

УДК 911.5/.9, 004.4

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ИДЕНТИФИКАТОРА ОБЪЕКТОВ

Белов Александр Алексеевич<sup>1</sup>, Лукьянов Константин Валерьевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Магистрант;

ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна»,

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19;

e-mail: 97belov@gmail.com.

<sup>2</sup>Старший научный сотрудник;

Объединенный институт ядерных исследований,

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6;

Доцент;

ГБУ ВО МО «Университет «Дубна»,

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19;

e-mail: luku@jinr.ru.

Данная статья посвящена анализу возможностей применения геопозиционирования в мобильных приложениях, включающего работу с GPS, на платформах iOS и Android. Основной целью работы являлось исследование и оценка возможностей геолокационного позиционирования для идентификации объектов. В работе предложена идея объединения предметных областей в универсальный интерфейс, который позволяет упростить поиск ближайших объектов и услуг, а также предоставить подробную информацию и расширенные возможности их применения. В качестве инструмента оценки рассматривалось создание мобильного приложения, способного в реальном времени определить местоположение пользователя и предложить ему перечень объектов (и впоследствии услуг) в заранее заданном диапазоне их удаленности от данной точки. С проблемой неоптимизированного и непрерывного запрашивания геопозиции помогает справиться технология под названием Geofence. Для проверки состоятельности идеи создан прототип мобильного приложения, выполненный с помощью инструмента Xamarin. Для работы с геопозицией был использован встроенный класс «Geolocation». Для описания пользовательского интерфейса был использован декларативный язык разметки XAML. В качестве средства реализации был выбран фреймворк Angular. В процессе исследования был проведен экспресс-анализ существующих решений, на основании которого сделан вывод, что на момент написания данной статьи подобных приложений не существует. Данный подход позволяет сократить затрачиваемое время на поиск необходимых пользователю сервисов. В итоге была создана MVP-версия продукта, реализующая базовый функционал и состоящая из мобильного приложения и системы администрирования, размещенной в web. Тестовая эксплуатация подтверждает жизнеспособность исходной идеи, а полученный продукт имеет потенциал для дальнейшего развития.

**Ключевые слова:** геопозиционирование, GPS, методы работы с геоданными, геофенсинг.

### Для цитирования:

Белов А. А., Лукьянов К. В. Оценка возможности применения геопозиционирования в качестве идентификатора объектов // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2021. № 2. С. 1–8. URL : <http://sanse.ru/download/431>.

## EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING GEOLOCATION AS AN IDENTIFIER OF OBJECTS

Belov Alexander A.<sup>1</sup>, Lukyanov Konstantin V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Master's Degree student;  
Dubna State University,  
19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
e-mail: 97belov@gmail.com.

<sup>2</sup>Senior Researcher;  
Joint Institute for Nuclear Research,  
6 Joliot-Curie Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
Associate professor;  
Dubna State University,  
Institute of the system analysis and management;  
19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
e-mail: luky@jinr.ru.

*This article is devoted to the analysis of the possibilities of using geo-positioning in mobile applications, including working with GPS, on the iOS and Android platforms. The main purpose of the work was to study and evaluate the capabilities of geolocation positioning for identifying objects. The paper proposes the idea of combining subject areas into a universal interface that allows you to simplify the search for nearby objects and services, as well as provide detailed information and expanded opportunities for their application. As an assessment tool, we considered the creation of a mobile application that can determine the user's location in real time and offer him a list of objects (and subsequently services) in a predetermined range of their distance from a given point. The technology called Geofence helps to cope with the problem of non-optimized and continuous geoposition requests. To test the validity of the idea, a prototype of a mobile application was created using the Xamarin tool. To work with the geolocation, the built-in "Geolocation" class was used. The declarative markup language XAML was used to describe the user interface. The Angular framework was chosen as the implementation tool. In the course of the research, an express analysis of existing solutions was carried out, on the basis of which it was concluded that at the time of writing this article there are no such applications. This approach allows you to reduce the time spent on finding the services necessary for the user. As a result, an MVP version of the product was created that implements the basic functionality and consists of a mobile application and an administration system hosted on the web. The test operation confirms the viability of the original idea, and the resulting product has the potential for further development.*

**Keywords:** geo-positioning, GPS, methods of working with locations, geofencing.

### **For citation:**

Belov A., Lukyanov K. Evaluation of the possibility of using geolocation as an identifier of objects. System Analysis in Science and Education, 2021;(2):1–8(In Russ). Available from: <http://sanse.ru/download/431>.

### **Введение**

Последние 15 лет индустрия мобильных устройств активно растет и развивается. Люди по всему миру ежедневно используют смартфоны для различных целей. И основная причина, почему они пользуются большим спросом – это сочетание небольших размеров и широкого спектра функционала, а такие базовые функции, как телефонная связь, мобильный интернет и определение геопозиции присутствуют в смартфонах еще с самых первых моделей. Сейчас люди все реже спрашивают дорогу у окружающих, пользуясь взамен геолокационными возможностями своих мобильных устройств. В данной статье речь пойдет о том, как можно дополнить возможности геолокации.

## 1. Рассматриваемая проблематика

Общество постоянно нуждается в тех или иных услугах. Однако их список ограничен в зависимости от расположения потребителя. Так, например, если автомобилист доехал до автозаправки, то вероятнее всего ему нужно топливо, а если до автостоянки – то оплатить парковочное место. При этом привязанные к местоположению услуги не являются абстрактными. Т.е. потребитель приезжает на какую-то определенную заправку или на определенную автостоянку, где ему необходимо воспользоваться конкретными услугами. Так, все заправочные станции можно объединить в систему [1], с помощью которой пользователь может оплатить топливо, не выходя из машины. А вот пример для объединения всех автостоянок, в том числе не принадлежащих никаким сетям, еще придется поискать.

Однако, в идеализированном случае, когда все предметные области объединены в системы, придется иметь столько приложений в смартфоне, сколько пользователю необходимо областей. Поэтому было бы более рационально иметь одно мобильное приложение, которое располагает информацией о всех доступных услугах в данной локации и тем, куда направить пользователя, чтобы воспользоваться ими.

## 2. Геопозиционирование и GPS

Процесс определения месторасположения или географического положения объекта на местности называется геопозиционированием. Благодаря таким понятиям, как широта и долгота, можно с высокой точностью определить местонахождение любого объекта на земле. В данной статье для геопозиционирования будет использоваться система *GPS*.

*Global Positioning System (GPS)* – это служебная система, которая предоставляет пользователям услуги определения местоположения, навигации и времени. Благодаря военным разработкам, сейчас мы имеем уникальную возможность – в любой точке планеты легко определить, где мы находимся. Как правило, точность обычных смартфонов, поддерживающих *GPS*, составляет 4.9 м [2].

## 3. QR-Code

*QR-код (Quick Response Code)* – тип матричных штрих кодов, изначально разработанных для автомобильной промышленности Японии, определяющийся датчиком или камерой как двумерное изображение. Изначально эти коды проектировались с целью хранить серийные номера автомобильных деталей на заводе «Toyota», однако сейчас наиболее популярное применение данного кода – это хранение *URL* ссылки, ведущей к какому-либо сайту.

Довольно часто *QR*-коды создают для того, чтобы привязать некоторую информацию к объектам реального мира. Например, в музеях часто используются коды, чтобы дополнить информацию о картине, ссылаясь на источник в интернете. Для успешного сканирования *QR*-кода он должен иметь необходимый размер для фокусировки считывающей камеры. Если сделать размер кода слишком маленьким или слишком большим, то смартфон не сможет сфокусироваться на изображении.

Однако размер изображения – не единственная проблема *QR*-кода. Для того, чтобы кодом воспользовались, он должен находиться на видном месте. И это их слабая сторона, так как зачастую такого места размещения просто нет. Таким образом, когда необходимо присвоить какой-либо код к уличным объектам, то *QR*-код – не лучшее решение. В этом случае объект может идентифицировать себя по своему местоположению.

## 4. Описание идеи

Суть предлагаемого решения – это альтернатива *QR*-кодам. В отличие от них информацию предлагается не кодировать в изображении, а привязывать к конкретной точке на карте. Для определения этой точки можно использовать мобильный телефон с включенной функцией геопозиционирования. Если в зону положения пользователя попадает геометка, то приложение на смартфоне предложит от-

крыть *URL*-адрес для получения информации или услуг в этом месте. Если же в радиус попадет несколько точек, то будет предложен выбор из списка вариантов. На случай погрешности, на карте можно будет выбрать геометку вручную.

К опциональным возможностям можно отнести настройку уведомлений. Если будет обнаружено, что пользователь остановился в некоторой точке и рядом с ним есть доступные услуги из заранее выбранных категорий – приложение отправит *push*-уведомление.

В процессе исследования был проведен экспресс-анализ существующих решений, на основании которого сделан вывод, что на момент написания данной статьи подобных приложений не существует.

Решение может представлять собой клиент-серверную архитектуру, которая состоит из:

- Сервер. Отвечает за хранение и обработку геоданных (тип объекта, название, *URL*-адреса, описание, изображение и т.д.);
- Клиентское мобильное приложение, устанавливаемое на смартфон (определение текущего местоположения, получение геоданных с сервера, отображение геометок пользователю и т.д.);
- Клиентское веб-приложение (добавление, удаление и редактирования географических точек, хранимых на сервере, и т.д.).

## 5. Работа с данными

Вся информация о геоданных хранится на сервере. Клиентские мобильные приложения могут запрашивать данные только для ограниченной области – региона, в котором находится пользователь. Область загружаемых данных должна быть достаточно обширной, чтобы не запрашивать данные у сервера слишком часто, однако в то же время загружать массивные данные нецелесообразно – на это расходуется пользовательский интернет-трафик. Также пользователь может быть заинтересован в том, чтобы видеть объекты на карте в окружающей его области, поэтому обновлять геоданные нужно до того момента, как пользователь выйдет за пределы загруженной области. Таким образом мы имеем две опорные окружности для загрузки данных:

- Загружаемая область – окружность большего радиуса.
- Область свободного перемещения – окружность меньшего радиуса, границы которой располагаются строго внутри загружаемой области.

Стоит также отметить, что центры обеих окружностей находятся в одной точке – в той самой точке, в которой клиентское приложение запросило загружаемые данные.

Для области загружаемых данных целесообразно использовать радиус ( $R1$  – см. Рис. 1) в 800 метров – такого размера достаточно, чтобы искать объекты приблизительно в двух-трех кварталах произвольного направления от начальной точки.

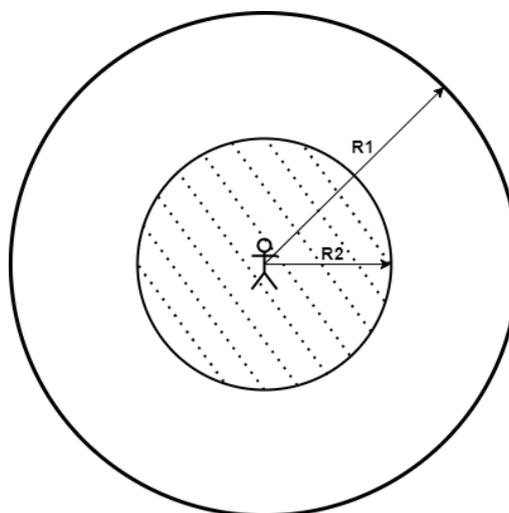


Рис. 1. Область загружаемых данных

Второй радиус был выбран исходя из средней скорости движения человека, что приблизительно составляет 6 км/ч. Для такой скорости была выбрана частота обновления данных в 4 минуты, откуда получаем радиус ( $R_2$  – см. Рис. 1) в 400 метров:

$$R = v \cdot t = \left(6 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}}\right) \cdot (4 \cdot 60 \text{ с}) = 400 \text{ м.} \quad (1)$$

Такого размера достаточно и для быстро движущихся объектов. Так, например, объект, движущийся со скоростью 60 км/ч (максимально допустимая скорость движения автотранспорта в городе), будет обновлять данные каждые 24 секунды, что не является критичным для серверной части приложения. Впрочем, решение нацелено на пешеходных пользователей, так что такие случаи можно рассматривать как исключение. Также можно установить ограничение на минимальный промежуток между запросами, например, в 30 секунд.

По каждой отображаемой точке на карте можно просмотреть ее детализацию. Также у пользователя должна быть возможность просмотреть близлежащие метки в виде списка. Список должен отображать элементы в радиусе 200 метров, отсортированных по дальности. Данный список будет обновляться с определенной периодичностью, которая может меняться в конфигурации. На основании уже загруженных данных, необходимо запрашивать местоположение раз в некоторое время, а затем пересчитывать расстояния до всех меток. И здесь кроется неочевидная задача, которая не имеет выигрышных вариантов. Поскольку определение местоположения является наиболее ресурсозатратной операцией для мобильного телефона, следует учитывать, что слишком часто запрашивать свежие данные не оптимально. И в то же время, если запрашивать геопозицию слишком редко, то пользователь будет считать, что приложение «тормозит», так как показывает не актуальные данные. Это является извечной дилеммой для программистов, так как необходимо найти баланс между отзывчивостью приложения и его энергопотреблением. В данном случае было решено использовать 5-секундный интервал для обновления геоположения. При таком времени приложение не кажется «заторможенным», при этом показывает весьма точные данные.

С проблемой неоптимизированного и непрерывного запрашивания геопозиции помогает справиться технология под названием *Geofence*. Геофенсинг или геозонирование – это технология, которая позволяет задавать границы территории и инициировать различные события, когда эти границы пересекает мобильное устройство, на котором установлено специальное приложение. Факт пересечения границы определяется с помощью различных технологий геопозиционирования, таких как *GPS* или триангуляция по сигналу от *Wi-Fi*-точек доступа либо вышек сотовой связи [3]. Данная технология реализована и оптимизирована для *iOS* и *Android*. Она затрачивает минимум ресурсов аккумулятора, поэтому ее можно использовать в фоновом режиме. Геофенсинг можно опционально использовать в решении для оповещения пользователя, когда он находится рядом с объектами, которые относятся к избранной категории.

## 6. Расстояние между точками

До этого момента были упомянуты объекты, находящиеся в некотором радиусе или на некотором расстоянии друг от друга, при этом использовались метрические единицы измерения, в то время как географические координаты не содержат никаких данных о расстоянии. В данном случае можно оперировать только широтой и долготой двух точек, которые являются градусами отклонения от нулевого меридиана и экватора соответственно.

Для расчета расстояний между двумя точками применяется усредненное значение радиуса Земли (6371 км [4]) и формула нахождения ортодромии – кратчайшей линии между двумя точками на сфере или любой другой поверхности вращения [5]:

$$d = R \cdot \varphi. \quad (2)$$

Из формулы 2 неизвестным параметром является центральный угол  $\varphi$ , который выражается через формулу углов поворота:

$$\varphi = \arccos[\sin(\alpha_1) \cdot \sin(\alpha_2) + \cos(\alpha_1) \cdot \cos(\alpha_2) \cdot \cos(\beta_1 - \beta_2)], \quad (3)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – широты географических координат, а  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – долготы. Следует отметить, что для приведенных формул все значения углов используются в радианах.

Обычно для мобильных устройств используют именно эту формулу, за счет того, что ее сложность невелика относительно сложности формул, что используются в орбитальных спутниках, где погрешность определения положения измеряется в миллиметрах. Также помимо высокой сложности расчетов, сверхточные формулы используют различные коэффициенты, различающиеся для разных частей Земли. Поэтому в данной работе для подсчета расстояний между географическими объектами представлена именно эта формула.

## 7. Пример реализации мобильного приложения

Для проверки состоятельности идеи создан прототип мобильного приложения, выполненный с помощью инструмента *Xamarin*. *Xamarin* – это платформа с открытым исходным кодом, предназначенная для построения современных производительных приложений для *iOS*, *Android* и *Windows* с *.NET*. Главное преимущество данного инструмента в том, что в среднем 90% кода используется без изменений на разных платформах [6].

Для работы с геопозицией был использован встроенный класс «*Geolocation*». Он имеет статический метод под названием «*GetLocationAsync*», который принимает два параметра: «*Timeout*», который указывает максимальное время определения геопозиции, и «*DesiredAccuracy*», задающий точность вычисления геопозиции. Точность определяется одним значением из списка возможных вариантов:

- *Lowest* – наименьшая точность сигнала. Погрешность определения от 1000 до 5000 метров;
- *Low* – низкая точность с погрешностью 300-3000 метров.
- *Medium* – среднее значение точности по умолчанию. Его диапазон составляет примерно 30-500 метров.
- *High* – высокая точность. Диапазон: 10-100 метров.
- *Best* – наивысшая точность сигнала. Определение геопозиции с погрешностью менее 10 метров.

В качестве результата метод «*GetLocationAsync*» возвращает объект класса «*Location*», имеющий следующие основные свойства:

- *Latitude* – широта текущего местоположения;
- *Longitude* – долгота;
- *Attitude* – высота над уровнем моря, измеряется в метрах. В предлагаемом решении применение высоты не может быть задействовано, так как объекты, находящиеся на разной высоте, располагаются внутри зданий, где точность местоположения значительно теряется;
- *Speed* – скорость движения пользователя (м/с). В случае высокой скорости движения свойство может быть использовано для увеличения радиуса запроса геолокационных меток с целью сократить количество запросов к серверу в единицу времени;
- *Course* – направление движения пользователя. Представляет собой величину угла поворота относительно севера. Измеряется в градусах, доступно только при наивысшей точности сигнала. Возможное применение: определение геолокационных меток, на которые смотрит пользователь, для их селективного отображения.

Для описания пользовательского интерфейса был использован декларативный язык разметки *XAML*. Наиболее важной по значимости является страница со списком всех ближайших к пользователю точек. Основной целью данной страницы является удобное отображение окружающих объектов, упорядоченных по степени удаленности. Содержание экрана представляет собой вертикальный список элементов (см. Рис. 2). Также к ознакомлению на данном рисунке представлены экраны детализации и ближайших объектов на карте.

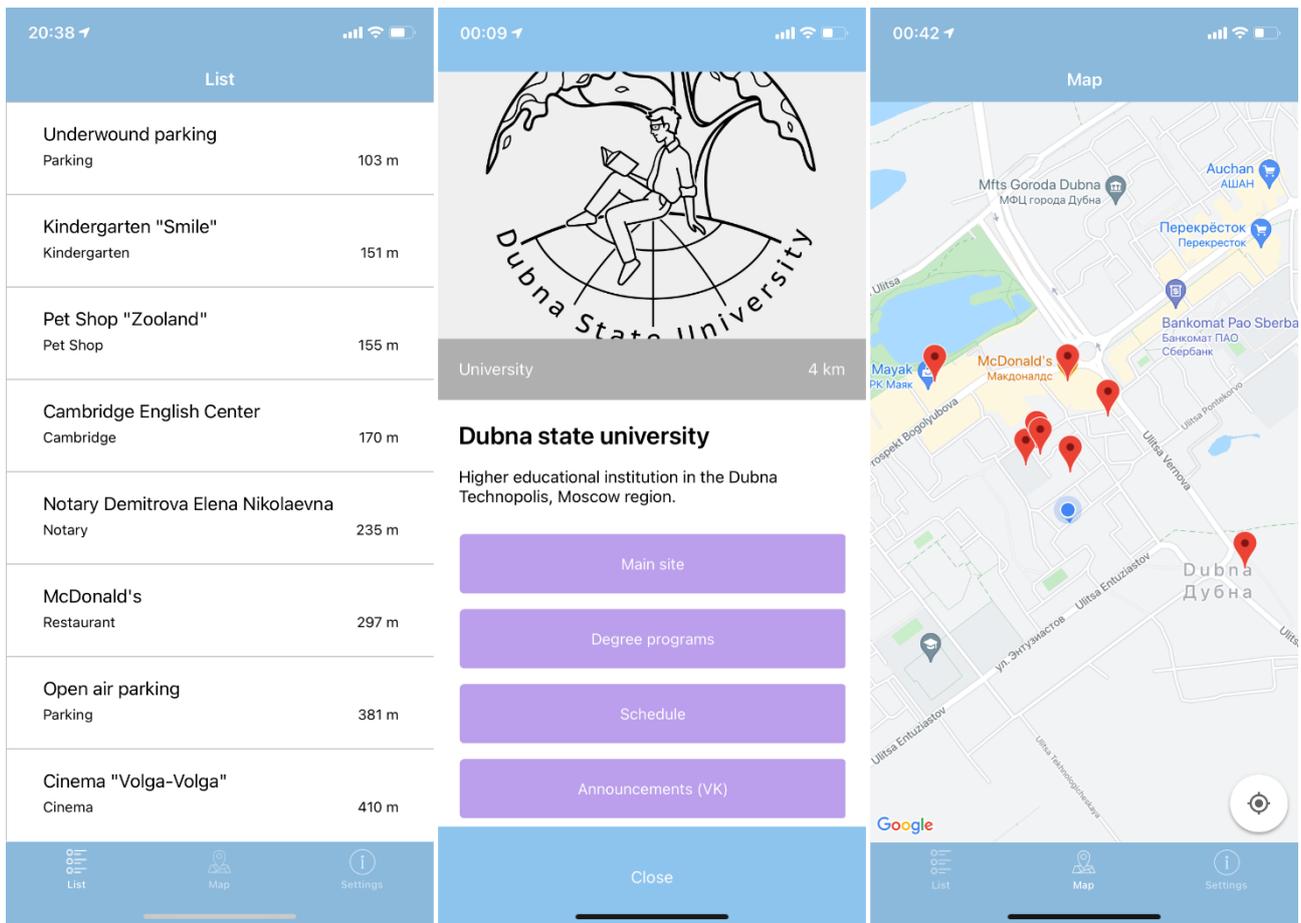


Рис. 2. Список ближайших объектов (слева), детализация объекта, объекты на карте (справа)

## 8. Управление геоданными с помощью веб-приложения

Немаловажную часть решения составляет инструмент по управлению геоданными. Решение предполагает ограниченный доступ к данному инструменту. Его функционал отвечает за добавление, удаление и редактирование географических точек на карте. В качестве средства реализации был выбран фреймворк *Angular* за ряд преимуществ [7] перед использованием нативного *JavaScript*.

На рисунке 3 представлен пример реализации диалогового окна для редактирования геолокационной метки.

Рис. 3. Модальное окно обновления маркера

## Заключение

Основной целью работы являлось исследование и оценка возможностей геолокационного позиционирования для идентификации объектов. В качестве инструмента оценки рассматривалось создание мобильного приложения, способного в реальном времени определить местоположение пользователя и предложить ему перечень объектов (и, в последствии, услуг) в заранее заданном диапазоне их удаленности от данной точки.

В итоге была создана MVP-версия продукта, реализующая базовый функционал и состоящая из мобильного приложения и системы администрирования, размещенной в *web*. Тестовая эксплуатация подтверждает жизнеспособность исходной идеи, а полученный продукт имеет потенциал для дальнейшего развития.

## Список литературы

1. ЯндексЗаправки. URL: <https://zpravki.yandex.ru>.
2. GPS.gov : GPS Overview / National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing. URL: <https://www.gps.gov/systems/gps>.
3. Геофенсинг (Geofencing) // Энциклопедия Касперского. АО «Лаборатория Касперского», 2021. URL: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/glossary/geofencing>.
4. National Aeronautics and Space Administration . Earth Fact Sheet. URL: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html>.
5. Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru>.
6. docs.microsoft.com : Домашняя страница документации и учебных ресурсов Майкрософт для разработчиков и технических специалистов. URL: <https://docs.microsoft.com>.
7. Справочник Angular. URL: <https://angdev.ru>.