

3V-2

加速度センサーによる歩行動作の認識に基づく位置推定方式の設計

梅木 陽[†] 平石 広典[‡]秋田工業高等専門学校生産システム工学専攻[†]秋田工業高等専門学校電気情報工学科[‡]

1 はじめに

本研究では、携帯端末で利用される加速度センサーを利用し、利用者の歩行動作を認識させることで、建物内における歩行者の現在位置を予測するための位置推定方式を提案する。加速度センサーによって、歩行が認識された場合、予め設定されている移動速度をもとに、歩行者の位置を予測する^[2]。この時、携帯端末の方向センサーを利用することで、歩行者の蛇行にも対応させることができる。また、加速度センサーによる誤差の蓄積を軽減させるために、無線 LAN アクセスポイントからの電波強度を利用した位置補正を行う。その際、同時に予め設定した移動速度の修正も行うことが可能であり、より精度の高い位置推定を実現することができる。

2 システム概要

図 1 に実際に使用したシステムを示す。端末には Nexus7 を用い、データの取得は、秋田高専電気情報工学科棟 1 階の 50m の廊下で行った。

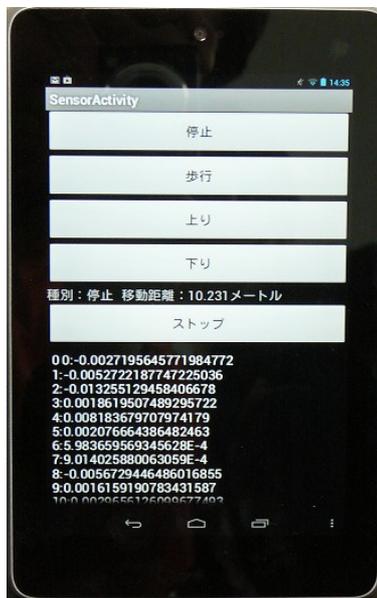


図 1 実際に使用したシステム

本システムでは、加速度センサーを用いて被験者の歩行状態を検出する。加速度データは 3 次元のデータを 1 秒間に 5 つ取得し、これを一つのデー

The position estimation method based on recognizing walking action using acceleration sensor

[†]You Umeki, Akita National college of technology

[‡]Hironori Hiraishi, Akita National college of technology

タとして扱う。この加速度データを被験者の歩行、停止、階段の上り、下りの状態ごとに取得する。その際、ハイパスフィルターによって重力加速度成分を取り除き、端末に格納する。格納したデータより歩行状態の判定を行うために SVM^[1] (Support Vector Machine) を用い、ツールとして libSVM¹ を用いた。本システムでは一番判定精度の良かった非線形による分類によって判定を行った。また、図 2 では、停止、歩行、上り、下りのデータ一つずつを 1 セットとした時に、セット数が増すほどに判定精度が上がっていく。データセットが 40 セットを越えた所で精度の上昇が 80%~90% 程で頭打ちになることがわかる。これより、一人の使用に対して十分な精度の位置推定を行うためには 40 程度のデータセットを取れば良いことがわかる。

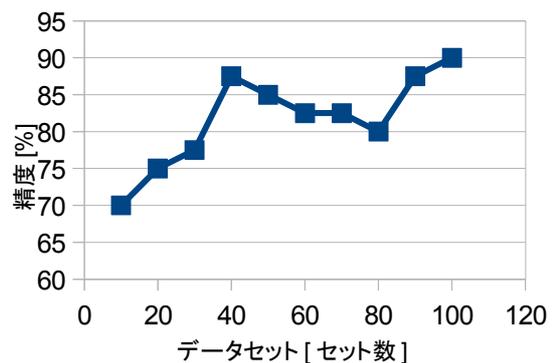


図 2 データセットと精度

歩行と判断された場合、あらかじめ設定された速度に応じて移動距離を加算していくことで開始地点からの位置を推定することができる。また、同時に直進に対する角度をセンサーより取得する。この角度に応じて移動距離を補正することで、蛇行した場合でも正確な直進距離を推定することができる。さらに、反転した場合でも角度計算より移動距離をマイナスにすることで直進距離を減算し、廊下のどの位置にいるかを表示することができる。

3 電波強度による位置補正と速度補正

本システムでは、無線 LAN アクセスポイント (BUFFALO WAPM-AP G300N) の電波強度による位置補正と速度補正を行う。

表 1 はアクセスポイントからの距離で電波強度を測定した結果である。1 地点で 5 回の測定を 1 セッ

1 <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>

トとして2セットずつ測定を行った。この結果よりアクセスポイントの電波強度が-30dB以上の値を示したとき、少なくともアクセスポイントから1m以内の距離にいることが分かる。そのため、電波強度が-30dB以上の時にアクセスポイントごとにあらかじめ設定された距離にリセットすることで位置補正を行う。

表1 アクセスポイントからの距離と電波強度

距離[m]		0	1	2	3	4
電波強度 [dB]	1回目	-30	-30	-35	-34	-32
		-30	-30	-35	-33	-30
		-30	-30	-36	-34	-30
		-30	-30	-37	-35	-33
		-30	-30	-34	-33	-32
	2回目	-30	-30	-38	-34	-34
		-30	-30	-31	-40	-34
		-30	-31	-31	-36	-32
		-30	-30	-33	-33	-34
		-30	-30	-32	-34	-34

速度補正はアクセスポイントに到達し、位置補正を行った際、システムが求めた移動距離と実際の移動距離を比べることで行う。直前に訪れたアクセスポイントの位置を記憶しておき、現在の位置から直前の位置を引いた値を実際に移動した距離とする。システムの求めた距離が、実際の距離より短い場合は実際の移動速度が速かったと考えられるため、移動速度補正の式は以下ようになる。

$$\text{移動速度} = \text{現在の移動速度} \times \frac{\text{実際の距離}}{\text{システムが求めた距離}}$$

これによって、被験者の体調や歩き方、また、別人がこのシステムを利用しても歩行速度の違いから位置推定精度が落ちる^[2]ことはなくなり、より汎用的な位置推定方式を実現することができる。

4 位置推定精度

図3と図4には、電波強度による位置補正を行わずに50mの距離を何回か停止して歩いた場合と、蛇行しながら歩いた場合にシステムが表示した移動距離を示した。

停止回数が増えるごとに誤差が増えているのがわかる。これは移動速度の速かった被験者2のほうが大きいことから、停止や歩行の再開ごとにシステムが行動を判定するためのタイムラグが存在するためであると考えられる。

また、蛇行回数が増えると誤差も増えているおり、若干ではあるが、移動速度のはやい被験者3のほうが誤差が大きい。これは、速度一定で移動距離を測定しているために、曲がるときの制動が誤差に出ているためであると考えられる。

しかし、いずれの誤差も最大で数m程度の誤差

であり、90%以上の精度で位置推定ができたことがわかる。

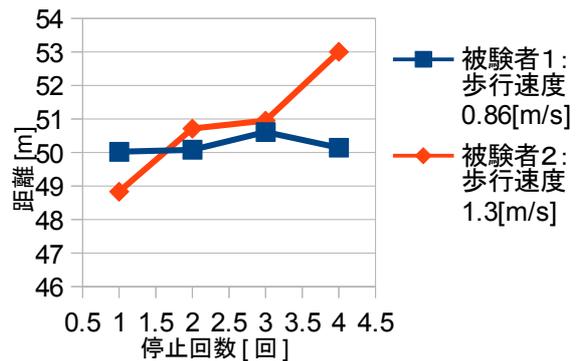


図3 50m歩行時の停止回数と誤差

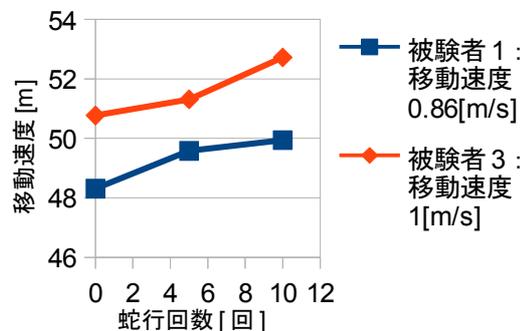


図4 50m歩行時の蛇行回数と誤差

5 おわりに

本研究では加速度センサーを用いて位置推定を行った。加速度センサーを用いることで、90%以上という非常に精度の高い位置推定が可能であった。しかし、システムの判定時間による動作判別のタイムラグや蛇行時における歩行速度の変化等によりわずかな誤差が出る。しかしながら、その誤差も、電波強度を用いた位置補正を行うことで、蓄積させずに位置推定を行うことができる。

また、適切な移動距離を設定しなければ、位置推定の誤差が大きくなるという問題^[2]も、電波強度による速度補正を行うことによって解決することができ、対象を選ばずに精度の良い位置推定が行えるようになった。

今後の課題としては1次元である廊下の位置推定だけでなく1階全体のような2次元的な空間、あるいは2階や3階への移動など3次元的な位置推定をできるようなシステムが挙げられる。

参考文献

[1] Nello Cristianini, Jhon Shawe-Taylor 著, 大北剛訳, “サポートベクターマシン入門”, 共立出版
 [2] 小野嵩晃, 平石広典, “電波強度と加速度センサーによるハイブリッドな位置推定方式”, 第75回情報処理学会, Vol1, pp.197-199, 2012.3.