

無線LANモバイル基地局検出のための 基地局情報収集フレームワーク

武島 知勳¹ 梶 克彦¹ 廣井 慧² 河口 信夫^{1,2}

概要：無線LAN基地局の急激な増加に伴い、無線LAN観測情報を用いた歩行者の位置推定に関する研究が注目されている。無線LANを用いた位置推定では、歩行者が所持するモバイル基地局や、新幹線に設置されている基地局などの移動する基地局が位置推定精度低下の原因の1つになる。そのため、基地局が移動したかを推定する研究や基地局が製品としてモバイル基地局であるかを判別する研究が存在する。しかし既存手法を用いて移動する基地局を判別するためには基地局の観測情報や製品情報を収集してデータベースを構築する必要がある。無線LAN基地局の急激な増加により基地局の観測情報や製品情報を収集するには多くの労力と時間がかかるため、移動する基地局の判別は容易には行えない。本研究では基地局の観測情報と製品情報を一元的に管理し、移動する基地局を判別できるAPIを提供するフレームワークを提案する。位置推定の際に収集する基地局の観測情報を本フレームワークのデータベースにアップロードできる仕組みにより、基地局の観測情報を1つのデータベースに集める。また集まった基地局の製品情報で足りない情報を人が手動で入力・編集できる仕組みにより、基地局の製品情報も1つのデータベースに集める。これらの仕組みによって集まった基地局の観測情報と製品情報を用いて基地局が移動したかと基地局がモバイル基地局かの判別を位置推定モジュールから利用できるようにする。また基地局が移動したかの判別を事前に行い、判別をデータベースの検索だけで行えるようにして、移動する基地局の判別にかかる時間を短縮する。我々が運営しているLocky.jpのデータに対して基地局がモバイル基地局であるかの判別を行い、DBのデータ数と判別できた数の関係を調べた。DBのデータ数が増加しても種別判定の判定率は変化せず、DBのデータ数は種別判定の判定率に影響していないと分かった。また移動有無判別の高速化によりDBのデータ数が100000件の状態で1件の基地局の移動有無判別にかかる時間を80%削減できた。

An Access Points Information Gathering Framework for Detection of Mobile Access Points

CHIHIRO TAKESHIMA¹ KATSUHIKO KAJI¹ KEI HIROI² NOBUO KAWAGUCHI^{1,2}

1. はじめに

近年、コンビニや駅などの店舗や施設で利用できる公衆無線LANサービスが普及するなど無線LAN基地局が急激に増加している。さらに、歩行者の所持するモバイル基地局やスマートフォンによるテザリングの利用率も高まっている。加えて、無線LAN基地局の普及により無線LANを用いた位置推定サービスも普及してきている。

位置情報サービスには位置推定が必要であり、無線LAN観測情報を用いた歩行者の位置推定に関する研究が注目されている [1][2]。無線LANを用いた位置推定では、歩行者の所持するモバイル基地局や、新幹線に設置されている基地局などの移動する基地局が位置推定精度低下の原因の1つになる。無線LANを用いた位置推定では、あらかじめ基地局の位置情報や受信電波強度を収集し、収集した情報からデータベース（以下DBとする）を構築する。この事前に構築したDBの情報と現在観測できる基地局の観測情報を用いて位置推定を行う。しかし事前観測時から基地局が移動している場合がある。この場合、移動した基地局を移動したと知らずに位置推定に用いると位置推定精度が

¹ 名古屋大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Nagoya University

² 名古屋大学未来社会創造機構
Institute of Innovation for Future Society, Nagoya University

低下してしまう。そのため、モバイル基地局のような位置推定には不適切な基地局を判別し、それらの基地局情報をデータベースから削除する必要がある。

基地局がモバイル基地局であるかを判別する研究が行われている [3][4]。既存手法では、GPS や加速度センサなどの情報を収集し、基地局が実際に移動しているかを判別する。既存手法では 1 つの基地局の複数回観測を前提としており、1 度しか観測できなかった場合基地局が移動したかは判別できない。そのため我々はこれまでに、BSSID と SSID から基地局の製品情報を取得し、基地局の製品情報から基地局がモバイル基地局かを判別する手法を提案した [5]。本稿では基地局が実際に移動しているかを判別する手法を移動有無判別、基地局の製品情報から基地局がモバイル基地局かを判別する手法を種別判定とする。

基地局が移動したかだけでなく、将来移動する可能性があるかが位置推定を行う際には重要である。基地局が移動したかは基地局の観測情報を収集した DB があれば分かるが、基地局が将来移動するかは基地局の観測情報を収集するだけでは分からず、基地局が固定基地局であるかモバイル基地局であるかの判別が必要である。そのため移動有無判別のみでなく、種別判定も行う必要がある。

移動性判別には、DB の構築が必要であるため容易に行えないという問題がある。本稿での移動性判別は移動有無判別と種別判定の 2 つを指す。高い精度の移動性判別を行うための DB の構築のためには、大量の基地局の観測情報を収集する必要がある、かなりの労力と時間を要する。さらに種別判別には、基地局が固定基地局であるかモバイル基地局かの情報の収集も必要である。このように移動性判別を行うための準備に労力と時間を要するため、移動性判別は容易に行えない。そのため移動性判別を容易に行える仕組みが必要である。

基地局の種別判定と移動有無判別の網羅性も重要な課題の 1 つである。本稿での網羅性とは販売された基地局の中で基地局の移動性判別ができる割合を指す。種別判別を行うためにはどの基地局がモバイル基地局であるかを知る必要がある。しかし個人やグループですべての基地局に対して基地局がモバイル基地局であるか固定基地局であるかを調べるのは困難である。また移動有無判別を行うためにも基地局の観測情報、特に位置情報を収集する必要がある。個人やグループで全国の基地局の観測情報を収集するのは、労力や時間が掛かる。そのため基地局の情報を一元的に管理する仕組みが必要である。

以上の背景から、移動性判別を容易にする枠組みと移動性判別の網羅性向上が必要である。本稿では、移動性判別の容易化と移動性判別の網羅性向上のためのフレームワークを提案する。提案するフレームワークにより基地局の観測情報を収集し、一元的に管理する。さらにフレームワークの種別判定により判定できなかった基地局をボランテ

アが判定を行い、結果を手動で編集できるようにする。これによりフレームワークの種別判定で判定できない基地局に対しても判定でき、種別判定の網羅性が向上できる。

以下に、本稿の構成を述べる。2 章では我々が提案するフレームワークについて述べる。3 章では本フレームワークに用いる移動性判別手法について述べ、4 章で本フレームワークに用いる DB について述べる。5 章ではフレームワークの高速化について述べる。6 章で本フレームワークの提供する移動性判別の網羅性の評価について述べ、7 章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 基地局情報収集フレームワーク

本フレームワークの目的は移動性判別の容易化と移動性判別の網羅性向上である。移動性判別の容易化は基地局の移動性判別サービスの提供により行う。網羅性向上は基地局の観測情報の収集とボランティアによる情報提供により行う。そこで 3 章で述べる移動性判別を行うサービスを提供し、その代わりに基地局の観測情報を提供してもらう仕組みを提案する。本フレームワークは主に移動性判別、基地局情報収集、DB の修正・更新の 3 つの機能がある。図 1 に我々が提案するフレームワークの概要を示す。

図 1 の左下の枠で囲われている箇所が移動性判別を行うユーザ側の処理である。位置推定モジュールは WiFi 基地局の電波を観測し、観測した基地局のうち位置推定に利用しない基地局を除外してから位置推定を行うモジュールである。観測した基地局が位置推定に利用できるかはユーザ側が持つブラックリスト DB とホワイトリスト DB の検索により行う。しかし、ユーザ側の DB にない基地局に対しては移動性判別を行う必要がある、その時に本フレームワークの移動性判別 API を利用して移動性判別を行う。

図 1 の左上の枠で囲われている箇所が基地局の情報収集を行うユーザ側の処理である。位置推定モジュールは基地局の観測情報をすべて無線 LANLogDB に保存する。この無線 LANLogDB に保存された観測情報の提供により基地局の観測情報を収集する。観測情報の提供は移動性判別 API を用いてできる。

図 1 の右下の枠で囲われている箇所が基地局の情報を追加・修正を行うユーザの処理である。本フレームワークでは種別判定で判定できなかった基地局の情報をブラウザ上で一覧にして表示する。そして表示されている基地局の情報を人が WEB で検索し基地局の製品名を取得する。WEB 検索により取得した基地局の製品名から分かっていない基地局の製品情報をフレームワークを通して手動で入力し編集できる。

本フレームワークは以下のようなユーザを想定している。

- A. 無線 LAN を用いた位置推定を利用したサービスの利用者（一般ユーザ）

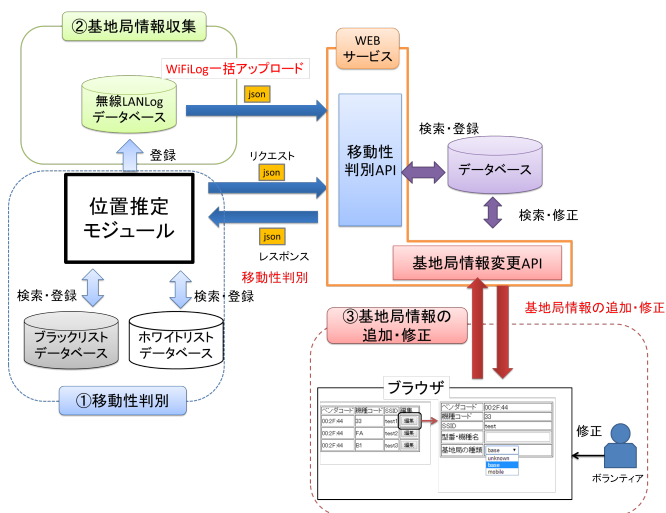


図 1 基地局情報収集フレームワークの概要

- B. 無線 LAN を用いた位置推定の研究をしている研究者 (研究者)
- C. ボランティアでの基地局の情報提供者 (ボランティア)

ユーザごとに本フレームワークを利用する目的が異なる。そのため本フレームワークの提供する機能をそれぞれを利用するユーザごとに説明する。

2.1 無線 LAN を用いた位置推定の利用者 (一般ユーザ)

一般ユーザは位置推定の際に邪魔になるモバイル基地局を除外するために本フレームワークの移動性判別を利用する。位置推定の際には位置推定モジュールが数秒毎に基地局の電波を観測し、その観測情報を用いて位置推定を行う。この時、位置推定精度低下の原因となるモバイル基地局を利用しないように移動性判別を行い、邪魔な基地局は除外する。しかし、観測するたびに本フレームワークを用いて移動性判別を行うのは効率的でない。そこで、移動性判別の結果を保存し、位置推定に用いる基地局をホワイトリスト DB に、位置推定に用いない基地局をブラックリスト DB に保存する。位置推定の際には、まずこのホワイトリスト DB とブラックリスト DB の検索で移動性判別を行う。この 2 つの DB がない基地局を観測した場合に、本フレームワークの移動性判別を行う。

```
[
  {
    "BSSID": "10:12:8B:23:00:2A",
    "SSID": "test1"
  },
  {
    "BSSID": "10:12:8B:23:00:2B",
    "SSID": "test2"
  }
]
```

図 2 移動性判別 API に送信する json データの形式

移動性判別を行うためには移動性判別 API に基地局の

```
[
  {
    "移動有無": "true",
    "基地局の種類": "base"
  },
  {
    "移動有無": "false",
    "基地局の種類": "base"
  }
]
```

図 3 移動性判別の結果の形式

観測情報を送信する必要がある。一般ユーザが移動性判別 API を用いる際のデータ形式を図 2 に示す。このように json 形式で基地局の BSSID と SSID を移動性判別 API に送信する。このリクエストの結果は図 3 の形式となる。このように移動性判別の結果も json 形式で、移動有無と基地局の種類が含まれる。判別結果に基地局の BSSID と SSID を結果として出力しないのは、悪意を持ったユーザが観測せずに適当に BSSID や SSID を入力して基地局の情報を取得し悪用するのを防ぐためである。

2.2 無線 LAN を用いた位置推定の研究をしている研究者

研究者は一般ユーザと同様に位置推定の際に邪魔になるモバイル基地局を除外するために本フレームワークの移動性判別を利用する。加えて、本フレームワークの移動性判別の網羅性向上を行うために、位置推定の際に収集した基地局の観測情報の提供を行う。図 1 の無線 LANLogDB に保存されている観測情報を本フレームワークの移動性判別 API を用いてアップロードする。

無線 LANLogDB が基地局の観測情報をアップロードする際の形式を図 4 に示す。無線 LANLogDB には基地局観

```
[
  {
    "BSSID": "00:02:8A:F3:00:31",
    "SSID": "test1",
    "緯度": 35.16667,
    "経度": 136.361,
    "取得時間": 112203063
  },
  {
    "BSSID": "00:02:2A:93:0F:5F",
    "SSID": "test2",
    "緯度": 35.1801,
    "経度": 136.967,
    "取得時間": 1122030335
  }
]
```

図 4 WiFiLog のデータ形式

測情報の BSSID, SSID, 緯度, 経度, 取得時間が登録されている。緯度, 経度は基地局の位置ではなく、その基地局を観測した位置を指す。取得時間は万国標準時間の 1970 年 1 月 1 日の 00:00:00 から経過した時間をミリ秒単位で表わした数値とする。この取得時間は Java の場合は Data クラスや Calendar クラスを用いて取得できる。

2.3 ボランティアでの基地局の情報提供者

位置推定には、基地局の情報をできるだけたくさん集める必要があり、そのデータ収集に協力してくれる人をボランティアと呼ぶ。ボランティアでの基地局の情報提供者は、善意によって基地局の情報を提供する。本フレームワークがボランティアの情報提供者に求めるのは、本フレームワークの種別判定では判定できなかった基地局の情報提供である。図1のDBの修正・更新がボランティアの人に関連する本フレームワークの機能である。基地局の情報を修正はWEBブラウザで行う。

図5はボランティアでの情報提供者がDBの情報を修正・更新する際の本フレームワークが提供するユーザーインターフェースである。図5の上図のように基地局のベンダコード、機種コード、SSID、型番・機種名が表になっている。図5の赤枠で囲っている編集のボタンを押すと、図5の下図のページに切り替わる。図5の下図では、ベンダコード、機種コード、SSID、型番、機種名、基地局の種類が表示されている。本稿での基地局の種類とは製品として固定基地局なのかモバイル基地局なのかを指す。この基地局情報のうち、型番と機種名と基地局の種類は編集できる。型番・機種名は記述式になっており、基地局の種類は選択式になっている。基地局の種類は固定基地局なら base, モバイル基地局なら mobile, 不明なら unknown の3つとする。このように本フレームワークは基地局の種類が分からない基地局の情報を開示し、ボランティアでの情報提供者はその基地局の情報をWEBで検索して基地局の製品名を取得する。そして製品名から基地局の種類を判断し修正を加える。



図5 基地局情報入力・編集ユーザーインターフェース

3. 基地局の移動性判別手法

本稿での基地局の移動性は基地局が実際に動いているかと基地局がモバイル基地局なのか固定基地局なのかの2つに分けられる。基地局が実際に動いているかを取得する手

法を移動有無判別、基地局がモバイル基地局なのか固定基地局なのかを取得する手法を種別判定とする。移動有無判別は主にGPSにより絶対位置情報を取得し、以前の観測位置と比較し離れていた場合にモバイル基地局とする。種別判別は基地局の観測情報に含まれる基地局の製品情報から基地局がモバイル基地局なのか固定基地局なのかを判別する。

移動有無判別には2つの問題がある。1つ目は観測点が少ない場合の判別結果の信頼性である。同じ地点で1つの基地局が3回観測された場合、移動有無判別ではモバイル基地局ではないと判別する。しかし、すべて同じ時間帯に観測した結果であれば、周期的な行動をする人が持っているモバイル基地局の可能性も十分にある。

2つ目は観測時間が短い場合の判別結果の信頼性である。同じ地点で1つの基地局が10回観測された場合、移動有無判別ではモバイル基地局ではないと判別する。しかし、1時間以内に10回観測した結果であれば、観測された基地局がモバイル基地局の可能性も十分にある。上記のような問題があるため移動有無判別のみでは不十分な場合がある。

種別判定にも問題がある。製品情報から移動性判別を行うため、モバイル基地局を固定基地局のように用いている場合でも種別判定では移動性ありとする。しかし観測時と位置は変化しないため、位置推定に用いる場合には推定精度低下の原因となる基地局ではない。このように位置推定に利用できる基地局も移動性ありとして除外してしまう問題がある。

そのため、本研究の移動性判別は移動有無判別と種別判定の両方を用いる。これにより移動有無判別の結果から過去に移動した基地局を除外する。移動していない基地局でも種別判定でモバイル基地局であると判定されたら将来移動する可能性があるのを除外できる。また過去に移動している基地局でも種別判定で固定基地局と判定されれば将来移動する可能性はモバイル基地局よりは低いので除外しないなど、ユーザが総合的に考えられる。

3.1 基地局の移動有無判別手法

基地局の移動有無判別は何らの手法[3]を用いる。一般的に無線LANの電波が届く範囲は、基地局を中心とした直径1kmの範囲内である。そのためある基地局が観測された地点間の距離が1km以上離れていた場合に、その基地局は移動する基地局であると分類する。何らの移動したと判別するアルゴリズムは以下の通りである。

1. ある基地局の観測点集合を対象とする
2. 集合内で最も古い観測点を基準点とする
3. 基準点との距離が1km以内の観測点を観測点集合から削除する。
4. もし集合内に観測点が残っているなら、2から4を繰

り返す。

5. 1 回繰り返したら移動回数を 1 増やす

このアルゴリズムの結果、基地局が移動した回数を求められる。基地局の移動回数が 1 回以上であれば、移動したとし移動有無判別では true を返す。基地局の移動回数が 0 回であれば、移動していないとして移動有無判別では false を返す。

3.2 基地局の種別判定手法

3.2.1 判別手法

本フレームワークの基地局の種別判定は基地局の種類を求める。そのために基地局の種別判定手法には我々の提案した手法 [5] を用いる。

本フレームワークに用いる種別判定ではこのように SSID に型番・機種名を含まない基地局であっても SSID から基地局の種類が推定できる場合を考慮した処理を加える。00000softbank や at_STARBUCKS_Wi2 のように店舗や駅に設置されている基地局も存在する。このような基地局は SSID を統一している場合が多い。そこで SSID が一致する基地局は同じ基地局の種類であると考えた。この場合の種別判定の処理はまず観測した基地局の SSID で DB を検索し、一致するレコードを探す。一致するレコードが存在したらそのレコードの基地局の種類を取得し観測した基地局の種類とする。

上記の処理を加えて種別判定を行う。既存研究 [5] では種別判定は 3 段階で行ったが、本フレームワークでは種別判定は次の 4 段階で行う。各段階で判別できなければ次の段階に進む。

- 段階 1 観測情報の BSSID からベンダコードを取り出す。取り出した情報を DB で検索し、基地局の種類を取り出す。
- 段階 2 観測情報の BSSID からベンダコードと機種コードを取り出す。取り出した情報を DB で検索し、基地局の種類を取り出す。
- 段階 3 観測情報の SSID から型番・機種名を取り出す。取り出した情報を DB で検索し、基地局の種類を取り出す。
- 段階 4 観測情報の SSID を DB で検索し、基地局の種類を取り出す。

この判別の結果は固定基地局なら base, モバイル基地局なら mobile, 取得できなければ unknown という文字列となる。

3.2.2 種別判定 DB

4.2.1 節のようにすでに構築された DB の検索により基地局の種類を取得する。そのためこの種別判定には構築された DB が必要である。種別判定に必要な DB は以下のように 3 つのテーブルで構成される。

1. 機種テーブル
2. ベンダテーブル
3. 型番・機種名テーブル

これらのテーブルのフィールドは以下の表 1, 表 2, 表 3 の通りである。下線のあるフィールド名が主キーである。

表 1 機種テーブル

フィールド名	例 1	例 2
<u>ベンダコード</u>	20-2b-c1	00-00-00
<u>機種コード</u>	44	00
SSID	GP01-202bc144	00000softbank
型番・機種名	GP01	
基地局種類	mobile	base

表 2 ベンダテーブル

フィールド名	例 1	例 2
ベンダ名	motorola	XEROX
<u>ベンダコード</u>	00-0a-28	00-00-00
基地局種類	mobile	base

表 3 型番・機種名テーブル

フィールド名	例 1	例 2
型番	GP01	AP54G
機種名	Pocket WiFi (GP01)	PIXUS 865R
基地局種類	mobile	base

ベンダテーブルは種別判定の段階 1 で、機種テーブルは種別判定の段階 2, 3, 4 で基地局の種類を検索するために用いる。型番・機種名テーブルは種別判定の段階 3 で行う SSID から型番・機種名の抽出に用いる。

3.2.3 型番・機種名の抽出

4. 2. 1 節で説明した種別判定手法は SSID から型番・機種名の取得を行う必要がある。SSID から型番・機種名の取得には文字列マッチングを用いる。文字列マッチングは以下のように行う。

1. あらかじめ型番・機種名である文字列を型番・機種名テーブルに保存しておく
2. 型番・機種名テーブルに登録されている文字列が SSID に含まれているかを調べ、含まれていた場合 SSID の型番・機種名とする
3. 取得できなかった場合は NULL とする

型番・機種名を取得できずに NULL となった場合、種別判定の段階 3 は行わない。

4. 移動性判別 DB

移動性判別に必要な DB のテーブルは機種テーブル、ベンダテーブル、型番・機種名テーブル、移動有無テーブル、観測情報テーブルの 5 つである。機種テーブル、ベンダテーブル、型番・機種名テーブルは 4. 4. 2 節で説明した構成と同じである。移動有無テーブルは移動有無判別を行う際に用いる。移動有無テーブルのフィールドは BSSID と移動有無の 2 つである。移動有無は移動有無判別の結果と同じ true, false の 2 値である。移動有無テーブルの用途は 6 章で述べる。観測情報テーブルは基地局の観測情報をすべて登録するテーブルである。観測情報のテーブルは BSSID, SSID, 型番・機種名, LockyCode, 取得時間の 5 つのフィールドを持つ。

観測情報テーブルはフィールド数を減らし、データ容量を小さくするため 2 つの工夫をしている。ベンダコードや機種コードは BSSID から容易に取得できるため登録しない。緯度、経度は LockyCode[6] に変換して登録する。LockyCode とは、日本全土を格子状に分割し、それらの格子に付けられた 8 バイトのアドレスである。緯度、経度を浮動小数点 double で表わした場合 16 バイト必要であるが、LockyCode であれば半分の 8 バイトで済む。

5. 移動性判別の高速化

移動性判別の高速化には移動有無テーブルの自動更新により行う。移動性判別は移動有無判別と種別判定の 2 つを行う。種別判定は各種テーブルの検索により行うが、移動有無判別は基地局が移動したかを判別する処理が必要である。移動したかを判別する処理を移動性判別の際に行っている場合は移動性判別に時間がかかってしまう。そのためあらかじめ移動有無判別を行っておき、その結果を保存するテーブル（移動有無テーブル）を作成する。これにより、移動有無判別はテーブルの検索のみになり、検索以外の処理が不要になる。

移動有無テーブルの更新は定期的に行う。移動有無テーブルの自動更新の流れを以下に示す。

1. 観測情報テーブルの先頭にあるレコードの BSSID, LockyCode, 取得時間を取得する
2. 取得した BSSID で移動有無テーブルを検索しマッチしたレコードの移動有無を取得する
3. 取得した移動有無が true であれば 8 に移り, false であれば 4 に移る
4. 観測情報テーブルから取得した BSSID で観測情報テーブルを検索しマッチするレコードの LockyCode と観測時間を取得する
5. 観測情報テーブルから取得したデータを観測時間でソートし、最も古い観測時間であるデータの Locky-

Code を基準とする

6. 3.1 節で説明した移動回数を求めるアルゴリズムを適用し移動回数を求め、1 回以上であれば移動有無を true とする
7. 6 の結果移動有無が true であれば、移動有無テーブルの結果を更新する
8. 次のレコードの BSSID, LockyCode, 取得時間を取得し 2 から 7 を繰り返す

6. フレームワークの評価

本フレームワークを評価するために DB のレコード数と基地局の種別判定の網羅性の変化と移動有無判別の高速化により移動有無判別がどのくらい高速化できるのかを調べた。評価用のデータには我々が運営している Locky.jp[3] に登録されているデータを用いる。Locky.jp の DB は、ボランティアによって観測・投稿された無線 LAN 基地局情報を統合して構築されている。評価で用いた Locky.jp の DB のデータを以下に示す。

表 4 評価で用いる無線 LAN 観測情報

観測情報の数	33,056,474 件
BSSID の数	829867 個
観測期間	2005-07-06 から 2010-04-09 まで

まず以上の観測情報に対して基地局の種別判定を行い DB のレコード数と移動性判別の網羅性の変化を検証した。DB のレコード数と種別判定の網羅性の変化を調べるために、DB のレコード数を変えて種別判定を行い判別できる数を調べる。しかし同じ観測情報に対して種別判定を行っても正しい評価が得られない。そのため以下のように DB に登録する基地局データと評価用の基地局データに分ける。

1. DB に登録するデータ (819867 件)
2. フレームワークを評価するためのデータ (10000 件)

以下 1 のデータを評価データ、2 のデータを登録データとする。

種別判定の際に用いる DB のレコード数を表 5 のように変化させて種別判定の網羅性を調べる。

表 5 種別判定の条件

条件名	DB の条件	観測情報テーブルのレコード数
条件 1	種別判定テーブルの構築のみ	0
条件 2	1+登録データの 1/3	273289
条件 3	1+登録データの 1/2	409933
条件 4	1+登録データの 2/3	546577
条件 5	1+登録データ	819867

条件 1 の種別判定テーブルの構築のみというのは、種別判定が行えるように機種テーブル、ベンダテーブル、型番・

機種名テーブルのみを構築した状態を指す。種別判定用のテーブルは名古屋の都市部で収集したデータで構築している。評価開始時の各テーブルのレコード数を表6に示す。

表6 種別判定のために構築されたDBの構成

ベンダテーブル	19116
機種テーブル	2424
型番・機種名テーブル	115

以上の条件で種別判定の評価を行った。その結果条件1で10000件中3679件の基地局の種別判定ができたが条件5まで同様の結果となり、DBの条件を変化させても種別判定できた基地局の数は変化しなかった。この結果からDBの観測情報を単純に増加させるだけでは網羅性を向上できないと考えた。種別判定で判別の際に用いるのはBSSIDとSSIDに含まれる基地局の製品情報である。そのためDBのデータを用いて種別判定を行うと同じ種類の基地局しか種別判定できず、異なる種類の基地局に対する網羅性は向上しないと考える。異なる種類の基地局に対する網羅性を向上するためには種別判定を行い判別できなかった基地局に対して別の手法を用いて種別判定を行う必要があると考える。

次にフレームワークの高速化によりどのくらい移動有無判別が高速化できるかを検証する。評価にはLocky.jpのデータを用いる。移動有無判別の処理時間はDBのデータ数に依存すると考え、DBのデータ数を変化させて処理時間を計測した。DBに登録するデータは1つの基地局の観測情報ではなく、複数の基地局の観測情報も含まれる。移動有無判別の処理速度を評価するためにDBのデータ数を100, 1000, 10000, 100000と変化させて1つの基地局の移動有無判別を行い、処理時間を計測した。計測結果を図6に示す。DBのデータ数が少ない時は高速化前と高速

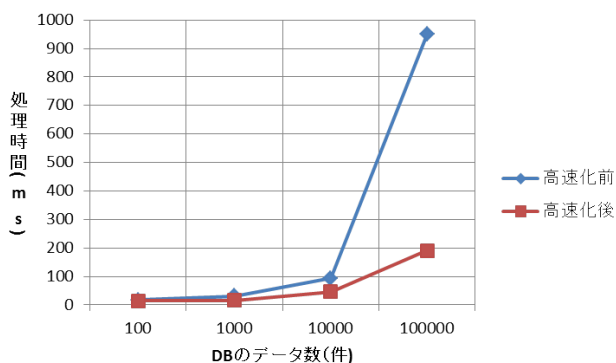


図6 移動有無判別の処理時間とDBのデータ数

化後で処理に掛かる時間に大きな差はない。しかしDBのデータ数が100000件を超えてから高速化前は高速化後より処理時間が2倍以上掛かっている。さらにこの結果は1

件の基地局の移動有無判別を行った場合であり、複数の基地局の移動有無判別を行えば、基地局の数だけ処理時間は長くなる。例えば、DBのデータ数が100000件のときに10000件の基地局の移動性判別を行えば、高速化前と高速化後の処理時間の差は約7640秒となる。以上の結果から本フレームワークが行った移動有無判別の高速化は有用と考えられる。

7. おわりに

本稿では、基地局の移動性判別のための基地局情報収集フレームワークを提案した。本フレームワークでは、ユーザへの移動性判別のサービスの提供と、ユーザからの基地局の観測情報の収集、未判別の基地局の判別結果の編集を可能にする。また、本フレームワークの高速化をするために移動有無判別を事前に行い検索するだけで移動有無が取得できるようにした。

評価実験により、網羅性向上のための課題と基地局の移動有無判別の処理時間の短縮が確認できた。評価実験により基地局の観測情報の増加は網羅性向上にほとんど影響を与えない。現在の種別判定で判別できなかった基地局はボランティアの人手による判別で判別できるようになると考える。

今後の課題としては、種別判定の網羅性向上と本フレームワークの運用である。種別判定の網羅性向上は本フレームワークの機能の1つであるボランティアによるDBの修正・更新により可能であると考えられる。

謝辞 本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)132306007の助成をうけて実施された。

参考文献

- [1] Hattori, Kiyohiko, et al. "Hybrid indoor location estimation system using image processing and WiFi strength." Wireless Networks and Information Systems, 2009. WNIS'09. International Conference on. IEEE, 2009.
- [2] Duvallet, Felix, and Ashley Desmond Tews. "WiFi position estimation in industrial environments using Gaussian processes." Intelligent Robots and Systems, 2008. IROS 2008. IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2008.
- [3] 何韜, 梶克彦, 河口信夫, 位置推定のための健全性維持手法の大規模無線LANDBへの適用, 電子情報通信学会論文誌, VOL. 111, No. 296, p13-18(2011)
- [4] 福崎雄生, 安積卓也, 西尾信彦, 絶対位置情報に依存しない無線LAN基地局の移動性判別手法, 立命館大学, マルチメディア分散協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム, p2019-2026, 2013
- [5] 武島知勲, 梶克彦, 河口信夫, 無線LAN位置推定におけるモバイル基地局の検出とその応用, 第76回全国大会講演論文集, 2014
- [6] 河口信夫. "Locky.jp: 無線LANを用いた位置推定とその応用." 信学技報, ITS2007-16, July (2007).