

Wi-Fi Direct как технологическая основа для гипер-локального интернета

Д.Е. Намиот

Аннотация—В работе приводится описание модели гипер-локального Интернета. Под этим понимается набор ресурсов сети Интернет, которые в той или иной степени релевантны (полезны) для пользователей, находящихся в некоторой ограниченной области. В работе предложены как модель для организации разметки таких областей, базирующаяся на использовании беспроводных технологий, так и схема описания (представления) ресурсов. Такого рода коллекции могут динамически создаваться и поддерживаться любыми пользователями. В работе предложена новая схема использования сервисов Wi-Fi Direct для создания информационных систем. Итогом работы является представление работающей модели пространственной разметки сети Интернет, которая позволяет объединять существующие ресурсы вместе по пространственной общности их содержания.

Ключевые слова—Wi-Fi Direct, сервисы, близость.

I. ВВЕДЕНИЕ

Эта работа является продолжением серии статей об информационных сервисах, основанных на понятии близости [1, 2]. Речь идет о сервисах для мобильных пользователей (то есть – о мобильных сервисах), когда доступ к какой-либо информации предоставляется в зависимости от близости мобильного устройства (и, соответственно, мобильного пользователя) к некоторой выбранной точке. В качестве такой точки выступает некоторый узел беспроводных сетей. Это может быть какой-то фиксированный элемент сетевой инфраструктуры (например, точка доступа Wi-Fi), а может быть и некоторый узел, который специально создан (часто – динамически) именно для того, чтобы выступать в качестве опорного узла для представления таких сервисов.

Иными словами – это пространственная близость. Но только вместо вычисления расстояний и оценки того, считать такое расстояние близким (малым) или нет (что, конечно, зависит от сервиса) здесь используется факт физически ограниченного распространения сигнала беспроводных сетей. Вот расстояние, на которое распространяется такой сигнал и считается близким. Это позволяет определять близость непосредственно, без какой-либо работы с гео-координатами

Именно полный отказ от вычисления координат и позволяет оценивать такую близость для произвольных устройств, в том числе и созданных специально для такого типа задач. К примеру, позиция мобильного устройства может также оцениваться по сигналам беспроводных сетей [3]. Но во всех таких случаях присутствует некоторая заранее известная (подготовленная) разметка местности с проставленными номинальными значениями силы сигнала RSSI. И суть навигации состоит в том, чтобы, сравнивая измеренное значение силы сигнала с эталонными значениями, определить отклонение от известных координат беспроводного узла [4]. Могут различаться метрики, которые используются для определения отклонения, способы организации и построения такой разметки, но суть процесса остается той же самой – это все равно работа с гео-координатами.

Почему вообще возникает идея отказа от работы с гео-координатами? Здесь можно указать несколько причин. Для мобильных сервисов работа с координатами – это системы GPS. Все остальное – это просто уточнения и корректировки GPS. Соответственно, отказ от работы с гео-координатами объясняется именно недостатками (проблемами) использования GPS. Это, например:

- Сервисы в помещении
- Возможность блокировки сигнала (GPS spoofing)
- Холодный старт
- Точность измерения. GPS существует в двух вариантах – военном и коммерческом. В публичных сервисах используется коммерческий вариант, и его точность может быть существенно превышена другими средствами
- Подвижные объекты (координаты постоянно изменяются)

Соответственно, для современных систем навигации, использующих информацию о беспроводных сетях можно отметить два момента. Необходимость предварительной разметки исключает из рассмотрения публичные (сторонние) сервисы, поскольку для них, в большинстве случаев, будет недоступна разметка на сторонних площадках. Такую разметку необходимо обновлять, что, естественно, влияет на экономику сервисов. При таком подходе навигация, естественно,

может быть привязана только к фиксированным беспроводным узлам с известными координатами.

Если отказаться от использования гео-координат, то в качестве опорных узлов могут использоваться произвольные узлы беспроводных сетей (их координаты неизвестны и никогда не будут использоваться). Вместо некоторой вычислительной модели, близость будет описываться набором правил, типа [5]:

Если доступен Узел1 и доступен Узел2 то ...

При этом в условиях могут использоваться любые измеряемые характеристики, а не только сила сигнала. Наиболее подходящей моделью здесь являются системы нечеткой логики [6].

Другим следствием такого подхода является возможность использования информации о рекламе беспроводных узлов. С программной точки зрения, видимость (доступность) беспроводного узла означает возможность получения некоторой информации, которую данный узел рассылает (распространяет). Точка доступа Wi-Fi “видима” для приложений на мобильном устройстве, если доступна информация о ее идентификации (SSID). Аналогичное утверждение верно и для узлов Bluetooth в так называемом режиме распознавания (discoverable mode). Для узлов Bluetooth Low Energy существует рекламная рассылка, когда узел может рассылать некоторую информацию. Для Wi-Fi Direct существует реклама сервисов, когда беспроводной узел может рекламировать (представлять) некоторый сервис. Распространяется (рекламируется) в этом случае описание сервиса, которое представляется в виде абстрактного набора пар

<имя свойства, значение свойства>

Смысл состоит в том, что вся такая “реклама” беспроводных узлов может быть кастомизирована. Соответственно, таким образом можно передавать какую-то информацию сервисов. Получается некоторый полезный на практике дуализм- получение такого рода информации есть фиксация факта близости (доступности/видимости беспроводного узла) и, одновременно, получение некоторой полезной (в рамках сервиса) информации. Это позволяет, во многих случаях, отказаться в сервисах от использования серверных (облачных компонент).

Как, например, выглядит классический сервис с использованием информации о местоположении:

- Мобильное устройство получает информацию о местоположении
- Полученные данные используются как ключ при обращении к облачному сервису, который и будет осуществлять поиск данных

В случае же сетевой пространственной близости это

может быть сведено просто к поиску ближайших узлов, когда необходимые данные будут переданы через рекламное представление этих узлов, одновременно с поиском.

II. ГИПЕРЛОКАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ

В этом разделе мы хотели бы остановиться на модели сервисов, которые рассматриваются в данной статье. Как показано в предыдущем разделе, модель сетевой близости (еще употребляется термин пространственной сетевой близости) позволяет разметить (очертить, ограничить) некоторый пространственный участок. Мобильные пользователи (мобильные приложения или даже мобильные веб-приложения) могут определять наличие (видимость) сетевых узлов и, тем самым, определять (фиксировать) свою принадлежность в конкретный момент времени к данному участку (пространственной области). При этом такая фиксация принадлежности к пространственной области (фиксация факта нахождения поблизости от узла беспроводной сети) сопровождается (может сопровождаться) получением от этого узла какой-то информации (набора данных).

Идея сервиса состоит в том, чтобы использовать подобный подход в разметке Интернет-ресурсов. Мы хотим описывать подобным образом ресурсы, которые релевантны в некотором локальном контексте. Известно, что сервисы с использованием информации о местоположении в большинстве случаев используются именно для поиска локальной информации, информации, которая имеет отношение к некоторой области поблизости от запрашивающего. Вместе с тем, какого-либо надежного способа описать ресурсы сети Интернет, относящиеся именно к некоторой локальной области не существует. Здесь имеется в виду именно описание ресурсов, а не выдача по запросу какой-либо гео-кодированной информации. Например, весьма популярны разного рода вики-сайты и дискуссионные форумы жителей какого-то сообщества. Это могут быть также не только традиционные сайты, но и специально созданные группы (сообщества) в социальных сетях. Также можно упомянуть, например, возросшую популярность каналов в Телеграмм. Широко используются социальные сети, как для описания местных решений, так и описания местных же проблем. Например, выделенные аккаунты в Twitter для публикации каких-либо данных (в том числе – и от каких-то сенсоров/измерительных устройств). Вопрос – как новым пользователям таких ресурсов найти их?

Традиционные модели состояли бы в организации некоторого централизованного каталога, который содержал бы ссылки с соответствующими гео-координатами. Клиентское приложение определяло бы координаты пользователя и обращалось бы к этому каталогу за списком ресурсов. Это вполне рабочая модель (и теоретически и практически), но есть один блокирующий момент, который объясняет, почему это

так и не случилось (почему множество попыток создания таких каталогов так и не заработали). Сама децентрализованная природа интернет-сервисов предполагает, что авторы создают контент (сервисы) без какой-либо коммуникации (проверки) с некоторым “разрешающим” органом. Соответственно, у создателей сервиса нет никаких стимулов где-то регистрировать свои ресурсы. А централизованный сбор такой информации невозможен потому, что сборщики сами не могут узнать о местных ресурсах.

Исходя из этого, наша идея состоит в том, чтобы создатели (авторы) такого контента (локальных сервисов) сами бы его и рекламировали, а у локальных абонентов была бы возможность такую рекламу получать. Это означает, что мы хотим создать узел беспроводной сети, который будет “рекламировать” некоторый существующий Интернет-сервис (контент) - рис. 1.

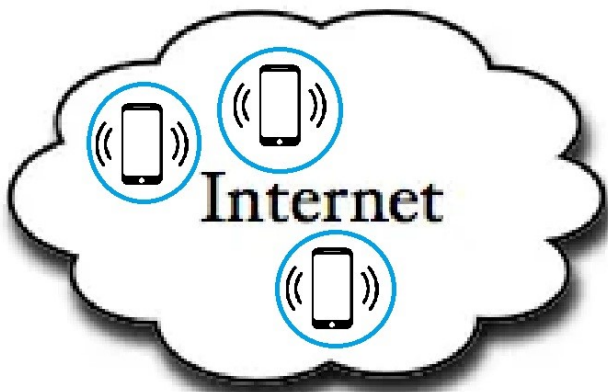


Рис.1. Разметка Интернет

Такая реклама (фактически – описание Интернет-сервиса) будет доступна мобильным абонентам (приложениям на мобильных устройствах), находящимся поблизости от данного узла. Такой узел может быть создан (открыт), в том числе, и непосредственно на телефоне автора данного контента (сервиса).

При этом для рекламы сервисов мы будем использовать стандартные механизмы Wi-Fi Direct, а для представления (описания) сервисов – систему с открытым кодом Hurecat [7]. Hurecat – это проект с открытым кодом, который решает задачу поиска (адресации) сервисов в проектах, связанных с Интернетом Вещей. Это довольно активно развивающийся проект. Его результаты положены в основу стандартов для Интернет Вещей. Британский институт стандартизации (BSI) даже заявляет соответствующий стандарт как первый в мире стандарт в области Интернет Вещей. Очевидно, конечно, что это больше маркетинговое заявление, но, тем не менее, важность и полезность этого продукта очевидна.

Спецификация Hurecat призвана обеспечить

клиентам IoT приложений поиск и обнаружение (раскрытие) информации о доступных сервисах в сети Интернет.

В основе спецификации лежит понятие каталога, который и описывает неупорядоченную коллекцию ссылок (рис.2).

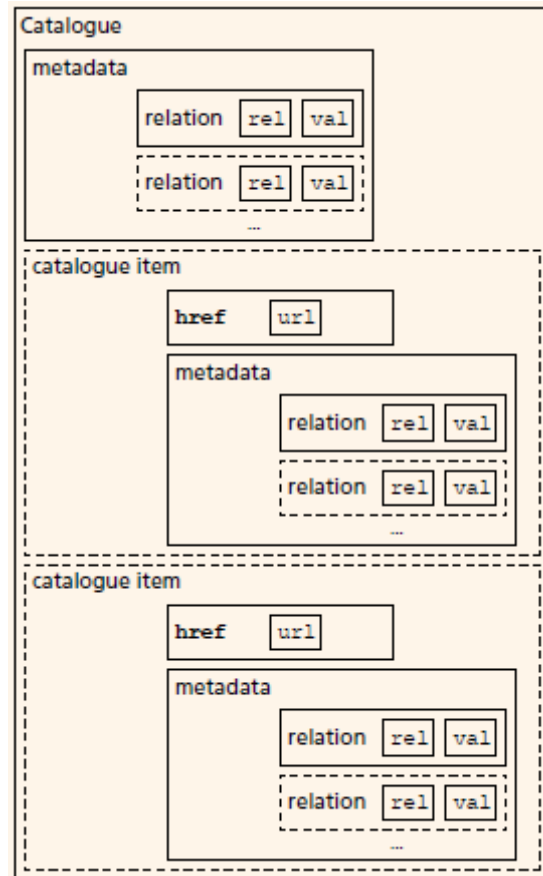


Рис.2. Структура Hurecat

Такой подход означает, что программ для сканирования (просмотра) такой рекламы может много. Это не привязано только к нашему приложению, которое является просто одним из примеров. Тут есть полная аналогия с веб-браузерами. Наше предложение определяет формат разметки (концептуально играет ту же роль, что и HTML). Реализация браузера может быть любой.

Отметим также, что получение описаний ресурсов в предложенной схеме осуществляется без организации соединения между устройствами – то есть в безопасном режиме.

Термин гипер-локальный используется в интернет сервисах в смысле указания на малые расстояния [8]. Предложенную схему можно назвать как модель гипер-локального Интернет. И эта модель использует новые технологические средства для реализации нашей старой системы [9]. В итоге, мы хотим получить систему, где мобильное устройство в некоторой локальной области (Wi-Fi Direct – это расстояния до 200м) определяет

некоторую коллекцию веб-ссылок. Эти коллекции будут открыты (доступны) для мобильных абонентов, которые оказались в зоне видимости Wi-Fi опорного узла (рис. 3).

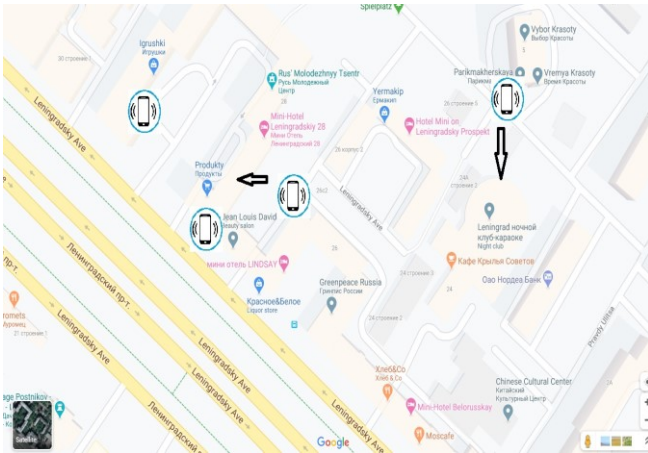


Рис.3. Зоны размеченного Интернета на улицах города

Опорные мобильные устройства могут, естественно, перемещаться. И вместе с таким устройством перемещается и область видимости ресурсов. Естественным образом все будет работать и в помещении.



Рис.4. Размеченные ссылки в помещении

III. ПРОТОТИПЫ И СУЩЕСТВУЮЩИЕ РАБОТЫ

Во-первых, в качестве прототипов и предшествующих работ можно назвать наши предыдущие работы по моделям сетевой близости. Например, когда использовалась модификация имени узла (SSID) или кастомизация рекламного представления для рассылки информации о профиле пользователя в социальной сети – это тоже представление ссылки на веб-ресурс. Этот веб-ресурс был актуален в данном локальном контексте, поскольку пользователь, рассылающий такую ссылку, находился здесь же [10].

В целом, мы рассматривали сервисы на основе модели сетевой близости как контекстно-зависимые сервисы. Видимость конкретного беспроводного узла (узлов) – это пополнение информации о контексте. Атрибуты каждого такого найденного узла – это также информация для контекста. Соответственно, имя узла

(SSID), адрес узла, сила сигнала (RSSI) – все это есть контекстная информация. Сервис, доступный на конкретном устройстве – это также контекст.

Как типы возможных действий (операций) с контекстом мы можем указать следующее:

- Попадание устройства в зону доступности (видимости) заданных устройств/сервисов или выход из такой зоны вызывает изменение статуса (состояния) в приложении
- Попадание устройства в зону доступности (видимости) заданных устройств/сервисов или выход из такой зоны вызывает запрос информации (какое-то обращение к хранилищу данных) для последующей обработки
- Пребывание в зоне доступности (видимости) заданных устройств/сервисов вызывает изменение статуса или запрос информации при наступлении каких-то иных условий (например, по превышению времени пребывания)
- Запись событий (вход/выход из зоны доступности (видимости) заданных устройств/сервисов и пребывание в такой зоне) для использования в последующей обработке

Примеры приложений:

- Уведомление о пересечении (на вход или выход) некоторого виртуального периметра (аналог гео-решетки)
- Отправка уведомления с купоном / специальным предложением в случае повторного присутствия в некоторой области
- Выключение звонка на мобильном телефоне при попадании в некоторую область
- Уведомление при изменении набора получаемых (доступных) кодов и т.д.

В данном случае мы ведем речь о модели гео-информационной системы [11]. Вместо работы с гео-координатами используется модель сетевой близости. Доступные (видимые) беспроводные узлы содержат информацию об Интернет-ресурсах. И получение информации о доступных (видимых) сетевых узлах будет эквивалентно получению информации об описанных с их помощью сетевых ресурсах.

Другие модели, о которых можно упомянуть в этой связи – это плавающий контент [12] и ICN [13].

IV. WI-FI DIRECT

Как средство разметки мы будем использовать сервисы Wi-Fi Direct. Это технология, которая предполагает непосредственное взаимодействие (в смысле – соединение) Wi-Fi устройств.

Wi-Fi Direct поддерживает возможность определения сервисов до формирования групп и соединений. Именно

это свойство и может быть использовано для организации моделей, основанных на сетевой близости. Сервис в такой модели – это просто набор данных, ассоциированный с конкретным устройством. Поиск (раскрытие) сервиса – это, фактически, просто определение характеристик беспроводного узла.

Запросы для поиска сервиса выполняются по протоколам Bonjour, UPnP, Display, WS-Discovery. Текущая (на момент написания) версия Android SDK поддерживает Bonjour и UPnP. Описание сервиса задается в абстрактной форме как набор пар <ключ, значение>.

Вот иллюстративный фрагмент из руководства по Android SDK: два абстрактных ключа со своими значениями [14].

```
// Create a string map containing
information about your service.
Map record = new HashMap();
record.put("listenport",
String.valueOf(SERVER_PORT));
record.put("key1", "value" +
(int) (Math.random() * 1000));
record.put("key2", "visible");

// Service information. Pass
it an instance name, service type
// _protocol._transportlayer ,
and the map containing
// information other devices
will want once they connect to this one.
WifiP2pDnsSdServiceInfo
serviceInfo =

WifiP2pDnsSdServiceInfo.newInstance("_te
st", "_presence._tcp", record);
```

Соответственно, реклама сервиса в Wi-Fi Direct это, практически, трансляция по сети некоторой хэш-таблицы (в данном примере – record). Что позволяет реализовывать все указанные выше схемы по реализации информационных сервисов без обращения к серверу (облаку) для обработки или промежуточного хранения данных. Подтверждение факта нахождения поблизости от некоторого устройства будет одновременно означать получение от него некоторой информации без установления соединения. Такая форма представления делает Wi-Fi Direct наиболее удобной для реализации моделей на основе сетевой близости.

Наша идея состоит в описании на устройстве Wi-Fi Direct сервиса, который содержит ссылки на веб-ресурсы.

Схема представления будет следующая. На устройстве каждый сервис определяет три характеристики:

Name – стандартное значение “Links”
 Description – строка для поиска
 URL – ссылка на каталог Huregcat

Имя сервиса используется для поиска, описание – для возможного уточнения поиска (фильтрации), а сами веб-ресурсы описываются как каталог Huregcat.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье описана модель использования сервисов Wi-Fi Direct для рекламы Интернет-ресурсов. Фактически данное предложение можно описать как разметку пространства с точки зрения привязки Интернет сервисов. В работе предложена как схема разметки, так и способ описания сервисов. В совокупности это приводит к новой схеме представления веб-ресурсов (более точнее – произвольных ресурсов, которые могут быть представлены с помощью URI). Такая схема представляет собой гиперлокальный Интернет. При этом не предлагается использовать какие-либо новые ресурсы и новую схему программирования. Предложенная модель ориентирована на описание (разметку) существующих ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Snepp. "Geofence and network proximity." *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. 117-127.
- [2] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Snepp. "On proximity-based information delivery." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2018.
- [3] Han, Dongsoo, et al. "Building a practical Wi-Fi-based indoor navigation system." *IEEE Pervasive Computing* 13.2 (2014): 72-79.
- [4] Kasantikul, Kittipong, et al. "An enhanced technique for indoor navigation system based on WIFI-RSSI." *2015 Seventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks*. IEEE, 2015.
- [5] Namiot, Dmitry. "On proximity services programming." *International Journal of Open Information Technologies* 8.3 (2020): 47-54.
- [6] Dubois, Didier, and Henri Prade. "What are fuzzy rules and how to use them." *Fuzzy sets and systems* 84.2 (1996): 169-185.
- [7] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Snepp. "On Search Services for Internet of Things." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2017.
- [8] Hu, Yuheng, Shelly D. Farnham, and Andrés Monroy-Hernández. "Whoohoo: facilitating information seeking for hyperlocal communities using social media." *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2013.
- [9] Namiot, D., and M. Sneps-Snepp. "On hyper-local web pages." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2015.
- [10] Namiot, Dmitry, Manfred Sneps-Snepp, and Romass Pauliks. "On Mobile Applications Based on Proximity." *2019 7th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*. IEEE, 2019.
- [11] Konecny, Gottfried. *Geoinformation: remote sensing, photogrammetry and geographic information systems*. cRc Press, 2014.
- [12] Ali, Shahzad, et al. "Persistence and availability of floating content in a campus environment." *2015 IEEE conference on computer communications (INFOCOM)*. IEEE, 2015.
- [13] Yaqub, Muhammad Azfar, et al. "Information-centric networks (ICN)." *Content-Centric Networks*. Springer, Singapore, 2016. 19-33.
- [14] Wi-Fi Direct (peer-to-peer or P2P) overview <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/wifip2p>

Wi-Fi Direct as a technological basis for hyper-local Internet

Dmitry Namiot

Abstract— The paper describes the model of hyper-local Internet. This refers to a set of Internet resources that are, to one degree or another, relevant (useful) for users in a certain limited area. The paper proposes both a model for organizing the markup of such areas, based on the use of wireless technologies and a scheme for describing (representing) resources. Collections of this kind can be dynamically created and maintained by any users. A new scheme of using Wi-Fi Direct services to create information systems is proposed. The result of the work is the presentation of a working model of spatial marking of the Internet, which allows you to combine existing resources together in the spatial community of their content.

Keywords—Wi-Fi Direct, services, proximity.

REFERENCES

- [1] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Sneppe. "Geofence and network proximity." *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. 117-127.
- [2] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Sneppe. "On proximity-based information delivery." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2018.
- [3] Han, Dongsoo, et al. "Building a practical Wi-Fi-based indoor navigation system." *IEEE Pervasive Computing* 13.2 (2014): 72-79.
- [4] Kasantikul, Kittipong, et al. "An enhanced technique for indoor navigation system based on WIFI-RSSI." *2015 Seventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks*. IEEE, 2015.
- [5] Namiot, Dmitry. "On proximity services programming." *International Journal of Open Information Technologies* 8.3 (2020): 47-54.
- [6] Dubois, Didier, and Henri Prade. "What are fuzzy rules and how to use them." *Fuzzy sets and systems* 84.2 (1996): 169-185.
- [7] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Sneppe. "On Search Services for Internet of Things." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2017.
- [8] Hu, Yuheng, Shelly D. Farnham, and Andrés Monroy-Hernández. "Whooley: facilitating information seeking for hyperlocal communities using social media." *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2013.
- [9] Namiot, D., and M. Sneps-Sneppe. "On hyper-local web pages." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2015.
- [10] Namiot, Dmitry, Manfred Sneps-Sneppe, and Romass Pauliks. "On Mobile Applications Based on Proximity." *2019 7th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*. IEEE, 2019.
- [11] Konecny, Gottfried. *Geoinformation: remote sensing, photogrammetry and geographic information systems*. cRc Press, 2014.
- [12] Ali, Shahzad, et al. "Persistence and availability of floating content in a campus environment." *2015 IEEE conference on computer communications (INFOCOM)*. IEEE, 2015.
- [13] Yaqub, Muhammad Azfar, et al. "Information-centric networks (ICN)." *Content-Centric Networks*. Springer, Singapore, 2016. 19-33.
- [14] Wi-Fi Direct (peer-to-peer or P2P) overview <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/wifip2p>