

氏名	おかもと えいじ 岡本英二
学位(専攻分野)	博士(情報学)
学位記番号	論情博第38号
学位授与の日付	平成15年1月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	振幅位相変調と符号化を組み合わせた高能率無線伝送方式に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 吉田 進 教授 森 広 芳 照 教授 佐 藤 亨

論 文 内 容 の 要 旨

近年携帯電話に代表される移動通信は目覚ましい技術的進展を遂げるとともに、加入者数も急増し、音声のみの通話から画像情報、位置情報、インターネット接続など様々なサービスへの需要が高まってきた。それに伴い高速な移動通信の必要性も高まっているが、電波は有限の資源であるため通信に利用可能な周波数は逼迫してきている。また移動通信では伝搬路環境が劣悪で頻繁に変化するためバースト的な伝搬路誤りが発生しやすく、高速な移動通信実現のためには伝搬路ひずみの補償や伝搬路環境に適した高能率な伝送方式の確立が不可欠であった。本論文では高速大容量な移動通信の実現を狙いとして、振幅位相変調と符号化を組み合わせた高能率無線伝送方式に関する研究を行った。特に符号化変調方式の導入による伝送ビット誤り率の改善効果を基礎として、いくつかの移動通信環境特有の伝搬路ひずみや雑音などの特徴を把握した上で、それに沿った変調方式、伝搬路補償方式、ブロック符号化変調方式を提案し、理論的検討および計算機シミュレーションにより、それらの優れた特性を明らかにした。本論文は全7章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と現状の課題、目的、本論文の構成について述べている。

第2章ではデジタル伝送の基礎となるデジタル変復調方式について述べている。また典型的な移動通信の伝搬路モデルを示すとともに、既存のフェージング対策技術についてまとめている。最後に、本論文の理解に必要な符号化や符号化変調方式などの基礎概念を説明している。

第3章では移動通信において発生するフェージングなどの伝搬路ひずみや周波数オフセットを高精度に推定、補償する方法を検討した。振幅位相変調を用いる符号化変調方式の移動通信への適用を狙いとして、高速フーリエ変換を用いた高精度伝搬路ひずみ、さらには周波数オフセット補償方式を提案し、計算機シミュレーションによりその有効性を確認した。

第4章と第5章では、この伝搬路ひずみ補償方式を用い、フェージング環境下でのブロック符号化変調方式の伝送特性について検討した。

第4章では移動通信における16QAMを用いた符号化変調方式の検討を行い、ブロック符号に対するビタビ復号の適用とその伝送特性についての考察を行った。符号化変調方式の分野では、従来トレリス線図を用いたビタビ復号は畳み込み符号にのみ適用されており、ブロック符号への適用はあまり検討されていなかった。そこで比較的簡易なトレリス線図が構築できるような、さまざまな距離特性を持つ多レベルブロック符号とそのトレリス線図を構成し、ビタビ復号による特性の改善効果を計算機シミュレーションにより確認した。

第5章ではブロック符号化変調方式を発展させ、一方向で複数の伝送モードを持つ方式を提案した。マルチモード特性を与えたブロック符号化変調方式に状態数を拡張したビタビ復号を適用することにより、マルチモード伝送と符号化利得を両立させた通信方式を実現した。そしてマルチモード符号化変調方式の伝送特性を支配する符号語間距離の種類を明らかにした。本章では例として特徴的なマルチモード伝送を3つ示した。すなわち不均一/均一誤り保護符号のハイブリッド符号、伝送速度可変符号、ガウス雑音とフェージング環境に対するハイブリッド符号であり、これらの符号についてそれぞれ距離特性、伝送特性などを計算機シミュレーションにより調べ、提案手法の有効性を確認した。

第6章では時間軸，周波数軸上にパルスのな干渉雑音が存在する通信路において，劣化を最小限に抑えることが可能な直交ウェーブレット変調方式に対して符号化を施しその特性を検討した。ウェーブレット変調方式は干渉信号への耐性がよく知られているが，多重化，符号化などのシステム化へ向けた技術の研究はこれまでほとんど行われていない。そこで本章ではウェーブレット変調を用いた消失シンボルの推定復号方法と，階層的なブロック符号を用いた符号化変調方式を提案し，計算機シミュレーションにより干渉信号存在下での伝送特性を評価し，その有効性を確認した。

第7章は結論であり，本論文で得られた主要な成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は高速高能率なデジタル移動通信の実現を狙いとして，符号化変調技術を基礎とする移動通信方式に関する研究成果をまとめたものであり，振幅位相変調を用いたいくつかの新しい無線伝送方式を提案するとともに，理論的検討および計算機シミュレーションによりその優れた特性を明らかにしている。得られた主要な研究成果は次の通りである。

(1) 振幅位相変調を用いる符号化変調方式の移動通信への適用を狙いとして，高速フーリエ変換を用いた高精度伝搬路ひずみ補償方式を提案し，高速フェージング下での高精度なひずみ補償を実現した。また計算機シミュレーションにより理論的な補償限界近くまで高能率な補償が行えていることを確認した。

(2) ブロック符号化変調方式に対するビタビ復号の適用法を提案し，フェージング環境においても伝送特性の優れた多レベルブロック符号とトレリス線図の構成法を明らかにした。また計算機シミュレーションによりこれらの符号の伝送特性の改善を確認した。

(3) 一方向で複数の伝送モードを持つブロック符号化変調方式を提案した。マルチモード特性を与えたブロック符号化変調方式に状態数を拡張したビタビ復号を適用することにより，マルチモード伝送と符号化利得を両立させた通信方式を実現した。さらにマルチモード符号化変調方式の伝送特性を支配する符号語間距離の種類を明らかにした。また提案手法により様々なマルチモード伝送が実現可能なことを確認した。

(4) ウェーブレット変調を用いた符号化変調方式の効果的な適用法を提案した。消失シンボルの推定復号方法と，階層的なブロック符号を用いた符号化変調方式を提案し，計算機シミュレーションにより干渉信号が存在する環境下での伝送特性を評価し有効性を確認した。

以上要するに本論文は，振幅位相変調を用いた高速大容量な移動通信を実現する上で不可欠な高精度伝搬路ひずみ補償技術ならびに高能率な無線情報伝送方式を提案するとともに，それらの有用性と優れた特性を明らかにしたものであり，学術上，實際上寄与するところが少なくない。よって，本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また，平成14年12月25日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。