

## НАВИГАЦИЯ ВНУТРИ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ КАМПУСА ВГУЭС)

*Д.В. Гмарь, К.И.Кротенок*

*Кротенок Ксения Игоревна (докладчик)*

*Гмарь Дмитрий Викторович (соавтор)*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» (ВГУЭС)*

*г.Владивосток*

*тел. 8 (423) 240-40-13*

*[kseniya.krotенок@vvsu.ru](mailto:kсениya.krotенок@vvsu.ru)*

*Секция: Технологии и инфраструктура телекоммуникаций*

*Секционная форма представления*

Сегодня навигационные сервисы используются в различных отраслях науки, экономики, образования. Навигация на дорогах, в открытом пространстве с помощью мобильных сервисов стала нормой жизни. Для университета большой интерес представляет навигация внутри здания. Это связано с тем, что университеты обычно размещаются в нескольких зданиях, часто соединенных между собой, и для впервые попавших в университет людей сложно ориентироваться в университете. В настоящее время, когда у многих людей есть мобильные устройства, а университет имеет все необходимое для организации внутренней навигации, разработка сервиса для мобильных устройств представляется актуальной задачей.

Механизм навигации, предлагаемый в работе, разработан для «indoor navigation», т.е. навигации внутри помещений, и основывается на коммуникационной технологии Wi-Fi. Для работы сервиса требуется развернутая сеть беспроводного доступа и поддерживающее ее клиентское мобильное устройство на платформе Android. Сервис разработан во в рамках проекта «Электронный кампус».

### Описание работы навигационного сервиса

Принцип работы сервиса заключается в следующем. Когда клиентское устройство находится между несколькими Wi-Fi-источниками, по относительному уровню получаемого от них сигнала можно с приемлемой точностью определить его местоположение. Причем сами Wi-Fi-точки могут быть закрыты: требуется только знать относительный уровень сигнала, полученного пользователем, и сравнивать его с радиобстановкой в контрольных точках здания. Чем больше плотность покрытия области точками, тем выше точность навигации. В кампусе университета ВГУЭС, где внедрена эта система, работает около 370 Wi-Fi-точек.

Находясь внутри здания, пользователь включает Wi-Fi и запускает навигационную систему. Проводится позиционирование, приложение отображает поэтажные планы здания с указанием местоположения мобильного устройства. Координаты мобильного устройства отслеживаются непрерывно. Пользователь может воспользоваться функцией прокладывания оптимального маршрута до места интереса (аудитории, спортзала, офисного помещения и т.п.), ведением по маршруту. Выбор интересующего объекта осуществляется либо непосредственно на плане, либо через встроенную поисковую систему.

Представленный сервис навигации использует самый простой и доступный тип карт - растровые карты. Фактически это изображение местности, к которому привязываются географические координаты.

Пример реализации сервиса на базе ВГУЭС представлен на рис.1

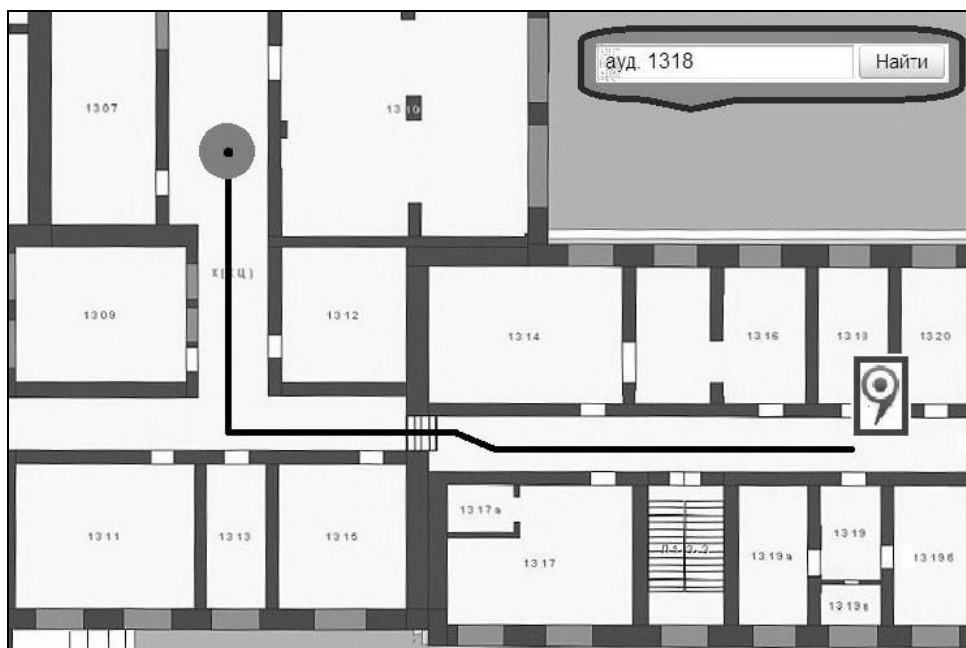


Рис.1. Пример работы навигационного приложения: прокладка маршрута до выбранного объекта. Круг с точкой посередине обозначает текущее местоположение пользователя

### Этапы реализации проекта

Проект навигации по кампусу включает в себя три основных направления:

- 1) Разработка программного обеспечения (ПО) для проведения радиообследования эфира помещений:
  - a. клиентское android-приложение, которое отображает этажные планы корпусов, сканирует радиоэфир в заданной точке и отправляет данные серверу;
  - b. серверное приложение, которое предоставляет клиенту карты помещения, проводит интерполяцию данных радиообстановки на всю сетку покрытия.
- 2) Разработка ПО, реализующего сервис геопозиционирования и навигации:
  - a. Клиентское android-приложение, которое отображает этажные планы корпусов, сканирует радиоэфир в заданной точке и отправляет данные серверу, отображает положение пользователя на карте, позволяет осуществлять поиск объектов на карте, прокладывать маршрут между заданными точками, предоставлять информацию по местам интереса;
  - b. Серверное приложение, которое предоставляет клиенту карты помещения, определяет текущие координаты клиентского устройства, сравнивая полученные от него данные с данными интерполяционной сетки, реализует функцию поиска мест интереса и информации них, рассчитывает оптимальный маршрут между точками.
- 3) Внедрение системы во ВГУЭС, анализ возможности распространения системы в других организациях.

### Механизмы, используемые для реализации проекта

*Механизм интерполяции.* После сбора данных от оператора о параметрах радиоэфира (BSID видимых Wi-Fi-источников, уровень сигнала) и привязки этих данных к географическим координатам, серверная часть системы производит интерполяцию данных на метровую сетку карты.

Оценка производится на основе построения треугольника вокруг каждой из интерполируемых точек, вершинами треугольника являются точки замера радиозфира. Треугольник выбирается таким образом, чтобы сумма квадратов расстояний от интерполируемой точки до его вершин была минимальной.

Сигнал в интерполируемой точке рассчитывается по следующей формуле:

$$level_i = \frac{\left( \frac{level_1}{\rho_{1,i}^2} + \frac{level_2}{\rho_{2,i}^2} + \frac{level_3}{\rho_{3,i}^2} \right)}{\left( \frac{1}{\rho_{1,i}^2} + \frac{1}{\rho_{2,i}^2} + \frac{1}{\rho_{3,i}^2} \right)}$$

где  $level_k$  – уровень сигнала в точке  $k$ ,  
 $\rho_{k,i}$  – расстояние между вершиной  $k$  и оцениваемой точкой  $i$

Так как сигнал затухает обратно пропорционально квадрату расстояния между точками, используемый в формуле уровень сигнала  $level_k$  делится на квадрат расстояния  $\rho_{k,i}^2$  от точки интерполяции до рассматриваемой вершины. Тем самым влияние удаленных вершин учитывается намного слабее, чем влияние ближайших.

По каждому этажу, для каждой точки доступа строится отдельная карта покрытия с рассчитанным уровнем сигнала.

*Механизм геопозиционирования.* Ввиду того что, во-первых, чувствительность приемников для разных абонентских устройств отличается, а во-вторых, состояние радиозфира нестабильно и затухание Wi-Fi-сигнала внутри здания неравномерно, определение координат устройства происходит с некоторой погрешностью. Поэтому алгоритм геопозиционирования основывается не на абсолютных, а на относительных значениях уровня сигнала.

Алгоритм определения координат устройства:

1) В запросе от клиентского устройства, содержащем массив точек доступа (ТД) и обозреваемый уровень сигнала, находится ТД с максимальным уровнем сигнала.

2) В интерполяционной сетке находятся координаты, для которых данная точка доступа также излучает максимальный уровень сигнала, либо разница уровня сигнала с максимальной ТД в этой координате составляет не более 6db. Назовем это точку ТД<sub>МАКС</sub>.

3) На основе полученной связки «географические координаты» – «абсолютный уровень сигнала» для ТД<sub>МАКС</sub> сопоставляются остальные точки доступа, пришедшие в запросе, с точкой доступа в таблице интерполяции. Уровень сигнала рассматривается относительно уровня сигнала ТД<sub>МАКС</sub>.

4) Из полученного множества координат выбираются те, для которых удалость сопоставить максимальное количество ТД, после чего они сортируются по сумме ошибок сигнала (по степени расхождения данных запроса с таблицей интерполяции).

5) Географическая точка с минимальной суммой ошибок является искомой.

*Механизм навигации.* На этапе подготовки системы на картах отрисовываются маршруты с привязкой к географическим координатам, отмечаются маркерами объекты карт, в базу данных заносится описание по всем объектам. Затем по полному набору маршрутов и объектов карты строится граф, в котором висячие вершины - это места интереса, остальные вершины – точки пересечения маршрутов, ребра – сами маршруты, а в качестве длины ребра используется длина соответствующего маршрута.

Так как вес каждого из ребер неотрицателен, а пропускная способность ребра не важна - для прокладки маршрута, то есть поиска кратчайшего пути в графе, используется алгоритм Дейкстры.