

## (73) スマートフォンのGPSセンサ特性を考慮した 人物の行動把握支援に関する研究

井上 晴可<sup>1</sup>・窪田 諭<sup>2</sup>・今井 龍一<sup>3</sup>・田中 成典<sup>4</sup>・大内 佑起<sup>1</sup>

<sup>1</sup>非会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)  
E-mail: {k795202, k101566}@kansai-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 関西大学准教授 環境都市工学部 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)  
E-mail: skubota@kansai-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報  
基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地) / 関西大学大学院総合情報学研究科連携大学院客員教授  
E-mail: imai-r92ta@nilim.go.jp

<sup>4</sup>正会員 関西大学教授 総合情報学部 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)  
E-mail: tanaka@res.kutc.kansai-u.ac.jp

人物の行動を把握することは、都市計画や防災計画の立案において重要である。スマートフォンを用いると、GPSセンサから取得する位置情報に人物の交通手段を付加した位置情報の取得が期待される。しかし、スマートフォンに搭載されているGPSセンサは機種毎に異なるため、アプリケーションの開発者がその特性を理解せずにアプリケーションを開発すると、機種によってはアプリケーションが正常に動作しないことがある。本研究では、交通手段の把握サービスや位置情報サービスのスマートフォンアプリケーションの開発者のために、機種毎のGPSの計測データを分析し、GPSの精度と行動認識APIの精度の特性を明らかにした。

**Key Words** : Smart Phone, GPS, Sensor, Activity Recognition

### 1. はじめに

都市計画や防災計画などの計画立案において、人物の移動目的や移動のための交通手段を統計調査により把握することが重要である。人物の行動調査には、道路交通センサ<sup>1)</sup>、パーソントリップ調査 (PT 調査)<sup>2)</sup>、プローブパーソン調査 (PP 調査)<sup>3)</sup>などがある。道路交通センサでは、トラフィックカウンターなどの機械式調査やアンケートから道路状況、交通量、旅行速度、起終点や運転目的などを調査する。PT 調査では、地域全体の交通量の把握や予測を目的として、交通行動の起終点、目的、交通手段や時間帯などの1日の交通データを調査する。PP 調査は、スマートフォンを利用するため交通センサや PT 調査に比べて継続的な位置情報の取得と時刻や移動目的を調査することが可能である。スマートフォンを用いた交通行動調査の例には、つくば市の低炭素社会実現のための都市活動の目安になる人物や車の動きを把握する調査がある。人物の行動把握には、位置情

報と移動経路に加えて移動目的や交通手段が分かれば有益である。人物の位置情報と移動経路を把握するためのツールとして、スマートフォンに搭載されている GPS センサから取得できる位置情報が利用され、交通手段を把握するために Google の Activity Recognition (以下、行動認識 API)<sup>4)</sup>の利用が考えられる。行動認識 API では、スマートフォン内蔵のセンサなどを用いてスマートフォンから交通手段に該当する歩行、自転車や自動車を取得できる。行動認識 API を用いると、GPS センサから取得する位置情報に人物の交通手段を付加した情報の取得が期待できる。

しかし、スマートフォンに搭載されているGPSセンサは機種毎に異なる<sup>5)6)</sup>ため、交通手段を把握するアプリケーション (以下、アプリ) や位置情報サービスのアプリの開発者がその特性を理解せずにGPSセンサや行動認識APIを用いたアプリを開発すると、機種によってはアプリが正確な値を取得できないことがある。一方、行動認識APIを利用すると交通手段を取得することができる

表-1 機種と交通手段

機種名	A (302SH) , B (SC02E) , C (SC03E) , D (ISW12HT) , E (SO03C) , F (P07C)
交通手段	歩行, 自転車, 自動車



図-1 交通手段と計測方法

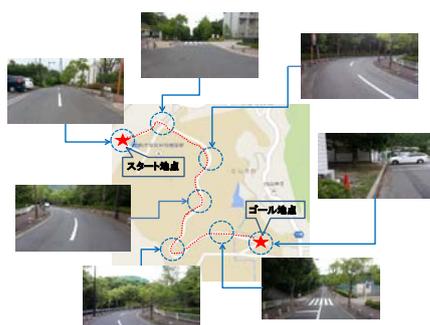


図-2 実験コース (地図データ©2014 Google,ZENRIN)

が、交通手段の取得精度は機種に搭載されているセンサと行動認識APIの値の処理に依存する。交通手段の取得精度は、行動認識APIによって出力される交通手段が実際の交通手段と一致することをいう。これらの課題を解決するために、開発者はスマートフォンのGPSセンサと行動認識APIの特性を把握する必要がある。

本研究では、交通手段を把握するアプリや位置情報サービスのアプリの開発者のために、スマートフォンのGPSセンサと行動認識APIの特性を明らかにすることを目的として、GPSセンサと行動認識APIについて機種毎の計測データを分析する。実験の対象OSは、多くのスマートフォンに利用されているAndroid<sup>7)</sup>を用いる。

## 2. GPS精度の比較実験

### (1) 実験方法

GPSセンサの精度を比較するために、機種別と交通手段別の実験を行う。Android OSは、機種A~Dが4.x, 機種Eと機種Fが2.xである(表-1)。交通手段は、歩行、自転車と自動車の3つのモード(図-1)を設定した。実験では、関西大学高槻キャンパス内の道路約1.4kmを実験コース(図-2)として3つの交通手段別に機種毎のGPSセンサの精度を比較する。車道片側車線と歩道の幅はそれぞれ3mで、歩道は片側にのみ存在する。



図-3 歩行モードにおけるGPSの取得結果  
(©2014 Google - 地図データ ©2014 Google, ZENRIN)

スマートフォンをケースに並べて手で持ちながら歩道を歩いた場合を歩行モード(図-1(a))とする。スマートフォンを並べた段ボール箱を荷台に固定して車道を走行した場合を自転車モード(図-1(b))とする。スマートフォンを並べたケースを自動車のダッシュボードに固定して運転する場合を自動車モード(図-1(c))とする。実験では、GPSセンサから位置情報を取得する間隔として最小通知時間を0秒と最小通知距離を0mに設定した。3つの交通手段では、6台同時に検証をした。

### (2) 実験結果と考察

機種毎のGPSセンサの取得結果の歩行モードを図-3、自転車モードを図-4、自動車モードを図-5に示す。図-3~図-5では、GPSが取得した計測点をGoogleMap上にプロットした。機種毎の計測点は、道路縁から約5~10m以内の誤差の場合、コースを外れる場合、位置情報が途切れる場合、コースとは全く異なる点を取得する場合に分類された。機種Aは、3つの交通手段において約0.23km

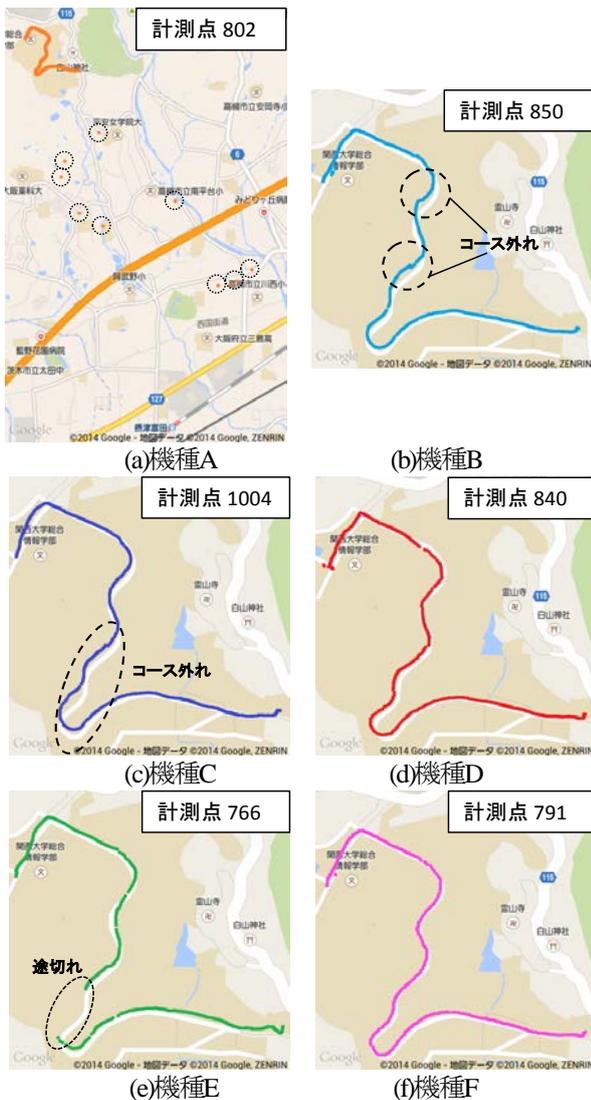


図-4 自転車モードにおけるGPSの取得結果  
(©2014 Google - 地図データ ©2014 Google, ZENRIN)

～約4.53km道路縁から外れた全く異なる点を取得した。機種Bは、自転車モードではカーブ付近でコースを外れる場合があったが、歩行モードと自動車モードでは計測点がGoogleMapの車道上にプロットされて精度が良かった。機種Cは、3つの交通手段においてカーブが続く中間地点でコースから外れた。歩行モードでは、スタート地点とゴール地点付近の直線コースの区間で計測点が途切れた。機種Dは、歩行モードのカーブ付近で計測点が途切れ、ゴール直前の直線コースで計測点がコースから外れた。自転車モードでは、計測点がGoogleMapの車道上にプロットされて精度が良かった。自動車モードでは、直線コースやカーブ付近で計測点がコースから外れた。機種Eは、3つの交通手段において急カーブ付近で計測点が途切れ、自動車モードではカーブ付近で計測点がコースから外れた。機種Fは、歩行モードと自転車モードにおいて計測点がGoogleMapの車道上にプロットされて精度が良かったが、自動車モードではスタート付近の

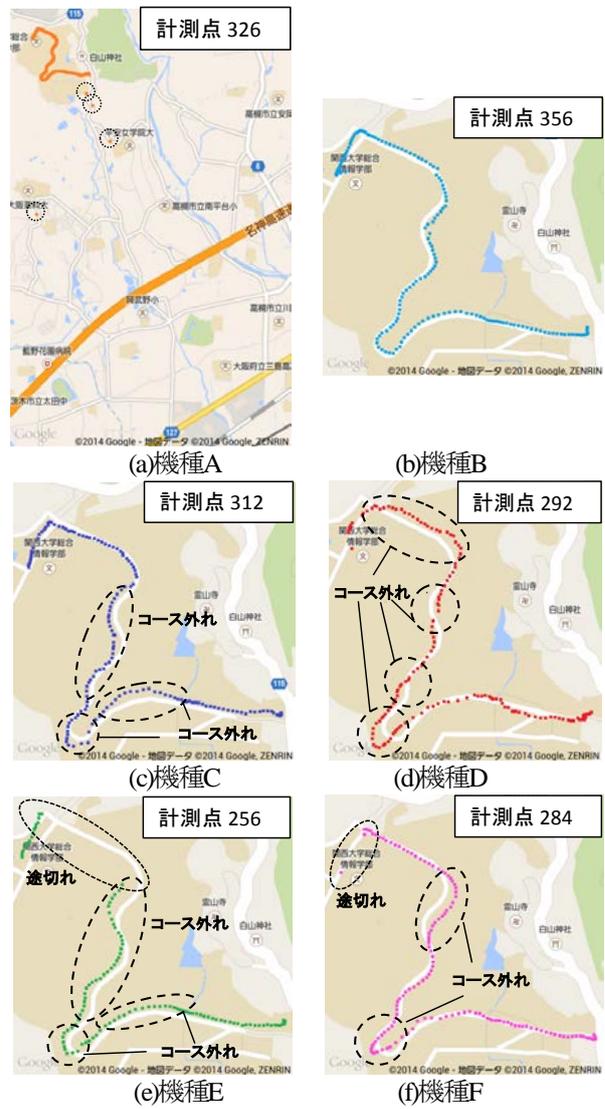


図-5 自動車モードにおけるGPSの取得結果  
(©2014 Google - 地図データ ©2014 Google, ZENRIN)

直線コースで計測点が途切れ、カーブ付近で計測点がコースから外れた。

実験時の衛星数は、機種B～機種Eが最大4個を取得するのに比べ、機種Aが最大6個と多い傾向があった。衛星取得数が最大の機種Aは、GoogleMapの車道上に計測点がプロットされて精度が良かった。これは、機種Aが取得した衛星数が機種B～Eに比べて約1.3～1.5倍であるため、位置情報の精度が良かったと考えられる。計測点が道路上にない場合は、マップマッチング処理などによって補正する。

交通手段別に実験結果を分析すると、歩行モードの計測点が平均1600点、自転車モードの計測点が平均842点、自動車モードの計測点が平均304点を取得し、同じ交通手段において機種毎の計測点数は異なっていた。自転車モードは、その他のモードに比べて計測点の途切れやコース外れの地点が少なかった。自動車モードは、その他のモードに比べてカーブ付近で計測点がコースから外



図-6 歩行モード（手持ち）

表-2 行動認識 API の取得精度

交通手段	機種 A		機種 B	
	取得数 (回)	取得精度 (%)	取得数 (回)	取得精度 (%)
歩行 (手持ち)	46	88.46	51	91.24
歩行	137	4.35	104	5.88
自転車	26	77.27	22	84.62
自動車	21	100.00	23	95.24

れた。

### 3. 行動認識APIの精度比較実験

#### (1) 実験方法

行動認識 API の精度を比較するために交通手段別に実験する。行動認識 API を用いた結果、機種 C～機種 F の 4 台の端末では交通手段を取得できなかったため、機種 A と B を対象にする。実験では、関西大学高槻キャンパス内の道路約 1.4km を実験コース（図-2）として 3 つの交通手段別（図-1）に機種毎の行動認識 API の取得精度と GPS の精度を比較する。実験では、機種 A と B の 2 機種のみを対象としたため、歩行モードではスマートフォンを手で持つ場合を歩行モード（手持ち）（図-6）として追加した。行動認識 API の取得精度の比較においては、交通手段別に取得した行動認識 API の交通手段数に対する正解の交通手段数の割合を算出する。

#### (2) 実験結果と考察

機種毎の行動認識 API の取得結果の精度を表-2 に示す。表-2 より、機種 A と B は、自動車モードの行動認識の精度が良く、歩行モードの行動認識の精度が悪かった。歩行モード（図-1(a)）の場合、2 機種に共通して約 70% が自転車、約 20% が自動車と誤判定した。歩行モード（手持ち）（図-6）では、機種 A の約 9.62% が自転車と誤判定し、機種 B の約 4.38% が自転車、約 0.73% が自動車と誤判定した。自転車モードは、機種 A の約 22.73% と機種 B の約 11.54% が自動車と誤判定した。行動認識 API を併用した時の GPS の精度は、GPS センサを単独で利用した場合の計測点数や機種毎の特性と同様であった。自転車モードのときに自動車と誤判定される原因は、端

末に加わる振動が類似していたためと考える。今後は、端末に搭載されているセンサの計測値を分析してこの原因について調査する。

### 4. おわりに

本研究では、交通手段を把握するアプリや位置情報サービスのアプリの開発者のために、スマートフォンの GPS センサと行動認識 API について機種毎の計測データを分析し、GPS センサと行動認識 API の特性を明らかにした。まず、6 機種を対象に、機種毎の GPS の精度について交通手段別に検証する実験を行った。端末毎の GPS の精度は、許容誤差内の場合、コースを外れる場合、途切れる場合、コースとは全く異なる点を取得する場合に分類された。GPS の計測時において機種毎で取得する衛星の数も異なった。次に、行動認識 API の精度について交通手段別に検証する実験を行った。今回対象とした 6 つの機種の内 4 つが交通手段を取得しなかったため、機種によって行動認識 API のアプリが動作しないことがわかった。行動認識 API の精度は、機種毎で大きな違いはなく、交通手段で比較すると自動車モードの精度が良かった。

今後は、歩行、自転車や自動車別に GPS センサから位置情報を取得する間隔として最小通知時間と最小通知距離を設定する。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：道路交通センサス一般交通量調査の概要，2011。
- 2) 国土交通省：PT 調査とは？，<<http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/pt.html>>（参照 2014-06-28）。
- 3) 国土交通省：プローブパーソン調査とその活用可能性について，2006。
- 4) Google：Android Developers，<<https://developer.android.com/reference/com/google/android/gms/location/DetectedActivity.html>>（参照 2014-06-28）。
- 5) 株式会社インプレス R&D インターネットメディア総合研究所：スマートフォン白書 2012，インプレス R&D，2012。
- 6) 太田恒平，大重俊輔，矢部努，今井龍一，井星雄貴：携帯カーナビのプローブ交通情報を活用した道路交通分析，土木計画学研究・講演集，土木学会，Vol.47，No.323，pp.1-12，2013。
- 7) 今井龍一，深田雅之，重高浩一，矢部努，牧村和彦，足立龍太郎：多様な動線データの組合せ分析による都市交通計画への適用可能性に関する考察，土木計画学研究・講演集，土木学会，Vol.48，No.134，pp.1-9，2013。