

コグニティブ無線クラウドにおける無線基地局位置推定法の提案

糸賀 優樹[†] 刈田 秀人[†] 村田 嘉利[†] 高山 毅[†] 佐藤 永欣[†]
岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

次世代移動通信システムアーキテクチャの一つとして提案されているコグニティブ無線クラウド(CWC)においては、ユーザが通信事業者提供の移動通信システムだけでなく個人や企業が提供する移動通信システムの中からその時々状況に応じて適当な移動通信システムを選択可能な点が最も大きな特徴となっている[1]。ハンドオフ等の制御を考えると各基地局の隣接関係が分かっていることが望ましい。従来の移動通信システムでは通信事業者が各無線基地局の隣接関係を把握していたが、CWC では複数の無線システムに跨って統合的に無線基地局の位置関係を把握する必要となる。しかし、適当な手法がないのが実情である。本研究では、移動端末が発信時や位置登録時に受信した周辺基地局の識別子と電波強度 RSSI だけから各無線基地局の位置を推定する方法を提案する。

2. コグニティブ無線クラウド(CWC)の概要と課題

CWC は、通信事業者主体の移動通信ネットワークとは異なり、インターネットのように通信事業者に加えて大学や個人もネットワークリソースを提供できるオープンでユーザ主体の移動通信ネットワークを目指している。その実現のため、基本コンセプトとして、以下の4つを掲げている[1]。

- (1) ユーザポリシーに基づく通信事業者およびネットワークの選択;ユーザが置かれた状況下において希望する事業者と通信システムを利用可能とする(図1参照)。
- (2) 端末がイニシアティブをとった通信制御
- (3) 世界規模でも動作するスケーラビリティ
- (4) 周波数の有効利用

CWC では、発信時やハンドオフ時に無線基地局に加えて移動通信システムの選択をユーザ自身が行う必要がある。そのための情報収集をユーザ自身が行う必

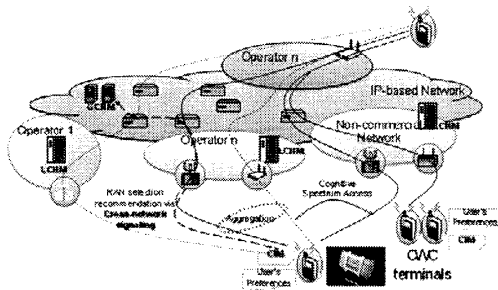


図 1. コグニティブ無線クラウド

A Proposal of a Location Estimation Scheme for Base Stations in Cognitive Wireless Clouds

[†]Y.Itoga, [†]H.Karita, [†]Y.Murata, [†]T.Takayama and [†]N.Sato

[†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

要があることから、移動端末の周辺に存在する無線基地局とその無線システムやスキャンするチャネルを事前に分かっていることが望ましい。

個々の通信事業者は所有する無線基地局の位置および隣接関係を把握していると考えられるが、通信事業者および無線システムを跨いで基地局の隣接関係を管理するシステムは存在しない。

3. 関連研究

各基地局の隣接関係を把握するためには、各基地局の位置を推定する必要がある。

無線システム、特に無線LANを利用した位置管理の研究は多くあるが、そのほとんどは無線基地局の位置は既知であるとして、端末の位置を推定することを目的としている。LaMarca らは屋内において設置された無線LANから端末の位置を推定している[2]。

基地局の位置に関しては、端末の位置を求める基礎情報として無線LANの位置情報を集めた情報基盤整備がある。河口らは、端末の位置を推定する基となる無線LANの位置情報基盤を作成するため、ノートPCと無線LANカードおよびGPSからなる基準点情報収集セットを作成し、自転車で対象エリア内を走行することによって無線LANの検索とその位置を測定している。収集データを基にして基準点情報マップを作成している[3]。同様にSONYのPlaceEngineでは、ユーザによる位置検索行為や明示的な位置登録行為により位置情報基盤の整備を行っている[4]。これらの研究では、基地局の位置はGPS等により明確になっていることが前提である。

4. 仮想グリッドを利用した位置推定

CWC では、端末にGPSが搭載されていると限らず、基地局および端末(測定点)の物理的な位置情報を使わずに、各基地局の隣接関係を求められることが望ましい。また、基地局の物理的な位置が分かっているとは限らない。そのため、各基地局から送出される電波強度RSSIを基に各基地局の隣接関係を推定する。

4.1 基本的考え

無線基地局の緯度経度といった具体的な位置ではなく、基地局相互間の位置関係が分ければよいことから、図2に示すように平面に仮想のグリッドをかぶせ、各基地局がグリッドの交点にあるとして位置を推定する。異なった基地局が1つの交点周辺にあった場合には、同一の位置にあるものとなる。このように基地局も測定点もグリッドの交点に存在するものとするにより、基地局と測定点との距離は連続的ではなく、特定の距離の関係となる。例えば、図2に示すように1つの測定点から3つの基地局への距離と同じ距離関係をもつグリッド上の交

点の位置関係は極めて限定されたものになる。測定点が増えることにより、基地局が存在すると推定される交点は本来の交点に収束していくと考えられる。基準となる3つの基地局の位置が3つ求まれば、結果として3つの測定点の位置も確定する。3点で共通的に電波を受信できた基準局以外の基地局の位置は3点測位により求まる。

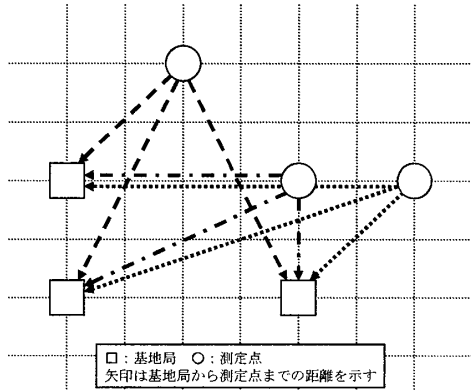


図2. 基地局と測定点の距離関係

4.2 RSSIの測定

前出の方法により位置推定可能であるか確認するため、図3に示すように建物等の影響が少ないサッカーグラウンドにおいて5m格子のグリッドを書き、無線LANのアクセスポイントを4つ置き、順次測定点を変更して測定した。受信側の測定環境は測定ソフトウェアをインストールしたノートPCにUSB接続の無線LANアダプタを接続したものを用いる。測定ソフトウェアによっては一定時間取得したRSSIの平均を測定値として返すものがあるが、今回は適さないので、12秒間に1回の間隔でRSSIを取得するプログラムを製作した。RSSIはアクセスポイントと無線LANアダプタをケーブル接続した状態でも測定したタイミングによって大きく値が異なることを確認している。そのためここでは1つの測定点で10分間計測したときの最大値を採用した。測定点別の各アクセスポイントからのRSSIの値を表1に示す。

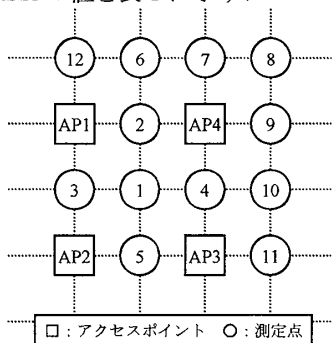


図3. 測定におけるアクセスポイントと測定点の位置

表1. 測定結果

測定点	測定値 (dbm)			
	AP1	AP2	AP3	AP4
1	-50	-54	-47	-47
2	-47	-52	-59	-48
3	-57	-47	-59	-52
4	-59	-52	-52	-57
5	-58	-53	-48	-56
6	-52	-52	-68	-52
7	-52	-73	-62	-48
8	-61	-68	-56	-57
9	-60	-58	-57	-46
10	-60	-57	-55	-52
11	-60	-64	-44	-62
12	-53	-60	-64	-64

4.3 RSSIからグリッド上の距離への変換

表1のデータを見ると、距離に対する測定したRSSIの値にばらつきが大きい。例えば、10mにおいて30dbmのばらつきがある。今回は、各距離に対する測定RSSIのレベルが高いほど距離以外の要因によるレベル低下が低いとの考えから「平均値+標準偏差」とする。ただし、15.81m以上の距離については測定点が少ないことから、15mまでの結果を基に外挿して求めた。その結果を表2に示す。

5. まとめと今後の展望

本論文では、基地局の識別子とRSSIだけから各無線基地局の位置を推定する手法を提案し、建物等の影響が少ないサッカーグラウンドでRSSIの測定を行った。今後は、測定によって得られたRSSIを提案手法によって位置推定を行う。また、屋内での測定を行う予定である。

参考文献

- [1] H. Harada, et al.: A Software Defined Cognitive Radio System: Cognitive Wireless Cloud, IEEE Global Telecommunications Conference 2007 (GLOBECOM '07), pp.294-299 (2007).
- [2] A. Lamarca, et al.: Self-Mapping in 802.11 Location Systems, UbiComp 2005, pp.87-104 (2005).
- [3] 伊藤誠悟, 他: 無線LANを用いた広域位置情報システム構築に関する検討, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.12, pp.3124-3136 (2006).
- [4] 暦本純一, 他: PlaceEngine: 実世界集合知に基づくWiFi位置情報基盤, インターネットコンファレンス 2006, pp.95-104 (2006).

表2. RSSIと距離の変換表

RSSI (dbm)	~-45.6	~-48.4	~-57.7	~-59.6	~-61.0	~63.0	~74.0
距離 (m)	5	7.07	11.18	15	15.81	18.02	21.21