

人間行動理解を目的とした装着型センサデバイスの姿勢推定手法とその可視化

坂 涼司*, 梶 克彦, 河口 信夫 (名古屋大学)

A Pose Estimation and Visualization Method of a Wearable Sensor Device for Human Activity Understandings

Ryoji Ban, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi (Nagoya University)

1. はじめに

スマートフォン等の装着型センサデバイスの姿勢は装着者の行動に強く依存するため、センサ情報に基づく人間行動理解のためにはデバイス姿勢の推定が重要である。本研究では角速度・地磁気・加速度を用いたデバイスの姿勢推定手法を提案する。また、推定される姿勢を直感的に理解するために HASC Tool¹⁾上に姿勢可視化機能を実装した。

2. 姿勢推定手法

提案手法では角速度の積分から推定される姿勢と、地磁気と加速度から推定される姿勢をカルマンフィルタにより統合することで姿勢を求める。

地磁気と加速度により姿勢を推定する際には、地磁気はそれ単体では自由度が残り姿勢が一意に決定できないため、加速度をローパスフィルタに通して得られる重力加速度と組合せて使用する。磁気センサが検知する地磁気は微弱であり、外部から容易に乱される。興梧らの研究²⁾では、地磁気の伏角を評価し、値の正当性を検証した。本手法ではさらに地磁気の大きさも、本来取りうる値との二乗誤差で評価し、正当性検証に用いる。

カルマンフィルタのパラメータには状態推移に関する雑音の共分散行列と入力した推定姿勢に関する雑音の共分散行列がある。それぞれ、デバイスを静止させた状態における値の分散を誤差の分散だとみなしパラメータを設定した。さらに地磁気と加速度により推定された姿勢の分散は地磁気の正当性を考慮して動的に変化させる。

以上の手法を用いて HASC Tool 上に可視化機能を実装した(Figure1)。端末姿勢のリアルタイム表示や、オフラインでデバイスの姿勢変化の再生が可能である。

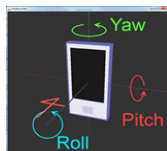


Figure 1 Visualization of pose on HASC Tool

3. 評価実験

本実験では提案手法を理論値が計算可能な振り子運動に適用し評価を行った。振り子の先端にデバイスを装着して(Figure2) 中心角 θ ごとに 5 回ずつ計測し、値のサンプリング毎に推定姿勢と理論姿勢との差を求め、その平均値を計算した。センサデバイスは HTC EVO 3D を使用しサンプリ

ングレートは 60[Hz]として、端末が portrait の向きの場合と landscape の向きの場合それぞれに対し、 θ が 40° , 30° , 20° , 10° の場合の振り子運動について検証した。振り子運動の理論値は以下の式により導いた。ここで T は周期、 g は重力加速度、 l は振り子の長さ、 m はおもりの質量、 k は空気抵抗係数である。

$$T = 2\pi/\sqrt{g/l - k^2/4m} \quad (1)$$

$$\theta(t) = \theta(0) \exp(-kt/2m) \cdot \cos(2\pi t/T) \quad (2)$$

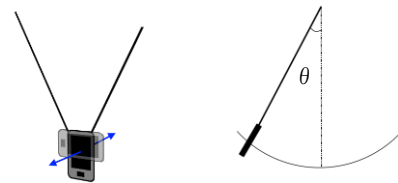


Figure 2 Experimental equipment

振り子運動 1 周期に対する評価実験の結果を Table1 に示す。左の表はデバイスを portrait の向きにした場合、右の表は landscape の向きの場合の結果である。roll, yaw, pitch はそれぞれ軸周りの回転角度を示している。

各状態における角度の誤差は $1\sim 5^\circ$ 程度となり、ある程度の精度で姿勢推定が行えることを確認した。中心角が大きいほど誤差が大きくなっており、これは遠心力の影響で重力加速度ベクトル方向を適切に推定できなかったためと考えられる。

Table 1 Errors of rotation [degree]

Left: portrait

Right: landscape

θ	pitch	yaw	roll	平均
40	4.0	2.5	2.5	3.0
30	2.6	2.6	3.1	2.8
20	3.4	2.9	2.1	2.8
10	1.9	3.1	1.1	2.0
平均	3.0	2.8	2.2	2.6

θ	pitch	yaw	roll	平均
40	3.4	3.5	1.6	2.8
30	1.5	5.4	1.0	2.6
20	1.0	1.8	0.5	1.1
10	0.4	1.0	0.3	0.6
平均	1.6	2.9	0.9	1.8

4. 今後の課題

今後は重力加速度ベクトルについても正当性の評価を行い、精度を向上させたい。また、可視化機能を利用し各種行動における特徴量を検討し、行動認識へと発展させることが今後の課題である。

参考文献

[1] Nobuo Kawaguchi, Nobuhiro Ogawa, Yohei Iwasaki, Katsuhiko Kaji, Distributed Human Activity Data Processing using HASC Tool, UbiComp, 2011

[2] 興梧正克, 大隈 隆史, 蔵田 武志, 歩行者ナビのための自蔵センサモジュールを用いた屋内測位システムとその評価, シンポジウム「モバイル 08」, pp.151-156, 2008