

無線モバイル端末のWi-Fi Directによる 電波強度を用いた位置推定

渡辺雄太[†] 松本倫子[†] 吉田紀彦[†]

[†] 埼玉大学大学院理工学研究科

1 はじめに

近年、インターネットインフラの普及に伴い、スマートフォン等の無線モバイル端末が広く利用されるようになった。それと相まって、無線モバイル端末用のアプリケーションも急増している。

無線モバイル端末において、位置推定 [1] は各種アプリケーションで重要な役割を担う。位置推定には、GPSを始めとして、RFID、無線などを活用した各種の手法があるが、屋内等の特定状況においては計測できない場合や、著しく精度が落ちることが多い。

そこで本研究では、屋内外を問わず様々な状況でも位置推定を可能にすることを目指し、電波強度測定に基づく方式を取り上げ、Wi-Fi Direct [2] による改良を提案する。この方式では基本的に、各端末は位置情報が既知の基地局からビーコン電波を受信し、その強度によって自らの位置を推定する。ここで Wi-Fi Direct では、各端末はビーコン送信側としても受信側としても機能できるため、本提案では、位置推定した端末がビーコン送信側に切り替わり、新たな端末の位置推定のために機能する。これにより、全体として各端末の位置推定精度の向上が期待できる。

2 Wi-Fi Direct

Wi-Fi Direct は、Wi-Fi 端末同士が直接無線で接続することを可能にする新しい規格である。一般的な Wi-Fi は、無線 LAN の AP (アクセスポイント) と端末を接続するが、Wi-Fi Direct では、AP を介さずに端末同士での通信を行う。AP やインターネット接続を必要としないので、どのような利用箇所であっても Wi-Fi ネットワークを構成できる。さらに、IEEE802.11n をサポートしているので、より早い伝送速度での通信が期待されている。また、Wi-Fi Direct 対応端末は従来の Wi-Fi 端末の AP として振る舞うことも可能である。

Position Estimation of Mobile Devices using Wi-Fi Direct

Yuta WATANABE[†], Noriko MATSUMOTO[†] and Norihiko YOSHIDA[†]

[†] Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

3 電波強度と距離

本研究では、基本的に位置情報を持つビーコン送信側の端末の電波強度を、位置情報を持たないビーコン受信側で計測することで、その間の距離を求め、位置を推定する。そのため、電波強度と距離の関係性を明らかにする必要がある。

3.1 実験

実験方法は、ビーコン送信端末と受信端末を一直線上に設置し、受信端末を遠ざけながら、各距離での電波強度を計測する。計測地点では電波強度が安定するまで数十秒待ち、電波強度の変化が小さくなったところで、変化の幅とともにその電波強度を記録する。

実験では Google の Nexus 7 を利用し、1 台をビーコン送信側、3 台を受信側として使い、3m 毎に電波強度を計測する。図 1 に実験結果をまとめる。

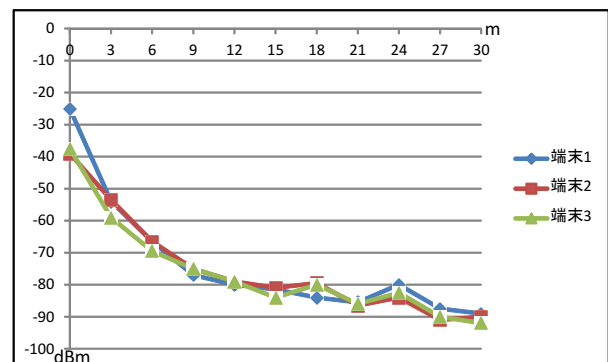


図 1: 電波強度の計測結果

上記結果から、0~12m での距離の変化に関しては、電波強度も大きく変化するので、電波強度から距離を求められる。しかし、12m より離れた場合、電波強度の変化が小さく、正確な距離を求めるのは難しい。

4 位置推定

位置推定方式について説明する。図 2 に示すように、位置推定の基準となるビーコン送信端末複数、何ら

かの手法で正確に決定できていたとする．このとき，測位対象の受信端末 P の座標を決定する問題を考える．

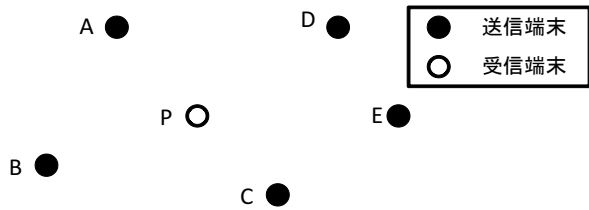


図 2: 位置推定

電波強度の計測によりビーコン送信端末と受信端末間の距離を求められるので，端末 P から各ビーコン送信端末までの距離 d_{PA}, d_{PB}, \dots を求められる．このとき，端末 P の座標を (x_P, y_P) ，ビーコン送信端末の座標を $(x_A, y_A), (x_B, y_B), \dots$ とすれば，以下のような式が成り立つ．

$$\begin{cases} \sqrt{(x_A - x_P)^2 + (y_A - y_P)^2} = d_{PA} \\ \sqrt{(x_B - x_P)^2 + (y_B - y_P)^2} = d_{PB} \\ \vdots \end{cases}$$

これを最小二乗法により計算することで (x_P, y_P) が推定できる．基準となる端末は最低 3 台必要で，多いほど精度の向上が見込める．

4.1 実験

実験方法は，図 3 のようにビーコン送信端末と受信端末を設置して行う．まず，上記の位置推定方式を用いて端末 A, B, C の位置情報，電波強度をもとに P_1 の座標を決定する．次に端末 A, B, C と位置推定を行った P_1 の位置情報，電波強度をもとに P_2 の座標を決定する．

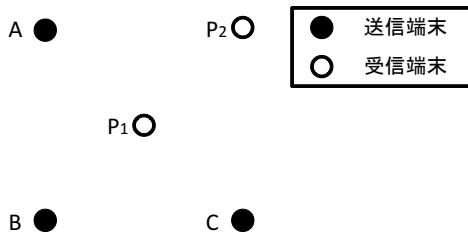


図 3: 実験例

実験では 3.1 と同様に Google の Nexus 7 を利用する．表 1 に実験結果をまとめる．

実験は，端末同士の距離が近い場合と遠い場合の 2 パターンで行った．距離が近い場合は， P_1 の実際の位

表 1: 位置推定の実験結果 (単位:m)

	位置	推定位置	誤差距離
A	(0.0, 10.0)	-	-
B	(0.0, 0.0)	-	-
C	(10.0, 0.0)	-	-
P_1	(5.0, 5.0)	(4.9, 4.6)	0.4
P_2	(10.0, 10.0)	(9.2, 7.3)	2.8
A	(0.0, 20.0)	-	-
B	(0.0, 0.0)	-	-
C	(20.0, 0.0)	-	-
P_1	(10.0, 10.0)	(9.7, 7.6)	2.4
P_2	(20.0, 20.0)	(11.2, 10.1)	13.2

置と位置推定で求めた位置との誤差は 0.4m と小さい値となった．また， P_2 の実際の位置と位置推定で求めた位置との誤差は 2.8m と大きい値となった．これは， P_1 に比べて P_2 は A, B, C と距離があることと，小さい値ではあるが P_1 の推定座標に誤差があるためにこのような結果になったと考えられる．

次に，距離が遠い場合は， P_1 の位置推定の段階で誤差 2.4m と大きな値となり， P_2 は誤差 13.2m となった．これは，3.1 より，位置推定に用いる端末間距離推定が 12m 以降難しくなることが原因であると考えられる．

5 おわりに

本研究では，無線モバイル端末の Wi-Fi Direct による電波強度を用いた位置推定手法を提案した．まず，電波強度と距離の関係について実験により明らかにし，それにより得られる電波強度からの距離情報より位置推定アルゴリズムを実装した．

今後の課題として，電波強度からの距離を求める際に発生する誤差を小さくするための処理を考える必要がある．また，今回は Wi-Fi Direct が AP として振る舞うことを利用したが，Wi-Fi Direct での接続で位置情報等のデータの送受信を行えるようにすることにより，より実用的な位置推定システムになると考えられる．

参考文献

- [1] 安藤 繁, 田村 陽介, 戸辺 義人, 南 正輝「センサネットワーク技術 ユビキタス情報環境の構築に向けて」東京電機大学出版局, 2005
- [2] Wi-Fi Direct (<http://www.wi-fi.org/discover-and-learn/wi-fi-direct>)