

Беспроводные теги на основе Bluetooth устройств

Д. Е. Намиот

МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

dnamiot@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются задачи проектирования и разработки мобильных сервисов с использованием беспроводных тегов. При этом в качестве таких тегов предлагается использовать мобильные телефоны и другие устройства с поддержкой Bluetooth. Это новая модель использования (применения) Bluetooth устройств. В этой модели Bluetooth устройства служат для определения контекстно-зависимых данных, доступных мобильным пользователям. При этом предложенная схема охватывает все этапы жизненного цикла мобильных сервисов – представление тега (тегов), привязку к ним информационного наполнения и создание прикладных приложений на основе имеющихся тегов. В качестве тегов могут выступать как мобильные телефоны, так и уже существующие устройства с поддержкой Bluetooth. В статье рассматриваются возможные области применения предложенной модели.

Ключевые слова: контекстно-зависимые вычисления, позиционирование в помещении, мобильный сервис, Bluetooth, теги

Введение

Идея об использовании мобильных телефонов одновременно как беспроводных тегов и устройств, принимающих информацию, связанную с этими тегами была изложена в работах [1][2]. Данная статья является

продолжением этих исследований и в ней, в первую очередь, мы хотели описать модели применения предложенной схемы.

Под термином тег (RFID tag, NFC tag, Bluetooth tag и т.д.) обычно понимается некоторое аппаратное устройство, которое поддерживает определенный коммуникационный протокол (протоколы). Любая подобная система состоит из считывающего устройства и меток-передатчиков (транспондеров). Применение у тегов может быть самое различное: идентификация, обмен данными и т.п. Одним из широко поддерживаемых коммуникационных стеков в таких устройствах является Bluetooth. Это связано с технологичностью производства таких устройств, с историей самого протокола, его достаточной проработанностью и т.д. До широкого распространения Wi-Fi, стандарт Bluetooth (или точнее, приложения на базе Bluetooth), по сути, являлся основным способом для связи мобильных устройств.

Одним из примеров использования Bluetooth является технология iBeacon, анонсированная компанией Apple в составе iOS 7. Этот подход основан на новом стандарте Bluetooth Low Energy (BLE) [3]. Стандарт BLE был специально разработан для использования в сенсорах, которые долгое время должны работать без замены батареи. iBeacon от Apple представляет собой как раз пример такого сенсора [4]. Идея использования состоит в том, что приложение (сервис) может определять наличие подобного рода тегов в некоторой географической близости (максимум – десятки метров). В зависимости от этого определения, приложение может выполнять какие-либо действия (получать какую либо информацию), исходя из предположения, что телефон (приемник сигнала от тега), на котором работает данное приложение, находится поблизости от конкретного тега (конкретных тегов). Естественно, это означает, что каждый тег должен как-то идентифицироваться. И именно эта идентификация тегов и учитывается приложениями. Приложения, по сути, привязаны к некоторой группе тегов, и наоборот, группа тегов обслуживает конкретное приложение.

В качестве модели применения выступают, например, мобильные приложения для ритейла. Теги, будучи размещены непосредственно на товарных полках, позволят приложению зафиксировать тот факт, что пользователь (точнее – мобильный телефон с установленным приложением) находится рядом с конкретной полкой. В зависимости от этого, пользователю можно предложить скидку (купон) или, например, показать маршрут внутри помещения. Это иллюстрируется на рисунке 1:

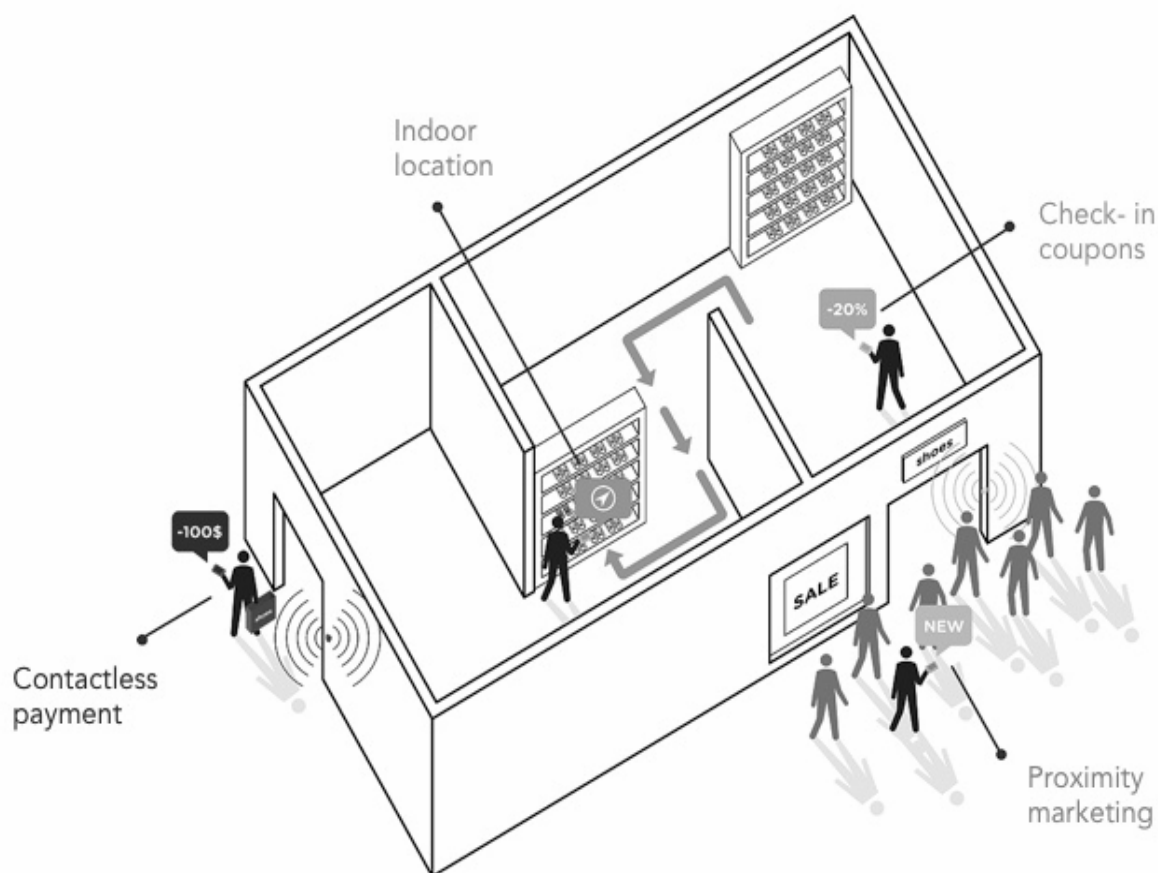


Рис. 1 Модели использования BLE [4]

Fig. 1 BLE use cases [4]

В настоящее время Apple не является единственной компанией, которая производит подобные устройства. Можно упомянуть, например, Qualcomm и Estimote [5]. Появился также альтернативный стандарт (открытый вариант iBeacons) - AltBeacon [6]. Вместе с тем, BLE не заменил и не вытеснил традиционные Bluetooth устройства (Core Bluetooth). Хотя бы потому, что

использование Bluetooth для передачи данных останется исключительной прерогативой Core Bluetooth. Поддержка Bluetooth уже давно существует практически во всех мобильных телефонах. В настоящей статье и рассматривается программная модель, которая позволяет создавать Bluetooth (Core Bluetooth) теги непосредственно на мобильном телефоне. Основным достижением этой модели является то, что она охватывает весь жизненный цикл сервисов – создание тега (тегов), привязку к ним информационного наполнения, создание сервисов на основе имеющихся тегов, а также их эксплуатацию. Мобильного телефона с поддержкой Bluetooth должно быть достаточно как для использования сервиса, так и для его создания.

Представленные в данной работе результаты получены в рамках исследований, которые проводятся в лаборатории ОИТ факультета ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова [7].

Принципы работы тегов

На примере BLE тегов рассмотрим основные принципы их функционирования [4].

Тег не содержит “внутри себя” никакой информации. Все, что делает тег – это с некоторой частотой (например, раз или два в секунду) транслирует собственный идентификатор. Из этого следует, что все теги имеют некоторую глобальную идентификацию. Вместе с этим идентификатором BLE теги передают два числа (так называемые *minor* и *major*). Вот эти два значения для каждого тега уже конфигурируются (задаются) в интересах конкретного приложения. Соответственно, каждое приложение всегда имеет некоторый предопределенный набор тегов (набор идентификаторов), которое оно (приложение) и имеет право прослушивать. Это, на самом деле, довольно серьезное ограничение, введенное Apple. На уровне операционной системы, естественно, телефон получает информацию обо всех “видимых” тегах (о всех устройствах поблизости), но конкретному приложению передается

информация только о тех тегах (идентификаторах), которые относятся к данному приложению (явно указаны при создании приложения). Вместе с идентификатором приложение получает и пару предустановленных значений *minor/major*. Это позволяет идентифицировать конкретное место установки тега (полку в магазине, столик в кафе и т.д.). Полученные значения могут использоваться как ключ для запроса к некоторой базе данных, расположенной, например, где-то в облаке для запроса информации, ассоциированной с данным местом. Это может быть предложение со скидкой, счет в кафе и т.д.

Для оценки расстояния до тега используется измерение силы сигнала. Формальное определение для оценки местоположения мобильных абонентов, основанное на сетевой близости, приводится во многих статьях [8]. Например, для анализа абсолютных значений RSSI в пространстве сигналов можно ввести Евклидово расстояние или вычислять коэффициент Tanimoto [9]. В обоих случаях расчеты начинаются с вычисления средних значений сигнала. Для каждого сетевого узла по измеренным векторам сигналов S_x вычисляется вектор средних значений S'_x . В случае Евклидова расстояния, используется попарное сравнение векторов S'_a и S'_b , где один из них представляет некоторый недостижимый эталон с уровнями сигналов, например, равным -100dBm, и вычисляем значение расстояния:

$$d_{a,b} = \|S'_a - S'_b\|$$

Для вычислений на основе коэффициента Tanimoto расстояние подсчитывается следующим образом [9]:

$$d_{a,b} = 1 - (S'_a \cdot S'_b) / (\|S'_a\|^2 + \|S'_b\|^2 - S'_a \cdot S'_b)$$

В обоих случаях расстояние между векторами увеличивается при расхождении абсолютных значений векторов. В случае Bluetooth тега для оценки дистанции мы можем сравнивать измеренный сигнал (RSSI) с калибровочным значением (оно обычно также передается тегом). Это калибровочное значение описывает значение RSSI на расстоянии в 1 метр. Обозначим это значение как R_1 . Значение силы сигнала тега, измеренное конкретным мобильным устройством - R_2 . Тогда:

$$\text{dBm_ratio} = R_1 - R_2$$

линейное отношение может быть получено по стандартной формуле:

$$\text{linear_ratio} = 10^{(\text{dBm_ratio} / 10)}$$

Если мы примем, что сила сигнала уменьшается как $1/r^2$ (r - расстояние), то:

$$R = R_1 / r^2$$

$$r = \text{SQRT}(\text{linear_ratio})$$

Но это будет именно оценка расстояния. В реальных условиях (помещениях) сигнал, в силу отражений, будет, скорее всего, уменьшаться медленнее.

Bluetooth устройства как теги

Рассмотрим теперь не тег, а устройство с поддержкой Bluetooth. К ним, например, относятся все современные смартфоны. Рассмотрим, как работает Bluetooth в так называемом discovery mode (режим, при котором Bluetooth узел виден другим устройствам с поддержкой Bluetooth). Сразу отметим, что аналогичные рассуждения будут справедливы и для точки доступа Wi-Fi.

В этом режиме сетевой узел передает в широковещательном режиме собственную идентификацию. В качестве таковой выступает имя беспроводной точки (узла) и ее адрес (MAC-адрес). Никаких иных данных в такой широковещательной рассылке не содержится. Вместе с тем, получив идентификацию сетевого узла, стороннее приложение может использовать эти значения как ключ для обращения к некоторой внешней (облачной) базе данных с целью получения какой-то специфичной информации, связанной (ассоциированной) с данным сетевым узлом. Отметим, что такая ассоциация существует только на уровне сторонней базы данных. Ну и последнее, очевидное, утверждение о том, что идентификация сетевого узла будет доступна только тем устройствам, которые физически находятся поблизости (так называемое, Bluetooth расстояние – не более 10-20 метров).

Это приводит к заключению о том, что такой беспроводной узел (Bluetooth точка на телефоне или точка доступа Wi-Fi, открытая непосредственно на мобильном телефоне) может выступать аналогом беспроводного тега. Если мы предоставим механизм для связи (ассоциирования) пользовательских данных и беспроводных узлов, то мобильные пользователи, оснащенные программой раскрытия таких ассоциаций, смогут получать эти данные в зависимости от “видимости” (доступности) сетевых узлов.

Такого рода системы, основанные на сетевой близости (network proximity) были описаны применительно к Wi-Fi узлам в работах [10,11]. Модель работы состояла в задании набора продукций (правил), которые привязывали доступность данных к доступному сетевому окружению. Относительно Bluetooth, картина остается, в целом, такой же, но есть и свои особенности.

Во-первых, распознавание узлов Bluetooth выполняется несколько медленнее (разница – единицы секунд) по сравнению с определением точек доступа Wi-Fi. Во-вторых, что естественно, Bluetooth “дистанция” меньше, чем Wi-Fi “дистанция”. Локализация выше, сканирующее устройство должно

находиться ближе к сетевому узлу. Это может быть как преимуществом, так и недостатком. Если “вещатель” всего один, то “потребитель” должен оказаться близко от него, чтобы получить какую-то информацию. С другой стороны, если сетевых узлов много, то можно довольно точно поделить пространство и, наоборот, использовать как преимущество тот факт, что мы точно знаем, около какого сетевого узла находится мобильный пользователь. В случае Wi-Fi узлов, пользователь (сканирующее приложение) будет видеть, скорее всего, несколько точек доступа. Тогда для поиска информации придется использовать какие-либо эвристики. Например, сравнивать силу сигнала. Но создание таких правил может оказаться не самым простым делом, если у нас нет так-называемой радио-карты (эталонных замеров сигнала в разных точках). Такие карты будут достаточно дорогими в создании и последующем обслуживании (сопровождении). Альтернативное решение – показывать все доступные информационные фрагменты (для всех видимых узлов), предоставив выбор самому пользователю. Иными словами, наличие (видимость) только одного сетевого узла окажется преимуществом.

Другой важный момент состоит в том, что речь идет не Bluetooth Smart тегах, а о, так называемом, Core Bluetooth. А устройств с “поддержкой Bluetooth” очень много. По крайней мере, их много больше, чем точек доступа Wi-Fi. Ведь к таковым относятся не только мобильные телефоны, но и, например, различные принтеры, вендинговые машины, кассовые аппараты и т.д. Сами по себе точки Bluetooth открываются на этих устройствах чаще всего для их обслуживания/сопровождения (например, обновления программного обеспечения). Но поскольку в подходе, связанном с сетевой близостью не требуется установления соединения (что, естественно, недоступно публично для указанных типов устройств), с каждым из таких сетевых объектов можно связать какой-то набор данных. Другой большой класс Bluetooth устройств для использования в задачах, связанных с сетевой близостью – это автомобили. Bluetooth узлы используются в современных автомобилях, например, для проведения диагностики и управления мультимедийным

центром. Соответственно, к каждому такому автомобилю (подвижному объекту) можно “привязать” задаваемый пользователем (например, водителем автомобиля) фрагмент данных, который будет доступен (виден) мобильным абонентам только в непосредственной близости от текущего местоположения автомобиля. И, соответственно, для движущегося автомобиля такая область доступности будет перемещаться вместе с ним. Данные будут следовать за объектом.

Но самым важным преимуществом Bluetooth перед Wi-Fi является возможность автоматического запуска Bluetooth узла. Android SDK позволяет запустить точку Bluetooth (в режиме анонсирования) программно (при условии подтверждения этой операции пользователем, конечно). Это позволяет полностью автоматизировать процесс публикации (анонсирования данных). В общем виде, схему работы можно просто объяснить на примере частного объявления. Автор создает текст объявления, эта информация сохраняется в сети и на телефоне автора создается (запускается) точка Bluetooth. Читатель запускает программу, которая определяет доступные поблизости точки Bluetooth, находит связанные с ними данные (объявления) и показывает их пользователю. Таким образом, объявление будет доступно читателям, находящимся в непосредственной близости от автора (от текущего местоположения автора). И, соответственно, автор объявления может управлять его доступностью просто включая/выключая точку Bluetooth на своем телефоне.

Мобильное приложение

Как прототип для проверки концепции, можно представить мобильное приложение для Android – Bluetooth Data Points (BDP). В настоящий момент оно уже доступно в Google Play. В отличие от подхода, связанного с iBeacons, здесь одного приложения достаточно для поддержки всего жизненного цикла. Одно и то же приложение служит как для “вещателей”

(тех, кто будет создавать и публиковать локальный контент), так и для читателей (потребителей). BDP обеспечивает создание объявлений, их публикацию и просмотр (поиск) других объявлений. Работа приложения может быть объяснена с помощью двух телефонов, оснащенных одним и тем же приложением. На первом телефоне мобильный абонент подготавливает некоторый текст (объявление) и публикует его. Опубликованная информация сохраняется в некоторой сетевой базе данных. Для опубликованного объявления приложение открывает точку Bluetooth (в режиме раскрытия – такая точка видна другим мобильным абонентам) непосредственно на мобильном телефоне автора. Эта опция как раз и использует возможность программного создания (запуска) сетевого узла Bluetooth. Опубликованные данные будут связаны с созданным сетевым узлом. Поскольку сетевой узел (точка Bluetooth) реально запущена на мобильном телефоне, то, фактически, опубликованные данные связаны с мобильным телефоном автора. Это означает, что область их доступности смещается вместе с перемещением самого телефона. Это то, что принято называть dynamic location-based system (динамические системы гео-позиционирования) [12].

С точки зрения читателя (потребителя информации) мобильный абонент использует то же самое приложение, но уже в режиме чтения. В этом режиме приложение находит расположенные рядом доступные точки Bluetooth, по идентификации каждой точки определяет, есть ли какая-то связанная с ней информация, собирает все найденные таким образом информационные фрагменты и показывает их мобильному пользователю. Это иллюстрируется на рисунке 2.

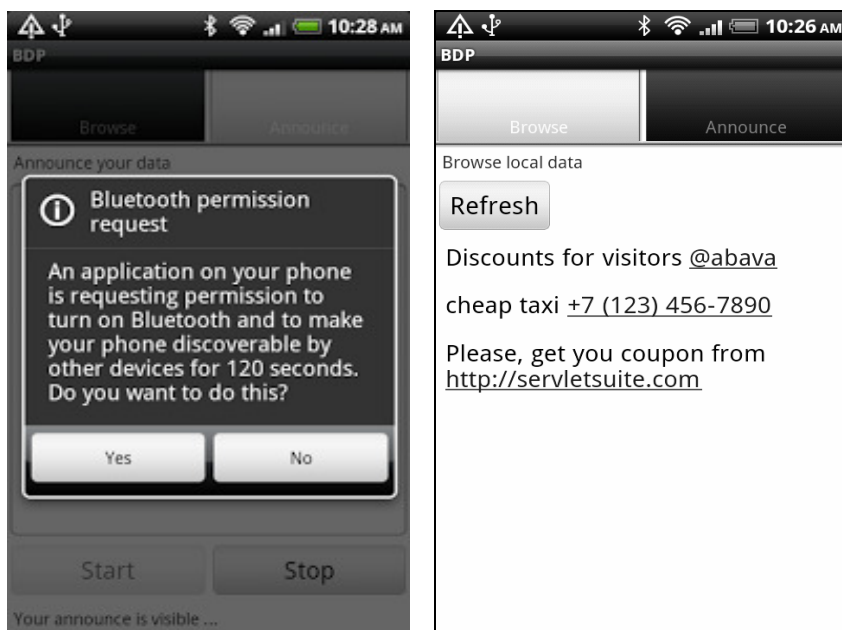


Рис. 2 Запуск сетевого узла и просмотр связанных данных

Fig. 2 Creation of network node and browsing for linked data

Из этого описания следует, что предложенная модель BDP по своей идеологии напоминает браузер. Сканирующее приложение концептуально выглядит именно как веб-браузер, показывающий местную (гиперлокальную, в англо-язычной литературе) информацию. Альтернативное решение (используется Apple с тегами iBeacons) – это фоновый опрос присутствия тегов и уведомление мобильного абонента о наличии нового объекта с помощью так называемых push-уведомлений [12]. В этом случае не нужно явно запускать какое-то приложение (хотя и нужно его установить). Возможных недостатков у такого подхода несколько. Да, определение тегов будет выполняться в фоновом режиме при незапущенном (но инсталлированном) приложении, но пользователю необходимо включить Bluetooth интерфейс на телефоне. По текущей статистике, этот интерфейс по умолчанию включен у примерно 10%-15% мобильных абонентов. Тогда как при явном запуске “браузера”, приложение, естественно, включит и Bluetooth. При этом проблема с включением/выключением Bluetooth явно не связана с экономией ресурса батареи. Наши измерения показывают совершенно незначительный дополнительный расход при включении

Bluetooth на смартфонах. Этот расход не увеличивается, драматически, даже при запуске узла Bluetooth в режиме раскрытия. Энергия тратится при установлении соединения/передаче данных по Bluetooth, но оба этих шага в данной модели просто отсутствуют. Возможно, нежелание включать Bluetooth постоянно связано с идеей избежать излишнего отслеживания собственных действий.

Следующий момент – это скорость, с которой происходит определение тегов. Идущий, даже средним шагом человек, будет просто проходить мимо тегов. Для их распознавания, банально, не будет времени. Тогда как явный запуск приложения (“браузера”) предполагает ожидание некоторого отклика. Больше вероятность, что пользователь просто дождетя ответа. Ну и последний момент – обязательность поступления сообщений в случае push-уведомления. Автоматизация их получения влечет за собой и обязательность получения информации, даже если именно в данный момент (в этот конкретный визит) пользователь в них не нуждается.

Возможные модели применения

В этом разделе мы хотели бы остановиться на возможных моделях применения (использования) указанного подхода.

Первое и наиболее очевидное применение – это рекламные объявления. Автор набирает текст, который становится доступным другим мобильным абонентам, находящимся поблизости от автора. То есть, потенциальные читатели объявления, скорее всего, непосредственно видят автора объявления. При этом это могут быть как персональные объявления (classified), так и объявления коммерческого характера в торговых центрах (кафе, ресторане и т.п.). Содержанием коммерческих объявлений могут быть, например, мобильные купоны. Тот факт, что для создания такого объявления достаточно одного мобильного телефона допускает их легкое создание (применение) как менеджером в офисе, так и уличным торговцем.

Точно такая же модель может быть использована для предложения услуг в какой-то области. Например, свободное такси, место в машине и т.п.

Обратная задача – поиск услуг (предложений). В обоих случаях конечная цель – ускорить контакт между двумя сторонами (они гарантированно находятся рядом друг с другом).

Следующий пример использования – это представление собственной информации на конференциях (встречах). Рекламное объявление – это ссылка на профиль автора (в Facebook, LinkedIn и т.п.). При создании такого объявления его достоверность может быть подтверждена авторизацией автора в соответствующей социальной сети. А при просмотре такого рода местных объявлений мобильный пользователь будет видеть ссылки на профили других посетителей той же самой конференции. По факту – ссылки на профили в социальных сетях людей, которых можно наблюдать непосредственно. Схожую схему могут использовать сервисы знакомств.

Публикация объявлений может быть заменена на публикацию ссылки на форум (чат приложение). Тогда это будет система для местного общения. Например, дискуссионный форум, связанный с Bluetooth точкой на кассовом аппарате магазина. Обсуждение вопросов, связанных с данной торговой точкой, информация о потерянных (найденных) вещах и т.д.

Отложенные сообщения. Можно “оставлять” текст сообщения для конкретного пользователя и делать его доступным, когда именно этот пользователь запустил программный сканер (“браузер”) рядом с данным сетевым узлом.

Информация (отметка) о присутствии. Это то, что в социальных сетях отмечается термином check-in. Специальный статус (сообщение), которое содержит координаты некоторого выделенного (явно поименованного) места. Это может быть какой-то реальный объект или же просто некоторая

географическая точка. Смысл состоит в установлении связки между сообщением (статусом) в социальной сети и географическими координатами [13]. В качестве такого виртуального места можно использовать точку Bluetooth. При этом ее действительные (или даже текущие, если она перемещается) координаты абсолютно неважны. Можно отмечать (и это может быть никак не связано с социальными сетями) адреса тех, кто сканирует адрес данной точки. Это мобильные абоненты, которые находятся рядом с данным объектом. Этот факт можно использовать как отметку о присутствии.

Гипер-локальная википедия. Под гипер-локальными данными понимается информация, относящаяся к какой-то небольшой географической области и, к тому же, подготовленная (сформированная) непосредственно в этой области. К сетевому узлу может быть привязана редактируемая (обновляемая) информация о коммунальных новостях. Типичный проект для Smart Cities приложений.

Модель с использованием отметок о присутствии, когда клиентское приложение передает свой адрес сохранения записи о сканировании сетевого узла, может быть расширена. Клиентское приложение может передавать не только собственный адрес, но какую-то иную (заранее заготовленную, например) информацию. Таким образом, можно, например, организовать автоматическую выгрузку некоторого заказа.

Заключение

В статье рассмотрена модель создания подвижных беспроводных тегов на базе устройств с поддержкой Bluetooth. В данной модели устройства с Bluetooth выступают в роли динамически создаваемых тегов и служат для задания (привязки) и последующего определения контекстно-зависимых данных, доступных мобильным пользователям. В качестве таких динамических тегов могут выступать как мобильные телефоны, так и уже существующие устройства с поддержкой Bluetooth. В предложенной схеме

единственного мобильного приложения достаточно для охвата всех этапов жизненного цикла контекстных сервисов. Приложение обеспечивает представление тега (тегов), привязку к ним информационного наполнения, а также просмотр данных, привязанных к другим подобным тегам. В работе описаны возможные области применения (примеры сервисов) для данной модели.

Литература

- [1] Намиот Д. Е. Персональные Bluetooth теги //International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 3. – С. 35–39.
- [2] Намиот Д. Е. Мобильные Bluetooth теги //International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 5. – С. 17–23.
- [3] Heydon R., Hunn N. Bluetooth Low Energy //CSR Presentation, Bluetooth SIG <https://www.bluetooth.org/DocMan/handlers/DownloadDoc.ashx>. – 2012.
- [4] Namiot D., Sneps-Snepe M. On software standards for smart cities: API or DPI //ITU Kaleidoscope Academic Conference: Living in a converged world-Impossible without standards?, Proceedings of the 2014. – IEEE, 2014. – С. 169–174.
- [5] Hong, J., & Baker, M. (2014). Smartphones, Teddy Bears, and Toys. IEEE Pervasive Computing, 13(3), 5–7.
- [6] AltBeacon стандарт <http://altbeacon.org/>
- [7] Гурьев Д. Е., Намиот Д. Е., Шнепс М. А. О телекоммуникационных сервисах //International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 4. – С. 13–17.
- [8] Namiot, D., and M. Sneps-Snepe. "On the analysis of statistics of mobile visitors." Automatic Control and Computer Sciences 48.3 (2014): 150–158.
- [9] Kjaergaard M. et al. Mobile sensing of pedestrian flocks in indoor environments using WiFi signals. In Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2012 IEEE International Conference on, pp. 95 – 102.

[10] Namiot D. Network Proximity on Practice: Context-aware Applications and Wi-Fi Proximity //International Journal of Open Information Technologies. – 2013. – Т. 1. – №. 3. – С. 1–4.

[11] Sneps-Sneppе M., Namiot D. Spotique: A New Approach to Local Messaging //Wired/Wireless Internet Communication. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – С. 192–203.

[12] Павлов А. Д., Намиот Д. Е. Системы для поддержки push-уведомлений // International Journal of Open Information Technologies . 2014. Т. 2. – №7. С.37–44.

[13] Namiot D., Sneps-Sneppе M. Customized check-in procedures //Smart Spaces and Next Generation Wired/Wireless Networking. – Springer Berlin Heidelberg, 2011. – С. 160–164.