

複数のセンサデバイスを利用した 学習に基づく簡易位置推定システムについて

辻野 友孝[†] 中村 正人^{††} 大園 忠親^{††} 新谷 虎松^{††}

名古屋工業大学工学部情報工学科[†] 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻^{††}

1 はじめに

本論文では、複数のセンサデバイスから得られた RSSI 値から、機械学習により位置を推定するシステムを提案する。近年、端末の高性能化に伴い、地図表示、周辺店舗検索、歩行者ナビなど位置情報を利用した様々なサービスが開始されている。このようなユーザごとに対応したサービスの増加に伴い、位置情報は重要視されてきている。

位置情報と言えば GPS(Global Positioning System) が有名である。しかし、室内では GPS 電波を受信できない場合が多く位置特定が困難である。また、位置特定の手法の一つとして RFID などの電子タグを用いた方法がある [1]。小さなタグを地面に埋め込みユーザが持つタグと通信を行う事で位置を特定するという方法である。この方法では位置を高精度で求める事が可能であるが、タグを高密度で配置しなければならず設置のコストが高い。

本システムでは、RSSI 値を用いて位置推定を行う。RSSI 値を利用するため、位置特定専用の機器を必要としないので低コストで位置推定が可能である。実際に測定した RSSI 値と測定場所を学習することで、ノイズを考慮した位置推定を行う。また、本稿では学習を用いた位置推定システムを試作した。試作したシステムに用いる学習手法の違いによる精度の比較を行った。また、測定に用いるセンサデバイスの指向性にも着目し、センサデバイスの向きによる精度の違いも比較した。

2 RSSI 値の学習に基づく位置推定

RSSI 値を位置推定に利用した例として、無線 LAN を利用したシステム [2] がある。このシステムでは無線 LAN の基地局からの RSSI 値が最も大きい基地局の位置を端末の位置と判断している。しかし、[3] で述べられているように、実空間では、電磁波の干渉によるノイズや、電波の反射などのノイズによる影響を受けてしまう。そのため、距離が離れるほど RSSI 値が小さくなるという減衰式は実空間では成り立たない場合がある。

本研究ではセンサデバイスの RSSI 値を学習させる事で位置推定を行う。本稿では、電波を送信するセンサデバイスをベース、受信するセンサデバイスを端末、両者を示す場合はセンサデバイスと呼ぶ。本研究では実際に測定した RSSI 値と測定場所を学習させる事で、ノイズを考慮した位置推定を行う。学習を用い、ノイズを考慮した位置推定を行う事で、ノイズを考慮しない位置推定法よりも精度が向上すると考えられる。

測定領域にベースをいくつか設置し、ベースと端末間の通信の際の RSSI 値を用いて位置推定を行う。しかし、測定領域の全ての場所で学習用 RSSI 値を計測する事は不可能である。そこで、測定領域をメッシュ状に分割し、各ブロックの中央で学習用 RSSI 値を測定する。図 1 のようにベースは測

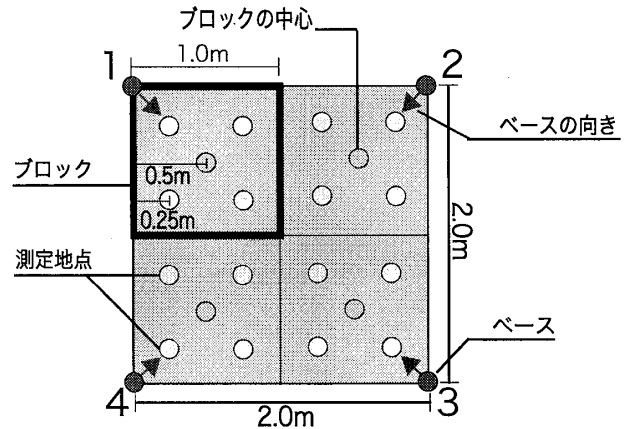


図 1: 計測環境

定領域の四隅に中央に向けて設置した。数回推定を行い、判断回数から各ブロックの存在確率を求める。推定した結果から最も存在確率が高いと判断されたブロックを最終的な推定結果とし出力する。

3 位置推定システム

本研究では学習を利用した位置推定システムの試作をした。本システムでは、全てのベースと端末間の通信で得られる RSSI 値と測定場所情報を 1 組の位置データとする。ベースはデータを常時ブロードキャストで送信し、端末はデータを常時受信する。各センサデバイスには拡張 MAC アドレスがある。端末は通信時のヘッダに記述された拡張 MAC アドレスを基にベースの識別を行う。ベースは 32dBm の出力で 200ms の間隔でブロードキャストで通信を行う。端末は全てのベースからの電波を受信すると接続している PC 上の推定システム位置データをに送る。学習時には、学習機構は端末から送られてきた位置データを推論機構で処理するために arff 形式に変換して保存する。位置推定時には、ファイルに保存してある位置データと、端末から送信された位置データを基に位置推定機構は位置推定を行う。

本システムは推定手法として、SVM(Support Vector Machine)、決定木、減衰式の 3 つの手法を用いた。減衰式では、距離に反比例して減衰する性質に基づいて、本システムでは最も RSSI 値が大きいベースの近くに居ると推定する。

位置推定機構で WEKA[†] ライブラリを利用した。WEKA は、オープンソースのデータマイニングのフリーソフトである。本システムでは SVM に weka.classifiers.functions.SMO を、決定木に weka.classifiers.trees.J48 を用いた。表示機構は推定結果を PC 上に結果を表示する。

本システムでは、500 組の実験用データを使い、500 回推定を行う。また、減衰式を用いた場合、端末との RSSI 値が最大となるベースが複数個存在したときは推定不能とした。

[†] On a Positioning System based on RSSI values from Sensor Devices using Machine Learning

Tomotaka TSUJINO, Masato NAKAMURA, Tadachika OZONO, and Toramatsu SHINTANI

Dept. Computer Science, Nagoya Institute of Technology, Gokiso, Showa-ku, Nagoya, 466-8555 JAPAN

^{††} <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

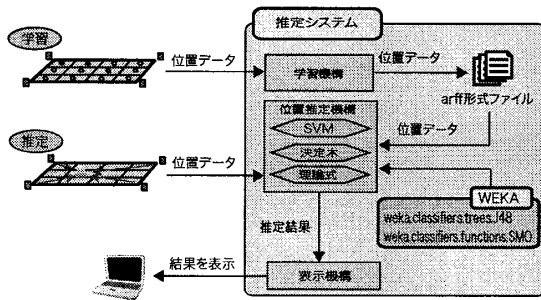


図 2: システム構成

4 評価

4.1 測定環境

今回、RSSI 値を測定するセンサデバイスとして Sun SPOT²を使用した。事前の測定で今回使用するセンサデバイスには指向性があり、位置推定の際、センサデバイスの向きを考慮しなければならない事が分かった。本測定ではセンサデバイスの設置方向を数パターン試し、設置方向による精度の違いについても比較する。

本測定は 6.0m × 8.5m の広さの研究室ゼミ室で行った。図 1 のように 1.0m × 1.0m の 4 つのブロックに分け、ブロック内の 5 か所の観測地点で実験用 RSSI 値を測定した。本測定ではセンサデバイスは全て高さ 600mm の台の上に配置した。

本測定では、中央、サイド、向かい合わせの 3 通りのベースの設置パターンで測定した。中央とは、図 1 でベースからの矢印で示したように、ベースの正面が領域中央に向けてある設置パターンである。サイドはベース 1 はベース 2、ベース 2 はベース 3、ベース 3 はベース 4、ベース 4 はベース 1 の方向を向き、他のベースも同様に自身の隣のベースの方向を向いている設置パターンである。平行はベース 1 とベース 4、ベース 2 とベース 3 が互いに向かい合っている設置パターンである。

4.2 測定結果

測定の結果を表 1, 2 に示す。表 1 は位置推定手法と、ベースの方向を変更した場合の位置推定の精度を表している。計測 1 は端末の向きを固定した状態で測定を行った。また、表 2 は端末の向きを 4 方向で測定したもので、方向と位置を決定木と SVM で推定させた場合の位置方向推定の精度を表している。また、計測 2 はベースは中央を向いた状態で測定を行った。

表 1 より、今回測定した位置推定手法では SVM を使用した位置推定システムがベースの向きを問わず最も良い結果を出している事が分かる。決定木を用いた手法では減衰式よりもベースの設置次第では精度が悪くなっている。また、ベースの設置方法は中央、サイド、向かい合わせの順で精度が良い。この結果から、アンテナが測定領域の中心に向いている方が精度が良いことが分かる。

表 2 より方向を推定する場合は決定木が良かったが、位置や位置と方向を推定する場合は SVM の方が良い結果を出した。向きを固定した場合に比べると位置推定の精度が 2/3 以下になっている。位置と向きは本システムでは 23 % の確率で推定可能である。

複数の手法において、常に誤推測する位置が数カ所あった。これはノイズの影響で RSSI 値が大幅に変化したためだと考えられる。このように、学習地点から少し離れた場所で RSSI 値が変化する場合、今回の測定では位置推定の精度は悪かった。

表 1: 計測 1 の結果

	決定木	SVM	減衰式
中央	60%	75%	50%
サイド	40%	55%	50%
向かい合わせ	30%	45%	45%

表 2: 計測 2 の結果

	方向	位置	位置・方向
決定木	40%	37%	17%
SVM	36%	41%	23%

5 応用例

本システムの応用として室内での道案内が考えられる。本システムを用いる事により位置と方向を推定する事が可能であるため、目的地の方向をユーザに知らせることが可能である。また、ベースを測定領域に設置し、学習用 RSSI 値を測定するだけで位置推定が行えるため、特設会場など、一時的に位置特定をしたい場合などに向いていると考えられる。特に、障害物が多く RSSI 値が不安定な場所で学習を用いた効果が発揮されると考えられる。複数の推定結果を管理する事で、目的の人物がどの方向にいるか推定する事も可能になると考えられる。

6 おわりに

本稿では、複数のセンサデバイスを利用した学習に基づく簡易位置推定システムについて述べた。本システムは室内における位置推定を目的としている。RSSI 値を用いる位置推定法に学習を取り入れることによって精度を向上させた。また、センサデバイスの指向性も考慮した。

本研究で位置推定の精度を比較した結果、SVM を用いた学習手法が実験した学習方法で最も高精度であった。また、センサデバイスの設置を広範囲に電波が届くように設置すると精度が向上することが分かった。本システムでは、測定の結果、ベースを中央に向けて設置し、学習手法に SVM を使用した場合、端末の向きを固定した場合 75 % の確率で位置を推定可能であった。向きを固定しない場合 41 % の確率で位置を、23 % の確率で位置と方向を判断可能であった。また、減衰式を用いた場合は最も位置特定の精度が良い場合でも 50 % の確率でしか判断できなかった。この事より今回の測定の結果、学習を用いる事で精度が向上することが分かった。

参考文献

- [1] 田中完爾, 木室義彦, 山野 健太郎, 平山満, 近藤 英二, 松本三千人, “RFID システムによる自己位置推定とタグ配置作業”, 電子情報通信学会論文誌. Vol.J88-D-II, No.9(20050901) pp. 1759-1770
- [2] 吉田廣志, 伊藤誠悟, 河口信夫, “無線 LAN を用いた一推定ポータル Locky.jp と基地局データ収集手法”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM2006) シンポジウム, 3B3, Jul.2006.
- [3] 山田真太郎, 高山潤也, 大山真司, “複数の無線接続強度情報をを用いた距離不等式に基づく無線端末の位置計測”, 電子情報通信学会論文誌 B Vol.J91-B No.6 pp.685-694, 2008.

²<http://jp.sun.com/products/software/sunspot/>