**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра MO ЭВМ**

индиВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

**по дисциплине «Разработка программного обеспечения информационных систем»**

Тема: Построение маршрутов – Neo4j

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 5303 |  | Бычков А.Г. |
| Преподаватель |  | Заславский М.М. |

Санкт-Петербург

2018

**ЗАДАНИЕ**

**на индивидуальное домашнее задание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студенты Бычков А.Г. | | |
| Группа 5303 | | |
| Тема проекта: Построение маршрутов – Neo4j | | |
| Исходные данные:  Проект должен быть разработан с использованием базы данных Neo4j | | |
| Содержание пояснительной записки:  Содержание, Введение, Качественные требования к решению, Сценарии использования, Модель данных, Разработанное приложение, Заключение, Список использованных источников. | | |
| Предполагаемый объем пояснительной записки:  Не менее 15 страниц. | | |
| Дата выдачи индивидуального домашнего задания: 13.09.2018 | | |
| Дата сдачи индивидуального домашнего задания: 17.01.2019 | | |
| Дата защиты индивидуального домашнего задания: 17.01.2019 | | |
| Студент гр.5303 |  | Бычков А.Г. |
| Преподаватель |  | Заславский М.М. |

**Аннотация**

В ходе выполнения данного индивидуального домашнего задания был реализован веб-сервис на основе СУБД Neo4j, с помощью которого выполняются следующие функции:

* построение маршрута из одной точки на карте в другую;
* просмотр координат выбранной точки на карте.

**Summary**

In the course of this individual homework, a Neo4j-based web service was implemented, with the help of which the following functions are performed:

* building a route from one point on the map to another;
* view the coordinates of the selected point on the map.**содержание**

[Введение 5](#_Toc535477671)

[1. Качественные требования к решению 6](#_Toc535477672)

[2. Сценарии использования 7](#_Toc535477673)

[2.1. Сценарии использования для задачи импорта, представления, анализа и экспорта данных 7](#_Toc535477674)

[2.2. Вывод 7](#_Toc535477675)

[3. Модель данных 8](#_Toc535477676)

[3.1. Описание структуры 8](#_Toc535477677)

[3.2. Нереляционная модель данных 9](#_Toc535477678)

[3.3. Аналог модели данных для SQL СУБД 10](#_Toc535477679)

[3.4. Запросы 12](#_Toc535477680)

[3.5. Выводы 12](#_Toc535477681)

[4. Разработанное приложение 14](#_Toc535477682)

[4.1. Краткое описание 14](#_Toc535477683)

[4.2. Использованные технологии 14](#_Toc535477684)

[4.3. Ссылки на Приложение 14](#_Toc535477685)

[Список использованных источников 16](#_Toc535477686)

[Приложение А. Документация по сборке и развертыванию приложения 17](#_Toc535477687)

[Приложение B. Инструкция для пользователя 18](#_Toc535477688)

[Приложение С. Снимки экрана приложения 19](#_Toc535477689)

# Введение

Начало теории графов как математической дисциплины было положено Эйлером в его знаменитом рассуждение о Кенигсбергских мостах. Однако эта статья Эйлера 1736 года была единственной в течение почти ста лет. Интерес к проблемам теории графов возродился около середины прошлого столетия и был сосредоточен главным образом в Англии. Имелось много причин для такого оживления изучения графов. Естественные науки оказали свое влияние на это благодаря исследованиям электрических цепей, моделей кристаллов и структур молекул. Развитие формальной логики привело к изучению бинарных отношений в форме графов.

Целью проекта является разработка приложения, с помощью которого можно построить маршрут из одной точки на карте в другую.

В проекте разработано веб-приложение на основе СУБД Neo4j.

# 1. Качественные требования к решению

Необходимо разработать веб-приложение, позволяющее построить маршрут из одной точки на карте в другую.

Основные функции:

* Координаты выбранной точки;
* Построение маршрутов.

# 2. Сценарии использования

## 2.1. Сценарии использования для задачи импорта, представления, анализа и экспорта данных

1. «Построение маршрутов»
   1. Пользователь располагает маркер на карте и вводит радиус поиска точек дорог;
   2. Система отмечает на карте найденные точки дорог (автомобильные, пешие, водные) место, а также показывает координаты маркера.
   3. Пользователь кликом мыши выбирает стартовую точку и в поле над картой системой заполняется id начальной точки;
   4. Пользователь перемещает маркер в зону назначения на карте и вводит радиус поиска точек дорог;
   5. Система отмечает на карте найденные точки дорог (автомобильные, пешие, водные) место, а также показывает координаты маркера.
   6. Пользователь кликом мыши выбирает конечную точку и в поле над картой системой заполняется id конечной точки;
   7. Система автоматически вычисляет маршрут, в зависимости от выбранного типа маршрута (простейший/кратчайший по алгоритму Дейкстры), строит маршрут и выводит его на карту, отображая информацию о длине пути.
2. «Информация по координате»
   1. Пользователь располагает маркер на карте;
   2. Система отмечает на карте найденные точки дорог (автомобильные, пешие, водные) место, а также показывает координаты маркера.

## 2.2. Вывод

При использовании конечным пользователем преобладают операции чтения, так как основной функцией является поиск точек на карте и отображение маршрутов.

# 3. Модель данных

Модель данных для нереляционной базы данных.

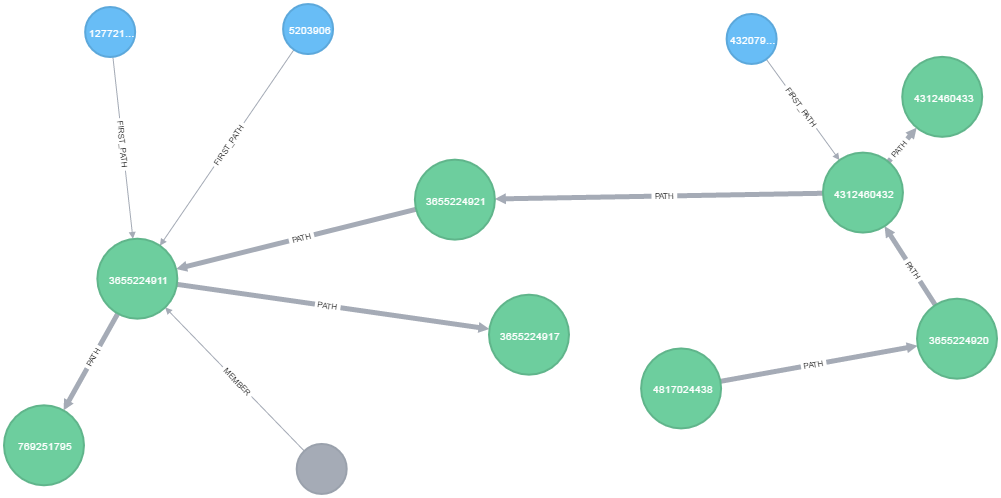


Рисунок 1 – Модель данных нереляционной БД

## 3.1. Описание структуры

**Узел Node (зелёный цвет)**

Описывает точку дороги. Содержит поля:

* id – встроенный идентификатор узла (int64);
* node\_osm\_id – идентификатор точки OpenStreetMap (int64);
* lon – координата (долгота) точки (float);
* lat – координата (широта) точки (float).

Узел Way (синий цвет)

Описывает дорогу(транспортную/пешую/водную). Содержит поля:

* id – идентификатор маршрута (int64);
* way\_osm\_id – идентификатор дороги OpenStreetMap (int64);
* oneway – описание направления дороги (string);
* highway/waterway – описание типа дороги (string).

Связь FIRST\_PATH

Связывает узел Way с первой точкой Node в неё. Содержит поля:

* id – идентификатор (int64);
* from\_id – идентификатор точки источника (int64);
* to\_id – идентификатор точки стока (int64).

Связь PATH

Связывает узлы Node между собой. Содержит поля:

* id – идентификатор (int64);
* from\_id – идентификатор точки источника (int64);
* to\_id – идентификатор точки стока (int64);
* length – расстояние между точками в метрах (float).

## 3.2. Нереляционная модель данных

Расчет памяти для Neo4j:

Средний размер Node: 24 байта;

Средний размер Way: 40 байт;

Средний размер First\_Path: 24 байт;

Средний размер Path: 28 байт.

Размер данных:

узлы: 0.98 \* |V| \* size(NODE) + 0.02 \* |V| \* size(WAY)

связи между узлами: 1.07 \* 0.98 \* |V| \* size(PATH) + 0.02 \* |V| \* size(FIRST\_PATH)  
Коэффициенты 0.98 и 0.02 выбраны из расчёта, что в среднем 1 дорога содержит 49 узлов, а 1.07 из расчёта что из 1 из 20 узлов соединён более чем с двумя другими узлами.

Итоговый размер данных: 0,98 \* |V| \* (size(NODE) + 1.07 \* size(PATH)) + 0,02 \* |V| \* (size(FIRST\_PATH) + size(WAY)) = 54,16 \* |V|

где |V| - количество узлов в графе.

## 3.3. Аналог модели данных для SQL СУБД

На рисунке 1 представлена модель данных для реляционной базы данных.

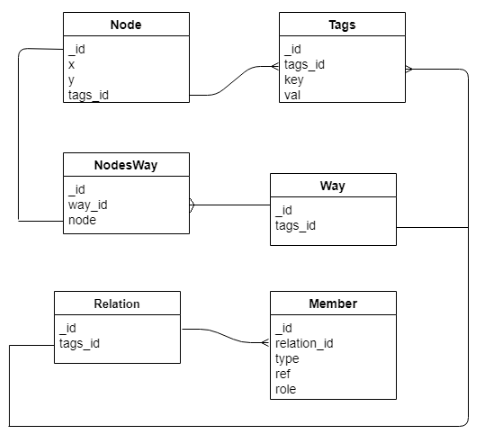


Рисунок 2 – Модель данных реляционной БД

**Описание назначений коллекций, типов данных и сущностей**

6 коллекций:

1-ая Way - хранит данные о путях.

* id () - идентификатор пути;
* tags id - id тегa пути

2-ая Node - хранит точки

* id - идентификатор точки;
* x - координата х
* y - координата у
* tags id - id тегa пути

3-я Relation - хранит отношения

* id - идентификатор точки;
* tags id - id тегa пути

4-ая Member - хранит данные об участниках

* id - идентификатор участника;
* relation id - идентификатор отношения
* type - хранит тип
* ref - хранит ссылку на id участника отношения
* role - роль участника отношения

5-ая NodesWay

* id - идентификатор
* way id - идентификатор пути;
* node - точки;

6-ая Tags

* id - идентификатор
* tags id - идентификатор тега
* key - ключ тега
* val - значение тега

**Оценка удельного объема информации, хранимой в модели**

Среднее количество тегов = 100;

Среднее количество nodes = 100

Среднее количество relation = 1000000

Среднее количество member = 10000000

Size (nodes) = 152

Size (way) = 88

Size (NodesWay) = 36

Size (Way) = 24

Size (Relarion) = 24

Size (Member) = 100

Size = (10088 + 12 + 100(88 + 88100) + 100100) \* n

## 3.4. Запросы

Примеры запросов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры запросов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Формулировка запроса | Neo4j | SQL |
| Поиск дорог | MATCH (a:WAY {osm\_way\_id: $id})  RETURN a | SELECT \* FROM Way w WHERE w.type == "restriction"; |
| Информация по координатам | MATCH (a:NODE {osm\_node\_id: $id})  RETURN a.lat as latitude, a.lon as longitude | SELECT \* FROM tip t WHERE t.wayId == $id; |
| Ближайшую к координате | MATCH ()-[:PATH]->(a)  WHERE distance(point({latitude: a.lat, longitude: a.lon}), point({latitude: $lat, longitude: $lon})) < ($radius \* 1000)  RETURN a as node, distance(point({latitude: a.lat, longitude: a.lon}), point({latitude: $lat, longitude: $lon})) AS dist  ORDER BY dist LIMIT 1 | SELECT \* FROM Node n WHERE n.x > 55.7 AND n.x < 55.8 AND n.y > 55.7 AND n.y < 55.8; |

## 3.5. Выводы

Для рассматриваемой задачи наиболее подходящей базой данных будет нереляционная БД, т.к. сложность запросов будет меньше. Но у нереляционной базы данных тоже есть свои недостатки – объем затрачиваемой памяти больше.

# 4. Разработанное приложение

## 4.1. Краткое описание

Разработанное приложение осуществляет построение маршрутов. Приложение состоит из главной станицы, на которой отображаются следующие формы:

1. Форма с координатами маркера, id стартовой и конечной точек, длины маршрута;
2. Карта, на которой отображаются маршруты и найденные точки.

## 4.2. Использованные технологии

При написании приложения использовались следующие технологии:

* JavaScript – основной язык программирования, использованный для вывода маршрутов и обращения к СУБД;
* Neo4j – графовая база данных, взятая за основу и для изучения в данной работе;
* npm – менеджер пакетов, входящий в состав Node.js;
* MapBox GL JS – библиотека с открытым исходным кодом, написанная на JavaScript, предназначенная для отображения карт на веб-сайтах;
* HTML – стандартизированный язык разметки документов;
* CSS – формальный язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки.

## 4.3. Ссылки на Приложение

Исходный код приложения и инструкция по установке находятся по ссылке:

https://github.com/moevm/nosql2018-neo4j\_routingЗаключение

В ходе выполнения данного индивидуального домашнего задания было разработано приложение с использованием графовой базы данных Neo4j, с помощью которого выполняются следующие функции:

* построение маршрута из одной точки на карте в другую;
* просмотр координат выбранной точки.

Приложение работает корректно. При создании приложения были изучены особенности работы нереляционных баз данных.

# Список использованных источников

1. Dyl T., Przeorski K. Mastering Full Stack React Web Development. – 2017.
2. Gackenheimer C. Introduction to React. – Apress, 2015.
3. Добро пожаловать на OpenStreetMap! URL: https://www.openstreetmap.org/#map=16/54.3561/18.6303 (дата обращения: 19.12.2018).

# Приложение А. Документация по сборке и развертыванию приложения

Инструкция по сборке и запуску:

1. Скачать проект из репозитория.
2. Запустить сервер Neo4j.
3. Импортировать данные OSM.
4. В папке с проектом в консоли выполнить команду “npm install”.
5. В папке с проектом в консоли выполнить команду “npm start”.
6. Перейти в браузере по адресу: http://localhost:3000.

# Приложение B. Инструкция для пользователя

При входе на сайт отображается географическая карта.

В левом верхнем углу располагается поиск по карте. Пользователь может выбрать тип построения маршрута: простой/кратчайший по алгоритму Дейкстры.

Просмотреть координаты места можно расположив маркер на нём. В строке над картой будут показаны координаты данного места.

Построить маршрут пользователь может, выбрав пункт отправления и пункт назначения.

# Приложение С. Снимки экрана приложения

На рисунках 3-4 изображены снимки экрана приложения.

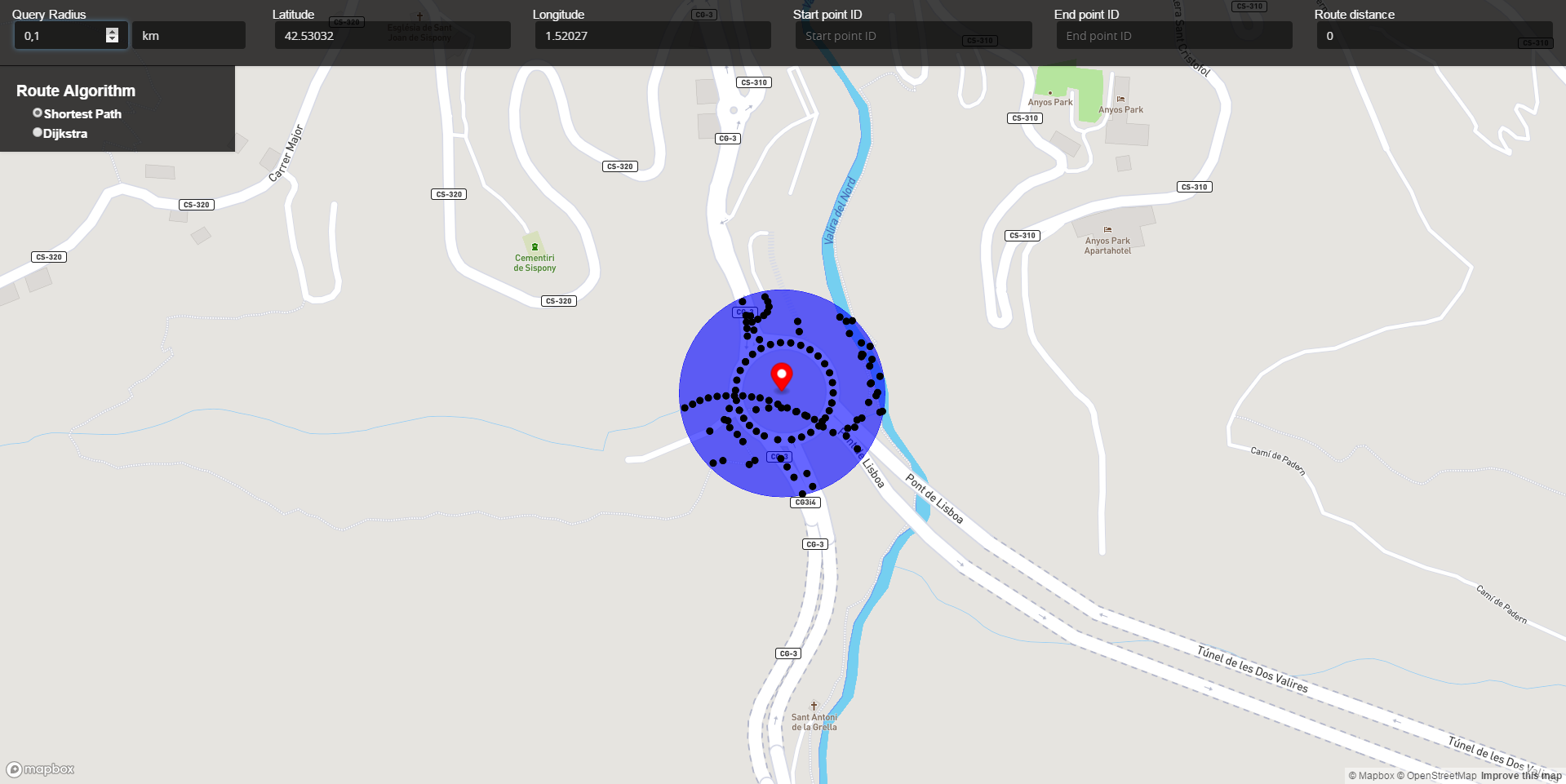


Рисунок 3 – Вид главной страница при запуске

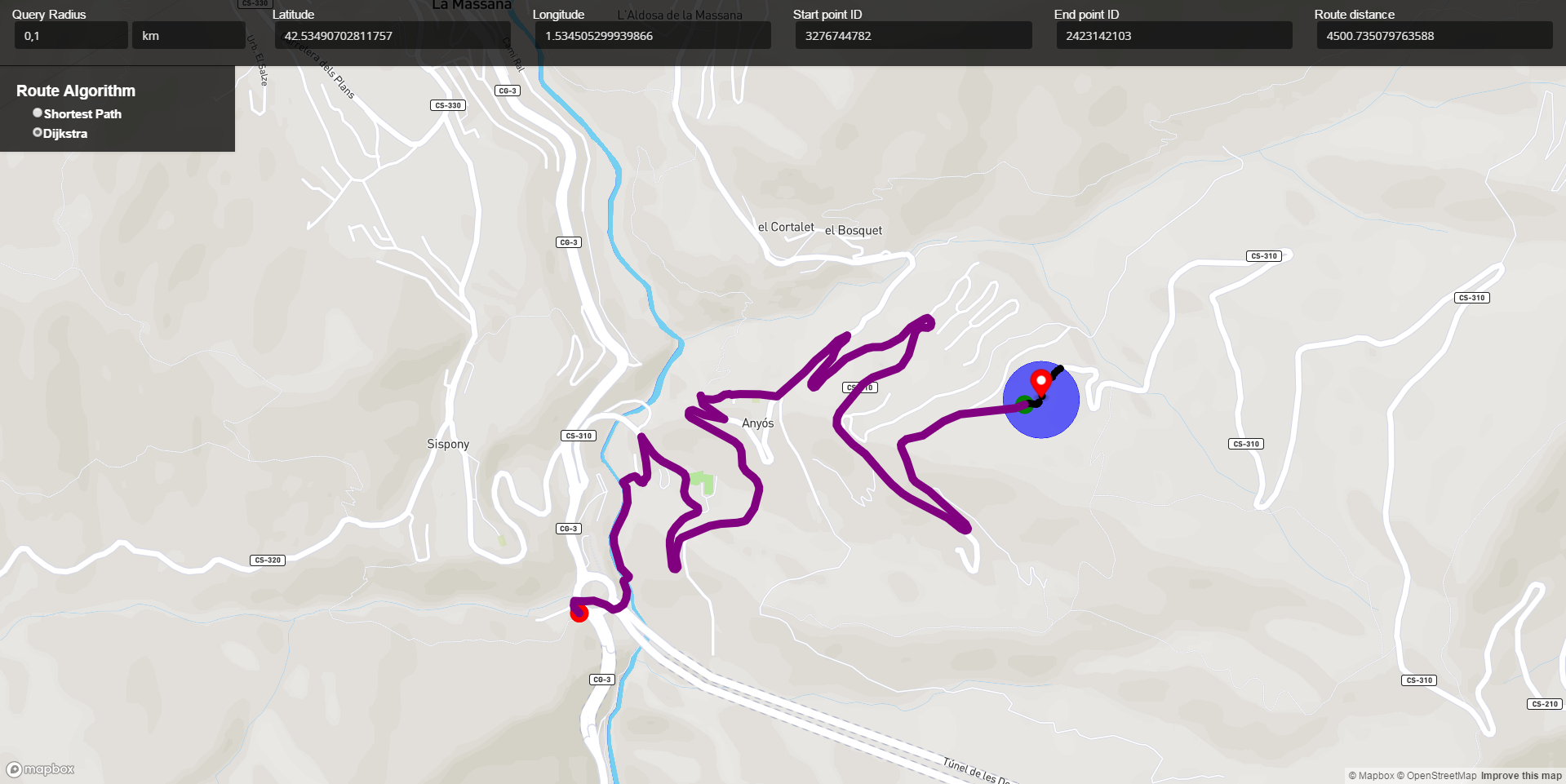


Рисунок 4 – Построение маршрута