

WiFi室内環境位置推定技術の開発

1. 概要と目的

位置情報を用いたサービスが一般の人々に利用されるようになり、位置情報の重要性が日々増してきている。将来ユビキタス社会が到来すると、1人1人に置かれている状況に応じた適切なサービスの提供が求められている。位置情報はユーザがどのような環境にいるのかを判断するための大切な要素の一つであり、更に位置推定技術が重要な役割を担うと考えられる。

位置推定にはGPSやケータイ基地局を用いた推定がある。しかし、GPSは屋外だけしか使えず、ケータイ基地局による推定も基地局間の距離が大きいので推定精度が低い。一方、無線LAN(WiFi)による位置推定は、屋内や地下でも推定ができるだけでなく、電波の受信強度(電波強度)を見る事で何階にいるのかを推定することが可能である。また、WiFi位置推定に使用するのがWiFiアクセスポイントであり、WiFiアクセスポイントは広く利用されはじめている。また、推定できるデバイスが多く存在する。WiFiデバイスであれば、携帯(iPhone etc.)やゲーム機(Nintendo DS etc.)でも位置推定が可能である。

しかしながら、WiFiによる位置推定手法は、室内の精度が低い。なぜなら、壁や物品などにより、WiFi位置推定で使われる電波を反射する物が多く存在するので、推定誤差が大きくなる。WiFiによる室内位置推定技術はまだ未開拓の分野である。

以上の問題点を解決したWiFiによる室内位置推定手法を開発することが目的である。

すでに屋外の理想的な環境で指向性アンテナを利用したDirectional Beaconing方式を開発している。このDirectional Beaconing方式を用い、室内専用の推定アルゴリズムを開発し、配布できるソフトウェアを提供することが本件の開発である。

2. 開発の内容

Directional Beacons方式を用いた室内位置推定手法のシステムを開発する。具体的には、本プロジェクトで使用するアクセスポイントの開発と、位置推定で用いるアルゴリズムの開発や携帯端末側での信号処理プログラムの開発をした。そして、開発したシステムの位置推定精度評価を実施した。

3. 従来の技術との相違

本プロジェクトで開発したDirectional Beaconsを用いた室内位置推定方式(写真1参照)は、指向性アンテナの放射方角を用いて位置推定する方式である。指向性アンテナが回転するアクセスポイントと、既存のWiFi携帯端末を用いて実現する。回転する指向性アンテナから発信されるビーコンパケットに、発信時の放射方角の情報を埋め込み発信する。携帯端末は、埋め込まれた放射方角情報と受信信号強度を用いて位置推定する。

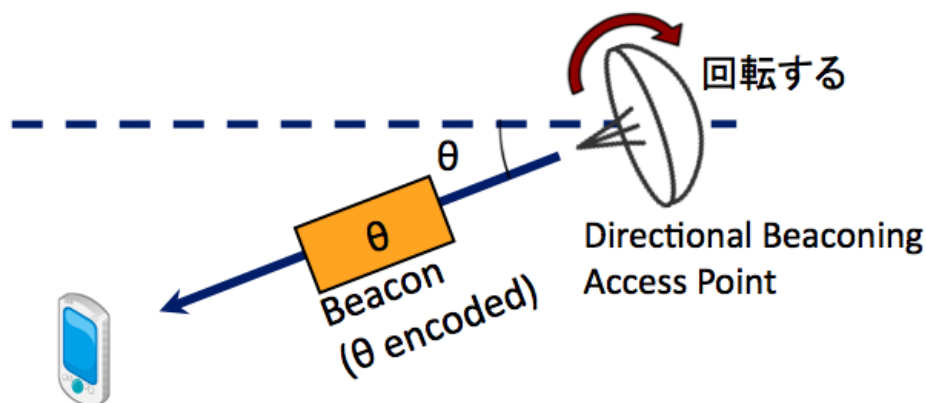


写真1: Directional Beaconsの概要

既存の方式には、主に4つ (Received Signal Strength Indication方式[1], Time of Arrival/Time Difference of Arrival方式[2], Angle of Arrival方式, Fingerprint方式[3]) がある。それぞれの方式は、室内における位置推定の精度を向上させるために工夫されている。しかし、アクセスポイント同士で時間同期したり、携帯端末に電波の到来角度を計測するセンサーを設置したり、アクセスポイントを多く設置する必要があるなど、室内位置推定システムを構築することが難しかったり、位置推定システムを利用するための準備が難しい。

開発するDirectional Beaconingを用いた室内位置推定手法は、少ないアクセスポイントで位置推定できる。そして、ビーコンパケットに埋め込まれた放射方角情報を用いることで、特殊なハードウェアを新たに携帯端末に装備する必要なく位置推定システムを利用することができる点において既存方式を用いた室内位置推定よりも優れている。(表 1 参照)

表 1 : 既存方式と開発方式との比較

	RSSI方式	TOA/TDOA方式	AOA方式	Fingerprint方式	開発方式
推定で用いる要素	信号強度	到達時刻	到来角度	信号強度	放射方角情報
位置推定に必要なAPの数	3	3	2	3	1
問題点	環境により位置推定精度が低下する	すべてのアクセスポイントで時間同期する必要がある	携帯端末が到来角度を測るセンサーを設置する必要がある	位置推定精度を向上させるためには、アクセスポイントを多く設置する必要がある	

既存方式に角度情報を用いて位置推定する方式としてAOA方式がある。しかし、本プロジェクトで使用するDirectional Beaconingは、アクセスポイントの指向性アンテナの放射方角を用いる点でAOA方式と異なる。また、アクセスポイントの指向性アンテナの放射方角を用いるため、AOA方式のように到来角度を計測するセンサーを携帯端末に新たに取り付けることなく位置推定できる。(表 2 参照)

表 2 : 開発方式とAOA方式との比較

	AOA方式	開発方式
位置推定に用いる要素	到来角度	放射方角情報
携帯端末へのハードウェア装備の有無	到来角度計測センサーが必要	なし

4. 期待される効果

開発システムは、モバイルデバイス側（利用者）が容易に利用できる仕組みになっている。まず、モバイルデバイスに対して特殊なデバイスを追加する必要がない。そして、ビーコンパケットの中に放射方角情報を埋め込むが、ビーコンパケットのフレームセット自体を変更していないので、すべてのWiFiモバイルデバイスが角度情報の含まれたビーコンパケットだけでなく既存のビーコンパケットと同時に受信可能である。すなわち、既存システムと共存した状態で本開発システムが利用できる。また、既存のWiFi位置推定技術と併用もできるので、既存の位置推定技術の推定を補助する役割としての使い方も考えられる。

開発手法ができれば、WiFiを用いた位置推定の精度向上が望めるだけでなく、位置推定とサービスの連携の可能性を広げる。また開発したDirectional Beacons方式は、特定エリアだけに情報を流す事が可能になる。ビーコンパケットにオリジナル情報を入れて配信する事も含めて本方式は考えられているため、様々な分野にこのアイデアを流用し拡張していくことができる。

5. 普及の見通し

開発手法を利用するには、WiFiデバイスにビーコンパケットから角度情報を抽出し位置推定するソフトウェアを追加するだけで実現できる。新しいデバイスを要求しないため、普及しやすいと考えている。また、携帯端末自体に特殊なハードウェアを取り付ける必要がないので、利用者は容易に本プロジェクトで開発する位置推定システムを利用することができる。

6. クリエータ名（所属）

川内 見作（東京大学大学院学際情報学府 修士課程）

(参考) 関連URL

- [1] PlaceEngine: WiFiを用いた位置推定技術による位置情報提供サービス
<http://www.placeengine.com/>
- [2] TOA/TDOA方式による位置推定基盤の提供サービス
HITACHI: AirLocation
<http://www.hitachi.co.jp/wirelessinfo/airlocation/index.html>
- [3] Fingerprint方式による室内位置推定技術に関する文献
Modeling of Indoor Positioning Systems Based on Location Fingerprinting:
Kamol Kaemarungsi and Prashant Krishnamurthy, IEEE INFOCOM 2004