

Модели сетевой близости в информационных системах на транспорте

Д.Е. Намиот, О.Н. Покусаев, А.Е. Чекмарев

Аннотация—В статье речь идет об одной модели для построения информационных систем на транспорте. Такие проекты, как правило, тесно связаны с разного рода системами Интернета вещей на транспорте. Информация, которая предоставляется пользователям транспортных информационных систем, должна, естественно, включать (учитывать) данные, полученные непосредственно от транспортной инфраструктуры. Это и есть данные систем Интернета вещей. В этой работе мы хотим остановиться на одной модели использования Интернета Вещей на транспорте, основанной на использовании понятия сетевой близости. В таких моделях узлы беспроводных сетей используются как сенсоры, которые определяют контекст в информационных системах для пассажиров, позволяют определять шаблоны использования транспорта и т.д. Иными словами, инфраструктура транспортной системы будет использоваться для предоставления кастомизированных данных пользователям информационных систем, а также для анализа данных в процессе их обработки. При этом важно отметить, что рассматриваемый подход уделяет большое внимание безопасности работы с данными.

Ключевые слова— Интернет Вещей, сетевая близость, транспорт.

I. ВВЕДЕНИЕ

Устройства Интернета вещей (IoT) на транспорте - это уже большой бизнес. Рынок IoT на транспорте стоил 135 миллиардов долларов в 2016 году [1] и, как ожидается, вырастет до 328 миллиардов долларов в 2023 году [2]. Устройства IoT используются в телематических системах и системах удаленного мониторинга транспортных средств, в системах управления и контроля трафика, в приложениях и системах бронирования и транспортной безопасности, в системах наблюдения и т.д.

Типичные применения включают, например, различного рода подключенные транспортные устройства (например, подключенные автомобили [3], подключенные поезда [4]). Во всех случаях, это означает возможность передачи данных в процессе работы и, возможно, сохранение таких данных во

внешних хранилищах. Типичные современные автомобили множеством микропроцессоров, объем программного кода для тех же автомобильных систем составляет миллионы строк и уже превышает авиационные системы. Подключенные автомобильные технологические системы могут контролировать функционирование автомобильных систем (двигатель, тормоза, давление в шинах и т.д.).

В связи с подключенными технологиями говорят о связи между транспортным средством и инфраструктурой (V2I) и связи между транспортными средствами (V2V). V2I – это, например, передача данных в сервисный центр или цифровому двойнику. Технологии V2V – это высокоскоростные сети в транспортном средстве, которые в сочетании с камерами, радаром и лидарами позволяют транспортным средствам (автомобилям) обнаруживать друг друга, предотвращать столкновения, а также способствовать некоторому организованному движению (например, platooning). На рисунке 1 изображена структура коммуникаций для подключенного поезда [4].

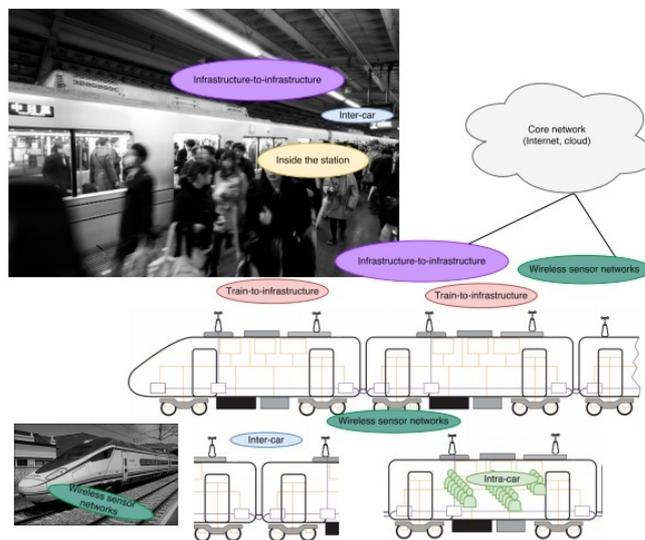


Рис. 1. Connected train communications [4]

Примеры функциональных систем, использующих IoT на транспорте включают, например, такие системы как страховая телематика, когда страховка зависит от характера использования автомобиля и стиля вождения, цифровые двойники, когда для реальной транспортной системы существует ее параллельно работающая цифровая модель [5].

Статья получена 20 июля 2020

Д.Е.Намиот – МГУ имени М.В. Ломоносова; РУТ (МИИТ) (email: dnamiot@gmail.com).

О.Н.Покусаев – Российская Открытая Академия Транспорта; РУТ (МИИТ); buildingSmart Россия (email: o.pokusaev@rut.digital)

А.Е.Чекмарев – Центр цифровых высокоскоростных транспортных систем РУТ (МИИТ) (email: a.chekmarev@rut.digital)

Планирование поездок, авторизация водителя, мониторинг загрузки, управление транспортом – все это примеры функционального использования IoT систем на транспорте. К таким примерам относятся, естественно, различные системы отслеживания транспортных средств, а также различные системы, которые помогают управлять транспортным средством в процессе движения. Например, IoT системы могут помочь в организации движения, в организации транспортных потоков при изменении обстановки или чрезвычайных ситуациях. Датчики парковок и управление светофорами так же, естественно, попадают в эту категорию. Интеллектуальные системы управления освещением являются серьезным источником экономии и повышения безопасности.

Точно также, IoT системы используются для оповещения пассажиров, для доставки им информации на персональные мобильные устройства и т.п. В частности, пассажирам может предоставляться персонализированная информация о поездках.

В этой работе мы рассматриваем пассажирские информационные системы на транспорте. Это информационные системы, которые представляют пользователям общественного транспорта (включая, между прочим, не только пассажиров, но и персонал) различные информационные услуги посредством визуальных, голосовых или других средств связи [6]. Естественно, что среди таковых средств связи присутствуют и мобильные устройства самих пользователей. Более того, развитие систем мобильности по требованию приводит к тому, что именно такая форма доставки транспортной информации становится предпочтительной или даже единственно возможной [7].

Классически, данные, которые поставляли информационные системы для пассажиров, подразделялись на статические и динамические. Примером статической информации всегда служили данные о расписании. Динамические данные – это информация, обновляемая в реальном времени, которую, традиционно составляли данные о текущем исполнении расписания движения. Например, информация об актуальном времени прибытия и отправления, причины задержек, погода в пункте назначения.

Опять таки, развитие мобильности по требованию, необходимость предоставления пользователям транспортных средств (пассажирам) полного доступа в Интернет для продолжения работы во время поездки и т.п. приводят к тому, что весьма ограниченные по своим возможностям изначально информационные системы для пассажиров превращаются в полные мобильные и веб-приложения с развитым функционалом [8].

II. КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ СЕТЕВОЙ БЛИЗОСТИ

Умная мобильность диктует потребность для транспортных информационных систем предоставлять пользователям всю возможную информацию, пока они

пользуются транспортной системой. Это уже не только расписание, но и интеграция с другими видами транспорта, информация об окружении, системы электронной коммерции и т.д. При этом, естественно, должен сохраняться контекст транспортной системы. Как и все другие современные приложения, информационные системы на транспорте должны быть контекстно-зависимыми приложениями.

Контекст, в современной трактовке, это произвольные, тем или иным способом измеряемые характеристики, которые могут быть добавлены к местоположению. В число таких характеристик попадает, например, физическая информация об окружении, которая, обычно, обычно представляется в виде данных различных сенсоров (звук, вибрация и т.д.), социальные характеристики (например, принадлежность к какой-то социальной сети) [9].

Формально, контекст может быть определен как триплет $\langle R, A, P \rangle$, где R – набор ресурсов, A – набор действий (акций), P – политики (ограничения)

Естественно, что контекст всегда рассматривается в некоторой ограниченной области. Чаще всего – это некоторая область поблизости от точки запроса (представления) данных.

К контексту может быть отнесена и информация о доступных беспроводных узлах. Это использовалось, например, в работах [10, 11]. Основные моменты этого подхода:

- Ограниченная область распространения сигнала беспроводных сетей служит метрикой близости. Иными словами, доступность сигнала (видимость/достижимость узла беспроводной сети) автоматически означает нахождение поблизости от данного узла.
- Беспроводные сети широко представлены в технических системах (например, Bluetooth в технических устройствах, Wi-Fi сети на вокзалах и т.д.)
- Поскольку речь не идет об организации соединений, а только о фиксации наличия узла, то такие узлы могут создаваться специально для определения контекста (фиксации близости). В том числе, они могут создаваться и на мобильных устройствах участников процесса.

Например, вагон метро для поддержки Wi-Fi оборудован двумя маршрутизаторами (рис. 2), находящимися в концах вагона. Мы говорим в данном случае не о поддержке сетевого взаимодействия, а только об определении факта присутствия сети. Это означает, что мобильное приложение (или веб-приложение) на телефоне пользователя (пассажира), вообще говоря, может определить тот факт, что мобильный телефон в данный момент времени находится в метро и даже, если это необходимо, в каком конкретно вагоне. Последнее может быть определено по адресам доступных (видимых) маршрутизаторов. Соответственно, выдача данных в приложении, а также его интерфейсы могут быть кастомизированы в зависимости от этой информации.



Рис. 2. Определение пребывания в вагоне

При этом необходимо отметить несколько моментов:

1. Никакое соединение с беспроводными сетями не осуществлялось. Проверка доступности (видимости) беспроводного узла осуществляется без организации соединения
2. Нет никакого стороннего узла (сервиса), которому бы передавались данные о местоположении устройства. Приложение на мобильном устройстве проверяет факт нахождения устройства в некоторой области непосредственно. Фактически – это проверка местоположения. В классических гео-информационных сервисах проверка местоположения происходит путем сравнения переданных координат устройства и некоторых известных координат опорного объекта. Вот эта передача координат для сравнения и есть проблема с приватностью в классических гео-информационных сервисах. В описываемой модели такой передачи данных нет. Факт проверки нахождения поблизости от конкретного беспроводного узла нигде не фиксируется. Локальный сервис остается реально локальным.

Функции определения доступности сетевого узла присутствуют в интерфейсах мобильных операционных систем. Например, в Android [12]. При этом необходимо понимать, что концептуально определение доступности (видимости) беспроводного сетевого узла всегда основано на том, что этот узел рассылает некоторую идентификационную информацию. Соответственно, программа, которая проверяет доступные сетевые узлы, должна будет в любом случае сканировать (прослушивать) рекламу (представление) других узлов. И это будет верно для любой беспроводной сети (Bluetooth, Bluetooth LE, Wi-Fi, Wi-Fi Direct). Результатом такого сканирования (распознавания) всегда будет некоторая идентификация сетевого узла. Эта идентификация может быть кастомизирована. Иными словами, можно задать какое-то специальное (необходимое для конкретного сервиса) значение для такой идентификации. Если такую идентификацию изменять, то сканирующее приложение будет читать измененные значения, что, фактически, означает передачу данных, которая будет осуществляться без организации соединения между устройствами. Последнее утверждение является очень важным, поскольку оно означает безопасную передачу данных. Для публичного сервиса организация соединений со

сторонними устройствами всегда будет означать соединение с неизвестным устройством. А это есть серьезная проблема с точки зрения безопасности.

Возможность безопасной передачи данных с использованием идентификации сетевых узлов [13] позволяет организовать обмен данными между пользователями транспортных приложений. В том числе, с использованием механизмов, сохраняющих анонимность участников.

Другая возможная форма использования кастомизированной идентификации беспроводного узла в транспортных приложениях – это хранение (представление) пользовательской информации. Например, возможная модель:

Беспроводной узел в автомобиле его идентификация есть ID в облачном хранилище (базе данных) описание загрузки автомобиля (рис. 3).

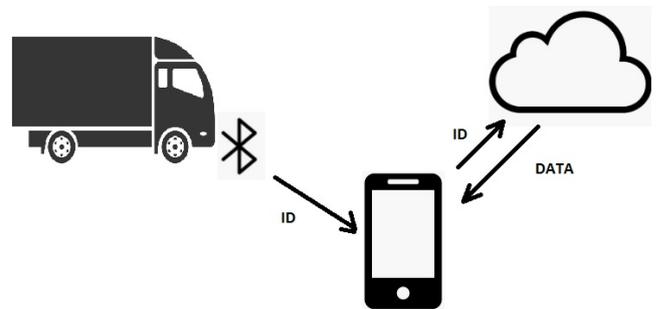


Рис.3. Информационная система в автомобильном транспорте

В качестве такого беспроводного узла может выступать, например, мультимедийная панель, которая в современных автомобилях есть одновременно Bluetooth (а часто еще и Wi-Fi узел). Идентификация такого узла может быть ссылкой на облачную базу данных, где сканирующее приложение (на складе, например) может получить информацию о характере груза.

Схожий пример – пассажир такси может “отметиться” в конкретном автомобиле (по аналогии с отметкой в социальных сетях). Приложение может обозначить свое местоположение, определив доступность сетевого узла (например, Bluetooth) в машине. Адрес этого узла будет таким же идентификатором транспортного средства в системе, как и номер автомобиля.

В целом, для транспортного приложения такой подход можно представить как аналог QR-кода, когда вместо визуального представления существует набор идентификаторов сетевых узлов. Большим плюсом, естественно, является тот факт, что сканирование такого не-визуального QR-кода может быть осуществлено автоматически, без каких-либо требований по выполнению специальных действий пользователем (наведение камеры и т.п.). Отсутствие требований к “ручной” работе пользователей позволяет, очевидно, использовать такой подход в M2M приложениях. Здесь

не нужно никакого пользовательского интерфейса. Такого рода “коды” могут быть просканированы автоматически.

Другим достоинством такого подхода является то, что “коды” зависят от доступности беспроводных узлов и их идентификации. Обе эти характеристики являются динамическими. Соответственно, динамическими будут и представленные данные. Это важно именно для транспортных систем. Если беспроводные узлы ассоциированы с транспортными средствами (вагонами, автомобилями и т.п.), то данные, привязанные к транспортным средствам, будут “перемещаться” вместе с ними.

Также нужно отметить следующее. Анализ мобильности, шаблоны транспортного поведения – все это анализируется в настоящее время на базе логов перемещений в городе. Традиционно, эти логи записывают изменение гео-координат во времени. В случае отказа от использования гео-координат в такой лог может записываться информация о видимом сетевом окружении (о доступных беспроводных узлах). Технически это будет эквивалентно записи того же гео-адреса, но с некоторой погрешностью, определяемой зоной распространения сигнала соответствующей беспроводной сети. А это, в свою очередь, означает, что остается возможность использовать существующие алгоритмы анализа транспортного поведения.

III. СХОЖИЕ РАБОТЫ

Транспортные информационные системы, описанные в настоящей статье, базируются на модели сетевой близости, разрабатываемой одним из авторов с 2010 года. Эта модель представляет собой новый подход к разработке приложений, использующих информацию о местоположении. В модели предлагается вместо запросов гео-координат использовать данные о доступных узлах беспроводных сетей и, соответственно, заменить информацию о местоположении информацией о близости.

При этом предлагается использовать все доступные узлы беспроводных сетей, в том числе, созданные специально для определения близости. В частности, таковым узлом может выступать и произвольный мобильный телефон, узел беспроводной сети на котором может быть создан программно.

Из наиболее близких подходов можно назвать использование RFID для маркировки мест. Проблема в том, что в случае использования RFID, в большинстве случаев, будет необходимо и специальное оборудование для чтения таких данных. В случае использования беспроводных сетей достаточно обычных мобильных телефонов, все из которых оснащены на сегодняшний день соответствующими интерфейсами.

Из других подходов можно назвать теги на основе Bluetooth Low Energy (BLE). Есть несколько стандартов использования механизмов реклам беспроводных узлов в BLE – Apple iBeacon, Google EddyStone [14] и т.д. Эти теги используются, в том числе, и для определения

близости, без обращения к гео-координатам. Доступность сигнала тега (идентификации тега) и есть фиксация факта близости. Эта информация доступна с мобильных устройств (телефонов), поддерживающих BLE. Проблема, по сравнению с предложенным подходом, состоит в том, что это только один из протоколов беспроводных систем, а теги, как правило, есть специализированные устройства, которые нужно физически разместить на транспортных объектах. Предложенная модель охватывает все протоколы, включая BLE.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе мы описали новую модель представления данных пользователям (пассажирам) в транспортных системах, основанную на использовании понятия сетевой близости. Информационные системы на транспорте в качестве контекста могут использовать информацию о доступности (видимости) узлов беспроводных сетей, которые во множестве представлены как непосредственно в транспортных средствах, так и в элементах транспортной инфраструктуры для уточнения контекста в своих приложениях. При этом возможно специальное создание беспроводных узлов исключительно для задач создания контекстно-ориентированных систем. Предложенная схема рассматривает интерфейсы беспроводных сетей как сенсоры, которые используются для определения присутствия.

Такой подход обладает рядом преимуществ по сравнению с классическим использованием систем гео-позиционирования: он работает в закрытых пространствах и не требует размещения информации о местоположении на сторонних устройствах. Также предложенная модель поддерживает простую работу с подвижными объектами. Работа с подвижными объектами (доступность сетевого узла) выглядит точно так же, как и работа со статическими объектами, что выгодно отличает предложенную схему от классической модели для гео-информационных сервисов.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] IoT in Transportation: Benefits, Challenges, and Uses <https://mobility.here.com/learn/smart-transportation/iot-transportation-benefits-challenges-and-uses> Retrieved: Jul, 2020
- [2] IoT in transportation market <https://www.alliedmarketresearch.com/IoT-in-transportation-market> Retrieved: Jul, 2020
- [3] Gora, P., & Rüb, I. (2016). Traffic models for self-driving connected cars. *Transportation Research Procedia*, 14(14), 2207-2216.
- [4] Fraga-Lamas, P., Fernández-Caramés, T. M., & Castedo, L. (2017). Towards the Internet of smart trains: A review on industrial IoT-connected railways. *Sensors*, 17(6), 1457.
- [5] Brandtstaedter, H., Ludwig, C., Hübner, L., Tsouchnika, E., Jungiewicz, A., & Wever, U. (2018, June). Digital twins for large electric drive trains. In *2018 Petroleum and Chemical Industry Conference Europe (PCIC Europe)* (pp. 1-5). IEEE.
- [6] Anudeep, Polamarasetty, and N. Krishna Prakash. "Intelligent passenger information system using IoT for smart cities." *Smart Innovations in Communication and Computational Sciences*. Springer, Singapore, 2019. 67-76.
- [7] Kupriyanovsky, V., Akimov, A., Pokusaev, O., Alenkov, V., Namiot, D., & Sinyagov, S. (2017). Intellectual mobility and mobility as a service in Smart Cities. *International Journal of Open Information Technologies*, 5(12), 77-122.

- [8] Kupriyanovsky, Vasily, et al. "On intelligent mobility in the digital economy." *International Journal of Open Information Technologies* 5.2 (2017): 46-63.
- [9] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Sneppe. "The physical web in smart cities." 2015 *Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO)*. IEEE, 2015.
- [10] Sneps-Sneppe, Manfred, and Dmitry Namiot. "On physical web models." 2016 *International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON)*. IEEE, 2016.
- [11] Sneps-Sneppe, Manfred, and Dmitry Namiot. "About M2M standards and their possible extensions." 2012 *2nd Baltic Congress on Future Internet Communications*. IEEE, 2012.
- [12] Android Bluetooth Device <https://developer.android.com/reference/android/bluetooth/BluetoothDevice> Retrieved: Jul, 2020
- [13] Sneps-Sneppe, Manfred, and Dmitry Namiot. "Spotique: A new approach to local messaging." *International Conference on Wired/Wireless Internet Communication*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [14] Newman, Nic. "Apple iBeacon technology briefing." *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice* 15.3 (2014): 222-225.

Models of network proximity in information systems in transport

Dmitry Namiot, Oleg Pokusaev, Alexander Chekmarev

Abstract— The article deals with one model for building information systems in transport. Such projects, as a rule, are closely related to various kinds of IoT systems in transport. The information that is provided to users of transport information systems should, of course, include (take into account) data received directly from the transport infrastructure. This is data from IoT systems. In this work, we want to focus on one model of using the Internet of Things in transport, based on the use of the concept of network proximity. In such models, the nodes of wireless networks are used as sensors that determine the context in information systems for passengers, allow to determine patterns of transport use, etc. In other words, the infrastructure of the transport system will be used to provide customized data to users of information systems, as well as to analyze data during their processing. It is important to note that the approach under consideration pays great attention to the security of working with data.

Key words— IoT, network proximity, transport.

REFERENCES

- [1] IoT in Transportation: Benefits, Challenges, and Uses <https://mobility.here.com/learn/smart-transportation/iot-transportation-benefits-challenges-and-uses> Retrieved: Jul, 2020
- [2] IoT in transportation market <https://www.alliedmarketresearch.com/IoT-in-transportation-market> Retrieved: Jul, 2020
- [3] Gora, P., & Rüb, I. (2016). Traffic models for self-driving connected cars. *Transportation Research Procedia*, 14(14), 2207-2216.
- [4] Fraga-Lamas, P., Fernández-Caramés, T. M., & Castedo, L. (2017). Towards the Internet of smart trains: A review on industrial IoT-connected railways. *Sensors*, 17(6), 1457.
- [5] Brandtstaedter, H., Ludwig, C., Hübner, L., Tsouchnika, E., Jungiewicz, A., & Wever, U. (2018, June). Digital twins for large electric drive trains. In 2018 Petroleum and Chemical Industry Conference Europe (PCIC Europe) (pp. 1-5). IEEE.
- [6] Anudeep, Polamarasetty, and N. Krishna Prakash. "Intelligent passenger information system using IoT for smart cities." *Smart Innovations in Communication and Computational Sciences*. Springer, Singapore, 2019. 67-76.
- [7] Kupriyanovsky, V., Akimov, A., Pokusaev, O., Alenkov, V., Namiot, D., & Sinyagov, S. (2017). Intellectual mobility and mobility as a service in Smart Cities. *International Journal of Open Information Technologies*, 5(12), 77-122.
- [8] Kupriyanovsky, Vasily, et al. "On intelligent mobility in the digital economy." *International Journal of Open Information Technologies* 5.2 (2017): 46-63.
- [9] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Snepe. "The physical web in smart cities." 2015 *Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO)*. IEEE, 2015.
- [10] Sneps-Snepe, Manfred, and Dmitry Namiot. "On physical web models." 2016 *International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON)*. IEEE, 2016.
- [11] Sneps-Snepe, Manfred, and Dmitry Namiot. "About M2M standards and their possible extensions." 2012 2nd *Baltic Congress on Future Internet Communications*. IEEE, 2012.
- [12] Android Bluetooth Device <https://developer.android.com/reference/android/bluetooth/BluetoothDevice> Retrieved: Jul, 2020
- [13] Sneps-Snepe, Manfred, and Dmitry Namiot. "Spotique: A new approach to local messaging." *International Conference on Wired/Wireless Internet Communication*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [14] Newman, Nic. "Apple iBeacon technology briefing." *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice* 15.3 (2014): 222-225.