

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 ユビキタスコンピューティング環境における
位置依存情報取得法に関する研究

氏 名 伊藤 誠悟

論 文 内 容 の 要 旨

近年、ユビキタス社会の実現に向けて様々な基盤技術の研究やアプリケーションの検討がなされてきている。ユビキタス社会におけるアプリケーションとして、ユーザがいる場所や状況に応じて適切なサービスを提供するコンテキストウェアアプリケーションが非常に注目を集めている。

コンテキストウェアアプリケーションにおいて、「ユーザがどの場所にいるか」「ユーザがどちらの方向を向いているか」といった位置依存情報は、現在のユーザの状態を表す非常に重要な情報の1つである。位置依存情報とは、ユーザの位置情報、方向情報や、「建物の近くにいる」、「建物の中にいる」、といった包含・隣接・近傍情報、「10分後にある場所にいる」といった時間的推移などの情報である。ユーザが、ある環境において、機器やサービスを利用する場合に、ユーザの場所により利用できる機器やサービスは異なる。また、スマートスペースがユーザに何か支援を行う場合に、ユーザの場所や方向により支援する内容が異なる。さらに、ナビゲーション、ユーザ追跡、近隣情報提示、リマインダといったアプリケーションでは位置や方向に応じて異なる処理が必要である。加えて、ユビキタスコンピューティング環境では実世界におけるユーザへの支援を対象としているサービスが多いため、位置依存情報は非常に重要である。このような理由により、屋内外のあらゆる環境において位置情報や方向情報などの位置依存情報を容易に得る技術の確立が求められている。

位置依存情報における位置情報を得るためのシステムとして、現在最も広く利用されているシステムはGPS (Global Positioning System) であり、カーナビゲーション、携帯電話など非常に多くの分野で広く利用されてきた。しかしながらGPSでは初期位置の取得に時間を要する点や、ビルの陰や屋内環境など、衛星からの電波を受信できない場所では位置取得が出来ないという問題点がある。そのような

環境では擬似衛星 (pesudolite) を用いる手段があるが、機器が高価なため現時点においては広く普及していない。屋内環境向け位置情報システムとしては、超音波 (Ultrasound), RFID (Radio Frequency Identification), UWB (Ultra Wide Band) を用いた位置情報システムが研究されてきた。これらは屋内環境における高精度な位置情報システムであり屋外環境向けではない。

一方、無線 LAN を用いた位置情報システムは、屋内環境および屋外環境において利用可能であり、屋内環境においては数 m 単位での位置推定が可能である。最近では、多くのノートパソコンに無線 LAN 機能が搭載され、無線 LAN 機能付き携帯電話やデジタルカメラも発売されるなど端末の普及も広がっている。公衆無線 LAN サービスの増加、オフィスにおける無線 LAN の利用、さらに家庭における無線 LAN の利用等により市中のいたるところで無線 LAN の利用が可能となりつつある。このような社会状況を考慮した場合、現時点において無線 LAN を用いた位置情報システムは、広く利用可能な位置情報システムとして、非常に大きな可能性を持っている。

これらの背景を踏まえ、本論文では位置依存情報における、位置情報取得法および方向情報取得法について提案する。特に、無線 LAN を用いた位置情報取得法および方向情報取得法について提案し、各手法の精度を検証する。無線 LAN を用いた位置情報取得法および方向情報取得法を確立することにより、多くの場面での位置依存情報の利用が期待できる。例えば、近年、ほぼ全てのノートパソコンに無線 LAN アダプタが標準搭載されているため、ノートパソコンさえ持っていれば特殊なセンサを搭載せずに容易に位置情報及び方向情報取得が可能となる。加えて、ネットワーク環境の無線化により、屋内環境のほとんどの場所で無線 LAN の電波を受信できる。これにより、屋内環境においてどこでも位置推定が可能となるため、屋外環境では主に GPS により行われていたナビゲーションなどのアプリケーションが、位置推定用の新たなインフラを構築しなくても容易に実現可能となる。また、デジタルカメラや携帯電話等の小型端末にも無線 LAN アダプタが搭載されつつあり、これらの端末における位置情報や方向情報の取得が容易となり、新たな応用アプリケーションの出現が期待できる。

本論文では、まず 2 章において、ユビキタスコンピューティング環境における、位置・方向情報取得法に関する従来研究を挙げ、その問題点と本論文の位置づけを示す。

3 章では、無線 LAN およびベイズ推定を用いた端末の位置情報取得法を提案する。まず初めに、アクセスポイントからの受信電波強度の強さによる変化量の違いを調査し、それらの調結果を考慮した無線 LAN ハイブリッド位置推定手法を提案する。我々の手法では位置推定の際の第一段階として無線 LAN 受信電波強度情報から近接性に基づき位置推定に使用するアクセスポイントを選択する。そして選択

されたアクセスポイントの情報を利用しベイズ推定を用いた位置推定を行う。

4章では、端末の位置推定ではなく、指向性アンテナを用いた無線LANアクセスポイントの位置推定手法を提案する。本手法では、無線LANにおける距離特性と指向性アンテナを利用することにより、ユーザの持つアンテナと探索対象となるアクセスポイントとの間の距離だけでなくアンテナの方向によっても受信電波強度の変化を得ることができる。このため、アクセスポイントの存在確率分布をより迅速に先鋭化させることができる。

5章では、受信電波強度分布類似度を用いた方向推定手法を提案する。本手法では端末が受信する受信電波強度分布間の類似度を定義し、複数の基地局から得られる受信電波強度分布間での類似度を利用することにより端末の方向推定を行う。加えて、3章で提案した位置推定手法と組み合わせ、無線LANにおける位置・方向推定手法の推定精度について明らかにする。

6章では、無線LANを用いた広域な位置情報システムに関する検討を行う。広く利用できる位置情報システムを構築するための無線LAN位置情報システムの実現可能性を調査し、基準点情報を広域に効率よく収集する方法について検討する。加えて、位置情報システムの性能としての位置推定精度や推定可能範囲と、基準点情報の収集手法との関係を明らかにする。

7章では、無線LANを用いた位置情報ポータルであるLocky.jpを提案する。Locky.jpではユーザコラボレーションにより無線LAN位置推定システムの構築と無線LANを用いた位置依存・方向依存サービスの提供を目指している。Locky.jpにおいては、事前に多数のユーザによって収集された基準点情報のデータベースとユーザが現在の場所で観測できる無線LANの受信電波強度を利用して端末の位置推定を行う。

最後に8章では本論文をまとめる。提案したこれらのアプローチを組み合わせることにより、ユビキタス環境における位置・方向情報を容易に取得することが可能となる。加えて、今後の課題及び展望についても述べる。