

## 携帯電話を用いた屋内ナビゲーションに関する検討

加藤悠一郎† 櫻木伸也†† 峰野博史† 水野忠則‡

†静岡大学情報学部 ††静岡大学大学院情報学研究科 ‡静岡大学創造科学技術大学院

### 1. はじめに

近年、ユビキタス環境が現実のものとなりつつあり、いつでもどこでもネットワークに接続することが容易になってきている。また、ネットワークに接続可能な携帯端末の小型化も進み、屋内、屋外を問わず、外出先でネットワークの利用の機会は増加している。それに伴い、位置情報サービス (LBS: Location-Based Services) への関心が高まっており、測位やナビゲーションに関する研究が活発に行われている。既に実用化されている位置情報サービスとして GPS があるが、GPS 信号は屋内で受信することができない。近年の屋内環境における LBS の要求に対し、屋内用のインフラを利用したシステムが研究されているが、新しいインフラの整備にコストがかかるなど、サービス導入のハードルが高い。

そこで、本稿では既に広く普及している無線 LAN をインフラとして利用するナビゲーションシステムについて検討する。最近では、無線 LAN の機能を搭載した携帯電話も登場しており、将来的に普及すると考えられる。また、無線 LAN は現在すでにさまざまな場所にアクセスポイント (AP) が設置されており、新たにインフラを構築する必要もなく、コストも抑えられる。以下、2 章では関連研究について、3 章では無線 LAN を利用したナビゲーションシステムに関する検討について述べ、4 章でまとめを行う。

### 2. 関連研究

屋内ナビゲーションでは屋内の測位技術が、重要な技術の一つとなっている。既存の屋内測位に関する研究では、無線 LAN をはじめ、超音波、RFID タグ、レーダーなどさまざまな通信手段を利用した研究が行われている。屋内測位では、無線信号の TDOA (到達時間差) や、RSSI (受

信電界強度) を利用した技術がよく利用される。TDOA 方式では、無線信号の到達時間差を用いて三角測量を行い、端末の位置を算出している。この方式で既に実用化されている製品としては日立の AirLocation[1]がある。一方、RSSI 方式では、AP から受信した電界強度と、数学的な手法を用いて位置推定を行う Ekahau[2]、AP だけでなく、周囲の他の端末の受信電界強度を利用し、それらのデータを元に三辺測量を行う Wips[3]、電波の距離特性を考慮して推定を行う RADAR[4]などがある。RSSI 方式では、精密な時間同期が必要な TDOA 方式とは異なり、特別なハードウェアを必要とせず、コストが抑えられるが、位置推定精度は落ちることは否めず、精度の向上が課題となっている。

### 3. システムの検討

システム導入の際の重要な要素の一つであるコストを考慮すると、既存の無線 LAN インフラを利用した RSSI 方式が適当であると考えられる。しかし、前述したように、RSSI 方式では十分な精度が得られない。その原因は、無線 LAN が使用する電波の特性にある。現在、最も普及している規格である 802.11b および g で使用されている 2.4GHz 帯の電波は、ISM バンドとして多くの機器で利用されているため、ノイズ源が多く干渉しやすい。また水分や障害物などによる減衰が発生する。水分を多く含む人体も電波を遮ってしまう。図 1 は端末を持ち、AP に対して正面を向いたとき、背中を向けたときの電界強度を

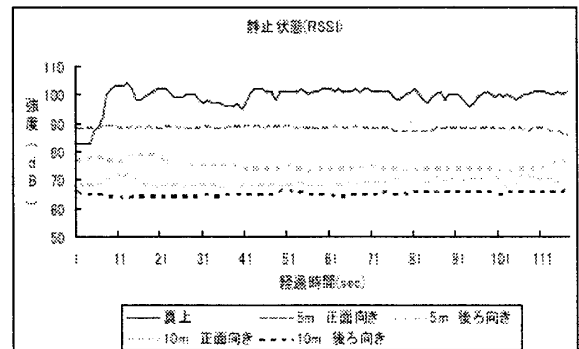


図 1 AP と端末間の距離における変化

A Study of Indoor Navigation for cell phone  
 Yuichiro Kato† Shinya Sakuragi†† Hiroshi Mineno†  
 Tadanori Mizuno‡  
 †Faculty of Informatics, Shizuoka University  
 ††Graduate School of Informatics, Shizuoka University  
 ‡Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

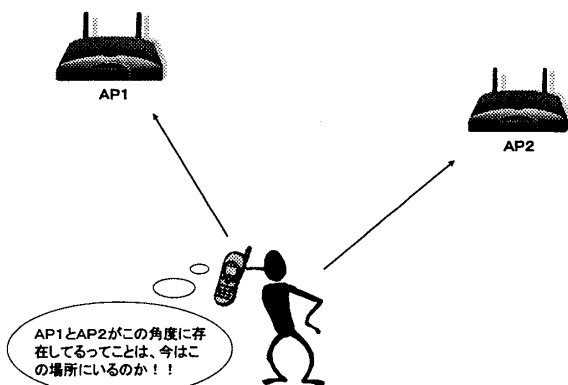


図 2 想定するシステム利用方法

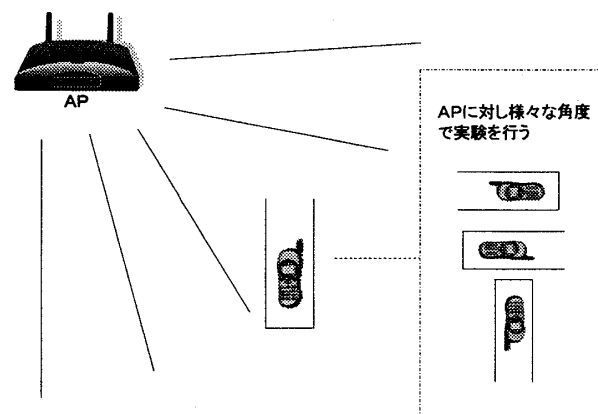


図 3 実験環境

5m, 10m の距離で測定したものであるが、同じ距離でも、端末の向きによって、このような違いが出ていることがわかった。このことから、人体が電界強度に影響を及ぼしていることがわかる。屋内でナビゲーションを行う場合、人間が絶えず動いていることが想定される。このような状況下で精度の高い測位を行うには新たな方法が必要だと考える。

そこで我々は、AP の電波受信方向を利用した位置測位の手法を提案する。まず、図 2 のように、屋内において 2 つ以上の AP が設置された環境での携帯端末の利用を想定する。次に、ある位置において携帯端末で受信可能な AP の電波を測定することによって、各 AP が端末に対してどの角度に存在するか推定する。その地点において、2 つ以上の AP に対する角度が分かれば、それらの情報より位置推定できると考えられる。ただし、このような方法を行う場合、次のような課題があげられる。通常の状態では、反射などによって様々な角度から電波を受信するため、受信電界強度のみを利用して AP の方向を高精度で知ることは難しい。この課題を解決するために、AP の端末に対する角度を高精度に知るための方法について検討を行う。

802.111b および g の AP が発する 2.4Ghz 帯の電波は前述のとおり、水や障害物に弱いという特性がある。この特性を逆に利用し、携帯端末の電波の受信可能な方向を限定することで、特定の方向からの電波しか受信できないようにし、受信電界強度を測定する。具体的には、端末を電波吸収素材のようなもので囲うことを考えている。こうすることで、受信可能方向が AP に対して正面を向いたときに、受信電界強度が最も強く測定され、端末の AP に対する角度を知ることができると考えている。

実際に、どのくらいの精度で AP の存在する方向を知ることが出来るか実験するために、図 3

のような環境を想定している。図のように電波受信方向を限定した端末を、ある位置で AP に対する端末の角度を少しずつ変えて、受信電界強度を調べる。

#### 4. まとめ

本稿では携帯電話を用いた屋内ナビゲーションシステムの検討として、無線 LAN を用いた測位方法の提案を行った。無線 LAN は既にかかなり普及しており、新たなインフラを構築する必要がなく、コストが抑えられる。しかし、現在の手法では十分な精度が得られないため、AP に対する端末の角度を利用した新しい方法を提案した。

今後は、実際に実験を行い、検討を進めていく。

#### 参考文献

- [1] 荻野, 恒原, 渡辺, 藤嶋, 山崎, 鈴木, 加藤: "無線 LAN 統合アクセスシステム—位置検出方式の検討—", マルチメディア分散協調とモバイルシンポジウム (DICOM02003), pp.569-572, 2003.
- [2] Ekahau - <http://www.ekahau.com/>
- [3] 北須賀, 中西, 福田: "無線 LAN を用いた屋内向けユーザ位置測定方式 WiPS の実装", DICOM02004, pp.349-352, 2004.
- [4] Paramvir Bahl and Venkata N. Padmanabhan: "RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System", IEEE Infocom 2000, pp.775-784, 2000.