

道幅における個人の嗜好を考慮した道案内システムの開発

岩城 翔也 安藤 崇央

従来の経路案内サービスは最短時間で目的地に到達する経路を案内するため、初心者にとって通行が困難な細い道路を案内することがある。本研究では、ユーザの好みの道幅に合わせた経路案内システムの構築を目指しており、そのために道幅を重み付けして経路を順位付けし、最適な経路を算出する方法を提案している。本システムでは、Open Route Service (ORS) を使用して経路情報を取得し、道路の種類 of データを用いて道幅を推定する。本システムが提案する経路を、ORS の道路の使用性指標を利用し評価した。その結果、道幅と使用性を考慮した経路案内の有用性が確認された。

1 はじめに

1.1 背景

一般に多く使用されている車移動での経路案内サービスは、目的地までの最短時間を目指した道案内をし、経路の候補として表示されるものは最短時間となりうる経路となっている。しかし、これらは大多数のニーズを満たすものではあるが、誰もに当てはまるわけではない。仮に、初心者のユーザで最短時間を優先するよりも大通りなど走りやすい道を通して目的地まで行きたいという人がいたとして、経由地などを設定しない限り、道の候補として表示されるものは最短時間となりうる経路のみであろう。また、その結果として初心者では走りづらい細い道に案内されてしまうことも往々にして起こり得る。

そこで、最短時間の経路以外にも、ユーザの嗜好に合わせた経路が表示されるような案内サービスがあれば良いと考え、そのシステムを構築するべく研究を始めた。

1.2 目的

本研究では、ユーザの嗜好に合わせた経路案内実装への第一歩として、好みの道幅に合った経路を提案するシステムの構築をする。

また、そのシステムを実現させるための手順として、まずは経路検索で最短時間経路と最短距離経路とその候補経路を検索する。次にその経路が通っている道路の道幅の広さを重み付けし、重み付けをされた道路から各経路の重みの合計を算出する。最後に、それぞれの経路で重みの順位付けをし、個人の嗜好に合わせて道を提案する、といった方法をとる。

2 関連技術

2.1 OSM (Open Street Map)

OSM はオープンソースの地図プロジェクト [1] である。ボランティアによって作成されており、地図は誰でも自由に編集、使用、再配布することができる。また、Google Maps などの有料地図サービスと異なり、誰でも無料でアクセスすることができる。

OSM の代表的な機能として、道路や街路、建物などの地理的な情報を含むデータを取得する機能がある。このデータは、ウェブマップ、GPS デバイス、携帯電話アプリケーションなどの様々なアプリケーションで利用されている。また、地理情報システム

(GIS) 業界において非常に重要な役割を果たしている。地図データを自分で作成し、自分でコントロールすることで、より正確な地図を作成することができる。さらに、OSM は政府、市町村、民間企業などによる独占的な地図利用を防ぎ、オープンな地図データを普及させることにも貢献している。

2.2 ORS (Open Route Service)

ORS は、オープンソースのルーティング・ジオコーディングサービスである。また、OSM などのオープンソース地図プロジェクトから取得した地図データを使用する。ORS の代表的な機能の 1 つに、最短経路、最高のパフォーマンス、回避する路線などの条件に基づいて、最適な経路を求める機能 [2] がある。本研究では、複数の経路を求めるために使用する。なお、道路の種類や使用性、経路におけるそれらの割合などのデータも ORS には含まれている。

2.3 GeoJSON

GeoJSON は、様々な地理データ構造を符号化するためのフォーマット [3] であり、JSON (JavaScript Object Notation) を使用して地理的な情報を表現するものである。

GeoJSON では、地理的な情報を表現するための要素として、ポイント、ライン、ポリゴンなどがある。また、これらの要素には位置情報や属性情報などが含まれる。これらの情報は JSON 形式で記述され、ウェブマップや GIS アプリケーションなどで使用することができる。

3 システム概要

本研究では、ORS を用いて、最短時間経路、最短距離経路、それらの候補経路を検索し、その経路が通っている道路の種類、使用性とその割合を用いて各経路を重み付けする。その後、それぞれの経路を重みによって順位付けし、ユーザの嗜好に合わせて経路を提案するというシステムを実装した。図 1 にシステムの設計を示す。

また、道幅は道の種類のパラメータ [4] にて代用する。道の種類が主要な道路であるほど道幅が広いと

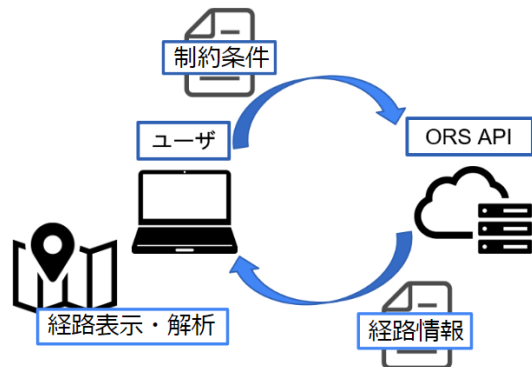


図 1 本システムの構成

みなす。OSM の道路データに付与される道幅を表す width パラメータが一部の道路にしか設定されておらず、width パラメータを用いた道幅の比較が不可能であった。そこで、すべての道に必ず設定されている道の種類を表すパラメータを利用することにした。

4 システム詳細

4.1 経路の検索

経路の検索は ORS を用いて行う。求める経路は、最短距離と最短時間の経路、それらの候補経路を各 2 本ずつ、合計 6 本の経路を検索する。

4.1.1 経路情報

出発地と目的地の経度・緯度を送ると、経路の情報が GeoJSON 形式で返される。返される情報のうち主に使用するものは以下の通りである。

- 経路の所要時間と総距離
- 経路上の各交差点ごとの経度と緯度
- 経路が通る各道路の種類・使用性
- 経路上の各道路の種類・使用性の割合

また、経路を検索する際、最短距離の経路を取得するか、最短時間の経路を取得するかを選ぶことができる。なお、ORS のお勧めの経路を取得することもできるが、本システムでは様々な経路の中から道幅を考慮してお勧めの経路を提案するので、ORS のお勧めの経路は取得しないこととする。

4.1.2 代替経路

代替経路は以下の 3 つを入力することにより、そ



図 2 代替経路が最適経路と共有する箇所

のパラメータの値に合った経路を出力する。

- (1) 代替経路が最適経路と共有する経路長の最大割合
- (2) 計算する代替経路の目標数
- (3) 最適な経路の重み（総距離・総時間）に対して許容できる経路の最大倍率

(1) は 0% から 100% で定める。図 2 の赤い経路が最適経路で、青い経路が代替経路である。丸で囲んだ箇所のように代替経路が最適経路と共有する経路の割合の最大値を定める。本システムではより多様な経路が提案されるようにするため、この値を 50% に設定して行く。(2) は (1) と (3) の制約を満たす経路を 1 本から 3 本で選ぶ。今回は最大値の 3 本とした。(3) の数値を本システムでは 2 とした。これは最短距離を求める経路検索では、代替案が最適経路より最大 2 倍長い（コストがかかる）ことを意味する。同様に、最短時間を求める経路検索では、時間が最大 2 倍かかることを意味する。

なおそれぞれの数値は群馬大学桐生キャンパスから桐生駅までの経路を検索した中で、一番多様性のある経路を返した数値の組み合わせである。

4.1.3 道幅の取得

ORS から得られる道路の追加情報のうち、各道路の種類を示すパラメータ [5] が存在する。これは OSM 内の道路の種類を示すパラメータとは異なるが、対応関係があるので、それを用いて個人の嗜好に合った経路を提案する。表 1 に ORS と OSM の道路の種類に関する対応関係を示す。

表 1 道路の種類に対応関係

Value	ORS waytype Name	OSM highway Value
0	Unknown	no data
1	State Road	motorway , trunk , primary
2	Road	secondary , tertiary
3	Street	unclassified , residential
4	Path	pedestrian etc.
5	Track	track
6	Cycleway	cycleway
7	Footway	footway
8	Steps	steps
9	Ferry	ferry
10	Construction	construction

4.2 道路の使用性

道路の使用性とは、道路の種類、交通量、道路の条件などによって決まる ORS 独自の指標である。基本的には交通量に従っており、使用性の数値が低いほど交通量が少なく、数値が高いほど交通量が多くなっている。

4.3 各経路の表示

地図と経路の表示には python のライブラリである folium [6] を使用する。folium とは python で簡易的にマップを用いてデータの可視化を行えるものであり、そのマップには OSM が標準として使用されている。

経路の座標は、GeoJSON 形式で返された経路情報の中に入っており、経路上の各交差点ごとの経度と緯度の情報が列挙されている。その列挙された地点をそれぞれ線で繋ぎ、経路を表示する。

4.4 重み付け

道幅の広さで重み付けし、順位付けを行う。道幅の重みは、表 1 の Value を用いる。道の種類ごとに、道幅の重みとその道の経路全体における距離の割合でそれぞれ掛けた合計を算出する。その操作をそれぞれの経路ごとに行い、ソートする。道幅の重みは、

0を除き数値が小さいほど主要な道路である。このことから、ソートされた各経路の昇順で順位が高いものほど道幅が広い道路を多く通っていることになる。

また、道幅が広く交通量が少ない、初心者などにお勧めの経路を提案するために、道路の使用性も重み付けし用いる。道路の使用性は数値が低いものほど交通量が少ないので、道幅の重みにその道路の使用性をそれぞれ足して、同じように計算しソートをする。

4.5 提案経路の選出方法

道幅が広い道路を多く通っている経路を進みたい人には、道幅の重みでソートされた経路の順位が高いものを、道幅が狭い経路を進みたい人には、順位が低いものをそれぞれ提案する。また、道幅が広く交通量が少ない経路を進みたい人には、道幅に使用性を足してソートされた経路の順位が高いものを提案する。

5 実装・評価

5.1 設定

本システムのテストとして、出発地を群馬大学桐生キャンパス、目的地を桐生駅として経路案内を行う。なお、詳細な座標としては、出発地は桐生キャンパスで多くの学生が使用する体育館の隣にある駐車場に、目的地は桐生駅の駅前駐車場にそれぞれ設定した。この2地点を表示させた地図を図3に示す。地図内のオレンジで塗られた道路は、表1の highway タイプが primary の道路であり、OSM 内で国の道路体系で2番目に重要な道路と定められた道である。これは通常大きな街を繋ぐもので、図3の中で1番主要な道路であることから、最も道幅が広い道として計算される。

代替経路の設定は4.1.2節で記載したように図3内の経路検索で、最も多様な経路を返した数値の組み合わせになっている。また、このような設定にした影響により、最短時間経路の代替経路よりも、最短距離経路の方が所要時間が短くなることもある。

5.2 道路の道幅

図3内の道路を表1の重みで分類し、表示したものを図4、図5、図6に示す。これはpythonのライ



図3 桐生キャンパスから桐生駅までの地図

ブラリである overpy [7] を使用し、OSM 内の道路を種類ごとに検索し、それを folium を用いて表示させたものである。

本テストの中では、図4が1番道幅の広い道路、図5が2番目に道幅の広い道路、図6が道幅の狭い道路となっている。

5.3 検索により出力された経路

検索により出力された経路を図7に示す。赤の経路が最短時間経路で、その候補経路が青・黄の経路である。緑の経路が最短時間経路で、その候補経路が紫・桃の経路である。なお、紫と桃の経路はほぼ同じものしか出力されなかった。

各経路の所要時間と総距離を表2に示す。所要時間はORSによって求められたものだが、実際の時間よりも短く表示されることが多くある。

5.4 結果

それぞれの経路の距離、時間、道幅とそれに使用性を足したものを順位付けした結果は表3のようにになっている。道幅+使用性の順位は、道幅が広くかつ交通量が少なく走りやすい経路となっている。なお、経路の使用性に関しては、黄の経路だけが少し高く、他の経路はほぼ同じとなった。



図 4 道幅の分類：Value1 の道路



図 7 桐生キャンパスから桐生駅までの経路

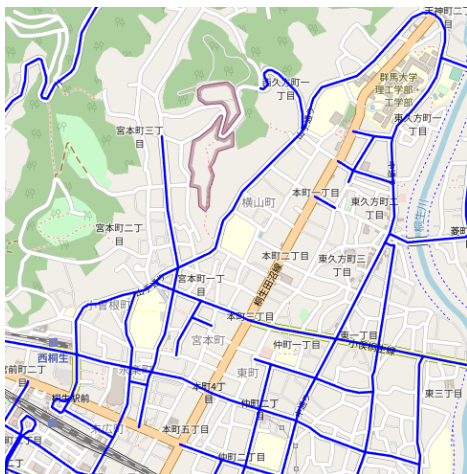


図 5 道幅の分類：Value2 の道路

表 2 各経路の所要時間と総距離

経路	時間 [s]	距離 [m]
赤	225.6	2463.2
青	245.5	2587.0
黄	253.4	2777.3
緑	229.1	2373.7
紫	278.9	2417.0
桃	286.8	2417.3

表 3 各経路の順位

道幅+使用性	道幅 (広い順)	時間	距離
紫	紫	赤	緑
桃	桃	緑	紫
赤	赤	青	桃
緑	黄	黄	赤
青	緑	紫	青
黄	青	桃	黄

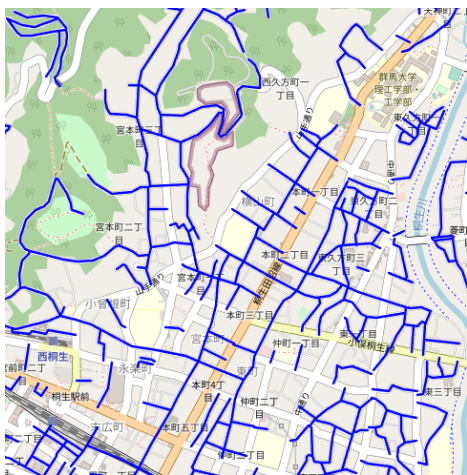


図 6 道幅の分類：Value3 の道路

5.5 評価

表3より、道幅での順位は、オレンジで塗られた道路を多く使用している紫と桃の経路が1位、2位となっており、次にその道の使用率の高い赤の経路が3位となっている。また、山の近くの経路であり、道幅が比較的狭い道路を通過している青と緑の経路は下の順位となっている。黄の経路は、通過している道路は青と緑が通過している道路と同じ重みだが、経路の最後の方で道幅の広い道路を通過しているので、青と緑の経路よりも順位が高くなっている。

道幅に使用性を足した順位では、紫と桃と赤の経路は先ほどと同じく1位、2位、3位になっている。しかし、道幅の順位で4位だった黄の経路が使用性の低さが足を引っ張り最下位となっている。

このことから、本システムが道幅における嗜好を考慮した経路と、初心者におすすめな道幅が広く走りやすい経路の提案に有用であることが確認できた。

6 まとめ

本研究では、経路ごとの道幅で順位付けしておすすめの経路を表示するシステムを開発した。また、各道路の使用性も考慮して、初心者におすすめな（道幅が広く、走りやすい）経路も提案した。

本研究における問題点と今後の課題として、他の経路よりも道幅の広い道を多く通っている経路の場合、

とても狭く通りづらい道をほんの数メートル通っていたとしても、全体の数値では他の経路に勝るので推薦されてしまう。しかし、初心者や道幅が広い道路を進みたいユーザーに提案するものとしては、適格ではないという問題点がある。そこで今後はそういった道を排除した経路の提案がされるように改良していく必要がある。また、他の課題として、様々な地点での道案内でも通用し、より適した代替経路を提案できるように代替経路を要求するパラメータを自動で変更できる機能の追加や、ユーザーが利用しやすいインターフェースの実現などが挙げられる。

参考文献

- [1] OpenStreetMap. Ja:main page. https://wiki.openstreetmap.org/wiki/JA:Main_Page.
- [2] HeiGIT gGmbH and Universität Heidelberg GIScience research group. Openrouteservice. <https://openrouteservice.org>.
- [3] Geographic JSON working group. Geojson. <https://geojson.org>.
- [4] OpenStreetMap. Ja:key:highway. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/JA:Key:highway>.
- [5] HeiGIT gGmbH and Universität Heidelberg GIScience research group. Waytype — openrouteservice documentation. <https://giscience.github.io/openrouteservice/documentation/extra-info/Waytype>.
- [6] Rob Story. Folium. <https://python-visualization.github.io/folium/>.
- [7] PhiBo. Python overpass api. <https://python-overpy.readthedocs.io/en/latest/>.