

加速度センサによる個人行動自動判別方式標準化手法の検討*

Examination of the standardization of Activity recognition from Acceleration Data*

真坂美江子**・加藤研二***

By Mieko MASAKA**・Kenji KATO***

1. はじめに

次世代携帯電話へのGPSレシーバ搭載の義務化を受け、近年携帯電話の位置情報を用いたサービスが急速に広まっている。しかしながら、カーナビゲーションに代表されるように、従来GPSを用いた機器は乗り物等に固定して利用されていたため、携帯電話のように所有者の移動手段や行動が変化することを想定していなかった。携帯電話の位置情報利用サービスの今後の発展のためには、所有者の位置や行動を精密に獲得する技術を必須であり本技術を確立することにより、例えば、子供や高齢者の生活支援、社外で活動する就業者の適正配置、最寄り駅を考慮した乗り換え支援などのサービス向上が期待できる。

2. 研究の背景と目的

携帯電話を想定した各種センサによる所有者の現在地や行動の識別については、小林ら¹⁾によるGPS、加速度データおよびマイクからの音声情報を用いた行動識別手法が報告されているが、GPS補足は端末の電力消費が激しいため、常時補足することができず用途が限定される。一方、山崎ら²⁾は、加速度情報のみを用いて加速度のパワースペクトルから所有者の行動をリアルタイムに識別する手法を提案しているが、特定の被験者、特定の行動においては識別できるが、所有者が異なる場合の適用範囲については触れておらず、汎用性を持たせるには工夫が必要であると結論付けている。そこで本研究では、被験者行動の常時把握を目的として携帯電話の加速度情報のみを用いて個人の行動を把握する手法の標準化を目指し、特に個人差が大きいことが推定される徒歩での移動時の識別手法の標準化を検討する。

*キーワード：交通行動分析、総合交通計画、GPS測位ログ

**学生員、工修、徳島大学

(徳島市新蔵町2丁目24番地、TEL:0884-23-7243、

E-mail:masaka@anan-nct.ac.jp)

***会員、工博、阿南工業高等専門学校



図1 被験者外観

3. データ収集

(1) 使用機材

本研究は、加速度データから所有者の行動を判定することを目的としている。センサ感度等を考慮し、上記センサを標準搭載する iPhone (アップルコンピュータ) を実験機材として選定した。また、携帯端末と被験者の移動軸を固定するため、移動時には図1のように iPhone をベルトで固定してデータを収集した。加速度センサの軸方向は、被験者の前後方向を X 軸、上下方向を Y 軸、左右方向を Z 軸で取得できるように端末を装着している。

(2) 使用データ

使用データには、日常的な行動手段として徒歩、自転車、汽車、自動車での移動データを用いた。各データの収集条件を表1に示す。

表1 使用データ概要

データ	項目	内容
加速度	測位範囲	±3G
	分解能	±0.018G
	サンプリング周波数	100Hz

4. 判定方式の概要

判定には山崎²⁾らにより提案された加速度のパワースペクトル相似性による識別手法を参照し、パフォーマンス性を考慮して今回収集した各行動で最も特徴が多くみられた Y 軸方向の加速度データのみを用いて分析することとした。

・基準波形の作成

今回用いる手法は、基準波形を作成して基準波形と比較データの相似性から相似性の最も高い行動を比較データの行動と判定する手法を用いている。基準波形は、加速度データを 10 秒間隔で区切って各区間をフーリエ変換して求めたパワースペクトルを平均化したものを用いた。

図 2～図 5 に徒歩、自転車、汽車、自動車の基準波形を示す。各行動でパワースペクトルの形状は異なっており、相関分析((1)式)により基準波形間の相関係数を求めたところ相関係数は、すべて 0.4 以下であった。(表 2)

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

ただし、 \bar{x}, \bar{y} は、データ $x=\{x_i\}, y=\{y_i\}$ の相加平均

5. 個人によるスペクトル差異

つぎに、被験者の違いによるスペクトルの差について検討する。ここでは、個人差が大きく影響すると思われる徒歩について詳細を分析する。徒歩データは表 3 の条件で収集した。

被験者 1 のパワースペクトルを基準波形として相関係数を求めたところ、係数の高いグループと、相似性のあまりないグループに 2 分化された。(図 6)

表 2 各スペクトルの相関係数

	徒歩	自転車	汽車	自動車
徒歩		0.24	0.04	0.39
自転車			0.08	0.36
汽車				0.28

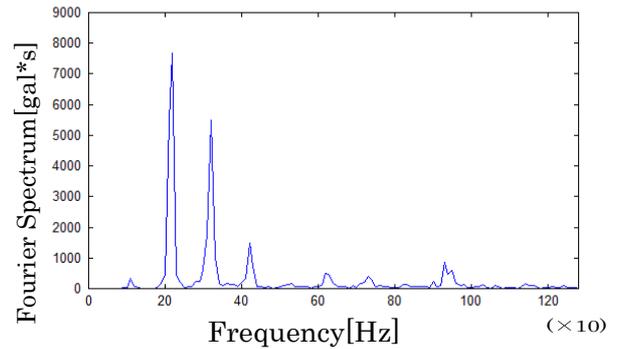


図 2 基準波形(徒歩)

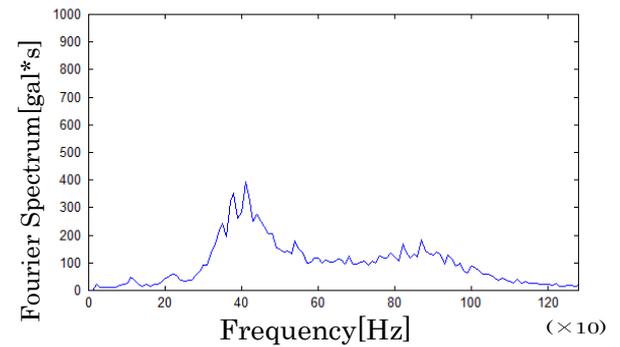


図 3 基準波形(自転車)

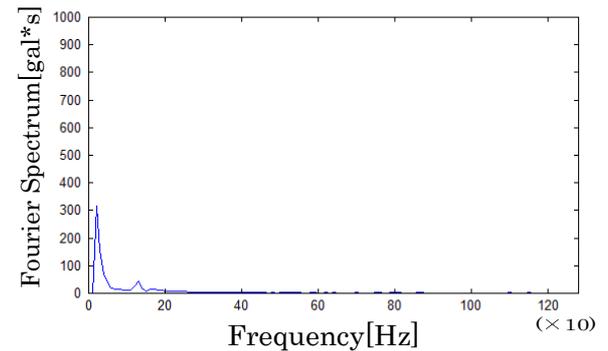


図 4 基準波形(汽車)

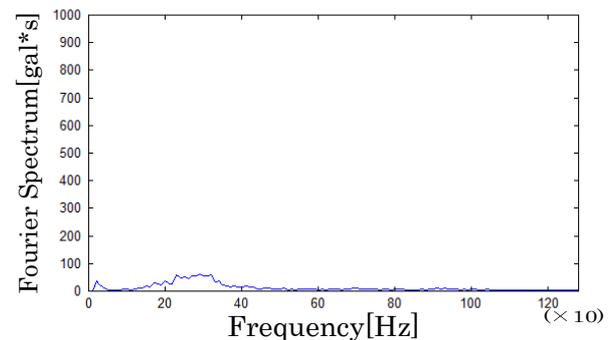


図 5 基準波形(自動車)

表 3 計測条件

項目	内容
行動	片道30mの廊下を往復
被験者	18~19歳の男性 20名 女性 11名

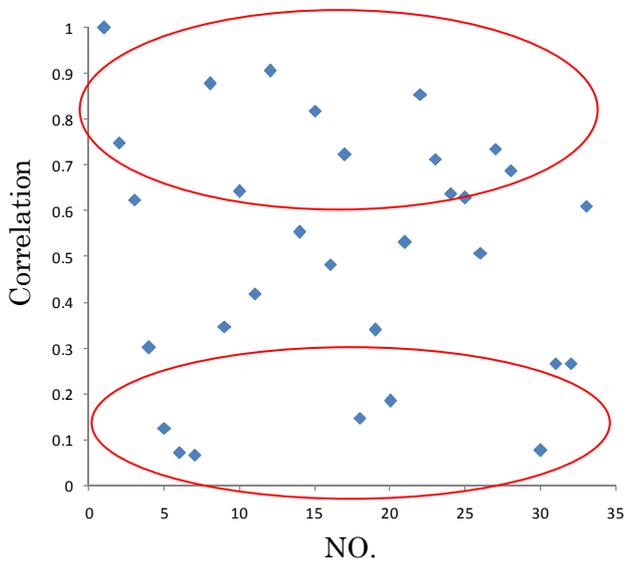


図 6 歩行時スペクトルの個人差

6. 個人差発生要因の分析

被験者 1 の平均パワースペクトルと相似性の低い被験者について詳細を分析したところ、不一致の要因に 2 つのタイプがあることが判明した。これらと比較すると、低周波領域で鋭いスペクトルが計測されていることに違いはなく、歩行速度の違いによりピークが現れる位置が異なっているものと推測される。

タイプ 1: スペクトル形状が大きく異なる (図 8)

タイプ 2: 形似ているがピークスペクトルの位置がずれている (図 9)

7. テンプレートマッチングによる歩行差異の吸収

相似性の判定を改良してパワースペクトルの相似判定に画像処理の 1 手法であるテンプレートマッチングを組み込むことにより、相関係数では検出不可能であっ

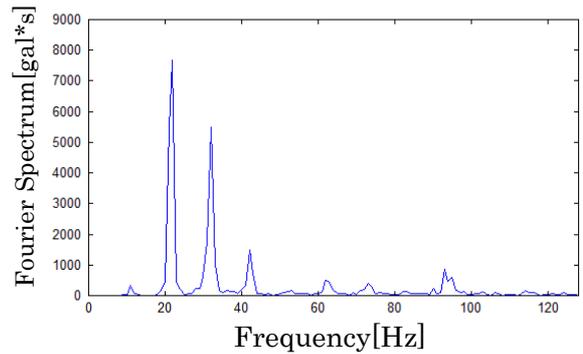


図 7 被験者 1 の平均パワースペクトル

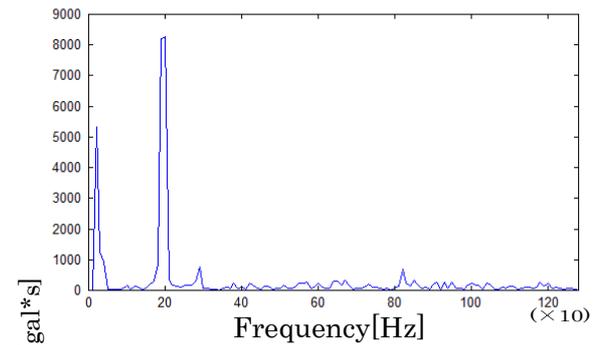


図 8 被験者 6 の平均パワースペクトル

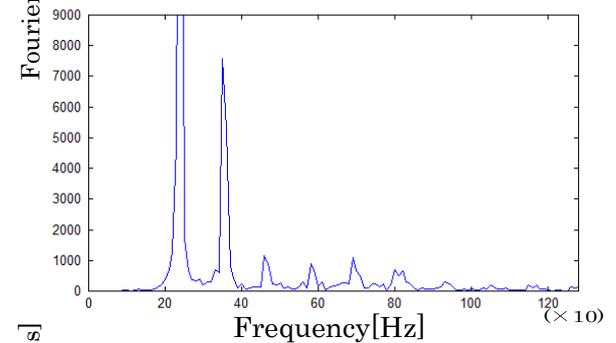


図 9 被験者 30 の平均パワースペクトル

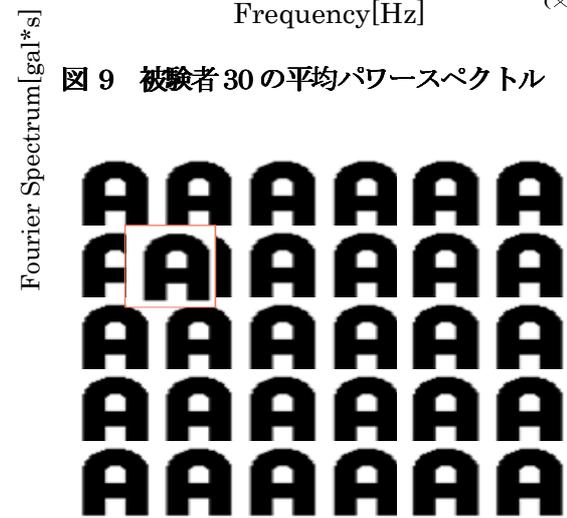


図 10 テンプレートマッチング概念図

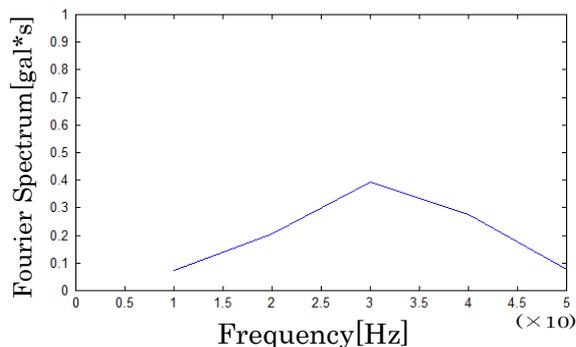


図 11 テンプレートマッチングによる相関係数の変化 (被験者 6)

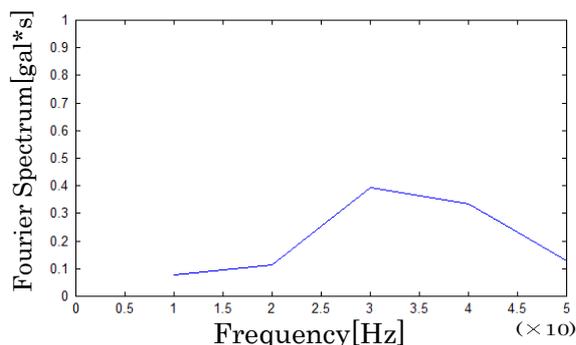


図 12 テンプレートマッチングによる相関係数の変化 (被験者 30)

たピークスペクトルのずれによる相関係数低下の改善を試みる。テンプレートマッチングとは、テンプレート(基準波形)を移動しながら相互相関を計算する手法である。(図 10 参照) 画像処理の場合には、テンプレートを上下左右および回転を加えながらマッチングを計測するが、今回はスペクトル形状への応用であるため、横軸(周波数)方向にのみ移動させて最も相関係数の高い位置を求めた。

図 11 および図 12 に被験者 1 と最も相関係数が低かった 2 タイプの被験者データにテンプレートマッチングを組み込んだ場合の相関係数の変化を示す。横軸にシフト距離を取ると、どちらのタイプも 0.3Hz 程度のシフトで相関係数の向上が得られた。

そこで、図 6 で求めた個人ごとの相関係数で用いたものと同じデータでテンプレートマッチングを組み込み再度算定したところ、相関係数の低い被験者がいなくなり、全ての被験者において相関係数が 0.3 以上となった(図 13)。このことから、本手法は、汎用的手法であると示唆される。

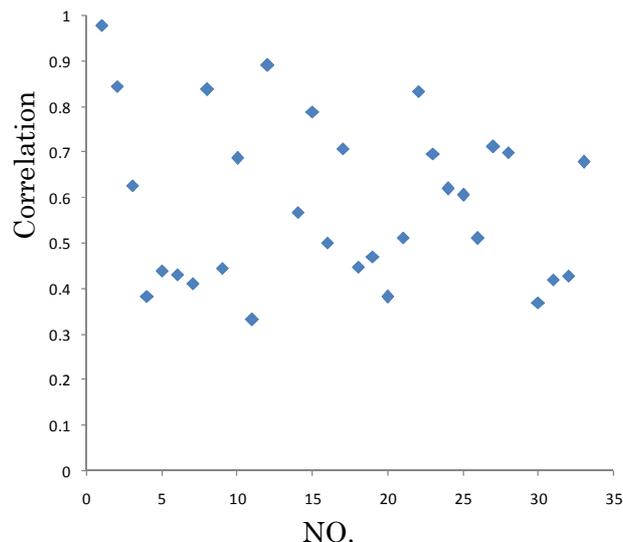


図 13 歩行時スペクトルの個人差 (テンプレートマッチング組み込み後)

8. まとめ

本研究では、次世代携帯電話を想定した 3 軸加速度データから所有者の行動を判定する汎用的アルゴリズムを検討した。その結果、異なる行動で求めた相関係数と大きく離れた値を得るには至らなかったが、加速度の情報のみから行動を識別できる可能性があることを見出した。今後、さらに手法を改善し、認識率の向上と他の行動との比較を行う予定である。

参考文献

- 1) 小林 亜令：「基調講演 実空間透視ケータイケータイが実空間を理解する (特集 第26回国際コミュニケーション・フォーラム AR技術が拓くモバイルコミュニケーション)」情報通信学会誌27(4), 12-22, 2010-03
- 2) 山崎亜希子 五味田啓：「加速度センサ等を用いた移動状態判定方式の検討」, 情報処理学会全国大会講演論文集 第70回平成20年(3), 3-39, 2008-03-13
- 3) 前司敏昭, 堀口良太, 赤羽弘和, 小宮稔史：「GPS携帯端末による交通モード自動判定法の開発」第4回ITSシンポジウム2005論文集, 2005.
- 4) 貞廣 雅史, 堀口良太, 松本 修一：「携帯GPS測位ログデータを用いた交通行動調査に関する基礎的研究」, 土木計画学研究・講演集, Vol. 35, CD-ROM, 2007