

GPS と無線基地局検出ツールを排他利用する位置情報システム

石原 孝通[†] 西尾 信彦[‡]

滋賀県草津市野路東 1-1-1

Tel: +81 77 561 2741

ishihara@ubi.is.ritsumeikan.ac.jp nishio@cs.ritsumeikan.ac.jp

あらまし ユビキタスコンピューティング環境において、コンテキストウェアネスサービスが重要視されている。中でも位置コンテキストの抽出は特に重要で、様々な研究が行われている。位置情報を取得する方法の一つに GPS (Global Positioning System) が挙げられるが、バッテリー消費の問題等、日々の位置情報取得に利用するにはコスト面からも問題がある。本稿では、無線基地局の検出ツールから得られる無線基地局の情報と、GPS の位置情報を組み合わせて保存し、そのデータを用いることで、次回 GPS なしで位置認識をする機構を提案、実装する。
キーワード : GPS, 位置情報, 無線基地局検出, コンテキスト認識

A Positioning System Exclusively Utilizing GPS and Wireless Network Detector

Takamichi Ishihara,[†] Nobuhiko Nishio[‡]

Abstract In ubiquitous computing environments, a high emphasis is placed on providing context awareness service. Especially it is important to extract location context, many researchers have begun to research it. Using GPS(Global Positioning System) is one of the ways to obtain positional information. But this has some problems for battery consumption, size, and cost. In this paper, we propose and implement a mechanism that enables to obtain the position of the users with wireless network detector only. Specifically, beforehand we accumulate geographical information of wireless base station signal distribution that wireless network detector obtains in parallel with positional information obtained by GPS. Subsequently, on the basis of accumulated data we can know our current position without GPS.

Keyword : GPS, positional information, wireless base station, context awareness

1. はじめに

近年、無線通信技術の発達や計算機の小型高性能化に伴い、あらゆるものがネットワー

[†]立命館大学理工学部情報学科

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

[‡]立命館大学情報理工学部

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

クに直接的・間接的に接続され、我々の日常空間の中に自然な形でコンピュータを埋め込むことが可能になりつつある。

このような計算機環境はユビキタスコンピューティング環境と呼ばれるようになり、1990 年代初頭より研究されてきた。

ユビキタスコンピューティング環境においては、ユーザのおかれている状況やその変化を認識することで、ユーザにとって適応的な

サービスを提供することができる。そのようなサービスをコンテキストウェアネスサービスと呼ぶ。人の行動は場所に大きく依存することから、コンテキストウェアネスサービスを提供するためには、特に位置情報を取得することが重要視されている。

位置情報を取得する方法の一つに、GPS の利用が挙げられる。GPS 機能搭載の携帯電話や、カーナビゲーションシステムなど、GPS は広く社会に普及しつつある。しかし、GPS 受信機の大きさやバッテリー消費など、日々の生活の中で恒常的に位置情報を取得し続け、利用するにはコスト的にまだまだ問題がある。

他にも位置情報測位手法の一つとして、無線 LAN を用いる方法があり、様々な研究がなされており[1][2]、実用化されているものもある[3]。

また、Network Stumbler[4]などの無線基地局検出ツールを用いると、現在無線電波が聞こえている無線基地局の MAC アドレスや ESSID などのネットワーク情報を検出することができる。MAC アドレスはユニークな ID であるので、そのネットワーク情報と GPS で取得した位置情報をペアで記録しておくことで、次回その場所を訪れた際に GPS は使わずとも、無線基地局検出ツールだけを用いれば位置情報を取得することが可能であると考えられる。

本稿では、上記のような考えに基づき、GPS と無線基地局検出ツールを排他的に利用する位置情報システムを提案する。また、提案するシステムのプロトタイプを実装し、性能を評価する。

2. システム概要

本節では、本研究で対象とする想定環境を述べ、そのシステム概要を述べる。

2.1 想定環境

本研究では、ユーザは無線基地局検出ツールを搭載した携帯端末を常に持ち歩き、街中など複数の無線基地局が点在する屋外で利用する環境を想定している。

2.2 システム構成と流れ

ユーザがある場所を訪れる際、無線基地局検出ツールをインストールしている PDA 等の携帯端末と GPS をペアで同時に利用して、無線基地局検出ツールを使用して検出した無線基地局情報と、その瞬間の GPS からの緯度経度情報を同時に記録しておき、その記録したデータを、データセンタに格納する。データセンタはユーザの持つ端末内に置く場合と、記録データ量が膨大になった時など、ネットワークを介した先のユーザのホームなどに設置する場合が考えられる。

そして、ユーザが再びその場所を訪れる場合、二回目以降は GPS は使用せず、無線基地局検出ツールだけを用いる。一定間隔で、無線電波が届いている無線基地局の情報を取得し、それらの無線基地局の MAC アドレスをキーにして、データセンタに問い合わせる。データセンタはその MAC アドレスから GPS 情報と共に記録されたデータを照合して、それらの無線基地局の緯度経度や電波強度情報などをユーザの携帯端末に返す、ユーザの携帯端末でその情報をもとに位置特定アルゴリズムを用いて、現在位置を特定することができる。

3. 実装

提案するシステムの評価を目的としてプロトタイプを作成し、それを用いることで、どの程度の位置精度が得られるかを実験・検証した。

3.1 実験環境

本実験の利用した環境を示す。GPS は GARMIN 社の eTrex Vista[5]を使用した。そのスペックを表 1 に示す。

表 1:GARMIN 社 eTrex Vista

衛星受信	12 チャンネル並列受信
データ更新時間	1 秒毎
測位精度	約 15mRMS

無線基地局検出ツールには Kismet[6]のバージョン 2004.04.devel-b を用いて、これを 802.11b の無線 LAN カードを挿したノート PC にインストールして使用する。

Kismet の主な特徴を以下に示す。

- ・ Linux 用である
- ・ フリーの無線基地局検出ツールである
- ・ クライアント・サーバ型のプログラムであり、ネットワーク情報をキャプチャする側がサーバ、ユーザインターフェース側がクライアントである
- ・ 検出した無線基地局のネットワーク情報をテキストファイルや CSV ファイルとして出力できる
- ・ GPS のデーモンプログラムである gpsd を立ち上げておくことで、GPS 情報も XML ファイルで出力できる

3.2 実験方法

実験用のプロトタイププログラムを C 言語で実装した。

・ 使用アルゴリズム

今回実験に用いた位置特定アルゴリズムについて説明する。図 1 のように、Kismet と GPS を併用して記録したデータから、検出した各無線基地局のビーコンの聞こえる範囲の最小と最大の緯度経度が分かる。それらから、最小緯度経度と最大緯度経度を頂点に持つ Rectangle が形成できる。ある一定秒間に聞こえた無線基地局の Rectangle を重ね合わせいき、最終的な Rectangle の範囲を現在位置と特定する。例えば、図 2 はある場所で無線基地局 A、B、C が聞こえた場合の範囲 Rectangle を表している。3 つの Rectangle が重なる範囲内のどこかが現在地であると推定する。

・ 実験手順

立命館大学びわこ草津キャンパス（以下、BKC）内の約 300m の区間を、GPS と Kismet を同時に使用して歩き、MAC アドレス等の無線基地局情報を記録する。

出力された無線基地局と GPS 情報の XML

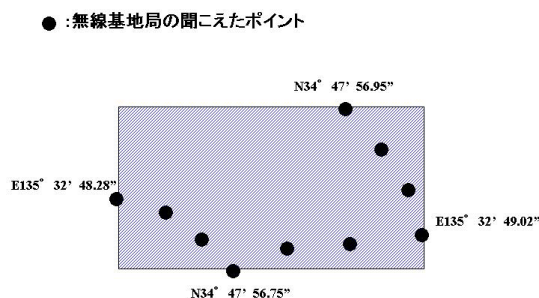


図 1：無線基地局が聞こえた範囲の Rectangle が形成される

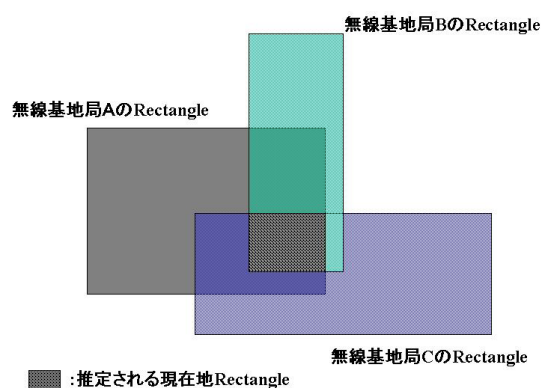


図 2：聞こえる基地局から推定される現在位置の範囲

ファイルから、検出された無線基地局の MAC アドレスと、その無線基地局が聞こえた範囲の最小緯度経度、最大緯度経度情報を抜き出し、無線基地局の Rectangle のリストデータを作る。そのデータは使用端末であるノート PC の中に保存しておく。

2 回目も同じ区間をたどる。本来ならば二度目以降は GPS を用いないが、プロトタイプの精度を検証するために、二度目も GPS を使用する。Kismet と GPS に加えて、プロトタイププログラムも起動する。Kismet は 2501 ポートに対して常に検出した無線基地局の情報を流し続けている。プロトタイププログラムは 2501 ポートとコネクションを持ち、ある秒間（今回の実験では 3 秒間隔と設定）に聞こえる無線基地局の MAC アドレスを取得

し、それをキーにして Rectangle のリストデータから照合する．そのデータから位置特定アルゴリズムを用いて、位置を特定する．

また、同様の手順で BKC 近郊の住宅地(約 600m 四方)、およそ 2000m の区間を自動車で行き(平均 30km/h)、実験データを取った．

・ 検証

位置特定アルゴリズムの位置予測精度を検証するため、推定した現在位置の Rectangle の中点を現在地の予測結果として、GPS での実測値と比較した．図 3、図 4 はそれぞれ BKC 内、住宅地での GPS 実測値とプロトタイププログラムで予測した緯度経度を表したものである．また、緯度経度 1 秒を約 30m 四方とし、GPS 実測値とのズレから精度距離を算出し、GPS 実測値との誤差分布をそれぞれ図 5、図 6 に示す．

表 2 は実験結果をまとめたものである．住宅地では、位置推定を合計 82 回行った内の 13 回は無線基地局が 1 つも聞こえず、位置推定を行うことができなかった．無線基地局が聞こえなかった場合は有効とし、有効な推定結果を用いて平均誤差を算出した．また、図 7、図 8 にそれぞれの場合の位置特定に利用した、つまり聞こえていた無線基地局数と、その場合の GPS 実測値との誤差の相関を示す．単純な位置特定アルゴリズムを用いているので、聞こえる無線基地局数が多ければ多いほど、精度が上がると考えられる．図 8 を見ると、利用する無線基地局数が多ければ多いほど予測精度が上がっていることが確認できる．しかし BKC 内では、利用無線基地局数 25 付近を見ると、必ずしも単純に予測精度が上がってるとは言えない．これは、住宅地のような無線基地局の設置状況が疎ではなく、学内無線 LAN の基地局が密に設置されていることから、単純に利用無線基地局数の増加が、予測精度の向上に繋がらないと考えられる．

実験結果から、簡単なアルゴリズムで実装しても、ある程度の精度の位置測定を行えることが確認できた．

表 2：実験結果

	BKC 内	住宅地
予測回数	119 回	82 回
有効予測回数	119 回	69 回
区間内全無線基地局	92 個	55 個
平均利用無線基地局	12.57 個	1.75 個
標準偏差(基地局数)	5.75	1.23
平均誤差	19.92m	31.85m
標準偏差(誤差)	13.21	23.32

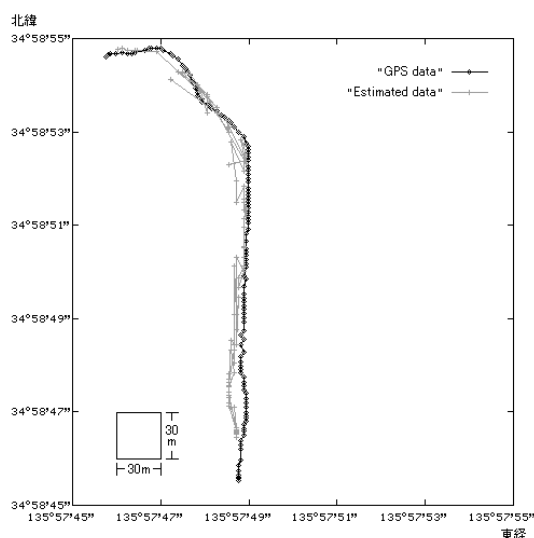


図 3：GPS 実測値と予測値との比較
(BKC 内)

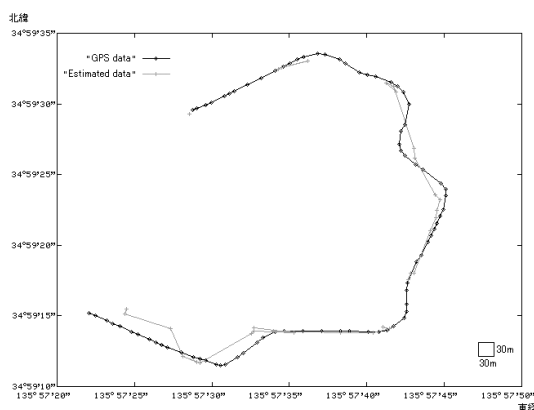


図 4：GPS 実測値と予測値との比較(住宅地)

4. 関連研究

関連研究として、無線 LAN 位置情報システムについて考察する．Place Lab[7]は WiFi 電波状態マップを配送することで、ユーザは

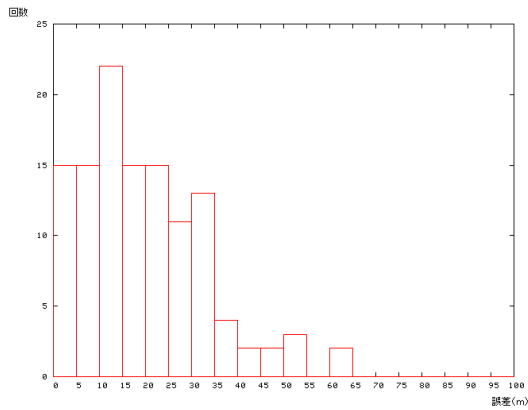


図 5 : GPS 実測値と予測値の誤差分布
(BKC 内)

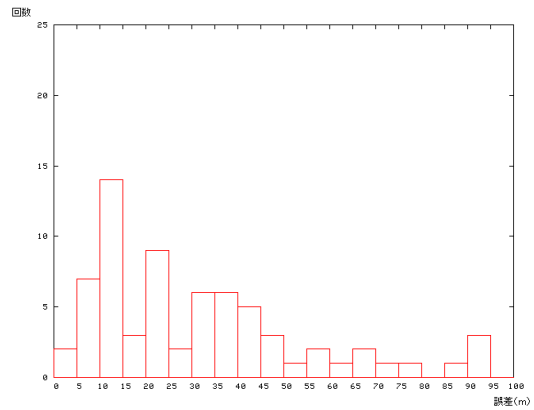


図 6 : GPS 実測値と予測値の誤差分布
(住宅地)

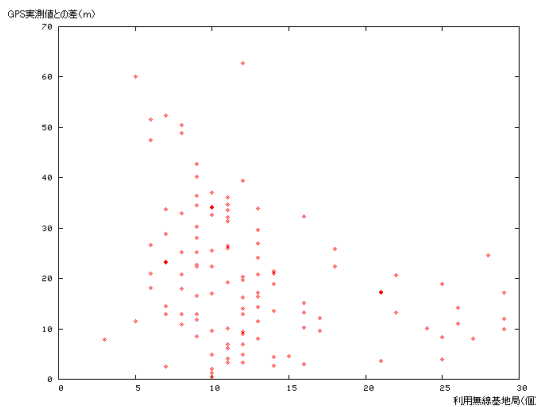


図 7 : 利用無線基地局と実測値との
誤差の相関 (BKC 内)

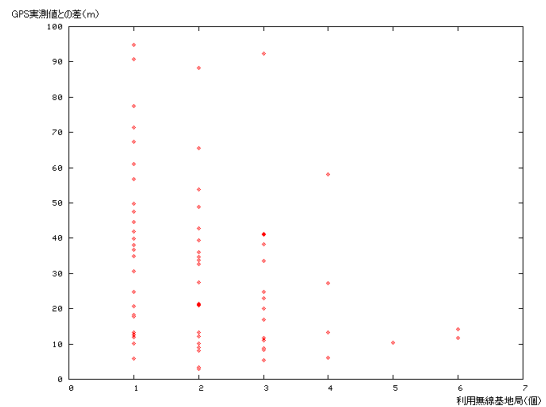


図 8 : 利用無線基地局と実測値との
誤差の相関 (住宅地)

現在取得できる無線 LAN の電波状態と配送された WiFi マップにより現在位置の推定をする。

GPS は屋内では使用できないため、無線 LAN を利用した屋内の位置特定システムの研究が数多くなされている。文献[2]では、位置特定に TDOA(Time Difference of Arrival)を用いている。TDOA は複数のポイントで電波を受信して、その時間差から位置を特定する方法で、電波が受信された時刻を知らなくても計算が可能である。また、Ekahau Positioning Engine[8]では、RSSI(Received Signal Strength Indicator)を利用している。RSSI は距離による電波強度の減衰を利用する手法で、ランドマークから発せられるビーコンをどの程度の電波強度で取得できるかを

測定し、その値を元に距離を算出する。これら二つの方法は、それぞれ専用のハードウェアが必要であったり、キャリブレーションの作業が必要である等の問題がある。文献[1]では無線基地局等の位置を測位基準として、受信電界強度を用いて無線 LAN 端末と無線基地局の位置関係を計測することに加えて、周囲全ての無線 LAN 端末間の受信電界強度からの位置関係も考慮に入れ、位置測定精度の向上を図っている。文献[9]は位置推定を行う場所で、事前に既存の無線基地局からの電波強度を測定しておき、それを用いることで位置推定を行う。本研究も無線基地局の電波が聞こえた範囲の緯度経度情報を事前モデルとして保存しておく手法を採っており、今後の課題に向けて、大いに参考にしたい。

5 . 課題

今回実装したプロトタイプのアлゴリズムは、無線基地局が聞こえた地点の最小緯度経度と最大緯度経度で Rectangle を作って、それを元に位置推定に用いるものである。当然ながら Rectangle の範囲外でもその無線基地局が聞こえる可能性も有り、また Rectangle の範囲内でも聞こえない可能性が有る。予測精度を上げるためには、単純に Rectangle を利用するだけでなく、電波強度の利用も考慮に入れるべきである。また、今回は推定に利用した無線基地局のデータ数が少なかったが、そのデータ量が膨大になった時を考慮して、1度目に GPS と同時に得た情報を端末とはリモートなデータに置き、ネットワークを介して位置推定をした場合の検証と、位置測定までの時間応答性の検証も行っていかなければならない。

6 . まとめ

本稿では、GPS と無線基地局ツールを排他的に利用する位置情報システムを提案した。また、提案するシステムを評価するために、プロトタイププログラムを作成し、その精度を検証した。その結果、ある場所へ行く際に GPS と無線基地局検出ツールを同時に用いて記録を取り、そのデータを用いることで、次回その場所へ訪れた場合に GPS を使用せずに無線基地局検出ツールだけを用いることで、ある程度の位置精度で位置を認識することを確認した。

今回評価に用いた位置特定アルゴリズムは単純なものであり、電波強度の利用を全く考慮していない。今後は電波強度を利用したアルゴリズムを組み込んでいくことにより、位置予測精度の高いシステムを目指す。また、記録データ数を増やした場合の位置測定の応答性評価や、ネットワーク越しでの利用の評価についても行っていく。

参考文献

- [1] 北須賀 輝明, 中西 恒夫, 福田 晃:
“無線 LAN を用いた屋内向けユーザ位置測定方式 WiPS の実装”, 情処 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2004) シンポジウム論文集, pp.349-352, 2004 年 7 月.
- [2] 荻野 敦, 恒原 克彦, 渡辺 晃司, 藤嶋 堅三郎, 山崎 良太, 鈴木 秀哉, 加藤 猛:
“無線 LAN 統合アクセスシステム- 位置検出方式の検討-”, 情処 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICOMO2003, 2003 年 6 月.
- [3] 日立 AirLocation[TM].
<http://www.hitachi.co.jp/Prod/vims/solutions/ssup/airlocation/>.
- [4] NetworkStumbler.
<http://www.netstumbler.com/>.
- [5] GARMIN 「eTrex Vista」.
<http://www.garmin.com/products/etrexVista/>.
- [6] Kismet.
<http://www.kismetwireless.net/>.
- [7] Bill Schilit, Anthony LaMarca, Gaetano Borriello, William Griswold, David McDonald, Edward Lazowska, Anand Balachandran, Jason Hong and Vaughn Iverson.: Challenge: Ubiquitous Location-Aware Computing and the Place Lab Initiative. In Proceedings of The First ACM International Workshop on Wireless Mobile Applications and Services on WLAN (WMASH 2003), September 2003.
- [8] Ekahau, Inc : Ekahau Positioning Engine.
<http://www.ekahau.com/>.
- [9] 伊藤 誠悟, 河口 信夫: “実環境における無線 LAN を用いた位置推定システムとその応用”, 情報処理学会モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会報告, 2004-MBL-30, pp.33-40(2004).