

地図読解能力に基づく位置・方角情報を用いた経路探索行動分析

小林 加織里 李 龍 角谷 和俊

兵庫県立大学環境人間学部

1. はじめに

近年、オンライン地図やナビゲーションシステムが多様化しており、ドライバーと同様に歩行者に対しても、高性能な道案内システムが実現されてきた。しかしながら、これらの案内は一様であるために、すべてのユーザが支援されるわけではない[2]。なぜなら、地図や案内情報を理解し、実空間の行動に反映する「地図読解能力」は、ユーザ毎に異なるためである。それに対し、我々は既にユーザの地図読解能力を測定する方法を開発している[1]。これにより、ユーザの地図読解能力の違いを明らかにし、道に迷う原因の分析を可能とした。

本稿では、位置情報および方角情報の機能を持つ歩行者ナビゲーションシステムを用いて、ユーザの経路探索行動を分析する。さらに、経路探索行動において、ナビゲーションシステムがもたらす効果について、地図読解能力に基づき考察する。

2. 地図読解能力の測定

我々は、ユーザの地図読解能力を測定するための指標を開発した。まず、被験者の主観的な地図読解能力を知るため、方向感覚質問紙[3]に回答させた。次に、客観的に被験者の経路探索行動を分析し、方向感覚質問紙との相関が強い 3 つの行動を指標化した。3 つの指標は図 1 に示す。「道間違い」は『位置感覚力』とし、正しい経路から外れた場合の面積を測定する。「左右確認」は『方向感覚力』とし、経路方向からユーザの視線が外れた角度を測定する。また、「地図確認」は『空間記憶力』とし、交差点以外を確認した割合を測定する。

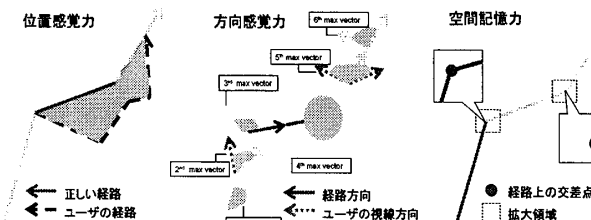


図 1: 地図読解能力指標

$$\text{位置感覚力} = \frac{1}{1 + \left| \frac{\text{length}(\text{route})}{\text{length}(\text{user_path})} \right|}$$

$$\text{方向感覚力} = \frac{|\text{route_vector} \times \text{eye_vector}|}{|\text{route_vector}| |\text{eye_vector}|}$$

$$\text{空間記憶力} = \frac{\text{count}(\text{user_selected} \cap \text{candidate})}{\text{count}(\text{candidate})} \cdot \frac{1}{(1 + \# \text{reconfirm})}$$

我々は、大学生 6 名 (男性 3 名, 女性 3 名) の被験者に対して実験を行った。はじめに、被験者に方向感覚質問紙に回答させたところ、男性グループ (D~F) の平均得点は、78.3、女性グループ (A~C) の平均得点は、49.3 であった。

Analyzing of Pedestrian Behavior Utilizing Position and Direction Information based on Map-Reading Ability
Kaori Kobayashi, Ryong Lee and Kazutoshi Sumiya
School of Human Science and Environment,
University of Hyogo

次に、被験者の経路探索行動を分析するために、経路が描かれた紙地図を与え、実際に経路を歩かせた。その際に用いた経路は、目印となるものが極めて少ない住宅街の 2 つの経路である。実験の結果、「道間違い」「左右確認」「地図確認」の行動において、方向感覚質問紙との相関関係が得られたため、これらの行動を指標化した。

3. iPhone による経路探索行動分析実験

歩行者ナビゲーションサービスを利用しているにもかかわらず、道に迷う原因を検証するため、iPhone により実験を行った。特に、モバイルナビゲーションシステムは多くのユーザが利用し、ユーザの経路探索において支援されている。その中でも、位置情報および方角情報を用いたモバイル端末である iPhone により、これらの機能がどのようにユーザに作用しているのかを分析する。さらに、前述の紙地図と比較することにより、経路探索行動における地図読解能力の変化を考察する。我々は、iPhone による歩行者ナビゲーションのための位置情報と方角情報の効果を明らかにするために、2 種類の実験を行った。実験の詳細は表 1 に示す。

表 1: 実験の詳細情報

	実験1	実験2
調査日	2009.10.26	
被験者	大学生 6名	
	男性 3名, 女性 3名 年齢 21~23歳	
場所	姫路市新在家本町~新在家本町	姫路市新在家本町3~新在家本町
	総距離	600m
所要時間	約7分	約4分
交差点数	10箇所	8箇所
右左折箇所	5箇所	8箇所
地図	オンラインマップ (GPS)	オンラインマップ (GPS+コンパス)

実験 1 では、GPS 機能のみの利用とし、被験者には前もって、GPS は必ずしも正確ではないと注意した。また、iPhone の操作に慣れるため、操作の練習時間を設けた。経路は、目印が少ない住宅街で、大きな道から突然細い道へ入るといったような経路となっている。経路中に非常に細い道が 2 箇所存在する。また、目的地付近の目印となり得る建物は、進行方向からは後ろ側しか見えないので分かりづらい。

実験 2 では、位置情報に加え、方角情報であるコンパス機能を利用した。被験者には前もって、GPS もコンパスも必ずしも正確ではないと注意した。また、コンパスに慣れるため、被験者に練習させた。この経路も、目印の少ない住宅街であり、見た目の経路よりも道が細く、わかりづらい箇所がいくつかある。また、目的地周辺は特徴がないため、道の形や周囲の建物をよく確認する必要がある。

4. 実験結果・考察

被験者の経路探索行動の結果は表 2 と表 3 で示す。方向感覚質問紙の得点が低い被験者 A, B, C, F を Low グループとし、得点が高い被験者 D, E を High グループとする。

表 2: 位置情報に基づく経路探索行動の結果

位置情報	A	B	C	D	E	F
方向感覚質問紙得点	49	40	59	80	86	69
左右確認(回)	2	2	2	1	1	1
地図確認(回)	38	112	92	55	38	53

表 3: 方角情報に基づく経路探索行動の結果

方角情報	A	B	C	D	E	F
方向感覚質問紙得点	49	40	59	80	86	69
左右確認(回)	0	1	2	1	0	0
地図確認(回)	7	7	18	16	14	5
地図確認(回)	29	24	60	55	19	11

4. 1. 位置情報による影響の考察

GPS 機能は、現在地を確認する被験者たちを混乱させる結果となった。Low グループ (A, C) と High グループは、特に GPS の現在地情報に依存していたため、正しい経路を見失った。GPS が、実際の位置より進んだ地点を指していたからである。彼らは、GPS に依存することにより、単純な道ですら見落としてしまったのである。

一方、Low グループ (B, F) らは、互いの行動が類似しており、彼らだけが正しい目的地へたどり着くことができた。彼らはアルバイトとクラブ活動において、普段から紙地図をよく利用していたため、地図を見ることに慣れており、GPS よりも地図をよく確認したためである。そのため、道間違いに気づき、正しい経路を選択する判断ができた。彼らは、道の形や建物の大きさなどを注意深く確認したようで、地図と現実を一致させることに優れていた。これらの結果から、我々は位置を示しているオンラインマップが、よりユーザを混乱させる可能性があることがわかった。図 2 と表 6 により、位置情報が紙地図よりも低いことを示す。

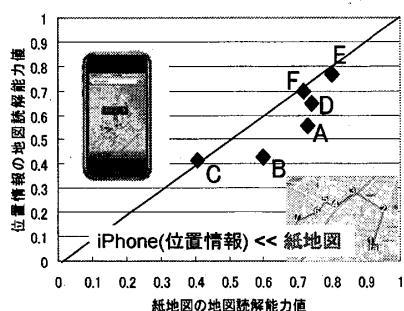


図 2: 紙地図と位置情報の相関関係

4. 2. 方角情報による影響の考察

被験者が、さらに以下の 2 種類のタイプに分類できることがわかった。

- ・北方向中心タイプ: 常に地図を北方向に見る
- ・進行方向中心タイプ: 進行方向に地図を回転させる

Low グループ (A, C) と High グループが北方向中心タイプであり、Low グループ (B, F) が進行方向中心タイプであった。前者は、実験 1 において、iPhone を回転させることはなく、常に北方向を維持した。しかし、実験 2 において、コンパスにより地図が回転することで、彼らは混乱した。特に Low グループ (C) は、コンパスによって回転する地図を見て、現実と一致させることが困難となり、経路を大きく誤った。そのため、彼女の得点はあまり変わらなかった。しかし、特に表 5 の位置感覚力の結果は表 4 より低い値となっている。他の被験者は、実験 1 を終えて、GPS が不正確であるということを再認識することによって、より注意を払って地図を見たため、

結果がよくなったのではないかと推測する。

一方、後者の進行方向中心タイプは、コンパスによって地図が回転したとしても混乱することはなく、むしろそれを好んだ。そのため、他の被験者よりも、大きく値が伸びていることがわかる (表 6)。

結果として、実験 2 においては、実験 1 により慣れた条件下で実験を行うことになったため、方角情報の方が良い結果となった (図 3)。今後、それらを考慮した上でさらに実験を行う必要がある。

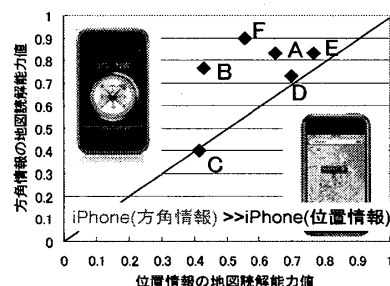


図 3: 位置情報と方角情報の相関関係

表 4: 位置情報の指標別得点

位置情報	A	B	C	D	E	F
位置感覚力	0.75	0.69	0.75	0.8	0.9	0.57
方向感覚力	0.6	0.6	0	0.5	0.6	0.6
空間記憶力	0.6	0	0	0.5	0.6	0.5

表 5: 方角情報の指標別得点

方角情報	A	B	C	D	E	F
位置感覚力	1	0.8	0.4	0.8	1	1
方向感覚力	0.9	0.9	0.5	0.9	0.8	0.9
空間記憶力	0.6	0.6	0.3	0.5	0.7	0.8

表 6: 地図読解能力値

	A	B	C	D	E	F
紙地図	0.74	0.6	0.41	0.72	0.8	0.73
位置情報	0.65	0.43	0.42	0.7	0.77	0.58
方角情報	0.83	0.77	0.4	0.73	0.83	0.9

5. おわりに

本稿では、位置情報及び方角情報付き歩行者ナビゲーションシステムを用いた、経路探索行動における地図読解能力の変化を分析した。その結果、紙地図に慣れていない被験者ほど位置情報に依存し、地図を北方向に見る被験者は、方角情報に混乱することがわかった。これらを基に、地図読解能力指標を見直すとともに再実験を行う必要がある。

謝辞

本研究の一部は、平成 21 年度科研費基盤研究(B)(2)「ユーザの潜在的意図を用いたレス・コンシャス情報検索基盤の構築」(課題番号: 20300039) によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

参考文献

- [1] 小林加織里, 李龍, 角谷和俊: オンライン地図操作に基づくユーザの地図読解能力分析システム; 第 149 回データベースシステム研究発表会, 2009
- [2] Kensaku Fujii and Kazuhiro Sugiyama. Route Guide Map Generation System for Mobile Communication. Transactions of Information Processing Society of Japan, Vol.41, No.9, pp.2394-2403, 2000
- [3] Takeuchi Yoshiaki. Factors of navigation skills: I. Reexamination of SDQ-S. Aichi University of Education. Vol. 51, pp.69-77, 2002