

ポケットに入れたセンサを用いた進行方向推定に関する一検討

村松 茂樹 上坂 大輔 横山 浩之

株式会社 KDDI 研究所

1. はじめに

センサ搭載携帯電話を対象に、6 軸センサ (3 軸の加速度センサと 3 軸の地磁気センサ) を利用した位置推定の研究を進めている。これまで、携帯電話を手を持ち画面を見ながら歩行する場合と、手に持ったまま腕を振って歩行する場合の 2 種類の所持方法に対応した位置推定方式について検討してきた[1]。本稿は、携帯電話を胸ポケットに入れて歩行した場合に対応した位置推定を行うための要素技術として、進行方向推定手法を提案し、その精度を実験的に評価する。

類似の既存技術としては、センサを腰部に装着し、加速度から抽出した人間の歩行運動の特徴を利用する手法が実用化されている[2]。胸ポケットに入れたセンサの出力に、歩行運動の特徴があらわれていることを確認し、特徴に基づいた進行方向推定の精度を評価する。

2. 胸ポケットでの加速度パターンに基づく進行方向推定手法

2.1 腰部に装着したセンサの加速度

腰部に装着した加速度センサによって検出される重力方向に直交する平面上に投影された歩行時の加速度成分は、進行方向に広がりをもって分布する[2]。

また、鉛直方向の加速度成分と進行方向の加速度成分については、それぞれ上向き、前向きを正として、鉛直方向極大、進行方向極小、鉛直方向極小、進行方向極大の順で極値が観測される。

2.2 胸ポケットに入れたセンサの加速度

図 1 および 2 に、加速度センサを胸ポケットに入れて歩行した際に観測された加速度の時系列データの例を示す。図 1 は、重力方向に直交する平面上に投影したもので、図 2 は、鉛直方

A Study on Direction Estimation using Built-in Motion Sensors on Mobile Phones in Pockets
Shigeki Muramatsu, Daisuke Kamisaka and Hiroyuki Yokoyama
KDDI R&D Laboratories, Inc.

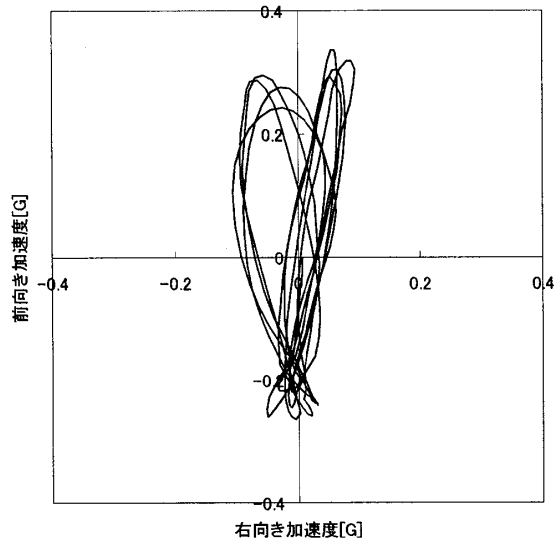


図 1 進行方向と側方向の加速度データ

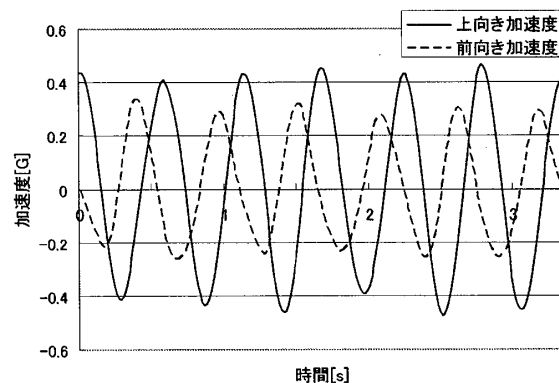


図 2 鉛直方向と進行方向の加速度データ

向成分と進行方向成分である。

図より、重力方向に直交する平面上での進行方向への広がりや鉛直方向および進行方向の極値の出現順が確認できる。

したがって、腰部に装着した場合と同様、重力方向に直交する平面上に投影した加速度の分布に基づいた進行方向の推定を行う。なお、本稿では以下の手順により推定を行う。

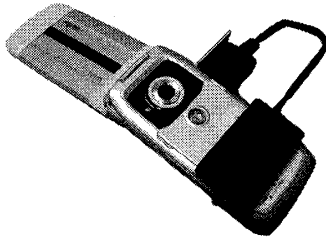


図 3 実験に用いた携帯電話端末

1. 加速度の時系列データを 1 歩単位に分解する。1 歩は、鉛直方向極大を起点とし、次の鉛直方向極大までとする。
2. 重力方向に直交する平面上に投影した加速度は、右手系において重力ベクトルを G 、地磁気ベクトルを M としたとき、北向きおよび東向きの単位ベクトルが次のように記述されることに基づいて算出する。

$$e_{North} = \frac{G \times M \times G}{|G \times M \times G|}$$

$$e_{East} = \frac{G \times M}{|G \times M|}$$

3. 進行方向は、重力方向に直交する平面上に投影した 2 歩分の加速度の時系列データに対する主成分分析により得られた主軸の方向とする。進行方向の前後は、1 歩分のデータにおいて、主軸方向の加速度成分の極値が極小、極大の順で観測される側を前方とする。

3. 評価実験

胸ポケットに入れたセンサを用いた進行方向推定を評価するための実験を行った。

実験には、加速度および地磁気センサ (AK8976A, 旭化成製) を搭載したセンサアタッチメントを接続した携帯電話端末 (W62CA) を用いた。図 3 にセンサアタッチメントと携帯電話端末の接続の様子を示す。センサアタッチメントで計測されたデータは、携帯電話端末に送られ、携帯電話端末上で動作する記録用のアプリケーションによって保存される。

被験者は、テンキー側の表から裏に向かう向きが前方になるように、左胸のポケットに入れた状態で端末を所持し、公園 (屋外) に設定した北向きから 45 度刻み 8 方位 (北を 0 度として時計回りに 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 度)、40m の直線コースを、それぞれの方位について 4 回ずつ、自然な速度 (customary

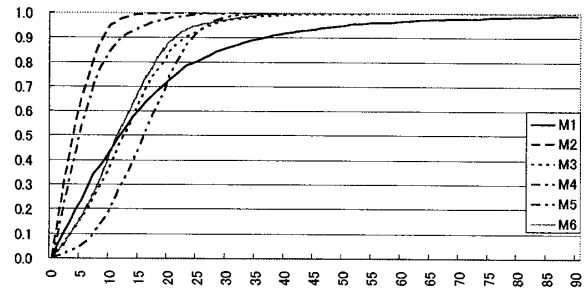


図 4 誤差の絶対値の累積相対度数

walking speed, [3]) で歩行する。被験者は男性 6 名 (M1~M6) である。

歩行実験によって取得された加速度センサと地磁気センサの値から 2.2 の手順によって進行方向を算出する。なお、鉛直方向加速度の極大のタイミングの付与は目視により行った。

算出された進行方向と被験者の進行方向との角度の差 (度) の絶対値の累積相対度数を図 4 に示す。図は、各被験者について 32 回 (8 方位、4 回ずつ) の歩行をまとめたものである。

被験者のうち 2 人についておよそ 90% が誤差 10 度以内、3 人についておよそ 25 度以内となっている。被験者ごとの差が見られ、最も精度の良い被験者が誤差 10 度以内に 90% 以上が含まれているのに対し、最も悪い被験者では 20% 程度であった。

4. おわりに

本稿では、携帯電話を胸ポケットに入れて歩行した場合の進行方向の推定について報告した。6 人の被験者による評価実験によれば、5 人の被験者の推定した進行方向の 90% が誤差 25 度以内であり、被験者による差も大きいことが確認された。今後は、さらなる精度の向上が可能か検討を進める予定である。

参考文献

- [1] D. Kamisaka, T. Iwamoto, S. Muramatsu and H. Yokoyama, "Pedestrian Dead Reckoning Method Suitable for Built-in Motion Sensors on Mobile Phones", Proc. Fifth International Symposium on Ubiquitous Computing Systems, Beijing (2009).
- [2] M. Kourogi and T. Kurata, "Personal Positioning based on Walking Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and a Wearable Camera", Proc. The 2nd IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Tokyo (2003).
- [3] J. Perry, "Gait Analysis: Normal and Pathological Function", SLACK Incorporated, Thorofare (1992).