

КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫЕ СЕРВИСЫ НА БАЗЕ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕГОВ

Д.Е. Намиот, М.А. Шнепс-Шнеппе

Аннотация - Рассмотрены вопросы разработки контекстно-зависимых сервисов, базирующихся на использовании беспроводных тегов. Предложена новая модель применения Core Bluetooth устройств, в которой одного мобильного приложения достаточно для поддержки всех этапов жизненного цикла контекстных сервисов. Приложение обеспечивает создание тега, привязку к нему информационного наполнения и просмотр данных, привязанных к другим тегам. Возможные области применения – приложения для информирования мобильных пользователей (посетителей) в помещениях.

Ключевые слова: контекстно-зависимые сервисы; Bluetooth; беспроводные теги; сетевая близость.

Введение

Настоящая статья является продолжением исследований по использованию данных о сетевой близости в мобильных приложениях и связана с разработкой методов определения местоположения, посредством анализа близости мобильного устройства к сетевым узлам. Используя факт, что граница распространения сигнала для беспроводных сетей ограничена, можно сделать заключение о близости регистрирующего устройства (мобильного телефона) к источнику сигнала. Это принципиальное отличие от традиционного подхода, где местоположение определяют по геокоординатам. Зная координаты сетевых узлов, можно применить измерения силы сигнала для оценки местоположения относительно их. Этой теме посвящено много работ, в которых все такого рода решения основаны на подготовке исходной информации (радио-карты) [1,2]. Это стандартные (эталонные) значения силы сигнала, замеренные в определенных точках, по которым и вычисляют позицию, базируясь на какой-либо метрике сравнения текущих измерений с эталонными значениями. Подготовка такой карты занимает время, ее нужно постоянно поддерживать в актуальном состоянии. При этом для подавляющего большинства информационных систем сами координаты – не цель, а ключ для поиска соответствующих данных. Если

предложить другой способ привязки данных – не непосредственно к геокоординатам, а к иным сущностям, связанными с ними (в нашем случае – к сетевым узлам), то определения координат и, соответственно, проблем с начальной подготовкой радио-карты можно избежать.

В отличие от традиционного подхода оценивают местоположение посредством анализа близости мобильного абонента к определенным сетевым узлам (точки доступа Wi-Fi и Bluetooth узлы). В силу ограниченности распространения сигнала, доступность (видимость) сетевого узла косвенно определяет текущее местоположение. Мобильный телефон при этом, рассматривают как сенсор близости и гео-позиционную информацию заменяют данными о сетевой близости [3].

Одно из решений для организации позиционирования и навигации (в первую очередь, в помещениях) – использование аппаратных тегов: *RFID (Radio Frequency Identification) tag*, *NFC (Near Field Communication) tag*, Bluetooth tag и т.д., которые могут быть опорными узлами упомянутой выше радио-карты. В качестве считывающего устройства может выступать и мобильный телефон (при условии поддержки соответствующих коммуникационных протоколов). Один из широко поддерживаемых коммуникационных стеков в таких устройствах – Bluetooth. И связано это и с наличием его поддержки в мобильных устройствах. В данной работе рассмотрены идеи, изложенные в работах [4,5] и предложена новая модель использования Bluetooth устройств.

Теги с использованием Bluetooth

Один из примеров использования тегов на основе Bluetooth – технология iBeacon от Apple, основанная на новом стандарте *BLE (Bluetooth Low Energy – Bluetooth с низким энергопотреблением)* [6]. Модель применения состоит в том, что приложение (сервис) определяет наличие подобного рода тегов поблизости и, в зависимости от этого, выполняет какие-либо действия (получает информацию), исходя из предположения, что телефон (приемник), на котором работает данное приложение, находится поблизости от конкретных идентифицированных тегов которые учитываются приложениями и, по сути, привязаны к некоторой группе тегов, и наоборот, группа

тегов обслуживает конкретное приложение. Тег не содержит никакой информации. Он передает (транслирует в сеть) только собственный идентификатор. Данные хранят в облаке (как вариант – непосредственно в мобильном телефоне) в привязке к идентификации тега (тегов).

Сравним между собой семантику тегов и точки доступа Bluetooth (Core Bluetooth) в так называемом режиме раскрытия (discovery mode), в котором другие пользователи Bluetooth могут видеть идентификацию сетевого узла – это первый шаг в процессе установки связи с данным узлом и началом обмена данными. Идентификации узла и тега – идентичны. Если не открывать соединение с Bluetooth, то узел выступит в роли тега. Его представление (имя, MAC-адрес) и есть идентификация тега и имеет ограниченную область распространения (Bluetooth расстояние). При таком подходе не нужно организовывать соединение по Bluetooth, достаточно получения идентификатора его узла. Все данные, которые приложение, работающее с тегами, получает, обрабатывает или передает, находятся “вне” тега. Никакого взаимодействия между ними в части обмена данными нет. Здесь имеет место только односторонний обмен – передача идентификаторов от тега (тегов) работающему приложению. Иными словами, такая модель полностью аналогична классическому Bluetooth тегу. На этом совпадении и построена идея об использовании сетевых узлов как беспроводных тегов. Достоинства такого подхода состоит в том, что нет необходимости специально устанавливать (поддерживать) теги в каждом случае. Существует достаточное число вычислительных устройств – узлов Bluetooth (принтеры, кассы, переносные компьютеры). Многие современные автомобили – Bluetooth узлы. Соединение используют в них для управления мультимедийными центрами и проведения технической диагностики. Использование Bluetooth узлов в автомобилях приводит к моделям – cars as tags ([7]).

А тот факт, что Bluetooth точка может быть открыта непосредственно на мобильном телефоне, делает такой тег еще и подвижным. Например, телефон с включенным интерфейсом Bluetooth перемещается вместе со своим владельцем. Если данные, как было указано выше, привязаны к идентификации сетевого узла, то они также “перемещаются” вместе с телефоном. Точнее – перемещается область доступности

данных, которая автоматически соответствует текущему положению сетевого узла (мобильного телефона в данном случае).

Другой важный момент состоит в том, что Android SDK допускает программное создание Bluetooth узла (с подтверждением пользователя). Это позволяет автоматизировать процесс: подготовить данные, опубликовать их в сети и сделать доступными для мобильных пользователей поблизости, привязав к программно созданному тегу. Впервые такая модель – Bluetooth Data Points была описана в работе [5].

Заметим, что аналогичные рассуждения верны и для точки доступа Wi-Fi (там используется другой термин – broadcast mode). Модель Spot Expert описана, в работе [3].

Привязка контента к сетевым узлам означает задание правил (предикатов) видимости. Например, если мобильный узел с именем Café виден в данный момент времени мобильному пользователю, то ему может быть предложен некоторый соответствующий этому факту контент. Правила активации (видимости) определяет непосредственно автор (владелец) контента. Для читателя (мобильного абонента) конечное приложение выглядит как браузер. Приложение оценивает доступные сетевые узлы, определяет истинные правила (предикаты) и предъявляет для просмотра соответствующий набор данных. На практике это выглядит как формирование динамической веб-страницы, содержание которой формируется из отдельных фрагментов, соответствующих сработавшим правилам. Финальные данные веб-страницы, сформированной на основе правил сетевой близости представлены на рис. 1.

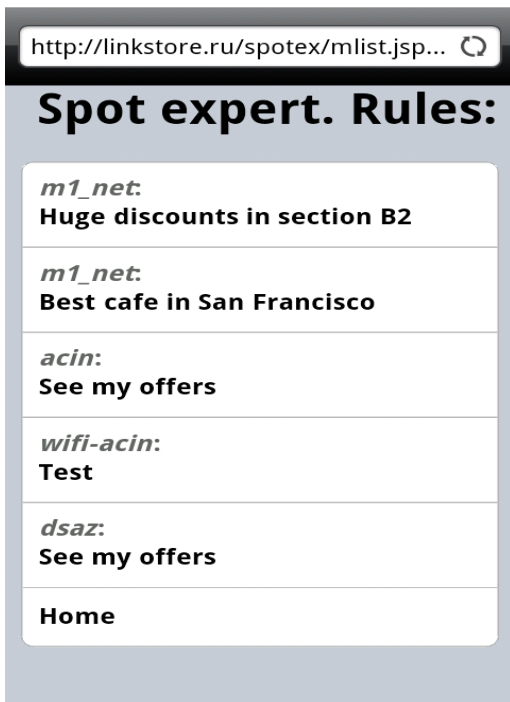


Рис. 1. Финальные данные на основе сетевой близости

Измерения сетевой близости

Перечислим некоторые подходы, которые используют при анализе сетевой близости. Простейший способ – использование радио-сигнатур [8]. Метрика близости основана на подсчете числа раз, когда сетевой узел оказывался в зоне видимости мобильного телефона [9]. Мобильное приложение на телефоне периодически записывает адреса видимых сетевых узлов. Радио-сигнатура (в англоязычной литературе – network fingerprint) определяют на основе подсчета процента времени (доли временных интервалов), в течение которых конкретный MAC-адрес присутствовал во всех записях. Совокупность (вектор) таких долей и есть network fingerprint. Сигнатуру вычисляют для каждого интересующего нас места и используют для сравнения позиций мобильных абонентов. Сравнение двух сигнатур f_1 и f_2 выполняют следующим образом.

Пусть M есть объединение MAC-адресов в f_1 и f_2 . Для MAC-адреса $m \in M$ обозначим его доли вхождения как $f_1(m)$, $f_2(m)$. Тогда схожесть S сигнатур f_1 и f_2 вычисляют следующим образом:

$$S = \sum_{m \in M} (f_1(m) + f_2(m)) * MinMax(m) \quad (1)$$

где $MinMax(m) = \min(f_1(m), f_2(m)) / \max(f_1(m), f_2(m))$

Понятно, что значение S будет возрастать, если в сравниваемых сигнатурах присутствует больше одинаковых адресов. Использование радио-сигнатур базируется на предположении, что мобильное устройство всегда измеряет сигнал одинаково. Очевидно, что это –достаточно строгое предположение. В реальных условиях заряд батареи, например, не будет одинаковым, и одно и то же устройство может выдавать разные значения в зависимости от заряда батареи, ориентации и т.д. Поэтому в сравнениях вместо абсолютного значения силы сигнала используют ранжирование. То есть, сравнивают списки точек доступа, отсортированные по силе сигнала. Например, если получили три точки доступа (А, В, С) с соответствующими значениями RSSI ($RSSI_A; RSSI_B; RSSI_C$) = (-50; -20; -40), то мы можем заменить абсолютные значения рангом ($R_A; R_B; R_C$) = (3; 1; 2) [10]. А сравнивать ранги можно с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена [11].

Для анализа абсолютных значений RSSI в пространстве сигналов вводят Евклидово расстояние или вычисляют коэффициент Tanimoto [12]. В обоих случаях расчеты начинают 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, используют 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

$$d_{a,b} = \|S'_a - S'_b\| \quad (2)$$

Расстояние определяют коэффициентом Tanimoto:

$$d_{a,b} = 1 - (S'_a \cdot S'_b) / (\|S'_a\|^2 + \|S'_b\|^2 - S'_a \cdot S'_b) \quad (3)$$

В обоих случаях расстояние между векторами увеличивается при расхождении абсолютных значений векторов.

Мобильное приложение

Для иллюстрации предложенного подхода было разработано Android приложение, доступное в Google Play [13], которое поддерживает все этапы жизненного цикла для Bluetooth Data Points: создание информационных фрагментов, их публикацию и просмотр (поиск) других контекстно-зависимых данных. Работа приложения может быть протестирована с помощью двух телефонов, оснащенных одним и тем же приложением. На первом телефоне мобильный пользователь подготавливает некоторый текст (например, объявление) и публикует его. Для опубликованного объявления приложение открывает точку Bluetooth. Эта точка создается непосредственно на мобильном телефоне автора. Опубликованные данные представленные на рис. 2, а будут связаны с мобильным телефоном автора.

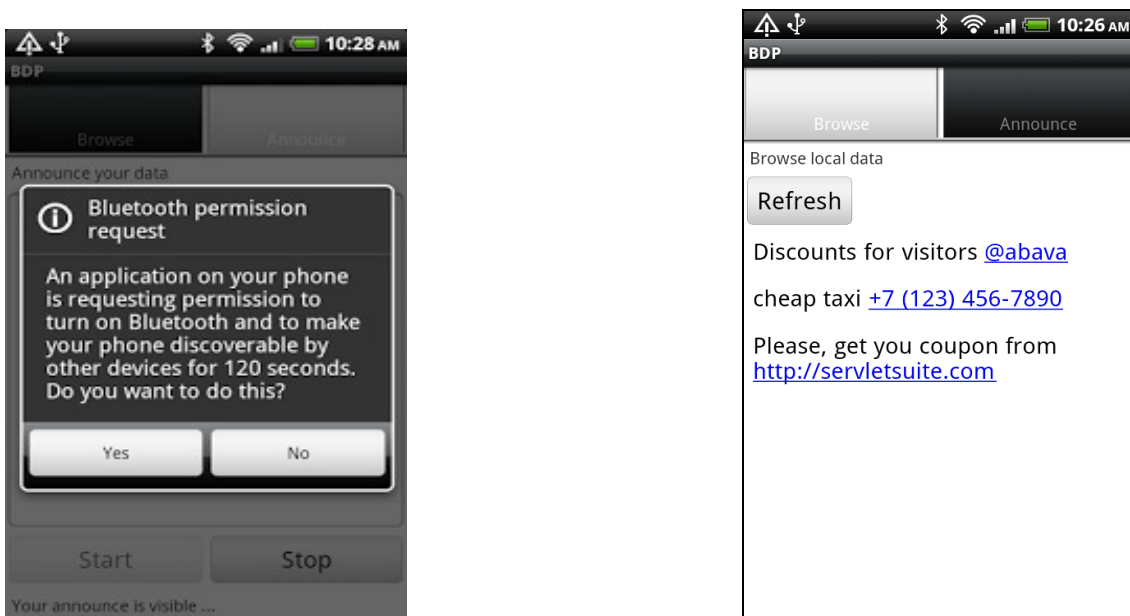


Рис. 2 Интерфейс данных

a – опубликованных; *б* – отображенных

Та же самая программа на другом устройстве может быть запущена в режиме просмотра. Приложение находит видимые Bluetooth узлы, получает ассоциированные с ними данные (если это, конечно, Bluetooth Data Point и такие данные существуют) и отображает их для пользователя (как браузер) (рис 2, б).

При этом, данный браузер автоматически снабжает соответствующие фрагменты текста подходящими HTML тегами. В результате этого номер телефона (email адрес) отображается как ссылка, веб-ссылка – как гиперлинк и так далее. Данные доступны до тех пор, пока на мобильном телефоне их автора (владельца) присутствует точка Bluetooth. Автор может отменить видимость своих объявлений, просто выключив Bluetooth на своем телефоне. И, соответственно, реактивировать свои объявления, включив его.

Заключение

Рассмотрена модель построения контекстно-зависимых сервисов на основе устройств с поддержкой Bluetooth. В рамках этой модели существует возможность связать определяемые пользователями информационные фрагменты с идентификационной информацией для точек доступа Bluetooth. Представленное в работе мобильное приложение (контекстно-зависимый браузер) позволяет просматривать информацию, опубликованную пользователями находящимися поблизости от мобильного устройства. В предложенной модели единственного мобильного телефона достаточно для организации публикации (трансляции) местных данных. В качестве возможных областей применения можно указать информационные и маркетинговые проекты для торговли, а также приложения для Smart Cities.

Библиография

1. Lassabe F. et al. Indoor Wi-Fi positioning: techniques and systems //Annals of telecommunications-Annales des télécommunications. 2009. Т. 64. №. 9-10. С. 651 – 664.
2. Namiot D. On Indoor Positioning //International Journal of Open Information Technologies. 2015. Т. 3. №. 3. С. 23 – 26.
3. Sneps-Sneppé M., Namiot D. Spotique: A new approach to local messaging //Wired/Wireless Internet Communication. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – С. 192-203.
4. Намиот Д.Е. Персональные Bluetooth теги //International Journal of Open Information Technologies. 2014. Т. 2. №. 3. С. 35 – 39.

5. Намиот Д.Е. Мобильные Bluetooth теги //International Journal of Open Information Technologies. 2014. Т. 2. №. 5. С. 17 – 23
6. Gomez, Carles, Joaquim Oller, and Josep Paradells. "Overview and evaluation of bluetooth low energy: An emerging low-power wireless technology." *Sensors* 12.9 (2012): 11734 – 11753.
7. Cavallini A. iBeacons Bible 1.0 //Online im Internet: [http://meetingof ideas. files. wordpress. com/2013/12/ibeacons-bible-1-0. pdf.](http://meetingofideas.files.wordpress.com/2013/12/ibeacons-bible-1-0.pdf) – 2014. – Т. 22. Retrieved: Jul, 2015
8. Namiot D., Sneps-Sneppe M. CAT - cars as tags //Communication Technologies for Vehicles (Nets4Cars-Fall), 2014 7th International Workshop on. – IEEE, 2014. – С. 50-53.
9. Azizyan M. et al. SurroundSense: mobile phone localization via ambience fingerprinting. In *MobiCom '09 Proceedings of the 15th annual international conference on Mobile computing and networking*, pp. 261-272, DOI: 10.1145/1614320.1614350
10. Chan E. C. L., Baciu G., Mak S. C. Using Wi-Fi signal strength to localize in wireless sensor networks //Communications and Mobile Computing, 2009. CMC'09. WRI International Conference on. – IEEE, 2009. – Т. 1. – С. 538-542.
11. Stuart A. The correlation between variate-values and ranks in samples from a continuous distribution// *British Journal of Statistical Psychology* Vol. 7, Issue 1, pp. 37–44.
12. 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.
13. Namiot D., Sneps-Sneppe M. On Mobile Bluetooth Tags //arXiv preprint [arXiv:1502.05321.](http://arxiv.org/abs/1502.05321) – 2015. URL: <http://arxiv.org/abs/1502.05321>, Retrieved: Jul, 2015

CONTEXT-AWARE SERVICES BASED ON WIRELESS TAGS

D.E. Namiot, M. A. Sneps-Sneppe

***Abstract** - The article discusses the development of context-aware services based on the use of wireless tags. As a fundamentally new feature, we suggest using the existing wireless network nodes as wireless tags. In particular, our model uses Wi-Fi access points and mobile phones with Bluetooth. For Bluetooth devices, our model proposes a new deployment model for context-aware services. Also, it is a new application model for Core Bluetooth systems. In our model, any device with Bluetooth support can act as a tag with some user-defined data being associated with. Such a tag can reveal associated data to mobile users in proximity. As a proximity measurement (as a main context characteristic) we use network proximity. As a mobile tag in our model, we can use an ordinary smartphone. This feature lets us describe our tags as moveable. For moveable tags, user-defined data snippets associated with this tag will “follow” him too. In order to validate our model, we propose a mobile application for Android platform. This application supports all phases for context-aware services based on network proximity: data definition, data publishing and data access. The possible use cases include indoor based information systems (e.g., retail, proximity marketing) as well as applications for Smart Cities.*

Keywords: Context-aware services; Bluetooth; Wireless tags; Network proximity.