

手持ちの6軸センサを利用した屋内位置推定手法

上坂 大輔[†] 岩本 健嗣[†] 村松 茂樹[†] 横山 浩之[†]

携帯電話に装着した加速度・地磁気の各3軸のセンサを用いて、自律的に歩行者の相対位置を取得し、携帯電話に表示するシステムのデモンストレーションを行う。本システムは、携帯電話を手を持ち腕を振りながら歩行している場合でも位置取得が可能である点に特徴がある。

Indoor Position Estimation Method Using Handheld 6-axis Motion Sensor

DAISUKE KAMISAKA[†] TAKESHI IWAMOTO[†] SHIGEKI MURAMATSU[†]
HIROYUKI YOKOYAMA[†]

In this paper we propose a position estimation method using handheld 6-axis motion sensor containing 3-axis accelerometer and magnetometer suitable for pedestrian navigation system on mobile phones. The most previous positioning methods use body-worn motion sensor. However, our method allows users to hold their mobile phones with free angle. The detail algorithm is presented.

1. はじめに

GPSは携帯電話の半数に標準で搭載されており、屋外における測位技術としては最も一般的なものとなっている。しかしGPSは高層ビルの林立する都市部や屋内では使用できない問題がある。歩行者ナビゲーションシステム(PNS; Pedestrian Navigation System)を実現するためには、屋内でも利用可能な位置取得方式が必要である。従来技術としては、WiFiの基地局の電波を利用する方式などが既に実用レベルに至っているが、カバーエリアは十分ではなく、インフラ整備にまだまだ多くの費用が必要である。環境側設備を必要としない手法としては、相対的な位置の変化を累積的に求める、デッドレコニング(DR; Dead Reckoning)が知られている。代表的なものには、加速度センサやジャイロを用いる慣性航法(INS; Inertial Navigation System)があり、主に自動車や船舶、航空機などの移動体を対象に、GPSと併用されている。しかしINSはノイズに弱く、複雑な運動を伴う歩行者への適用は難しい。歩行者に適用可能なDRとしては、センサによって人の歩行運動の特徴を検出し、歩数、歩幅、方向を推定して、相対位置を求めようとする方法[1, 2]がある。しかし多くの場合、センサを腰部など人体の安定した箇所に固定する必要があるため、携帯電話での実用化には問題がある。

我々は、センサ搭載携帯電話をターゲットとした、手持ちの6軸センサ(3軸の加速度センサと地磁気センサ)を利用した屋内位置推定手法を考案し[3]、センサア

タッチメントと既存の携帯電話を用いたデモシステムを構築した。我々の簡易な調査によると、歩行者ナビゲーションを利用中の携帯電話の保持方法としては、手振りと手持ちが支配的であることがわかったため、提案手法はこの2種類の保持方法について位置推定を行う。携帯電話を体に固定する必要が無く、歩行者が携帯電話を持った手を振りながら歩行していても、位置推定が可能である。本論では、提案手法のアルゴリズム及びデモシステムについて述べる。

2. デモシステム

デモシステムは、歩行者の現在位置をリアルタイムに推定し表示するもので、携帯電話(W62CA)と独自に開発したセンサアタッチメントから構成される(図1)。センサアタッチメントには6軸センサ(AK8976A)が搭載されており、シリアルケーブルを介して計測データを携帯電話に転送する。携帯電話には、我々の開発したBREWアプリケーションがインストールされており、センサアタッチメントから得られた計測値に基づき歩行者の現在位置を推定し、移動経路を図示する。

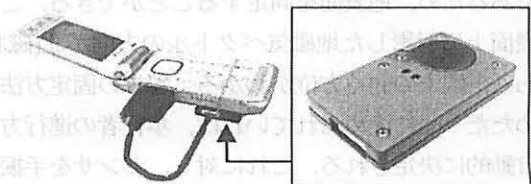


図1 センサアタッチメントとデモシステム

Figure 1 Sensor attachment and demo system.

位置推定手法について説明する。提案手法は主に、歩数推定、歩幅推定、方向推定から構成される(図2)。

[†](株)KDDI 研究所
KDDI R&D Laboratories Inc.

図2の手振り判定は、歩行者が手振りをしているかどうかを判定し、その結果によって以後の処理のアルゴリズムあるいはパラメータを切り替える。最も位置推定が困難な、手振り時における処理について説明する。

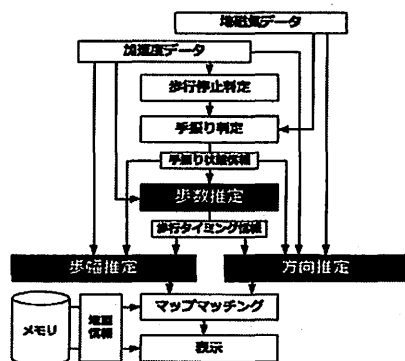


図2 位置推定処理フロー

Figure 2 Position estimation process flow.

まず、歩数推定について述べる。加速度センサを腰部などの安定した箇所に固定した場合、計測される合成加速度は歩行周期を反映したサイン波を描くため、ピーク点検出などの単純な手法により、正確な歩数を計数可能である。しかし端末が手振りされた場合、歩行周期の倍周期である手振り運動による加速度が合成されるため、ピーク点の消失が発生し、実際より少ない(半分の)歩数しか検出できない。提案手法では、消失の発生する特徴的な波形を捉え、これを補完する。

次に、歩幅推定について述べる。センサを固定する従来法の多くは、歩行者の前進方向成分の加速度と歩行速度の比例関係を利用して歩幅を求めることが多い。しかし手振りの場合、重力以外の加速度が合成されるため、この手法は適用できない。本手法では、手振りの大きさと歩幅に相関があることに着目し、加速度の前進方向成分および左右方向成分を特徴量とし、Naive Bayes 分類器によって数種類の歩幅を識別する。

最後に、方向推定について述べる。センサを固定する従来法では、観測される加速度ベクトルをそのまま重力方向すなわち鉛直下向きであると見なすことが可能であるため、地表面を同定することができる。この地表面上に射影した地磁気ベクトルの方向が北(磁北)であり、端末の向く方位がわかる。端末の固定方法が予めただ一つに決められていれば、歩行者の進行方向も自動的に決定される。これに対し、センサを手振りした場合、観測される加速度には手振り運動による加速度や遠心力が合成され、さらに端末姿勢が絶えず変動するため、正確な重力方向を得ることができない。本手法では、加速度ベクトルの動きに着目した。加速度ベクトルは、手振り運動に合わせ扇形の平面(加速度

面)を描くように振り子状に運動しているように観測される。手振りの方向が進行方向に平行であるならば、加速度面もまた進行方向に平行である。進行方向は、加速度面と、南北を示す平面(方位基準面)のなす角により求めることができる(図3)。加速度面は加速度ベクトル群から最小二乗法などにより求めることができ、その前後は、加速度の大きさの前後非対称性により区別可能である。方位基準面を求めるためには、重力ベクトルとそれに対応する地磁気ベクトルが必要である。重力ベクトルは、大きさが極大値を取る点における加速度ベクトルの向きが重力方向とほぼ等しい(振り子運動の最下点では重力と遠心力の方向は同じになりそのときの合成加速度は極大となる)ことを利用して、近似的に求めることが可能である。同じ点における地磁気ベクトルと合わせ、地磁気基準面を特定する。

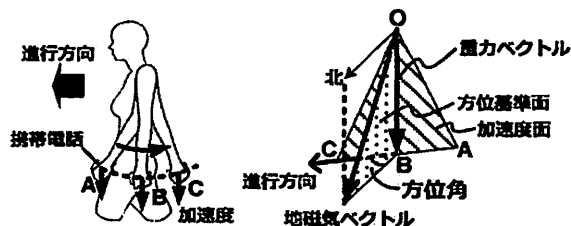


図3 加速度面と方位基準面

Figure 3 The acceleration plane and the azimuth plane.

デモシステムを用いて男女 12 名の被験者で歩行実験を実施した結果、歩数精度 90.8%、歩幅精度 75.2%、方向誤差 13.9 度と、良好な結果を得ることができた。

3. おわりに

本稿では、携帯電話に適した位置推定として、手持ちの 6 軸センサを利用した屋内位置推定手法を提案し、デモシステムにて携帯電話上での精度を確認した。

参考文献

- 1) Seon-Woo Lee and Kenji Mase, "Activity and Location Recognition Using Wearable Sensors," *Pervasive Computing* 2002, pp. 24-32, 2002.
- 2) Masakatsu Kourogi and Takeshi Kurata, "Personal Positioning based on Walking Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and a Wearable Camera", *ISMAR'03: Proceedings of the 2nd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, pp. 103-112, 2003.
- 3) 上坂 大輔, 岩本 健嗣, 村松 茂樹, 西山 智, "携帯電話における加速度・地磁気センサを用いた位置取得システム", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2008)シンポジウム, pp. 761-767, 2008.