



АРХИТЕКТУРА ЭЛЕКТРОННОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕТЕРОГЕННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ РЕСУРСАМ

Холбек Нематович Полвонов

*(старший преподаватель кафедры «Телекоммуникационный инжиниринг»,
Каршинский филиал Ташкентского университета информационных технологий,
имени Мухаммада ал-Хорезми)*

Введение

В настоящее время в связи со значительным прогрессом в развитии современных информационных и телекоммуникационных технологий образовательные учреждения различного профиля все большее внимание уделяют вопросам разработки и эффективного применения инновационных методик и технологий в процессе подготовки специалистов. При этом особую актуальность приобретают задачи, связанные с внедрением беспроводных информационно-телекоммуникационных технологий в вузе. В связи с появлением и развитием технологий электронного (e-learning) и мобильного (m-learning) образования возникает необходимость разработки систем произвольного персонального доступа как к внутренним информационно-образовательным ресурсам вуза, так и к внешним Интернет-ресурсам для поддержки различных форм очного и дистанционного обучения, самообразования студентов.

Для построения полнофункционального портала на основе гетерогенной телекоммуникационной среды помимо традиционных методов предлагается внедрить принцип «повсеместного» (ubiquitous) доступа к информационным ресурсам с поддержкой мобильности пользователей (технология u-learning). Концептуальное значение «повсеместная сеть» не ограничивается только географической характеристикой. Фактически это создание всеохватывающей (всепроницающей) телекоммуникационной сети, которая вместе с программным обеспечением позволяет реализовать концепцию получения информации по принципу 4A (“anywhere, anytime, by anyone and anything”). Подобный принцип предполагает широкое использование технологий беспроводной и мобильной связи (Bluetooth, Wi-Fi, Wimax, GPRS, EDGE, UMTS, WAP).

Таким образом, возникает необходимость разработки широкомасштабных корпоративных информационных систем с возможностью беспроводного мобильного доступа пользователей к различным сервисам и ресурсам [2]. Причем подобная система должна предоставлять пользователю возможность обратной связи с информационной системой, Web-презентациями, виртуальными обучающими комплексами.



К основным сервисам подобной информационной системы с беспроводным доступом можно отнести следующие:

1. Сервис локализации. Предназначен для обнаружения и идентификации мобильного устройства при его попадании в зоны доступа информационного пространства.

2. Сервис персональной информационной поддержки. Позволяет пользователю получать по запросу необходимую ему информацию.

3. Сервис сбора телеметрической и биометрической информации. Предназначен для мониторинга работы различных технических, энергетических, биологических и прочих систем в различных университетских службах.

4. Сервис дистанционного управления. Предназначен для использования мобильных устройств для управления приборами, объектами расширенной реальности и т.д.

1. Архитектура информационной сети с поддержкой беспроводного доступа.

Для реализации проекта предложена базовая архитектура гетерогенной сети с объединением сетей трех беспроводных технологий и проводного сетевого сегмента Ethernet со шлюзами во внешнюю Интернет сеть, доступом в сети. В общем случае сетевая архитектура включает следующие кластерные сегменты:

Кластеры сенсорных узлов ZigBee.

Распределенную структуру (scatter net) пикосетей устройств связи с радиомодулями Bluetooth.

Зоны доступа WiFi с расширенным набором базовых служб (ESS-topology).

Совокупность устройств, используемых для беспроводного доступа к ресурсам гетерогенной сети.

Совокупность интерфейсных устройств (маршрутизаторов, координаторов и т.д.), выполняющих функции шлюзования для объединения сегментов и выхода во внешнюю сеть.

Для объединения устройств внутри кластера используются координаторы, точки доступа, мастер-узлы, маршрутизаторы и коммутаторы. Для объединения кластеров разных технологий используются устройства-шлюзы (мосты) с несколькими беспроводными модулями и программным обеспечением для протокольного преобразования.

2. Идентификация и локализация в информационном пространстве.

При организации «повсеместного» доступа к информационным ресурсам университета первоочередной задачей является идентификация и аутентификация пользователей, а также локализация (определение местоположения) их устройств с модулями беспроводного доступа в зонах доступа к информационным ресурсам с целью ограничения



несанкционированного доступа и выполнения требований политики безопасности университетской сети.

Разработка данных методов определения местоположения клиентского оборудования беспроводной связи является одной из важных проблем применения технологий беспроводных сетей. С одной стороны, это позволяет владельцу мобильного устройства с требуемой точностью обнаружить свое местоположение на карте или плане здания или рассчитать положение мобильного устройства относительно других устройств. С другой стороны, позволяет создать точки привязки мобильных устройств с модулями беспроводной связи к координатам местности.

3. Методология позиционирования и локализации мобильных объектов

Разработка систем позиционирования мобильных и стационарных узлов с высокой точностью в помещениях с использованием базовых станций и мобильных узлов разных беспроводных сегментов является актуальной научно-исследовательской задачей.

Методология, как правило, должна включать совокупность методик и технологий, которые могут применяться как по отдельности, так и в комбинации друг с другом. В частности разработанная методология позиционирования и локализации мобильных объектов в беспроводной гетерогенной сети включает:

Математические модели для решения задачи позиционирования. Модели и методику калибровки эмпирической модели затухания радиосигнала с учетом особенностей строительных конструкций в зонах позиционирования.

Методику позиционирования в беспроводных сегментах WiFi на основе измерения уровня сигнала RSSI (Received Signal Strength Indication) (рис. 1). Методику позиционирования в беспроводных сегментах Bluetooth на основе измерения уровня сигнала RSSI. Методику позиционирования в сенсорных сетевых сегментах ZigBee на основе измерения уровня сигнала RSSI и времени распространения сигнала. Методику улучшения точности позиционирования на основе привязки к координатам глобальной навигационной системе.

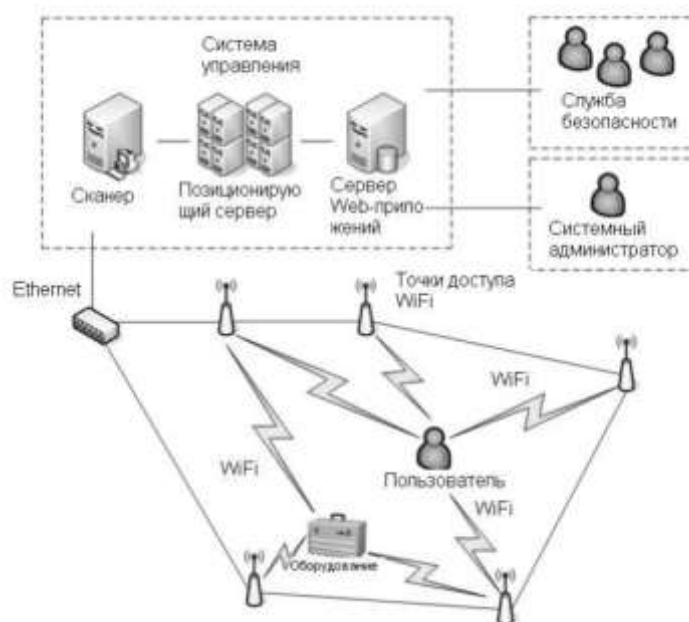


Рис. 1. Локализация в сетях WiFi

Конечными результатами работы методов позиционирования является не только определение местоположения мобильного клиента, а его идентификация и реакция различного оборудования при попадании мобильного узла в определенные области. Поэтому в проекте разрабатывается не просто методика определения местоположения, а методология поддержки принятия решения при обнаружении и локализации мобильных узлов, включающая способы активации устройств, сенсорных узлов, программно-информационных систем и виртуальных объектов, а также поддержки методики слежения за передвижениями мобильных узлов (tracking) с реагированием на их перемещения.

Методика измерения расстояний на основе уровня принимаемого сигнала применяется с сетевых сегментах беспроводных технологий стандартов IEEE 802.11, IEEE 802.15.1 и IEEE 802.15.4, так как все передатчики данных стандартов аппаратно поддерживают возможность измерения параметра RSS. Оценка расстояния происходит с учетом соотношения:

$$P(d) = P(d_0) - 10n \log_{10}(d/d_0) \text{ [дБм]},$$

где P – уровень принимаемого сигнала в децибелах относительно милливатта, дБм, n – коэффициент ослабления сигнала.

Для оценки расстояния в процессе локализации в двумерной системе координат необходимо проводить позиционирование, по крайней мере, относительно трех базовых станций [9] методом триангуляции.

Наилучшие же измерения можно сделать путем привязки локальной системы координат к глобальной навигационной системе путем установки одной станции в здании с GPS/ГЛОНАСС модулем и выносной приемной антенной, что и предполагается сделать в процессе создания системы глобального позиционирования.



В реальных условиях число «видимых» базовых станций в зоне локализации при перемещении мобильного узла представляет собой случайную величину, поэтому необходимо использовать методику улучшения точности позиционирования для преобразования опорных векторов позиционирования относительно точек привязки к координатам глобальной навигационной системы типа NAVSTAR (GPS) или ГЛОНАСС.

Для повышения точности позиционирования представляется возможным использовать калиброванную эмпирическую модель затухания радиоволн с учетом особенностей строительных конструкций конкретного здания, калибровка которой производится экспериментальным способом в процессе настройки системы позиционирования. Другой вариант повышения точности – использовать «отпечатки» всего множества измеренных в точке значений RSS для поиска наиболее схожего образца «отпечатка» среди созданных при калибровке системы вместо определения расстояний до базовых станций.

4. Экспериментальная гетерогенная среда с беспроводным доступом к информационным ресурсам

Разработка гетерогенного пространства в данном случае предполагает использование беспроводных сетевых устройств, работающих в одном частотном диапазоне, но использующих разные стандарты передачи цифровой информации. В настоящее время на рынке представлены в большинстве устройства, работающие в диапазоне 2,4 ГГц, которые позволяют строить беспроводные сетевые сегменты трех основных категорий:

Локальные офисные сети WiFi стандартов IEEE 802.11 b/g/n.

Персональные сети Bluetooth стандарта IEEE 802.15.1.

Сенсорные сети ZigBee стандарта IEEE 802.15.4.

Так как в большинстве российских вузов уже развернуты и эксплуатируются сети технологии Ethernet, то целесообразно объединять беспроводные сетевые сегменты на основе данной Ethernet сети, которая будет выполнять роль магистрали, а беспроводные сегменты – роль подсетей доступа для мобильных абонентов и подсетей мониторинга технических объектов. Тогда для беспроводных сегментов роль интерфейсных шлюзов будут выполнять:

Точки доступа и маршрутизаторы WiFi для ячеек IEEE 802.11 b/g/n.

Точки доступа Bluetooth для пикосетей IEEE 802.15.1.

Координаторы ZigBee для кластеров IEEE 802.15.4.

Рассмотрим основное оборудование, которое использовано на кафедре «Системы автоматизированного проектирования» и в центре дистанционного образования (ЦДО) Пензенского государственного университета (близко расположенных) для построения беспроводных сегментов гетерогенной сети с двумя основными функциями:



Поддержка беспроводного доступа с мобильных устройств студентов в кафедральное и университетское информационное пространство и выхода во внешний оптоволоконный Интернет канал посредством технологий WiFi (802.11g/n) и Bluetooth (802.15.1).

Выполнение интегративной функции, т.е. поддержка шлюзования при объединении разных сегментов на базе единой университетской Ethernet сети. При этом оборудование Bluetooth и WiFi является интерфейсом для обеспечения доступа к информационным ресурсам, поддержки технологий идентификации и позиционирования пользователей сети, а оборудование ZigBee – интерфейсом для сбора телеметрической информации с технических, охранных и пожарных систем, систем доступа и радиоидентификации мобильных узлов, систем слежения и т.д.

4.1. Сегмент беспроводного доступа на базе технологии WiFi

Для построения беспроводного WiFi сегмента на кафедре САПР и в ЦДО Пензенского государственного университета был выбран маршрутизатор ASUS WL-500W, поддерживающий стандарт IEEE 802.11b/g/n с возможностью передачи данных на скорости до 300 Мбит/с.

Маршрутизатор установлен таким образом, чтобы обеспечить покрытие территории всей кафедры и ЦДО университета. Тестирование работы мобильных устройств в зоне доступа маршрутизатора показало, что даже в худшем случае, в отдаленных аудиториях с перекрытиями в три стены мощность достаточна для успешного подключения. Устройство было настроено на режим работы точки доступа без выполнения функций маршрутизации. Кафедральная точка доступа была настроена таким образом, чтобы не создавать помех ближайшим университетским точкам доступа. На точке доступа включен встроенный DHCP-сервер, который позволяет автоматически подключать мобильные устройства пользователей с выделением адресов.

4.2. Сегмент беспроводного доступа на базе технологии Bluetooth

Идея организации доступа к информационным ресурсам не только по сети WiFi по и на основе пикосетей Bluetooth обоснована тем, что основные модели мобильных телефонов имеет данный радиомодуль, подавляющее большинство студентов использует такие сотовые телефоны, а не устройства в которых есть WiFi радиомодуль [7].

Для организации зоны Bluetooth доступа для мобильных клиентов было выбрано устройство D-link DVT-900AP. Точка доступа является решением по беспроводному доступу множества студентов к информационным образовательным ресурсам через пикосеть Bluetooth.

Преимуществом ее использования являются небольшая цена и «прозрачность» с точки зрения подключения к проводной среде. При ее установке не требуется специальных драйверов и выполнения сложных сетевых настроек.

Точка доступа позволяет подключаться к кафедральной и университетской сети для доступа к учебно-методическим ресурсам. Таким образом, позволяя использовать для этого устройства с модулями Bluetooth связи, такие как сотовые телефоны, коммуникаторы, смартфоны и КПК.

Система предполагает событийное управление различными сценариями поведения для совершения заранее predetermined действий в зависимости от определения местоположения мобильного Bluetooth устройства. Эта технология может быть также использована в музеях для предоставления посетителям различной информации о музейных артефактах, рядом с которыми посетитель находится в данный момент времени (рис. 2).



Рис. 2. Информационная поддержка посетителей в Ethernet-Bluetooth сети

4.3. Сегмент беспроводного доступа на базе технологии ZigBee

Сегодня на рынке присутствует широкий спектр оборудования для построения сетей с использованием технологии Zigbee. Для проведения научных исследований студентами и аспирантами и созданию экспериментальных кластерных сегментов различного назначения на кафедре САПР ПГУ используются сетевые отладочные комплекты от ведущих производителей данного оборудования. В частности с помощью комплектов моделируются и исследуются возможности создания следующих служб, сервисов и систем на основе сенсорных сетей:

- Управление мобильными группами оперативно-тактического назначения в автономных самоорганизующихся сетях.
- Беспроводные системы оперативного диспетчерского управления, системами ЖКХ и другими системами промышленной автоматки на примере сетей тепло-, водо-, и энергоснабжения в городских условиях.
- Службы мониторинга (биологического, медицинского, технического, экологического и т.д.) в информационных инфраструктурах территории.
- Создание систем распределенной обработки информации в самоорганизующихся кластерных сегментах с децентрализованным



механизмом управления.

Для создания экспериментального гетерогенного информационного пространства с элементами «повсеместной» сенсорной сети используются отладочные комплекты сенсорных сетей:

- Комплект фирмы JENNIC (JN5139-EK010).
- Комплекты фирмы Digi (Xbee-PRO 868).
- Комплект фирмы Telegesis (ETRX2).
- Комплект фирмы Texas Instrument (EZ430-RF2480).

Все названные комплекты предоставляют полную среду для быстрой разработки беспроводных приложений и подключения различных датчиков и приборов. Библиотеки, предусмотренные стандартом IEEE 802.15.4 и спецификацией ZigBee, поддерживают различные топологии сенсорных сегментов (звезда, дерево, шина и ячеистая сеть) с централизованным и децентрализованным механизмом управления информационным трафиком, и обеспечивают самоорганизацию при активации узлов и самовосстановление функциональных возможностей сети для надежной связи при отказе узлов.

Заключение

На сегодняшний день экспериментальная гетерогенная сеть с поддержкой различных вариантов беспроводного доступа к информационным ресурсам введена в опытную эксплуатацию на кафедре САПР ПГУ и центра дистанционного образования. Информационная система сеть обеспечивает студентов с мобильными средствами связи и компьютерами возможностью бесплатного получения учебно-методических материалов, лицензионных программных дистрибутивов и прочей информации, хранящихся на серверах кафедры и ЦДО с различных мобильных устройств в любое время и в любых аудиториях, находящихся в зонах уверенного приема. Также обеспечивается шлюз для выхода в университетскую сеть для доступа к ресурсам других кафедр и подразделений и выход во внешний Интернет. В зависимости от устройств пользователя сеть обеспечивает возможность подключения по проводному Ethernet соединению, по беспроводным Bluetooth и WiFi каналам, и даже модемное подключение мобильных средств связи к сегментам экспериментальной сенсорной сети в процессе выполнения лабораторных и практических работ. Поддерживается возможность передачи информации между протокольными стеками разных подсетей на основе IP маршрутизации для организации принципа 4A «повсеместного» (ubiquitous) доступа к информационным ресурсами с поддержкой мобильности пользователей.

Все оборудование и информационные сервисы предоставляются студентам и преподавателям на бесплатной основе для самообразования, подготовки и проведения учебных занятий, доступа к электронным учебникам и обучающим комплексам, виртуальным лабораториям, образовательным порталам, для оценки знаний обучаемых по технологиям дистанционного тестирования. Даже



для ведения лекционных занятий с поддержкой беспроводных технологий используется проекторное оборудование с WiFi модулями радиосвязи, которое предоставляет возможность беспроводного подключения к мобильным устройствам преподавателей и серверам кафедры, для лекционных презентаций и демонстраций новых возможностей образования. Такие занятия уже ведутся по дисциплинам информационно-вычислительного профиля (Computer Science), например, в рамках курсов «Информационные сети», «Сети ЭВМ и телекоммуникации», «Сетевые технологии», «Администрирование информационных систем», «Мультимедийные технологии», и т.д. Основной целью является реализации на практике новых технологий мобильного (m-learning) образования и подготовки к внедрению технологий «повсеместного» (u-learning) образования будущего на основе беспроводных «всепроникающих» сетей следующего поколения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Финогеев А.Г. Беспроводные технологии передачи данных для создания систем управления и персональной информационной поддержки Обзорно-аналитическая статья по приоритетному направлению "Информационно-телекоммуникационные системы", 2008. – 51 с. URL: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=56177.
2. Финогеев А.Г., Маслов В.А., Финогеев А.А. Перспективные исследования в области создания мобильных систем управления и персональной информационной поддержки // Труды 35 Междунар. конф. Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе (IT+S&E'08) (Майская сессия) // прил. к журн. Открытое образование. – Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 20-30 мая, 2008. – С. 169-172.
3. A. Finogeev «System of the removed management 3D-presentations for virtual museums and galleries» // EVA 2006 Florence; Cappellini, Vito; Hemsley, James (2006) (Eds.): Electronic Imaging & the Visual Arts. Proceedings of the EVA 2006 conference, April 3-7, Florence, Italy. – С. 93-99.
4. Финогеев А.Г. Моделирование исследование системно-синергетических процессов в информационных средах: Монография, Пенза: Изд-во ПГУ, 2004, 223 с.
5. S. Ganu, S. Zhao, L. Raju, B. Anepu, I. Seskar, and D. Raychaudhuri, "Architecture and prototyping of an 802.11-based self-organizing hierarchical ad-hoc wireless network (SOHAN)," International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC 2004), September 2004.
6. Маслов В.А., Финогеев А.Г. Локализация в беспроводных сетях // Надежность и качество // В сб. трудов междунар. симпозиума. – Пенза: Изд. ПГУ, 2009 г., т. 1, – С. 234-237.



7. Финогеев А.Г., Кувшинников Д.А., Маслов В.А., Финогеев А.А. Построение информационного пространства вуза с использованием беспроводной технологии Bluetooth // Прикладная информатика. – Москва: Изд. Маркет DS, 2008. – № 6(18). – С.101-109.

8. Alexey. G. Finogeev, Vladinir A. Maslov, Anton A. Finogeev, Kirill A. Bukin «Interactive system for information support museum visitors on base Bluetooth technologies» // EVA 2008 Florence; Cappellini,Vito; Hemsley, James (2008) (Eds.): Electronic Imaging & the Visual Arts. Proceedings of the EVA 2008 conference, April 16-18, Florence, Italy: Le Officine Grafiche Technoprint, Bologna, 2008, ISBN 88-371-1676-4. – с. 152-157.

9. Резников, М.Б. Геолокация в сотовых сетях с использованием трех базовых станций // Резников М.Б. / Труды Научной конференции по радиофизике. Изд. НГГУБ, Нижний Новгород. 2005. С. 202.