

徒歩疲労度モデルを用いた最適経路推薦

2016SC088 竹本悠真

指導教員：河野浩之

1 はじめに

現在、様々な経路推薦アプリが普及している。その中で坂の少ない経路を検索する機能があるアプリも存在するが、坂の勾配を用いて疲労度が表示されるものは存在しない。また、先行研究では、勾配の算出の際に間隔を150m未満で算出しているものはない。そこで、本研究では徒歩疲労度モデルを用いて100m間隔の勾配を算出し、疲労度を算出し最適経路推薦を行う。複数の経路の疲労度が算出することができれば、疲労度の少ない経路を選ぶことで移動時の疲労による弊害を未然に防ぐことが可能になり、また、疲労度の多い経路を選ぶことでウォーキングをする際に役立つことができる。

2 勾配を考慮した先行研究

竹内ら [1] 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実装している。難易度を考慮するために標高データを利用し、標高データはAPIを利用して国土地理院*1から取得した。取得した標高データをOSMデータに付与し、各ノード間の150mと高低差から勾配を算出している。長尾 [2] は移動時の疲労と経由する訪問地の数から疲労度モデルの有効性を示した。ルート情報を標高情報習得機構に渡し、GoogleElevationAPIを利用してルート上の複数地点の標高を調べている。勾配の算出の際の水平距離の間隔は決められていない。徒歩疲労度モデルを作成するのに身体活動の強度を示すMETsを利用し、千住ら [3] の研究を用いて勾配を配慮した徒歩疲労度モデルを作成している。先行研究の比較を表1に示した。

表1 先行研究の比較

筆者	手法	対象	間隔
竹内ら [1]	GoogleMapsAPI pgRouting	サイクリング	150m
長尾ら [2]	GoogleMapsAPI GoogleElevationAPI	徒歩	不明

3 徒歩疲労度モデルを用いた提案手法

本研究では、GoogleMap から複数ルートを表示し、GoogleMap*2、GoogleMapsJavaScriptAPI*3、GoogleMapsElevationAPI*4を利用してルートに沿った標高を表示させて勾配の算出を行い、徒歩疲労度モデルを利用し

て疲労度を求める。勾配を測る間隔は竹内らよりも短く設定することで、より詳細な勾配の算出結果を用いることができる。図1に提案手法のフローチャートを示した。また、

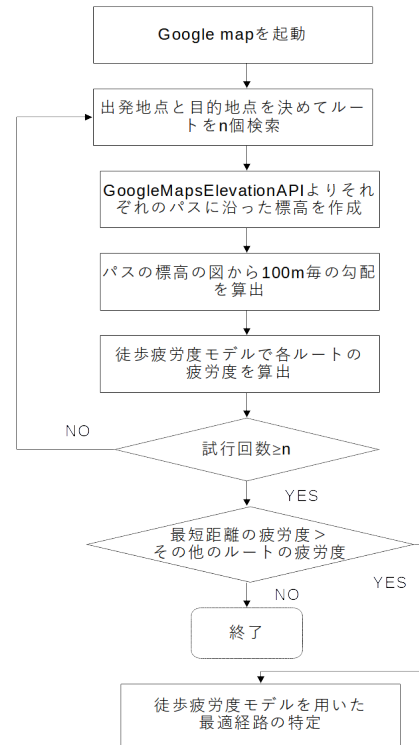


図1 提案手法のフローチャート

勾配を算出する式を(1)、作成した徒歩疲労度モデルを(2)に示した。

$$\theta = \frac{a \times 100}{b} \quad (1)$$

θ : 勾配 (%)

a : 垂直距離 (m)

b : 平行距離 (m)

$$F(\theta, a) = \left(\sum_{k=1}^n \frac{3 + 0.24 \times \theta_k}{40} \right) \quad (2)$$

$F(\theta, a)$: 対象ルートの疲労度

n : 分割ルートの総数 (対象ルートを100(m)で割った数)

θ : 勾配 (%)

*1 <https://maps.gsi.go.jp>

*2 <https://maps.google.co.jp>

*3 <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overview>

*4 <https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/start>

4 勾配の算出と疲労度の比較

本実験ではプログラミング言語に Html, Python3.7, エディタに atom, OS は Windows 10 を使用した. 実験では勾配を考慮して, 疲労度が小さいルートを選定することが目的である. そのため, 距離が長く, 高低差が比較的大きいと考えられるルートを対象ルートとして選択した. 対象ルートは, GoogleMap で出発地点を蒲池駅, 目的地点を植大駅として検索して表示された 3 つのルートを利用した.

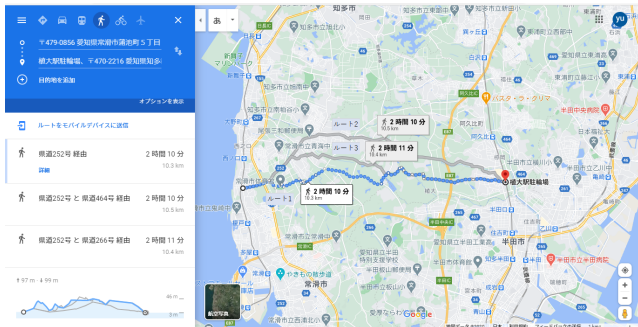


図 2 出発地点を蒲池駅, 目的地点を植大駅としたときに表示される 3 つのルート

3 つのルート (県道 252 号を經由したルート, 県道 252 号と県道 464 号を經由したルート, 県道 252 号と県道 266 号を經由したルート) をそれぞれルート 1, ルート 2, ルート 3 として各ルートに沿った標高を表示させるプログラムの主要な部分を (i), (ii) としてソースコード 1, 2 に示し, ルート 1 に沿った標高パスを図 2 に示した.

ソースコード 1 ルートに沿った標高を表示するプログラムの主要な部分 (i)

```
const path = [
  { lat:34.91564046224378
  ,lng:136.82646143100715 } \\ 出発地点
  \\ ルートに沿ったパスの緯度, 経度を設定
  { lat:34.917545120389775
  , lng:136.9231604302963 } \\ 目的地点
];
```

ソースコード 2 ルートに沿った標高を表示するプログラムの主要な部分 (ii)

```
elevator.getElevationAlongPath(
  { path: path,
    samples: 104 },
  plotElevation
);
```

各ルートに沿った標高パスの表示から勾配を算出し徒歩疲労度モデルからそれぞれの疲労度を算出し, 表 2 に疲労度の比較を示した. 今回は徒歩の運動負荷を時速

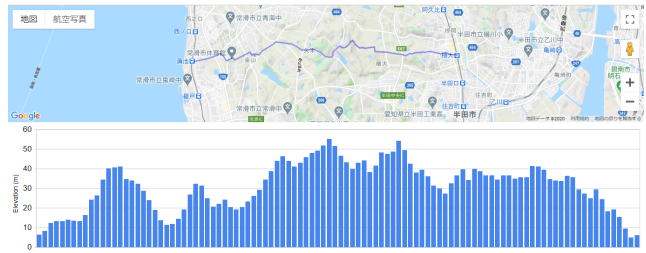


図 3 ルート 1 に沿った標高パス

表 2 3 つのルートの疲労度の比較表

ルートの種類	総距離 (km)	疲労度
ルート 1	10.3	8.571
ルート 2	10.5	8.379
ルート 3	10.4	8.727

4km(3METs)^{*5}として, 総距離が 10.3, 10.4, 10.5km の 3 つのルート間で疲労度の算出を行った. 総距離が長くなればなるほど, 高低差が大きいほど, 運動負荷が大きい運動をしている時 (ex. 時速 6km で歩く) ほどルートごとの疲労度に差が大きくなり, 各ルートごとの疲労度の比較が分かりやすくなると考えられる. 高低差が少ない複数ルートの疲労度を算出した際は, 最短経路が疲労度が最も小さくなりやすく, 疲労度モデルが機能しなくなってしまうため, 高低差が大きい複数ルートに対して疲労度モデルを利用することで疲労度の小さいルートを選定でき, 疲労の軽減に役立つものになると考えた. また, ルート 3 は最大勾配が 12.97 % と大きいのに比べてルート 2 は最大勾配が 8.082 % でルート 3 と比べてルート 2 の方が最大勾配が約 4.9 % も小さいことが確認できた.

5 むすび

複数のルートに沿った標高パスを求めたものを利用して約 100m 間隔の勾配を計算することで徒歩疲労度モデルを利用可能となり, それぞれのルートに徒歩疲労度モデルを利用することで最短ルート以外のルートが疲労度が少なく最適な経路だと特定できた.

参考文献

- [1] 竹内翔太郎, 廣田雅春, 石川博, 横山昌平, “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”, DEIM Forum 2016 H1-4, 2016.
- [2] 長尾聡輝, 新谷虎松, 大園忠親, 白松俊, “高低差に基づく疲労度を考慮した徒歩ルート推薦システムの実装”, 第 74 回全国大会講演論文集, 2012 巻, 1 号, pp.301-302, 2012-03-06.
- [3] 千住秀明, 佐藤豪, 安永尚美, “運動負荷に対する心肺機能の反応 (第 2 報) 坂道の傾斜角度・歩行速度” 長崎大学医療技術短期大学部紀要, 2 巻, pp.105-116, 1989.

*5 <https://www.nibiohn.go.jp/eiken/programs/2011mets.pdf>