

## 場所ごとに認識アルゴリズムを適応させる位置情報機構

### A Positioning System that Adapts Sensing Algorithm Depending on Location

松井 実十      西尾 信彦†  
Minoru Matsui      Nobuhiko Nishio

概要： 現在、ユーザのコンテキストに適応したサービスを提供するシステムの構築のために、ユーザが持つ携帯端末によるユーザの位置認識についての研究を行っている。本研究では、場所に応じて認識アルゴリズムを使い分けることで、単純な位置情報ではなく、ユーザのコンテキストの認識に有効な位置情報の取得を目指す。本稿では、部屋の入口において、指向性を持ったアンテナを使用して無線 LAN の電波強度の比較によってユーザの入退室を認識し、ユーザの位置情報を取得する機構の実装について述べる。

#### 1. はじめに

近年、ユビキタスネットワークに対する関心が高まっている。そこで現在、ユーザのコンテキストに適応したサービスを提供するシステムとして、United Spaces の構築に取り組んでいる。

United Spaces は、あらゆる情報機器がネットワークで接続され、サービスが一元管理されることで、クライアントが無駄な時間や労力をかけることなくスムーズにサービスを利用することを可能とするシステムである。また、各ユーザの様々なコンテキストを認識し、適応的な動作を行うような、ユビキタス環境を実現する空間群である。

United Spaces における空間は、スペースサーバ、サービスプロバイダ、モバイルホスト(携帯端末)の3つで構成される。スペースサーバは、United Spaces を構成する空間を管理する働きを持つ。具体的には、空間内に存在するサービスプロバイダの情報と、United Spaces のユーザの情報を管理する。空間とは、United Spaces を構成する単位であり、1つのスペースサーバが管理する範囲である。モバイルホストは、ユーザが携帯するデバイスであり、ノート PC や PDA、携帯電話などを想定している。サービスプロバイダは、クライアントにサービスを提供するデバイスまたはソフトウェアである。

United Spaces は、複数の論理的な空間によって構成される。空間内には、サービスを実行するサービスプロバイダが存在しており、1つのサービスプロバイダは1つのサービスに対応している。ユーザは、空間内に存在する各種デバイスの操作をサービスプロバイダに委託することにより、デバイスについての知識を持つ必要がなく、また、デバイスの状況を意識することなくサービスを利用することが可能となる。

United Spaces のようなシステムの実現には、ユーザのコンテキストをどのように認識し、認識したコンテキスト情報をどう利用するかが重要である。ユーザのコンテキストを認識するうえで必要となる様々な情報の中で、ユーザの位置情報は特に有効な情報である。本論文では、United Spaces のようなシステムにおいて、ユーザのコンテキストを認識するために有効な位置情報を、携帯端末に

よって取得する手法について述べる。

#### 2. 関連研究

屋内における位置認識の関連研究の例としては、AT&T Laboratories の『Active Bat』がある。これは、超音波を利用してユーザの位置を3次元的に認識するシステムである。このシステムでは、超音波センサを天井に格子状に配置し、ユーザは超音波発信機を携帯する。さらに、位置を特定したいモノにもそれぞれ発信機を装着する。発信機からの超音波を3つ以上のセンサが受信することで、ユーザやモノの3次元的な位置を認識することが可能である。

この手法は精度が高く、実世界のユーザやモノの位置関係を忠実に映像化することに成功している。しかし、このシステムのように、敷設されたセンサから情報を収集する手法では、システムの対象範囲の全域にセンサを敷設する必要がある。これには多大なコストと手間が生じることになる。また、超音波の発信機は汎用性がなく、ユーザはこのシステムのためだけに発信機を携帯することになる。

無線 LAN を利用した位置認識手法の研究も行われている。九州大学での測位方式の研究もその1つである。これは、電波強度を利用して三角測量を行い、複数の無線 LAN の基地局や無線 LAN に対応した携帯端末の相対的な位置関係を測定する。現在無線 LAN に対応した携帯端末が普及しており、導入コストなどの面で有利である。しかし、この手法では基地局の配置によって精度が不安定になる問題がある。また、取得できる位置情報は周辺の基地局や、他の携帯端末との相対的なものに限られる。

#### 3. 場所に適応した認識アルゴリズム

本研究では、位置認識を行うために複数の手法を用いる。ユーザがいる場所ごとに適した認識アルゴリズムを使い分けることで、効果的にユーザの位置情報コンテキストの取得を可能にする。具体的には、ユーザがある部屋に入った場合は、ユーザがどの部屋にいるかであり、サービスが利用できる場所周辺であれば、ユーザとサービスを提供するデバイスとの位置関係というように、ユーザのコンテキストに主眼を置いた認識を行う。また、複数の認識手法を同時に用いることで、より正確な位置認識が可能になると考えられる。

United Spaces では、論理的な空間が複数存在する。そして、すべての空間はそれぞれ独立したスペースサーバが管理している。したがって、ユーザは移動することにより、

† 立命館大学大学院理工学研究科

‡ 立命館大学情報理工学部

複数の空間を遷移することになるため、ユーザの位置情報を1つのサーバによって一元管理することは難しい。そこで本研究では、ユーザの位置情報は携帯端末によって管理する。また、これによりユーザは、自分の位置情報を公開しないという選択が可能になり、プライバシー保護の効果も果たす。

#### 4. 実装：入退室イベントによる位置認識

現在、実装を行うにあたって想定する屋内環境は、オフィスや研究所、学校のような、壁などによって仕切られ、複雑な構造をしている建造物である。United Spacesにおいて多くのサービスは、実行される場所がそのサービスに関わるユーザの位置に依存する。例えば、あるユーザに対して、情報をモニタに表示するサービスを実行する場合、ユーザが見ることが可能な範囲のモニタを使用しなければ意味がない。そして、今回想定しているような屋内においては、ユーザがどの部屋にいるかという情報は、位置コンテキストに適応的なサービスを提供するうえで有効な情報である。そこで、ユーザの位置情報を部屋単位で区別し、部屋の入口において、無線 LAN を利用してユーザの入退室の認識を行うアルゴリズムの考察、実装を行った。

この実装では、無線 LAN の基地局と指向性アンテナを使用し、無線 LAN 機能を搭載した携帯端末によって位置認識を行った。基地局に接続した指向性アンテナを2つ用意し、部屋の入口にそれぞれ部屋の内側と外側に向けて配置する。携帯端末はまず、スペースサーバから空間内に存在する基地局の物理的な位置を示した対応表を受け取る。対応表には、基地局の MAC アドレスと物理的位置、使用できる認識アルゴリズムが示されている。携帯端末は受信した各基地局からの無線 LAN 電波の強度を定期的に測定する。ユーザがある部屋に入室または部屋から退室するときに部屋の入口を通過することで、その入口に配置された2つの基地局からの電波強度が逆転する。携帯端末にとってもっとも強く電波を送信している基地局が、対となる基地局と入れ替わることで位置が変化すると判断する。

携帯端末がユーザの入退室を認識する流れを図1に示す。図1では、A, B, Cの3つの部屋があり、それぞれの入口に無線 LAN 基地局と接続した指向性アンテナが2つずつ逆向きに配置されている。MHが、ユーザが持っている携帯端末である。まず、ユーザが A にいるとき、携帯端末は部屋 A の外向きの基地局から電波をもっとも強く受信する。次にユーザが B へ移動すると、携帯端末が受信する各基地局からの電波強度はそれぞれ変化するが、入退室の条件は満たされていない。そして B の位置では、部屋 B の外向きの基地局から電波をもっとも強く受信する。ユーザが C へ移動すると、部屋 B の入口に配置された2つの基地局からの電波強度が逆転する。これにより、携帯端末は部屋 B に入室したことを認識する。

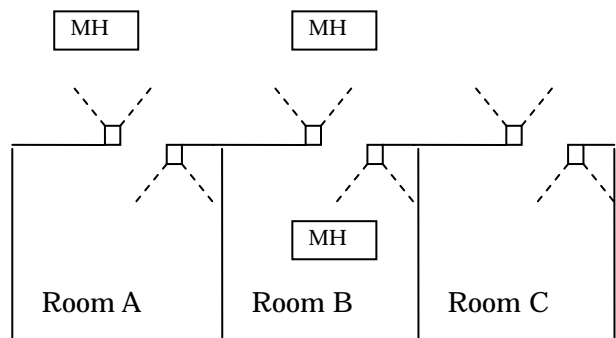


図1 入退室認識の流れ

#### 5. 評価

今回の実装により、ユーザの入退室に対して、位置変化の認識を行う処理の評価を行った。時間の経過と、携帯端末が受信した各基地局からの電波強度をグラフにしたものを図2に示す。AとB、CとDがそれぞれ対となり、2つ並んだ部屋の入口に配置されている。ユーザが、A、Bが配置された部屋に入室した場合に、携帯端末が位置変化を認識した瞬間を0とし、それ以前の3秒間とそれ以後の1秒間での電波強度の変化を表している。グラフの数値は、様々なコースで入室を繰り返し、電波強度を測定した結果の平均値である。A、B間とC、D間は約1メートル離して配置した。C、Dは、A、Bを配置した入口から約3メートル離れた場所に配置した。指向性アンテナの特性により、ユーザがA、Bに近づくと、A、Bの電波強度とC、Dの電波強度に大きな差ができ、また、ユーザが部屋に入る前後でAとBの電波強度の強弱関係が明らかに入れ代わることで、精確に位置変化の認識が可能であることが確認できた。

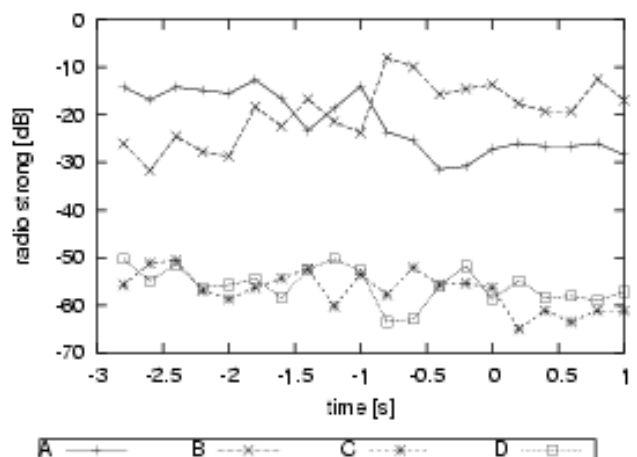


図2 電波強度の変化

## 6. まとめと今後の課題

本論文では、ユーザが場所ごとに認識アルゴリズムを適応させることで、ユーザの位置コンテキストを精確に認識する位置情報機構について述べた。また、1つの認識アルゴリズムとして、部屋の入口における入退室認識の実装と評価について述べた。今後の課題としては、新たな認識アルゴリズムの考察と実装、そして、取得した位置情報の提供手法の実装が挙げられる。

## 参考文献

- [1] 松江英明, 守倉正博: "802.11 高速無線 LAN 教科書", IDG ジャパン(2003).
- [2] "The Bat Ultrasonic Location System", <http://www.uk.research.att.com/bat/>.
- [3] 北須賀輝明, 中西恒夫, 福田晃: "無線通信網を用いた屋内向け測位方式", 情報処理学会コンピュータシステム・シンポジウム論文集 2002. Pp.83-90 (2002).