

論文内容の要旨

論文題名 Studies on Multipath Interference Canceller for Orthogonal Code-Multiplexed Channels in W-CDMA Forward Link
W-CDMA下りリンクの直交多重チャネルにおけるマルチパス干渉キャンセラに関する研究

氏名 Akhmad Unggul Priantoro

本論文はW-CDMA方式(Wideband Code Division Multiple Access)における下りリンクの伝送容量拡大のため移動局に適用するマルチパス干渉キャンセラ(Multipath Interference Canceller: MPIC)の特性向上を目的に行った研究をまとめたものである。

広帯域移動体通信の実現には無線回線広帯域化と周波数利用効率向上が必須である。このために開発されたのが第3世代移動通信方式(3G)であり、伝送速度は2Gの64kbpsから3Gでは2Mbpsと30倍の高速化を実現している。この3Gでは通信方式にW-CDMA方式を用いているが、W-CDMA方式では全ユーザが同じ周波数帯域を同時に利用して通信を行うため互いに干渉が生じ、加入者収容能力を制限する。この相互干渉は2種類あり、多元接続によるマルチアクセス干渉信号(multiple access interference: MAI)と多方向からの多数の到来波(マルチパス: multipath)による干渉信号(multipath interference: MPI)とがある。特に常に高送信電力を送信する共通チャネル信号は大きなマルチパス干渉源である。これらの種々の干渉信号により加入者収容能力が制限されるため、システム内におけるこれらの干渉電力を如何に抑圧できるかにより加入者収容能力が決まる。このためこれらの干渉をいかに抑圧できるかがW-CDMA方式の非常に大きな研究課題であった。本論文はこのマルチパス干渉を抑圧するキャンセラの特性向上の研究を行った。

第1章ではこれまでの移動体通信の発展について概説している。

第2章ではW-CDMAの原理、要素技術および本論文のテーマであるマルチパス干渉キャンセラについて述べている。マルチパス干渉キャンセラは従来上りリンクで提案された干渉キャンセラ(Interference Canceller: IC)技術に由来している。マルチパス干渉キャンセラが移動局に適用されるため、計算量をできるだけ抑えるために高度化する必要がある。マルチパス干渉キャンセラを高度化する手法について述べている。

第3章では下りリンク直交符号多重チャネルへのMPICの適用および性能向上のためのアルゴリズムについて述べている。MPICは元々高速ダウンリンクパケットアクセス(High Speed Downlink Packet Access: HSDPA)用に提案された。MPICの汎用性を目的に共通チャネルをはじめ他の通信チャネルからの干渉も除去できるように機能的拡張および性能向上のためのアルゴリズムを提案した。そして、有効性を確認するため行った計算機シミュレーション結果を示している。

第4章では雑音制限状態および干渉制限状態においてローバスタな通信システムについて述べている。MPICは干渉制限状態では有効であるが、フェージングによる受信信号の落ち込み(即ち雑音制限状態)には不能である。移動局の負担を増やすことなくダイバーシチ効果を実現する閉ループ送信ダイバーシチ(Closed Loop Transmit Diversity)が提案された。そこで、閉ループ送信ダイバーシチに適応するようにマルチパス干渉キャンセラの拡張を行った。しかし、閉ループ送信ダイバーシチのフィードバックチャネルの誤りに起因して特性が劣化する。この劣化を回避するために移動局におけるアンテナベリフィケーションが必須である。また、このアンテナベリフィケーションの精度は背景雑音やマルチパス干渉電力に影響されている。そこで、拡張したMPICの性能を向上するためにマルチパス干渉を除去後の個別通信チャネルを用いたアンテナベリフィケーションを提案した。これにより高精度なアンテナベリフィケーションが可能となりシステムの性能を向上できることを確認した。有効性を確認するため行った計算機シミュレーション結果を示している。

第5章では本研究の成果の総括と今後の研究課題について述べている。

論文審査結果の要旨

本論文は、W-CDMA方式(Wideband Code Division Multiple Access)における下りリンクの伝送容量拡大のため移動局に適用するマルチパス干渉キャンセラ(Multipath Interference Canceller: MPIC)の特性向上を目的に行った研究をまとめたものである。その結果としてシステムの性能向上のための種々の提案を行い、シミュレーションによりその有効性を実証している。本論文の主な成果は以下に要約される。

1. W-CDMA方式の下りリンク直交符号多重チャネルへのMPICの適用および性能向上のため、マルチパス干渉キャンセラの汎用性を目的に共通チャネルをはじめ他の通信チャネルからの干渉も除去できるように機能的拡張および性能向上のための新しいアルゴリズムを提案している。そして、その有効性を確認するため計算機シミュレーションを行い、マルチパス干渉を抑圧できることを検証している。

2. フェージングによる受信信号の落ち込みを防ぐために、閉ループ送信ダイバーシチ(Closed Loop Transmit Diversity)があるが、この閉ループ送信ダイバーシチに適応なマルチパス干渉キャンセラの研究も行っている。この閉ループ送信ダイバーシチでは一般にフィードバックチャネルの誤りに起因して特性が劣化するが、これを回避するために移動局におけるアンテナベリフィケーションが必須である。更に、このアンテナベリフィケーションの精度は背景雑音やマルチパス干渉電力に影響されている。そこで、マルチパス干渉キャンセラの性能を向上するためにマルチパス干渉を除去後の個別通信チャネルを用いたアンテナベリフィケーションを提案している。そして、その有効性を確認するため計算機シミュレーションを行い、高精度なアンテナベリフィケーションが可能となりシステムの性能を向上できることを検証している。

以上述べたように、本論文は広帯域移動体通信の高度化に関する研究である。この研究成果は今後のIT社会の発展に貢献し、モバイルITの発展に寄与すると共に、移動通信分野において学術上、実用上寄与するところは大きい。よって本論文は、博士(工学)の学位論文として価値があるものと認める。