

7U-01 位置情報システムへの無線LAN基地局情報の利用に関する考察

岩谷晶子[†] 古坂 大地[‡] 西尾 信彦[‡] 徳田 英幸^{††}

[†] 慶應義塾大学環境情報学部 [‡] 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科

1 はじめに

モバイルコンピュータの利用が増加するにつれ、リアルタイムにユーザの位置情報を取得することが重要となっている。例えば、GPSやPHSなど携帯しているだけで位置情報を取得するデバイスは現在広く利用されている。

しかし、GPSの場合には鉄筋コンクリートの建物内では利用できない。PHSの場合は取得する位置情報の範囲がPHSのアンテナの電波がおよぶ範囲となり、誤差が最大で70M程度になってしまうため屋内で利用するには位置情報の粒度が大きすぎる。また、屋内に位置情報取得用のデバイスを新たに設置するのはコストがかかる。

一方、近年無線LANの利用が増加している。無線LANを利用して、位置情報を取得できれば、新たにデバイスやシステムを導入する手間が省ける。

そこで、本稿ではすでに広く利用されている無線LANを用いて屋内で位置情報を取得する方法について考察する。

2 予備実験

2.1 無線LAN基地局からの信号強度特性

無線LANの基地局は定期的にビーコンを送信しており、移動端末はビーコンを受信することによって信号強度の情報を取得する。しかし、この信号強度は基地局から同一距離に留まって測定している場合にも、建物内の構造や材質、障害物の有無によって、値の変動が起こり、位置特定には不向きだといわれている。

図1は信号強度を基地局から1m間隔で測定した結果で、縦軸は信号強度を、横軸は基地局からの距離を表している。各地点で1秒毎に100回計測しており、各箇所での平均値、最大値、最小値を表している。

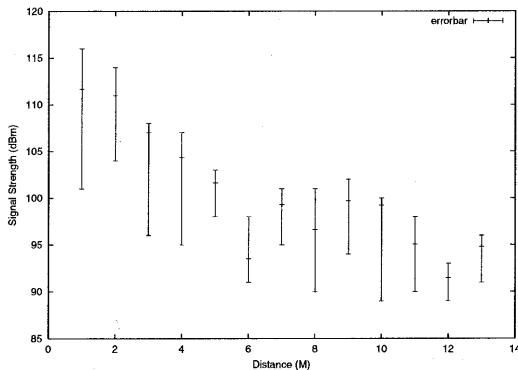


図1: 信号強度の偏差

最大値だけを見ると理論上の減衰曲線に近い形をとっており、5mを境界に傾きが大きく異なっている。基地局から5m以上離れている場合、距離に応じた特徴的な変化は見られないが、基地局から5m以内の範囲では最大値の減衰の傾きが急になっており、実測値の最大値を有

効に利用することにより基地局の近傍では1m単位程度での粒度で位置情報を取得できる可能性がある。

距離が5m以上の範囲において、基地局との距離が大きくなるのに応じて信号強度が減衰しないのは、建物の壁の材質が原因と考えられる。このように予備実験においても環境からの影響による信号強度の変動が起こっている。

2.2 ローミングを伴う移動時の信号特性

5階建のコンクリートの建物の1階と2階を実験環境とした。(図2を参照)無線LAN基地局は1階に2つ、2階に4つ配置されている。無線LAN基地局は802.11b準拠のMELCO製のWLA-L11、移動端末はMELCO製の無線LANカードを、OSはFreeBSD 4.1-RELEASEを利用した。

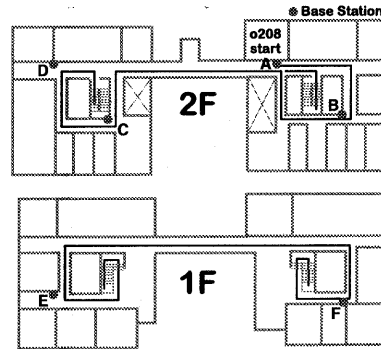


図2: 実験環境(順路)

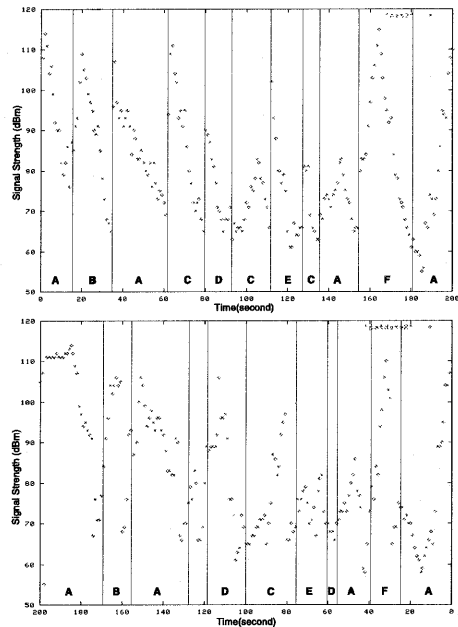


図3: ローミングを伴う移動時の信号強度の推移

図3上の図は図2に示された直線のとおり無線端末を携帯して歩き回った時の基地局から移動端末への信号強度の推移を示し、下の図は同じ経路を逆に歩いた時のものである。

このとき両図の横軸は時間を単位とするが、下図で向きを逆にしているので、横軸はほぼ物理的な位置を表すことになる。

Applying Wireless LAN Base Station Information to Location System Design

Akiko Iwaya¹, Daichi Furusaka², Nobuhiko Nishio² and Hideyuki Tokuda^{1,2}

¹ Faculty of Environmental Information, Keio University, SFC, newline Endo 5322, Fujisawa, Kanagawa 252-8520, JAPAN
E-Mail: {acco, furu, vino, hxt}@ht.sfc.keio.ac.jp

² Graduate School of Media and Governance, Keio University

信号強度はその時点で実際に通信を行なうことが可能な単一の基地局の信号強度を表示している。図3の縦線は、そのタイミングでローミングしたことを表しており、図3のAからFはその時の基地局を示している。ただし、図3下の図で一つだけ基地局名が記載されていない範囲があるが、これは偶然に未確認の基地局にローミングしたためである。

以下では、まず本予備実験から推測されるMELCOの無線LANデバイスのローミングアルゴリズムについて説明する。

図3においてローミングが行なわれる直前の値はほとんどがほぼ65dBmであり、65dBm前後に設定された閾値よりも低い値に到達した時点でローミングが行なわれたことを意味している。それは、現在の基地局より信号強度の大きい基地局が存在しているとしても現在の基地局の信号強度が閾値以下になるまではローミングしないということであり、信号強度の推移のグラフにおいて大きな変化が現れる原因となっている。

ローミングはほぼ次の基地局の近傍にたどり着いたあたりで起きている。これは、基地局の配置が理想的になされていることを意味する。

ローミングによって信号強度が不連続に推移することから、ローミングが起きるまでの間の信号強度を位置認識のための登録パターンとし、そのパターンを認識単位とした移動端末と基地局との位置関係の把握が可能である。

また、同じ場所であってもその地点を通過しているか停留しているかによって、受信する信号強度のパターンは異なるであろう。本予備実験では徒歩程度での移動速度の場合でのパターンを抽出しているが、次節に示すようなパターンに分類できない状態が継続するような場合には停留していると推定することが妥当である。

更に、本予備実験でわかるとおりMELCOの製品でのローミングアルゴリズムから、双方向での移動パターンに差異が見られるので、これを有効に活用することにより移動の向きも認識することができるであろう。

3 システムの基本設計

前節での予備実験をもとに、本節では実際に位置情報を取得するためのシステムの設計について説明する。

手順としてはまず最初に現在通信している基地局を認識し、その基地局からの信号強度の最大値を用いて5m以内のものかどうかを判定する。5m以内に入っていると判定できる場合には、その基地局からの距離がかなり正確に推定できるはずである。

電波強度の推移と、統計的な特徴(最大値、平均値、最頻値など)により過去に計測し登録されたパターンの中からマッチングを行なう。

以下では、登録するパターンの分類と基地局近傍での認識、さらに本システムでの制約について述べる。

3.1 パターンの分類

ローミングが起ってから次のローミングが起こるまでの間の信号強度の推移の仕方には、基地局と移動端末の位置関係によって特徴がある。予備実験の結果得られたパターンと位置関係を以下にまとめる。

- 右下がり型
 - － 基地局から遠ざかる
- 右上がり型
 - － ローミングした先の基地局へ近づく
- 山型
 - － ローミングした先の基地局へ近づいていき、ピークを境に遠ざかる

これらは携帯端末が移動している場合なので、これらのパターンに該当しない状況が継続する場合には、停留していると判断することになる。

3.2 基地局近傍での認識

図1のグラフで見たように、移動端末が5m以内にいるかどうかを信号強度によって判断することが可能である。今回の実験では105dBm以上で5m以内にいると判断できる。該当する基地局の位置情報は前もって登録しておき、登録したパターン上で基地局からの距離を満たす位置として認識する。

3.3 実装上の問題点

本稿の実験では無線LANカードのファームウェアによる制約から一つの基地局の信号強度のみを利用している。MELCO製の無線LANカードのファームウェアでは複数の無線LAN基地局からの信号強度が見えているのだが、現在データをやりとりしている基地局の信号強度以外はFreeBSDのデバイスドライバに渡さずに破棄してしまうためである。これは802.11b[1]に準拠するためにファームウェアがこのように設計されたと考えられる。

同時に複数の無線LAN基地局の信号強度を取得できるようにデバイスドライバに手を入れるアプローチもあるが、本稿では単一の基地局の信号強度を用いて正確な位置情報を取得できるかという点について検証した。

4 関連研究

無線LAN基地局の信号強度を利用して移動端末の位置情報を取得するシステムとしてRADAR[2]がある。RADARは複数の基地局からの信号強度を用いてデータのサンプルセットの中から現在位置に最も近いと思われるものを選出する。

RADARではサンプルセットを重視しており実測によってデータを収集する方法と理論的な計算によってサンプルセットを生成する方法の二つを用いて評価を行なっている。理論的な計算によって生成したサンプルセットを用いると位置情報の正確さの点で実測のデータを用いた場合に及ばないが、前もってデータ収集をする必要が無いという利点がある。

本稿では単一の基地局の信号強度を利用し、その値に応じて二つのアルゴリズムを使い分ける方式をとった。

5 おわりに

本稿では無線LAN基地局の信号強度を用いて移動端末の位置情報を取得する方法を検討するために予備実験とシステムの基本設計を行なった。

予備実験から、移動端末が基地局から5m以内にいるかどうかを判断できること、5m以内にいる場合、基地局からの距離がほぼ確定できること、信号強度の推移をパターンとして認識することによって、移動する方向と基地局との位置関係が把握できるということがわかった。

そして、これらの方法を用いて、信号強度を利用して位置情報を取得するシステムの基本設計を行なった。

今後は、

- 取得した一連の信号強度をパターンとして認識して登録する部分の設計
- 無線LANの信号強度を利用した位置情報取得システムの実装と測定・評価を行なう。

参考文献

- [1] IEEE 802.11 Working Group for Wireless Local Area Networks, "IEEE Std 802.11-1997".
- [2] Bahl, P. and Padmanabhan, V. N.: RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System, in *Proceedings of the IEEE Infocom 2000*, vol.2, pp. 775-784, Tel-Aviv (2000).