

スマートフォンのGPSセンサ特性を考慮した位置情報取得アプリケーションに関する研究

井上 晴可¹・窪田 諭²・今井 龍一³・田中 成典⁴・大内 佑起⁵

¹学生会員 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@kansai-u.ac.jp

²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

³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

⁴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

⁵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)

都市計画や防災計画の立案において人物の行動を把握することは重要である。スマートフォンのGPSセンサと行動認識APIを用いることにより、人物の交通手段を付加した位置情報を取得することに期待が高まっている。しかし、機種毎のGPSセンサは異なるため、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、機種によっては正確な値を取得できないことがある。本研究では、位置情報サービスのアプリケーション開発者のために、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、実験からそれらの計測データを分析した。そこでは、位置情報を取得する通知間隔の設定や位置情報の補正を行い、交通手段毎に位置情報を取得する条件を追加し、一定の間隔で位置情報を通知する手法を提案し、アプリケーションを開発するときの位置情報取得に関する考察をまとめた。

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は、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¹⁾、パーソントリップ調査 (PT調査)²⁾、プローブパーソン調査 (PP調査)³⁾などがある。道路交通センサでは、トラフィックカウンタ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調査では、スマートフォンを利用して交通センサとPT調査に比べて継続的な位置情報の取得や時刻と移動目的を調査する。スマートフォンを用いた交通行動調査の例には、つくば市の人物や車の動きを把握する調査⁴⁾がある。人物の行動把握のためには、位置情報と移動経路に加えて移動目的や交通手段がわかれば有益

である。その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の利用や交通手段を把握する行動認識APIの利用が考えられる。行動認識APIとして、GoogleのActivity Recognition⁵⁾がある。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歩行、自転車や自動車の交通手段の情報を取得できる。行動認識APIを用いると、GPSセンサの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、GPSセンサは機種毎に異なる⁶⁾。行動認識APIによる交通手段と実際の交通手段の一致を示す正確度は、センサと行動認識APIの値の処理に依存する。そのため、交通手段を把握するアプリケーションや位置情報サービスのアプリケーション (以下、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。これらの課題を解決するために、開発者は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、複数の機種を用いた実験を行い、その計測データを分析する。実験の対象OSには、多くのスマートフォンに採用されているAndroidを用いる。

本論文の構成を以下に述べる。2章では、まず、GPSセンサから位置情報を取得する間隔について実験する。次に、機種別と交通手段別に位置情報の計測実験を行い、補正処理の必要性を確認する。3章では、機種や交通手段が異なっても一定の間隔でアプリに位置情報を通知する間隔を設定し、2パターンの実験を行う。4章では、実験で得られた知見について考察する。5章では、今後の課題と展望について述べる。

2. GPSセンサの特性に係わる事前実験

本章では、まず、GPSセンサから位置情報を取得する間隔について実験する。次に、機種毎のGPSセンサの特性と位置補正について実験する。実験には6台のスマートフォンを使用する。Android OSは、機種A~Dが4x、機種EとFが2xである(表-1)⁹⁻¹¹⁾。

(1) GPSセンサの時間間隔と距離間隔の設定

a) 実験方法

アプリ開発者は、GPSセンサから位置情報を取得する間隔として時間間隔と距離間隔を設定する。GPSセンサから通知される間隔を計測するために、5パターンの時間間隔と距離間隔を設定(表-2)した。また、GPSセンサによる位置情報が、時間間隔と距離間隔の両者が満たされた場合に通知されるか、どちらか一方が満たされた場合に通知されるか各機種の仕様が公表されていないため、本実験によって検証する。

実験(i)~(iii)では、同一位置にスマートフォンを固定し、設定した時間間隔でGPSセンサから位置情報を取得するかどうかを確認する。時間の通知間隔は0秒、300秒、600秒とする。実験(iv)と(v)では、スマートフォンをケースに入れて手で持ち、関西大学高槻キャンパス内の直線30mと50mを歩行する。時間間隔を50m歩行するために十分な60秒に設定した場合に、設定した距離間隔でGPSセンサから位置情報を取得できるかどうかを確認する。実験(i)~(v)では、6台同時に検証する。

b) 実験結果と考察

実験(i)~(v)の結果を表-3に示す。表中では、GPSセンサから位置情報を取得したときの時間と距離の間隔を平均して示す。実験(i)では、機種A, B, C, DとFは時間間隔が平均0.83秒以内、距離間隔が平均0.19m以内と

表-1 使用した機種と搭載GPSセンサ

機種名	OS	プロセッサ	GPSセンサ
A	302SH	4.2.2	Qualcomm IZat Gen 8b(GPS+GLONASS+Beidou)
B	SC02E	4.1.1	Gps One Gen 8 with GLONASS
C	SC03E	4.1.2	
D	ISW12HT	4.0.3	A-GPS(3G/LTE), S-GPS(WiFi)+GLONASS
E	SO03C	2.3.3	
F	P07C	2.3.3	Cortex
			不明

表-2 GPSセンサの設定値

	i	ii	iii	iv	v
時間間隔(秒)	0	300	600	60	60
距離間隔(m)	0	0	0	30	50

表-3 時間間隔と距離間隔の平均

実験 機種	実験					
	i	ii	iii	iv	v	
A	時間(秒)	0.83	4.11	4.26	3.86	8.30
	距離(m)	0.01	0.04	0.00	4.41	4.57
B	時間(秒)	0.82	9.04	7.01	6.33	14.33
	距離(m)	0.05	0.02	0.02	5.95	3.66
C	時間(秒)	0.83	21.69	26.33	7.40	15.80
	距離(m)	0.05	7.92	0.13	1.21	0.58
D	時間(秒)	0.83	128.40	6.26	7.50	16.20
	距離(m)	0.00	5.52	0.10	8.05	12.01
E	時間(秒)	7.33	119.73	4.26	4.00	9.00
	距離(m)	1.79	9.14	0.00	4.20	7.88
F	時間(秒)	0.82	8.11	9.52	1.00	18.50
	距離(m)	0.19	3.84	3.24	0.00	6.84

なった。機種Eは、平均時間が7.33秒、平均距離が1.79mとなった。実験(ii)では、時間間隔の平均が最小の機種Aでは4.11秒、最大の機種Dでは128.40秒となり、設定した300秒より短い時間間隔になった。実験(iii)では、時間間隔の平均が最小の機種AとEでは4.26秒、最大の機種Cでは26.33秒となり、設定した600秒より短くなった。実験(iv)では、距離間隔の平均が最小の機種Fでは0.00m、距離間隔の平均が最大の機種Dでは8.05mとなり、設定した30mより短くなった。実験(v)では、距離間隔の平均が最小の機種Cでは0.58m、最大の機種Dでは12.01mとなり、設定した50mより短くなった。

実験(i)では、機種A, B, C, DとFは、設定した時間間隔0秒と距離間隔0mに対して、0.82~0.83秒、0.00~0.19mで位置情報が通知された。実験(ii)と(iii)では、設定した時間間隔どおりに位置情報を取得で



図-1 交通手段

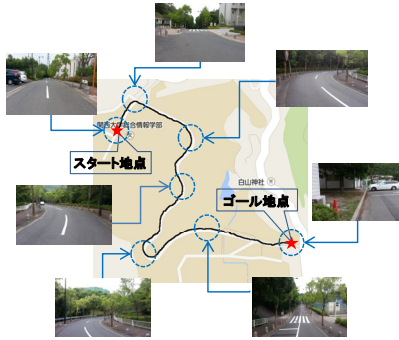


図-2 実験コース (地図データ©2014 Google, ZENRIN)

きなかった。実験(iv)と(v)では、設定した距離間隔どおりに位置情報を取得できなかった。以上の実験結果より、時間間隔と距離間隔は、アプリ開発者が設定する間隔で必ずしも取得できないことがわかった。したがって、位置情報が、時間間隔と距離間隔の両者が満たされた場合に通知されるか、また、どちらか一方が満たされた場合に通知されるかを明確するには至らなかった。以上より、本研究では、時間間隔を0秒、距離間隔を0mに設定することとした。

(2) GPSセンサの特性と位置補正

a) 実験方法

機種毎のGPSセンサの計測座標を比較し、計測座標に対する補正処理の必要性を確認するために、機種別と交通手段別に位置情報を計測する実験を行う。交通手段は、歩行、自転車と自動車(図-1)とした。実験では、関西大学高槻キャンパス内の道路約1.4km(図-2)を3つの交通手段別に6機種同時に計測する。車道幅員は約6m、歩道の幅員は3mで、歩道は片側にのみ存在する。歩行では、スマートフォンをケースに並べて手で持ち歩道を約1.35m/sで歩く(図-1(a))。自転車では、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約2.70m/sで走行する(図-1(b))。自動車では、スマートフォンを並べたケースをダッシュボードに固定して約11.10m/sで運転する(図-1(c))。

b) GPSセンサの実験結果と考察

歩行における機種毎のGPSセンサの計測点をGoogleMaps上にプロットした結果を図-3に示す。計測点は、道路縁から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、そして、コースと

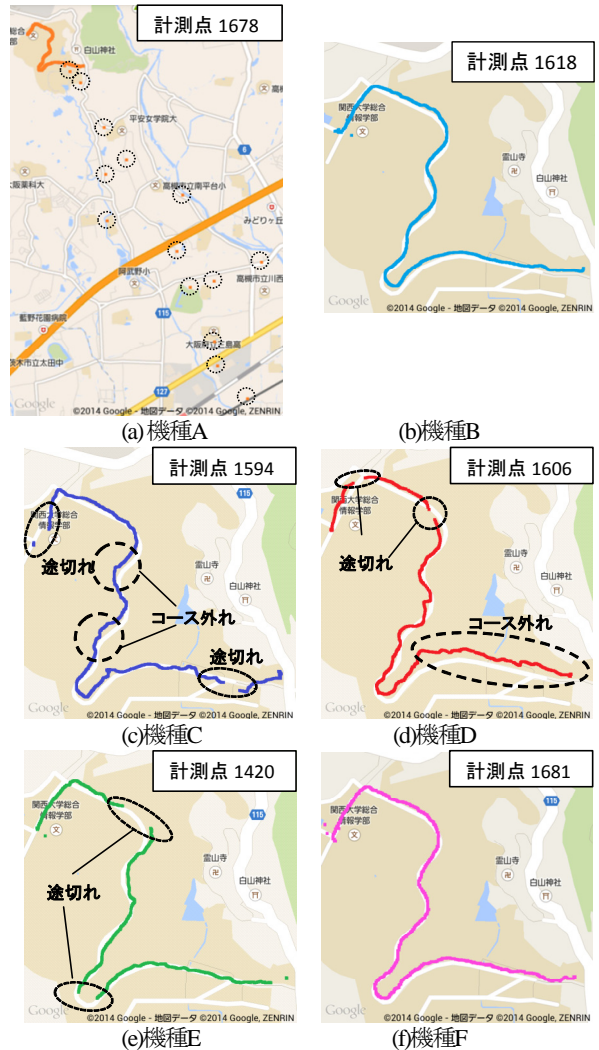


図-3 歩行におけるGPSセンサの取得結果 (©2014 Google - 地図データ ©2014 Google, ZENRIN)

表-4 機種毎の計測数(点)

	A	B	C	D	E	F
歩行	1678	1618	1594	1606	1420	1681
自転車	802	850	1004	840	766	791
自動車	326	356	312	292	256	284

は全く異なる点を取得する場合に分類した。機種毎の計測点数を表-4に示す。機種毎に計測数が異なるのは、GPSセンサから位置情報を取得する間隔(表-3)が異なるためである。

c) 補正前後の実験結果と考察

GPSセンサが取得する計測座標は、通ったコースに対して左右にばらつくことがある。本研究では、計測点を含む前後11点の座標を用いて補正し、その結果から補正の必要性を検討する。正解データは、地図情報レベル2500の国土地理院の電子国土基本図を基にArcGIS for Desktopで実験コースにラインデータ(図-4)を作成した。国土交通省の作業規程の準則¹²⁾によると、地図情報レベル2500の位置精度は水平位置の標準偏差が1.75m



図-4 正解データ

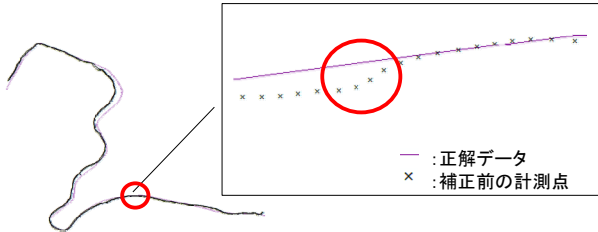


図-5 補正前の計測点

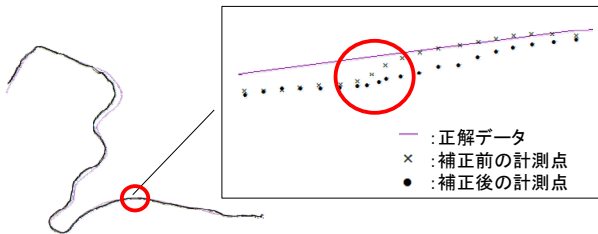


図-6 補正前後の計測点

以内である。正解データには誤差が含まれるが、スマートフォンのアプリで利用されている地図情報レベル2500で検証する。位置正確度は、計測点と正解データ上の点との二点間距離とした。補正の必要性については、正解データと補正前後の計測点の二点間距離の平均、相関係数および平均二乗誤差から判断する。携帯キャリアは、スマートフォンのGPSセンサの誤差範囲を公開¹³⁾¹⁵⁾している。例えば、NTTドコモでは、誤差範囲をおおむね50m未満と公表している。本研究では、正解データと補正前後の計測点の平均二乗誤差の差の割合を算出して誤差範囲を判断する。正解データに計測点をプロットした例を図-5に示す。正解データはほぼ直線であるが、計測点は正解データを跨いだ曲線になっている。本研究では、相対的に正しい位置に補正するために、計測点を含む前後11点の座標を用いて式(1)に示す3次関数の近似曲線を算出した。

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (1)$$

計測点が途切れている場合は対象外とした。なお、本手法では補正前後の計測点を用いるため、リアルタイムには補正できない。

補正前後の計測点を図-6に示す。計測点は正解データを跨いだ曲線であるが、補正することによって相対的に

表-5 正解データと補正前後の計測点の平均距離 (m)

機種	補正	歩行	自転車	自動車
A	前	5.36	3.20	4.40
	後	5.98	4.20	7.80
B	前	5.57	5.87	5.53
	後	5.97	6.72	6.04
C	前	9.42	7.96	9.60
	後	9.52	7.92	9.71
D	前	9.40	5.60	11.60
	後	9.52	5.78	13.43
E	前	5.47	5.01	15.64
	後	5.62	6.20	15.73
F	前	3.18	3.74	9.75
	後	5.66	7.36	10.90

表-6 正解データと補正前後の相関係数

機種	補正	歩行	自転車	自動車
A	前	0.9996	0.9998	0.9998
	後	0.9996	0.9997	0.9992
B	前	0.9995	0.9994	0.9997
	後	0.9994	0.9992	0.9994
C	前	0.9990	0.9992	0.9990
	後	0.9980	0.9991	0.9988
D	前	0.9986	0.9996	0.9988
	後	0.9987	0.9995	0.9989
E	前	0.9996	0.9996	0.9993
	後	0.9995	0.9996	0.9987
F	前	0.9998	0.9995	0.9992
	後	0.9988	0.9995	0.9993

表-7 基準に対する平均二乗誤差の割合 (%)

機種	歩行	自転車	自動車
A	0.85	3.22	8.20
B	1.42	3.20	5.39
C	0.06	0.86	0.01
D	0.00	1.65	0.00
E	0.48	1.06	2.91
F	14.25	1.04	1.07

正しい位置に補正された。正解データと補正前後の計測点の平均距離を交通手段別に整理(表-5)した。それらの相関係数を表-6に示す。表-6から、補正前後ともに正解データとの相関は高く、補正前後の差も小さい。また、正解データと補正前後の平均二乗誤差の差の割合を表-7に示す。平均二乗誤差の差は、誤差範囲50mに対して15%以下である。GPSセンサの補正前後の計測点を比較すると、相対的に正しい位置に補正されるが、相関係数の差が小さく、平均二乗誤差の差が約15%以下であるため、補正しなくとも計測したデータをそのまま使用で

きると考える。

3. 一定の通知間隔で位置情報を通知する手法を用いたGPSセンサの精度の比較実験

前章の事前実験を踏まえ、機種や交通手段が異なっても一定の間隔でアプリに位置情報を通知することを目的とし、機種別と交通手段別の実験によってGPSセンサの精度を比較する。GPSセンサの時間間隔は0秒、距離間隔は0mに設定する。通知されたGPSセンサの計測データには、補正処理を施さず利用する。

(1) 実験方法

交通手段別にGPSセンサから位置情報を通知する時間間隔と距離間隔を設定(表-8)し、アプリに位置情報を通知する位置情報の間隔を一定にすることを考える。本研究では、交通手段を手動で設定する場合(以下、GPS単独実験)と行動認識APIとしてGoogleのActivity Recognitionを用いて交通手段を取得する場合(以下、API併用実験)の2パターンを実験する。交通手段は歩行、自転車と自動車の3つ(図-1)とし、6台同時に検証する。行動認識APIでは、センサ値の分析結果から交通手段を意味するDetectedActivityクラスの定数(表-9)を出力する。

(2) 行動認識APIの正確度

API併用実験でアプリに通知する位置情報の間隔を一定にするためには、行動認識APIの正確度に依存する。そこで、行動認識APIの交通手段の取得数に対する正解の交通手段数の割合を算出し、行動認識APIの正確度を確認する。その結果を表-10に示す。歩行の場合、機種Aの35.56%、機種Bの22.73%、機種Cの24.44%、機種Dの22.22%、機種Eの27.91%と機種Fの16.67%が自転車、機種Aの15.56%、機種Bの13.64%、機種Cの8.89%、機種Dの24.44%、機種Eの30.23%と機種Fの7.14%が自動車と誤判定した。歩行の場合の誤判定は、6台をケースに入れて歩行したため、歩行の上下運動をセンサが正しく検出できなかったためと考える。自転車の場合、機種Aの30.56%、機種Bの83.72%、機種Cの88.37%、機種Dの57.89%、機種Eの46.15%と機種Fの51.28%が自動車と誤判定した。これは、端末に加わる振動が自動車と類似しているためであると考えられる。自動車の場合、全ての機種に共通して行動認識APIの精度が良く、自動車と判定される以外は交通手段が不明であった。

(3) 実験結果

a) GPSセンサによる計測点数

実験における機種毎の計測点数を表-11に示す。歩行

表-8 位置情報を通知する間隔

交通手段	時間(秒)	距離(m)
歩行	20	30
自転車	10	30
自動車	3	30

表-9 DetectedActivityクラスの定数

定数	交通手段
ON FOOT	歩行
ON BICYCLE	自転車
ON VEHICLE	自動車

表-10 行動認識APIの正確度(%)

機種	実際の交通手段	取得回数(回)	行動認識APIの交通手段			
			歩行	自転車	自動車	不明
A	歩行	45	48.89	35.56	15.56	0.00
	自転車	36	0.00	63.89	30.56	5.56
	自動車	33	0.00	0.00	96.97	3.03
B	歩行	44	63.64	22.73	13.64	0.00
	自転車	43	0.00	11.63	83.72	4.65
	自動車	35	0.00	0.00	97.14	2.86
C	歩行	45	66.67	24.44	8.89	0.00
	自転車	43	0.00	6.98	88.37	4.65
	自動車	30	0.00	0.00	93.33	6.67
D	歩行	45	53.33	22.22	24.44	0.01
	自転車	38	0.00	42.11	57.89	0.00
	自動車	31	0.00	0.00	93.55	6.45
E	歩行	43	41.86	27.91	30.23	0.00
	自転車	39	0.00	48.72	46.15	5.13
	自動車	32	0.00	0.00	100.00	0.00
F	歩行	42	76.19	16.67	7.14	0.00
	自転車	39	0.00	43.59	51.28	5.13
	自動車	36	0.00	0.00	97.22	2.78

表-11 機種毎の計測点数(点)

機種	歩行		自転車		自動車	
	GPS単独	API併用	GPS単独	API併用	GPS単独	API併用
A	45	45	24	36	34	33
B	45	44	24	43	34	35
C	41	45	24	43	33	30
D	44	45	24	38	30	31
E	43	43	22	39	34	32
F	44	42	24	39	34	36

と自動車では、GPS単独実験とAPI併用実験で機種毎に計測点数が類似した。自転車モードでは、API併用実験の計測点数がGPS単独実験の1.5~1.8倍多くなった。自転車を自動車と誤判定し、10秒間隔で1回取得するのではなく3秒間隔で1回取得したためである。GPSセンサから位置情報を通知する間隔の設定だけでは、設定通りに通

表-12 機種毎の計測点の位置正確度 (m)

機種	歩行		自転車		自動車	
	GPS 単独	API 併用	GPS 単独	API 併用	GPS 単独	API 併用
A	4.80	4.20	4.07	7.42	5.45	6.43
B	4.31	4.06	4.10	4.36	8.36	7.45
C	7.57	3.54	7.02	8.04	12.35	17.96
D	3.52	2.09	4.65	5.47	5.78	4.68
E	5.13	4.17	5.34	4.88	10.33	4.87
F	4.72	4.63	5.11	8.46	12.33	7.02

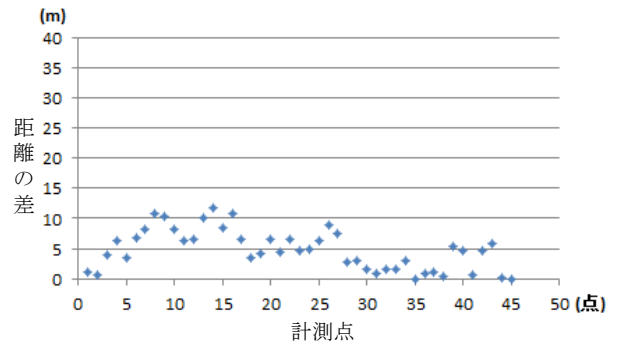


図-8 GPS単独実験(歩行)の位置正確度

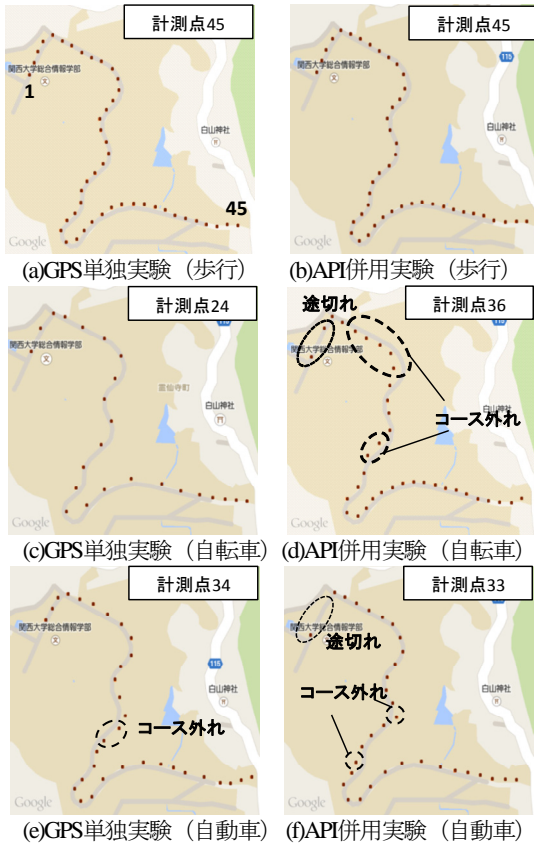


図-7 機種Aの交通手段別の取得結果

(©2014 Google - 地図データ©2014 Google, ZENRIN)

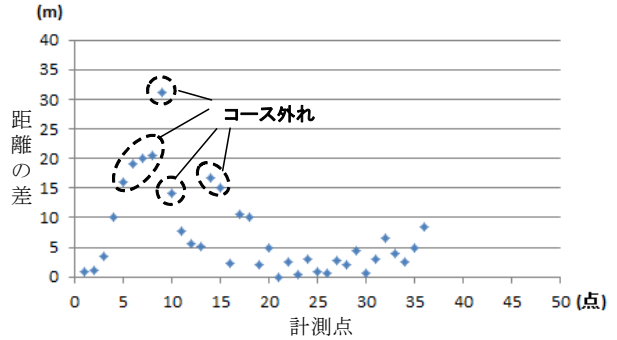


図-9 API併用実験(自転車)の位置正確度

知られなかったが、交通手段を用いてアプリ側で制御することにより、一定の間隔でアプリに位置情報を通知することができた。

b) 計測点数の位置正確度

GPS単独実験とAPI併用実験における機種毎の計測点と正解データを比較した位置正確度を表-12に示す。機種Aでは、3つの交通手段において4.07m~7.42mの範囲であった。機種Aの計測結果を図-7に示す。API併用実験の自転車(d)では、スタート地点で80m計測点が途切れ、2箇所20~30mコースから外れた。自動車(e), (f)では、両実験とも中間地点で25mコースから外れた。機種Aの位置正確度について、図-8はGPS単独実験の歩行の場合、図-9はAPI併用実験の自転車の場合を示す。図-

7(a)と図-8より、各計測点と正解データの距離は12m未満の場合、GoogleMapsにプロットした計測点が道路縁から外れない。図-7(d)と図-9より、計測点と正解データの距離が12m以上になると、GoogleMapsにプロットした計測点が道路縁から外れた。位置正確度が12m以上になると、GoogleMapsの道路上から計測点が外れていることが目視で確認できる。機種Bは、両実験の歩行の位置正確度が高いが、自動車では計測点が道路縁から8m外れた。機種Cは、API併用実験の歩行の位置正確度が高いが、自動車ではカーブが続く中間地点で計測点が道路縁から12m~18m外れた。機種Dは、両実験において位置正確度の平均距離が2.09m~5.78mで他の機種と比較すると位置正確度が高かった。機種Eは、カーブ付近で計測点が途切れることが多く、GPS単独実験の自動車モードでコース外れが多かった。機種Fは、カーブ付近でコース外れが多く、GPS単独実験の自動車では5箇所もコース外れがあった。

交通手段別に実験結果を分析すると、歩行の計測点は他の交通手段より位置正確度が高かった。自転車の計測点は、カーブ付近でコースを外れる機種が半数あった。GPS単独実験の自動車の計測結果を図-10に、API併用実験の自動車の計測点結果を図-11に示す。自動車では、その他の交通手段に比べてカーブ付近でコース外れや途切れが多く、位置正確度が低かった。

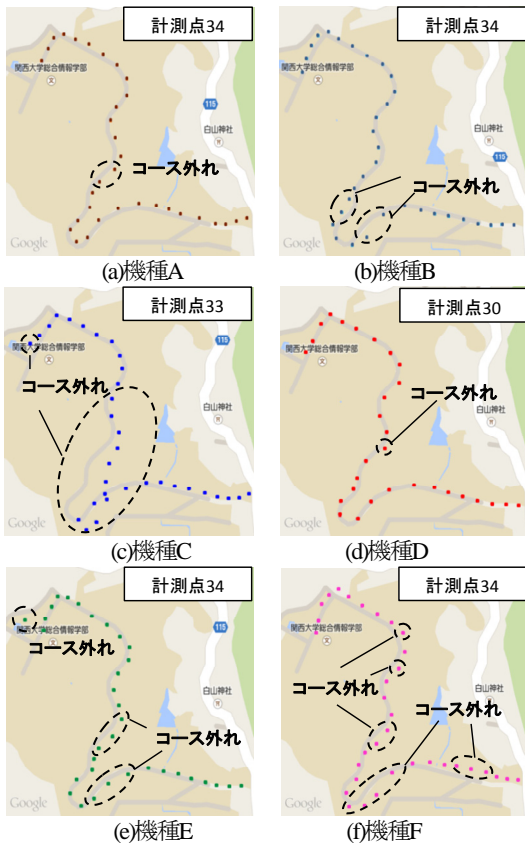


図-10 自動車におけるGPS単独実験の結果
(©2014 Google - 地図データ©2014 Google, ZENRIN)

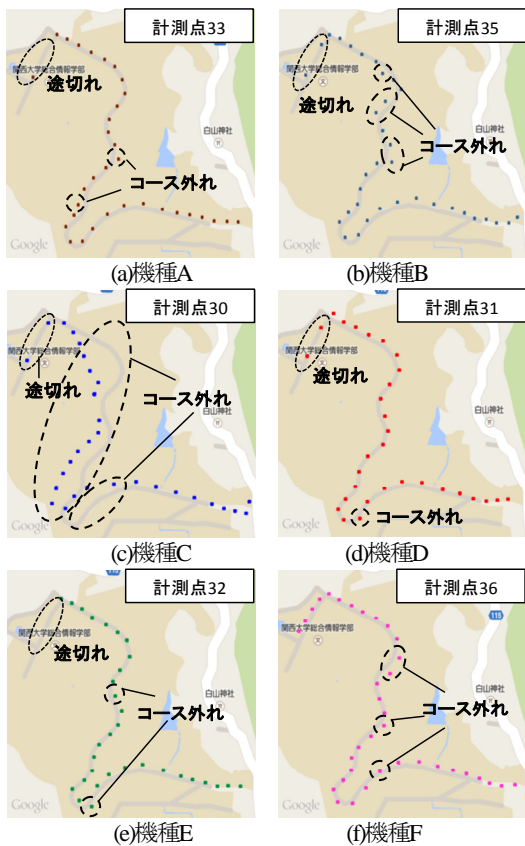


図-11 自動車におけるAPI併用実験の結果
(©2014 Google - 地図データ©2014 Google, ZENRIN)

表-13 機種毎の衛星個数(個)

実験	機種	A	B	C	D	E	F
GPS 単独	歩行	5	3,4	3,4	3,4	3,4	-
	自転車	3~5	3,4	4	4	3,4	
	自動車	5,6	3,4	4	3,4	4	
API 併用	歩行	3,5	3	3	3,4	3,4	-
	自転車	5	3	3	3	3	
	自動車	5	3	3	3	3	

表-14 取得頻度が高い衛星番号の組合せ

実験	GPS 単独	API 併用
歩行	(2, 8, 26), (2, 9, 30), (2, 10, 8)	(2, 10, 29), (2, 8, 26), (2, 10, 30)
自転車	(2, 9, 23), (2, 9, 17), (2, 10, 23)	(2, 10, 29), (2, 10, 30)
自動車	(1, 11, 28), (1, 10, 23)	(1, 11, 28), (1, 17, 32)

c) 衛星情報

実験時に取得した衛星個数を表-13に示す。機種Fは、衛星個数と衛星情報を取得することができなかった。実験時の衛星数は、機種B~Eが最大4個、機種Aが最大6個であった。衛星取得数が最大の機種Aの計測データは、自動車の実験時に他の機種より位置正確度(表-12)が高かった。取得頻度が高い衛星番号を表-14に示す。同一実験において機種毎で取得する衛星番号は類似した。機種毎の計測点がコースから外れる場合の衛星番号の組み合わせを確認すると、計測点の精度に影響しないことがわかった。

4. 考察

(1) GPSセンサの通知間隔

位置情報は、アプリ開発者が設定する時間間隔と距離間隔では取得できなかった。取得間隔については、時間間隔と距離間隔の両者が満たされた場合か、どちらか一方が満たされた場合かを明確にできないことがわかった。取得間隔は、設定どおりの間隔で位置情報を取得する可能性が高い時間間隔が0秒、距離間隔が0mに設定することが好ましい。

(2) GPSセンサによる計測の位置正確度

時間間隔を0秒、距離間隔を0mに設定した場合、同一時間において機種毎の計測点数が異なった。機種毎の計測点は、道路縁から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した。したがっ

て、交通手段別や機種別で計測点の数が異なり一貫性がない。

(3) 補正手法の有効性

GPSセンサによって取得した計測点を含む前後11点の座標を用いて3次関数の近似曲線を算出し、相対的に正しい位置に計測点を補正した。その結果、正解データと補正前後の計測点の相関係数は1に近い。さらに、平均二乗誤差の差も小さいため、アプリにはGPSセンサから計測した点の緯度と経度を利用することができる。ただし、利用目的によっては、計測点を正解データに近づけるためのマップマッチング処理の検証が必要であると考えられる。

(4) 提案手法の適用範囲

本研究では、GPSセンサから取得される緯度と経度の情報に着目し、2次元空間上を対象とした。そして、交通手段によって速度が異なることを利用し、交通手段別にGPSセンサから位置情報を通知する時間間隔と距離間隔を設定する手法を提案し、一定の間隔で計測点を取得することができた。これらの情報に高さ情報を追加すると、3次元空間上のデータ解析をすることが可能になるため、例えば坂道の上り下りのように速度が変わる場合においても一定の間隔で位置情報を通知することが可能になると考える。

また、行動認識APIの利用は、交通手段を手動で設定する必要がなく実用に供するものであった。ただし、行動認識APIの精度は機種毎に異なるため、アプリ開発者は事前にその精度を検証することが必要であろう。今後は、これらの知見をもとに交通手段別の位置情報取得間隔の最適な設定値を検証する。本研究で対象とした歩行、自転車、自動車の3つの交通手段以外に鉄道などの行動にも対応できると、人物の行動調査へ活用できるアプリとして実用が期待できると考える。

5. おわりに

本研究では、アプリ開発者のために、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機種毎の実験を行った。まず、取得間隔は、設定どおりに位置情報を取得する可能性が高い時間間隔を0秒、距離間隔を0mにする必要がある。次に、機種毎のGPSセンサの精度と位置補正について検討した。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した。位置補正では、補正処理を施さなくとも、計測した点をそのまま利用できることがわかった。最後に、機

種や交通手段が異なっても一定の間隔でアプリに位置情報を通知するための実験を行った。

今後は、市街地の道路での検証を進め、位置情報取得間隔の設定値についても調査を進める。また、行動認識APIを用いずに、加速度センサ値などのセンサ値を解析し、独自のアルゴリズムで交通手段を特定することを目指す。

参考文献

- 1) 国土交通省 報道発表資料：道路交通センサス一般交通量調査の概要，平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査結果の概要について，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，第 2 回プローブ研究会「プローブ技術を実務に生かす-その展望と課題」，2006.
- 4) 山崎恭彦，橋本浩良，高宮進，矢部努，今井龍一，塚田幸広，山王一郎，石田東生：スマートフォンアプリを活用した交通行動調査手法に関する基礎的研究～つくば市におけるプローブパーソン調査を通して～，土木計画学研究・講演集，土木学会，Vol.49，pp.1-10，2014.
- 5) Google：Android Developers，<<https://developer.android.com/reference/com/google/android/gms/location/DetectedActivity.html>> (参照 2014-06-28).
- 6) 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.
- 7) 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，pp.1-12，2013.
- 8) 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，pp.1-9，2013.
- 9) Qualcomm Snapdragon：Snapdragon 800，<<https://www.qualcomm.com/products/snapdragon/processors/800>> (参照 2014-10-22).
- 10) Qualcomm Snapdragon：Snapdragon S3,S2,S1 Processor Product Specs，<<https://www.qualcomm.com/products/snapdragon/processors/s4-s1>> (参照 2014-10-22).
- 11) Samsung：Specifications，<<http://www.samsung.com/global/microsite/galaxynote/note8.0/specifications.html>> (参照 2014-10-22).
- 12) 国土交通省：作業規程の準則，<<http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/jyunsoku/>> (参照 2014-10-22).
- 13) NTT ドコモ：測位方法，<<https://www.nttdocomo.co.jp/service/safety/search/usage/gps/>> (参照 2014-10-22).
- 14) SoftBank：測位方法，<<http://faq.mb.softbank.jp/smart/detail.aspx?cid=453&id=453&categoryId=0&catParentName=&categoryName=>>> (参照 2014-10-22).
- 15) KDDI：位置情報，<<http://www.au.kddi.com/ezfactory/tec/spec/eznavi.html>> (参照 2014-10-22).

(2014. 10. 27 受付)

A STUDY OF SMARTPHONE APPLICATION SYSTEM FOR ACQUIRING POSITION INFORMATION CONSIDERED SENSOR FEATURES

Haruka INOUE, Satoshi KUBOTA, Ryuichi IMAI, Shigenori TANAKA,
and Yuki OUCHI

It is important to know the human behavior exactly for instituting urban planning and disaster prevention planning. GPS sensor of smartphone can be acquiring position information attached with human behavior. However, smartphone application systems often don't operate as system developers had expected, because the different type of GPS sensors are installed in smartphones. System developers have to develop the application systems understanding the sensor features in smartphone.

The objective of this research is to elucidate the features of GPS sensor and activity recognition API. The preexperiments were conducted for understanding temporal and distance intervals, location accuracy, and proposed correction method using six smartphone devices. The primary experiments were designed and conducted for elucidating the accuracy of position information using only GPS sensor and GPS sensor and activity recognition API. The means of transportation and the location of activity were grasped on stable temporal and distance intervals developing and validating the application system of GPS sensor and activity recognition API.