

マルチセンサ位置推定手法における無線LAN受信遅延の影響

巾 達也†

梶 克彦‡

河口 信夫‡

†名古屋大学工学部

‡名古屋大学大学院工学研究科

1 はじめに

近年, Google マップや Moves などのように位置情報を利用するサービスが注目を集めている. 位置情報の取得には GPS を利用するのが一般的であるが, 屋内環境では衛星からの電波が遮蔽されてしまい, 高精度の位置情報取得は困難である. そのため, 屋内環境における位置情報サービスを実現するためには, GPS を用いない位置推定手法が必要となる.

屋内の位置を推定する手法にマルチセンサ位置推定手法 [1] がある. マルチセンサとは, スマートフォンに内蔵されている加速度センサ, 角速度センサ, 地磁気センサ, 無線 LAN を指しており, それぞれのセンサではおよそリアルタイムに値が取得可能であり, それらのセンサ情報の統合により, 屋内での現在位置推定が可能になる.

我々はこれまでの位置推定研究から, 無線 LAN 電波受信タイミングと結果が得られるタイミングが端末ごとに異なり, リアルタイムな電波情報を取得できていないのではないかと推測している. 端末からの電波情報に遅延が生じれば, 移動中の端末の位置も異なるため, 位置推定精度の低下の要因となりうる.

本研究では, Android 端末を対象にして, 無線 LAN 電波受信の時間遅延について検討する. また, 遅延時間を考慮した場合の精度向上に関する評価実験を行った.

2 Android 端末における無線 LAN 電波受信と計測時間測定

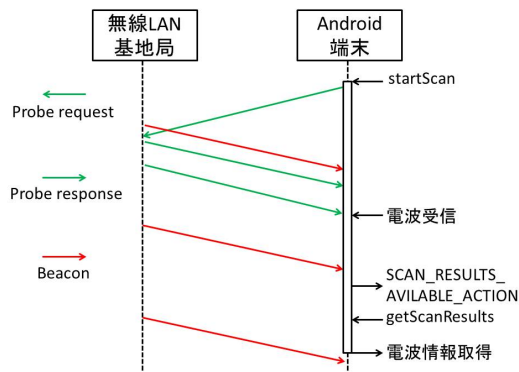


図 1: Android 端末で電波情報取得

Android 端末における電波情報の取得には, Android APIs の WifiManager クラス [2] で用意されている startScan, getScanResults メソッドを使用する. マルチセンサ位置推定手法においてもこれらの手法が利用されている. これらのメソッドを用いた電波情報取得に関する概要を図 1 に示す. startScan メソッドが実行されると Android 端末から Probe Request がブロードキャストされる. Probe Request は startScan メソッドが実行

されてから複数チャンネルに送られる. そして周囲に存在する無線 LAN 基地局は Probe Request を受け取ると, Android 端末に向けて Probe Response を送信する.

Android 端末上では startScan を実行後, WifiManager クラスの Constants にある SCAN_RESULTS_AVAILABLE_ACTION を受け取り, 無線 LAN 基地局のスキャンを完了する. その後 getScanResults メソッドを実行し電波情報を取得できる.

無線 LAN 基地局は一定の間隔で Beacon を出力している. Beacon にはおよそ Probe Response と同様の情報が含まれている. Beacon と Probe Response の違いは, 電波を取得する端末が, 静的にスキャンするか動的にスキャンするかである. したがって Android 端末が startScan メソッドを実行し, 電波情報を取得できるまでの間, Probe Response を取得できなくても Beacon を取得できれば getScanResult の取得結果に反映されると考えている.

これらの電波に関する情報は無線 LAN プロトコルアナライザである AirPcap[3] を用いて調査した.

Android 端末の無線 LAN 受信遅延は図 1 で示している電波受信から電波情報取得までである.

本研究では, まず startScan メソッド実行後, 電波情報を取得できるまでの計測時間を測定するアプリケーションを作成した. HTC 社の EVO 3D, SAMSUNG 社の GALAXY S2, GALAXY S3, LG 社の NEXUS 4, を用いて本提案手法による計測時間の測定を各端末でそれぞれ 5 回ずつ行った. 図 2 にそれぞれの端末で測定した時間差と標準偏差を示す.

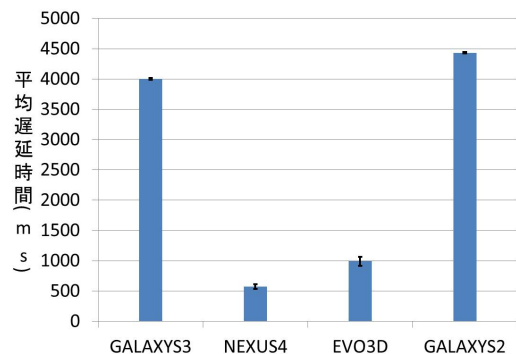


図 2: 計測時間測定結果

各端末における計測時間はそれぞれに差異があることが確認できた. したがって, マルチセンサ位置推定手法を用いて位置推定を行う時には, 端末の種類によって計測時間が異なることを考慮しなければならない.

3 評価実験

2 つの無線 LAN 基地局を用いた近接測定による位置推定精度向上に関する評価実験を行った. 図 3 に評価実験を行った環境を示す. それぞれの基地局を AP1, AP2 とし, 基地局間距離は 20m に設定した. 計測時間が 0 という理想的な場合では, 経路の midpoint に到達する時刻 t において, AP1 の電波強度と AP2 の電波強度が等しく

Influence of Wireless LAN Reception Delay in Positioning Method Integrating Multiple Sensors

†Tatsuya HABA ‡Katsuhiko KAJI ‡Nobuo KAWAGUCHI

†School of Engineering, Nagoya University

‡Graduate School of Engineering, Nagoya University

なる。しかし、実際には計測時間の影響で電波強度が等しくなるのは時刻 t よりも後になる。図3の①で示される直線経路を30秒で歩行し計測した。本実験では、2章で述べた端末と同じ端末を用いて行った。図4、5に GALAXY S3, NEXUS 4 で得られた電波強度の推移を示す。

計測時間が短い場合には図4のように時刻 t 付近の時刻 t' に互いの電波強度の交点が存在する。しかし、本実験の結果では NEXUS 4 の場合、時刻 t' が時刻 t よりもはやい。これは NEXUS 4 の計測時間が短く電波には揺らぎがあるため起きたと考えている。また、計測時間が長い場合には、図5のように電波強度が一致するタイミングは、時刻 t よりも大きく遅れてしまう。

近接測定による位置推定は図6に示したように測定者が赤の実線上を移動すると、AP1の電波強度がAP2の電波強度よりも強い場合はAP1にいと推定される。逆にAP2の電波強度がAP1の電波強度よりも強い場合はAP2にいと推定される。測定者がある時刻 s にいる位置は赤の実線上の緑色の点の位置である。しかし、推定結果はAP1の位置になるためAP1の位置と緑色の点までの距離が誤差になる。この誤差の合計は図6の斜線部分で示される三角形の面積の合計に等しい。ここで図2で示した計測時間を反映させ、図6の時刻 t' の位置を点線の位置にずらすことで、位置推定誤差を減少させ、精度向上させることが期待できる。電波強度推移の結果を用いた各端末における位置推定誤差と図2から得られる計測時間を反映させた場合の位置推定誤差を表1に示す。

NEXUS 4 以外の端末では計測時間を反映した場合に精度向上が確認できた。特に、計測時間が長い GALAXY 端末では、より精度が向上している。NEXUS 4 では、時刻 t' が時刻 t より前に存在するため、計測時間を反映すると精度が低下した。

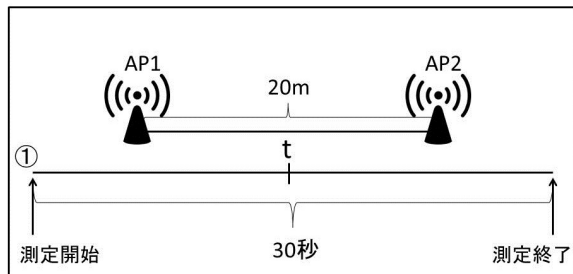


図3: 評価環境

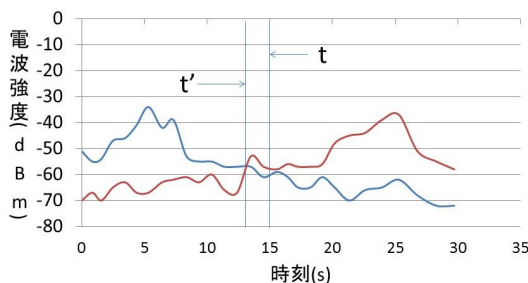


図4: NEXUS 4 による電波強度推移

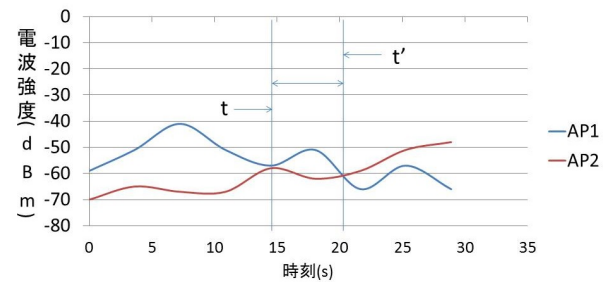


図5: GALAXY S3 による電波強度推移

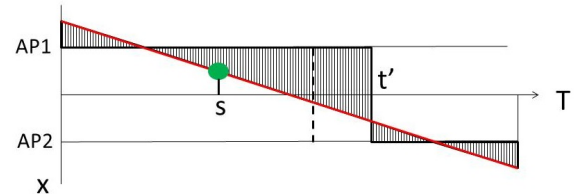


図6: 近接測定による位置推定の概要

表1: 各端末における評価結果

端末名	誤差 (m)	
	反映前	反映後
GALAXY S3	5.9	5.1
NEXUS 4	5.0	5.1
EVO 3D	5.5	5.4
GALAXY S2	5.6	5.0

4 今後の課題

本稿では、Android 端末の電波受信に関する調査とそれに伴う位置推定精度向上に関する評価実験を行った。今後の課題としては、電波受信から電波情報取得までの無線 LAN 電波受信遅延時間を測定する手法について検討する。

参考文献

- [1] 坂涼司, 梶克彦, 河口信夫. 磁気と wifi 電波強度を含んだマップ情報に歩行者デッドレコニングを併用した屋内位置推定手法. 信学技報, vol. 113, no. 399, ASN2013-122, pp. 23-28, 2014.
- [2] Wifimanager, android developers. <http://developer.android.com/reference/android/net/wifi/WifiManager.html>.
- [3] Aircap. http://www.bitretrieve.co.jp/products/lan_analyzer/131.