

# Спецификация 3GPP D2D и публичные сервисы

Д.Е. Намиот

**Аннотация**— В статье речь идет о сервисах близости (ProSe – Proximity Services) в спецификациях 3GPP. Согласно спецификациям 3GPP сервисы на основе близости используются для определения возможных кандидатов для организации непосредственного (D2D - Device to Device) взаимодействия между устройствами. Под управлением сети происходит определение устройств, оказавшихся поблизости, после чего обмен данными происходит уже непосредственно между устройствами. Эта модель рассматривается как основа для многих новых сервисов. Вместе с тем, по нашему мнению, прямое соединение устройств будет иметь ограниченное применение. Причина одна – безопасность. Соединение с другим устройством есть (с точки зрения кибербезопасности) соединение с неизвестным устройством. Именно так должно расцениваться устройство, которое обнаружено поблизости. То, что это устройство известно оператору, на самом деле, никак эту характеристику не изменяет. Соединение с неизвестным устройством – это прямой путь для атак на устройство. Подход, предложенный в данной работе, состоит в том, что компоненты ProSe (D2D) могут быть основой публичных телекоммуникационных сервисов, которые не требуют организации соединения между устройствами.

**Ключевые слова**—3GPP, D2D, сетевая близость.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Рабочая группа 3GPP SA выпустила в 2015 году спецификацию (конкретно - версия 12), среди других функций которой было добавлено соединение устройства LTE с другим устройством (device to device или D2D) [1]. В этой спецификации появился термин “сервис близости” (ProSe). Согласно этой спецификации, сервисы (в телекоме здесь часто употребляется термин услуги) близости позволяют устройствам, находящимся в непосредственной близости друг от друга, обнаруживать друг друга. После обнаружения, такие устройства могут напрямую общаться друг с другом с целью снижения нагрузки на сеть, увеличения пропускной способности имеющейся полосы пропускания и обеспечения связи в зонах, где отсутствует покрытие сети. Иными словами – основное назначение сервисов близости в спецификации 3GPP было определено как поиск (определение) устройств для непосредственного взаимодействия или использования непосредственно телекоммуникационным провайдером для делегирования (выполнения) свои функций (так

называемый offloading, mobile data offloading [2]). Это проиллюстрировано на рисунке 1, где как раз и изображена модель взаимодействия.

На этом рисунке изображены основные компоненты и интерфейсы между ними. К компонентам относятся два мобильных устройства (UE) и приложения на них (Prose App), PC1 – PC5 – различные интерфейсы, сервер приложений ProseApp, сеть радиодоступа (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, E-UTRAN) и усовершенствованное пакетное ядро (Evolved Packet Core, EPC).

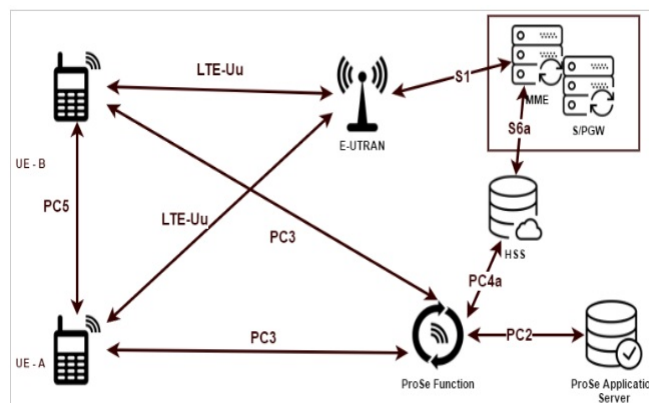


Рис. 1. ProSe функционал [3,4].

В спецификации (в ее различных реализациях) вводятся следующие понятия.

**ProSe Application ID:** ID приложения ProSe, используемый для открытия сервисов близости (ProSe), идентификации информации приложений с поддержкой ProSe

**ProSe Application Code:** код, связанный с идентификатором приложения и используемый в процессе ProSe discovery (поиска сервисов)

**ProSe Restricted Code:** код, который делает информацию о сервисе (данных) доступной только некоторой ограниченной группе пользователей. Это связано с поиском сервисов поблизости при наложенных ограничениях – только некоторая выделенная группа пользователей должна иметь доступ к данным.

**Discovery Filter:** комбинация Application Code/Restricted code и маски (можно считать – регулярного выражения) для отслеживания получения данных по заданному условию

**ProSe Function** – элемент, который отвечает за предоставление устройствам (UE) доступа к сервисам

ProSe, а также за поддержку работы с ProSe Application ID и ProSeApplication Code. Спецификация говорит о логической функции. Технически – это веб-сервер (ProSe function будет обрабатывать HTTP запросы от устройств).

ProSe application server – сущность для сохранения информации о пользователях, идентификаторах функций, метаданных и т.д.

Услуги, основанные на принципе близости расположения, включают в себя, согласно спецификации:

- ProSe Direct Discovery: процесс, при котором устройство (UE) обнаруживает и идентифицирует другое (другие) устройства поблизости
- ProSe Direct Communication: задействование ресурсов LTE из сотовой сети для передачи сообщений
- ProSe Discovery на уровне сети (EPC level ProSe Discovery) и уровне беспроводных сетей (WLAN)

Очевидно, что для задач, рассматриваемых в данной работе интересен именно (и только) ProSe Direct Discovery элемент. Сетевая близость в таком случае будет определяться относительно некоторого выделенного устройства и обеспечиваться получением некоторого ProSe Application Code от этого устройства.

Спецификация определяет два режима для работы ProSe Direct Discovery: открытый и ограниченный. Режим определяет, кто может обнаруживать близкое нахождение конкретного устройства. В рамках Direct Discovery устройство рассылает некоторую идентификационную информацию, которую и могут получать другие устройства поблизости. Факт получения такой идентификационной информации подтверждение того, что отправитель и получатель находятся рядом.

Режим, как было указано выше, определяется для устройства, рассылающего информацию (то есть, устройства, которое используется как опорное для определения близости). В случае открытого режима его рассылка может быть получена любым другим устройством (любое устройство может определить свою близость по отношению к опорному). В ограниченном режиме источник рассылки (опорное устройство) будет определять, какие устройства могут получать его рассылку (смогут определить свою близость по отношению к опорному устройству). Очевидно, что концепция замены гео-вычислений сетевой близостью соответствует открытому режиму (опорное устройство публично анонсирует свою идентификацию). Также можно отметить, что ограниченный режим не будет работать в случае отсутствия сети (для него нужна поддержка интерфейса PC3 на рисунке 1).

Модель (алгоритм) функционирования всей системы ориентирован на построение посредством PC5 (sidelink)

связи между близко расположенными устройствами (рис. 2).

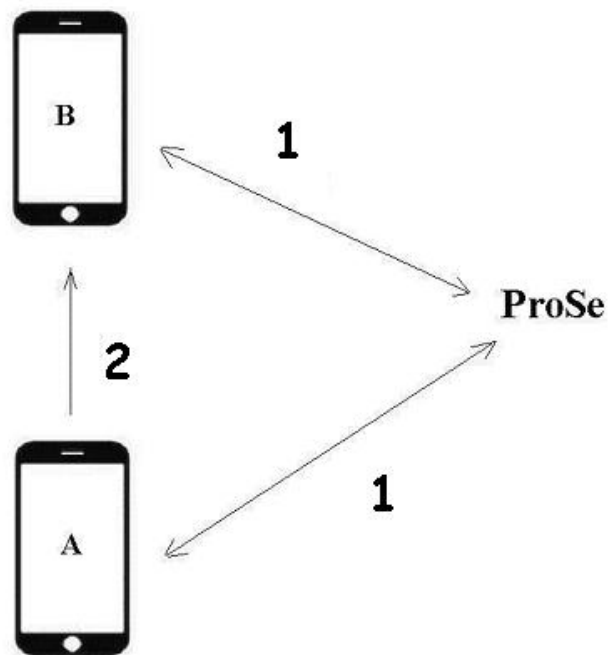


Рис. 2. D2D модель

Здесь:

1 – сигнальные каналы

2 – канал связи без использования базовых станций (sidelink)

Предполагается, что D2D станет основой многих сервисов, основанных на “местном” (по месту текущего расположения) предоставлении услуг. Взаимодействовать будут непосредственно два мобильных устройства, но под контролем оператора связи. Необходимо отметить, что операционная модель и какое-либо описание программных интерфейсов пока отсутствует (даже в последующих спецификациях). Вместе с тем, по нашему мнению, услуги (сервисы) на основании прямых соединений имеют очевидные ограничения.

Оставшаяся часть статьи структурирована следующим образом. В разделе II рассматриваются вопросы кибербезопасности. В разделе III речь идет о сервисах близости. В разделе IV описывается операционная модель для сервисов близости на основе спецификации 3GPP.

## II. КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Сервисы D2D продвигаются как масштабируемое решение для непосредственного соединения между устройствами. Масштабируемость обеспечивается, в первую очередь, тем, что организацией взаимодействия занимается оператор связи и есть централизованное управление занятием и освобождением ресурсов частотного спектра. Но это управление, естественно, не отменяет базового факта – установления прямого взаимодействия между устройствами. И в этом то, по нашему мнению и кроется проблема. С точки зрения

системной архитектуры – это типичная установка соединения с неизвестным устройством. А это, в свою очередь, несет очевидные риски с точки зрения безопасности.

По нашему мнению, D2D будет иметь ограниченное применение. Можно представить какую-то корпоративную (выделенную) среду, где есть прямой обмен данными. Можно представить какой-то системный сервис, который прозрачно для пользователей использует прямой обмен данными между участниками. Как давно существующий пример можно привести Skype, где присутствует именно P2P обмен. Вместе с тем трудно представить какой-нибудь публичный сервис с user-generated content, где поставщики сервиса разрешали бы соединяться со своими собственными устройствами неизвестным абонентам или те же самые абоненты открывали бы соединения с неизвестными им поставщиками.

Мы считаем, что публичные сервисы для телекома должны работать без установления соединения (или, по крайней мере, без обязательного требования соединения). Аналогия для пользователя – это просмотр некоторого контента на веб-сайте без обязательств загрузки данных (именно это есть аналог прямого соединения) на свое устройство. Решение о загрузке данных (установлении соединения) принимает уже пользователь в каждом конкретном случае. Загрузка же контента (текста в случае HTML) является безопасной операцией.

Нам представляется, что вопросы кибер-безопасности будут определяющими в выборе архитектуры сервисов. Как подтверждение такого подхода можно упомянуть, например, Bluetooth mesh [5].

В этом подходе передача данных между узлами сети (в данном случае – Bluetooth Low Energy) осуществляется без установки соединения. Используется Bluetooth advertising – то есть, специальные пакеты, которые рассылаются устройствами для представления себя в сети. По сути – это расширенная идентификация устройства. Естественно, что идентификация производится до установления соединения, и она не может послужить базой для атаки на устройство, поскольку это только регистрация имени (представления), а не обработка содержимого.

Наше предложение сводится к тому, чтобы за основу публичных сервисов, которые используют механизмы D2D взять только одну компоненту этого процесса – Device Discovery (D2D). По нашему мнению, именно D2D должно стать основой для публичных сервисов, которые будут эксплуатировать факт близости между мобильными устройствами. И это приводит нас к следующему шагу – а что такое сервисы на базе близости?

### III. СЕРВИСЫ НА ОСНОВЕ БЛИЗОСТИ

На самом деле, в спецификации 3GPP нет точного определения, что же такое есть сервисы на основе близости. Все описание в спецификации построено на явном или неявном представлении того, что одно

устройство соединяется с другим, находящимся поблизости. По духу спецификации – это “местные” соединения и последующая передача данных. В таком представлении ProSe – это сервисная история. Необходимо просто определить близкорасположенные устройства, с которыми и будут организовываться соединения. Иными словами, ProSe – это сервис для обслуживания (поддержки) D2D.

В нашем представлении, ProSe – это условие, набор условий, триггер или предикат. Сервисы на основе близости, в нашем понимании, относятся к контекстно-зависимым сервисам. Контекст (так, как это понимается для мобильных вычислений) – это произвольные измеряемые характеристики, которые могут быть добавлены к местоположению. В таком определении сюда попадают не только какие-то показания некоторых датчиков (сенсоров мобильных устройств), но и, например, факт присутствия пользователя в социальных сетях, осуществление взаимодействия с другими пользователями сети (сетей) и т.п. Практически все, что поддается какому-то измерению в дополнение к объективно измеренному местоположению. Очевидно, что в такой формулировке устройства, которые находятся поблизости (определяемые, как находящиеся поблизости) – это также форма (часть) контекста [6].

Самый простой и очевидный пример – сетевая близость. Видимая (достижимая) публичная точка доступа Wi-Fi (одна или несколько) – это контекст. Который, кстати, дополняет (или даже заменяет) информацию о местоположении. То же самое относится к точкам доступа Bluetooth (тегам Bluetooth Low Energy). Последние также представляют собой информацию о контексте, а также еще более точно определяют местоположение. Ограниченное распространение сигнала беспроводных сетей и обеспечивает фиксацию факта близости. Видимость (доступность) беспроводного узла в таком случае и есть подтверждение факта нахождения поблизости (так называемое Bluetooth или Wi-Fi расстояние). Этот факт с успехом использовался во многих сервисах. Здесь мы можем сослаться на собственные работы, которые и предложили использование сетевой близости для создания сервисов [7,8,9].

При этом контекст (информация о контексте) – это всегда некоторый набор условий. Эти условия могут, например, открывать (разрешать) доступ к каким-то данным. Мобильный пользователь, находящийся, например, в конкретном магазине (торговом комплексе) может посмотреть конкретные специальные предложения (купоны, скидки). И эта возможность может быть обусловлена как местоположением пользователя (как бы оно не определялось), так и какими-то другими характеристиками (условиями). Например, присутствие пользователя в группе социальной сети, данными сенсора освещенности в телефоне (это может показать, находится телефон в кармане или в руках) и т.д. Из этого объяснения очевидным образом следует, что контекст никак не обуславливает соединения устройств. Контекст

(контекстная информация или контекстные условия), в общем случае определяют доступность (недоступность) каких либо данных, изменяют пользовательские интерфейсы, рассылают уведомления, записывают какую-то информацию в журнальные файлы и т.д. В целом, действия, связанные с определением контекста можно разделить на две группы: настройка правил доступа (определение доступных данных, изменение интерфейсов и т.д.) и запись (журналирование) состояния (ведение различных логов для последующей обработки). Ни одна из этих групп не связана с соединениями. Непосредственно к передаче данных относится, например, подготовка и представление данных, которые могут быть загружены в данном контексте, возможность получения уведомлений (push) и т.д. [10]

Второй момент, который существует здесь – это расположение доступного контента. D2D модель прямо предполагает, что контент принимается от близко-расположенного устройства. Собственно говоря, поиск и осуществлялся для того, чтобы найти партнера (партнеров) для обмена данными. Вместе с тем, очевидно, что местоположение данных (для доступа, для обмена) не ограничивается близко-расположенными устройствами. Более того, если мы рассмотрим сервисы, которые учитывают местоположение, то очевидно, что определив близко-расположенные объекты сервис, в большинстве случаев, вообще не может с ними “соединиться”. Если сервис определил, например, близко-расположенный банкомат или вендинговую машину, то это никак (к счастью) не предполагает соединения. Диктуя (предполагая) соединение мы, фактически, останавливаемся просто на одном возможном типе сервисов, который имеет естественные ограничения. По сути, именно контекстная модель описывает все множество сервисов.

Это приводит к тому, что ProSe в своем представлении должны ориентироваться именно на близость (proximity). Сервисы близости, в первую очередь, это представление информации на основе факта нахождения поблизости от какого-то выделенного (обозначенного) места. В данном случае в роли такого “места” выступает текущее положение другого (или других) мобильных устройств. ProSe – это сервис, ориентированный на местоположение. И в этом плане информация о сетевой близости может подменить собой гео-информацию. Иными словами, можно полностью отказаться от гео-вычислений в пользу использования информации о сетевой близости.

Это утверждение основано на физически ограниченной области распространения сигнала. 500 метров, заявленные в спецификации D2D – это ограничение распространения сигнала. Иными словами, прием ID от приложения в спецификации D2D является подтверждением факта присутствия в определенной области. Аналогичная картина, только с еще более четко определенной географической областью, присутствует и

для беспроводных сетей. Доступность (видимость), например, точки доступа Bluetooth (тега Bluetooth Low Energy) означает нахождение приемника на соответствующем расстоянии (в данном случае – так называемое Bluetooth расстояние) от источника. Аналогично это работает для Wi-Fi.

Соответственно, когда мы используем точные координаты в сервисах, использующих информацию о местоположении, эти координаты используются для вычисления расстояния до известных (необходимых) объектов. Оценив это расстояние (это и есть гео-вычисления) мы можем заключить, находится ли данный объект близко или нет. В случае же сетевой близости мы сразу получаем оценку расстояния, полностью минуя стадию определения координат.

Каковы могут быть причины отказа от гео-вычислений? Популярность сервисов с учетом местоположения связана с широким распространением GPS приемников, которые присутствуют на всех современных смартфонах. Именно это и определяет необходимость прямого использования близости. Мы можем перечислить некоторые из причин:

- Сервисы для работы в помещениях. Использование GPS здесь будет затруднительно
- Высокое энергопотребление GPS модулей
- Точность определения позиции в коммерческой реализации GPS не самая высокая. Другими методами можно достичь большей точности

Для полноты рассмотрения необходимо остановиться на известных моделях, когда оценка силы сигнала беспроводных сетей используется для точной оценки местоположения (как альтернативный способ получения гео-координат). Такие модели известны уже достаточно давно, но все они, по факту, основаны на предварительном построении (а также, что очень важно, постоянном обновлении) радио-карты, которая содержит “номинальные” (эталонные) значения силы сигнала (RSSI) для выделенных точек. Используемый математический аппарат может быть различным, но в итоге все всегда сводится к разным формам сравнения реальной измеренной силы сигнала с эталонным (“номинальным”) значением. Координаты определяются по тому, к какой эталонной точке оказалось “ближе” измеренное значение. Очевидно, что такой способ не подходит для публичных пространств, где нет возможности предварительного построения радио-карты. Следующим отрицательным моментом является затратная процедура обновления этой радио-карты. А итогом (результатом) этого процесса является практически достижимая точность определения местоположения в единицы метров (1 метр). И ровно такую же точность можно получить, разместив BLE тег. Область распространения сигнала составит также 1 метр или даже меньше. Прием такого сигнала и будет обозначать нахождение на расстоянии 1 метра от его источника.

Все это приводит к тому, что ProSe (proximity services) – это замена (или дополнение) сервисов с учетом местоположения. Именно так и это и должно рассматриваться. Сервисы с учетом местоположения (location aware) сервисы должны, как было указано выше, работать без осуществления соединения. Отметим, что упомянутые выше радио-карты приобретают совершенно другой смысл при таком подходе. Их основное назначение – это показывать области “видимости” сигналов беспроводных узлов. А числовое значение силы сигнала в таком случае может выступать только как дополнительный признак, который может учитываться, например, как интервал (диапазон) возможных значений. При этом сетевые узлы, по отношению к которым и определяется близость могут быть, например, как реальными беспроводными узлами (точка доступа Wi-Fi, BLE тег, используемый в каких-то бизнес-приложениях и т.д.), так и специально созданными беспроводными узлами, которые не несут никакой другой смысловой нагрузки, кроме использования их для определения близости других мобильных устройств. В последнем случае возможно и чисто программное решение. Например, мобильное приложение программно создает публичную точку Bluetooth на телефоне. Эта точка Bluetooth не предназначена для передачи или приема данных (она даже не будет принимать соединения). Ее основное и единственное назначение – это предоставить свою идентификацию для определения близости.

Отметим, что само понятие близости является естественным применением для сервисов, учитывающих местоположение. Чтобы оценить степень применимости использования понятия близости в информационных системах (сервисах), связанных с определением местоположения (гео-информационным сервисам, как они трактуются в настоящей работе) необходимо оценить их возможную долю в типичных операциях (функциях), которые реализуются в подобных системах. Для этого нужно обратиться к онтологиям такого рода систем.

Онтологический анализ сервисов, связанных с определением местоположения (в данной работе – гео-сервисов) проводится во многих работах. В качестве примеров можно привести работы [11-12].

Как и во многих других направлениях, связанных с онтологиями, здесь нет единого стандарта, хотя важность выработки единых понятий признается всеми. Гео-пространственная семантика - это обширная область, охватывающая множество областей исследований. Гео-пространственная семантика обычно сосредотачивается на понимании значения географических объектов, а также их аналогов в когнитивном и цифровом мире. Гео-пространственная семантика также может облегчить проектирование географических информационных систем, обеспечивая совместимость распределенных систем, а также единые пользовательские интерфейсы и более интеллектуальное взаимодействие с пользователем.

В литературе выделяются разные группы гео-пространственных сервисов для построения онтологий. Например [13],

- Цифровые географические справочники
- поиск географической информации
- гео-пространственная семантическая сеть
- местная семантика
- когнитивные географические понятия

Что выделяется в литературе как элементы онтологии для гео-пространственной семантики? Во-первых, это структурированные словари для поименованных (названных) мест. Возможно, впервые они были описаны в [14] – цифровой газетчик. Представляют собой графы с узлами, описывающими географические районы, места и их отношения. Например, Замоскворечье – это часть Москвы и т.д. Такого рода словари используются в гео-кодировании, поиске информации и т.д. По формальному определению [15], в словаре есть три основных элемента:

- названия мест (N),
- типы мест (T)
- пространственное представление (F)

Эти три компонента позволяют определить следующие операции [16]:

- пространственный поиск ( $N \rightarrow F$ ),
- поиска типа ( $N \rightarrow T$ )
- обратный поиск ( $F \times T \rightarrow N$ )

Идея введения этих компонент состоит в том, что мы часто используем именно географические названия, а не числовые координаты. Соответственно, такие справочники заполняют разрыв между ссылкой на места, цифровые справочники заполняют разрыв между неформальным “человеческим” представлением и формальным географическим представлением. Для нашего рассмотрения важно, что географические координаты здесь отсутствуют. Все вышеописанные операции работают без обращения к гео-координатам.

Назначение цифровых справочников вполне понятно – машинное понимание географических значений. И в этом смысле – это классическая онтологическая история. Самым известным примером являются, возможно, GeoNames [17]. Одним из важных достоинств таких справочников является их легкое расширение (дополнение) местными объектами (устоявшимися местными географическими наименованиями).

Следующий часто используемый элемент пространственной гео-семантики - это так называемый географический поиск. В англоязычной литературе (в оригинале) - Geographic Information Retrieval (GIR). Это направление описывает получение географической (гео-привязанной) информации по пользовательским запросам. Источником при этом могут быть как структурированные данные (например, базы данных), так и неструктурированные данные (тексты). Последнее даже является предпочтительным направлением исследований, например, запросы к текстам в сети Интернет. В литературе приводятся оценки того, что

поисковые запросы в веб в 15-20% случаев содержат географические наименования (места). Очевидно, что географический поиск тесно привязан к онтологиям, поскольку необходимо понимать семантику запросов, возможные ответы, разрешать проблемы множественных наименований для одного и того же географического места. В целом, это можно рассматривать как специальный случай общего подхода Information Retrieval [18]. В частности, те же самые подходы к оценке степени соответствия найденных результатов исходному запросу, использование латентного семантического анализа для выделения ключевых слов и т.д.

Для нашего рассмотрения важен опять-таки факт того, что географические координаты не будут присутствовать в запросе. Хотя, например, гео-вычисления могут, естественно, быть использованы в реализации при подборе ответов, оценке кандидатов и т.д. Реализация обработки поискового запроса может пытаться выделить местоположение из запроса, а далее сравнивать это местоположение с таковыми же данными, содержащимися в возможных кандидатах для ответа. Но и вычисляемые при этом метрики могут, на самом деле, базироваться на близости. В частности, в литературе отмечались возможные метрики близости к элементам цифровых словарей [19].

Суммируя проекты гео-онтологий, можно заключить следующее. Гео-онтологии описывают знания о географическом пространстве (географических объектах) [20]. Гео-онтология, описывающая конкретное место, содержит следующую информацию:

< *Наименование\_места, Тип\_места, Местоположение, Отношения\_с\_другими\_местами* >

Наименование может включать синонимы, тип, как характеристика, может включать еще и атрибуты (свойства, признаки). Местоположение (это наиболее интересующая нас характеристика) может описываться разными способами. Во-первых, это может быть точное или приблизительное описание.

К точным описаниям относятся, например, гео-координаты (широта, долгота), точный адрес. К приблизительным, например, некоторая область, описывающая место (в англоязычной литературе – Minimal Bounding Rectangle (MBR))

Отношения между объектами могут быть топологическими (например, внутри другой области), описывать направления (например, на север, на юг) или близость (около, на указанном расстоянии).

Для нашего рассмотрения, естественно, более интересны последние описания (близость). В целом, можно отметить, что есть одна область онтологий, явно завязанная на гео-координаты (точнее – на вычисления с гео-координатами) - топология. В остальных случаях “близость” является работающим оператором для использования в гео-запросах.

#### IV. ОПЕРАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

По нашему мнению, единый подход, именуемый сегодня D2D должен быть разделен на 2: DD – Direct Discovery и собственно D2D. Они должны быть полностью независимы друг от друга. Первый из них (DD) не имеет никакой связи с соединениями. Первое, на что это влияет – это, естественно, требования к безопасности. Очевидно, что представление идентификатора устройства никак не может быть использовано для какой-либо атаки на данное устройство. Более того, с точки зрения адресуемого устройства, как можно более широкое представление собственного идентификатора является конечной целью. Для публичных сервисов именно ограничение в распространении ID является проблемой. В то же самое время, ограничения безопасности, связанные с установлением соединения, конечно, должны быть сохранены.

Для описанной выше модели, DD – это процесс получения ID (при участии оператора) и рассылка этого ID. Все, что связано с фильтрацией при приеме ID, разрешением приема ID может быть оставлено, как есть или даже изменено в плане ослабления ограничений. Например, рассылка ID может быть публичной, не требовать от получателя никакой авторизации. Потенциальный получатель сам определяет, когда ему необходимо получать IDs от местных источников. Фильтрация таких поступлений может осуществляться уже на прикладном уровне. Соответственно, общая схема работы будет следующей:

1. Запросить ID у оператора. Также как в спецификации 3GPP: ID представляет некоторую функцию (сервис)

2. Рассылать ID в соответствии со спецификацией 3GPP

3. Полученный в результате ID (имя беспроводного узла/беспроводной сети) является ключом для некоторой облачной базы данных с моделью Ключ-Значение (например, Redis, Cassandra и т.п.)

В рамках такого подхода сервисы на основе близости могут быть легко реализованы и для беспроводных сетей. В качестве идентификатора, который используется в процессе Direct Discovery может выступать имя беспроводного узла (имя точки доступа Wi-Fi, имя Bluetooth узла). Эти параметры могут устанавливаться программно, а их определение не требует установления соединения. Соответственно, схема работы будет следующей:

1. Приложение устанавливает нужный ID как имя для беспроводного узла. Как вариант: создает новый узел беспроводной сети с заданным именем

2. Рассылка (broadcast) такого ID осуществляется штатными средствами беспроводной сети. А базовые SDK мобильной операционной системы позволяют получать такую информацию. Также базовые механизмы мобильной операционной системы позволяют организовать фильтрацию таких идентификаторов (фактически – фильтрацию имен беспроводных узлов/беспроводных сетей). Фильтрация

может быть осуществлена на прикладном уровне.

3. Полученный в результате ID (имя беспроводного узла/беспроводной сети) является ключем для некоторой облачной базы данных с моделью Ключ-Значение (например, Redis, Cassandra [21] и т.п.)

Ключ приводит к контекстным данным, ассоциированным с конкретной рассылкой (фактически – с конкретным местом). В общем случае такой набор данных можно представлять JSON структурой.

В базе данных можно задавать время жизни для ключа. Это позволит обновлять периодически значения ключей и исключить доступ к контенту без явного получения актуального на данный момент времени ключа. Для беспроводных сетей, например, это означает создание нового ключа непосредственно перед рассылкой и сохранение контекста, связанного с новым ключом. Это исключит ситуации, когда актуальную “местную” информацию будут получать пользователи, не находящиеся в данный момент поблизости от источника, просто используя когда-либо ранее полученный ключ.

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложена модель использования подхода D2D в сетях 5G для создания публичных сервисов. Эта модель базируется на использовании процесса поиска близко расположенных устройств для определения (фиксации) факта близости, которая определяется по отношению к некоторым другим устройствам. При этом эти устройства не служат объектами для хранения данных и скачивания их после установления соединения, а играют, исключительно, роль опорных объектов (триггеров) для определения близости. При таком подходе сервисы на основе близости служат как дополнением, так и полной заменой сервисов с использованием местоположения. В работе подробно рассмотрены случаи, когда использование сервисов с определением близости служит заменой определения координат и гео-вычислениям. Предложена операционная модель, которая может рассматриваться как модель некоторого гипер-локального интернета, где стандартные интернет сервисы предоставляются в некоторой физически ограниченной области.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Zou, Kingsley J., et al. "Proximity discovery for device-to-device communications over a cellular network." *IEEE Communications Magazine* 52.6 (2014): 98-107.
- [2] Rebecchi, Filippo, et al. "Data offloading techniques in cellular networks: A survey." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 17.2 (2014): 580-603.
- [3] 3GPP TS 24.334 V12.1.1, December 2014; Technical Specification Group Core Network and Terminals, Proximity-services (ProSe) User Equipment (UE) to ProSe function protocols; Stage 3; Release 12.
- [4] LTE Direct <http://www.3gpp.org/technologies/lte-direct/> Retrieved: Dec, 2019
- [5] Baert, Mathias, et al. "The Bluetooth mesh standard: An overview and experimental evaluation." *Sensors* 18.8 (2018): 2409.
- [6] Namiot, Dmitry, and Manfred Snep-Snepe. "On Content Models for Proximity Services." 2019 24th Conference of Open Innovations Association (FRUCT). IEEE, 2019.
- [7] Namiot, Dmitry, and Manfred Snep-Snepe. "The physical web in smart cities." 2015 *Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO)*. IEEE, 2015.
- [8] Namiot, Dmitry, and Manfred Snep-Snepe. "On Proximity-Based Information Delivery." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2018.
- [9] Namiot, Dmitry, and Manfred Snep-Snepe. "Geofence and network proximity." *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. 117-127.
- [10] Snep-Snepe, Manfred, and Dmitry Namiot. "Spotique: A new approach to local messaging." *International Conference on Wired/Wireless Internet Communication*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [11] Janowicz, Krzysztof. "Observation-driven geo-ontology engineering." *Transactions in GIS* 16.3 (2012): 351-374.
- [12] Nalepa, Grzegorz J., and W. T. Furmańska. "Review of semantic web technologies for GIS." *Automatyka/Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie* 13 (2009): 485-492.
- [13] Yingjie Hu (2017). *Geospatial Semantics*. In Bo Huang, Thomas J. Cova, and Ming-Hsiang Tsou et al. (Eds): *Comprehensive Geographic Information Systems*, Elsevier, Oxford, UK. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09597-X>
- [14] Goodchild, Michael F., and Linda L. Hill. "Introduction to digital gazetteer research." *International Journal of Geographical Information Science* 22.10 (2008): 1039-1044.
- [15] Hill, Linda L. "Core elements of digital gazetteers: placenames, categories, and footprints." *International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000.
- [16] Janowicz, Krzysztof, and Carsten Keßler. "The role of ontology in improving gazetteer interaction." *International Journal of Geographical Information Science* 22.10 (2008): 1129-1157.
- [17] Ai, Qing, et al. "Enhance the Geographical Description of SSN Ontology Based on GeoNames." 2017 13th International Conference on Semantics, Knowledge and Grids (SKG). IEEE, 2017.
- [18] Bütcher, Stefan, Charles LA Clarke, and Gordon V. Cormack. *Information retrieval: Implementing and evaluating search engines*. Mit Press, 2016.
- [19] Keßler, Carsten, Krzysztof Janowicz, and Mohamed Bishr. "An agenda for the next generation gazetteer: Geographic information contribution and retrieval." *Proceedings of the 17th ACM SIGSPATIAL international conference on advances in Geographic Information Systems*. ACM, 2009.
- [20] Jones, Christopher B., Alia I. Abdelmoty, and Gaihua Fu. "Maintaining ontologies for geographical information retrieval on the web." *OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [21] Gajendran, Santhosh Kumar. "A survey on nosql databases." *University of Illinois* (2012).

# 3GPP D2D Specification and Public Services

Dmitry Namiot

**Abstract**— This article deals with ProSe (Proximity Services) in the 3GPP specification. According to 3GPP specifications, proximity services are used to identify possible candidates for direct (D2D - Device to Device) communication between devices. Under the control of the network, the devices in the proximity are identified, and then the data is exchanged directly between the devices. This model is seen as the basis for many new services. However, in our opinion, a direct connection of devices will have limited application. The only reason for this is security. A connection to another device is (in terms of cybersecurity) a connection to an unknown device. This is how a device that is found in the vicinity should be considered. The fact that this device is known to the operator does not actually change this characteristic in any way. Connecting to an unknown device is a direct way to attack the device. The approach suggested in this paper is that the ProSe (D2D) components may be the backbone of public telecommunications services that do not require a connection between devices.

**Keywords**— 3GPP, D2D, network proximity.

## REFERENCES

- [1] Zou, Kingsley J., et al. "Proximity discovery for device-to-device communications over a cellular network." *IEEE Communications Magazine* 52.6 (2014): 98-107.
- [2] Rebecchi, Filippo, et al. "Data offloading techniques in cellular networks: A survey." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 17.2 (2014): 580-603.
- [3] 3GPP TS 24.334 V12.1.1, December 2014; Technical Specification Group Core Network and Terminals, Proximity-services (ProSe) User Equipment (UE) to ProSe function protocols; Stage 3; Release 12.
- [4] LTE Direct <http://www.3gpp.com/lte-direct/> Retrieved: Dec, 2019
- [5] Baert, Mathias, et al. "The Bluetooth mesh standard: An overview and experimental evaluation." *Sensors* 18.8 (2018): 2409.
- [6] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Snepp. "On Content Models for Proximity Services." 2019 24th Conference of Open Innovations Association (FRUCT). IEEE, 2019.
- [7] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Snepp. "The physical web in smart cities." 2015 Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO). IEEE, 2015.
- [8] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Snepp. "On Proximity-Based Information Delivery." *International Conference on Distributed Computer and Communication Networks*. Springer, Cham, 2018.
- [9] 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.
- [10] Sneps-Snepp, Manfred, and Dmitry Namiot. "Spotique: A new approach to local messaging." *International Conference on Wired/Wireless Internet Communication*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [11] Janowicz, Krzysztof. "Observation engineering." *Transactions in GIS* 16.3 (2012): 351-374.
- [12] Nalepa, Grzegorz J., and W. T. Furmańska. "Review of semantic web technologies for GIS." *Automatyka/Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie* 13 (2009): 485-492.
- [13] Yingjie Hu (2017). *Geospatial Semantics*. In Bo Huang, Thomas J. Cova, and Ming-Hsiang Tsou et al. (Eds): *Comprehensive Geographic Information Systems*, Elsevier, Oxford, UK. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09597-X>
- [14] Goodchild, Michael F., and Linda L. Hill. "Introduction to digital gazetteer research." *International Journal of Geographical Information Science* 22.10 (2008): 1039-1044.
- [15] Hill, Linda L. "Core elements of digital gazetteers: placenames, categories, and footprints." *International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000.
- [16] Janowicz, Krzysztof, and Carsten Keßler. "The role of ontology in improving gazetteer interaction." *International Journal of Geographical Information Science* 22.10 (2008): 1129-1157.
- [17] Ai, Qing, et al. "Enhance the Geographical Description of SSN Ontology Based on GeoNames." 2017 13th International Conference on Semantics, Knowledge and Grids (SKG). IEEE, 2017.
- [18] Büttcher, Stefan, Charles LA Clarke, and Gordon V. Cormack. *Information retrieval: Implementing and evaluating search engines*. Mit Press, 2016.
- [19] Keßler, Carsten, Krzysztof Janowicz, and Mohamed Bishr. "An agenda for the next generation gazetteer: Geographic information contribution and retrieval." *Proceedings of the 17th ACM SIGSPATIAL international conference on advances in Geographic Information Systems*. ACM, 2009.
- [20] Jones, Christopher B., Alia I. Abdelmoty, and Gaihua Fu. "Maintaining ontologies for geographical information retrieval on the web." *OTM Confederated International Conferences "On the Move to Meaningful Internet Systems"*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [21] Gajendran, Santhosh Kumar. "A survey on nosql databases." *University of Illinois* (2012).

-driven geo- ontology