

加速度センサ等を用いた移動状態判定方式の検討

山崎 亜希子[†] 五味田 啓[‡]

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所[‡]

1. はじめに

近年、子供や高齢者の安全確認のための位置情報提供や携帯電話を用いたナビゲーションサービスなど、位置情報を利用したサービスが実用化されている。また、ユーザの居場所や状況に応じて適切な情報を提供するリコメンデーションに対するニーズが高まっている。

位置情報に加えてユーザが歩いている、車に乗っているといった移動状態が判別できれば、複数交通機関によるナビゲーションやよりユーザに適した情報提供など、高度な位置情報サービスを提供できる(図1)。

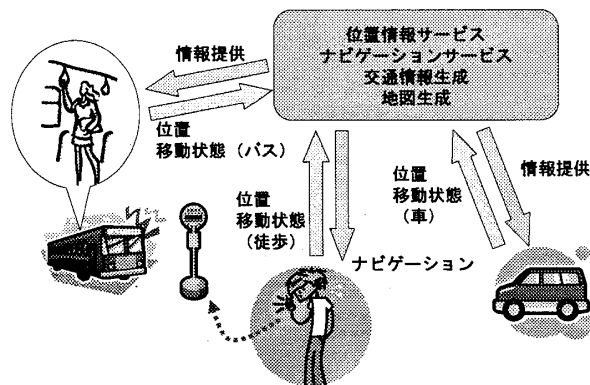


図1 移動状態を利用したサービス

ユーザの移動状態を判別する研究はこれまでもいくつか行われている[1][2]。

[1]ではGPSによる位置の変化から得られる速度を利用して徒歩、車、電車の移動状態を判定している。GPSを利用した移動状態判定ではGPSの非測位の時間が長いと正しく判定できない問題がある。最近ではGPSに加えて加速度センサが搭載された携帯電話やPND(Personal Navigation Device)が製品化されている。端末に内蔵されたセンサを利用すれば、GPSが非測位でも高精度な移動状態判定ができる。

[2]では加速度センサから得られる加速度のパワースペクトルの値をもとに歩行、走行、階段、エレベータ、電車、バスといった移動状態や交通状態を判定しているが、バスや電車の移動状

態の精度は低い。そこで本稿では加速度センサを利用した、より精度の高い移動状態判定方式の検討を行う。提案する手法は移動状態の特徴を表したモデルデータと観測された加速度のスペクトルの相関を利用する。実際に徒歩、電車、車といった6種類の移動時の加速度を収集し、提案手法による移動状態の判別を試みた。また、移動端末でのリアルタイム判定を想定し、データ取得頻度、判定時間間隔による判定精度の違いについても検討する。

2. 移動状態判定方式の概要

提案する移動状態判定方式は各移動状態の特徴を表したモデルデータを用意し、一定時間ごとに計測されたN個の加速度とモデルデータとの類似度を比較する。

観測された加速度の波形をそのまま比較するには位相を合わせるなどの操作が必要になる。そこでN個の加速度をフーリエ変換して周波数ごとの強さ(パワースペクトル)を求める。移動状態によってスペクトルが高くなる周波数や大きさなどの特徴が異なる。そこで各移動状態のモデルデータと観測された加速度のスペクトルを比較して類似度を求める。

類似度の計算には相関係数を用いる。相関係数は-1から1の値をとり、1に近いほど正の相関が高く、類似しているといえる。観測したデータから得られたスペクトルと各移動状態のモデルデータとの相関係数を算出し、最大となるものをその時の移動状態と判定する。

3. 移動状態判定方式の検討

3.1. 加速度データの収集

実際に徒歩、停止、バス、電車、車、自転車の6種類の移動状態時の加速度を収集した。使用した加速度センサはCrossbow社の3軸加速度センサで、最大177Hz(約5.6ミリ秒)で加速度を取得する。このセンサをノートPCに接続し、PCと一緒に鞆に入れて持ち運んで計測した。

“Examination of the Method for Estimating Travel Modes Using an Accelerometer”

[†] Akiko Yamasaki, Kei Gomita

[‡] Information Technology R&D Center,
Mitsubishi Electric Corporation

3.2. 移動状態の判定

収集した加速度から各移動状態のモデルデータを作成し、移動状態の判定を行った。モデルデータはその移動状態での加速度の相関係数の平均が最大となる N 個の連続データを収集したデータの中から選択した。

今回は加速度データを約 5.6 ミリ秒間隔で取得したが、実際の組み込み端末では数ミリ秒間隔で加速度を取得できるとは限らない。そこで加速度取得時間間隔 T が大きい場合でも移動状態判定が可能か検討する。今回は取得した加速度から一定個数ずつデータを間引くことで T の値を擬似的に大きくした。また T と同時に N の数も変化させた場合の移動状態の判定も行う。

4. 考察

4.1. 判定精度の推定

$N=512$, $T=5.6$ ミリ秒のとき（移動状態判定間隔約 2.9 秒）の各移動状態の加速度とモデルデータとの相関係数の平均を図 2 に示す。

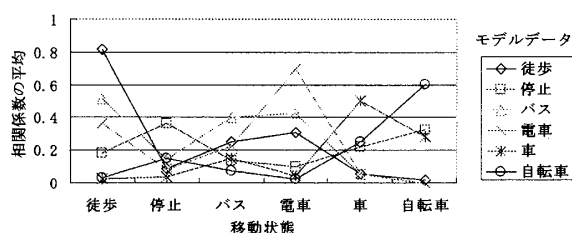


図 2 各移動状態の相関係数の平均
($N=512$, $T=5.6$ ミリ秒)

図 2 より徒歩移動時は徒歩のモデルデータの相関係数の平均が最も高く、バス移動時はバスのモデルデータの相関係数の平均が最も高いように、各移動状態と同じ移動状態のモデルデータの相関係数の平均が最も高い。停止時とバス移動時と比較するとバス移動時の自身の移動状態の相関係数の平均のほうが若干高いが、異なる移動状態のモデルデータとの差は停止時のほうが大きい。そのため停止時のほうがバス移動時よりも移動状態の判定がしやすいと考えられる。 N と T の値を変化させた時の各移動状態の自身のモデルデータとそれ以外のモデルデータの相関係数の平均の差の最小値を図 3 に示す。この図は値が大きいほど他のモデルデータとの差が大きいことを表す。図 3 より、徒歩、電車、車、自転車の判定精度は高いが、停止、バスの判定精度は低いと推定する。

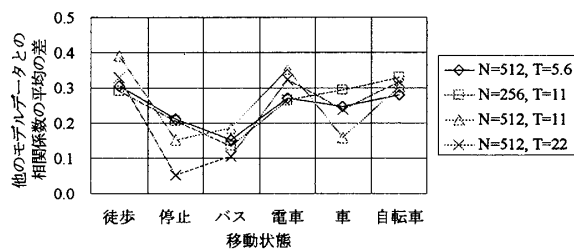


図 3 移動状態のモデルデータと他のモデルデータとの相関係数の平均の差

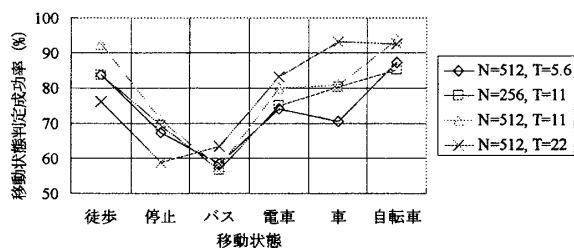


図 4 移動状態の判定精度

4.2. 移動状態判定精度

図 3 の各 N , T のパラメータにおける移動状態の判定成功率を図 4 に示す。4.1 での推定通り、徒歩、電車、車、自転車の判定精度は高いが、停止、バスの判定精度が低い。しかし、どの移動状態でも 50% 以上の高い精度で判別ができています。また、今回使用したセンサより取得間隔が長くても移動状態の判定は可能であることがわかる。バスは停留所や信号で頻繁に停止しており、走行と停止の特性が異なるために精度が低いと思われる。このため判定精度を上げるには、細かい状態毎の適切なモデルデータの設定や前回の判定結果の利用、GPS の位置情報の利用といったような工夫が必要である。

5. おわりに

本稿では 6 種類の移動時の加速度を収集し、各移動状態を判定する手法の検討を行った。加速度のスペクトルの相関係数を利用することで高い確率で移動状態の判別ができた。今後は、適切なモデルデータの決定方法、GPS などのセンサや前後の移動状態をもとにした高精度な判定手法について検討する予定である。

参考文献

- [1] 前司敏昭, 堀口良太, 赤羽弘和, 小宮粹史 “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.
- [2] 小川晶子, 小西勇介, 柴崎亮介 “自立型ポジショニングシステム構築に向けて ~着用型センサーを用いた人間の行動モード推定~, 全国測量技術大会 2002 学生フォーラム発表論文集, 2002.