

PHS を用いた端末の位置検出法*

5 S-1

大森 博雄 重野 寛 藤巻 貴宏 岡田 謙一 松下 温†
慶應義塾大学‡

1 はじめに

PHS(Personal Handy-phone System)は今春からスタートした32Kbpsのデータ通信の他、来春から一部のアジア地域でもPHSのサービスが商用化され、日本と同周波数帯(1.9GHz帯)であり、日本で使っているPHSが海外でも使える”国際ローミング”も夢ではなくなりつつある。このようにPHSは国際ローミングという新たな付加価値も加わり、ますます目が離せない状況となっている。PHSと携帯電話との違いは携帯電話では無線基地局当たり半径1.5~数Kmの広域エリアをカバーしているのに対して、PHSでは半径100m~数百m程度の極小ゾーン(マイクロセル)構成である[1]。またPHSの大きな特徴としてはユーザの集まる地域に主に設置されているということである。本研究では、PHSのマイクロセル構成に着目し、徘徊癖のある老人や迷子の捜索、製鉄所や石油化学プラントといった工場内や工事中のトンネル内や建設中のビルなどでの作業員の位置確認、現金や宝石などの輸送車、宅配業者やタクシー会社などの車両、営業社員の位置を確認するといった様々な用途に用いられる位置検出の方法について述べる。

2 位置把握の一般的方法

一般的に電波を利用して地理的位置を把握する方法として以下のような方法が考えられる。

- 距離情報による方法
 - 電界強度から距離を算出する方法
 - 時間情報から距離を算出する方法
- 角度情報による方法
 - 電波の到来角から算出する方法

電界強度による方法では電界強度により、各基地局からの距離を求める。3つ以上の基地局からの距離、各基地局の絶対座標が求まれば端末の位置が判明する。しかし、この方法では、電界強度の揺れを考慮

と端末~基地局間の距離の誤差を一定以下にするのは困難である。また、実際には各場所での電波伝搬状況が異なるため、受信電界強度のサンプルが必要となるであろう。

3 角度情報を用いた位置検出法

本研究では角度情報を用いた位置検出法に着目する。角度情報は、ある基地局から到来した電波と別の基地局から到来した電波の方位を基に角度を算出する。そのために、算出した角度の絶対的な方位は分からない。端末から各基地局の相対的な角度を指向性を有するセクタ/アダプティブアンテナを用いることによって算出する。この角度情報と各基地局IDを基に端末の位置を検出する。セクタ/アダプティブアンテナによる受信では、ある方向からの電波を選択的に受信することで一種のダイバシティを実現し、マルチパスの影響を低減することが出来る。端末は各基地局から定期的に送信される電波を受信し、角度を算出する。そこで、例えば60度の指向性を有するアンテナを6個円上に配置して360度カバーするような、セクタアンテナが実用化されている。この場合の角度における誤差は最大120度となる。角度の誤差はアンテナの分割数によって減少する。そこで、PHS端末は各基地局から定期的に送信される電波を受信し、角度を算出する。

しかし、PHSのサービスエリアは、基地局を中心とした多数の小さなセル(マイクロセル)で覆われているため、市街地における基地局と端末の間の電波伝搬は、周辺の建物、道路構造や樹木、その他の地物の影響を受けやすく、伝搬波としては、直接波の他に、反射波、回折波などが重なりあって、きわめて複雑なマルチパス(多重波伝搬路)を形成する。このようなマルチパスにおいては、到来する多数の波の到来時間(伝搬遅延時間)に差があるため、無線伝送路の帯域内の振幅と位相の変動が一様ではなく、周波数選択性のフェージングを生じる。そして、多重波を構成する各到来波の伝搬遅延時間の広がりによって、波形にひずみが生じる。

*A positioning scheme using Personal Handy-phone System

†Hiroo Ohmori Hiroshi Shigeno Yoshihiro Fujimaki Ken-ichi Okada Yutaka Matsushita

‡Keio University

4 多重波の解析

角度情報から端末の位置を検出するためには、到来してきた電波がどのような経路で伝搬してきたかが重要となる。多重波の中から直接波を判別するには、遅延スプレッド特性 [2] を参考にして避けることができると考えられる。直接波が受信できている場合には、図 1 に示す遅延プロファイルから遅延時間が最も小さい電波は送信点から最短距離で到達した電波であり、それにより遅延時間の大きい電波は地形・地物による反射、回折などを経て受信点に到達した電波である。移動するにつれて、反射点、回折点までの距離が変化するため、この遅延プロファイルも移動にともない変化する。実際に見通し内で直接波が受信されている時には、この遅延プロファイルにより遅延時間が最も小さい電波が直接波であると見せる。しかし、実際に見通し外でビルなどの影に隠れていて直接波が到来してこない場合も考えられる。

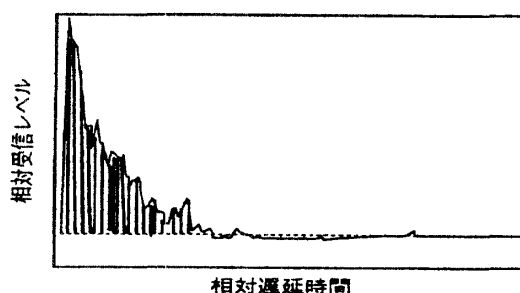


図 1: 遅延プロファイルの測定例 (直接波を受信している場合)

この場合においては遅延スプレッド特性を用いて直接波が受信できているのかどうか判別する。遅延スプレッドは図 2 に示す斜線の部分の面積を一定 (正規化) にすることによってその遅延時間の広がりから、広がり大きい場合には直接波が受信できている場合であり、小さい場合には直接波が受信できていないということを判別することができる。

5 計算

2つの基地局と PHS 端末との相対的な角度は一つ求まる。しかし、2つの基地局だけでは、角度に誤差が含まれているために、端末の位置を限定することはできない。そこで本研究では基地局を最低3つ取得できるものとして、計算を行ない、どれだけの精度で現在位置を検出することができるのか考察する。

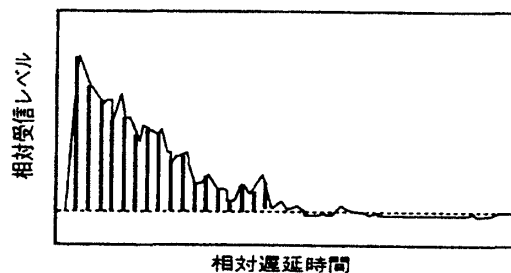


図 2: 遅延プロファイルの測定例 (直接波を受信していない場合)

5.1 計算条件

- PS(端末) は最低 3 つの CS(基地局) からの電波を受信できるものとする。(角度情報 ≥ 3)
- 指向性アンテナの分割数を 6・8・12・24 分割とする。
- それぞれの CS 間の距離は 200m とする。
- 各 CS は基盤の目状、平行四辺形状に配置されているものとする。

5.2 計算結果

角度の最大誤差を 60 度とした場合では、現在位置との最大誤差は約百数 m となる。しかし、8 分割、12 分割、24 分割とした場合には、誤差は著しく減少することが分かった。

6 まとめ

本研究では、PS 側にセクタアンテナを持たせ、各基地局との角度により位置を検出した。そこで、CS 側にセクタアンテナを持たせた場合、また、PS、CS の両者にセクタアンテナを持たせた場合についても検討している。これは、PS 側の情報と CS 側の情報のそれぞれに基づいて独立に位置を計算することによって、これらの結果が一致するか否かで確度を向上するであろう。

参考文献

- [1] 電波産業会:第二世代コードレス電話システム (PHS) 標準規格第 2 版 (RCR STD-28),1995.
- [2] 小松山・服部・川崎・生越・田中・関口 共著:わかりやすいパーソナル通信技術, オーム社, 1995.