

# Adaptive Transmission and Diversity Schemes for Broadband Mobile Multimedia Communication Systems

(ブロードバンド移動通信システムのための適応データ伝送方式とダイバーシチ方式に関する研究)

安 昌 俊

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文では、ブロードバンドモバイル通信システムにおいて、より高速で信頼性の高いマルチメディア通信を実現するために重要な基盤技術となる、ダイバーシチ方式と適応データ送信について検討し、誤り率特性やスループット特性の改善を図ることができる有効な方式を明らかにする。また、システムの諸特性は、符号間干渉(ISI: Inter-Symbol Interference)やマルチユーザ干渉(MAI: Multi-User Interference)によって大きな影響を受けるため、ダイバーシチ方式と適応データ送信を組み合わせた場合の、干渉低減方式についても検討する。本論文は7章から構成される。

1章では、ブロードバンドモバイルマルチメディア通信の展望と研究の背景、及び本論文の概要について述べる。

2章では、送信側で推定されたチャネル応答にもとづいた多重Pre-Rakeフィルタリングを適用し、受信側にRakeコンバイナを適用するシステムを提案する。Pre-RakeシステムはTDD-DS/DCMAの技術として知られ、移動体端末の回路構成を複雑にすることなく、Rake受信機と同様のBER特性を得られることが知られている。しかし、TDDシステムのアップリンクとダウンリンクのチャネルインパルス応答がわずかに異なるため、SNRはマッチドフィルタを用いたRake受信機で最大となり、Pre-Rakeシステムとして最適であるとは限らなくなる。しかしながら従来のPre-Rakeシステムではこの点が考慮されていない。さらに、Pre-Rakeシステムはドップラー周波数に敏感であり、Pre-Rakeシステムは他ユーザ干渉を抑える能力はあるが、高ドップラー周波数においては、受信信号のSNRを最大化するために有効ではない。そこで、提案システムにおいては、Rakeコンバイナを検波方法として用いることにより、SNRが最大化された信号はPre-Rakeシステムより直交性を保つことができ、提案システムはドップラー周波数の影響を低減することが可能となる。これらの理由により提案システムは高ドップラー周波数においてユーザ数を増加した場合、Pre-RakeシステムのBER特性より特性を改善できることを示す。

3章では、W-CDMAシステムにおいて、マルチユーザ検波を行うためにRBF(Radical Basis Function)ネットワークを利用したアダプティブアレーアンテナを提案する。RBFはニューラルネットワークの一種であり、並列操作を行う比較的簡単な演算処理装置で相互に接続されたネットワー

ク構成のため、簡単な非線形演算処理で高いコンピュータ演算処理が可能となる。その並列性とロバスト性により、提案方式はマルチユーザの場合において、高いチャネルの追従精度が得られ、マッチドフィルタ出力信号を利用した従来のCCM-SMI(Sample Matrix Inversion of Common Correlation Matrix)より正確なチャネル応答を得ることが可能となる。計算機シミュレーションにより、提案システムはBER特性を改善できることを示す。

4章では、マルチキャリアDS/CDMAシステムにおいて、時間領域信号のCCM-SMIを用いたアダプティブアレーアンテナに基づいたコード直交フィルタ(COF)を用いたシステムを提案する。提案システムはFFT操作前の時間信号の相間行列を用いて重みを計算することにより、従来方式より計算量や複雑さを減らすことができる。さらに、COFは伝送路の状態が頻繁に変わる場合、CCM-SMIを用いたアダプティブアレーアンテナシステムでは複雑な計算を必要とするという欠点を改善することができる。したがって提案方式は行列のサイズを増加させることなくMF出力信号を利用した従来のCCM-SMIよりもチャネル情報をより正確に推定することが可能となる。計算機シミュレーションの結果、提案システムは従来システムより優れたBER特性が得られることを示す。

5章では、ルックアップテーブルを用いる適応OFDMに基づいた、パイロットシンボルを用いた高速パケット伝送方式を提案する。提案方式は、従来のルックアップテーブル、あるいは復調誤りを考慮した新しいルックアップテーブルに基づいたAAM(Adaptive All-carrier Modulation)やASM(Adaptive Sub-carrier Modulation)の適応変調方式を用いる。計算機シミュレーションの結果、新しいルックアップテーブルに基づくASMが所望BERを満たし、高ドップラー周波数において、従来の適応変調方式、あるいは固定の変調方式とくらべてより優れたスループットを得られることを示す。

6章では、高速データ伝送システムにおける時間空間処理、特にUSTM(Unitary Space-Time Modulation)/OFDMの検討を行う。コヒーレントおよび差動USTMシステムはフラットフェージングチャネルにおいて検討されてきたが、多くの無線チャネルは周波数選択性となる場合が多い。よってOFDMを用いることは、マルチパスフェージングによる同波数選択性を軽減するために有効になる。この場合、システムは、送受信アンテナの数、あるいは送受信アンテナ間の差動チャネル遅延プロファイルによる周波数選択性によってダイバーシチの次数が増加し、また、チャネル容量の限界に近づけるためには、誤り訂正符号を利用することが必要である。そこで、本章ではビットインタリーブを用いた誤り訂正符号を用いることで、ダイバーシチの次数をさらに増加させることにより、周波数選択性フェージングチャネルにおけるUSTM/OFDMの畳み込み符号の符号化利得の改善を図る。計算機シミュレーションにより、ビットインタリーブを用いた畳み込み符号化USTM/OFDMは周波数選択性のチャネルにおいて、十分なダイバーシチ利得を得ることができ、高速伝送が可能となることを示す。

最後に、7章は結論であり、本論文をまとめる。

以上