

Использование оценки приближенности к узлам Wi-Fi сети для доставки гипер-
локального контента

Дмитрий Намиот

МГУ им. М.В. Ломоносова

Факультет ВМК

Москва, Россия

dnamiot@gmail.com

Abstract — в статье описывается программная модель, которая может быть использована для представления произвольного местного контента мобильным абонентам. Приложение SpotEx (Spot Expert) может использовать любые существующие или специально созданные точки доступа Wi-Fi как сенсоры присутствия, которые и будут использоваться для поиска подходящей гипер-локальной информации. Основная идея сервиса состоит в способе связи пользовательского контента и информации о точках доступа, а также в модели предоставления доступа к этому контенту. Результатом работы является экспертная система на базе правил (продукций), обеспечивающая просмотр сообщений в зависимости от видимости хот-спотов Wi-Fi.

Keywords – *Wi-Fi, позиционирование в помещениях, продукционные правила, приближенность, context-aware*

Введение

В работе, которая впервые использовала термин ‘контекстно-зависимые вычисления’ (context-aware) [1] контекст определен как совокупность местоположения, находящихся рядом людей и объектов, а также последовательность изменений местоположения. Другие работы определяют контекстную зависимость как произвольное дополнение к местоположению. В данной работе в качестве такого дополнения используется понятие network proximity (конкретно – Wi-Fi proximity). Под этим понятием будет подразумеваться оценка близости (в смысле приближения, расстояния) мобильного телефона и элемента сетевой инфраструктуры (например, точки доступа Wi-Fi). На этой основе строится новая модель доступа к гиперлокальному контенту для мобильных пользователей. Рассмотрим некоторые приложения, которые предшествовали предлагаемому подходу, получившему название Spot Expert.

Во-первых, это системы определения местоположения с использованием специальных активных меток (тегов). Это так называемые Active Badge системы. Active Badge системы позволяли определять местоположение специальных устройств, которые обозначали себя с помощью уникального повторяющегося сигнала в инфракрасном диапазоне. В оборудованном специальными приемниками офисном здании такого рода системы позволяли определить местоположение идентификационной карточки (бэджа) и, соответственно, доставить какую-то информацию владельцу бэджа [2]. Системы, иными словами, представляли собой некоторый аппаратный триггер, задающий информационный контекст, который определяется местоположением владельца бэджа .

Во-вторых, это маркетинговые решения, основанные на Bluetooth proximity. Это системы основанные на оценке приближенности мобильного абонента к узлам Bluetooth. Наибольшую известность получили системы рассылки

информации находящимся поблизости абонентам (Bluetooth broadcast). Вещательный элемент системы рассылает данные другим устройствам в зоне видимости. Данные, распространяемые подобным образом, могут представлять собой тексты, изображения, аудио и видео файлы. Могут распространяться и структурированные данные, например, в виде файла формата vCard [3].

Идея Bluetooth-маркетинга заключается в том, что вещатель может определить присутствие мобильного телефона с включенным протоколом Bluetooth и доставить на него некоторое сообщение (контент). Вместе с тем необходимо отметить, что из соображений безопасности и для экономии заряда батареи режим Bluetooth на большинстве телефонов чаще всего отключен.

Есть реализации, в которых используется расширенная схема для Bluetooth рассылок. В таком случае от пользователя требуется запустить некоторое приложение на мобильном телефоне и явно указать, что он согласен принимать предлагаемый контент. Смысл такого решения состоит в том, что данные будут предлагаться только тем, кто дал согласие их принимать.

Другая потенциальная проблема с Bluetooth-рассылками состоит в том, что рассылка контента на мобильные устройства предполагает поддержку на стороне мобильного терминала службы стандарта OBEX Push Bluetooth . Эта поддержка присутствует не во всех устройствах, даже имея в виду современные смартфоны.

Из проведенного рассмотрения можно сделать следующие выводы:

- вместо устройств с активными метками могут использоваться смартфоны,
- альтернативным средством связи может быть доступ на основе стандарта Wi-Fi (заметим, что в случае применения смартфонов возможность установки связи по стандарту Wi-Fi значительно выше).
- бэдж (телефон) должен определять информационные узлы, а не наоборот. Такой способ более безопасен. Аналогично, возможный контент должен

запрашиваться пользователем, а не навязываться ему некоторой автоматической системой.

- термин “распространение” для сообщений должен использоваться как синоним терминов “видим” или “доступен”. Автоматическая загрузка сообщений не является обязательной, наоборот, зачастую она специально ограничивается.

Для разработки системы на основе сформулированных принципов можно позаимствовать некоторые идеи из систем позиционирования в помещениях (в англоязычной литературе: indoor positioning или IPS). IPS чаще всего используют именно элементы сетевой инфраструктуры для своей работы [4]. Очевидно, что конструкционные материалы зданий могут препятствовать распространению сигналов спутниковых систем позиционирования (например, GPS). Поэтому IPS чаще всего строятся на позиционировании ближайших объектов или предметов с заранее известным местоположением. Единого подхода к построению IPS нет. Помимо традиционных радиосистем могут использоваться оптические и акустические системы [4].

При этом каждый их подходов, как правило, предлагает свои собственные программные интерфейсы (API) и свои собственные протоколы.

Системы на базе метода автоматической идентификации объектов RFID (Radio Frequency Identification) состоят из сканера и набора тегов (устройств). Теги классифицируются на активные (с собственным источником питания) и пассивные (не имеющие источника питания). Каждый тег снабжен некоторым уникальным идентификатором, который используется для однозначного определения объекта или человека, являющегося носителем тега.

Сканеры, расположенные внутри здания могут считывать идентификаторы с тегов, которые оказались поблизости. Поскольку точное местоположение каждого сканера известно, то информация о видимых тегах может использоваться для вычисления их местоположения.

Широкополосные системы позиционирования UWB (Ultra-Wideband) используют опорную сеть сканеров, которые по задержке распространения сигнала от специальных меток позволяют определить местоположение этих самых меток (их носителей).

Системы позиционирования на базе Wi-Fi, например, предлагаемые компанией Ekahau [5] представляют собой программные решения, которые используют установленные в помещении точки доступа Wi-Fi и Wi-Fi-интерфейс в мобильном устройстве. Могут также использоваться специальные теги Wi-Fi, которые поддерживают сетевые стандарты 802.11.

Естественным большим преимуществом подобного рода систем является то, что они не требуют специального аппаратного обеспечения. Протоколы 802.11x стандартизованы, и поэтому подобного рода системы позиционирования, в принципе, могут работать везде, где есть сети Wi-Fi.

Положительным моментом является также то, что единая сеть исключает возможные проблемы, вызванные интерференцией радиосигналов, возможной в случае применения специализированных решений [5].

Позиционирование на основе Wi-Fi базируется на сетке хот-спотов Wi-Fi, обеспечивая точность определения координат объекта в 20-30 метров до наступления некоторого насыщения – чем больше точек вовлечено в процесс позиционирования, тем точнее будет результат.

Wi-Fi-позиционированию и используемым методам триангуляции посвящено достаточно много работ (см., например, [6]), но общая идея Wi-Fi-позиционирования остается везде одинаковой и базируется на использовании некоторой опорной сети с известными координатами узлов. Главной задачей, которую должен решить описываемый в статье новый сервис – это доставка информации мобильным абонентам без предварительной разметки опорной сети.

Модель

Как следует из рассмотрения выше, все системы позиционирования в помещениях основываются на карте тегов с известным местоположением. Это очень важный момент. Карта тегов, по сути, должна быть подготовлена до начала использования сервиса.

Отсюда следуют две главные идеи для описанного в настоящей работе сервиса SpotEx (Spot Expert, [7]):

- сервис будет поддерживать так называемые “ad_hoc” сети. Другими словами, для использования сервиса не нужны будут предварительные действия (усилия) по “разметке” опорной сети (WiFi устройств с известным местоположением)

- для многих (если не для большинства) приложений, в основе которых лежит определение местоположения пользователя (LBS-приложений) информация (контент), привязанная к конкретному местоположению, является более приоритетной информацией, чем простые данные о местоположении. Иными словами, в большинстве LBS-приложений координаты используются еще и для нахождения подходящего контента, а не только для определения собственно местоположения.

На этих принципах построен сервис SpotEx (Spot Expert). Русскоязычное описание сервиса впервые было опубликовано в материалах конференции “Современные информационные технологии и ИТ образование” [14].

Если мы возьмем от систем позиционирования в помещениях только часть их алгоритма – определение видимых в данной точке сетей Wi-Fi, то это обеспечит нас информацией для позиционирования. Тот факт, что мобильный телефон “видит” какую-то точку доступа, означает, что он находится недалеко от нее. Эта возможность дополняется в сервисе SpotEx возможностью задания правил видимости контента (продукции) в виде операторов ЕСЛИ-ТО, связанных

с конкретной точкой доступа. Правила, по сути, описывают видимость точек доступа WiFi для мобильного контента.

Заметим, что задача не сводится к соединению с конкретной сетью, В данной работе никак не затрагиваются вопросы предоставления доступа или обеспечения безопасности. Важен сам факт обнаружения сети, в результате чего становятся известными идентификатор SSID и другая общедоступная информация о точке доступа.

Таким образом, сервис содержит следующие компоненты:

- база данных (хранилище) правил, ассоциированных с конкретными Wi-Fi сетями,
- редактор правил, представляющий собой веб-приложение (в том числе, и мобильный веб), которое позволяет создавать (редактировать) указанные выше правила,
- клиентское мобильное приложение, которое может определять доступные (видимые) точки доступа Wi-Fi, проверять условия видимости по базе правил и предоставлять доступ к имеющемуся контенту.

Сервис работает следующим образом. Для существующей или специально созданной точки или нескольких точек доступа WiFi задается набор правил. Например,

ЕСЛИ доступны точки доступа с идентификаторами NET1 и NET2 ТО
показать заданный текст.

Пользовательское приложение сканирует список доступных (видимых) сетей, определяет сработавшие правила, которые могут зависеть не только от того, является ли сеть или сети видимыми, но и от времени, истории пользователя и т.д., и открывает пользователю соответствующий контент. Этот контент в текущей версии есть некоторый HTML-текст, который может содержать любые доступные в мобильном браузере данные.

Как правила, так и тексты для распространения формируются владельцами точек доступа (Wi-Fi сетей).

Возможные применения такого сервиса достаточно очевидны. Самое простое, по крайней мере, с точки зрения возможной коммерческой эксплуатации подобного рода сервисов, – это доставка предложений посетителям в торговых центрах. Это представляет собой автоматически реализуемый вариант такого популярного в социальных сетях механизма как отметка о присутствии (check-in). В социальных сетях пользователь после авторизации может обозначить свое присутствие в данном магазине или центре, получив в ответ какие-либо специальные предложения, купоны или скидки. В модели SpotEx отпадает необходимость в авторизации, поскольку можно автоматически сделать текущие предложения доступными для тех мобильных абонентов, которые находятся в зоне действия соответствующей WiFi сети. При этом, в отличие от традиционных систем позиционирования в помещении, не требуется никакая предварительная разметка опорной сети. Более того, как будет показано ниже, такого рода сети могут создаваться и динамически.

По аналогичной схеме можно распространять новости в офисных или жилых комплексах, учебных кампусах, получив, таким образом, простую модель для распространения гиперлокальных новостей.

Существуют коммерческие сервисы, которые предлагают маркетинговые инструменты на базе Wi-Fi близости. Но все они сводятся к попыткам направить пользователям, подключающимся к Wi-Fi сети, информацию рекламного характера [8], что, по сути, заменяет начальный экран, который видит присоединяющийся к сети абонент. Используется даже не факт близости к какой-то сети, а событие, связанное с подключением к сети. Подход же описанный в данной статье никак не касается соединения, важен только сам факт доступности Wi-Fi сети в данном месте.

SpotEx

Одна из основных причин интереса к системе правил предоставления данных, привязанных к точкам доступа Wi-Fi, заключается в том, что речь не идет только о существующих публичных сетях Wi-Fi. Точка доступа Wi-Fi может быть открыта непосредственно на мобильном телефоне. Определяя данные для такой точки доступа, мы, по сути, определяем данные для конкретного телефона или для конкретного мобильного абонента.

Задание собственных точек доступа Wi-Fi возможно практически для всех современных смартфонов. На рис.1 показан пример экрана с параметрами для устройства типа iPhone:



Рис. 1. Точка доступа Wi-Fi на iPhone

Такой же сервис присутствует в операционных системах Android и Symbian (рис.2):



Рис. 2. Точка доступа Wi-Fi на Android

Указанная форма использования сервиса открывает возможность для нового класса систем – динамических LBS. В этих системах данные (контент) доступны в какой-то ограниченной области (то, что называется location aware data – данные, зависящие от местоположения), их доступность зависит от видимости некоторой точки доступа WiFi. Триггер видимости может не только менять свое состояние (включен-выключен), но и перемещаться в пространстве.

Таким образом, для создания набора правил нужен только телефон. Любой его владелец является потенциальным контент-провайдером. Точка доступа, к которой будут привязываться правила, может быть открыта на телефоне, и этот же телефон может быть использован для создания или редактирования правил. Таким образом, владелец телефона может, например, предоставлять какой-то персональный контент мобильным пользователям, которые в данный момент находятся поблизости. В дополнение к указанным выше применениям (автоматическая отметка о присутствии, местные новости) это открывает возможности для ряда новых, таких, например, как получение персональных

объявлений и различные игры, когда нужно найти в какой-то области контент, доступный вблизи определенных телефонов.

Хранилище правил работает следующим образом.

Каждое правило представляет собой продукцию (логическое заключение ЕСЛИ-ТО). Условная часть в текущей версии описываемой системы формируется как набор логических операций над следующими объектами: идентификатор Wi-Fi сети (SSID), уровень сигнала, время дня, ID клиента (см. далее). Примером правила может быть следующее предложение:

ЕСЛИ _SSID сети *ЕСТЬ* 'mysafe' *И* время *ЕСТЬ* 13:00 – 14:00 *ТО*
предоставить купон на обед

Поскольку правила представляют собой классическую продукционную систему, то для их обработки можно использовать хорошо известные алгоритмы типа Rete [9]. Этот алгоритм позволяет оптимизировать проверку большого числа правил за счет их пересортировки таким образом, чтобы максимально нагруженные условия проверялись в первую очередь [10].

Таким образом, описываемый сервис включает следующие компоненты:

- базу данных правил (продукций), определенных для точек доступа Wi-Fi сетей
- клиентское приложение для смартфонов (в текущей версии – Android, в последующем и iPhone) которое обеспечивает проверку имеющихся правил и визуализацию контента.

База данных (хранилище правил) имеет собственный веб-интерфейс, включающий мобильный веб на основе HTML5 приложения, который обеспечивает работу с базой данных.

Кроме правил хранилище включает открытый интерфейс API на базе протокола REST, что позволяет сторонним разработчикам пополнять и обновлять базу данных программным путем. Это, в свою очередь, позволяет осуществлять интеграцию с ERP системами, например, программным образом наполнять систему предложениями, новостями и т.д.

Собственное клиентское приложение, на самом деле, использует именно указанный интерфейс для работы с базой данных.

Предложенный подход не требует наличия единой базы правил (правил для всех возможных точек доступа). Легко можно представить себе ситуацию, когда конфигурируемое клиентское приложение к какой-то частной базе или переключаться между базами. С точки зрения использования API база правил есть просто некоторый URL для передачи REST запросов.

Помимо указанных выше возможностей применения как средства для автоматической регистрации присутствия (check-in), отдельно хотелось отметить именно возможность распространения гипер-локальных новостей с помощью подобного рода сервиса

Согласно [11] гиперлокальный контент характеризуется тремя основными элементами. Во-первых, он описывает сущности и события внутри какой-то локальной области, во-вторых, ориентирован на резидентов этой локальной области и, в-третьих, создается преимущественно локально.

С помощью сервиса SpotEx, используя всего лишь мобильный телефон, можно создать произвольный контент (используя, в частности, мультимедийные файлы телефона), описать правила видимости (это всего лишь мобильный веб-доступ к хранилищу) и делать доступным этот контент для окружающих.

Набор правил видимости может быть описан технически для любой существующей Wi-Fi сети. Но как основной способ использования мы рассматриваем именно специально открытые точки доступа непосредственно на

мобильном телефоне. Это позволяет создать довольно большой набор полезных сервисов, например, персональные объявления. Объявления привязаны к конкретной Wi-Fi сети, то есть к конкретному телефону. Естественно, что их доступность (видимость) зависит от текущего местоположения телефона. А, соответственно, для читателя таких сообщений он представляет собой контексто-зависимый контент.

На базе предложенного подхода можно представить игровые схемы, когда, например, требуется собрать сообщения (загрузить файлы и т.д.) с заданного количества телефонов в определенной области (городе и т.д.). А возможность добавлять правила и контент программным образом позволяет строить динамические приложения.

Естественно, что доступ к базе данных будет требовать авторизации пользователей. В текущей версии аутентификация клиентов не предполагается, клиенты в такой схеме полностью анонимны. Единственный элемент, который предполагается добавить – это уникальный идентификатор для клиента. Это просто уникальный номер (UUID), который может быть присвоен в момент самого первого обращения к системе и хранится на стороне клиента для всех последующих обращений (он будет подставляться в запросы автоматически). Это позволит просто различать клиентов, а также использовать эту информацию в правилах. Наличие уникального идентификатора позволит отслеживать историю обращений. В предложенной модели в качестве такого глобального UUID может выступать просто MAC-адрес клиента (уникальный адрес сетевого интерфейса). Например, для модели, в которой автоматически отмечается присутствие (check-in) легко будет описать правила, которые учитывают частоту посещений:

ЕСЛИ предложение от ‘mysafe’ открывается 3-й раз в течение месяца *ТО* предложить специальный пакет.

Реализация мобильного клиента на платформе Android использует интерфейс приложения *WiFiManager* из ОС Android SDK. Этот пакет предоставляет доступ к базовой информации о сетях Wi-Fi. В частности, с его помощью можно получить следующие данные:

SSID – имя сети

BSSID – адрес точки доступа

capabilities – схема аутентификации

frequency – частота канала взаимодействия (МГц)

level – измеренный уровень сигнала (дБм)

Перечисленные параметры могут использоваться при описании правил видимости. В первой версии SpotEx [7] используется только параметр SSID.

В последующих версиях предполагается использовать телефон как источник данных о присутствии (близости к узлу беспроводной сети). В частности, возможно добавление устройств, работающих по протоколу Bluetooth. Важно, что местоположение (близость) рассматривается по отношению к другим телефонам.

Для платформы Android существует несколько приложений, например, *Locale*, которые позволяющих выполнять какие-либо действия в зависимости от текущего местоположения абонента, например, выключить звук или включить (выключить) Wi-Fi. Иными словами, изменить установки телефона в зависимости от местоположения. Приложение SpotEx решает обратную, задачу – определение предложений для мобильного абонента в зависимости от его текущего местоположения со стороны других мобильных абонентов.

Второй принципиальной особенностью подхода является непосредственное формирование локального контента, для чего в других системах производится поиск данных на основе предварительно установленных координат абонента.

Дальнейшие разработки

Развитие предложенной системы будет вестись в следующих направлениях.

Во-первых, по аналогичной схеме планируется расширение в виде поддержки технологии Bluetooth, так что продукции будут распознавать и узлы Bluetooth. В дальнейшем в продукционную модель планируется включить и другие датчики, доступные на мобильном телефоне.

Во-вторых, будет расширен редактор правил. Он должен превратиться в полноценную мобильную CMS (Content Management System), включающую такие элементы как, например, шаблоны для представления данных.

Предложенный подход может быть использован и в других приложениях.

Примером, в частности, может служить разработанный сервис Wi-Fi chat [13], который построен на том же механизме, что и служба SpotEx, но с фиксированным доступным контентом, а именно, веб-чатом и дискуссионной группой. То есть для всех пользователей вблизи точки доступа (вблизи мобильного телефона, в частности) предлагаются средства взаимодействия (кооммуницирования).

Сеть Wi-Fi на транспорте на основе предлагаемого подхода можно с помощью точки доступа, открытой на телефоне, превратить в средство общения между пассажирами. В этом случае телефон превращается в персональный коммуникационный инструмент без раскрытия персональных данных.

Заключение

В статье описывается новое применение методов, основанных на оценке близости к узлам сети Wi-Fi для приложений из области контекстно-зависимых вычислений. Предложенный сервис может использовать как существующие, так

и специально созданные (описанные) точки доступа Wi-Fi в качестве триггеров для активации доставки контента или открытия доступа к нему на мобильные терминалы. Сервис позволяет пользователям как связать (ассоциировать) собственные данные с точками доступа Wi-Fi, так и получать доступ к таким же данным, которые были созданы или добавлены другими пользователями.

Сервис может применяться, например, для распространения коммерческой информации в торговых центрах (proximity marketing – маркетинговые коммуникации, основанные на нахождении поблизости от заданной точки), включающей скидки, купоны, специальные предложения, для распространения гиперлокальных новостей, например, в кампусах, в офисных центрах, для создания персональных систем информационного вещания и в проектах SmartCity.

Список литературы

- [1] G. Schilit and B. Theimer Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts. IEEE Network, 8(5) (1994) pp. 22-32
- [2] AT&T Laboratories Cambridge The Active Badge System <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/ab.html> Washington
- [3] Papandrea, Michela; Giordano, Silvia; Vanini, Salvatore; Cremonese, Piergiorgio; Proximity marketing solution tailored to user needs World of Wireless Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2010 IEEE International Symposium E-ISBN:978-1-4244-7263-5 pp. 1-3
- [4] Kaemarungsi, K. and Krishnamurthy, P. Modeling of indoor positioning systems based on location fingerprinting INFOCOM 2004. Twenty-third Annual Joint

Conference of the IEEE Computer and Communications Societies Date of Conference: 7-11 March 2004 Volume: 2 pp.1012-1022

- [5] Comparison of Wireless Indoor Positioning Technologies www.productivet.com/docs-2/Wireless_Comparison.pdf
- [6] F. Lassabe, P. Canalda, P. Chatonnay and F. Spies “Indoor Wi-Fi positioning: techniques and systems” *Annals of Telecommunications* Volume 64, Numbers 9-10, 651-664, DOI: 10.1007/s12243-009-0122-1
- [7] D. Namiot “Context-Aware Browsing -- A Practical Approach”, *Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST)*, 2012 6th International Conference on, pp. 18-23, DOI: 10.1109/NGMAST.2012.13
- [8] Mobile Markerintg: <http://www.media-2go.net/Solutions>
- [9] Charles L. Forgy, "RETE: A fast algorithm for the many pattern/many object pattern match problem", *Artificial Intelligence* 19(1), pp. 17-37, September 1982.
- [10] About the Rete Algorithm: http://en.wikipedia.org/wiki/Rete_algorithm
- [11] Ceccaroni, L.; Codina, V.; Palau, M.; Pous, M.; PaTac: “Urban, Ubiquitous, Personalized Services for Citizens and Tourists” *Digital Society*, 2009. ICDS '09. Third International Conference 2009 , Page(s): 7 - 12
- [12] Yanying Gu; Lo, A.; Niemegeers, I.; “A survey of indoor positioning systems for wireless personal networks” *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE Volume: 11 Issue:1 pp. 13-32
- [13] D. Namiot and M. Sneps-Sneppe “Context-aware data discovery” *Intelligence in Next Generation Networks (ICIN)*, 2012 16th International Conference on, 2012 pp. 134 – 141, DOI: 10.1109/ICIN.2012.6376016
- [14] Намиот Д.Е Гипер-локальный контент. Экспертная система на базе WiFi proximity //VI Международная научно-практическая конференция. Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник избранных трудов, Москва, 2011. С. 720-730

- [15] Y. Daradkeh, D. Namiot, and M. Sneps-Snepe “Spot Expert as Context-Aware Browsing”, *Journal of Wireless Networking and Communications* 2012, vol. 2, N.3 pp. 23-28 DOI: 10.5923/j.jwnc.20120203.03