

サイクリングのための難易度と寄り道を考慮した ルート推薦システムの実装

竹内翔太郎[†] 廣田 雅春^{††} 石川 博^{†††} 横山 昌平^{††††}

[†] 静岡大学情報学部情報科学科 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

^{††} 大分工業高等専門学校情報工学科 〒870-0152 大分県大分市牧 1666

^{†††} 首都大学東京システムデザイン学部情報通信システムコース 〒191-0065 東京日野市旭が丘 6-6

^{††††} 静岡大学大学院情報学研究科情報学専攻 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†]cs10055@s.inf.shizuoka.ac.jp, ^{††}m-hirota@oita-ct.ac.jp, ^{†††}ishikawa-hiroshi@sd.tmu.ac.jp,
^{††††}yokoyama@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし スマートフォンの普及に伴い、様々なナビゲーションアプリが登場している。その中には自転車移動に特化したものもあり、道の勾配情報などをルート推薦に利用している。一方で、興味ある立ち寄り地点を知りたいという需要もある。立ち寄り地点の推薦に特化したアプリもあるが、自転車移動におけるコストを考慮しておらず、サイクリングコースとしては適さないルートや寄り道地点が提示されてしまう事もある。そこで、本研究は、寄り道地点の推薦に自転車特有の道の勾配情報等を考慮したシステムを提案する。本システムは、難易度の異なる複数のルートをユーザに提示し、そのルート沿いの施設を表示する。これにより、ユーザは自分のスキルや体力を考慮しつつ、推薦された寄り道地点の魅力を比較して、適切なルートを選択できる。

キーワード 経路探索, 経由地, 自転車, pgRouting

1. はじめに

近年、自転車に乗る人が増加している。理由としてエコに対する関心の高まりや震災時の移動手段の見直し、レジャーやスポーツとしてサイクリングを楽しむ人の増加といったものが挙げられる [1]。また、GPS 機器が搭載されたスマートフォンの普及により、リアルタイムに現在位置を把握することが可能となった。そして、その位置情報を利用した NAVITIME や、いつも NAVI ラボ^(注1) が提供している、“ルート沿い検索”のようなナビゲーションアプリが存在する。また、Twitter や Foursquare のようなソーシャルメディアサイトを利用した情報の共有が増加している。

自転車は自動車と異なり、利用者の体力、スキル次第で移動可能な距離や走行ルートが異なる。例えば、若い成人男性にとっては苦にならないルートであっても、年配の方や小さな子供にとっては通行が難しいルートが存在する。また、勾配が大きく、成人男性であっても苦勞するようなルートを、あえて選びたいという需要もある。ナビゲーションアプリとして前述の NAVITIME があるが、このアプリケーションには自転車向けに差異や需要を考慮した機能として、“自転車ルート検索”がある。この機能では、勾配のきつい坂の情報など、自転車移動特有の情報をルート推薦に利用している。

また、興味ある立ち寄り地点を知りたいという需要がある。上述の NAVITIME では、ルート検索において経由地を 1 つ設定できるが、ユーザが立ち寄りたい場所がわかっているときに

しか利用できない。さらに、ユーザが知らない店舗や場所などを検索する場合、立ち寄りたい場所のカテゴリ (ex.Restaurant) で検索すると、地図上に寄り道候補が可視化はされるが、その場所へ行くルートを知りたい場合には、ルートを再検索しなければならない。“ルート沿い検索”というアプリケーションでは、検索されたルート沿いの立ち寄り地点の推薦を行っている。しかしこのアプリケーションでは、自転車移動における道路の勾配情報等が考慮されておらず、サイクリングコースとしては適さないルートや寄り道地点が提示されてしまうことがある。

そこで本研究では、寄り道地点の推薦に道の勾配の度合いを考慮したルート検索システムを提案する。本システムでは、自転車に乗る際に自身のスキルや体力を考えてルートを選択したい人や、寄り道を考えてルートを選択したい人を対象として、難易度の異なる複数のルートをユーザに提示し、そのルート沿いの寄り道を表示する。これにより、ユーザは自分のスキルや体力を考慮しつつ、推薦された寄り道地点の魅力を比較して、適切なルートを選択することができるようになると考えられる。なお、本研究において、勾配や交通量の度合いを難易度、ユーザの立ち寄りたい場所を寄り道と定義する。

2. 関連研究

路上条件を考慮して経路を選択する研究として、吉永ら [2] や渡辺ら [3] の研究がある。吉永らは、路上障害物、安全性に影響する直接干渉交通量、快適性に影響する間接干渉交通量、歩道の有無、信号交差点などの要因から歩行者の経路選択を提示している。この研究では、歩行者のそばを自動車を通る際の危険度をコストとして考慮し、歩行者の経路選択モデルを提案して

(注1) : <http://lab.its-mo.com/>

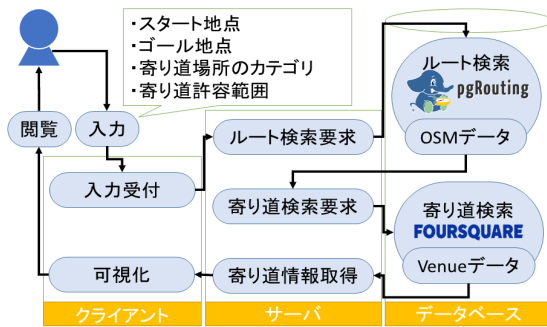


図 1 システム概要

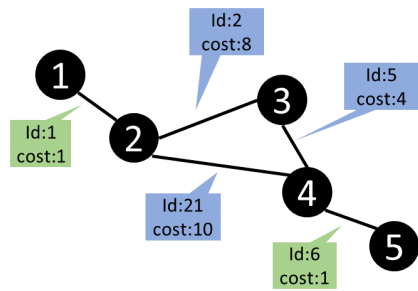


図 2 Dijkstra 法

いる。また、渡辺らは、坂の勾配や交通量を考慮して、高校生の通学経路を提示している。この研究では通学経路の情報をアンケート調査によって収集しており、収集した通学経路の中で難易度を考慮した通学経路選択モデルを提案している。しかし、どちらの研究とも人手で収集したルートを用いるため、収集されなかったルートの検証ができず、選択されたルートが、必ずしも難易度を考慮した最適なルートとは言えない。本研究では、緯度経度や標高などの地理情報を利用して、地図上のルートに対して網羅的に難易度を検証し、難易度を考慮したルート推薦を行う。

また、寄り道を推薦する研究として、石倉ら [4] の研究がある。石倉らは目的地までのルート沿いの店舗について、食べログのユーザによって付けられた店舗の総合点数、直行経路と寄り道経路の差分、信号を渡る回数の 3 要素を利用して上位 5 店舗を順位付けしてユーザに推薦している。この研究は、寄り道候補として表示される場所が飲食店のみであり、コンビニやスーパーなどの寄り道に対応できない。本研究では、収集した寄り道情報をカテゴリ (ex.Restaurant, Convenience Store) に分け、ユーザの目的に合った寄り道を検討し、寄り道を考慮したルート推薦を行う。

その他の寄り道推薦の研究として、塚中ら [5], Bao ら [6] の研究があるが、石倉らの研究を含め、どの研究も自転車移動の考慮がされていない。

よって、本研究では、難易度と寄り道の両方を考慮したルート推薦システムを提案する。

3. システム概要

本システムでは、OpenStreetMap (OSM) のデータを用いて、サイクリングのための難易度と寄り道を考慮したルート推薦を目指す。図 1 にシステム概要を示す。

ユーザは、スタート地点、ゴール地点として地図上に任意の点を入力し、寄り道したい場所のカテゴリをシステムによって与えられた選択肢から入力する。

サーバサイドでは、入力されたスタート地点、ゴール地点の緯度経度に基づいてルート検索を行う。この際、難易度情報を加味して複数のルートを検索する。選択された寄り道のカテゴリを参照して、検索したルート沿いの寄り道情報を取得する。そして、クライアントサイドに入力されたスタート地点、ゴー

ル地点、ルート、および寄り道情報を地図上に可視化する。また、検索された複数のルートの情報と、その各ルート沿いの寄り道の数ブラウザに表示する。

3.1 ルート検索 (Dijkstra 法)

本研究では、pgRouting を利用してユーザの目的に応じた複数ルートの検索を行う。pgRouting は、PostgreSQL に統合されたルート検索エンジンである。またルート検索には OSM データを利用する。OSM データには道の長さ、始点と終点の座標、および道の種類 (ex.path, pedestrian) が含まれている。任意のノード間の複数のルートを、エッジに付与されたコストに基づき、Dijkstra 法 [7] を利用して検索できる。本研究では各座標をノード、ノード同士を結ぶ道をエッジ、エッジの長さをコストと定義する。

ノードの集合とエッジの集合で構成される、グラフに関する数学の理論をグラフ理論というが、Dijkstra 法はそのグラフ理論における最短経路問題を、効率的に解くアルゴリズムである。

表 1 エッジのコスト

エッジの番号 (id)	エッジのコスト (cost)	エッジを挟むノード
1	1	1,2
2	8	2,3
21	10	2,4
5	4	3,4
6	1	4,5

表 1 は図 2 中のエッジの id と cost をまとめたものである。図 2 において、ノード 1 からノード 5 へ進むとすると、ノード 2 からノード 4 に進む場合に分岐が起こる。まず、ノード 2 からノード 3 を経由してノード 4 に到達する経路を考える。この経路では、2 番と 5 番のエッジを通るので、総コストは 12 となる。一方、ノード 2 からノード 4 に直接到達する経路では、21 番のエッジのみ通るので総コストは 10 となる。このように、Dijkstra 法では目的のノードに到達する経路のエッジの総コストが、一番小さくなるように経路検索を行う。

3.2 ルート検索 (難易度)

自転車の通行において、自動車の交通量が多く危険な道や、

人通りが激しく通行に不便する道など、車両や人の交通量による自転車通行のしにくさがある。また、信号の有無でも通行のしにくさが変化すると考えられる。そこで本研究では、交通や信号による通行のしにくさを交通難易度と定義する。一方、道の勾配を地理難易度と定義する。

現状、本システムでは、交通難易度をルート検索に利用しない。今後は、交通難易度の具体的な数値化を行い、ルート検索時に利用することを課題とするが、現段階では、ユーザ自身が可視化結果から交通難易度を推測し、ルート選択時のひとつの指標として利用できる程度にとどまっている。よって本システムでは、ルート検索に利用するのは地理難易度のみであるので、単に難易度といった場合は地理難易度を指すこととする。

難易度を考慮するために標高データを利用する。標高データは API を利用して国土地理院^(注2) から取得した。取得した標高データを OSM データに付与して、各ノード間の距離と高低差から勾配を算出し、算出した勾配情報を、OSM データが格納されているテーブルに追加する。表 2 は、勾配情報を付与したエッジの数と、そのエッジの勾配の度合いをまとめたものである。本システムでは、およそ浜松市全域の、68,876 個のエッジを利用している。

表 2 勾配によるエッジ数の差異

道の勾配	該当エッジの数
0 度	8,333
0 度未満（下り坂）	30,098
0 度より大きい（上り坂）	30,445
Total	68,876

0 度未満のエッジ（下り坂）と、0 度より大きいエッジ（上り坂）の数が一致しないのは、pgRouting に使用するデータが有向グラフであるために、同じ道でも方向によってエッジが異なるパターンがあるからである。

しかし、差が極僅かであるので、誤差の範囲内として、この勾配情報を地理難易度として利用する。検索時に難易度を条件句とすることで、難易度がある一定値以下の道のみをデータベースに問い合わせ、ルート検索を行う。

ここで、ノード a からノード b までの勾配 I_{ab} は以下の式によって与えられる。

$$I_{ab} = \text{Atan}(H_{ab}/L_{ab}) * 180/\pi \quad (1)$$

H_{ab} はノード a , b 間の高低差、 L_{ab} はノード a , b 間の距離を示す。

勾配の具体的な算出例を挙げる。図 3 は、ノード A からノード P に向かうルート（以下、ルート AP と呼称する）上の、16 個のノードの標高と距離を示したものである。図 3 の棒グラフ内の数値が標高が標高である。各ノード間の距離を 10m とすると、ルート AP 上のノード A からノード B の距離は 10m、

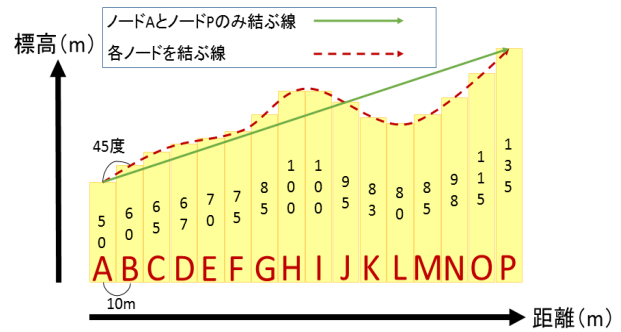


図 3 勾配の算出例

高低差は 10m であるから、勾配は 45 度となる。しかし、この計算方法で問題になるのが、ルート AP 上にノード A とノード P しか存在しない場合である。本研究では、途中のノード B からノード O の高低差は無視して、ノード A とノード P のみで勾配を算出するため、ルート AP の距離は 150m、高低差は 85m であるから、ルート AP の勾配は 29.6 度となる。

本システムでは複数のルートを検索し、地図上に可視化する。複数ルートを表示する際は、最大勾配の値により表示するルートを決するため、最大勾配 30 度としてルート検索を行うと、ルート AP は検索対象に含まれてしまう。しかし実際には、ルート AP は 45 度という勾配を含むルートであるので、検索対象から外さなければならない。現段階では、こういった場合の対処はできていないが、OSM データは、ある程度細かくノードが設定されているものと想定して利用する。

3.3 寄り道情報取得

本システムでは、Foursquare の Venue データを利用して寄り道検索を行う。Venue データは名称、緯度経度、およびカテゴリを含む。カテゴリとはその Venue の特徴に基づいて大きく分類したものである (ex.Restaurant, Convenience Store)。API を用いて、2013 年 10 月 7 日の時点までに登録された、浜松市役所から半径 16km 以内の Venue データ、10,918 件を収集した。

本システムでは、ルート沿いの一定の範囲にある Venue を寄り道として推薦している。ユーザがどの程度の距離ならば寄り道として許容できるかを示す値を、寄り道許容範囲と定義する。システム側では、ルート沿いで Venue を検索する範囲が寄り道許容範囲となり、現段階では本システムの寄り道許容範囲を 100m と設定した。

また、寄り道検索に関して以下の手順を踏むことで、ルート沿いの寄り道情報を取得している。図 4 は、それを模式的に表した図である。

- (1) ルート検索をした際に、検索したルート上で、スタート地点から始めて、80m 間隔ごとにあるノードを抽出する
- (2) 抽出した各ノードからそれぞれ 100m 以内に存在する Venue を、ルート検索時に選択されたカテゴリに基づいて検索する

(注2) : <http://www.gsi.go.jp/>

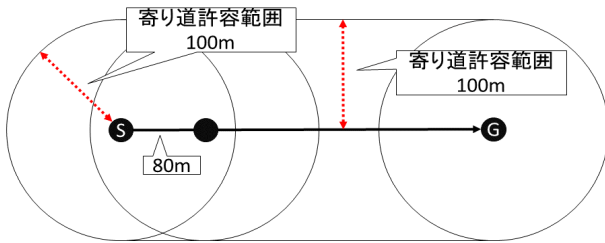


図 4 寄り道許容範囲

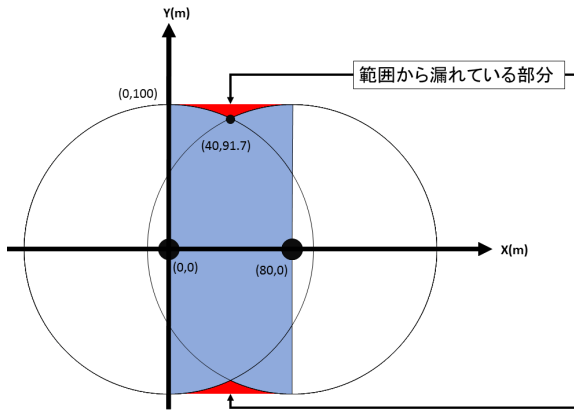


図 5 寄り道許容範囲からの漏れ

Venue がある場合、その地点を寄り道として、その寄り道の名称とカテゴリを表示する。

本システムでの検索方法では、図 5 の赤色の部分のように、隣り合う円が重ならない部分に漏れが生じてしまうので、ルート沿い 100m を完全に網羅することが出来ない。しかし、寄り道許容範囲が 100m であるのに対して、半径 100m の円の中心を 80m 間隔とすると、図 5 の青と赤で塗られた四角の面積に対する、赤色の部分の面積が占める割合は 2 % であり、隣り合う円の交点は、(40,91.7) である^(注3)。よって、寄り道許容範囲を十分に満たしていると考え、本システムでは、上記の手順でルート沿いの寄り道情報を取得している。

今後は、現段階で表示される情報（店舗名または地名、その寄り道のカテゴリ）に加えて、その寄り道の営業時間や口コミ情報など、より詳しい情報を表示する予定である。口コミ情報は Foursquare や Twitter などの口コミを利用したいと考えている。また、現在寄り道許容範囲として 100m を設定しているが、今後はこれをユーザが可変的に設定できるようにしたい。理由として、寄り道を検索する地域や場所によって、寄り道許容範囲は変化すると考えられるからである。例えば、ルートから 50m もあれば数多くの寄り道を検索できる地域もあれば、ルートから 100m 以内には一切の寄り道がない地域もある。したがって、寄り道許容範囲はユーザによって可変的に設定できるほうがより利便性が増すと考えられる。しかし、この可変的な寄り道許容範囲の導入については、寄り道許容範囲によって、

(注3)：本システムでは、最低でもルート沿い 91.7m 以内の Venue を検索していることとなる

表 3 体重 1kg が 1 分間に消費するエネルギー

移動	Kcal
自転車（普通）	0.0658
自転車（平地）時速 10km	0.0800
自転車（平地）時速 15km	0.1207
自転車（登り）時速 10km	0.1472
自転車（登り）時速 15km	0.2602
自転車（下り）	0.0269

表 4 年齢、性別による補正係数

男性		女性	
18 歳	1.06	18 歳	0.95
19 歳	1.04	19 歳	0.93
20～29 歳	1.00	20～29 歳	0.93
30～39 歳	0.96	30～39 歳	0.87
40～49 歳	0.94	40～49 歳	0.85

データベースに格納するノードの間隔が変わるので、その点を考慮したノードの取り方を考える必要がある。これは、今後の課題の一つとする。

3.4 複数ルート表示

難易度や寄り道を考慮して複数のルートの検索を行う。ルート検索をした際に、難易度が最小のルートが選択されても、そのルート沿いにユーザの希望する寄り道がない可能性が考えられる。そこで、本システムでは、若干の難易度の差であれば、寄り道がより多く推薦されるルートを選択したいと考えるユーザを考慮して複数のルートを表示する。また、ユーザがよりルートを選択しやすくするために、そのルートの情報を併せて表示する。表示する情報は、各ルートの消費カロリー、ルートの距離、所要時間および寄り道地点数である。さらに各ルート上に存在する寄り道の、カテゴリ別の個数をヒストグラムで示す。このように各ルートの情報を可視化することで、それぞれのルートがどのような特徴を持っているのかが視覚的に分かり、ユーザがルートを選択する際の指標のひとつとなる。

所要時間は以下の式で、時速 10km として計算する。

$$\text{所要時間 (分)} = \text{走行距離 (m)} / \text{分速 (m/分)} \quad (2)$$

また、消費カロリーは、日本体育協会スポーツ科学委員会^(注4)が発表している表 3、表 4 を基に計算する。計算式は以下のとおりである。

$$\text{消費カロリー (平地)} = \text{時間 (分)} * \text{体重 (kg)} * 0.0800 * \text{補正係数(3)}$$

$$\text{消費カロリー (登り)} = \text{時間 (分)} * \text{体重 (kg)} * 0.1472 * \text{補正係数(4)}$$

計算方法は、時間（分）、体重（kg）、表 3 の値、および表 4 の値の積である。表 3 の値は、20 歳の男性を 1 とした値であるので、表 4 の値を掛けることで調整する。また、18 歳～49 歳以外は補正係数がないため、計算できない。

本システムでは、すべての速度を時速 10km で計算しており、

(注4)：http://www.japan-sports.or.jp/

表 5 勾配 1 度刻みでのノード数の増減

i	該当ノードの数	i,i+1 の該当ノード数の差
勾配 0 度	30,098	24,083
1	62,514	2,639
2	65,153	1,213
3	66,366	736
4	67,102	514
5	67,616	325
6	67,941	205
7	68,146	148
8	68,294	106
9	68,400	476
無限大	68,876	

下りは平地と同等の扱いをしているため、表 3 中の自転車 (平地) 時速 10km と自転車 (登り) 時速 10km の値のみを使用した。また、体重は 77kg, 補正係数は 1 として計算している。今後は、体重と補正係数の可変的な入力を可能にする予定である。

複数のルートを検索するために、最大勾配の場合分けをどの値で行ったのかを説明する。

表 5 は、勾配 $\leq i$ としたときに、 i を変化させていくことで、その範囲内のノード数がどのように変化するかを表したものである。勾配 0 度と、 $i = \text{無限大}$ は比較のために表記している。

まずは、難易度が最大、最小となる 2 つのルートが必要であると考えた。そこで、勾配を 1 度刻みで考えていくと、表 5 となり、本研究では、下り坂は考慮しないため、難易度が最小となるのは、 $i = 1$ の場合である。逆に、難易度が最大となるのは、難易度を考慮しない場合である。本システムでは、難易度が大きくなる場合でも、勾配のきつい坂をあえて選択して形成されるようなルートではなく、あくまでも最短ルートとなるようにルート検索がされる。よって難易度を考慮する場合よりも、勾配のきつい坂が含まれる可能性が高まるので、難易度を考慮しない場合に難易度が最大となる。

表 5 より、勾配が 1 度変化することで、最もノード数の増減が大きい箇所が、 $i = 2$ であったため ($i = 1$ は除く)、最大勾配が 2 度の場合のルート検索を行う。また、最大勾配が 2 度より大きいエッジの中で、ノードの個数がおよそ中間にあたる、最大勾配が 4 度の場合もルート検索を行う。

よって、本システムで表示させるルートは、難易度を考慮していない最短ルートと、最大の勾配が 4 度、2 度、1 度の 3 ルートの計 4 ルートである。

4. 動作例

本システムを実装し、実行した。用いたデータセットを表 6 に示す。

図 6, 図 7, 図 8, 図 9 に動作例を示す。スタート地点、ゴール地点として地図上に任意の点を入力する。そして、寄り道のカテゴリを選択し、検索を行うと、以下の 7 つがブラウザ上に表示される。ただし、(8) は (7) のヒストグラムをクリックした際に、ポップアップウィンドウとして表示されるものである (図 8)。また、可視化されたアイコンをクリックすると、寄

り道情報が表示される (図 7)。各図内の番号は以下の内容を示す。

- (1) 検索時のカテゴリ入力欄
- (2) 難易度を考慮していない最短ルート (赤)
- (3) 最大勾配 4 度のルート (黄)
- (4) 最大勾配 2 度のルート (緑)
- (5) 最大勾配 1 度のルート (青)
- (6) 各ルート沿いの寄り道
- (7) 各ルートの情報
- (8) カテゴリ別個数のヒストグラム

今回の例では、入力するカテゴリとして Government Building, Restaurant, Spiritual Center を選択した。

4.1 難易度を考慮したルート比較

検索された各ルートの情報 (図 9) をまとめたものが表 7 である。1 行目の赤, 黄, 緑, 青はブラウザに可視化されている各ルートの色と対応していて、途中を少し省略している。

この表 7 から比較した結果を考察し、交通難易度を推測する。

表 7 を見ると、Government Building が緑のルートに、Italian, Japanese が緑と青のルートに多いのが分かる。これは、緑と青のルートが、主要な大通りや繁華街を通過するルートであるからだと考えられる。また、赤と黄のルートに比べて、緑と青のルートにはルート沿いの Venue が多い。このことから緑と青のルートにはにぎわっているルートだと考えられる。以上より緑と青のルートは交通量が多い可能性が高いと推測することが出来る。

5. おわりに

本論文では、難易度と寄り道を考慮したルート推薦システムを提案した。本システムでは、国土地理院の標高データを利用し、道の勾配情報という難易度を考慮することで、最大勾配の異なる複数のルートを推薦する。また、その上で、各ルート沿いの寄り道を、ユーザの興味に合わせて推薦し、各ルートと寄り道の情報を可視化する。ユーザは、それらの情報を元にルートを選択可能となる。現段階では、pgRouting と Foursquare を利用して地理難易度を考慮したルートと寄り道地点を地図上に可視化し、ルート情報、寄り道情報をブラウザ上に表示する段階まで実装した。

今後の課題として、交通難易度の導入、可変的な寄り道許容範囲、および寄り道情報の詳細化が挙げられる。

現段階では、交通難易度は、ユーザによる推測の上に成り立つ指標である。これを機械的に処理する方法を検討して、交通難易度を考慮したルート検索が可能となるようなシステムを構築したい。

現段階では、寄り道許容範囲を 100m という固定値として設定している。しかし、地域や場所によっては、100m 以内に寄り道が存在しない場合がある。このような事態に対応するために、寄り道許容範囲をユーザが任意に設定できるようにする必

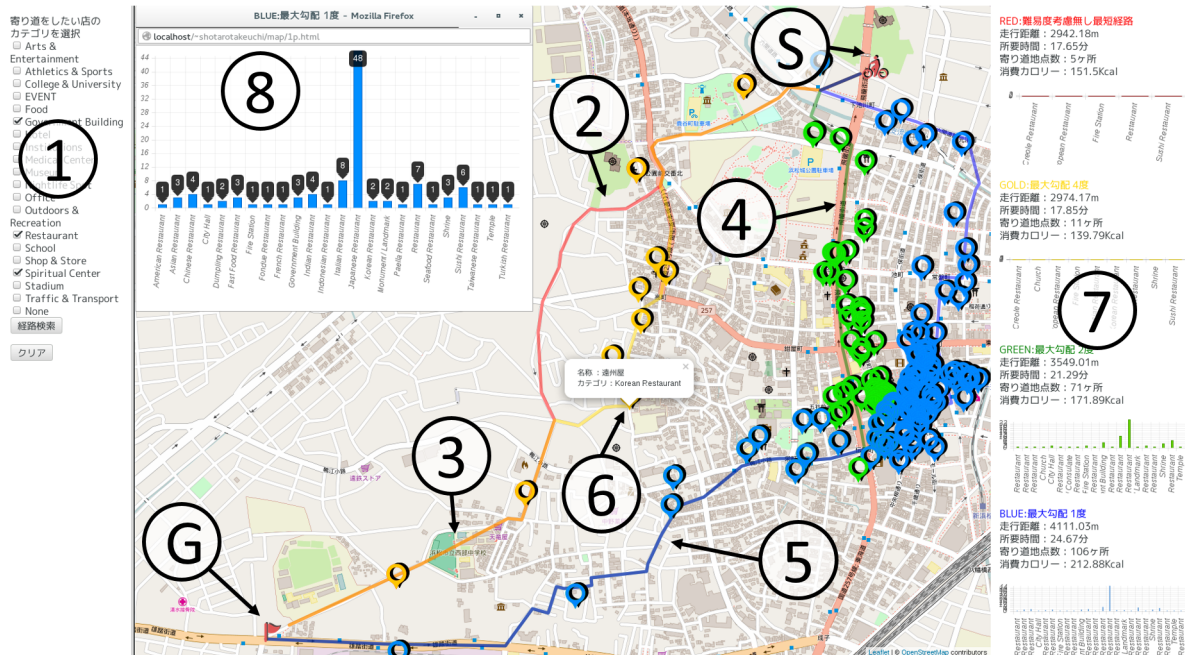


図6 ブラウザ上での表示

表6 データセット

用途	データ名	件数	補足
ルート検索	浜松市内の OSM データ	68,876	標高データ付与済み
寄り道検索	Foursquare の Venue データ	10,918	浜松市役所から半径 16km 以内

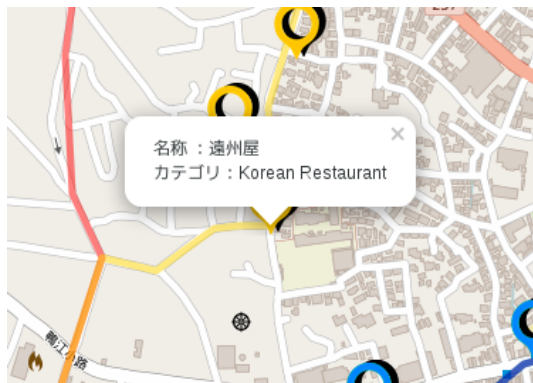


図7 ルート沿いのアイコンクリック時のポップアップ

BLUE:最大勾配 1度
 走行距離 : 4111.03m
 所要時間 : 24.67分
 寄り道地点数 : 106ヶ所
 消費カロリー : 212.88Kcal

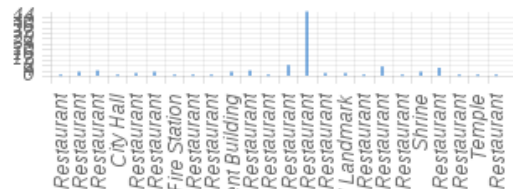


図9 検索されたルートの情報

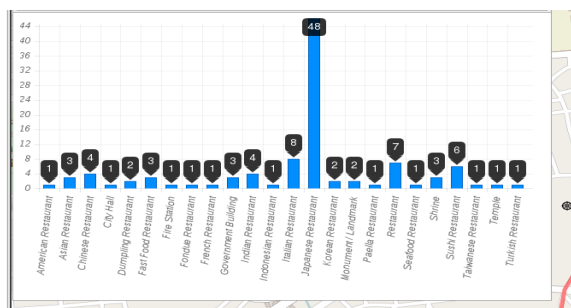


図8 ヒストグラムをクリックした際のポップアップ

要がある。

現段階では、表示する寄り道情報は、寄り道の名前とカテゴリのみである。しかし、同カテゴリの寄り道であったとしても、

その寄り道に関する詳細な情報があれば、その中でユーザ自身がよりルートを選択しやすくなる。そのために、営業時間や平均予算、口コミなどその寄り道情報の詳細化を行う予定である。また、表示するルート情報において、ユーザ自身がより選択しやすくするために、どのような情報を表示するべきかを検討している。

文献

- [1] 小林 寛, "都市交通としての自転車の利用について", 総合的交通基盤整備連絡会議資料 7, <http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/soukou-magazine/rennraku7.1.pdf>
- [2] 吉永 誠, 竹田 欣弘, 松永 千晶, 属 国権, 角 知憲, "路上条件を考慮した歩行者の経路選択モデルに関する研究", 土木計画学研究・論文集, 2001

表 7 難易度を考慮したルート比較

	赤	黄	緑	青
距離 (m)	2942	2974	3549	4111
所要時間 (分)	17.65	17.85	21.29	24.67
消費カロリー (kcal)	151.5	139.8	171.9	212.9
City Hall	0	0	2	1
Embassy / Consulate	0	0	1	0
Fire Station	1	1	2	1
Government Building	0	0	5	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Eastern European	1	1	0	0
Italian	0	0	11	8
Japanese	0	0	26	48
Sushi	1	1	7	6
Church	0	1	1	2
Shrine	0	1	3	1
Temple	0	0	1	11
合計	5	11	71	106

- [3] 渡辺 義則, 角知 憲, 清田 勝, 奏 裕二郎, ”自転車通勤する高校生を対象としての自転車利用者の経路選択モデルに関する研究”, 土木学会論文集, 1999
- [4] 石倉 頌子, 小林 亜樹, ”寄り道経路推薦方式”, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012
- [5] 塚中 諭, 木下 雄一郎, ”街並みの雰囲気を手掛かりとした寄り道促進システムの提案”, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012
- [6] Jie Bao, Yu Zheng, Mohamed F.Mokbel, ”Location-based and Preference-Aware Recommendation Using Sparse Geo-Social Networking Data”, SIGSPATIAL '12, Proceedings of the 20th International Conference on Advances in Geographic Information Systems Pages 199-208
- [7] Dijkstra, E.W. (1959). ”A note on two problems in connexion with graphs.” In Numerische Mathematik 1, (1959), S. 269 ~ 271