

迷いやすさと疲れを考慮した歩行者向けの経路探索手法の検討

日大生産工 (学部) 門分 良太 日大生産工 関 亜紀子

1 まえがき

近年、多数の経路案内サービスが提案されており、スマートフォン向けの歩行者用経路案内システムなども登場している。従来より、自動車向けの経路探索では、距離やランドマークだけでなく、渋滞情報や高速料金などが考慮されている。一方、歩行者向けは、距離と時間以外の要素を考慮した探索手法は少ない。

そこで、本研究では、歩行時の疲労に着目し、経路を評価する経路探索手法を検討している。本稿では、疲労コストを定量化するためのコスト計算モデルを提案し、得られたコストを用いた探索経路の評価方法を考察する。

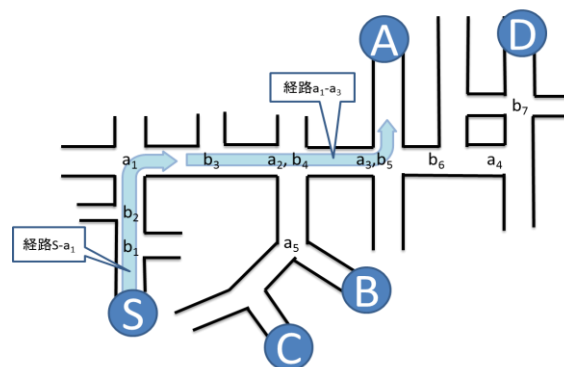


図1. 経路上の転換点と通過点

2 歩行時の疲労の要因

歩行時の疲労は、肉体的な疲労と精神的な疲労の2つがあると定義して検討する。肉体的な疲労は、歩行距離に加え、道のりに存在する坂道や階段などの昇降により受ける体力の消耗とする。精神的な疲労は、信号や踏切などの待ち時間から受ける苛立ちと、交差点の形状などから受ける心理的な不安により生じるものとする。さらに、経路の複雑さなどによって道に迷うと、歩行距離が増えたり、目的地にたどり着けないという苛立ちを感じる。すなわち、迷いやすい道は肉体的な疲労と精神的な疲労の2つに通じる。

そこで、迷いやすさに着目し、目的地までの経路上の特徴をもとに迷いやすさのコストを検討する。一般に、歩行時に道に迷う要因には、交差点や階段などの道の形状や、建物や看板などの周辺の景観があるとされている¹⁾²⁾。また、学校や病院などは目的地へたどり着く際のランドマークとして用いられるが、時にそれが要因となって道に迷うことも報告されている。そこで、まず交差点の形状に着目し、目的地までの経路の迷いやすさをコスト化し、経路上に存在するランドマークを考慮した肉体的な疲労と精神的な疲労のコストを検討する。

表1. 転換点と交差点の形状による得点

		通過点		
		十字路	T字路	Y字路
転換点	十字路	2	1	1
	T字路	1	2	1
	Y字路	1	1	2

3 迷いやすさのコスト化

交差点の形状による迷いやすさを、右折または左折により進行方向が変わる転換点の形状と、転換点までの経路上で交差する通過点の形状に分けてコスト化する。

図1の地図上には、出発地点Sから各目的地A~Dに向かう経路上に、 $a_1 \sim a_5$ の転換点と、 $b_1 \sim b_7$ の通過点が存在する。出発地点Sから転換点 a_1 で右折するまでのパスS- a_1 上と、パス a_1 - a_3 上には、共に2種類の通過点が存在する。パスS- a_1 上の通過点は、転換点 a_1 と同方向に転換可能な通過点 b_1 と逆方向の通過点 b_2 がそれぞれ1つ存在する。一方、パス a_1 - a_3 上には、転換点 a_3 と同方向の通過点が2つと逆方向の通過点が1つ存在する。さらに、通過点 b_4 は転換点 a_3 と同形状であることから、通過点 b_3 に比べて誤る確率が高いと考えられる。

A Pedestrian Route Guidance Based on Fatigue and Complicated Roads

Ryota KADOWAKE and Akiko SEKI

そこで、転換点の形状と、通過点の類似性をもとに迷いやすさを得点化し、表1のように整理する。また、式(1)により経路の迷いやすさのコストの算出方法を提案する。

$$TC = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

$$P_i = a_{i1}b_1 + a_{i2}b_2 + \dots + a_{ij}b_j \quad (2)$$

ここで、 n は出発地点から目的地までの総パス数であり、 P_i は各パスのコストである。式(2)は、 i 番目と $i-1$ 番目の転換点の間に存在する通過点の迷いやすさコストの総和である。各項の a は、通過点の形状が転換点の転換方向と同方向に転換可能な場合に1をとり、逆の場合は0になる値とする。なお、転換点の形状が図1の a_4 のような突き当たりのT字路の場合は、転換点での転換方向に関わらず0とする。例えば、図1の経路S-Aのコストは、パスS- a_1 間が $P_1=1$ パス a_1 - a_3 間が $P_2=3$ 、パス a_3 -A間が $P_3=0$ であり、総コスト $TC=4$ となる。同様にして、経路S-Bは $TC=1$ 、経路S-Cは $TC=3$ 、経路S-Dは $TC=1$ となる。

4 迷いやすさと疲れを用いた経路評価

前節で求めた迷いやすさのコストと距離、時間を用いて経路の評価を行う。今回は、ベースとなる経路の候補としてGoogle Mapを用いて、目的地のアクセス案内等に記載されている最寄り駅から目的地までの経路を導き出し、推薦された経路を評価する。

図2は、県立松戸高校を目的地とし周辺の3つの駅を出発地としてGoogle Mapで推薦された8つの経路候補を示している。表2は、各経路の迷いやすさのコスト(TC)と通過点の数、転換点と類似している通過点の数、距離(km)と時間(min)、1分あたりにかかる迷いやすさのコスト(TC/min)をTC/minの値が昇順になるように並べ替えて示している。表2では、上位2つの経路8と経路3は距離と時間に大きな差があるものの、TCは共に最小値の11となっている。これは、どちらも突き当たりでの転換が多いことから、通過点の数の影響がなくなり迷いにくい道として評価されるからである。この場合、時間のかかる経路8の方がTC/minが低くなることから順位が高くなる。一方、距離と時間の差が小さい経路4と経路6は、順位に大きな差が出ている。これはTCによる影響で、経路6は経路4に比べて直線距離が長く、類似点が多いこと



図2. Google Mapで推薦された経路

表2. 疲労コストと距離と時間

順位	経路	TC	通過	類似	距離	時間	TC/min
1	8	11	19	4	2.0	26	0.42
2	3	11	33	11	1.8	23	0.48
3	4	12	20	5	1.9	24	0.5
4	2	14	24	7	2.1	26	0.53
5	5	13	22	6	1.9	24	0.54
6	7	19	16	9	1.8	24	0.79
7	1	20	25	9	1.9	24	0.83
8	6	25	18	13	1.8	24	1.04

から迷いやすい道として評価されている。

今回の結果から、多少距離が伸びても迷いにくい道で行きたい人には経路8を推薦し、少し複雑な道でも早く目的地にたどり着きたい人には経路3を推薦することができる。

5 まとめと今後の課題

今回、歩行時の疲労コストの定量化をすることで迷いやすさのコストを求め、Google Mapで推薦された8つの経路を評価した。

今後は、経路上に存在する目印や帰路を考慮した場合の迷いにくい道を検討していく。

「参考文献」

- 1) 増井幸恵, 今田寛, 道に迷いやすい状況の構造と方向感覚との関係 : クラスタ分析を用いて, 人文論究 43(3), (1993) p. 45-58
- 2) 杉山博史, 土井美和子, 交差点形状が与える心理的影響を考慮した道案内システム, 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界 J87-A(1), (2004) p. 59-67