OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高速無線アクセスシステムにおける伝送特性改善に関する研究
Author(s)	井戸, 純
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3184496
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏名	井戸 純（いど じゅん）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 16285 号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科通信工学専攻
学位論文名	高速無線アクセスシステムにおける伝送特性改善に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授 小牧 省三 （副査） 教授 森永 規彦　教授 前田 肇　教授 塩澤 俊之 教授 河崎善一郎　教授 元田 浩　教授 北山 研一

論文内容の要旨

本論文は、高速無線アクセスシステムにおける伝送特性改善手法に関する研究の成果をまとめたものであり、以下の6章により構成されている。

第1章は序論であり、本論文の研究内容の背景を述べ、高速アクセスシステムを概観すると共に、現在検討されている高速無線アクセスシステムとその技術的課題について概説し、本研究の目的および意義を明らかにしている。

第2章では、光通信と無線通信を融合した高速アクセスシステム（FTTA：Fiber to the Air）を取り上げ、この方式で問題となる非線形歪ならびにマルチパス歪に関する改善方法として、新しいニューラル・ネットワーク波形等化器（NNE：Neural Network Equalizer）を提案し、改善効果を明らかにしている。

第3章では、高速無線アクセスシステムにおける無線伝送路での問題の1つであるマルチパス・フェージングによる伝送特性劣化の改善手法として、直交偏波を用いたマルチキャリア伝送方式、直交偏波周波数多重伝送方式（OPFDM：Orthogonal Polarization and Frequency Division Multiplexing）を取り上げ、偏波の自己相関と偏波間の相互相関を利用した新しい周波数オフセット推定法（CMB-OPFDM：OPFDM using Correlation Matrix Based Frequency Offset Compensation Scheme）を提案し、理論解析により提案方式の有効性を明らかにしている。

第4章では、第3章で提案したCMB-OPFDMにおける伝送特性をさらに改善する手法として、新たに推定周波数オフセットの前方保護を行う方法を提案し、誤推定値を理論解析によって導出すると共に、計算機シミュレーションにより提案方式の有効性を明らかにしている。

第5章では、OPFDMの伝送特性改善法として、新たに偏波ダイバーシチ受信法を提案し2ブランチ最大比合成法を適用した場合のビット誤り率を導出しその有効性を明らかにしている。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高速無線アクセスシステムに対して効果の高い光・電波融合技術の課題を分析し、光伝送部における非線形歪による伝送特性の劣化ならびに伝搬路で発生するマルチパス・フェージングによる劣化に対し理論的解析を行

うとともに、各々に対する伝送特性改善手法を提案し、改善効果を理論的に明らかにしている。本論文で得られた成果は以下の通りである。

(1)高速無線アクセスシステムにおける非線形歪およびマルチパス歪を補償するために、新しいニューラル・ネットワーク波形等化器を提案し、ニューラル・ネットワークを構成するユニットの出力関数として$G(x)=X^3+x$で表される3次関数を適用し、非線形歪処理能力の向上を図っている。さらに、ユニット間を結合するリンクの結合重みの初期値として、既知データに非線形歪を与えた信号を用いたトレーニング信号を用いて応答速度を改善する手法を提案している。また、計算機シミュレーションを行い、16QAM、64QAMいずれの変調方式が用いられている場合においても、従来の各種手法よりも優れた補償効果が得られることを明らかにしている。

(2)変調方式として64QAMが用いられる場合、従来のニューラル・ネットワーク波形等化器では、無線伝送路におけるマルチパスの影響によってネットワークが局所最小値へ落ち込み、結果として非線形歪に対する補償効果が得られない場合があることを計算機シミュレーション結果から判明し、新しく提案するニューラル・ネットワーク波形等化器を用いることによって、補償効果が増大しシンボル誤り率特性を著しく改善できることを明らかにしている。

(3)無線伝送路で発生する2波干渉モデルマルチパスフェージングを想定し、非線形歪を受けた状態で、遅延波の伝搬損失、遅延時間および位相回転に対するシンボル誤り率特性を計算機シミュレーションにより解析し、マルチパスフェージング環境下においても提案方式が有効であることを明らかにしている。

(4)直交偏波周波数多重伝送方式の復調に対し、各偏波の自己相関に加え、偏波間の相互相関も利用して推定する新しいキャリア周波数オフセット推定法を提案している。計算機シミュレーションにより、交差偏波干渉とレイリー・フェージングが存在する伝送路において、従来のものよりも優れたビット誤り率特性を有することを明らかにしている。

(5)新たに提案した周波数オフセット推定法では、フェージングの周波数選択性が増大するほど推定精度が低下し、伝送特性が劣化することが、理論解析および計算機シュミレーション解析によって明らかになったため、伝送特性改善手法として、推定周波数オフセットの前方保護法を新たに導入することを提案している。また、推定誤差が大きいと思われる場合には、その推定結果を使用しないように制御する手法も併用することにより、従来の周波数オフセット推定法を用いた場合と比較し優れたビット誤り率特性を示すことを明らかにしている。

(6)直交偏波周波数多重伝送方式の伝送特性改善法として、サブキャリア毎または1シンボル毎に各サブキャリア成分の最大比合成を行う偏波ダイバーシチ受信方式を提案し、交差偏波干渉のある1波、2波および6波の低速レイリー・フェージング伝送路における計算機シミュレーションにより、ビット誤り率特性を著しく向上できることを明らかにしている。

(7)正規化最大ドップラー周波数に対するビット誤り率特性を計算機シュミレーションにより定量化提案方式を使用した場合、偏波ダイバーシチの効果が得られ、ダイバーシチを行わない場合に比べて大幅に伝送特性を改善できることを明らかにしている。

以上のように本論文は、光電波融合通信方式の非線形歪補償法に対する新しい提案、マルチパスフェージングによる伝送特性劣化の改善手法の提案を行っており、理論解析によりその効果を明らかにしている。これらの成果は、今後導入が進む、高速無線インターネット接続、ディジタル放送の実現に対し通信品質改善手法として重要な示唆を与えている。以上に示したように本論文で得られた成果は、通信工学の発展に寄与するところが極めて大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。