

2Q-8 次世代移動体通信システム W-CDMA を用いた位置検出サービスについて*

田中 健一郎 大森 博雄 重野 寛 岡田 謙一 松下 温†
慶應義塾大学‡

1 はじめに

近年、デジタル携帯電話システムが急速に普及してきている。現在の PDC(Personal Digital Cellular telecommunication system) や GSM(Global System for Mobile communications) など第 2 世代移動体通信システムは音声サービスが中心であり、次世代移動体通信システムでは音声サービスばかりでなく、ファックス、コンピュータ間通信や動画といった様々なマルチメディアサービスを提供できることが重要である。そこで次世代の移動体通信システムとして高い周波数利用効率に加え、伝送レートに対する柔軟性と高速データ伝送特性において非常に優れた特徴をもつ W-CDMA(Wideband-Code Division Multiple Access) 方式が注目されている。

そこで本研究では、様々なマルチメディアサービスが可能となる W-CDMA 方式を用いた新たなサービスとして徘徊癖のある老人や迷子の捜索、宅配業者やタクシーなどの車両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サービスにおける位置検出法を提案する。

2 位置検出法

一般的な位置検出方法としては以下のようなものがある（図 1）。

- 距離情報を用いた方法
 - 伝搬時間から距離を算出する方法
 - 電界強度から距離を算出する方法
- 角度情報を用いた方法
 - 到来角から算出する方法

本研究では、送信電力制御情報による方法、角度情報による方法、ドップラーシフト周波数による方法の 3 つを提案し、また、そのうち 2 つの方法を組み合わせた場合についても検討した。

*Positioning Service on Wideband-CDMA, Next Generation Mobile Communication System

†Kenichiro Tanaka Hiroo Ohmori Hiroshi Shigeno Kenichi Okada Yutaka Matsushita

‡Keio University

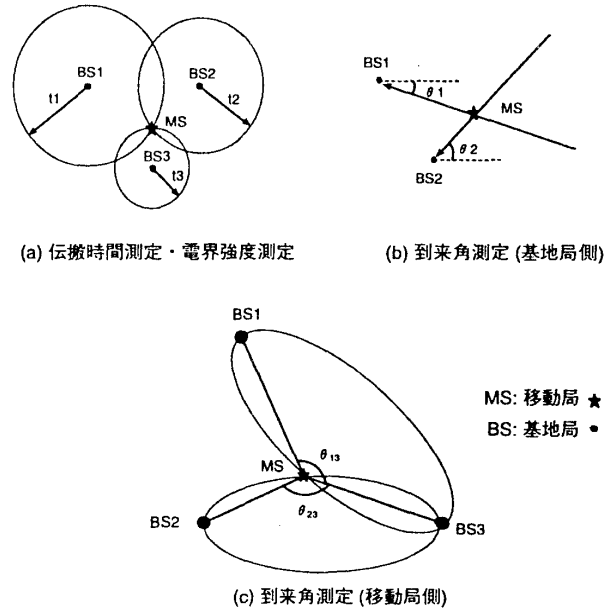


図 1: 位置検出技術

2.1 送信電力制御情報による位置検出法

W-CDMA では、データ系列に 0.625msec 周期で、同期検波を行なうためのパイロットシンボルと、電力制御を行なうための送信電力制御 (TPC) ビットが挿入されている [1]。

送信電力制御では、基地局から遠い移動局からの信号は弱い場合、その基地局は移動局に対し送信電力 UP 命令を、逆の場合には送信電力 DOWN 命令を送り、希望の信号が埋もれてしまうことを防いでいる。

電力制御の制御範囲としては 70dB 以下、制御ステップは ± 1 dB の 2 段階、制御周期は 0.625msec で制御している。

この制御された送信電力の値は移動局と基地局の距離を反映しており、複数の基地局で得られた送信電力制御情報を組み合わせることにより図 1(a) のように移動局の位置を検出することができる。

ただし、実際に測定される情報には誤差などが含まれるため、得られる移動局の位置は点ではなくあるエリアとなる。これは角度情報により位置検出を行なう場合についても同じである。

2.2 角度情報による位置検出法

角度情報により端末の位置を測定するためには、指向性を有するアンテナを用いて、信号の到来方向測定を行なう必要がある。指向性を有するアンテナとしては、セクタアンテナを用いる場合と、アダプティブアレーアンテナを用いる場合が考えられる。

セクタアンテナを用いる場合、その分解能は $360 / \text{セクタ数}^\circ$ となる。アダプティブアレーアンテナを用いた場合、MUSIC(Multiple Signal Classification) 法、ESPRIT(Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) 法といった高分解能な到来方向推定法を使用することにより、 5° 以上離れて到来した信号の到来方向の推定が可能になる [2][3]。

基地局側で測定した移動局からの信号の到来角より位置を検出する場合、図 1(b) に示されるようになる。また、移動局側で基地局からの信号の到来角を測定して位置を検出する場合、測定される情報は複数の基地局からの信号の到来角の差であるため図 1(c) のようになり、最低 3 つの基地局を必要とする。

ただし、角度情報を用いて位置検出を行なう場合、信号の直接波が測定できている必要がある。

2.3 ドップラーシフトによる移動速度・移動方向検出法

移動中の移動局からの信号を複数の基地局で受信し、受信信号のドップラーシフトをそれぞれ測定する。その複数のドップラーシフト値を利用して移動局の移動速度、移動方向を算出する。

この方法により位置検出を行なうには、多くの基地局での測定結果を必要とする。あまり多くの基地局を利用できない場合は、前述の送信電力制御情報や角度情報による位置検出法と組合せることにより、正確な位置、移動方向の推定に用いることができる。

3 シミュレーション

3.1 シミュレーションの方法

送信電力制御情報を用いた場合、角度情報を用いた場合の位置検出、ドップラーシフト周波数を用いた移動方向・速度の検出、送信電力制御情報+角度情報を用いた位置検出についてシミュレーションを行ない推定される位置の精度について検討した。

3.2 シミュレーションの条件

- 基地局間の距離を 500m とする
- 基地局数は 3 または 4 とする
- 基地局は基盤の目状・平行四辺形状などに配置されているものとする

- 送信電力制御情報による位置検出

- 基準電力を二つ設定する
- フェージングの影響を考慮し、送信電力の幅を 10dB とする

- 角度情報による位置検出

- セクタアンテナの分割数は 6,8,12 分割とする
- アダプティブアレーアンテナを用いた場合、 5° または 10° の誤差で信号の到来方向を測定可能とする

3.3 シミュレーションの評価

送信電力制御情報による位置検出 この場合、移動局の存在する位置によって、検出結果が 2 箇所現れることがあったが、誤差 50m 程度の精度が得られた。

角度情報による位置検出 セクタアンテナを用いた場合は誤差 100m 程度の精度しか得られないが、アダプティブアレーアンテナを用いた場合には誤差 50m 程度という精度が得られた。

ドップラーシフト周波数による移動速度・方向検出 ドップラーシフトの測定を行なう基地局数が多い場合には基地局の移動方向および、移動手手段などの検出が可能との結果が得られた。

送信電力制御情報+角度情報による位置検出 この場合、角度情報の測定に 6 セクタ程度のアンテナを用いた場合でも誤差 40m 程度という精度が得られ、移動局の位置を十分検出できるとの結果が得られた。また、さらにセクタ数の多いアンテナを用いることにより一つの基地局で得られるデータのみでも誤差が 100m 以下で移動局の位置を検出することが可能であるとの結果が得られた。

4 まとめ

送信電力制御情報やアダプティブアレーアンテナによる到来角情報などにより移動局の位置を条件にはよるが数十 m の誤差で検出できるとの結果がえられた。これをさらに改良することにより、先に述べた位置検出サービスも提供可能になるものと思われる。

参考文献

- [1] W-CDMA 移動通信方式システム実験仕様, NTT 移動通信網 (株), 1997.
- [2] 菊間 信良 アレーアンテナによる適応信号処理, 科学技術出版, 1998.
- [3] 関澤 信也: 平面アレーに適用した MUSIC による到来方向推定の検討, 信学技報, 1997.