

第 XVII 部

無線を用いた位置情報 プラットフォームの構築

第17部 無線を用いた位置情報プラットフォームの構築

第1章 はじめに

WiL ワーキンググループは無線 LAN 等を用いたワイヤレス位置情報プラットフォームの研究開発を進めることを目的としたワーキンググループである。無線 LAN を用いた位置推定は、研究開発だけでなく、米国 Skyhook Wireless が運営する Loki beta¹や、(株)Koozyt が運営する PlaceEngine²などで商用化が進められており、多くの利用事例が蓄積されつつある。しかし、位置情報が誰にとっても手軽に使われる社会の実現はまだまだ実現途上である。われわれは無線 LAN 位置推定技術が社会を支える基盤技術として、さまざまな場面で利用されることを目的として研究活動を推進している。

2008 年の WiL ワーキンググループ活動としては、無線 LAN 位置情報データベースの継続的収集や Locky.jp のサーバ環境整備を進めた。また、実環境での位置情報利用の実用性向上を目的として、屋内における位置推定手法の検討を行い、昨年度に収集したデータを用いて地下鉄駅構内における評価を実施した。また、被験者に参加してもらい、小型携帯端末 (Apple iPod Touch) を用いて、名古屋市営地下鉄を利用した実証実験を実施した。

本報告では、無線 LAN を用いた位置推定技術を簡単に解説した後、以下の WiL ワーキンググループの 2008 年の活動を報告する。

- Locky.jp アクセスポイントマップの更新
- 地下鉄における無線 LAN 位置推定
- 名古屋市営地下鉄実証実験

詳細については次節以降で述べる。

1.1 無線 LAN を用いた位置推定技術

すべての無線 LAN 基地局には機器ごとに固有の ID (BSSID) が振られている。この ID と位置情報

(緯度・経度等)を対応づけたデータベース (Wireless Location Database : 以下 WLDB) を構築することにより、無線 LAN 基地局から ID を受信し、データベースと照合するだけで、受信端末の位置を推定することができる。

実際、日本国内では、無線 LAN 基地局が数百万台普及しており、都市部においては 100 m 四方の街路において 4 ~ 10 局程度の無線 LAN 基地局が観測され、20 m ~ 50 m 程度の位置推定精度が得られることが確認されており社会基盤としての位置情報システムが構築できる環境が整いつつある。

第2章 Locky.jp の現状とアクセスポイントマップの更新

Locky.jp プロジェクト [209, 210] は、無線 LAN を用いた位置推定システムに関する技術情報の提供や、ツールキットの提供、および、無線 LAN 基地局情報データベースの構築を目的としている。2008 年は 2006、2007 年に引き続き、継続的にデータベースの収集および、技術情報、ソフトウェア、ツールキットの提供を続けている。

2009 年 1 月時点で、収集されたユニークな無線 LAN 基地局数は約 53 万であり、2008 年と比較して約 16 万の新たな基地局データの収集を行うことができた。また、データ収集に参加しているボランティアユーザは 300 名を超えている。

2008 年は、アクセスポイントマップを GoogleMap とオーバーレイ表示可能にする修正を行った。これによって、GoogleMap を利用しアクセスポイントの収集状況を快適に確認することが可能になった (図 2.1)。

1 <http://loki.com/>

2 <http://www.placeengine.com/>

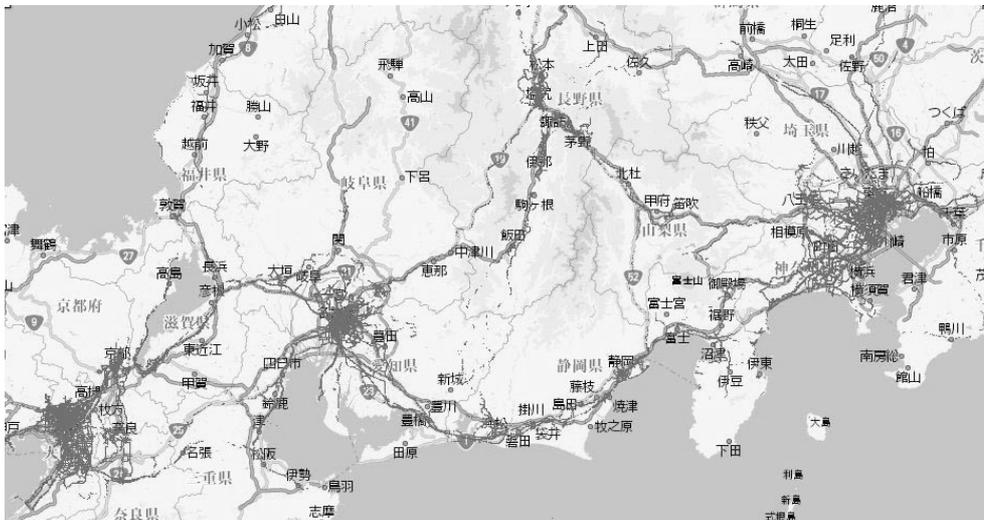


図 2.1. 2009 年 1 月のアクセスポイントマップ

LAN 基地局の数である。

$$x = \{(\alpha_1, \beta_1), (\alpha_2, \beta_2), \dots, (\alpha_m, \beta_m)\} \quad (2)$$

先ほど作成した分布から、対象エリアにおいて、BSSID β が電波強度 α である確率 $P(\alpha | \beta, A)$ を求める。

$$P(x | A) = \prod_{i=1}^m P(\alpha_i | \beta_i, A) \quad (3)$$

さらに、式 (3) を観測ごとに計算し、式 (1) を用いることにより、各エリアの存在確率を算出することができる。この確率が高いエリアにユーザがいると推定することができる。

3.1 制約条件の利用

位置推定の精度を向上させるため、次に制約条件を利用した位置推定精度の向上手法を提案する。上記で示したエリアには互いに隣接関係があるため、この隣接関係を制約条件とする。具体的には、位置推定をする際に、前の段階で推定した位置と隣接していないエリアを候補から排除する。地下鉄の駅構内には、無線 LAN の基地局が 1 フLOOR につきただか 1 つか 2 つ程度しか設置されていない。そのため、精度の高い推定は困難であり、マルチパスなどの影響も相まって、本来のエリアとは離れたエリアを推定してしまうことが多々ある。隣接関係を利用することにより、離れたエリアを推定することを防ぐことができる。

第 3 章 地下鉄における無線 LAN 位置推定

地下鉄駅構内での無線 LAN 位置情報システムの構築を目指して、2007 年に収集した名古屋市営地下鉄のデータを用い、位置推定手法の検討を行った。

屋内では、電波環境が複雑なため、Scene Analysis を用いた様々な位置推定手法が提案されている [14, 88, 98, 199]。しかし、今回の地下鉄構内のデータでは、各点あたりのデータ量が少ないため、単純にベイズ推定を用いることは困難である。そこで、ある程度の観測点が可能であるエリアごとにベイズ推定を用い、どの程度の強度の電波がどの程度の確率で観測されるかによって、各エリアのユーザの存在確率を算出する。以下に説明する。 n を観測試行回数 $[s]$ とし、 l を候補エリアの数とする。

$$P(A_j | x) = \frac{\prod_{k=1}^n P(x_k | A_j)}{\sum_{t=1}^l \left\{ \prod_{k=1}^n P(x_k | A_t) \right\}} \quad (1)$$

式 (1) を用いるには、まず、エリア A において無線 LAN 基地局からの受信データが x である確率を求める。ここで、受信データ x は、BSSID β と電波強度 α の組で表される値である。 m は観測した無線

3.2 実装と評価

本手法を実装し、評価を行った。システムの概要を以下に示す。

1. 周辺の無線 LAN 基地局から電波を受信
2. 基地局データベースで、ユーザの位置を推定
3. 画像データベースから推定位置の画像を取得
4. ユーザに対して画像を表示

3.2.1 推定精度に関する評価実験

ユーザの位置推定の精度を実験によって確認した。評価対象のデータは、乗換え 1 回を含む経路中の無線 LAN 電波情報である。手順は、存在確率を計算し、候補エリアと実際の位置とを比較した。

隣接関係を用いた場合と、用いない場合とで、推定精度にどれほどの違いが出るのかを検証した。確率計算の粒度は 10 秒と 15 秒、受信電波強度分布の幅は 5 dBm と 10 dBm ごとに比較した。また、評価時間全体に対して、電波が受信できた時間のみの精度を求めた。これは、基地局自体が設置されておらず、元々エリアを推定することが不可能な場所もあるからである。電波受信のカバー率は、粒度 10 秒の場合が 64.6%、粒度 15 秒の場合が 65.8%である。表 3.1 が粒度 10 秒、表 3.2 が粒度 15 秒の場合の精度である。

これら結果を見ると、隣接関係を用いた方が若干ではあるが、精度が向上することが分かった。

表 3.1. 粒度 10 秒の場合

	隣接関係なし	隣接関係あり
分布の幅：5 dBm	58.7%	61.4%
分布の幅：10 dBm	67.9%	70.3%

表 3.2. 粒度 15 秒の場合

	隣接関係なし	隣接関係あり
分布の幅：5 dBm	55.8%	61.2%
分布の幅：10 dBm	71.2%	76.0%

3.2.2 推定対象の広さと測位精度との比較

駅全体での推定、フロアでの推定、エリアでの推定を比較した。確率計算の粒度は 15 秒で、隣接関係を用いて行った。表 3.3 に推定精度を示す。

この結果より、駅全体だと 90%以上の精度で推定することができる。駅によっては、隣の駅の無線 LAN

表 3.3. 推定対象の広さと精度の関係

	駅全体	フロア	エリア
分布の幅：5 dBm	92.7%	86.8%	61.2%
分布の幅：10 dBm	92.7%	90.0%	76.0%

の電波が受信できてしまう場合もあり、それにより 100%の推定ができていない。さらに推定対象の広さを狭くしていき、エリアごとに推定してもある程度の精度を保つことができる。

今後の課題として、推定対象の広さの切替えが考えられる。より細かいエリアを推定可能なことが理想だが、実環境では、基地局の配置やマルチパスにより、極端に低い精度の場所が存在する。状況に応じて推定面積の切替えが必要である。例えば、エリアごとの推定では精度が悪く、正確な場所を推定できないときは、駅だけの推定にしておく、といった推定精度に応じた手法の検討が必要である。

第 4 章 名古屋市営地下鉄での無線 LAN 位置推定実証実験

屋内での無線 LAN 位置推定手法の実用性や利便性を確認するため、われわれは、名古屋市営地下鉄で収集してきたデータを用い、実際の携帯端末を用い、実際のユーザに無線 LAN 位置推定を体験してもらう機会を提供する実証実験を行うこととした。実証実験期間は平成 20 年 11 月 26 日、27 日および 12 月 12 日、13 日とした。2 日間を 2 回実施するのは、実験を効率的に行うためと、最初の 2 日間で問題があった箇所を 2 週間で修正することを考えたためである。

また、本実験では、以下の 4 機関に協力を依頼した。

- 名古屋市交通局：地下鉄駅構内を実験場とするための許可
- エヌ・ティ・ティ・ブロードバンドプラットフォーム株式会社：WiFine の利用
- ヤフー株式会社：地下街の地図の利用
- クウジツ株式会社：無線 LAN 位置情報システムに関する技術協力

4.1 開発プラットフォーム、アプリケーションとライブラリ

本実証実験を行うにあたり、われわれは対象のプラットフォームとして Apple iPod Touch を選択した。これは (1) WiFi を持っていること、(2) 開発環境が整備されていること、(3) パフォーマンスが良いこと、(4) ユーザインタフェースが良いこと、などを考慮の上総合的に判断した。

開発にあたって、いくつかのポリシーを検討した。まず、単一のアプリケーションですべてを行うか、複数のアプリケーションを用いるかの検討を行った。携帯端末は一般にメモリ容量等が少なく、画面も狭いため、単一のアプリケーションに多数の機能を入れることによって、メモリ不足や操作の複雑化が心配された。そこで、個々のアプリケーションを単純化し、特別なランチャーを用意することによって、アプリケーション間を連携させる実現を行うこととした。

iPhone/iPod Touch では URL Scheme を使うことによって、アプリケーション間連携が可能である。われわれはアプリケーションごとに統一した URL Scheme を用いることによって、ランチャーとアプリケーション間の連携を行うこととした。

次に、共通のライブラリについて検討を行った。本実験では、ユーザがアプリケーションを実行している間、常に無線環境のログや、ユーザ操作のログなどを記録することが望ましい。そこで、われわれは無線 LAN 位置推定のライブラリと同時に、ログを保存する機能を共有ライブラリとして実現することとした。これによって、異なるアプリケーション間でも、共通の機能を容易に提供することができる。

これらの検討とライブラリを用い、われわれは7種類のユーザ用のアプリケーション（ランチャー、路線図、時刻表（カウントダウン機能付）、地下鉄駅地図、地下街地図、友達マップ（友人の場所がわかる）、周辺位置依存情報データベース（店舗 DB））を開発した（図 4.1 に一部のスクリーンショットを示す）。

4.2 実証実験内容

被験者には、無線 LAN 位置推定機能を持つ小型携帯端末（Apple iPod Touch）を課題とともに貸与する。課題には、目的や行先が示された上で、食事や用事などの付加的な課題も含まれている。被験者は地下鉄に乗り、端末上の様々な位置依存情報ソフトウェアを活用しながら課題をこなすことが指示されている。小型携帯端末上には、名古屋市営地下鉄の構内図をはじめ、路線図、時刻表、周辺位置依存情報データベースなどのアプリケーションが搭載され、現在の位置推定情報に基づいて適切な情報を提示する。また、友達探しのアプリケーションでは、無線 LAN を通じて地下鉄駅からチャットを楽しみながら、互いの位置を確認することができる。これらの実証実験結果は、ユーザの利用ログとして保存され、今後の位置依存情報活用を行うための基礎データとして活用する。

4.3 実証実験結果

4 日間の実験で 35 名の被験者が実験に参加した。被験者のアプリケーションに対する感想はおおむね良好であり、位置に応じて表示される情報に関しては好評を得た。しかし、ある程度の完成度があるため、逆に各アプリケーションのより高度な使い勝手を求めるコメントも多く得た。



図 4.1. ランチャー（左）、時刻表（中央左）、データベース（中央右）、友達マップ（右）



図 4.2. 実験に参加した被験者

被験者の利用ログや無線環境のログはすべて端末内に保存されるように構成してあるため、結果として 70 Mbyte 程度の利用ログを得た。これらのログは今後の評価や応用に利用される。

第 5 章 まとめ

本ワーキンググループでは、位置依存情報の利活用のための基盤プラットフォーム構築を目指し、無線 LAN 位置情報システムの構築と応用を進めている。

2008 年は実環境での被験者実験を通じ、無線 LAN 位置情報システムの実用可能性を確認すると同時に、さまざまな課題を明確にした。今後は、システムの高度化と同時に他の地域でのシステム構築も進める予定である。