

Wi-Fi の電界強度情報とその方向依存性を考慮した屋内位置推定手法の研究 ～ アクセスポイント数による影響 ～

The Study of the Wi-Fi Based Localization Algorithm which Takes the Directivity of the Received Signal into Account ～ Effect of Number of Access Point ～

今宮 秀晴[†]
Hideharu Imamiya

横田 孝義[†]
Takayoshi Yokota

1. まえがき

現在、スマートフォン等の端末が普及し、容易に位置情報が得られるようになった。ユーザの位置推定は GPS による位置推定方式を用いることが多い [1]。しかし GPS は衛星電波を受信して位置推定を行うため、衛星電波の届きにくい屋内や高層ビルの間等では位置検出を行うことが困難である。そこで、屋内の位置推定では無線 LAN や IC タグなどを用いて位置推定を行う研究が盛んになっている。特に無線 LAN による位置推定は、無線 LAN を設置したエリアであれば屋内や地下でも使用可能であるため実用性が高く注目されている。

一般に無線 LAN を用いた位置推定では、アクセスポイント (以後 AP) の配置状況によって電界強度を取得する際にユーザ本人が遮蔽物となり、安定した位置推定ができなくなる。しかしながら、本人が遮蔽物として位置推定に与える影響を検討した研究はまだ少ない。報告者等は、電界強度の方向依存性を考慮して取得した 8 方位の電界強度を用いて位置推定を行った [2]。この研究は、ユーザ本人が遮蔽物となる影響が考慮されている。しかし、そのデータベースで用いられている AP はあらかじめ定められた少数の BSSID (AP の MAC アドレス) を用いており汎用性が期待できない。

本研究では、地点ごとに AP の電界強度を測定し、それぞれ 8 方位ごとのデータベースを作成した。次にデータベースから得られた情報をもとに、出現頻度の高い BSSID を用いて位置推定を行った。また、データベースの BSSID の数を限定せず、様々な数で比較を行った。

2. 無線 LAN による屋内位置推定手法

無線 LAN を用いた位置推定方式は主に Triangulation 方式か Scene Analysis 方式が用いられる。

Triangulation 方式は既知である 3 つ以上の AP を用いて相対的な位置関係を算出し、位置推定を行う方式である。この手法では、自由空間では比較的高い精度で位置推定が可能だが、AP の位置が既知である必要があり、かつ実用化には非常に困難な問題である。

Scene Analysis 方式では、候補地点を限定することにより、それぞれの地点で得られる電界強度を事前にデータベース化し、それを現地の情報と比較することで位置推定を行う方式である。この手法は、特定できる地点が限定されるものの、AP の位置がわからなくても位置推定が行えるので汎用性が高いと言える。

本研究ではこの Scene Analysis 方式を用いた。また、データベース作成の際に、地点ごとに 8 方位のデータを取り、方向依存性も考慮した。

2.1. 位置推定の原理

本章では、本研究の位置推定に用いた Scene Analysis による推定手法であるベイズ推定アルゴリズム [2][3] に

ついて述べる。まず、事前に複数方位について各地点で受信されるアクセスポイントの BSSID と電界強度を計測し、そのヒストグラムを作成する。ある候補地点で BSSID= が電界強度で受信される確率を以下の式で近似する。

$$P_d(\alpha | \beta, c_j) = \frac{\text{候補地点 } c_j \text{ で BSSID= の電界強度が } \alpha \text{ であった回数}}{\text{候補地点 } c_j \text{ で BSSID= が観測された回数}} \quad (1)$$

このヒストグラムを 45 度刻みで 8 方位分別個に用意した。方位のインデックスを d としている。(1) 式よりある候補地点で計測したデータが M 個のアクセスポイントのある電界強度であった場合、その点が c_j である確率は

$$P_d(c_j | o_1, o_2, \dots, o_M) = \frac{\prod_{k=0}^M P_d(o_k | c_t)}{\sum_{t=1}^L \left\{ \prod_{k=0}^M P_d(o_k | c_t) P_d(c_t) \right\}} \quad (2)$$

で与えられる。ここで $c_j, j = 1, 2, \dots, L$ は L 個の候補地点を表す。 $o_k, k = 1, 2, \dots, M$ はユーザの端末で受信された M 箇所計測されたアクセスポイントと電界強度の観測の時系列を表す。以上より、それぞれの候補地点におけるユーザの存在確率を算出し、最も確率が高かった地点をユーザの位置として推定する。

2.2. 実験方法

本節では、Scene Analysis 方式による位置推定に必要なデータベースを作成する事前準備として行う電界強度の計測方法について述べる。

2.2.1. 計測に使用した端末とアプリケーション

本研究では、Google 社の Android 端末 NEXUS7 を用いて電界強度の計測を行った。NEXUS7 は周波数の帯域や特徴の異なった 4 つの無線 LAN 規格が利用できるが、本研究では周波数帯が 2.4GHz 帯の IEEE802.11g の規格を用い、測定する電界強度の範囲を $-93 \sim -42$ [dBm] とした。また、データ収集用アプリケーションを開発し、本アプリケーションは年月日、時刻、BSSID、電界強度を 1 秒の周期で 1 分間計測し、指定した CSV 形式で本体メモリに保存する。

2.2.2. 計測の概要

鳥取大学工学部知能情報工学科棟の 1 階において、タブレット型端末 NEXUS7 を用いて 6 つの位置推定の候補となる地点でそれぞれ 1 分間の電界強度の計測を行った。以下に計測の手順を示す。

1. 廊下中央の計測する候補地点で NEXUS7 を自身の胸元 (地上から約 140cm) に持つ。
2. コンパスアプリケーションを用いて計測する地点の北方向を決定する。

[†]鳥取大学大学院工学研究科 〒 680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101

3. 決定した北方向から反時計回りに 8 方位の電界強度を計測する。

また、計測時の環境を図 1 に示す。図 1 中の地点番号は左端の廊下奥の窓側から順に地点 1, 地点 2, ... 地点 6 とした。廊下の全長は 31.6m、幅は 1.8m であり、位置推定の候補地点は 6m 間隔で 6カ所とした。本研究の実験環境において 6m は約 1 部屋分の距離に相当する。実際に部屋の前に立って見た際に、この 6m までの誤差であれば許容してもユーザ自身の目標とする位置を大きく誤認することがないと考え、候補地点の間隔を 6m とした。

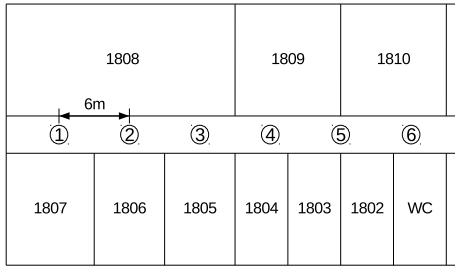


図 1: 実験環境

2.2.3. データベースの扱い方

本研究でデータベースとして使用する物は 2.2.1. で紹介したデータ収集用アプリケーションで出力された CSV 形式のファイルである。それを 6 地点ごとに 8 方位でデータを得た。このうち、BSSID と電界強度を位置推定に用いる。また、位置推定の際には、現在の方位に応じて使用するデータベースを選択し、他方位のデータベースは用いない。そして、全地点で得られた BSSID を出現頻度順でソートし、出現頻度の高い順から使用する。

3. 位置推定の結果

本章では、電界強度の方向依存性を考慮した位置推定手法の評価をした結果と、データベースとして使用した BSSID の数を変更して比較した結果について述べる。

データベースの方位 8 通りと現在の方位 8 通りの全ての組み合わせをそれぞれ 6 地点ずつ結果を求め一致した数の割合 (%) を求めた。それを示したものが図 2 である。縦軸と横軸の名前が一致しているところやその付近が比較的精度が高くなっている。少なくとも反対方向 (例えばデータベースの方位が南で現在の方位が北など) のほうが精度が良くなっているという例はなかった。

		データベースの方位							
		North	NE	East	SE	South	SW	West	NW
現在の方位	North	67	33	50	50	33	67	83	33
	NE	100	100	83	83	83	83	67	100
	East	83	83	83	83	83	83	83	83
	SE	83	67	67	100	100	83	83	67
	South	50	83	67	83	100	100	100	67
	SW	67	67	83	83	100	83	100	100
	West	67	67	83	100	100	50	83	50
	NW	100	83	67	67	83	83	67	83

図 2: 方位事の結果を表した図

また、データベースの BSSID の数を 1 から 100 まで変え、それぞれ一致させた方位 8 通りと計測地点 6 通りの 48 通りの正解率を求め、グラフに示したものが図 3 である。結果から見ると、データベースに用いる BSSID の数を増やせば精度が上がるということになる。

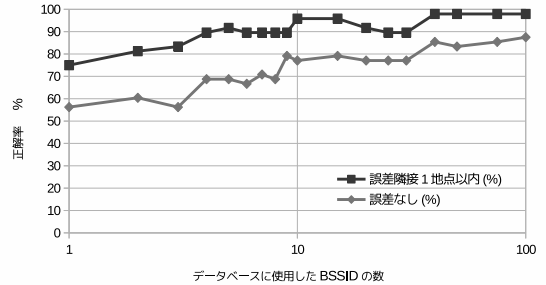


図 3: データベースで使用する BSSID ごとの正解率のグラフ

4. おわりに

本研究では、Scene Analysis 方式によるベイズ推定手法を用いて電界強度の方向依存性を利用した屋内位置推定を行った。まず、位置推定を行うエリアで事前に無線 LAN の AP より電界強度を計測し、方向依存性を考慮したデータベースを作成した。次に、位置推定の候補となる各地点で、ユーザが電界強度を受信した方位のデータベースと 8 方位のユーザデータを用いて位置を推定し電界強度の方向依存性を検証した。最後に、データベースに用いる BSSID の数を変え比較した。その結果から得られた内容を以下にまとめる。

1. 同一の地点でも方位が異なれば結果が異なり、より正確な結果が得られる
2. データベースに用いる BSSID は多いほうが位置推定の精度が高い

参考文献

- [1] 穂積駿, and 永長知孝. "待ち合わせナビの検討 (ITS)." 電子情報通信学会技術研究報告= IEICE technical report: 信学技報 113.74 (2013): 19-24.
- [2] 角宮悠平, 今宮秀晴, and 横田孝義. "無線 LAN の電界強度の方向依存性を利用した屋内位置推定方式の研究: 多方向依存性を考慮したシーンアナリシス (ITS)." 電子情報通信学会技術研究報告= IEICE technical report: 信学技報 114.508 (2015): 33-38.
- [3] 伊藤誠悟, and 河口信夫. "アクセスポイントの選択を考慮したベイズ推定による無線 LAN ハイブリット位置推定手法とその応用." 電気学会論文誌. C 126.10 (2006): 1212-1220.