

GPS データを用いた歩行散策行動の抽出に向けた基礎分析

相 尚寿・田中 昂助・直井 岳人

Basic analysis for extraction of stroll behavior using GPS data

AI Hisatoshi, TANAKA Kosuke, NAOI Taketo

Abstract: It is useful if we can extract stroll behavior from normal walking trajectories collected by GIS, especially for understanding tourists' behavior. This study, as a basic analysis, tries to find characteristics of GPS trajectory data while stroll behavior. The GPS data to be analyzed is collected during an experiment where participants are asked to walk around an urban space including shopping street and historical area and to take photos when they are interested with what they saw. Since it is difficult for participants to record whether they were strolling or just walking for every moment during the experiment or to recall it afterward, we assumed that photographing activity can approximate stroll behavior. For all participants, average walking speed was found slower than overall average speed which suggests that people are walking slower while strolling. Participants are tend to take more photos when they are walking with a speed of 0.5 to 2 km/h and close to staying points under 0.5 or 1 km/h. Finally we suggest that we might extract stroll behavior by walking speed, lasting time of certain speed, existence of staying points during trajectories within certain speed.

Keywords: GPS ログ (GPS log)、個人レベル行動履歴 (Trajectory of individuals)、散策行動 (Strolling activity)、自動判別 (Automated discrimination)

1. 研究の背景と目的

人々の移動軌跡の把握は、以前から交通計画、観光計画、マーケティングなど多様な分野で注目され、様々な情報収集、分析法の開発が行われている。旧来の追跡調査、聞き取り調査、日誌調査などは、調査者あるいは回答者に多大な手間やコストが求められ、大量かつ継続的な情報収集は困難であったものの、近年は GPS 機能付き携帯電話などの普及によって大量かつ継続的な個人レベルの位置情報の蓄積が可能となってきた。

GPS によって取得された位置情報を用いた行動解析の代表的な手順としては、滞在と移動の判別による滞在地点の抽出(例えば大野ら, 2012)、移動経路および移動手段の推定(例えば山田ら, 2009 や小林ら, 2009)、これらを組み合わせた行動日誌あるいは OD

表の作成(例えば原ら, 2012)が挙げられる。移動手段の推定においては鉄道、バス、自動車、歩行などの判別が試みられているものの、速度域が重複しやすいバスと自転車などの判別にはバス系統図など他の空間データを組み合わせた推定手法が用いられている。一方、歩行に関しては速度域や最高速度が他の交通手段よりも遅いことから比較的容易に推定が可能である。しかし、例えば観光計画に資する解析を行いたいときは、駅から宿泊施設までの単なる歩行移動と、商店街や歴史的町並みなどにおける観光の一環としての散策行動とを判別する意義は大きい。これらの二つは速度域が類似しており、両者の差異よりも歩行速度の個人差が大きい可能性があるため、両者の判別には困難が予想される。一方で、川瀬ら(2011)は GPS ログの歩行速度から動物園来園者の動物観覧行動を約 7 割的中させており、速度は歩行移動と散策行動の判別のための重要な情

相: 首都大学東京 都市環境学部

〒192-0397 八王子市南大沢 1-1, hisaai@tmu.ac.jp

報であろう。以上を踏まえ、本研究では GPS ログ情報を用いた徒歩移動と散策行動の判別方法の開発に向けた基礎情報として、徒歩移動時と散策行動時の GPS ログの特性について分析を試みる。

2. 対象地と利用データ

本研究で用いるデータは、2012 年 11 月 17 日と 18 日に埼玉県川越市において 20 歳代男女 11 名の被験者の移動軌跡を取得したものである。被験者には川越駅を出発し、川越市内を散策後、2 時間後に川越市役所に集合するよう指示した。その際、川越駅から北へ伸びる商店街であるクレアモールを経由すること、歴史的町並みが広がる伝統的建造物群保存地区(伝建地区)を訪問すること、伝建地区の内外で良いと感じた箇所や悪いと感じた箇所の写真を撮影することを依頼した。本実験は、伝建地区すなわち観光地の内と外で被験者の観光へのまなざしを調査する目的で行ったもの(田中ら, 2013)ながら、事後的に移動軌跡のどの部分が移動でどの部分が散策であったかを被験者本人が判別することは困難を伴うこと、逐次的に移動か散策かを記録しながら行動させた場合には被験者の負担が大きく行動自体が変化する可

能性があること
を考慮すると、
写真撮影が行わ
れた前後の時間
帯が散策であり、



図 1 川越市中心部(実験対象地)

写真撮影をしばらく行っていない時間帯が移動であると判断することで、自然な行動条件下における移動と散策を近似的に再現しつつ判別することが可能であると思われる。被験者は測位間隔を 1 秒に設定した GPS ロガー Qstarz BT-Q1300 を携行したほか、写真撮影用のカメラにも GPS 受信機が内蔵されており、撮影地点の特定が可能である。

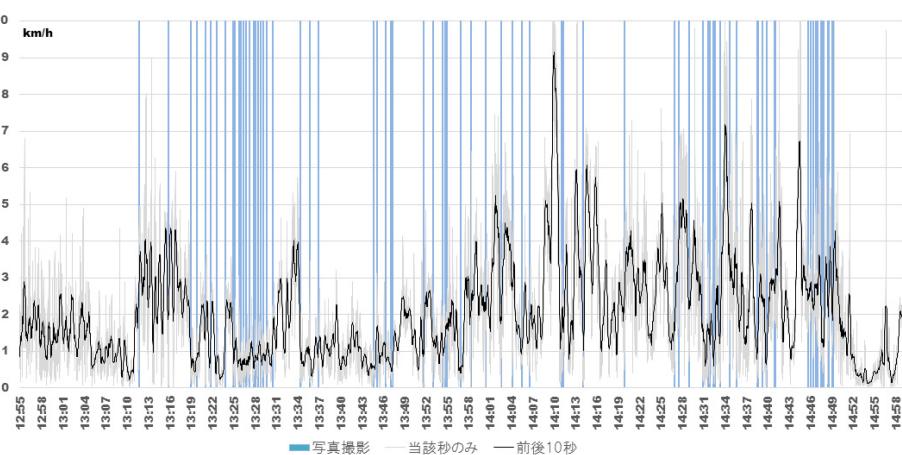
3. 写真撮影地点の前後における歩行速度の分析

まず、表 1 に被験者ごとの全体の平均歩行速度 (km/h) と写真撮影時刻の前後 10 秒ずつを含めた 21 秒間の平均歩行速度 (km/h) を算出した。GPS ロガーで取得される速度は瞬間的で、誤差を含む可能性があるため、撮影時刻ではなく前後の時刻を含めた平均速度とした。21 秒間は、カメラを取り出して撮影を行う時間より長く、一般的な信号での待ち時間より短い時間を想定して設定した。全ての被験者で全体の平均速度よりも写真撮影前後の速度のほうが小さく、散策時は歩

行速度がやや遅くなるという一般的な認識と一致する。
しかし、個人差による速度の差異の
ほうが大きく、散策行動の抽出のため速度に特定の閾

被験者	写真撮影回数	写真撮影	
		全体の平均時速	前後 21 秒間平均時速
A	79	2.03	1.55
B	36	1.76	1.66
C	113	1.49	1.30
D	53	1.63	1.20
E	115	1.60	1.35
F	25	1.88	1.72
G	56	1.09	1.05
H	64	1.18	0.96
I	106	1.34	1.22
J	85	1.18	1.12
K	38	2.06	1.37

図 2 被験者 A の歩行速度と写真撮影位置



値を定めることは困難だと考えられる。

図2は横軸に時刻、縦軸に被験者Aの速度を示したものである。また、写真撮影時刻を棒グラフの立ち上げで表している。概観すると歩行速度が速いときに写真撮影は少なく、概ね0.5km/h~2km/hの速度域で写真撮影が多い傾向が読み取れる。全被験者の速度域別のログ数と当該速度域における写真撮影回数を集計すると表2のようになる。全体的に2km/h未満での移動が多いものの、ログ数に対する写真撮影回数の構成比で見ると0.5km/h~2km/hの速度域で多くの写真が撮影されている。2km/h以上の移動は単純な徒歩移動であり、やや遅い0.5km~2km/hが散策行動であると考えられる。0.5km/h未満で写真撮影が非常に少なくなるのは、単位時間当たりの移動距離が小さくなり新たな被写体が出現しにくい

速度域 km/h	ログ数	撮影 枚数	割合
0 ~ 0.5	7341	48	0.7%
0.5 ~ 1	16855	261	1.6%
1 ~ 1.5	14056	221	1.6%
1.5 ~ 2	10623	134	1.3%
2 ~ 3	12696	92	0.7%
3 ~ 6	6048	14	0.2%
6以上	125	0	0%
合計	67744	770	1.1%

ためと考えられ、これは散策行動というよりは特定の場所に滞留しての買い物や食事あるいは見学であると考えられる。

4. 写真撮影地点および歩行経路と速度の可視化

本章では被験者の行動軌跡と写真撮影位置を可視化する(図3)。図中の色つき矢印はGPSロガーによって測位された被験者の位置であり、色で速度、矢印の向きで進行方向を表す。0.5km/h未満と1km/h未満のログから10mバッファを発生させて各々薄い赤と灰色に着色することで簡易的に滞留地点を抽出した。楔形の記号はカメラのGPSにより測位された写真撮影位置であり先頭部の方向で写真撮影方向を表す。写真撮影位置は概ね滞留地点の周辺に分布しており、滞留の前後で写真撮影が行われる傾向が読み取れる。この傾向は徒歩での移動速度が比較的速い被験者で特に顕著に現れる。これは散策中に特定の店舗や景観に気を留め、それをきっかけに立ち寄りや見学を行う行動パターンと矛盾しない。

5. 歩行速度と滞留地点を用いた散策行動の抽出

第3章の分析から、個人差はあるものの概ね0.5~2km/hの移動速度の場合が散策行動である可能性が高いと考察した。第4章の分析では0.5km/hや1km/hに満たない移動速度が記録される滞留地点の周辺で写真撮影が多いことを示した。上記の2つを勘案すると0.5~2km/hの移動の前後あるいは移動中に滞留地点が含まれる場合が散策行動である可能性が高いと考えられる。そこで0.5~2km/hのログから発生させた10mバッファが連なりかつログを60以上含むもの(以下これを散策候補区間と呼ぶ)のうち、このバッファが0.5km/h未満または1km/h未満のログから発生させたバッファと重なるものを散策行動区間と見なし、その区間内の写真撮影回数を集計した。前者の条件は散策行動が一定以上の時間継続するであろうことと測位



図3 被験者Aの歩行経路と撮影位置

精度の問題によりログが空間的に連続しない場合を除外するためであり、後者の条件は散策行動の前後や途中に滞留が発生するという

前章の仮説を反映する。

表3は、左から写真撮影回数の総数、

表3 滞留を含む0.5~2km/h移動時の写真撮影回数

被験者	総数	0.5km/h未満		1km/h未満	
		未満	未満	未満	未満
A	79	35 (44%)	45 (57%)		
B	36	15 (42%)	20 (56%)		
C	113	78 (69%)	105 (93%)		
D	53	46 (87%)	50 (94%)		
E	115	74 (64%)	104 (90%)		
F	25	23 (92%)	23 (92%)		
G	56	48 (86%)	55 (98%)		
H	64	53 (83%)	58 (91%)		
I	106	89 (84%)	101 (95%)		
J	85	75 (88%)	75 (88%)		
K	38	18 (47%)	30 (79%)		

0.5km/h 未満および 1km 未満を滞留と定義して発生させたバッファが重なる散策候補区間の中での写真撮影回数を示している。一部の被験者を除き、0.5km/h 未満を滞留と定義してそのバッファと重なる散策候補区間を散策行動区間として抽出すると大半の写真撮影が含まれる。

6. 分析結果のまとめと今後の課題

本稿では、GPS を用いた個人レベルの詳細な位置情報の蓄積を受けて、徒步での移動について目的地までの単純な徒步移動と観光の一環としての散策行動を GPS ログから判別する方法の開発を最終的にすえ、被験者実験における写真撮影行動の前後を散策区間と仮定した上で、散策行動時の GPS ログの特性について基礎分析を試みた。

歩行速度は個人差が大きいものの写真撮影前後のほうが全体の平均よりも速度が小さく、ゆっくり歩いているときが散策であるとの一般認識に通じる結果を得た。また、写真撮影地点と歩行速度別のログを地図化することで、写真撮影の前後に歩行速度が遅い滞留地点がある傾向を捉えた。両者を踏まえて滞留地点を前後や途中に持つ、連続したやや歩行速度の遅い区間が散策として抽出できる可能性を見出した。なお、滞留地点および歩行速度のやや遅い区間を定義するための閾値は、歩行速度の個人差が大きいために特定の値を汎用的に使用することは困難と考えられる。しかし、被験者数を増やして情報を蓄積することで、GPS ログを収集して事後的に散策行動を抽出する場合には個々人の歩行速度特性に応じた閾値設定が可能になると考えられる。また、散策支援アプリなど即時的な散策行動抽出が求められる場面でも、当該人物の歩行速度特性を事前学習する機会が与えられれば適用可能性が高まるであろう。

個々人の歩行速度特性に応じた判別用の閾値設定を行うには被験者増による情報蓄積が不可欠であり、また今回の実験では自然な行動条件下で移動と散策を逐次区別する記録が困難なため写真撮影行動で散策行動を近似した。より散策行動を自然な行動条件

下で逐次記録する実験方法の検討も必要である。

参考文献

- 大野夏海・関本義秀・中村敏和・Horanont Teerayut・柴崎亮介 (2012) : 東京都市圏における長期の GPS データを用いた移動経路の推定に関する研究, 地理情報システム学会講演論文集, 21, CD-ROM.
- 川瀬純也・倉田陽平・矢部直人 (2011) : 歩行速度を考慮することによる GPS を用いた観光行動調査の高度化の可能性 ~多摩動物公園での調査から~, 地理情報システム学会講演論文集, 20, CD-ROM.
- 小林亜令・岩本健嗣・西山智 (2009) : 釈迦: 携帯電話を用いたユーザ移動状態推定方式, 情報処理学会論文誌, 50(1), 193-208.
- 田中昂助・直井岳人・相尚寿 (2013) : 観光地とその周辺エリアにおける観光者のまなざしの対象の抽出と比較 -川越一番街と駅からの通過エリアを対象として-, 第 28 回日本観光研究学会全国大会学術論文集, 285-288.
- 原辰徳・矢部直人・青山和浩・倉田陽平・村山慶太・大泉和也・嶋田敏 (2012) : サービス工学は観光立国に貢献できるか? GPS ロガーを用いた訪日旅行者の行動調査とその活かし方, 情報処理学会デジタルプラクティス, 3(4), 262-271.
- 山田直治・磯田佳徳・南正輝・森川博之 (2009) : 携帯電話の GPS 位置情報を用いた高精度移動経路推定手法, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2009 年_通信(2), 205.

謝辞

本分析は、科研費基盤研究 C 「二次交通体系整備計画策定のための観光周遊行動分析手法の開発」(課題番号 25501008、代表: 清水哲夫)の一部として実施したものである。また図 1 と図 3 の背景地図は「基盤地図情報」を利用した。