

行動知識を用いた歩行者自律測位手法の検討

村田 雄哉 †

梶 克彦 ‡

河口 信夫 ‡

† 名古屋大学工学部

‡ 名古屋大学大学院工学研究科

1 はじめに

スマートフォンやタブレット端末には、多様なセンサが搭載されている。それらのセンサを利用したユーザの自律測位手法が研究されており、GPS の使えない屋内でのナビゲーションやライフログ等での応用が期待される。

有効な歩行者自律測位手法のひとつに、加速度センサや角速度センサを利用した Pedestrian Dead-Reckoning(以下 PDR) がある。PDR では現在でも様々な手法が提案されているが、スマートフォンのセンサを用いた手法では十分な性能を得られていない。本研究では、歩数や歩幅、行動の種類などの行動知識を用い、スマートフォンを用いた PDR の精度を向上させる手法について検討する。提案手法の有効性は、我々が構築した屋内歩行センシングコーパスである HASC-IPSC[1] を用いて検証した。

2 精度向上手法

一般的な PDR では、移動距離の推定に歩数、歩幅を利用している [2]。移動中のセンサデータから歩数を検出し、歩幅をかけあわせ移動距離を推定する。そのため、PDR の精度向上には、歩数と歩幅の精度向上が必要だと考えられる。そこで本研究では、歩数検出や歩幅の調整に被験者情報や行動の種類などの知識を利用し、PDR の精度向上を試みる。

2.1 歩数検出

一般的な PDR では、歩数検出に加速度が利用される。端末を腰などの体の一部に固定し、センサから得られる一次元、もしくは多次元の加速度のノルムと閾値を比較し、歩数を検出する。検出の様子を図 1 に示す。多くの場合、閾値は一定値が用いられるが、被験者や端末の装着位置によって加速度のノルムが異なるため、閾値が一定では歩数を検出できない場合が考えられる。

本研究では、歩数検出における、被験者ごとの閾値調整の有効性を検証する。歩数の検出には係数 0.1 の IIR フィルタを適用した 3 軸加速度のノルムを利用する。本手法では閾値を、被験者の歩行時の 3 軸加速度のノルムに係数 0.1 の IIR フィルタを適用し、適用後の

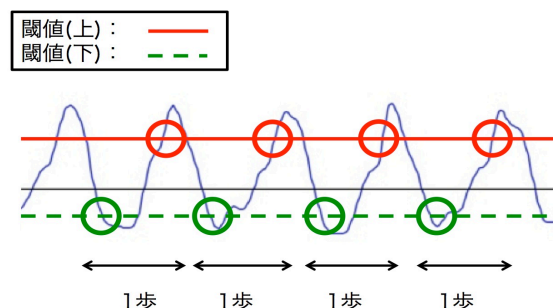


図 1: 歩数検出

波形の最大値、最小値の平均値の 1/4 と設定し、被験者ごとの閾値調整の有効性を検証する。

2.2 歩幅

歩幅の設定には、多くの場合被験者の身長が利用される [3]。ここで求められる歩幅は、通路歩行時における歩幅である。しかし歩行者は移動する際、歩行以外にも歩く、走る、階段上る、階段下るなど様々な行動をとっており、行動の種類によって歩幅は変わると考えられる。そのため、行動の種類によって歩幅を動的に変更する必要があると考えられる。

本研究では、行動の種類によって歩幅を調整し精度を検証する。歩行データには、歩く、階段上る、階段下るの 3 種類の行動が含まれている。歩行データに行動の種類情報を加え、歩幅を動的に変更し、移動距離を推定する。本手法では歩幅を、通常の歩行時では被験者の身長-1[m]、階段上り、階段下りでは階段 1 段の幅 (0.3[m]) とした。

3 評価

HASC-IPSC で収集された歩行データのうち、同じ経路を通った 3 人の被験者のデータを用いて歩数検出、距離推定を行った。移動経路を図 2 に示す。黒線部は通路、赤線部は階段である。経路の全長は 74.9m、階段部分は 4 箇所ある。この経路は 1 階から 3 階までの移動経路であり、被験者は階段部分を 2 周している。本実験では、上下方向の移動は考えず、水平方向の移動のみを考える。経路を移動中、person1207 と person1208 は腰の前方中央に端末を装着し、person1234 は腰の後方中央に端末を装着している。歩数検出、距離推定には、HASC Tool[4] を利用した。

Investigation of Pedestrian Dead Reckoning based on Human Activity Knowledge

†Yuya Murata ‡Katsuhiko Kaji ‡Nobuo Kawaguchi

†School of Engineering, Nagoya University

‡Graduate School of Engineering, Nagoya University

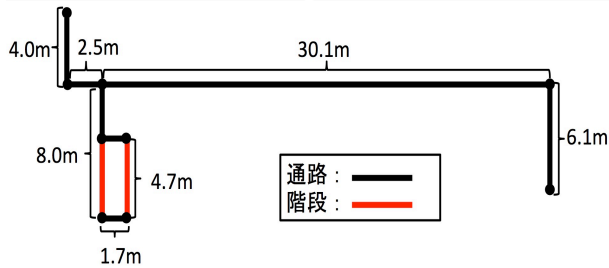


図 2: 移動経路

3.1 歩数検出精度

経路全体で歩数を検出し、10m ごとの歩数の平均誤差を表 1 に示す。本実験では、閾値を固定した場合の閾値(上)を 1.1G、閾値(下)を 0.9G とした。1G は重力加速度の大きさを表す。

表 1: 歩数検出精度

	10m 毎の平均誤差 [歩]	
	閾値固定	閾値調整
person1207	2.4	0.1
person1208	7.1	1.1
person1234	9.7	0.5

提案手法は閾値が一定の場合に比べ、検出精度が上がり、誤差が小さくなった。これより、歩数検出精度の向上において被験者ごとの閾値調整は有用であると考えられる。特に person1234 では、閾値の調整により大きく誤差が軽減されている。

3.2 距離推定精度

行動の種類を導入による、距離推定精度を比較する。通路では行動の種類が変化しないため、行動知識の導入によって歩幅は変化しない。そのため、階段部分での距離精度を比較する。経路内に階段部分は 4 箇所あり、各区間において距離推定を行った。移動距離は歩数 × 歩幅で求め、区間全体の距離と比較した。距離推定に用いる歩数は、各区間における正解歩数を利用した。階段部分での移動距離の推定結果を表 2 に示す。また、通路を含めた経路全体での推定結果を表 3 に示す。

表 2 より、歩幅を調整しなかった場合に階段で見られる誤差が、行動知識の導入により提案手法では誤差を軽減できている。また表 3 から、階段における誤差軽減により、経路全体での誤差も軽減できているとわかる。

4 今後の課題

本稿では、行動情報を利用した歩数検出や歩幅の調整による、PDR の精度向上について検討した。歩数検出の閾値の変更や、行動の種類を導入を手動で行って

表 2: 階段での距離推定精度

	誤差 [m]	
	行動知識なし	行動知識あり
person1207	5.44	0.80
	7.00	0.20
	6.22	0.50
person1208	7.00	0.20
	5.66	0.50
	5.24	0.50
person1207	5.95	0.20
	5.24	0.50
	4.92	0.80
person1207	4.92	0.80
	4.92	0.80
	4.92	0.80
平均	5.71	0.50

表 3: 経路全体での距離推定精度

	誤差 [m]	
	行動知識なし	行動知識あり
person1207	2.61	0.80
person1208	2.43	1.11
person1234	2.37	1.31
平均	2.47	1.07

いるため、今後は自動で最適な閾値を設定し、行動の種類を識別するシステムの構築を検討している。

参考文献

- [1] Kaji, K., Watanabe, H., Ban, R., Kawaguchi, N. HASC-IPSC: Indoor Pedestrian Sensing Corpus with a Balance of Gender and Age for Indoor Positioning and Floor-plan Generation Researches. *International Workshop on Human Activity Sensing Corpus and Its Application (HASCA2013)*, 2013.
- [2] 渡辺穂高, 渡邊翔太, 梶克彦, 河口信夫. 特定の移動経路を対象とした行動イベント系列に基づく位置推定手法. マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム, 2013.
- [3] 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. *情報処理学会論文誌*, Vol. 52, pp. 558–570, 2011.
- [4] HASC Tool. <http://hasc.jp/tools/hasctool-en.html>.