

СЕНСОРНОЕ ВОСПРИЯТИЕ КАК СЕРВИС – НОВАЯ БИЗНЕС-МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

Медведев А.В.¹

¹ *Университет ИТМО, 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49, e-mail: alexey.medvedev@niuitmo.ru*

В данной работе вводится понятие «Сенсорное восприятие как сервис» и исследуется данная концепция, представляющая собой новую бизнес-модель эпохи Интернета вещей. Ставится цель рассмотреть понятие «Сенсорное восприятие как сервис» с точки зрения как технологических, так и социальных и экономических факторов, а также определить задачи для дальнейших исследований. Анализируются требования, предъявляемые к связующему программному обеспечению сети «Интернет вещей». Кратко рассматриваются различные платформы связующего программного обеспечения, позволяющие производить публикацию данных различных сенсоров, находить эти сенсоры и создавать приложения, использующие эти данные. Перечисляются типичные для таких платформ функции. Кроме того, в качестве примера использования концепции предоставляется сценарий работы системы «CityWatcher», обеспечивающей возможность поиска и получения видеозаписей, произведенных, аннотируемых и хранящихся на смартфонах пользователей.

Ключевые слова: Интернет вещей, сенсорное восприятие как сервис, управление данными, облачные технологии.

SENSING AS A SERVICE – NEW BUSINESS MODEL FOR THE INTERNET OF THINGS

Medvedev A.V.¹

¹ *ITMO University, 197101, г. Saint-Petersburg, Russia, Kronverkskiy pr., d.49. e-mail: alexey.medvedev@niuitmo.ru*

In this paper we investigate the conception of Sensing as a Service as a business model for Internet of Things era. We research this area from technological, social and economical points of view and define tasks for future work. We analyze requirements to the middleware for the Internet of Things applications. Briefly describe different middleware platforms, that enable publishing sensor data, finding sensors and build applications on top of sensor data. Besides, we present a scenario of using the «CityWatcher» system as an illustration for the Sensing as a Service conception. This system makes possible to make requests and search for videos, recorded, annotated and stored on user's smartphones.

Keywords: Internet of Things (IoT), Sensing as a Service, data management, cloud technology.

Введение

В 2008 году количество вещей, соединенных с сетью Интернет, превысило количество людей, живущих на земле. Считается, с этого момента Интернет перешел в эру, называемую «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT). Предсказывается, что к 2020 году к Сети будет присоединено от 50 до 100 миллиардов устройств. Входящие в состав этих устройств сенсоры постоянно генерируют огромное количество данных, объем которых будет только увеличиваться. Однако для извлечения пользы из этих данных их нужно собирать, хранить и осмысливать. В первую очередь перед исследователями возникает вопрос о доступе к данным разных сенсоров. В принципе, для проведения тех или иных исследований можно создать собственную инфраструктуру, к примеру разместить несколько тысяч температурных сенсоров в пределах определенной местности для получения информации о распределении температуры. Такой подход, во-первых, весьма дорог, затраты на покупку оборудования и установку его в мировых масштабах могут быть неподъемны. Во-вторых,

такой подход зачастую может оказаться нереализуемым, поскольку необходимые измерения можно провести только внутри объектов, находящихся в частной собственности, а установка сенсоров внутри таких объектов весьма затруднительна. Для решения проблемы сбора сенсорных данных в эпоху Интернета вещей предлагается использовать концепцию «Сенсорное Восприятие как Сервис» (СВкС), являющуюся логическим продолжением модели «Всё как Сервис», преобладающей в системах облачных вычислений [6].

Всё как сервис

Предоставление «всего как сервис» - бизнес-модель, появившаяся в эпоху облачных вычислений. Облачные вычисления можно определить [2] как подход к организации широко масштабируемых возможностей информационных технологий (ИТ), предоставляемых в качестве сервиса через Интернет многочисленным внешним пользователям.

Облачные вычисления будут играть значительную роль в парадигме Интернета вещей. Можно выделить три основных уровня или модели облачных вычислений: (а) Инфраструктура как Сервис (Infrastructure as a Service, IaaS), (б) Платформа как Сервис (Platform as a Service, PaaS) и (в) Программное обеспечение как Сервис (Software as a Service, SaaS). Каждый уровень подробно описывается в [2].

Кроме того, в технической литературе встречаются такие термины, как База данных как Сервис (Database as a Service, DBaaS), Данные как Сервис (Data as a Service, DaaS), Сеть как Сервис (Network as a Service, NaaS) и Сенсорное Восприятие как Сервис (Sensing as a service, S²aaS). В общем случае все эти модели называются «Все как Сервис» (XaaS). В данной работе обсуждается только Сенсорное Восприятие как Сервис.

Сенсорное восприятие как сервис – концепция модели

В российской технической литературе термин «Сенсорное восприятие как сервис» до сих пор не упоминался. В мире Интернета вещей всевозможные сенсоры и метки присоединены ко всем возможным объектам, включая упаковки продуктов питания. Для получения более наглядного представления о концепции можно рассмотреть следующий сценарий. Пользователь купил новый холодильник, имеющий встроенные сенсоры, возможность подключаться к сетям Wi-Fi и оборудованный ЖК-дисплеем. Одним из встроенных в холодильник сенсоров является устройство для чтения RFID. После включения холодильник обнаружил возможность подключения к Wi-Fi-сети и запросил разрешение на подключение у хозяина. Кроме того, холодильник запросил у пользователя разрешение на публикацию данных, получаемых сенсорами, в сети Интернет. В обмен на доступ к этим данным заинтересованные компании могут предоставлять определенные преимущества или скидки на свою продукцию. Через некоторое время пользователь получил предложение (через ЖК-экран холодильника) от компании, производящий молочные продукты. Компания

заинтересована в получении данных от считывателя RFID, установленного в холодильнике. В обмен на эти данные компания согласна предоставлять скидку в размере 5% на свою продукцию. Пользователь принимает это предложение и в дальнейшем получает скидку. Компания приобретает ценные данные о частоте совершения покупок своими клиентами, условиях хранения, потребления и т.д.

Обладателями сенсоров могут быть не только частные лица, но и организации, правительственные учреждения и т.д. Все они смогут публиковать данные своих сенсоров в обмен на определенные преимущества. Важным аспектом является безопасность данных, к организации которой нужно подходить с особой тщательностью.

В организации процесса передачи данных будут участвовать как минимум три заинтересованные стороны: (а) обладатели сенсоров, (б) организации, публикующие сенсорные данные, и (в) организации, заинтересованные в данных, такие как производитель молочных продуктов в описанном выше сценарии.

Для производителя продукции оказывается гораздо более выгодным использование концепции СВкС. В этом случае им не нужно самостоятельно устанавливать сенсорное оборудование или вручную собирать данные от своих клиентов. Кроме того, сенсорные данные можно получать и обрабатывать в реальном времени, и они точнее, чем данные, полученные путем опроса клиентов. Детализация таких данных оказывается также более полной, чем у данных, собранных из других источников.

Помимо термина Sensing as a Service, в англоязычной литературе встречается термин Sensing and Actuation as a Service (SAasS), что может быть переведено как «Сенсорное восприятие и приведение в действие как сервис». Это более широкое понятие описывает не только процесс получения данных от сенсоров, но и возможность управления конечными устройствами, к примеру открытия двери или окна, поворот камеры и т.д.

Одним из важнейших направлений исследований в области сбора сенсорных данных является сбор данных с сенсоров мобильных телефонов и смартфонов. Архитектура модели СВкС для сбора данных с сенсоров смартфонов представлена на рис. 1.



Рис. 1. Архитектура модели СВкС для сбора данных с сенсоров смартфонов

Большинство моделей современных смартфонов оборудованы большим количеством встроенных сенсоров, таких как камера, GPS, WiFi/3G/4G приемопередатчики, акселерометр, цифровые компас и гироскоп, микрофон и т.д. Кроме того, существует возможность присоединения внешних сенсоров через Bluetooth-интерфейс. Такие сенсоры могут помочь осуществлять работу весьма интересных проектов в различных областях, таких как мониторинг окружающей среды, социальные сети, забота о здоровье, транспортные системы, обеспечение безопасности и т.д. [5].

Согласно [5], связующее ПО, реализующее концепцию СВкС для смартфонов, должно соответствовать следующим требованиям:

- 1) должны поддерживаться различные работающие с сенсорными данными приложения на различных платформах;
- 2) должно выполняться требование энергоэффективности;
- 3) должны быть предложены эффективные механизмы поощрения и привлечения пользователей смартфонов.

Существующие платформы и технологии для реализации концепции СВкС

Стоит отметить, что Интернет вещей является гетерогенной средой, в которой присутствуют устройства и сенсоры всех возможных производителей и видов. Соответственно, нет и единого способа обращения к источникам информации. Решение вопроса адаптации различных сенсоров и сенсорных сетей для открытия доступа к их

данным полностью ложится на платформу связующего ПО. Разработчики содержащих сенсоры устройств могут упростить этот процесс, придерживаясь единых спецификаций при проектировании. Рекомендованным протоколом для описания процесса работы с сенсорами является SensorML [4].

SensorML является утвержденным стандартом, разработанным организацией Open Geospatial Consortium. SensorML предоставляет стандартные модели для описания сенсоров и процесса измерений. Как и остальные протоколы разметки, имеющие в своем названии постфикс «ML», он основан на языке разметки XML. Sensor ML может использоваться для описания самых различных удаленных и локальных сенсоров, включая динамические и стационарные платформы.

Поддерживаемые функции: (а) обнаружение сенсора, (б) обозначение местоположения сенсора, (в) обработка сенсорных измерений, (г) механизмы для программирования сенсора, (д) подписка на уведомления от сенсора.

Необходимость в лёгкой публикации сенсорных данных стимулировала разработку платформ связующего ПО для IoT. Появились как коммерческие продукты, так и решения с открытым исходным кодом. В данной секции будут кратко упомянуты наиболее популярные платформы, определены их цели и сильные стороны.

Наиболее известными платформами для публикации сенсорных данных и построения приложений для их интерпретации являются Everyware, UBIDOTS, Xively, ThingSpeak, Open.Sen.se, Nimbits и т.д. Все они имеют во многом похожую функциональность, включающую такие опции, как управление данными и их хранение, осуществление трансляции между различными протоколами, возможность гибкого программирования взаимодействий между различными устройствами и каналами данных, для обеспечения M2M, интегрирование множества потоков данных в приложения, инструменты и методы для визуализации потоков данных, механизмы для импорта данных, обработки данных, контроля значений и запуска действий при наступлении определенных событий и др. Слабой стороной всех этих платформ является отсутствие поддержки онтологий и семантических методов производства логических выводов. Одной из наиболее перспективных разработок в области открытого связующего ПО для Интернета вещей является проект OpenIoT.

OpenIoT [1] - платформа для широко масштабируемых облачных решений для IoT-приложений. Этот проект ставит своей целью разработку связующего ПО с открытым исходным кодом для подключения объектов реального мира к облачной инфраструктуре через сеть Интернет. OpenIoT определяет Интернет вещей как совокупность сенсорных данных и приложений. OpenIoT концентрирует усилия на предоставлении облачного связующего ПО, способного оказывать доступ к сервисам Интернета вещей по требованию.

Подводя итоги, можно сказать, что существующие открытые платформы для IoT имеют основной своей целью публикацию данных от различных типов источников (физические устройства, данные, вводимые пользователями, данные, доступные по сети и т.д.) и сокрытие гетерогенности данных за общим API. Все платформы обычно предоставляют базовую функциональность для фильтрации и агрегирования данных, так же как и формулирование событий, основанных на поступающих данных. OpenIoT не только покрывает большую часть этих возможностей, но и продвигается дальше. Наиболее важным является акцент на семантической обработке собранных, обработанных и доступных данных (потоков данных), что, в свою очередь, позволяет поддерживать более сложные методики агрегации и динамического выбора сенсоров и подключенных к сети устройств, а также наличие функциональности для управления. Несмотря на увеличившуюся гибкость, OpenIoT имеет своей целью предоставление функциональности при почти полном отсутствии необходимости писать программный код.

Практическая иллюстрация концепции – проект CityWatcher.

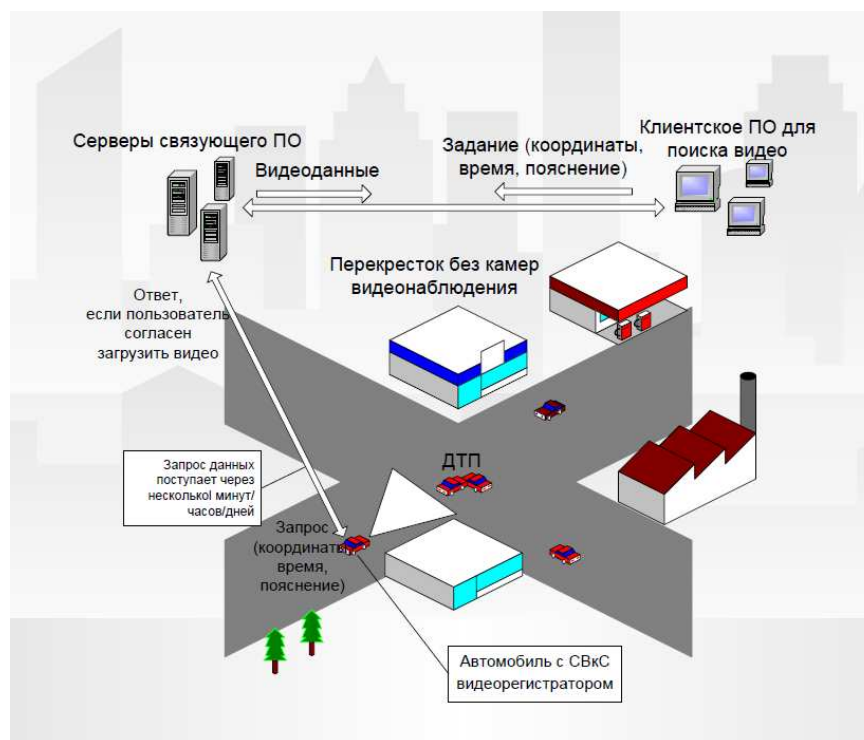


Рис. 2. Схема работы системы CityWatcher

В качестве примера системы, работающей в области СВКС и IoT, можно привести проект CityWatcher. Сфера его применения - сбор свидетельских данных о дорожных происшествиях. Одной из областей, где жители могли бы оказать неоценимую помощь городским властям, является сбор свидетельских данных о дорожных происшествиях. Упрощенная схема работы системы CityWatcher представлена на рис. 2. Существенная часть задержек на городских магистралях вызваны наличием ДТП. Эти задержки могут быть

уменьшены за счет более быстрого разбора ДТП. Для решения этой проблемы требуется система сбора доказательств, которая будет помогать полиции принимать решения наиболее правильно и быстро. Лучшим способом достижения таких результатов было бы предоставить принимающему решения персоналу видеомомента ДТП, желательно – с различных углов.

В последние годы широкое распространение получили видеорегистраторы. Эти устройства представляют собой камеру, крепящуюся на лобовое стекло автомобиля и записывающую все происходящее. Кроме того, водители часто используют смартфоны в качестве видеорегистратора. Смартфон оборудован встроенной камерой, соответственно, вполне может выполнять роль видеорегистратора, при установке на него определенного приложения. В итоге зачастую складывается ситуация, когда где-то существует видеозапись события, представляющего интерес для городского менеджмента, полиции, дорожных служб или иных организаций. Проблема состоит в том, что когда в такой записи возникает необходимость, то узнать есть ли она вообще и если есть, то где, оказывается достаточно сложно. Для решения этой проблемы с использованием системы CityWatcher полицейский открывает веб-браузер, заходит на специальный веб-сайт и создает запрос для нахождения всех видеозаписей, сделанных в данном месте в интересующее время. Запрос передается в облачный сервис и связывается с учетной записью полицейского. Серверное связующее ПО создает новое задание, которое может продолжаться несколько дней, или даже дольше. Мы не можем ожидать, что все видеорегистраторы будут включены и доступны по Сети именно в данный момент. Соответственно, связующее ПО собирает информацию по мере возможности.

Когда обнаруживается доступный смартфон, связующее ПО отправляет ему запрос вида «Были ли вы в точке 123.456/ 678.678 (lon/lat) в 03.03.14 12.14:45». Далее смартфон проверяет свою локальную базу данных. Ни положительных, ни отрицательных результатов смартфон не сообщает. Любые ответы на такие вопросы могут раскрывать данные о местоположении собственника, и, соответственно, могут быть раскрыты только с его согласия. Если точка и время приблизительно совпадают, то приложение просит пользователя проверить, есть ли на видео описанное в запросе событие. Если пользователь обнаруживает событие и согласен поделиться своей записью, то происходит загрузка видеофрагмента на сервер. В итоге создатель поискового задания получает видеозаписи, позволяющие ему принять квалифицированное решение о причинах инцидента.

Темы для дальнейших исследований

Модель СВкС может внести существенный вклад в развитие технологий «Интернет вещей» и «Умный город» [3]. Важными темами для изучения являются вопросы архитектуры систем, конфигурация сенсоров, определение точности сенсорных данных, вопросы

стандартизации, обеспечение безопасности, лицензирование, доверие социума, юридические аспекты, проработка эргономики и др.

Заключение

В данной работе была определена концепция «Сенсорное восприятие как сервис», представлены сценарии использования и определены уровни участников. Были определены требования как к устройствам и сенсорам, предоставляющим данные, так и к системам связующего ПО. Далее были описаны основные функции существующих систем связующего ПО и выделены сильные и слабые стороны нескольких систем. Кроме того, были обозначены возможные направления для дальнейших исследований и описана концепция системы CityWatcher, полностью базирующаяся на принципах СВКС.

Список литературы

1. OpenIoT [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://openiot.eu/> (дата обращения: 28.04.14).
2. Patidar S., Rane D. and Jain P. A Survey Paper on Cloud Computing// Advanced Computing & Communication Technologies (ACCT), 2012 Second International Conference. P. 394 – 398.
3. Perera C., Zaslavsky A., Christen P., Georgakopoulos D. Sensing as a Service Model for Smart Cities Supported by Internet of Things // Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, First Quarter 2014.
4. SensorML [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.opengeospatial.org/standards/sensorml/> (дата обращения: 25.04.14).
5. Sheng X., Xiao X., Tang J., Xuey G. Sensing as a Service: A Cloud Computing System for Mobile Phone Sensing // Sensors, 2012 IEEE. P. 1 – 4.
6. Zaslavsky A., Perera C., Georgakopoulos D. Sensing as a Service and Big Data // Proceedings of the International Conference on Advances in Cloud Computing (ACC), Bangalore, India, July, 2012. P. 21-29.

Рецензенты:

Горелик С.Л., д.т.н., профессор, НИУ «ИТМО», г. Санкт-Петербург.

Федоров А.В., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой ОФ и СЕ НИУ «ИТМО», г. Санкт-Петербург.