



2009 年度上期未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当PM

安村 通晃 PM(慶應義塾大学 環境情報学部 教授)

2. 採択者氏名

チーフクリエイター: 川内 見作(東京大学大学院 学際情報学府 総合分析コース)
コクリエイター : なし

3. プロジェクト管理組織

株式会社メルコホールディングス

4. 委託金支払額

2,643,138 円

5. テーマ名

WiFi 室内環境位置推定技術の開発

6. 関連Webサイト

なし

7. テーマ概要

反射に影響されない Directional Beaconing 方式と、受信した電波から作られたフィンガープリントを用いて室内位置推定を行う新たな手法を提案する。

室内での WiFi 位置推定は、電波が建物の壁にぶつかり反射・減衰することで計算に誤差が生じる。その結果、推定精度が落ちる。室内は壁が多く存在し、反射や減衰

に強い推定手法の提案が必要である。

Directional Beaconing 方式は、指向性アンテナを回転させ放射角情報をビーコンパケットに埋め込み発信し、WiFi モバイルデバイスが埋め込まれた角度情報より位置推定する手法である。角度情報と電波強度の両方を用いることで、反射による誤差が生じにくい。また、WiFi モバイルデバイスに新しいデバイスを追加することなく利用することができる。

現在、Directional Beaconing 方式で使用するアクセスポイントを試作し妥当性を検証している段階である。

8. 採択理由

ユビキタスコンピューティングの研究開発で、室内の位置検出が課題となっている。非常に高価なシステムはいくつかすでにあるが、あらゆる室内に置こうとすると、コストの低減は極めて重要である。

今回の提案は、多くの WiFi アクセスポイントを置く代わりに、双方向ビーコニング（指向性のアンテナを回転させる方式）を用いて、アクセスポイントの数を減らそうというものである。屋外では簡単な実験をすでに済ませている。屋内では反射があるがそれがかえって効果的だという。しかも、部屋の構造を予め知っておく必要は無いことは良い。

回転させることで位置検出までに時間がかかる。またキャリブレーションの手間はどのくらいになるのだろうか。さらに、実際にどの程度の精度が得られるかも課題である。この方式の技術開発だけではなく、具体的な応用例を未踏期間中にぜひ仕上げてもらいたい。

9. 開発目標

位置情報を用いたサービスが人々に利用されるようになり、今後も位置推定技術は注目される技術であると考えられる。屋外では、GPS や携帯基地局からの電波を利用した位置推定などが存在するが、屋内は未だに模索の段階である。主な理由は、天井により衛星からの電波が届かないので GPS が使用できないことや、電波を反射や減衰させるものが多く存在するため、単純に受信信号強度から距離を算出できない点が挙げられる。また、電波の反射や減衰による推定精度の低下を防ぐ手法が提案されているが、位置推定システムを構築するのが難しいものから、利用者の持つ携帯端末に特殊なセンサーを取り付けなくては利用できないものなど、どれも簡単に構築し利用することができない。本プロジェクトの目的は、これら既存の位置推定システムより容易に位置を推定でき、精度が高い手法の開発をすることである。そして、室

内での位置推定技術基盤の確立を目指し、その手法を用いた新たなビジネス分野開拓を目指す。

10. 進捗概要

プロジェクト開始時点では、屋外での実験を多少やっただけで、屋内向けの装置はまだ、未着手であった。期間中、結局、初号機と2号機の2種類を試作した。1回目のレビュー時には、初号機が動いていた。初号機は図 2-2-1 左に示す通り、大型であり、室内で使用するのには向いていない。プロジェクト管理組織の支援もあり、小型のWifiアクセスポイントを用いた2号機が2回目のレビュー時には動いていた。実環境での位置推定精度の実験は、まだ部分的にしか行なっていなかった。クリエイタからの要望により、成果報告会の直前に3回目のレビューを現地で行なったが、この段階で、位置精度の推定データも取れてきており、安心することができた。クリエイタは、ちょうどこの時期、修士論文執筆と重なっており、かなり忙しかったと思う。また、1月には、箱根で行なわれたプログラミングシンポジウムで、本プロジェクトの研究開発成果を発表している。

11. 成果

今回提案の、Directional Beaconing方式は、従来複数のWifiアクセスポイントからの電波のFingerprintを利用する代わりに、指向性のアンテナを用いて、単一のアクセスポイントだけで、電波を照射した方角とその方向でのFingerprintから位置推定を行なう方式である。そのために、まず、指向性のアンテナを搭載し、それを回転させる機構をもったアクセスポイントを作成する必要がある。その結果、図 2-2-1 の左に示すような、初号機を開発した。ただし、これは全高が約 1m と大きいため、室内での使用には向かない。そのため、より小型で軽量な2号機(図 2-2-1 右)を開発した。これは、ステッピングモーターを用いており、回転と停止を繰り返し、正確な方向での電波の発射が可能となった。

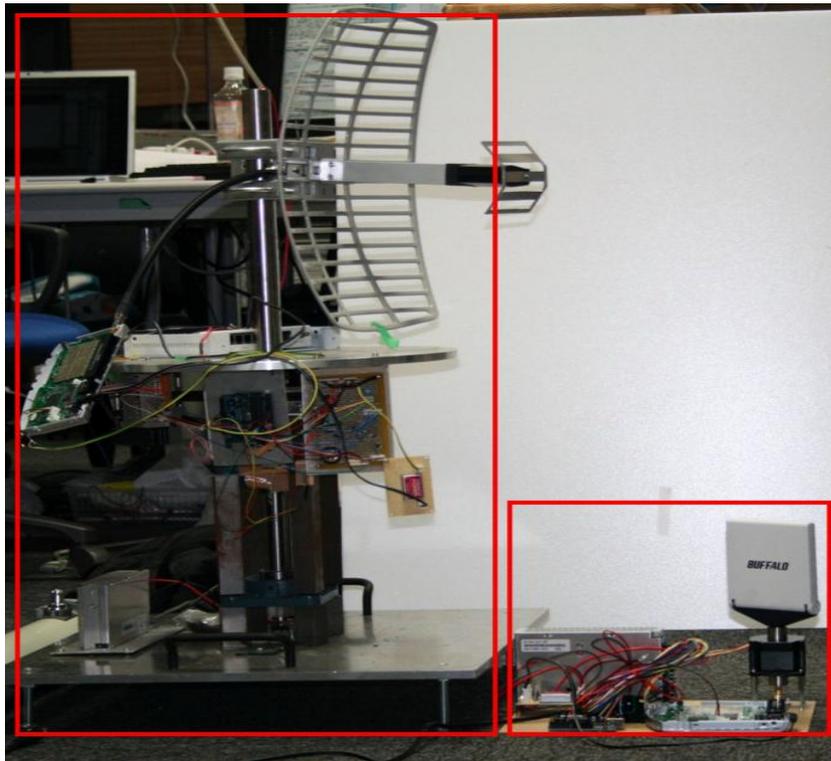


図 2-2-1 開発した初号機(左)とより小型の2号機(右)

次に受信したビーコンパケットの方角と受信信号強度を抽出するクライアントプログラムと、その結果に基づく、位置推定プログラムとを開発した。抽出するデータとしては、受信時刻、MAC アドレス、受信信号強度、SSID である。位置推定には、 k 近傍探索アルゴリズムを用いた。

最後に、この方式での位置推定の精度を測る評価実験を行なった。実験には、5mx8m のクレータがふだん研究活動を行なっている研究室空間を用いた。1m 間隔で、位置を設定し、周囲を除いた 32 の観測地点について、評価を行なった。その結果、32 観測地点中 26 観測地点(80%)は、推定距離誤差 4m 以下に収まり、特に $k=2$ の時は、推定誤差 2m 以下に 32 観測地点中 18 観測地点(56%)が収まった。全体として、提案方式は、既存の Fingerprint 方式よりも精度が高いことも分かった。

12. プロジェクト評価

屋外では、GPS などを用いた位置推定が一般的であるが、屋内(室内)に関しては、特別な電波や超音波などの発信装置を取り付けた非常に高価なものが一般的で、コストがかかるのが問題であった。複数の Wifi のアクセスポイントを用いるアイデアもあるにはあるが、常に適切な位置に複数のアクセスポイントがあるとは限らない。これ

に対して、本方式は、単一のアクセスポイントを設置するだけで、従来 Fingerprint 法よりもより精度よく、しかも安価に使えるので、魅力的である。今回は、室内の位置精度が求めた後のデモアプリの製作までには至らなかったが、この方式の有効性を示すには十分なものである。また、非常に安価な方式で、室内における位置推定の技術を確立したことは、今後のユビキタス研究の大きな推進力になることが期待される。

13. 今後の課題

改良された2号機は、回転と停止を繰り返すので、カタカタ言う音を出しながら回っている。大きく回転し、一回りした後、間を埋めるような方式で、もう少しスムーズに動くような改良が望まれる。また、室内位置推定を利用したデモアプリもあった方が良い。普及とすることを考えると、市販の装置で作れるとはいえ、製作の過程を細かく記述した Web ページなども用意する必要があるだろう。