

歩行散策行動の自動判別における加速度データの利用可能性について

相 尚寿

Can acceleration data be utilized to detect strolling behavior of tourists?

AI Hisatoshi

Abstract: We have been developing an auto-detection rule of strolling behavior from tourists' walking trajectories collected by GPS. The question of this analysis is whether acceleration data collected from tourists' smartphones, which corresponds to how tourists carry their smartphones, can be utilized to improve the detection accuracy of strolling behavior if it is added to walking speed data collected by GPS. Firstly, we pointed out that personal diversity of acceleration data is much larger than differences between normal walking and strolling behavior for each individuals. Secondly, we cannot find any outstanding spatial patterns between strolling behavior and the change of how tourists carry their smartphones. Finally, by analyzing the relationship between whether auto-detection rule hits or not and how tourists carry their smartphones for each moment, we conclude that acceleration data cannot be utilized to improve auto-detection of strolling behavior.

Keywords: 歩行散策行動、歩行軌跡、加速度センサー

1. はじめに

筆者らはこれまで、タイミング良く観光情報を配信するシステムへの応用を目標に、スマートフォン(スマホ)で観光者の歩行散策行動を自動判別するルールを構築してきた(相ら, 2014; 2015a; 2015b; 2015c; 2016)。スマホアプリの位置情報と通知機能は、利用者に対し周辺地域の効果的な情報配信を可能にする一方、スマホは観光以外のときも携帯するので、通勤通学や用務での移動中も含め常に観光情報が配信されると利用者に煩わしく思われ、観光情報配信システムが真価を発揮できない恐れがある。そこで、スマホに登載される GPS や加速度センサーの情報を活用し、利用者の歩行行動が観光散策行動か単なる移動なのかを自動判別するルール構築を行っている。

2. これまでに構築した散策判別ルール

従前の分析では、GPS の速度情報を用い、一定時間以上にわたり一定速度域を保つことを散策判別ルールとし、

判別精度の評価指標を提案しつつ、歩行速度の個人差を考慮した判別精度向上を図ってきた。しかし、被験者によって判別精度が大きく異なることから、歩行速度のみを用いた判別精度向上には限界があり、新たなセンサー情報を加えた判別精度向上



図1 対象地の地図 (文献12より再掲)

の必要性を指摘していた(相ら, 2016)。本報告ではスマホの持ち方を表す、加速度センサーデータが判別精度の向上に寄与しうるかを検討したい。

3. データ取得

従前の研究と同様、埼玉県川越市において、2015年11月14日(土)と15日(日)に歩行散策実験を行った。被験者は川越駅前を出発し、クレアモール商店街を南から北へ通り抜けた後、経路は自由ながら必ず伝建地区を通して2時間後に川越市役所に集合した(図1)。経路に一部制約を設けているのは、対象地内の商店街、一般的な市街地、歴史的建造物が立ち並ぶ観光地を経由させるためである。被験者は10代~20代の男女で、いずれもQstarz社のGPSロガーBT-Q1300を携帯して1秒間隔で歩行軌跡と歩行速度を記録しつつ、各自のスマホで無料アプリ(iOS: AccelerationLogger, Android: AndroSensor)を用い、内蔵加速度センサーのデータも記録した⁽¹⁾。また、川越市役所での集合直後に、被験者自身が散策していたと思う区間を、歩行開始前に参考資料として配付していた地図に記入してもらった。有効なデータが取得できたのは13名分であった。

表1 実験中全体と散策中の平均加速度

No	全体			散策中		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.288	0.698	-0.149	0.228	0.619	-0.156
2	-0.163	-0.100	-0.746	-0.380	-0.006	-0.582
3	-0.146	0.357	-0.394	-0.395	0.612	-0.162
4	-0.093	0.839	0.080	-0.087	0.809	0.066
5	0.270	-0.919	0.026	0.248	-0.907	-0.014
6	0.101	-0.787	-0.002	0.102	-0.910	-0.074
7	-0.015	0.752	-0.043	-0.002	0.786	-0.029
8	0.071	0.929	0.033	0.066	0.906	0.026
9	0.002	0.071	0.159	-0.050	-0.378	0.092
10	0.334	-0.756	-0.164	0.413	-0.689	-0.138
11	0.073	-0.288	-0.830	0.113	-0.329	-0.815
12	-0.036	-0.364	-0.731	-0.094	-0.386	-0.720
13	0.288	0.840	-0.043	0.262	0.814	-0.053

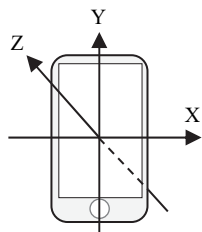


図2 加速度センサーの軸

4. 加速度データの基礎集計

表1に歩行散策実験で取得したスマホの加速度データ(単位はG)を示す。左側が実験中全体の平均、右側が歩行後に被験者が地図に記入した散策区間内のみの平均である。XYZ各軸の正負は、各々スマホの右左、上下、表裏どちらから加速度が作用しているかを表す(図2)。通常は重力加速度の影響が最も大きいので、記録された加速度データはスマホのどちら向きに重力が作用していたか、すなわちスマホがどの向きで保持されていたかを表すと考えられる。例えば4番や8番の被験者はY軸のみ大きくX軸と

Z軸の値が0に近いので、縦向きながら上下を逆さまにして保持した時間が長いと考えられる。表1の結果を概観すると、大半の被験者で全体と散策中の差異が小さく、むしろ個人差が大きい。

5. スマホ保持様態のクラスタ分類

前章で概観したのは加速度データの平均値であり、実際には歩行中に手で持ったり、写真を撮ったり、ポケットにしまったり、複数のスマホ保持様態が混在していると考えられる。そこで本章では加速度データをクラスタに分類し、各クラスタから類推されるスマホ保持様態を考慮した分析を試みる。

スマホ保持様態の分類のため、日常生活と散策行動時におけるスマホの利用実態に関するウェブアンケートを実施した。アンケートはGoogleフォームで作成し、回答期間は2015年12月~2016年2月とした。男性66名、女性89名で計155名から回答があり、その大半にあたる126名が20代であった。これは本研究で実施した歩行散策実験の年代とほぼ一致する。日常生活と散策行動時におけるスマホの使い方(複数選択可)のうち主要なものを表2に整理した。回答者の過半が挙げた項目のうち散策行動中にも行う割合の高いものは、やや前に倒して手に持つ様態(送受信や閲覧)、手に持って前に掲げる様態(写真撮影)であろう。また、スマホを使わないときについて「カバンにしまう」(59名; 38%)と「ポケットに入れる」(93名; 60%)という回答が大半であることから、上記4様態が区別できる分類が有効であろう。

加速度データのXYZ各軸の値を変数として、IBM SPSS Statistics 22の大規模ファイルのクラスタリングを行い、加速度データを4つのクラスタに分類した。その結果、スマホがほぼ垂直で上向きの状態、

ほぼ垂直で下向きの状態、垂直の状態から右回りに倒

表2 日常と歩行散策中のスマホの主要な使い方

	日常		歩行散策中	
	回数	割合	回数	割合
通話	86	56%	30	19%
メッセージ送受信	154	99%	87	56%
文章や写真の投稿	98	63%	59	38%
経路検索・地図閲覧	123	79%	142	92%
ウェブ閲覧	139	90%	107	69%
風景写真撮影	117	76%	134	87%
近景写真撮影	81	52%	81	52%
現在時刻確認	105	68%	70	45%

※日常かつ歩行散策中いずれかで78名以上が挙げた項目のみ

した状態、水平に近く少し上側を起こした状態の 4 つが得られた(表 3, 図 3)。

表 3 クラスタごとの加速度平均値

	X	Y	Z
▲上向き	0.091	-0.949	-0.058
▼下向き	0.065	0.881	0.060
>右向き	0.811	-0.383	-0.255
■起こし	-0.065	-0.265	-0.861

※表 3 や図 3 中の色は図 4 と共通

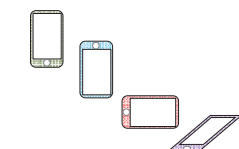


図 3 クラスタごとの様態

図 4 は複数の被験者について、GPS ロガーで取得した位置情報と、スマホの加速度データを時刻情報で連結し、スマホ保持様態を表すクラスタを地図上に示したものである。色分けは表 3 や図 3 と対応する。被験者により、卓越する保持様態が「上向き」の人、「下向き」の人、「起こし」の人が見られる。また、6 番の被験者のように途中で基本的な保持様態が変化している場合や、10 番の被験者のように比較的長時間「右向き」が持続する場合も見られる。

被験者自身が地図に記入した散策行動をしていたと思う区間を図 4 中に黒枠で示した。この散策区間とスマホ保持様態との関連性に注目すると、散策区間内で「上向き」や「下向き」の中に「右向き」が点在し、スマホを取り出して写真撮影をしていると想像される場面が見られるものの、散策区間内で必

ずそのような場面が見られるわけではなく、また逆に散策区間の外でも同様の場面が見られる場合もあり、スマホ保持様態と散策区間の内外の間には明確な対応関係は見いだせない。

6. 散策判別ルール付加情報としての加速度の意義

前章では加速度データを単独で用いて、被験者自身が地図に記入した散策区間の抽出を試みた。本章では、すでに一定の精度がある、歩行速度を基本に据えた散策判別ルールに、付加情報として加速度データを用いた場合の判別精度向上の可否について検討する。表 4 と表 5 に被験者 13 名分の GPS ログについて、本人が地図に記入した散策区間の内外、散策判別ルールによる分類結果、加速度データに基づくスマホ保持様態の関係を整理した。表 4 は相ら(2014)が提案した、散策判別の基本的なルール「0.5～2.0km/h のログが 60 秒以上連続し、かつその途中に 0.5km/h 未満のログを含む²⁾」の適用結果で、表 5 は相ら(2015c)が提案し、散策行動の誤検出と検出漏れの双方を抑えうると指摘した「下限固定拡大方式」のルールの適用結果である。後者は、基本的なルールに対して歩行速度の個人差を加味したものである。

表 4 と表 5 において、本人が地図に記入した散策

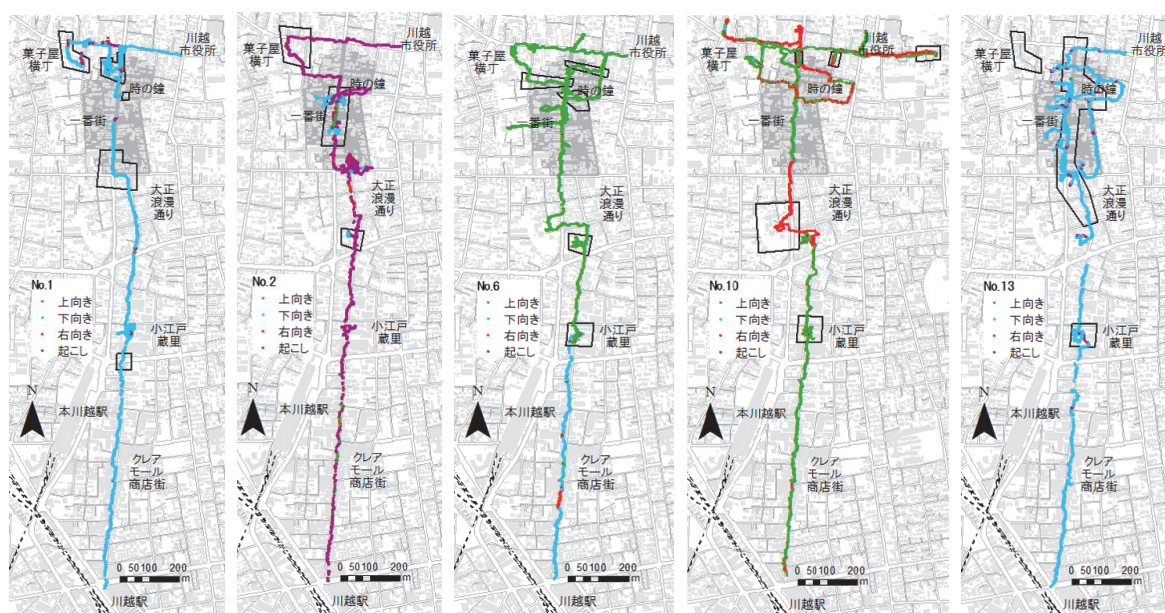


図 4 取得した加速度データに基づくスマホ保持様態クラスタリングの結果 ※黒枠は被験者本人が地図に記入した「散策区間」

表 4 基本的なルールによる判別結果とスマホ保持様態の関係

本人 記入	基本 ルール	▲上向き	▼下向き	➤右向き	■起こし	総計
		10322	11468	2198	5314	29302
	散策	1568	4241	94	2240	8143
散策		3585	5981	688	2570	12824
散策	散策	1569	5328	123	1744	8764
総計		17044	27018	3103	11868	59033

表 5 下限固定拡大方式による判別結果とスマホ保持様態の関係

本人 記入	下限 固定	▲上向き	▼下向き	➤右向き	■起こし	総計
		7969	9160	1397	4530	23056
	散策	3921	6549	895	3024	14389
散策		2165	3852	508	1967	8492
散策	散策	2989	7457	303	2347	13096
総計		17044	27018	3103	11868	59033

区間の内外とルールによる判別結果が相違する項目(2行目と3行目)に該当するログを減らすことが判別精度向上に寄与すると考えられるものの、いずれのスマホ保持様態においても、それらの該当ログ数が全体傾向と比較して突出して多いものが見られない。すなわち、ルールで散策として判別されなかったログを特定のスマホ保持様態のときに限って散策であると判別するようルールを変更しても本来は散策ではないログを大量に誤検出することにつながり、ルールで散策と判別されたログを特定のスマホ保持様態のときに限って散策ではないと判別しなおしても大量の検出漏れにつながると考えられる。以上から、散策判別ルールに付加情報としてスマホ保持様態を考慮しても、判別精度の大幅な改善にはつながらないとの示唆を得た。

7. おわりに

本報告では、GPS による歩行速度情報にスマホ保持様態を表す加速度センサーのデータを加えても、それらの個人差が大きいと、必ずしも歩行散策行動の抽出精度向上には寄与しないのではないかと示唆を得た。

一方で、本分析を含む一連の研究の最終的な目標は、時々刻々と散策行動か否かを精確に判別することではなく、散策行動中に効果的な観光情報を配信することである。相ら(2016)で達成されている判別精度であっても、観光情報を配信する好機は逃していない可能性がある。今後は、実際に歩行速度情報を中心に散策行動を自動判別したうえで観光情報を

配信する実験を行い、その時機を被験者自身が評価したデータを取得することで、一連の研究で提案してきた散策行動判別ルールの実用上の評価を行っていく必要があると考えられる。

補注

- (1) 加速度センサーの値を記録するアプリで得られる値の単位は iOS 用アプリが G、Android 用アプリが m/s^2 と異なるため、本研究では事後処理で単位を G に変換して分析を行った。
- (2) 0.5~2.0km/h のログが 60 秒以上連続するという条件について、数秒間この条件を満たさないログが混在してもその前後のログが相互に 2m 以内に近接していれば連続とみなすため、途中に 0.5km/h 未満のログが存在しうる。

参考文献

- 相尚寿・田中昂助・直井岳人(2014): 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, 地理情報システム学会講演論文集, 23, CD-ROM.
- 相尚寿・直井岳人・田中昂助・倉田陽平(2015a): 散策行動の自動判別に向けた GPS ログ特性の把握, 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, DVD.
- 相尚寿・直井岳人・倉田陽平・田中昂助(2015b): 歩行速度の個人差を考慮した GPS ログによる散策行動の自動判別, 観光情報学会第 11 回研究会論文集, 13-16.
- 相尚寿・直井岳人・倉田陽平・田中昂助(2015c): GPS ログを用いた散策行動の自動判別のための歩行速度の分析, 地理情報システム学会講演論文集, 24, CD-ROM.
- 相尚寿・直井岳人・倉田陽平・田中昂助(2016): GPS ログを用いた歩行散策行動の自動判別: 歩行速度の個人差を考慮した判別ルール修正, 観光科学研究, 9, 75-82.

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)の成果の一部である。また本文中の背景地図は「基盤地図情報」を利用した。