



Анте Рестович



Иво Стоян



Ивица Чубич

Анте Рестович, Иво Стоян, Ивица Чубич

Эрикссон Никола Тесла а.о., Сплит, Хорватия
Ericsson Nikola Tesla d.d., Split, Croatia

Ключевые слова:

Bluetooth технология
беспроводной связи
Дистанционное
управление, ДУ
Бытовая автоматизация
Бытовой шлюз
Многомодальный
интерфейс пользователя

Key words:

Bluetooth wireless
technology
Remote control

Home automation
Residential gateway
Multimodal user
interface

Bluetooth® технология беспроводной связи и ее применение¹

Резюме

Возрастающее число мобильных электронных устройств с мощными процессорами, емкой памятью и улучшенными возможностями в целом, отражается и на запросы пользователей, связанные с их взаимной коммуникацией, преимущественно, данными. Непосредственная коммуникация подразумевает опознавание устройства и услуги и согласование параметров, а также саму коммуникацию в реальном времени. Bluetooth беспроводная технология создана для удовлетворения запросов, относящихся на непосредственную ближнюю коммуникацию между электронными устройствами.

В статье описана Bluetooth технология беспроводной связи и представлены ее возможные применения на примере различных технологических прототипов. Прототипы разработаны в рамках совместного проекта исследовательских отделов Института телекоммуникации компании Эрикссон Никола Тесла в Загребе и Факультета электротехники, машиностроения и кораблестроения Университета города Сплита.

BLUETOOTH WIRELESS TECHNOLOGY AND ITS USAGE

Abstract

Increasing number of electronic mobile devices with power processors, big memory and advanced overall capabilities leverages users' demands for their mutual, mainly data, communication. This communication implicates device and service inquiry, negotiation of communication parameters and real time communication itself. Bluetooth wireless technology has been designed to meet these requirements in proximity.

This article gives an overview of Bluetooth wireless tech-

¹ Защитный знак BLUETOOTH® собственность Bluetooth SIG, Inc.

nology and presents possible Bluetooth applications in different prototypes. Prototypes have been developed within joint projects of the Research department of the Research and Development Center in Ericsson Nikola Tesla and Faculty of Electrical Engineering, Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Split.

1. Введение

По общему мнению теоретиков, занимающихся общественными проблемами, потребности в коммуникации и мобильности находятся на одном из первых мест потребностей человека. Именно с этой точки зрения следует рассматривать прогрессивный рост числа пользователей услуг мобильных сетей связи, продолжающийся уже более десятка лет. Этому способствовали технологические разработки в разных областях, но все же это недостаточно для объяснения такого повсеместного распространения и взлета мобильных коммуникаций и их проникновения во все поры человеческого бытия.

С другой стороны, жизненность закона Гордона Мура (*Moore*), согласно которому мощность процессора по единице поверхности удваивается каждые восемнадцать месяцев, обеспечивает постоянную миниатюризацию процессоров и, параллельно с развитием батарей, экрана и передовых пользовательских интерфейсов, ведет к избытию экономически доступных компьютеров, размера ладони, под названием «Персональный цифровой секретарь», PDA (*Personal Digital Assistants*). Так как от малых компьютеров ожидается все, что предлагают их «большие» братья - персональные компьютеры PC, коммуникация с остальными устройствами и соединение с сетью Интернет подразумевается и в классе малых компьютеров.

Количественный рост и рост функциональности электронных устройств, параллельно с постоянно присутствующей тенденцией их взаимосвязи, ведет к значительному росту числа требующихся проводов и кабелей. И в результате, большинство пользователей компьютеров сталкивается с проблемой множества кабелей, ставшей для некоторых художников источником вдохновения (Рис. 1).

Потребность в персональной мобильности и комфорте, который она обеспечивает, очень давно опознали производители телефонных аппаратов, и, вначале, предложили аналоговые, а затем и цифровые аппараты (популярный стандарт DECT), которые обеспечивают бесплатную мобильность в течение телефонного разговора в ограниченном пространстве (квартира или дом).

Самым известным решением вычислительной техники является беспроводная локальная сеть WLAN (*Wireless LAN*) или беспроводный Ethernet (*Wireless Ethernet*). Технология WLAN использует некоммерческие частотные полосы 2,4 и 5 ГГц. Кроме мобильности, ограниченной несколькими десятками метров в здании, технология решает и проблемы инфраструктуры, так как построение проводной инфраструктуры не в состоянии идти вслед за ростом числа устройств, требующих подключения к какой-то сети.

Последние в очередь на объединение в сеть поступили малые электронные устройства, которые все еще имеют ограничения, прежде всего, когда речь идет об автономности и мощности батарей, применение существующих технологий не обеспечивает оптимум. Проблемой являются и различные стандарты, которые, если обладают правом защиты патента и собственности, дополнительно увеличивают стоимость применения.

Bluetooth технология беспроводной связи вначале разработана для беспроводной связи между мобильными аппаратами и их расширениями. Описание беспроводной технологии Bluetooth дано в следующей главе. В третьей, четвертой и пятой главе, в качестве примеров применения беспроводной технологии Bluetooth, описаны «электронные морские гавани» (*e-marine*), дистанционное управление и электронная помощь в ежедневной жизни (EADL).



Рис. 1. Miltos Manetas²: „Кабели на полу“, масляное полотно, 1999.

2. Bluetooth технология беспроводной связи

Развитие технологии беспроводной связи, Bluetooth, началось в компании Эрикссон в 1994 году исследованиями, целью которых была реализация экономически и технологически эффективного радио интерфейса, предназначенного для работы на малых расстояниях, с низким потреблением энергии для мобильных устройств. Название Bluetooth выбрано в честь датского короля Гаральда, по прозвищу Синий Зуб (*Harald Bluetooth*), жившего в 910-940 годах и прославившегося объединением Дании и Норвегии. В 1998 году создана особая интересная группа, SIG (Special Interest Group), для развития и стандартизации интерфейса Bluetooth. Эта группа сегодня насчитывает свыше 2000 членов, а возглавляют ее специалисты компании Ericsson, Nokia, Toshiba, Intel и IBM. Спецификация этой технологии объявлена в 1999 году. В марте 2002 года институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, IEEE, рабочая группа 802.15.1 по стандартизации персональных сетей, PAN (*Personal Area Network*), усвоила беспроводный стандарт Bluetooth.

2.1. Основные свойства беспроводной технологии Bluetooth

Беспроводная технология связи Bluetooth обеспечивает соединение портативных и стационарных компьютеров, вычислительного оборудования, мобильных телефонов, камер и других цифровых устройств с помощью беспроводных связей, на сравнительно малых расстояниях.

Другими словами, эта технология обеспечивает коммуникацию между устройствами и беспроводную связь этих устройств посредством Bluetooth точек доступа с сетью для передачи речи, или с сетью Интернет, с применением больших скоростей. Это предполагает, что Bluetooth радио и контрмер основной полосы могут быть встроены

в устройство (камера, клавиатура, наушники, мобильный телефон), или соединены посредством универсальной последовательной шины USB (*Universal Serial Bus*) и последовательного подключения, или с помощью карты-адаптера для подключения к портативному компьютеру (*PC card*) или какому-то другому устройству пользователя (Рис. 2.). Основными характеристиками этой технологии являются надежность и значительная экономическая эффективность, а также малое потребление мощности и энергии.

2.1.1 Частотная полоса и RF каналы

Bluetooth устройства работают в некоммерческой радиочастотной (RF) полосе от 2.4 ГГц до 2.4835 ГГц, т.е. в так называемой промышленно-научно-медицинской полосе, ISM (*Industrial-Scientific-Medicine*). Так как полоса ISM открыта для всех, радио системы, работающие в этой частотной полосе, должны быть рассчитаны таким образом, чтобы могли успешно преодолевать проблемы интерференции и затухания (*fading*) т.е. изменения мощности сигнала. Эти проблемы решает технология скачкообразной смены рабочей частоты с расширением спектра, FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*).

Применение технологии Bluetooth делит располагаемую частотную полосу (83.5 MHz) на 79 коммуникационных каналов, ширины 1 МГц. В течение коммуникации радио приемопередатчики переключаются между каналами псевдослучайным способом. Другими словами, в Bluetooth каналах применяется схема скачкообразной смены рабочей частоты и двусторонней передачи с временным разделением. Канал разделен на временные интервалы длительности 625 мсек, а для каждого отдельного временного интервала определяется другая частота переключения. В результате, номинальная частота равняется 1600 переключений в секунду.

Две или больше единиц, использующих один и то же канал, образуют сеть, названную пикосе-



Рис. 2. Bluetooth беспроводная система

тью (*piconet*). В этой сети одна единица ведет себя как ведущая (*master*), управляя нагрузкой в пикосети. Остальные единицы ведомые (*slave*). Чтобы устройства могли общаться, они должны работать синхронно и употреблять одинаковую последовательность переключения частоты. Устройства Bluetooth в пикосети синхронизируют свой такт в соответствии с генератором такта ведущей единицы. Последовательность переключения также определяет ведущая единица.

В каждом временном интервале возможен обмен пакетами между ведущей и ведомой единицами. Формат пакета определен стандартом, согласно которому каждый пакет состоит из кода доступа (72 бита), заголовка (54 бита) и полезной нагрузки пользователя (*payload*) с количеством битов от 0 до 2745. Код доступа служит для идентификации и синхронизации устройства, а заголовок содержит управляющие информации (Рис. 3.). Длина пользовательской части переменная (*changeable*).

Код доступа	Заголовок	Часть пользователя
72 бита	54 бита	0-2745 бита

Рис. 3. Стандартный формат пакета

Стандарт определяет и два типа физических соединений, которые поддерживают передачу речи и данных, а именно:

- Синхронная линия связи, ориентированная на соединение (SCO link - *Synchronous Connection Oriented link*);
- Асинхронная линия связи без соединения (ACL - *Asynchronous Connectionless Link*).

Синхронная линия связи, ориентированная на соединение, поддерживает соединения двухточечного типа (*point-to-point*). Употребляется для передачи речи высокого качества, с использованием пакетов, HV (*High quality Voice*). Передача может осуществляться и с использованием пакетов данных, DV (*Data Voice*), в которых передаются и данные и разговор.

При передаче с помощью SCO линии связи можно использовать схему упреждающей коррекции ошибок FEC (*Forward Error Correction*). Пакеты HV не включают контроль циклическим избыточным кодом CRC (*Cyclical Redundancy Check*) и никогда не посылаются повторно. Целью использования схемы FEC при передаче данных является уменьшение числа повторных передач. Одновременно можно осуществить три речевых соединения со скоростью передачи равной 64

кбит/сек.

Асинхронная линия связи без соединения поддерживает передачу ACL пакетов, в которых передается пользовательская и управляющая информация в одном, или нескольких временных интервалах (1, 3 и 5), с или без применения схемы упреждающей коррекции ошибок FEC.

Стандарт определяет и два типа физических соединений, поддерживающих передачу речи и данных (Таблица 1.).

Симметричный (кбит/сек)	Асимметричный (кбит/сек)	
108.8	108.8	108.8
172.8	172.8	172.8
256.0	384.0	54.4
384.0	576.0	86.4
286.7	477.8	36.3
432.6	721.0	57.6

Таблица 1. Возможные скорости передачи данных при ACL связи

Так как радио Bluetooth действует в открытом радиочастотном спектре, предназначенном для некоммерческого использования (*ISM Band, Industrial, Scientific and Medical Applications of Radio*), радио интерфейс должен быть оптимизирован таким образом, чтобы был в состоянии решать проблемы интерференции и затухания сигнала. Для уменьшения влияния интерференции используется следующее:

- Технология скачкообразной смены рабочей частоты большой скорости (1600 переключений/сек) в комбинации с короткими пакетами, (если пакет потеряется, потеряна лишь малая часть сообщения);
- Схема упреждающей коррекции ошибок FEC;
- Схема автоматической ретрансляции, т.е. повторной передачи (ARQ - *Automatic Retransmission Query*) пакетов при передаче данных;
- Надежная схема кодирования речи, которая никогда не передается повторно, основывается на дельта-модуляции с переменной крутизной (CVSD - *Continuous Variable Slope Delta*).

2.1.2 Объединение в сеть

Когда Bluetooth приемопередатчики находятся внутри досягаемости, они могут создать специальную (*ad hoc*) сеть. В этой сети одно из устройств будет ведущим, а остальные ведомыми. Важно напомнить, что ведущим может быть любое из устройств. По дефиниции, устройство, которое устанавливает соединение, принимает роль ведущего. Объединение в сеть устройств Bluetooth выполняется согласно определенной очередности действий (Рис. 4.).



Рис. 4. Действия устройства Bluetooth в сети

Состояния Bluetooth устройств:

- *Standby* – состояние, в котором устройство Bluetooth ожидает на подключение к пикосети (piconet);
- *Inquire* – состояние, в котором устройство Bluetooth ищет устройство, которое ему обеспечит требуемую услугу;
- *Page* – состояние, в котором устройство Bluetooth требует установление соединения с определенным устройством;
- *Connected* – состояние активности Bluetooth устройства в сети Piconet;
- *Park/Hold* – состояния малого потребления энергии, когда устройства Bluetooth ожидают запрос на услугу от ведущего устройства.

Все пользователи внутри одной piconet сети делят один и тот же канал, т.е. с увеличением чис-

ла устройств в этой сети, пропускная способность по пользователю резко снижается. Несколько пикосетей, которые взаимно не синхронизированы, образуют scatternet сеть. Связь между пикосетями осуществляется с помощью одного из Bluetooth устройств, включенного в две или несколько пикосетей. Максимальное число пикосетей, образующих scatternet сеть, не может быть более 10.

Для обеспечения защиты использования и тайности информации, технология Bluetooth реализует стандарты надежности. Применение скачкообразной смены частоты и малая мощность излучения, представляют первый уровень защиты данных. Второй уровень защиты осуществляется использованием четырех различных элементов:

- Явного адреса Bluetooth устройства (BD ADDR), единственного для каждого пользователя, или для каждой Bluetooth единицы;
- Двух тайных ключей (ключ для проверки исправности соединения длины 128 битов, и ключ для кодирования данных длины 8 - 128 битов);
- Случайного номера, нового для каждой транзакции, т.е. операции связи.

Программы для проверки исправности соединения и для кодирования реализованы в каждой Bluetooth единице одинаковым образом.

2.2. Возможности применения технологии Bluetooth

Основными областями применения технологии Bluetooth являются: замена кабеля, осуществление специальной персональной ad hoc сети, а также создание точек доступа для подключения пользовательских терминалов к существующим сетям передачи речи и данных (Рис. 5.).

Привлекательные возможности применения технологии Bluetooth проявляются при осуществлении:

- Интерактивной конференции, т.е. беспроводный обмен данными между участниками конференции;
- Интернет моста, т.е. подключение к сети Интернет посредством сетей LAN, PSTN, xDSL, ISDN, GSM, GPRS, UMTS;
- Рабочего стола без кабелей, т.е. подключение периферийных устройств к персональному компьютеру без кабелей;
- Автоматической синхронизации данных между разными цифровыми устройствами (мобильным телефоном, портативным и карманным компьютерами);
- Трех телефонов в одном устройстве, при чем GSM-Bluetooth мобильный телефонный аппа-



Рис. 5. Модели использования технологии Bluetooth

рат позволяет осуществление разговоров посредством мобильной сети, или телефонной сети общего пользования PSTN, на работе или дома, а также внутреннюю связь с другим Bluetooth устройством, поддерживающим речевую коммуникацию.

Группа по разработке стандарта Bluetooth постоянно работает на усовершенствовании технологии беспроводной связи Bluetooth и на реализации новых Bluetooth профилей, которыми расширяется область использования этого беспроводного стандарта. Кроме того, комбинируя существующие профили и основные возможности технологии Bluetooth, можно проектировать сложные информационно-коммуникационные решения.

2.3. Состояние технологии в настоящее время

Новая спецификация беспроводной технологии связи, Bluetooth, усвоена в ноябре 2003 года. Ревизия Bluetooth стандарта 1.2 совместима с ревизией стандарта 1.1, а содержит следующие улучшения:

- Анонимный способ работы, обеспечивающий скрытие адреса Bluetooth устройства с целью защиты пользователя от отслеживания;
- Адаптивная скачкообразная перестройка частоты (AFH - *Adaptive Frequency Hopping*), которая улучшает стойкость к ошибкам радио интерфейса, что достигается избеганием передачи по многократно занятым частотным каналам;
- Более качественная передача голоса, полученная лучшей обработкой сигнала и использованием разных методов кодирования;
- Уменьшено время, требуемое для нахождения

Bluetooth устройства и установления связи, которое сейчас составляет в среднем 1 секунду.

В ноябре 2004 года группа, занимающаяся разработкой Bluetooth беспроводного стандарта (Bluetooth SIG), представила новую ревизию Bluetooth стандарта, версию 2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate* – Улучшенная скорость передачи данных). Новая ревизия стандарта мотивирована улучшением существующих сценариев использования, которые требовали большую пропускную способность, таких как передача звука с CD качеством, передача цифровых фотографий, а также быстрая передача данных на лазерные принтеры, и т.п. Ниже перечислены основные улучшения, вносимые версией 2.0 + EDR Bluetooth стандарта:

- Скорость передачи данных увеличена в три раза;
- Меньшее потребление энергии;
- Улучшено качество передачи данных (меньшая частота ошибок по битам, BER - *Bit Error Rate*).

Наряду с новыми улучшениями обеспечена и совместимость с Bluetooth устройствами, основанными на версиях спецификаций 1.1 и 1.2.

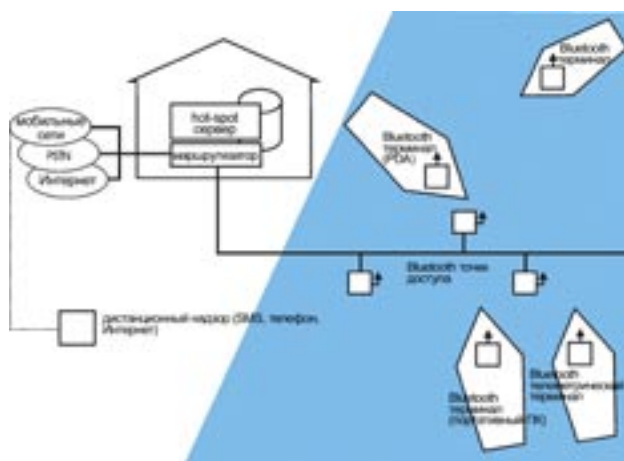
Группа по разработке стандарта Bluetooth намеревается в 2005 году продолжить работу на улучшении надежности и характеристик. Кроме того, новостью является и обещаемая поддержка многоадресной передачи (multicast), и увеличение досягаемости устройства с сохранением мощности излучения.

3. Электронные морские гавани (*E-marine*)

Ныне люди не любят оторваться своих повседневных навыков коммуникации (коммуникации речью, электронной почты, услуг Интернет и www) ни в течение путешествий или отпуска. Пользователи носят с собой портативные и карманные компьютеры и путешествуя, и поэтому им нужна коммуникационная инфраструктура в самых различных местах. Недостаток коммуникационной инфраструктуры общего пользования особенно выражен в морских гаванях, хотя в них туристический сезон длится почти целый год и всегда есть много туристов. Морские гавани уже по самой своей природе, близости моря и насыщенности воздуха солью, неблагоприятная среда для классической стационарной инфраструктуры связи.

Совместными исследовательскими проектами (*Kirka, Kalipso* и *e-marine*) компании Эрикссон и Факультета электротехники, машиностроения и кораблестроения Университета города Сплита (FESB) разработана Интернет инфраструктура с активной точкой (*hot-spot*) для гаваней с Bluetooth беспроводным пользовательским доступом. Применяемость беспроводной технологии Bluetooth основывается на ожидаемой распространенности пользовательских устройств, которые ее поддерживают. Интересно заметить, что устройство Bluetooth может и в 2000 раз иметь меньшее радиоизлучение по сравнению с мобильным телефоном.

Рис. 6. Схема hot-spot инфраструктуры в морской гавани



Интернет инфраструктура с активной точкой (*hot-spot*) это решение связи, применяющее беспроводный доступ к речевым услугам и услугам передачи данных на ограниченном пространстве с ярко выраженной неустойчивостью числа пользователей (Рис. 6.). Технологической основой является протокол управления передачей/Интернет протокол, TCP/IP, и беспроводная технология Bluetooth.

Пользовательский сценарий в задуманной электронной морской гавани (*e-marine*) предусматривает, что мореплавателю, который зимой держит свое судно на якоре в гавани, не волнует за свое судно и знает что с ним все в порядке. Он может следить за состоянием своего судна посредством Интернета, благодаря встроенному на корабле телеметрическому Bluetooth устройству и услуге дистанционного надзора над кораблем. Услуга дистанционного надзора над состоянием корабля исключительно полезна и для служащих гавани, так как обо всех инцидентах на доверенных им кораблях они получают своевременные сообщения. В течение отпуска автоматически регистрируется каждое отбытие и возвращение судна в гавань, что обеспечивает надзор над наличием свободных мест и значительно облегчает управление гаванью. В распоряжении нашего мореплавателя разные услуги, такие как, например, дистанционная регистрация прибытия и отбытия, или просмотр долга за предоставленные услуги.

Кроме поддержки основному деловому процессу, туристам предлагаются и разные дополнительные услуги во время их пребывания в гавани. Примером пользовательской услуги в Интернет hot-spot гавани является быстрый доступ к сети Интернет из комфортабельности их собственного судна. Пользователи, подключающиеся к сети Интернет посредством беспроводного Bluetooth интерфейса, достигают скорости в диапазоне от скорости ISDN подключения (в случае 3 пользователей по точке доступа) до скорости цифровой линии DSL (в случае 1 пользователя по точке доступа), а это значит, в 2 до 6 раз быстрее аналогового модема посредством телефонной сети общего пользования.

Интернет hot-spot инфраструктура является платформой, позволяющей развитие новых локальных услуг. Новые услуги просто интегрируются в деловой процесс гавани и таким образом улучшают их функционирование и деятельность. Примерами таких услуг являются IP телефония, электронный рынок, и т.п.

Разработано приложение для морских гаваней на платформе персонального цифрового секретаря PDA, для дистанционной регистрации прибытия



Рис. 7. Приложение для морских гаваней на PDA

тия и отбытия судна из гавани, а также изменения места стоянки (Рис. 7).

Интернет hot-spot инфраструктура с Bluetooth беспроводным доступом пользователя может вписаться в существующую информационную систему поддержки деятельности морских гаваней или, если нет такой системы, может быть хорошей основой (аппаратное и программное обеспечение) для информатизации гаваней.

4. Универсальный Bluetooth пульт дистанционного управления

Число электронных устройств и соответствующих устройств дистанционного управления (ДУ) в обычном применении постоянно увеличивается. ДУ часто мало отличаются между собой и нередко объединяют идентичные функции, что может усложнить дистанционное управление. Электронная промышленность реагировала на эту проблему разработкой универсального ДУ. Существование различных стандартов для передачи управляющих данных, а также большое число различных комплектов функций для различных электронных устройств значительно усложняет проектирование универсального устройства ДУ. Ситуацию облегчает то, что большинство стандартов использует инфракрасную технологию для передачи сигналов управления. ДУ обычно поступают на рынок уже подстроенные для группы устройств, или содержат функцию обучения, но для этого требуется оригинальное устройство ДУ. Все это отрицательно влияет на первоначальную идею о комфортном и простом универсальном ДУ.

Новый подход включает применение программируемых платформ, таких как, карманные компьютеры или передовые мобильные телефоны для проектирования универсального ДУ с возможностью считывания, генерирования и пред-

ставления разных пользовательских интерфейсов. Применение беспроводной технологии Bluetooth позволяет передачу конфигурационной информации, а также двустороннюю коммуникацию между ДУ и электронным устройством и значительно упрощает этот процесс.

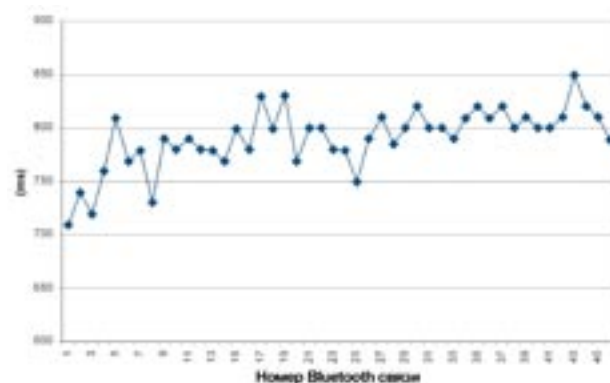
4.1. Беспроводная технология Bluetooth в приложениях дистанционного управления

Основные свойства технологии Bluetooth, такие как низкое потребление энергии, устойчивость, низкая стоимость и глобальное присутствие, обеспечивают ее применимость при развитии приложений дистанционного управления.

Каждое устройство, оснащенное Bluetooth технологией, может установить беспроводную связь с максимально семью устройствами на расстоянии до 10 метров. Следующей существенной характеристикой при проектировании дистанционного управления с применением Bluetooth технологии была скорость установления связи. Bluetooth связь устанавливается во время управления, а для Bluetooth устройств версии 1.1 среднее время установления связи составляет менее 1 секунды (Рис. 8.). Более новые версии Bluetooth стандарта предусматривают дальнейшее сокращение этого времени. Если нет коммуникации между устройствами, устройство ДУ Bluetooth переходит в состояние меньшего потребления энергии (*park*). Таким образом, обеспечивается меньший расход энергии, а также улучшается качество процесса управления (минимальное время ожидания ответа).

Функциональная совместимость между Bluetooth устройствами разных производителей и применение различных пользовательских про-

Рис. 8. Время установления Bluetooth последовательной связи



филей и сценариев возможны при применении устройств, которые совместимы согласно спецификации Bluetooth SIG. Ниже перечислены Bluetooth профили, которые были существенными при проектировании универсального пульта ДУ Bluetooth:

- *Serial Port Profile* – Профиль последовательной связи, имитирует коммуникацию последовательного интерфейса, а в Bluetooth ДУ служит для передачи сигналов управления;
- *File Transfer Profile* – Профиль передачи файла, служит для передачи документов, а в ДУ Bluetooth служит для передачи списка управляющих функций от электронного устройства к универсальному ДУ Bluetooth.

Группа по разработке и развитию Bluetooth беспроводной технологии усвоила в мае 2003 года Bluetooth профиль для стандартизации дистанционного управления аудио и видео устройствами (AVRCP - *Audio/Video Remote Control Profile*). Однако дистанционное управление, описанное этим профилем, предназначено исключительно для аудио и видео устройств, что все еще поддерживает идею универсального ДУ Bluetooth.

4.2. Проектирование универсального устройства ДУ Bluetooth

Проектирование универсального устройства дистанционного управления Bluetooth (ДУ) состояло из трех основных фаз: разработки платформы для развития ДУ, разработки приложения ДУ, и создания документа конфигурации.

Работа с универсальным Bluetooth ДУ предполагает существование документа конфигурации на электронном устройстве, которым хотим управлять. Конфигурационный документ описывает функции устройства, или способ управления самим устройством. Процесс управления универсальным Bluetooth ДУ начинается осуществлением Bluetooth связи. Следующим шагом является передача документа конфигурации посредством Bluetooth беспроводной связи на ДУ, применяя при этом Bluetooth профиль, определенный для передачи документов (*File Transfer Profile*). Эту процедуру достаточно выполнить один раз, т.е. только в процессе подстройки ДУ для специфического электронного устройства. В следующей фазе приложение ДУ считывает конфигурационный документ и на основании этого документа генерирует графический интерфейс для процесса управления. Сейчас возможно управлять удаленным устройством с помощью универсального ДУ Bluetooth (Рис. 9). Bluetooth профиль последователь-

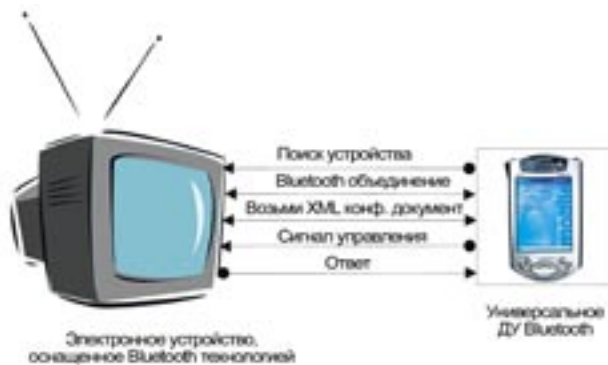


Рис. 9. Концепт универсального устройства ДУ Bluetooth

ной связи (*Serial Port Profile*) использован для передачи управляющей информации.

4.2.1 Платформа развития устройства ДУ

Для проектирования универсального ДУ Bluetooth, в качестве платформы развития выбраны карманные компьютеры с операционной системой PocketPC. В то время еще разрабатываемые, а сегодня общепринятые «умные» телефоны, базирующиеся на операционной системе Symbian, представляют идеальное решение для универсального ДУ Bluetooth.

Основными запросами, стоящими перед платформой развития универсального ДУ Bluetooth, наряду с поддержкой технологии Bluetooth, были также компактность, большой сенсорный экран, удобный для генерирования графического интерфейса и чувствительный на прикосновение, а также возможность развития собственных приложений.

4.2.2 Приложение устройства ДУ

Приложение дистанционного управления представляет центральную часть универсального ДУ Bluetooth, а служит для следующего:

- Выбора документа конфигурации,
- Передачи информации по последовательной связи (Bluetooth профиль последовательной связи),
- Передачи информации TCP/IP (Bluetooth профиль доступа локальной сети),
- Создания графического интерфейса на экране ДУ (Рис. 10.),
- Выбора способа передачи управляющей информации (Рис. 11.),
- Дистанционного управления, т.е. передачи информации о желаемом действии к удаленному устройству.

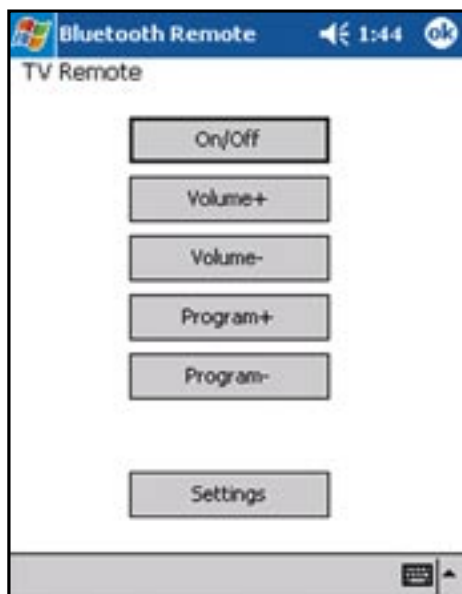


Рис. 10. Пример графического интерфейса

```
<Remote_Controller Name="TV Remote"
  BTADDR="0050CD111113">
  <Button>
  <B_Name>On/Off</B_Name>
  <Data>0</Data>
  </Button>
  <Button>
  <B_Name>Volume+</B_Name>
  <Data>1</Data>
  </Button>
  <Button>
  <B_Name>Volume-</B_Name>
  <Data>2</Data>
  </Button>
  <Button>
  <B_Name>Program+</B_Name>
  <Data>3</Data>
  </Button>
  <Button>
  <B_Name>Program-</B_Name>
  <Data>4</Data>
  </Button>
</Remote_Controller>
```

Рис. 12. Пример конфигурационного документа

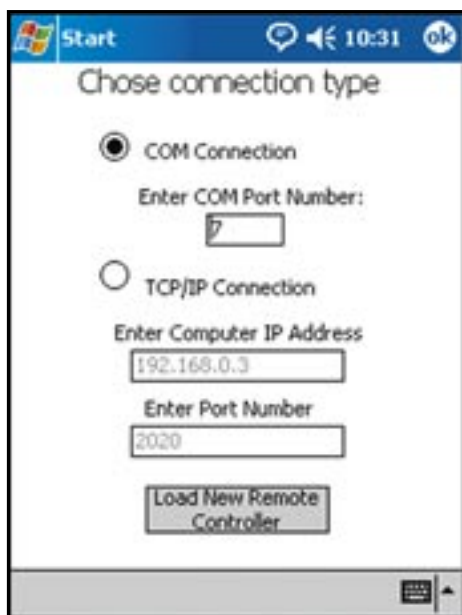


Рис. 11. Выбор способа передачи данных

4.2.3 Конфигурационный документ

Конфигурационный документ описывает способ управления функциями электронного устройства, которым намереваемся управлять (Рис. 12.). По идее предусматривается использование формального синтаксиса для описания функций, соответствующих протоколов, а также типа пользовательского интерфейса (меню, кнопка, ползунок).

Для составления конфигурационного документа использован синтаксис расширяемого языка разметки XML (*Extensible Markup Language*). Еще одним удобным решением было бы использование технологии обмена персональными данными (PDI - *Personal Data Interchange*), например, *vCard* и *vCalendar*.

4.3. Прототип устройства ДУ Bluetooth

Первая лабораторная модель универсального устройства ДУ Bluetooth разработана с целью обеспечения возможности управления приложением *MS Power Point* на удаленном компьютере.

Для развития универсального ДУ использован карманный компьютер Compaq iPAQ 3970. Приложение ДУ разработано с помощью встроенных визуальных инструментов (*Embedded Visual Tools*) для операционной системы Pocket PC 2002, Рис. 13. и 14.

Удаленный компьютер был оснащен картой для персональных компьютеров, Toshiba Bluetooth PC-MCIA, а управляющая информация, принятая с дистанционного контроллера посредством Bluetooth последовательной связи, управляла приложением *MS Power Point*.

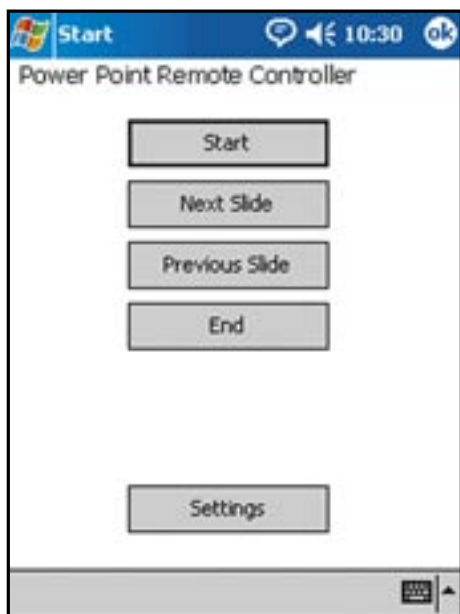


Рис. 13. Пример меню приложения устройства дистанционного управления ДУ

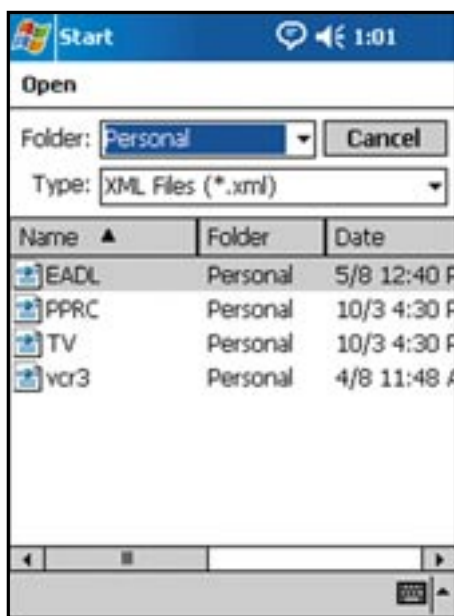


Рис. 14. Выбор конфигурационного документа / устройства дистанционного управления ДУ

5. Электронная помощь в быту

Число окружающих нас электрических устройств в современных домашних хозяйствах ежедневно увеличивается. Такое большое число разных устройств создает потребность простого управления ими в составе целостной, интел-

лектуальной бытовой системы. Повторяющиеся процедуры управления множеством устройств можно облегчить автоматизацией и, возможно, интеграцией с все более распространенными персональными вычислительными устройствами, а также объединением в сеть. Потребность автоматизации некоторых процессов особенно выражена между некоторыми категориями населения, например:

- Между людьми более старшего возраста и инвалидов, которым требуется помощь при выполнении ежедневных работ в домашнем хозяйстве;
- Между людьми, желающими управлять бытовыми системами и во время, когда находятся вне своего дома или квартиры;
- Между теми, кто проводит на работе много времени и для которых очень важным является каждый аспект сокращения времени, требуемого для выполнения бытовых работ.

В течение прошедших лет разработано множество технологий для построения систем бытовой автоматизации для разных электрических устройств. Хотя некоторые из этих технологий постепенно переросли в европейские и мировые стандарты, все еще ни одна из них не доминирует на рынке, а это значит, что существует большое число взаимно не совместимых решений. Кроме такой разнородности технологий, само понятие бытовой автоматизации, параллельно с развитием всюду присутствующей объединенной в сеть информатики, устарело и в настоящее время является лишь частью более широкого концепта – интеллектуальных бытовых систем. Эти системы объединяют бытовые электрические устройства, вычислительные устройства и разные сети доступа, что позволяет реализацию разнообразных услуг: коммуникации, развлекательных, обеспечения безопасности, и т.п.

Описанные тенденции в развитии бытовых систем можно заметить при наблюдении за нынешней ситуацией на рынке, а также за темами разработок и исследований. На рынке предлагается множество коммерческих решений, охватывающих только определенные сегменты бытовых систем, а в то же время исследовательские активности направлены на развитие и стандартизацию целостных решений. В конце 90-ых годов в компании Эрикссон существовал отдел новаторства, занимавшийся этой проблемой. Главной темой отдела были бытовые услуги, базирующиеся на стандартизированной бытовой платформе, которыми управляют независимые поставщики. В результате работы этого отдела создана инициатива открытого шлюза услуг OSGi (*Open Services Gateway initiative*).

В соответствии с современными тенденциями, в исследовательском отделе Института телекоммуникаций компании Эрикссон разработан прототип бытовой системы электронной помощи в ежедневной жизни EADL (*Environmental Aids in Daily Living*), который описан в продолжение статьи. Прототип реализован в качестве примера интеграции технологий из упомянутых областей в одну целостную бытовую систему. При реализации системы мы использовали технологию X10 для бытовой автоматизации, технологию Bluetooth для беспроводного объединения в сеть, ISDN телефонию и широкополосную сеть доступа для связи с внешним миром. Идеи и знания, генерированные при работе на проекте универсального ДУ Bluetooth, использованы и в проекте «Электронная помощь в ежедневной жизни», в которой универсальный ДУ Bluetooth используется как часть системы управления бытовыми электронными устройствами.

5.1. Концепт и технологии интеллектуального домашнего хозяйства

Между электрическими устройствами, применяемыми в быту, можно опознать пять главных групп устройств:

- Устройства бытовой автоматизации для управления освещением, электрическими устройствами и кондиционерами;
- Система обеспечения надежности – аварийные сигналы, сенсоры, видео надзор;
- Развлекательная электроника – аудио и видео аппаратура;
- Система коммуникации – телефон и Интернет;
- Сеть передачи данных – персональные, портативные и карманные компьютеры.

В каждой из перечисленных групп существует несколько технологий, которые, в основном, взаимно несовместимы. Так, например, в сегменте бытовой автоматизации можем выделить X10, *SeBUS* и *LonTalk* (в Америке), и *KNX* (в Европе). Возможность взаимодействия между устройствами развлекательной электроники постигается с помощью разных инициатив. Например, инициатива взаимодействия бытовой аудио и видео аппаратуры, *HAVi (Home Audio/Video Interoperability)*, а спецификация мультимедийной бытовой платформы, *MHP (Multimedia Home Platform)*, пытаются определить общий интерфейс между устройствами и интерактивными приложениями. При объединении в сеть передачи данных существуют технологии для реализации беспро-

водных персональных сетей, например, Bluetooth и ZigBee, а также для локальных беспроводных сетей, например, разные варианты стандарта WLAN (802.11a/b/g), HomeRF и HiperLAN. Проводное объединение в сеть возможно в виде классических сетей Ethernet и неэкранированной витой пары, UTP, а также использования домашней электрической сети (*HomePlug*) и домашней телефонной сети (*HomePNA*).

Категоризация сегментов бытовой системы может быть выполнена в зависимости от области применения, а также на основании носителя коммуникации, соответственно, в настоящее время устройства из отдельных сегментов можно объединить в сеть следующими четырьмя способами:

- Посредством сети электропитания – в основном используется для управления устройствами бытовой автоматизации, но также используется и для объединения в сеть передачи данных;
- Посредством телефонной линии – кроме домашней телефонной сети может использоваться и для объединения в сеть передачи данных;
- Посредством беспроводной сети – используется для установления персональных и локальных специальных (ad hoc) и инфраструктурных сетей;
- Посредством проводной Ethernet сети – самое лучшее решение для объединения в сеть передачи данных в новостройках.

Так как взаимосвязью этих групп можно значительно увеличить функциональность, целью интеллектуальной бытовой системы является объединение перечисленных устройств и технологий в интегрированную систему, в которой можно было бы осуществить следующее:

1. Обмениваться данными и управляющей информацией между всеми сегментами системы с целью реализации интеллектуального управления целой системой (например, при запуске репродукции какого-то развлекательного содержания уменьшается яркость освещения, а входящие телефонные вызовы перебрасываются на автоответчик).
2. Управление использованием единственного интерфейса, с множеством разных способов интеракции (например, видео и речевой).

Объединение всех сегментов бытовой системы является сложной задачей. Системы передачи данных имеют наиболее развитые технологии объединения в сеть, а также многоуровневую модель коммуникации, позволяющую развитие различных приложений. Остальные системы, в основном, специализированы и ограничены на собственные домены приложений, со специально разработанными технологиями коммуникации, не имеющими возможности интеракции с

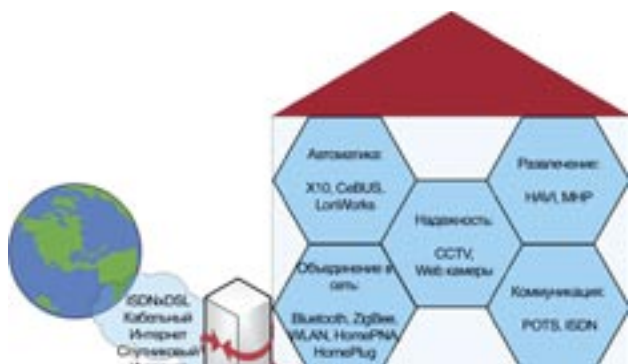


Рис. 15. Интеграция посредством бытовых шлюзов

другими системами. Здесь не хватает совместной и стандартизированной коммуникационной инфраструктуры, которая могла бы решать вопросы коммуникации, оставляя больше ресурсов для развития самих приложений.

Стандарты, охватывающие сегменты бытовой системы, ограничены на отдельные области применения, а всеохватывающих стандартов все еще очень мало. Один из таких стандартов развивается под покровительством HES (*Home Electronic Systems* – Бытовые электронные системы), совместной рабочей группы международной организации по стандартам, ISO (*International Organization for Standardization*), и международной электротехнической комиссии, IEC (*International Electrotechnical Commission*). Целью этой рабочей группы является спецификация компонентов архитектуры, функционирующих в разных сегментах бытовой системы. Эта архитектура основывается на универсальном интерфейсе, служащем для соединения с различными домашними сетями, на языке команд для коммуникации между разными устройствами, а также на связи между внешними и домашними сетями. Намерением инициативы OSGi также является интеграция домашних и внешних сетей, но с целью определения стандартизированной системы для предоставления услуг. Таким бы образом все, кто предоставляет услуги бытовым пользователям, имели в распоряжении стандартную платформу для обслуживания и обеспечения своих услуг.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что главным препятствием при реализации интеллектуальных бытовых систем является большое число стандартных и/или закрытых решений в каждой подобласти бытовой электроники. Одним из способов решения этой проблемы разнородности является обобщение аппаратных средств и введение соединительных устройств

коммуникации между технологиями, например, в виде бытовых шлюзов (Рис. 15.). На этом принципе основывается и система, описанная в продолжение статьи.

5.2. Интеграция как путь к целостной системе

Прототип системы EADL осмыслен на интеграции отдельных сегментов бытовой электроники, а реализация была направлена к беспроводной сети, базирующейся на технологии Bluetooth и бытовой автоматизации, основывающейся на коммуникации протоколом X10 посредством электросети. Применяется комбинированный тип интеракции между пользователем и системой, т.е. могут использоваться разные типы пользовательских интерфейсов (графический, текстовый, речевой, и т.п.).

5.2.1 Bluetooth беспроводное объединение в сеть в бытовых системах

Одной из существенных характеристик технологии Bluetooth является спецификация способа применения стека протоколов Bluetooth с целью осуществления определенных профилей использования. Среди Bluetooth профилей есть и некоторые, которые могут быть полезными и в бытовых системах (дистанционное управление, распределение аудио и видео содержания). Однако из-за сравнительно низкой пропускной способности, классическое аудио/видео соединение все еще лучшее решение, а профиль дистанционного управления требует непосредственную поддержку во всех устройствах бытовой электроники, что в данное время все еще не обеспечено. Из-за перечисленных незаконченностей Bluetooth профилей в бытовых системах, лишь только с этой технологией было невозможно реализовать комплектное решение, потребовалась интеграция с сетями других сегментов бытовой системы посредством бытового шлюза, а также развитие новой системы дистанционного управления.

5.2.2 X10 протокол для бытовой автоматизации

Архитектура, базирующаяся на бытовом шлюзе, обеспечивает возможность интеграции всех сегментов бытовой системы. В сегменте автоматизации мы выбрали протокол X10 из-за его простого выполнения, низкой стоимости и доступности, хотя согласно тем же принципам можно

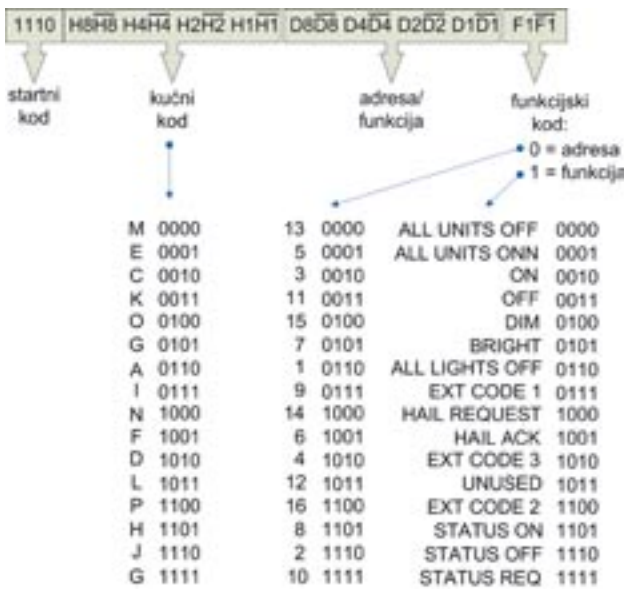


Рис. 16. X10 протокол

реализовать интеграцию и любого другого протокола бытовой автоматизации.

Протокол X10 (Рис. 16.) служит для дистанционного управления электрическими устройствами. Появился в конце семидесятых годов в разработке шотландского предприятия *Pico Electronics Ltd.* Протокол представлен в США в 1978 году и постиг на этом рынке значительный коммерческий успех.

Передачики и приемники X10 общаются посредством стандартной домашней электропроводки. Включаются в штекеры, между электросетью и устройством, или встраиваются в распределительный шкафчик. Передачики посылают команды типа “включи”, “выключи”, “уменьши мощность”, с предварительной идентификацией (адрес) принимающего устройства.

X10 коммуникация основывается на простых, однобитных пакетах, которым предшествует предопределенный стартовый код. Бинарные данные передаются с помощью выбросов пакетов (снопов) частоты 120 кГц при прохождении напряжения 60Гц (или в Европе 50 Гц) через нуль. Бинарная единица представляет присутствие выброса, после которого нет ничего. Бинарный нуль определен как участок прохождения через нуль, при котором нет выброса, после чего следует участок с выбросом. Стартовый код определен как последовательность 1110. Четыре бита, которые следуют после начального кода представляют, в зависимости от последнего функционально бита, адрес устройства или команду. С каждым битом передается и его обратное значение.

5.2.3 Комбинированный интерфейс пользователя

Традиционный концепт визуального пользовательского интерфейса, прежде всего текстового, а затем и графического, сохранился до сегодняшних дней. Развитие технологий для опознавания рукописи и речи, а также синтеза речи, обеспечило возможность новых способов коммуникации вычислительной системы и ее пользователей, а также возникновение многомодальных (комбинированных) пользовательских интерфейсов (*multimodal user interface*). Они могут быть осуществлены на нескольких уровнях, взаимно независимыми способами интеракции, а также переплетенными и взаимно зависимыми способами работы, использующими совместный контекст.

В настоящее время в развитии пользовательских интерфейсов для бытовых систем преобладает тенденция обеспечения интеракции разными способами, прежде всего в виде комбинации визуального и речевого интерфейса. Описываемая здесь система характеризуется основным уровнем комбинирования; обеспечена графическая и речевая интеракция, но с взаимно независимыми способами. Особой возможностью системы является большое число различных устройств, которые могут использоваться для отдельных видов интеракции, например, карманный компьютер, Bluetooth наушники, Web браузер и телефон.

Визуальная интеракция осуществляется посредством приложения на карманном компьютере, или посредством стандартного визуального Web браузера. Карманный компьютер принимает, посредством Bluetooth связи, запись о конфигурации системы и устройств, доступных для управления, и на основании этой записи генерирует графический интерфейс для управления этими устройствами. Подобным образом генерируется интерфейс в Web браузере, с тем, что генерирование происходит локально, на шлюзе, и доставляется клиентским устройствам посредством протокола передачи гипертекста, HTTP. Способ осуществления визуальной и речевой Web интеракции представлен на Рис. 17., а визуальная интеракция посредством приложения на карманном компьютере описана в части статьи, относящейся на ДУ Bluetooth.

Речевая интеракция осуществлена с помощью языка VoiceXML. Язык VoiceXML основывается на расширяемом языке разметки, XML, и представляет стандарт для приложений в Web среде для интерактивного речевого взаимодействия, IVR

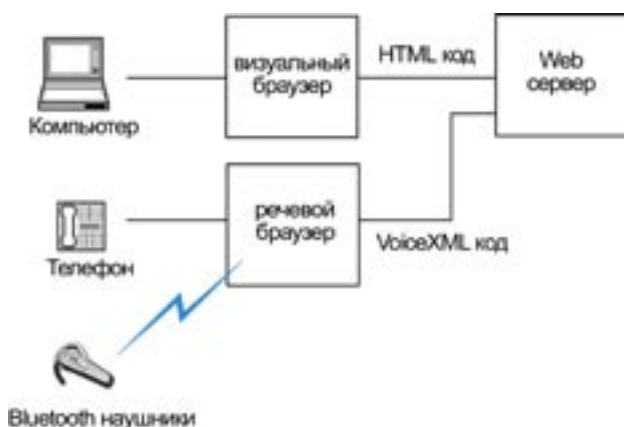


Рис. 17. Комбинированная Web интеракция

(Interactive Voice Response). Размещением в Web среде достигается простота выполнения приложений и возможность их дополнения новыми содержаниями. Предназначен для осуществления аудио диалогов, для которых характерны синтезированная речь, цифровой аудио, опознавание речи и двухтонального многочастотного набора номера DTMF, а также сохранение принятого аудио содержания. Доступ к приложениям, разработанным в языке VoiceXML, обеспечен посредством речевого браузера.

5.3. Архитектура системы

Система электронной помощи в ежедневной жизни, EADL, выполнена в виде взаимно независимых модулей. Каждый из этих модулей является сложной функциональной целостностью, обеспечивающей другим модулям простой интерфейс для интеракции. Комбинируя эти интерфейсы можно получить желаемые услуги бытовой системы. Архитектура системы представлена на Рис. 18.

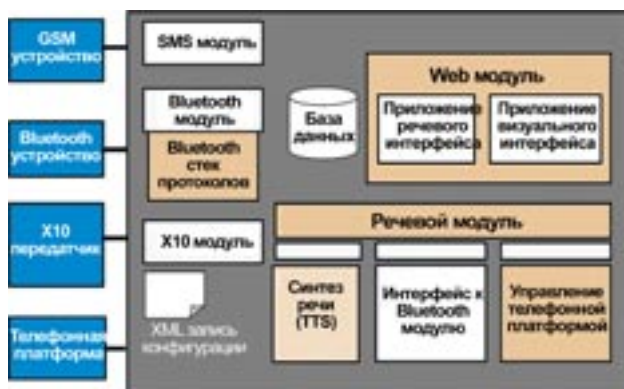


Рис. 18. Архитектура системы

5.3.1 Модуль Bluetooth

Для обеспечения возможности интеграции Bluetooth сети в систему EADL, разработан программный модуль Bluetooth, который, используя устройство Bluetooth, подключенное к бытовому шлюзу, может управлять коммуникацией с остальными устройствами в сети Bluetooth. Эту возможность мы использовали для стимулирования применения всех Bluetooth устройств с визуальным и/или аудио интерфейсом в универсальных ДУ для управления бытовой системой.

В устройствах с визуальным интерфейсом, таких как, например, карманные компьютеры (КПК), Bluetooth связь используем для передачи им записи о конфигурации, описывающей систему автоматизации, а также для принятия от них управляющей команды. Управляющее приложение в этом случае выполняется на самом управляющем устройстве. Приложение принимает конфигурационную запись и обеспечивает пользователю представление управляющего интерфейса. После выбора пользователем акции, которую нужно выполнить, приложение возвращает управляющий сигнал модулю Bluetooth, который направляет его к модулю X10.

С устройствами Bluetooth, имеющими аудио интерфейс, например наушники, модуль Bluetooth устанавливает связь, которая служит как средство для реализации речевого диалога между пользователем и речевым браузером, т.е. речевым модулем. Речевой браузер выполняет управляющее приложение, в котором пользователю в виде иерархического речевого меню предлагается возможность управления системой, а пользователь посылает ответную информацию нажатием кнопки на наушниках Bluetooth. Модуль Bluetooth нажатие кнопок представляет речевому модулю в виде DTMF тонов, на основании которых приложение в речевом модуле генерирует управляющие команды для модуля X10.

Описанная интеракция между модулями представлена на Рис. 19.

5.3.2 Модуль X10

Модуль X10 реализован в виде программного компонента, который посредством последовательной связи управляет работой передатчика X10, а значит и целой сетью X10, на основании запросов, которые, посредством простого программного интерфейса, поступают от клиентских программных модулей. Клиентскими модулями

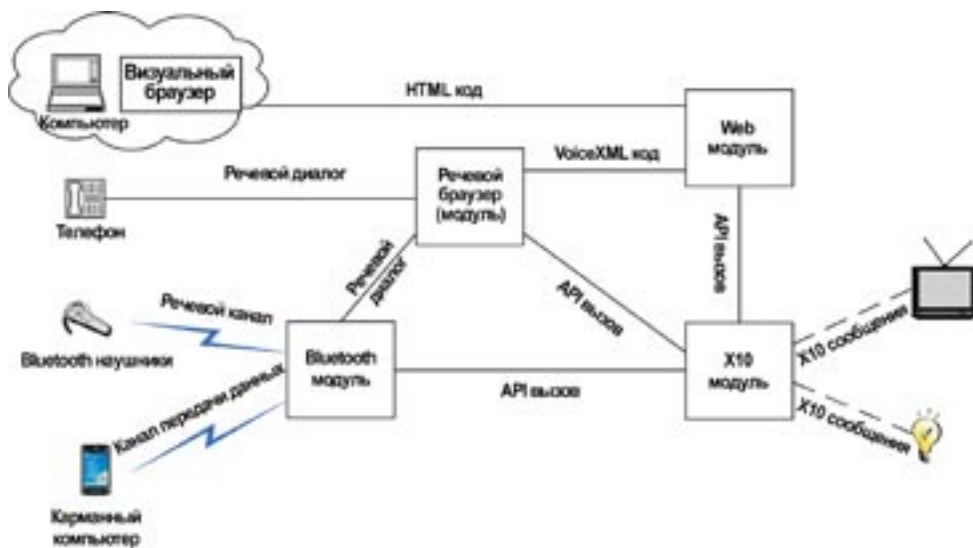


Рис. 19. Интеракция между модулями

в этом случае являются Bluetooth, Web и речевые модули, посредством которых пользователь системы направляет запросы за требуемыми функциями бытовой автоматизации. Пользователь, посредством представленного интерфейса, выбирает акции, такие как, например, включение и выключение освещения и бытовых устройств, а модуль, обслуживающий этот интерфейс, направляет запрос к модулю X10.

В системе EADL сеть бытовой автоматизации описываем XML конфигурационной записью, в которой указаны идентификаторы и функции устройств, которыми можно управлять. Модуль X10, на основании конфигурационной записи, строит программные объекты, которые представляют устройства X10, и обеспечивает возможность выполнения функций над этими объектами, переводя запросы, приходящие от остальных модулей, в X10 сообщения.

5.3.3 Речевой модуль

Речевой модуль служит в качестве речевого пользовательского интерфейса к бытовой системе EADL. Модуль реализован с помощью адаптации речевого браузера PublicVoiceXML (открытый исходный код), поддерживающего стандарт VoiceXML 2.0. Основное назначение технологии VoiceXML обеспечить возможность интеракции с Web приложениями, применяя для этого речевой браузер и телефон. Речевой браузер это программа, которая служит для принятия телефонных вызовов, поступающих на телефонную платформу, и выполнения диалогового приложения. Программа переводит код VoiceXML, на котором разработано приложение, и которое находится на Web

сервере или серверах.

Чтобы речевой браузер был функциональным, кроме управления телефонными устройствами и перевода VoiceXML кода, он должен поддерживать и преобразование текста в речь, а также опознавать речь и/или DTMF тональные сигналы. Так как речевой модуль основывается на PublicVoiceXML браузере, он все еще не поддерживает опознавание речи, и ответная информация от пользователя в настоящее время ограничивается лишь на DTMF тональные сигналы (действительные, или симулированные при управлении с наушниками Bluetooth).

Браузер PublicVoiceXML поддерживает ISDN телефонию посредством программного интерфейса Common ISDN API и систему синтезированной речи для английского языка. Для потребностей EADL системы этот браузер адаптирован из аспекта синтезирования речи и телефонной платформы. Для возможности синтезирования речи на хорватском языке, в речевой модуль встроен речевой интерфейс, разработанный в составе проекта IPSIS общества слепых Хорватии. Концепт телефонной платформы расширен и сейчас охватывает и другие устройства для речевой коммуникации, такие как, например, Bluetooth наушники. Концепт реализован внесением в код платформы интерфейса в направлении Bluetooth модуля.

Используя телефон или Bluetooth наушники, пользователь осуществляет речевую интеракцию с системой, определенной приложениями, которые речевой модуль приобретают от Web модуля. Таким образом, например, в распоряжении пользователя находится приложение для управления устройствами системы, а также приложение для прослушивания поступивших SMS сообщений.

5.3.4 Web модуль

Модуль *Web* служит для динамического генерирования определений для пользовательского интерфейса, в зависимости от актуального состояния системы. Например, интерфейс для приложения управления устройствами, генерируется динамически на основании актуального объектного представления этих устройств, которые доступны *Web* модулю посредством запроса к X10 модулю, а интерфейс для прослушивания принятых SMS сообщений генерируется на основании моментального состояния непрочитанных сообщений. Наряду с тем, что определения генерируются динамически, они также и двойного формата, в зависимости от браузера, в котором оформляется пользовательский интерфейс. Для представления в визуальном браузере требуется определение в HTML форме, а для обеспечения речевого диалога в речевом браузере генерируется код VoiceXML.

5.3.5 SMS модуль

SMS модуль служит для принятия SMS сообщений, поступающих на мобильный телефон, который также является частью системы EADL. Принятые сообщения сохраняются в базе данных, из которой могут прослушиваться посредством речевого браузера или с телефонного аппарата, или с Bluetooth наушников. Этот модуль реализован как приложение, которое посредством последовательной связи осуществляет коммуникацию с мобильным телефоном и декодирует принятые SMS сообщения. Простым наращиванием можно обеспечить и текстовое управление устройствами в системе EADL.

6. Вывод

Технология беспроводной связи, Bluetooth, благодаря своим основным характеристикам, таким как, малые размеры, низкое потребление энергии и низкая стоимость, может найти широкое применение в малых электронных устройствах, например, в инфракрасной технологии. Из-за своих специфичностей, беспроводная технология Bluetooth не является непосредственной конкуренткой уже существующим и усвоенным технологиям. Технология Bluetooth является дополнением мобильным сетям второй и третьей генерации и сетям WLAN. В более широком контексте одной мобильной связи мы можем технологию Bluetooth рассматривать как последний «беспроводный»

шаг в направлении пользователя. Беспроводная технология Bluetooth также является самым известным представителем технологии объединения в персональные сети (*Personal Area Network - PAN*), популярность которых постоянно увеличивается, и в этой области ожидается ее дальнейшее подтверждение.

Список сокращений

ACL	<i>Asynchronous Connectionless</i> Асинхронная линия связи без соединения
AFH	<i>Adaptive Frequency Hopping</i> Адаптивная скачкообразная перестройка частоты
API	<i>Application Programming Interface</i> Интерфейс прикладного программирования
ARQ	<i>Automatic Retransmission Query</i> Автоматический запрос на повторную пересылку
AVRCP	<i>Audio/Video Remote Control Profile</i> Профиль дистанционного управления аудио/видео устройствами
BER	<i>Bit Error Rate</i> Частота ошибок по битам
Bluetooth SIG	<i>Bluetooth Special Interest Group</i> Консорциум по технологии Bluetooth, включающий компании Эрикссон, IBM, Nokia, и др.
CCTV	<i>Closed Circuit Television</i> Замкнутая телевизионная система
SeBUS	<i>Consumer Electronic Bus</i> Общая шина для бытовой электроники
CRC	<i>Cyclic Redundancy Check</i> Контроль циклическим избыточным кодом
CVSD	<i>Continuous Variable Slope Delta</i> Дельта-модуляция с переменной крутизной
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i> Цифровая абонентская линия
DTMF	<i>Dual-Tone Multifrequency</i> Двухтональный многочастотный набор номера
EADL	<i>Environmental Aids in Daily Living</i> Электронная помощь в ежедневной жизни
EDR	<i>Enhanced Data Rate</i> Улучшенная скорость передачи данных
FEC	<i>Forward Error Correction</i> Упреждающая коррекция ошибок
FHSS	<i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i> Скачкообразная смена рабочей частоты

	с расширением спектра	POTS	<i>Plain Old Telephone Service</i> Обычная телефонная сеть общего пользования
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> Пакетная радиосвязь общего назначения	PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i> Телефонная сеть общего пользования
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i> Глобальная система мобильной связи	SCO	<i>Synchronous Connection Oriented</i> Синхронная линия связи, ориентированная на соединение
HAVi	<i>Home Audio/Video Interoperability</i> Объединение и взаимодействие бытовой аудио и видеоаппаратуры	SMS	<i>Short Message Service</i> Служба коротких сообщений
HES	<i>Home Electronic Systems</i> Бытовые электронные системы	TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i> Протокол управления передачей/Интернет протокол
HomePNA	<i>Home Phoneline Networking Alliance</i> Спецификация для домашних сетей на базе телефонной кабельной сети	UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> Универсальная система мобильной связи
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> Язык гипертекстовой разметки	UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i> Неэкранированная витая пара
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> Протокол передачи гипертекста	VoiceXML	<i>Voice Extensible Markup Language</i> Расширяемый язык разметки речевого взаимодействия VoiceXML
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике	WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i> Беспроводная локальная вычислительная сеть
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i> Цифровая сеть с интегрированными услугами	xDSL	<i>Digital Subscriber Lines</i> Группа новых технологий цифровой абонентской линии
ISM	<i>Industrial-Scientific-Medicine</i> Диапазон радиочастот для некоммерческого использования	XML	<i>Extensible Markup Language</i> Расширяемый язык разметки
IVR	<i>Interactive Voice Response</i> Интерактивное речевое взаимодействие		
LAN	<i>Local Area Network</i> Локальная вычислительная сеть		
LON	<i>Local Operating Network</i> Локальная операционная сеть		
MHP	<i>Multimedia Home Platform</i> Мультимедийная бытовая платформа		
OSGi	<i>Open Services Gateway initiative</i> Инициатива шлюза открытых услуг		
PAN	<i>Personal Area Network</i> Персональная сеть		
PCMCIA	<i>Personal Computer Memory Card International Association</i> Международная ассоциация производителей карт памяти для персональных компьютеров		
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i> Персональный цифровой секретарь (тип сверхлёгкого миниатюрного ПК с жидкокристаллическим (ЖК) экраном, клавиатурой и/или рукописным вводом)		
PDI	<i>Personal Data Interchange</i> Обмен персональными данными		

Литература

- [1] Specification of the Bluetooth System, Version 1.1, February 2001.
- [2] Specification of the Bluetooth System, Version 1.2, November 2003.
- [3] Specification of the Bluetooth System, Version 2.0 + EDR, November 2004.
- [4] Specification of the Bluetooth System, Audio/Video remote control profile, Version 1.0, May 22 2003.
- [5] Jaap Haartsen: BLUETOOTH - The universal radio interface for ad hoc, wireless connectivity, Ericsson Review No.3, 1998.
- [6] Jennifer Bray and Charles F Sturman: "BLUETOOTH, Connect Without Cables", Prentice Hall, 2001.
- [7] The official Bluetooth membership portal, <http://www.bluetooth.org>
- [8] Bill Rose: "Home networks: A standards perspective", IEEE Communications Magazine, no. 12, December 2001 pp. 78-85.
- [9] Dave Marples, Peter Kriens: "The Open Services Gateway initiative: An introductory overview", IEEE Communications Magazine, no. 12, December 2001 pp. 110-114.
- [10] Kenneth Wacks: "Home systems standards: Achievements and challenges", IEEE Communications Magazine, no. 4, Apr 2002 pp. 152-159.
- [11] Voice Extensible Markup Language (VoiceXML) Version 2.0, W3C Recommendation 16 March 2004.

АДРЕСА АВТОРОВ:

Анте Рестович

e-mail: ante.restovic@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Poljička cesta 39
HR-21 000 Split
Хорватия

Иво Стоян

e-mail: ivo.stojan@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Poljička cesta 39
HR-21 000 Split
Хорватия

Ивица Чубич

e-mail: ivica.cubic@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Poljička cesta 39
HR-21 000 Split
Хорватия

*Редакция приняла рукопись 21 марта 2005 года.
Перевод: Надежда Племенчич*

¹ Защитный знак BLUETOOTH® собственность Bluetooth SIG, Inc.

² Miltos Manetas – основатель стиля «Neen»