

多数アクセスポイント環境下における建物内位置推定

An Indoor Location Estimation Method on Many Access Points Environment

菊池 剛多†
Kota KIKUCHI

大山 実†
Minoru OHYAMA

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。しかしながら、従来の屋内位置推定手法では環境条件が厳しく、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]。今回、推定に利用するAP数を変化させた場合の位置推定実験を実施したので報告する。

2. 位置指紋による屋内位置推定法

表1にWLANを用いる各種の位置推定法を示す。本手法は、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APの位置特定が必要なく、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。

Table 1. Location Estimation Methods

方式	長所	短所
到達距離による推定法	3点のAPのカバーエリアなら全て測定可	APの位置を調べる必要がある
到来方向による推定法	精度が高い	専用機器が必要
位置指紋による推定法	要AP数が最低1つで済む	位置指紋のDBの構築が必要

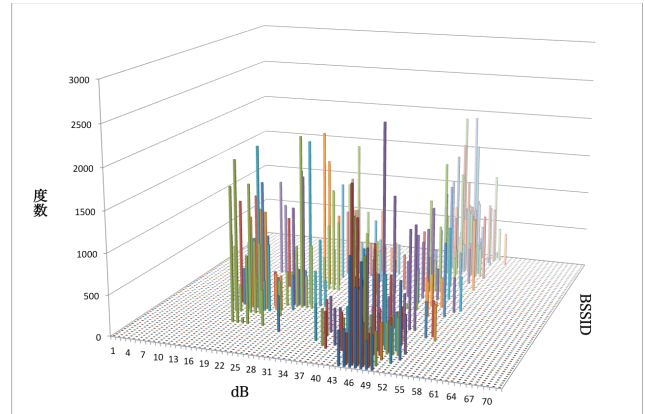


Fig1. A Location Fingerprint

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集集し、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を FM 測定し、基準データと比較する。位置指紋 FS および FM は以下の式である。

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

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

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。

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

上式により求められ値の最も大きい値が、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。本稿では、電波強度の強いAPのうち上位 n 個を取り出し比較を行う。

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。

† 東京電機大学大学院 情報環境学研究所
Tokyo Denki University Graduate School of Information Environment

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4台を利用し実験を行った。実験にはまず、DBを構築するために、事前に1台の端末を使用し、人の居ない時間帯に合わせて基準データを測定したその後、基準データ測定端末を含む複数の端末で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で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か分析を行った。

4.2 実験環境

DB構築端末：端末A

測定端末：端末A, 端末B, 端末C, 端末D

AP：建物内に設置されたAP

4.3 実験対象教室

実験に使用した22教室一覧を表2示す。また、教室の配置を図2に示す。

Table 2. Experimental Class Rooms

	利用した教育棟教室番号一覧 (22教室)			
2階	206	207	208	
3階	301	302	303	304
	305	306	307	308
4階	401	402	403	404
	405	406	407	408
	409	410	411	

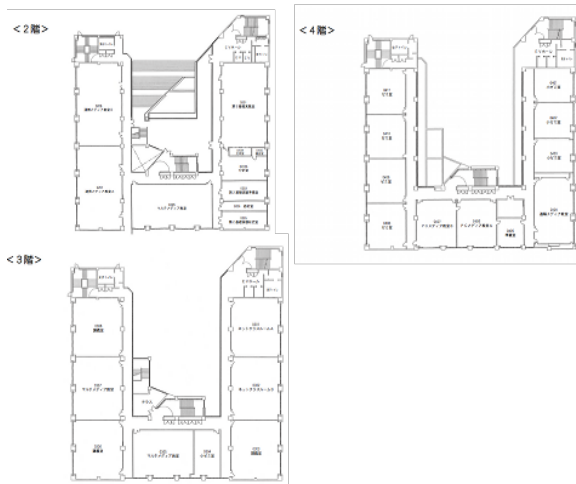


Fig2. An Arrangement of Class Rooms

4.4 実験結果

端末Aは、基準データ測定端末である為、97.1%とほぼ全ての場所で正しく判定された。誤判定した場所は、測定された位置指紋が隣の教室と似ていたため、隣の教室を正解と判定していた。端末A以外の端末では、正判定率が47.1%から76.3%であった(表3)。

Table 3. Experiment Results I

	測定数	正判定数	誤判定数	正判定率
端末A	71	69	2	97.1%
端末B	70	50	20	71.4%
端末C	55	42	13	76.3%
端末D	53	25	28	47.1%
全合計	249	186	63	74.7%

次に測定した位置指紋データを利用し、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に示す。

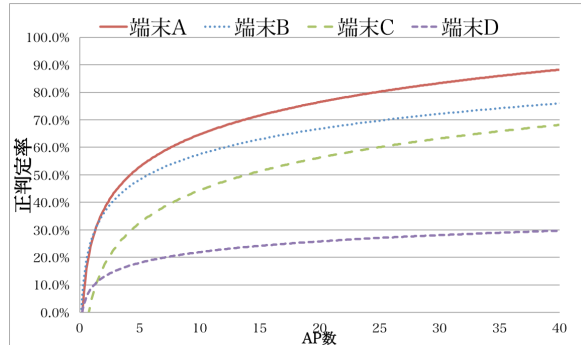


Fig3. Experiment Results II

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。

端末Aは、上位約25ヶ所のAPを用いれば位置の正判定率が約80%となる、端末Bでは約30ヶ所程度、端末Cでは約35ヶ所程度のAPを使用することで正判定率が60%を超えた。

一方、端末Dの正判定率が極めて低くなっているが、捕捉した過去のAPのキャッシュが残ってしまうことが原因として考えられる。精度を上げるためには、端末ごとに過去のAPのキャッシュを削除するなど対策を行う必要があることが分かった。

5. まとめ

本稿では、建物内の精密な位置情報取得を目指し、建物1つ3フロアに渡る位置推定と、判定に用いるAPを変化させた場合の実験を行った。基準端末と判定端末が同一の場合約97%の精度で位置推定が可能であった。使用するAPを変化させた場合では、基準端末では、約25ヶ所程度のAPを用いることで約80%の精度で位置推定が可能であった。

今後は、精度向上のために端末によって過去のキャッシュが残る問題の対策、より多くの端末を用いた実験を行う。

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5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年総合大会講演論文集 D-9-46,p.144