP, HDP | Custo м с BG Toolkit |



Рис. 5. Отладочный комплект SDK-BLE112-Bluegiga

автономная работа без подзарядки. Благодаря использованию специального алгоритма, при котором передатчик включается только на время передачи данных, в Bluetooth 4.0 удалось достигнуть ультранизкого энергопотребления. В спецификации Bluetooth 4.0 предусмотрено два типа устройств: Single-mode и Dual-mode. Базовые чипсеты Single-mode поддерживают работу только в соответствии со спецификацией 4.0. Чипсеты Dual-mode могут работать как с поддержкой Bluetooth 3.0, так и с поддержкой 4.0.

Таким образом, устройства Single-mode предназначены прежде всего для беспроводных миниатюрных электронных датчиков, использующихся в медицине, спортивных тренажерах, миниатюрных сенсорах [7, 8]. Серия Bluegiga BLE (Bluegiga Low Energy) позволит производителям выйти на новый уровень миниатюрных переносных Bluetooth-устройств с батарейным питанием.

Отладочный комплект SDK-BLE112-Bluegiga (рис. 5) позволяет адаптировать стек низкого

энергопотребления для совместной работы с другими устройствами. Так, например, используя стек HSD, можно легко настроить миниатюрные датчики Bluetooth для совместной работы с сертифицированным медицинским оборудованием производства различных фирм.

В конце 2011 г. предполагается выпуск новых моделей со специальными уровнями Bluetooth, которые предназначены для работы с такими приложениями, как:

- датчики сердечного ритма;
- шагомеры;
- тонометры;
- глюкометры;
- медицинские весы;
- брелоки для ключей;
- беспроводные ключи;
- беспроводные карты доступа;
- клавиатуры, мыши и принтеры.

Технология низкого энергопотребления Bluetooth 4.0 является открытым стандартом, разработанным группой SIG для общего пользования. Технология тестировалась на совместимость практически со всеми устройствами известных мировых производителей Bluetooth-оборудования. Поэтому у разработчиков, использующих серию BLE, есть полная уверенность в том, что их оборудование не будет конфликтовать с другими изделиями, удовлетворяющими протоколам Bluetooth 4.0.

Перечисленные выше направления возможных приложений BLE имеют огромный потребительский рынок. Поэтому будущее технологии Bluetooth 4.0 представляется достаточно перспективным. По оценкам специалистов, продукция с поддержкой Bluetooth 4.0 BLE, Dual-mode в ближайшие годы вытеснит

с рынка оборудование, поддерживающее только предыдущие версии 1–3.

В настоящее время доступны следующие модули с поддержкой eHealth:

- WT12-A-HDP391;
- WT11-A-HDP391;
- WT41-A-HDP391.

Bluetooth-серверы и точки доступа Bluegiga

Кроме отмеченных выше базовых модулей, Bluegiga производит также Bluetooth-серверы и точки доступа с поддержкой eHealth: AX4, AP3241, AP3201.

Технические характеристики Bluetooth-серверов и точек доступа производства Bluegiga приведены в таблице 2.

Точка доступа AP3241

Самая последняя разработка в этой серии — модель AP3241. Точка доступа AP3241 предназначена для использования именно в медицинских и M2M-приложениях и позволяет организовывать связь Bluetooth-терминала с другими Bluetooth-устройствами, а также с сетями Wi-Fi, Ethernet, GSM/GPRS. Модель AP3241 обеспечивает полномасштабную TCP/IP-связь и позволяет работать одновременно с семью внешними Bluetooth-устройствами. Внешний вид AP3241 показан на рис. 6.

AP3241 имеет небольшие массо-габаритные показатели: 90×59×30 мм, 74 г (рис. 7).

Точка доступа AP3241 представляет собой миниатюрный интеллектуальный Bluetooth-контроллер, работающий под управлением ОС Embedded Linux. Операционная система, используемая в AP3241, имеет встроенные приложения, такие как SPP-over-IP, ObexSender, BluRoam. Access Point 3241 изготовлена на базе

Таблица 2. Технические характеристики Bluetooth-серверов и точек доступа производства Bluegiga

| Наименование параметра | AX4 | AP3241 | AP3201 |
|---|---|------------------------------|--|
| Спецификация Bluetooth | 2,1+EDR | | 2,0/2,1+EDR |
| Класс Bluetooth | 1 | | 1 (Configurable for Class 2) |
| Максимальная дальность действия, м | 1000 | | 200 |
| Количество одновременно обслуживаемых абонентов | 21 | 7 | 7 |
| Антенна | Внешняя | Внутренняя | Внутренняя/внешняя |
| Температурный диапазон, °C | 0...+60 | | |
| Максимальная скорость передачи, мбит/с | 2,1 | | |
| Вариант исполнения | В корпусе | В корпусе или печатная плата | |
| Интерфейсы | Ethernet, USB host, Wi-Fi | | Ethernet, USB host |
| Напряжение питания, В | 6–24 | | 9–24 |
| Управление сетью | BSM, Web-interface, SSH | | |
| Память | 128 Мбайт RAM, 1 Гбайт Flash | | 32 Мбайт RAM, 16 Мбайт Flash |
| Базовый модуль | Bluegiga WT41 | | Bluegiga WT11-A/E |
| Поддержка хост-приложений | Да | | |
| Операционная система | Linux | | |
| Вес, г | 340 | | 74 |
| Размеры, мм | 188×120×33 | | 90×59×30 |
| Поддерживаемые Bluetooth-профили | SPP, OBEX OPP, FTP, PAN, LAN Access, DI | | SPP, OBEX OPP, FTP, PAN, LAN Access, DI, HDP |



Рис. 6. Внешний вид точки доступа AP3241



Рис. 7. Точка доступа AP3241 миниатюрная и легкая

нового модуля WT41 и соответствует требованиям стандарта Bluetooth 2.1+EDR, Class 1.

При необходимости AP3241 можно переключать на режимы работы с меньшей мощностью в соответствии с требованиями Class 2, 3 (1–30 м).

Аппаратная часть AP3241 включает в себя центральный процессор, Bluetooth-модуль, интерфейсы взаимодействия с другими системами связи, интерфейсы для подключения внешних устройств, систему питания. В данной модели используется процессор ARM9, 200 МГц. Особенности AP3241:

- Ethernet 10/100 Мбит/с, RJ-45;
- порт USB 2.0 (Full-Speed USB, host port);
- питание 9–24 В, 400 мА;
- светодиодные индикаторы режимов работы;
- звуковая сигнализация.

В модели AP3241 реализована внешняя проводная связь через Ethernet (10/100). Имеется поддержка МХП. Автоматическая настройка позволяет выбирать конфигурации ADHCP или Zeroconf. Поддерживаются все стандартные опции Linux/Ethernet. Есть возможность установки Firewall.

В данной модели нет встроенных GSM/GPRS- и Wi-Fi-модулей. Для связи по GSM/GPRS- и Wi-Fi-каналам используются USB-модемы известных мировых производителей (Nokia, Siemens, Enfora, AmbiCom, D-Link, SMC Networks и др.). Эти модемы подключаются к шлюзу через USB-порт.

При включении питания AP3241 определяет подключенный модем и автоматически устанавливает GPRS- или Wi-Fi-соединение. В случае Wi-Fi необходимо предварительно определить точку доступа. Пользователь может также в ручном режиме установить соединение GPRS или Wi-Fi.

При работе в сети осуществляется следующая сервисная поддержка:

- SSH — клиент или сервер;
- WWW — клиент или сервер;
- FTP — клиент или сервер;
- CIFS — клиент;
- NFS — клиент или сервер.

Базовые опции CIFS и NFS определяются из Windows, Linux, OS X. Дополнительные сервисные функции могут быть установлены по требованию заказчика. Через USB-порт можно также подключить дополнительный Bluetooth-модем или внешнюю память. Память в шлюзе AP3241 составляет 32 Мбайт RAM и 16 Мбайт Flash. Имеются часы реального времени, сторожевой таймер, внешняя кнопка принудительной перезагрузки.

В модели поддерживаются профили OBEX OPP, OBEX FTP, SPP, PAN-NAP, PAN-GN, PAN-U, DID, L2CAP. В следующих моделях запланирована поддержка HDP A2DP. В настоящее время AP3241-A выпускаются только со встроенной антенной.

Основные стандартные варианты применения AP3241 следующие:

- Использование AP3241 Bluetooth RFCOMM в качестве клиента, который принимает все входящие вызовы и откликается на них.
- Использование AP3241 в качестве клиента, который запрашивает пароль на прием входящего вызова и после его получения принимает вызов.

- Работа с интерфейсом iWRAP, когда клиент может работать как с AP3241, так и с удаленным сервером или терминалом. При этом AP3241 посылает вызов, ожидает ответ, высвечивает его, анализирует и рассылает дальше.
- Работа с приложениями M2M, в которых используется процедура согласования кодов доступа между различными удаленными устройствами.
- Создание приложений пользователя с помощью программного обеспечения ObexSender.

Сервер Bluegiga AX4

Bluegiga Access Server AX4 отличается от шлюза AP3241 дополнительными функциональными возможностями, показанными в таблице 2. Сервер поддерживает соединение с сетями Bluetooth, Ethernet, Wi-Fi, GSM/GPRS/3G.

В сервере используется расширенный диапазон напряжений питания 6–24 В. По сравнению со шлюзом AP3241 в AX4 значительно увеличен объем памяти: 128 Мбайт RAM, 1 Гбайт Flash. Сервер AX4 имеет внешнюю Bluetooth-антенну, слот microSD и держатель SIM-карты (рис. 8).



Рис. 8. Внешний вид сервера AX4

В настоящее время выпускаются следующие модели серверов:

- AX4-3 Bluetooth Radios-Wi-Fi;
- AX4-3 Bluetooth Radios-Wi-Fi-GPRS (2,5G);
- AX4-3 Bluetooth Radios-Wi-Fi-3G.

Все модели поддерживают 21 одновременное соединение по каналу Bluetooth и поставляются со встроенными платами Wi-Fi. Различие между моделями заключается во встроенном модуле GSM/GPRS/3G [10].

Применение устройств Bluegiga

В качестве одного из многочисленных примеров использования шлюзов Bluegiga в медицине можно привести продукцию шведской компании Ortivus AB. Среди изделий этой фирмы наиболее известен беспроводной кардиомонитор CoroNet, обеспечивающий непрерывный контроль ЭКГ. Данные с кардиомонитора по каналу Bluetooth постоянно передаются на шлюз, который затем пересылает их лечащему врачу. Монитор постоянно находится у больного и позволяет получать динамику изменения ЭКГ в течение нескольких суток в различных режимах поведения больного. В случае выхода измеряемых значений за заданные пределы на пульт экстренной помощи передается аварийный сигнал.

В процессе работы врачам приходится подписывать огромное количество рецеп-

тов, историй болезни, деловых бумаг и т. д. Всю эту документацию необходимо обрабатывать и где-то хранить. Существенно сократить затраты и время на рутинные бумажные мучения помогают цифровые ручки. Поэтому во многих странах мира все большую популярность приобретает направление, связанное с цифровыми беспроводными ручками (Wireless Digital Pen). Выглядит цифровая ручка примерно так же, как и обычная чернильная. Это устройство обладает свойством собирать, обрабатывать и передавать информацию о том, кто, где, когда, какой именно ручкой и на какой конкретно бумаге написал что-либо от руки. Базовыми элементами Wireless Digital Pen являются миниатюрная видеокамера, цифровой блокнот со специальной «цифровой бумагой» и микропроцессорная система обработки данных. Вес, размеры и цена цифровой ручки и цифрового блокнота значительно меньше, чем портативных компьютеров. Кроме того, заряда аккумуляторов для современных цифровых ручек хватает на несколько суток работы.

Наиболее распространены беспроводные цифровые ручки, которые позволяют передавать написанный от руки текст в оцифрованном виде по Bluetooth-каналу на переносное запоминающее устройство, на микрокомпьютер или обычный стационарный компьютер, где информация сохраняется в виде стандартного текстового или графического файла.

Такие цифровые ручки могут быть использованы в комплекте с AP3241. Информация от всех цифровых ручек, находящихся в зоне действия точки доступа, обрабатывается и передается на центральный сервер по Ethernet, Wi-Fi или GSM/GPRS-каналам.

В качестве примера использования Wireless Digital Pen в комплекте с AP3201 можно привести продукцию шведской фирмы Anoto Group. Компания имеет дистрибьюторскую сеть, состоящую в настоящее время более чем из трехсот компаний в сорока странах мира. Часть продукции Anoto комплектуется серверами и точками доступа Bluegiga.

Серверы и точки доступа Bluegiga хорошо известны и широко используются разработчиками медицинского оборудования во всем мире. В настоящее время данные устройства используются более чем в 170 фирмах по всему миру. ■

Литература

1. <http://www.continuaalliance.org/index.html>
2. http://ec.europa.eu/health/medical-devices/dialogue-parties/working-groups/index_en.htm
3. Health and Medical Webinar. Bluegiga Technologies. 2011.
4. Bluegiga eHealth Product Guide. Bluegiga Technologies. 2011.
5. iWRAP4. User Guide. V. 3.9. March, 2011.
6. WT11. Bluegiga. Datasheet. 2010.
7. <http://www.bluetooth.com>
8. <http://www.bluetooth.com/Pages/Low-Energy.aspx>
9. BLE112. Bluegiga. Datasheet. V. 0.91. January, 2011.
10. Bluegiga access devices. User Guide. V. 4.3. April, 2011.