

実使用条件を考慮した建物内位置推定

菊池 剛多[†] 大山 実[†]

東京電機大学大学院 情報環境学研究科

1. はじめに

近年、スマートフォンをはじめとして GPS や無線 LAN 機器 (WLAN) を搭載している端末が普及してきている。それに伴って、GPS や WLAN を用いた位置情報を使用した新しいサービスの開発が盛んに行われている[1][2][3]。

屋外での位置情報の取得は、GPS を用いる方式が一般的であり、屋内では WLAN や IC タグ等を使用した位置推定が提案されている。しかし、従来の屋内位置推定法では、推定範囲が1フロアに限られる点、電波強度の基準パターンを登録する端末と測定端末が同一である点、アクセスポイント (AP) の数が少ない点、などの限定条件下で実験されている。

筆者らは、ビル全体に渡る AP が多数確認できる環境において位置推定の研究を行なっている[4][5]。今回、基準パターン登録端末と異なる複数の測定端末、部屋の状態を変化させビル全体に渡って実使用を考慮した位置推定実験を行ったので報告する。

2. 位置指紋による屋内位置推定法

筆者らの手法は、事前に被推定場所でアクセスポイント (AP) 毎の RSS の特徴である位置指紋(図1)を記録する。この時記録する情報は、AP の BSSID, SSID, 各 BSSID の位置指紋、場所の具体的な情報である。その後位置を推定する際に、記録した BSSID, 位置指紋を照合して位置を推定する手法である。この方法の特徴は事前に AP の位置特定が必要なく、

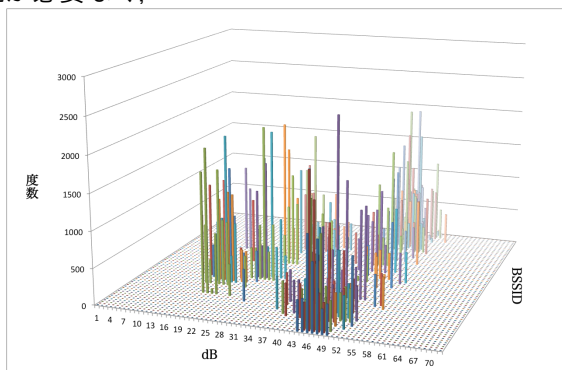


Fig1. A Location Fingerprint

An indoor location estimation method considering actual usage

Kota Kikuchi Minoru Ohyama

[†] Tokyo Denki University Graduate School of Information Environment

さらに理論上 AP が一つでもある程度の場所の推定が可能である。また、各地点における電波強度の見え方を記録するだけなので、壁などの障害物で電波の減衰に影響され誤差が大きくなる心配がいない。本稿では、この手法を用いて屋内位置推定を行う。

3. 位置指紋の比較

3.1 比較法

データベース (DB) 構築フェーズでは、各部屋の基準データを収集し、その位置指紋 FS を予め DB に格納する。測定フェーズでは、端末を持ったユーザのある位置における位置指紋 FM を測定し、基準データと比較する。位置指紋 FS および FM は以下の式で表す。

$$FS = (r_{-100}, r_{-99}, \dots, r_{-30}) \quad (1)$$

$$FM = (r_{-100}, r_{-99}, \dots, r_{-30}) \quad (2)$$

r_i : 一定時間内に i dB の電波が測定された回数

比較には位置指紋をベクトルとし、その内積を用いて行う。従って、 n 個の BSSID を使用している場合は、次式となる。

$$\sum_{j=1}^n FS_j \times FM_j \quad (3)$$

上式より求められる値の最大値が、基準データ FS の位置指紋がとれた場所に最も近いと判断できる。

3.2 AP 数を変化させた場合の比較法

従来の比較法では、DB 内の全場所の基準データとある場所にて測定された位置指紋データの比較を、全ての AP について行なっていた。今回、電波強度の強い AP のうち上位 n 個を取り出した比較も行う。

4. 評価実験

2 章、3 章で述べた手法に基づいたシステムを構築し、その評価実験を行った。

4.1 実験方法

本学の千葉ニュータウンキャンパス教育棟の 22 教室と端末 3 台を利用し実験を行った。まず、DB を構築するために、事前に 3 台すべての端末を使用し、人の居ない時間帯、人が居る時間帯にそれぞれ基準データを測定した。その後、3 台の端末それぞれ各教室の電波強度を測定し、測定データと DB 内の基準データを比較することによって教室の判定を行った。

更に、判定に用いる AP 数を変化させた場合、位置推定結果がどのように変化するのか分析を行った。

4.2 実験環境

DB 構築端末：端末 A, 端末 B, 端末 C

測定端末：端末 A, 端末 B, 端末 C

AP：建物内に設置されたアクセスポイント

4.3 実験対象教室

実験に使用した教室の配置を図 2 に示す。

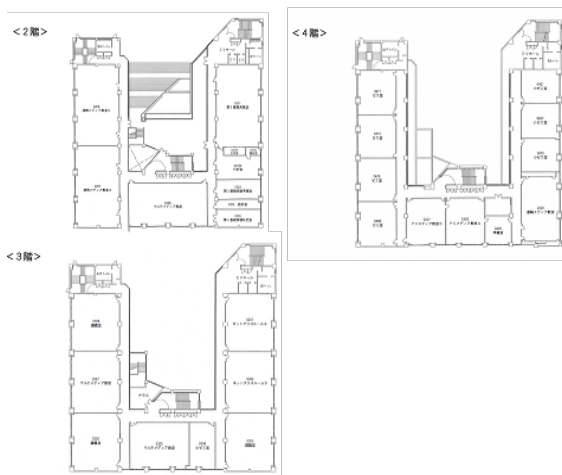


Fig2. An Arrangement of Class Rooms

4.4 実験結果

基準データ測定端末と測定データ測定端末が同一である場合、どの状態においても 70%以上と正判定率が高くなっている。基準データ測定端末と測定データ測定端末が異なる場合、約 48%から約 71%と正判定率は同一端末で判定した場合と比べ低くなった(表 1)。次に測定した位置指紋データを利用し、電波強度の強い上位 n 個の AP を用いた時の位置判定正判定率を求めたグラフを図 3, 図 4 に示す。

Table 1. Experiment Results I

測定データ	基準データ	測定端末	測定数	正判定	誤判定	正判定率
有人	有人	同一	160	131	29	81.9%
		相異	320	230	90	71.9%
	無人	同一	160	121	39	75.6%
		相異	320	166	154	51.9%
無人	有人	同一	347	252	95	72.6%
		相異	694	347	347	50.0%
	無人	同一	347	271	76	78.1%
		相異	694	339	355	48.8%

本実験環境では AP 数が非常に多く、1 教室で BSSID 別に平均 40 程度の AP が確認された。

基準データと測定データの端末が同一である場合、いずれの状態でも約 30ヶ所程度の AP を用いることで正当率が 60%となる。基準データと測定データの端末が異なる場合、いずれのデータも端末が同一である場合に比べ正当率が約 10%程度低下した。有人と無人の場合の差が殆ど見られていないが、

AP がいずれも天井に設置されており AP と端末の間に障害物が入りにくいため差が出なかったと考えられる。

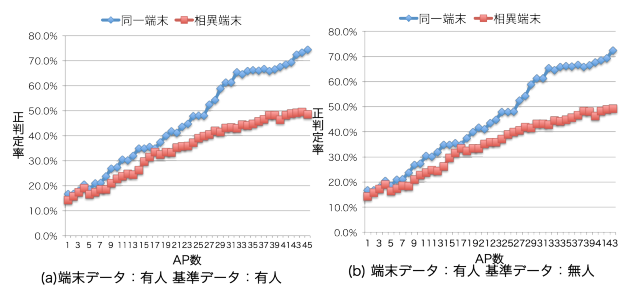


Fig3. Experiment Results II

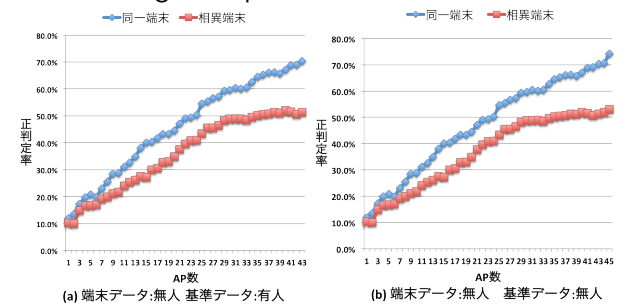


Fig4. Experiment Results III

5. まとめ

建物内全体に渡る位置情報取得を目指し、複数の基準端末、測定端末を用いて、建物 1 つ 3 フロアに渡る位置推定と、判定に用いる AP 数を変化させた場合の実験を行った。基準端末と測定端末が同一の場合、全端末平均で約 70%の精度で位置推定が可能であった。使用する AP 数を変化させた場合では、基準端末と測定端末が同一の場合では、約 30ヶ所程度の AP を用いることで約 60%の精度で位置推定が可能であった。基準端末と測定端末が異なる場合、同じ端末で判定を行うより約 10%程度低い正当率であった。今後は、より多くの端末を用いた実験を行うとともに精度の向上を目指す。

参考文献

- [1] 横田山都 他“WLAN の RSS 分布を用いた室内位置推定手法の提案と利用”人工知能学会 JSAI2010 論文集 3C2-2.
- [2] PlaceEngine <http://www.placeengine.com/> (2013 年 12 月 24 日取得)
- [3] Paramvir Bahl and Venkata N.Padmanabhan “An In-Building RF-based User Location and Tracking System” INFOCOM2000 PP775-784 vol.2.
- [4] 菊池剛多, 大山実 “建物内における位置推定の一方法”, 2013 年電子情報通信学会総合大会 D-9-46
- [5] 菊池剛多, 大山実 “多数アクセスポイント環境下における建物内位置推定”, FIT2013 O-063,