

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

小野 嵩晃[†] 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

近年、携帯電話の発展に伴って GPS 等の電波情報からの位置情報を用いたナビゲーションシステムが普及している。しかしながら、それらの電波の大半は屋内では有効な精度を持たず、位置の特定が困難であるため、屋内に存在している受信信号強度 (RSSI 値) による位置推定方式[1]や RFID 等を用いた専用の装置を用いた位置推定方式の検討が行われている。しかしながら、専用装置によるコスト、電波強度の不安定さ等の問題が残っている。そのため本研究は、大まかな範囲での絶対的な位置の特定が可能ではあるが、細かな範囲での位置推定が困難であるのが現状とされる RSSI による位置測定に加え、携帯端末で利用される加速度センサーを利用し、より細かな移動を検出することで、細かい範囲の位置推定機能を実現し、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の設計を行う。

2 加速度センサーによる位置推定

本システムは、あらかじめ利用者の速度を登録することで、利用者の歩行状態を判別することで位置推定を行う。

携帯端末は Nexus7 を使用し、対象は秋田高専の電気情報工学科棟の 1 階から 3 階の廊下とし、それぞれ約 50[m]とした。利用者はあらかじめ 1 階の約 50[m]を通常で速度で真っ直ぐに歩いた場合の速度を測定し、その値を設定する。そして、携帯端末を所持した状態で歩行すると、歩行状態に合わせて推定を行う。「歩行」と検出される場合は、この速度の数値を基として、利用者の移動した距離を加算式に算出し、表示する。また、「停止」の場合は距離への加算処理を停止する。さらに階段の「上り」「下り」の判別を行い、階層の判別への対応を検討している。

歩行状態の判別には SVM(Support vector machine)を適用し、ツールとして libSVM¹を使用した。モデルについては被験者 1 人の通常の歩行状態と停止状態での加速度センサーの 3 軸の値を取得し、モデルを生成する。この時、端末の手振れ等の影響を取り除くため、ローパスフィルタ、瞬間的な

加速度の変化のみを取り出すためハイパスフィルタを組み合わせ用い、算出された値を用いた。

そして、一定の間隔で利用者の携帯端末のセンサーの数値と照合し、利用者の歩行状態を判別する。

3 電波強度による位置推定

無線 LAN アクセスポイントからの電波強度 (RSSI 値) を利用して、利用者のおおまかな現在位置を特定する。

対象は、加速度センサーの時と同様に、秋田高専の電気情報工学科棟の 1 階から 3 階の廊下、長さ約 50[m]とし、図 1 に示すように、8 台の無線 LAN アクセスポイント (BUFFALO WAPM-AP G300N) を配置した。

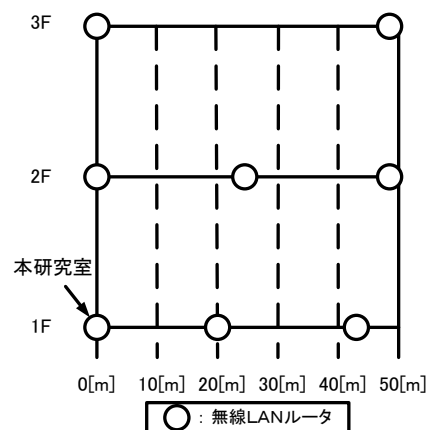


図 1 実験環境の概要

電波強度を利用した位置推定においても同様に、ツールとして libSVM を使用した。モデルについては 5[m]間隔で全てのアクセスポイントからの電波強度を収集し、SVM によってモデルを生成する。そして、新たに得られたデータを、生成されたモデルに照合することで、利用者の現在の位置を推定することができる。

Design of the indoor navigation hybrid system using WiFi signal strength and acceleration sensor

[†] Takaaki Ono, Akita National College of Technology.

[‡] Hironori Hiraishi, Akita National College of Technology.

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

4 加速度センサーによる位置推定精度

加速度センサーによる位置推定の精度を測定するため、利用者に携帯端末を持った状態で 50m を通常で速度で真っ直ぐ歩いてもらい、実際の移動距離と、どの程度誤差が生じるか測定した。

4 人の被験者にシステムを利用してもらい、その内 2 人は測定した速度の設定で行い、残りの 2 人は、徒歩所要時間と定義されている約 1.3[m/s] の設定で数回測定を行った。また通常の歩行の他に、途中で停止する処理を加えた歩行時のデータを測定した。この時、停止する位置は 50[m] を停止する回数で割った値の箇所とした。

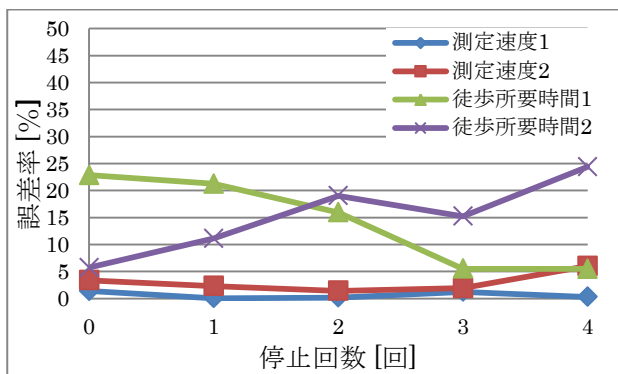


図2 加速度センサーによる位置推定精度

図2は、数回の測定の平均を測定値として 50[m] 歩行した場合での推定値との誤差率を示した。グラフから、個人の歩行速度を設定した場合、停止回数に依らず大幅に精度が高い結果が得られているといえる。

また、徒歩所要時間による固定速度とした場合でも大きな誤差が生じていないことがわかる。しかし、固定速度とした場合、停止回数が増加する毎に増加、もしくは減少する傾向があるといえる。今回の測定では 50[m] までが測定範囲としているが、実際の利用においては範囲が広がる程に誤差が大きくなるのが考えられる。この結果から、利用者の歩行速度を正確に測定し、歩行状態を正確に判断することが精度を向上における課題といえる。

5 電波強度による位置推定精度

モデルを生成するために収集したデータ数と位置推定精度の関係を明らかにするために、各地点の電波強度のデータを 5 セットずつ集め、30 セットまでデータ収集し、それぞれのモデルの精度を検証した。検証には、モデルデータの作成用とは、別に収集した 10 セットのデータで位置の推定を行った。

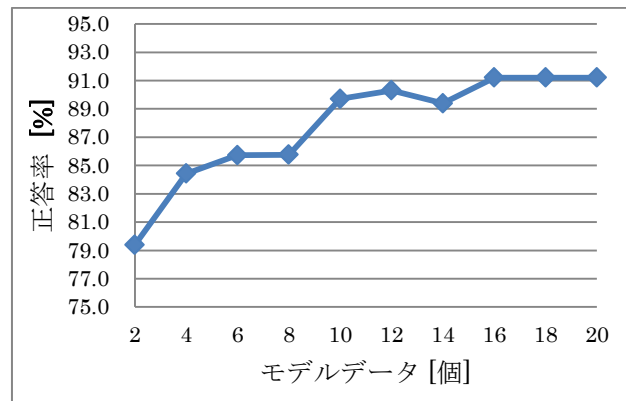


図3 データ数による推定精度

図3はデータ数ともなう推定精度の変化を示した。これにより 15 セット程度のデータがあれば、90%以上の精度で位置を測定することが出来ることが分かる。

以上より、本システムでは、高い精度で 5m 間隔の位置を特定することが可能であることが分かる。これにより、前項の推定方法と組み合わせ、定期的な整合を取ることで誤差の軽減を図れるものと考えられる。

6 おわりに

本研究では携帯端末の加速度センサーを利用した位置推定方式を設計した。利用者の通常歩行速度を適切に設定した場合、少ない誤差で位置測定が可能であり、実用的な範囲であるといえる。但し、歩行速度が利用者に対して、適切な値ではない場合は誤差が増加する場合があるといえる。また、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推定では、5m 間隔に 15 セット程度のデータを収集することで 90%以上の精度で位置推定を行うことが可能であった。

歩行動作による位置推定に関しては特定の箇所でのマッチングを行う等の誤推定の回避を提案する研究もある[2]。本研究においては同様に SVM を用いており、高い精度を得られている無線 LAN による位置推定が妥当であると思われる。

今後の課題としては、歩行判別を行う際の応答速度や蛇行する等の真っ直ぐではない歩行への対応が挙げられる。

7 参考文献

[1] 高橋光紀, 平石広典 “電波強度による位置推定機能を利用した校内ナビゲーションシステムの設計”, 情報処理学会第 74 回全国大会, vol.3, pp.459-460, 2011.
 [2] 岡島匠吾, 坪川宏, “スマートフォンを用いた屋内位置の推定と歩行 AR ナビゲーションシステムの提案”, 情報処理学会第 73 回全国大会, vol.3, pp.197-198, 2010.