

# МЕТОДИКА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ ОТ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕРВИСОВ

Соловцов В.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Одинец Д.Н. – к.т.н., доцент

В настоящее время программные средства для навигации имеют большую популярность. Существующие навигационные решения предлагают следующие оптимизации поиска маршрута: быстрый маршрут и кратчайший маршрут [1,2]. В данной работе будет предложен алгоритм оптимизации маршрутов по ресурсам, которые должны быть затрачены для преодоления маршрута.

Постановка задачи: требуется найти маршрут между двумя точками (маршрут также может включать некоторое количество промежуточных точек), на прохождение которого должно быть затрачено наименьшее количество ресурсов.

Будем исходить из того, что на подъем расходуется больше ресурсов, чем на спуск, тогда наименее затратный маршрут — маршрут с наименьшим количеством подъемов. Идея состоит в том, чтобы каждому маршруту между каждыми соседними двумя точками, присвоить вес. Для этого маршрут разбивается на множество участков, для каждого участка известна длина  $L$ , высота начальной точки  $H_{start}$  и высота конечной точки участка  $H_{end}$ .

Введем понятие *функционала энергии*:

$$E = f(\alpha) \quad (1)$$

где  $\alpha$  — это угол наклона участка маршрута. Угол может быть посчитан по формуле (2):

$$\alpha = \sin \frac{H_{end} - H_{start}}{L} \quad (2)$$

Введем понятие *функционала затрат*:

$$b = f(E, L) \quad (3)$$

где  $E$  — введенный ранее функционал затрат,  $L$  — длина участка.

Значение веса для всего маршрута будет высчитываться как сумма значений функционала затрат для каждого участка:

$$B = \sum_{i=1}^n b_i \quad (4)$$

Веса рассчитываются для каждого маршрута. Таким образом, каждому маршруту будет соответствовать свой суммарный вес, пропорциональный затратам на его прохождение. Искомый маршрут — маршрут, состоящий из соответствующих частей с наименьшими значениями рассчитанных весов.

В работе в качестве картографических сервисов использован сервис Google Maps, а именно Google Maps Direction API [3] для получения маршрутов и Google Maps Elevation API [4] для получения высот точек маршрута.

Работа алгоритма была проверена как для гористой и холмистой местности, так и для равнинной местности. По анализу проведенных испытаний можно сделать вывод, что результат работы алгоритма лучше, чем аналогичное решение от Google Maps для холмистой и гористой местности. Для равнинной местности итог работы алгоритма совпадает с результатами, которые получены от Google Maps.

Для холмистой и гористой местности описанный алгоритм выбирает маршруты, отличающиеся от Google Maps меньшим содержанием количества подъемов, что соответственно делает маршруты менее энергозатратными.

## Список использованных источников:

1. Тарасян В.С., Полушкин А.Я. ОПТИМИЗАЦИЯ ПУТИ В НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ // Фундаментальные исследования. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41828> – Дата доступа: 27.02.2019.
2. Improving Operations with Route Optimization – Towards Data Science [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/improving-operations-with-route-optimization-4b8a3701ca39> – Дата доступа: 27.02.2019.
3. Developer Guide | Directions API | Google Developers [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions/intro> – Дата доступа: 27.02.2019.
4. Developer Guide | Elevation API | Google Developers [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/intro> – Дата доступа: 27.02.2019.