

スマートウォッチによる歩行者位置推定手法の検討

高橋 光希 (15814050)

ロペズ研究室

1. はじめに

現在スマートフォンやスマートウォッチには様々なナビゲーションを行うアプリケーションが存在する。ほとんどのナビゲーションは位置推定に GPS を使用する。しかしながら、GPS には屋内や地下施設は電波が届かないため使用できないことや、使用電力が大きいため電池の減りが速いなどの問題点がある。また、従来のセンサを用いたデッドレコニング手法はセンサの装着位置を固定するものが多い。そのため取り付けに手間がかかったり、デバイスを固定することに違和感を抱いたりする人がいる。本研究では、GPS の使用頻度を減らすことを目的としたスマートウォッチによる歩行者位置推定手法を提案する。

2. 関連研究・従来研究

デバイスの装着位置を固定する関連研究として、ウェアラブルカメラから得られる画像と、利用者の頭部と腰部に装着された慣性センサ群から得られるデータと統合することで位置・方位情報を取得するパーソナルポジショニング手法がある[1]。昨今ではデバイスの装着位置を固定しない研究も進んでおり、手に把持されたセンサを用いたデッドレコニングが挙げられる[2]。しかしながら、これはデバイスを常に手に把持する必要がある。

3. 提案手法の概要

本研究の提案手法を用いたシステムは、GPS の使用頻度を減らし、代わりにスマートウォッチ内蔵のセンサを多く用いて歩行者の位置を推定する。位置推定には移動距離推定、移動方位推定が必要である。移動距離推定には、身長を用いた Hr 法、計測した距離にかかった歩数で歩幅を推定するキャリブレーション法の双方を使用したハイブリッド方式を採用する。移動方位推定には、加速度センサと地磁気センサから計算した方位を使用する。提案手法を用いたシステムは自然な歩行、つまり腕を自然に振った状態で歩行したときのみの対応に限定する。以降、このような歩行を通常歩行と定義する。

4. 移動距離推定手法

歩行者が移動した距離の推定の手順を説明する。はじめに、歩行者の身長を選択する。次に、位置推定を始める前に行うキャリブレーションとして 50m 歩き、それにかかった歩数を測定する。キャリブレーションを終了すると、選択した身長から推定される歩幅、キャリブレーションから推定される歩幅の双方を用い、最終的な歩幅を推定する。その後、推定した歩幅に実際に歩いた歩数を掛けることで移動した距離を推定する。歩数の測定は加速度センサ x 軸の値に式(1)の 1 次ローパスフィルタを通した値を使用する。 a_{n-1}' は 1 つ前のローパスフィルタを通した加速度、 a_n は取得した加速度、 a_n' はローパスフィルタを通した加速度の値である。

$$a_n' = a_{n-1}' \times 0.8 + a_n \times 0.2 \quad (1)$$

通常歩行でこの値を測定すると、図 1 のような波形を描く。波形上の頂点は腕が前方または後方にあるときである。また、前半は腕を後ろから前に振ったとき、後半はその逆であるため、1 周期は 2 歩である。これにより波形の振動中心に固定の閾値を設定し、閾値を 2 回超えるごとに 1 回の歩行と数えることにした。

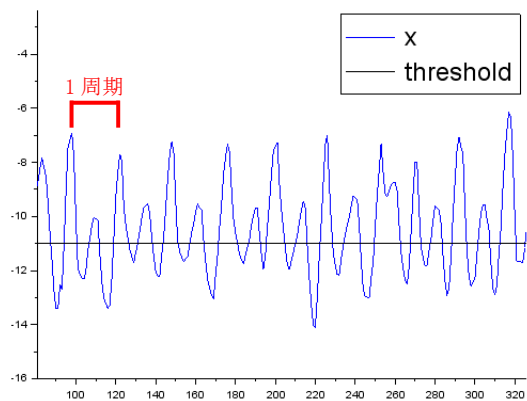


図 1 通常歩行時の加速度データ

5. 移動方位推定手法

歩行者が移動した方位の推定は、スマートウォッチ内蔵の加速度センサと地磁気センサを用いて推定する。はじめに、加速度センサと地磁気センサの値

2017（平成 29）年度卒業論文要旨

に 1 次ローパスフィルタを通した値を、回転行列を用いて方位 θ の計算を行う。この計算で得た方位 θ はスマートウォッチの画面を水平に持った状態での方位である。次に、通常歩行ではスマートウォッチを装着している腕は常に振っているため、このように動いている状態でも一定の方位を推定する必要がある。そのために、継続的に取得する方位 θ の最新 500 個の値の平均 $\bar{\theta}$ を使用することにより、方位の推定を一定に近づけた。また、本研究の提案手法は腕を鉛直下向きにしたときの方位が必要なので、水平状態での方位平均 $\bar{\theta}$ から角度 π を引くことで求めたい方位 $\bar{\theta}'$ を得ることができた。以上から、方位 $\bar{\theta}'$ を本研究の提案手法で使用する方位とした。

6. 精度検証実験

本研究の提案手法の精度を検証するための実験を行った。場所は青山学院大学相模原キャンパス O 棟、N 棟周りで、図 2 の黒線の 550m 八の字周回コースを設定した。先行研究の実験では、陸上トラックのような周回コースを設定するものが多いが、これでは左折もしくは右折のみとなってしまうため、本実験は双方を含む八の字コースを採用した。被験者に 1 人 1 回ずつ、提案手法を導入しているアプリケーションをインストールしているスマートウォッチを左手首に装着させ、周回コースを 1 周通常歩行してもらった。GPS センサは性能の関係上、スマートフォンの GPS センサで代用した。被験者の服の適当なポケットにスマートフォンを入れてもらった。実験者は被験者の隣で歩き、ルートへの指示を行った。比較のため、実験者は別のスマートウォッチを所持し、従来の GPS を使用したルートの記録を行った。被験者は 19~22 歳の男女 20 名であった。

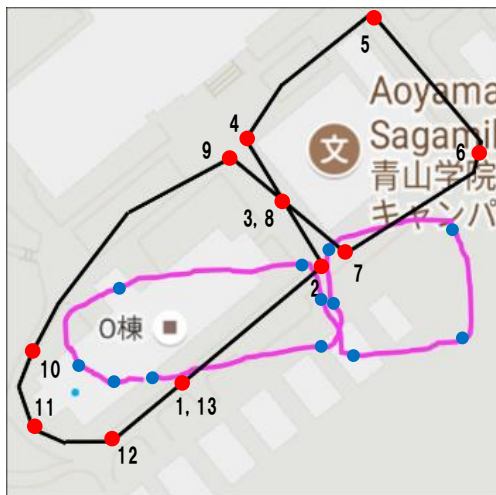


図 2 実験コース

被験者 20 名が通常歩行したときの、提案手法で推定したルートと GPS で推定したルートそれぞれの実際のルートとのチェックポイント毎の絶対誤差を平均した値をグラフ化したものを図 3 に示す。チェックポイントとは、ルート上で誤差が出やすいと仮定した 11 点(2~12)、スタート(1)、ゴール(13)の合わせて 13 点である。提案手法より GPS で推定したルートの方が誤差は小さく、より正確なルートを描けることがわかった。提案手法で描いたコースの軌跡の例を図 2 のピンク線で示す。コースと同じ形状である八の字を描いたが、方位がずれていたことが多かった。方位のずれの原因は、被験者それぞれ通常歩行時の腕の振り方が異なることだと考えられる。提案手法のゴールの絶対誤差の平均に着目すると、9.60m で小さい。つまり、ゴールがスタートと同じ周回ルートでは、方位は違っていてもゴールを推定することは可能である。

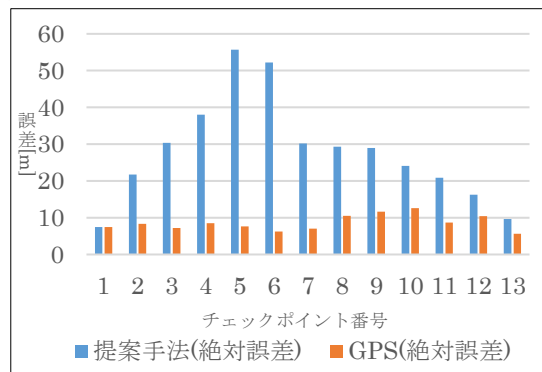


図 3 チェックポイント毎の絶対誤差の全被験者平均

7. おわりに

本研究の提案手法を用いたシステムは従来の GPS を用いたシステムの精度を下回る結果となってしまった。これは少しの方位の推定ミスが大きな誤差を生んでしまったからであると考えられる。通常歩行時の腕の振りが異なる複数人で同様の計算を用いた手法で良い結果は得られないことがわかった。個人別で方位のキャリブレーションを行うことでずれを解消し、良い結果に繋がれると考える。

8. 参考文献

[1] 興梠正克, 蔵田武志, “ウェアラブルカメラと慣性センサ群のデータ統合に基づくパーソナルポジショニング”, 2003.

[2] 上坂大輔, 村松茂樹, 岩本健嗣, 横山浩之, “手に保持されたセンサを用いた歩行者向けデッドレコニング手法の提案”, 2011.