

スマートフォンを用いた移動状態推定手法の提案と応用

渡邊 勇輝† 大山 実†

東京電機大学 情報環境学研究所†

1. はじめに

コンテキストウェアシステムはユーザコンテキストに応じて情報提供やナビゲーションを行い、ユーザを支援するシステムである。ユーザの位置情報や移動状態、心理状態などのコンテキスト情報を推定することによってユーザコンテキストを把握する。コンテキストウェアサービスでは、ユーザコンテキストがより詳細であるほど状況に適したユーザ支援を行う事が可能になる。

ユーザコンテキストの一つである移動状態の推定に関する研究は、従来から様々な推定手法の提案が活発に行われている[1][2]。これらの研究では、用いるセンサやアルゴリズムなどに着目し、より良い推定手法の提案を行っている。しかし、推定可能な移動状態数が少ないケースが多く、移動状態推定を応用した研究に関しても未だ活発に行われているとは言い難い。そこで本稿では、従来の研究よりも多くの移動状態に対応した移動状態推定手法の提案、評価を行う。さらに、この提案手法を応用したコンテキストウェアサービスの開発も行う。

2. 関連研究

Hur ら[2]は、停止、歩行、走行、バス、地下鉄の5状態を分類する手法の提案を行っている。この手法ではバス、地下鉄の推定を走行時に発生する自然な揺れを加速度センサ、ジャイロセンサ から得られたデータを基に行っている。ここでは、センサから得られた3秒分のデータを用いている。また、推定結果に対して独自の補正アルゴリズムを適用することによって正解率の向上を試みており、実験では91.8%の正解率を得ている。

Wang ら[3]は、ユーザの状態に応じた音楽の推薦を行った。ユーザの状態を「工作中、勉強中、歩行、走行、睡眠」の5つに分類し、それぞれの状態に合わせた音楽を推薦する。実験ではレコメンドシステムのプロトタイプを用いて評価を行い、ユーザの状態に合わせて適切なレコメンデーションが行えることを確認した。

3. 移動状態推定手法の提案

3.1 移動状態推定手法

本稿では、停止、歩行、走行、階段昇降、エレベータ昇降、エスカレータ昇降、自転車、バス、電車の12状態を推定する手法の提案を行う。図1に提案手法の概要を示す。

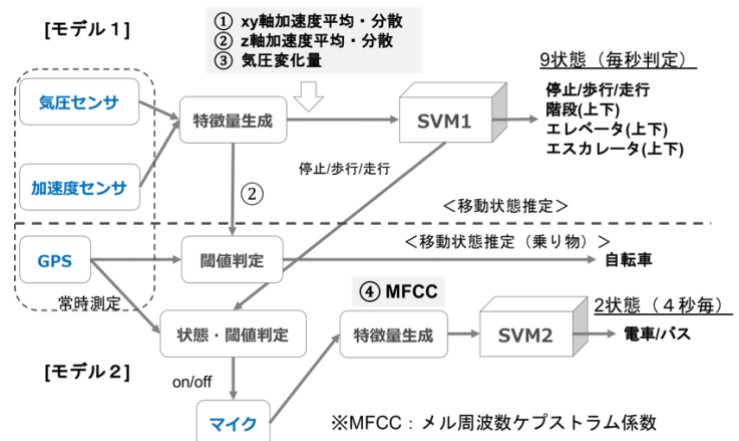


図1 提案手法の概要

提案手法では SVM のモデルを9状態識別モデル SVM1(停止, 歩行, 走行, 階段昇降, エレベータ昇降, エスカレータ昇降)と2状態(電車, バス)識別モデル SVM2 に分けている。GPS は移動速度を取得するために用いており、ユーザが乗り物を「利用している」、または「利用していない」の判定に用いられている。加速度・気圧センサから常時データを取得しており、乗り物を「利用していない」と判定された場合は、それらのセンサデータを元に図1に示す①～③の特徴量を算出する。SVM1 に算出された特徴量の値を与える事で9状態の推定を行う。また、特徴量の算出には5秒間分のセンサデータから得られた値を用いる為、ほぼリアルタイムで推定を行う事が可能となる。乗り物を「利用している」と判定された場合、GPS 速度、加速度センサの値から自転車、電車・バスを閾値判定する。電車・バスと判定された場合は、スマートフォンに搭載されたマイクから音のデータを取得し、そこから SVM2 の特徴量としてメル周波数ケプストラム(MFCC)を抽出する。それによって、より正確に乗り物の推定が可能になる。

3.2 補正アルゴリズム

正解率の向上を図るため、3.1節で述べた SVM の結果等をそのまま用いるのではなく、次の3つの補正アルゴリズムを適用した。

- (1). 複数の推定結果の中で最も多く推定された移動状態を推定結果とする多数決を採用する。
- (2). 電車と推定された直後にバスや自転車と推定される等の、「通常では起こり得ない状態遷移」を無効とする。
- (3). 一定回数連続で推定された移動状態を推定結果とする。

A Study of Context-aware Service Using Mobile Device

Yuki Watanabe†, Minoru Ohyama†

† Graduate School of Tokyo Denki University

4. 移動状態推定実験

提案した手法を Android (Nexus5x) 上で実装し、ユーザの移動状態を正しく推定できるかを評価する実験を行なった。表1に 3.2 節で示した3つの補正アルゴリズムを適用した場合と、適用しない場合の実験結果を示す。

表 1 移動状態推定実験結果

移動状態	補正なし	(1)+(2)+(3)
停止	100%	100%
歩行	91.0%	94.2%
走行	100%	100%
階段上り	100%	100%
階段下り	97.5%	97.5%
エレベータ上り	100%	100%
エレベータ下り	100%	100%
エスカレータ上り	87.7%	97.7%
エスカレータ下り	94.6%	100%
自転車	92.5%	95.1%
電車	88.7%	100%
バス	93.1%	100%
総合	95.4%	98.7%

表1に示す様に、補正アルゴリズムを適用しない場合において、どの移動状態も90%前後で推定する事ができた。また、総合では 95.4%と高い正解率で推定する事ができた。さらに、3 つの補正アルゴリズム適用後は 98.7%と適用前と比較して全体的な正解率が向上している。従って、図3に示した手法に補正アルゴリズムを組み合わせることによって、実環境上における推定精度の向上が期待できる。

5. 移動状態推定の応用

ここでは、第3章で説明した提案手法を用いて開発したアプリケーションについて述べる。本稿では、移動状態推定を応用するコンテキストウェアサービスとして以下の3つを提案する。

(1). マナーモード自動切り替え

公共交通機関(電車、バス等)の利用時にマナーモードを自動的に ON に、それ以外は OFF にする。

(2). 危険スマホ防止

ユーザの移動状態とスマートフォンの操作状況によって、注意を促すプッシュ通知を表示する(例:歩きスマホ)。

(3). 目的地自動接近連絡

ユーザの位置情報と移動状態から目的地までの到達時間を計算し、別のユーザに対して自動的に送迎依頼などのメッセージを送信する。移動状態を推定しているために、時間での通知が可能になる。

以上 3 つのコンテキストウェアサービスを Android 端末上で実装し、実環境上における評価実験を行った。本稿では、(1)のユーザの移動状態に応じて自動的に

マナーモードの切り替えを行う機能の実験、評価についてのみ述べる。マナーモード ON・OFF の切り替えは以下の手順で行われる。

- ユーザの移動状態を常時推定
- 電車、バスと推定された場合はマナーモードに変更
- 電車、バスと推定されてから歩行、走行などが推定されるまではマナーモードを維持

また、実環境上においてアプリケーションが正しく動作するかを複数のルートで確かめた。表2に電車で駅を出発した際のログを示す。

表 2 駅出発時のログ

時刻	推定結果	補正アルゴリズム	
		(1)のみ	(1)+(2)+(3)
50:30.1	Stop	Stop	Stop
50:31.1	Stop	Stop	Stop
50:32.1	Train	Stop	Stop
50:33.2	Train	Stop	Stop
50:37.5	Train	Train	Stop
50:41.5	Train	Train	Stop
50:45.5	Train	Train	Stop
50:49.5	Train	Train	Stop
50:49.5	change manner mode		
50:53.6	Train	Train	Stop
50:57.6	Train	Train	Stop
51:01.6	Train	Train	Stop

表2に示す様に、出発時にはマナーモードが ON に正しく切り替わっている事が分かる。

6. まとめ

本研究では、12の移動状態を分類する推定手法の提案、評価を行った。移動状態推定実験を行った結果、単体動作推定実験では補正アルゴリズムを適用する事によって平均 98.7%と、高い正解率で推定する事が出来た。さらに、提案手法を応用したコンテキストウェアサービスの開発・評価を行い、正常動作を確認した。

今後の課題としては、推定手法と移動状態推定を応用したコンテキストウェアサービスの高度化が主に挙げられる。

参考文献

- [1] G. Lan, W. Xu, S. Khalifa, M. Hassan and W. Hu, "Transportation Mode Detection Using Kinetic Energy Harvesting Wearables," in *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Work in Progress*, 2016.
- [2] T. Hur, J. Bang, D. Kim, O. Banos and S. Lee, "Smartphone Location-Independent Physical Activity Recognition Based on Transportation Natural Vibration Analysis," *Sensors*, vol. 17, no. 4, 2017.
- [3] X. Wang, D. Rosenblum and Y. Wang, "Context-Aware Mobile Music Recommendation for Daily Activities," in *the ACM International Conference on Multimedia*, 2012.