JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	無線ホームネットワークにおけるCMAアダプティブアレーアンテナによる適応等化に関する研究
Author(s)	坂本, 佳隆
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1708
Rights	
Description	Supervisor:丹 康雄, 情報科学研究科, 修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

無線ホームネットワークにおけるCMAアダプティブアレーアンテナによる適応等化に関する研究

坂本　佳隆 (110051)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2003年2月14日

キーワード: 無線ネットワーク, マルチパスフェージング, OFDM, アダプティブアレーアンテナ, CMA.

近年、IEEE802.11b準拠の無線LANなどに代表される無線デバイスの普及が目覚しく、ホームネットワーク分野においてもそれは例外ではない。これらの無線デバイスの普及に伴い、様々な問題が生じることが予測でき、その中でも重要な問題として電波干渉問題が挙げられる。ノート型PCと無線LANステーション間の通信においても、直接到来する電波と周囲の物や壁などに反射した電波を同時に受信する。このような場合には受信した電波同士が干渉しあい、受信したデータを正確に再現できない事態が起こりうる。

一般に、無線伝送では希望波以外に異なる伝送路を伝播して届く遅延波（干渉波）が存在し、マルチパス干渉が生じる。マルチパス干渉は周波数選択性フェージングを引き起こし、受信信号の劣化をまねく。高速無線LANなどが一層普及し無線ホームネットワークが一般的になるにつれて、映像や音声といった広帯域なビデオデータなどの伝送が要求されることは容易に予想できる。このような環境では、マルチパスなどによる干渉は信号を劣化させ、ゴーストなど視覚的な問題も引き起こすため無視できない問題となる。このような干渉を少しでも抑えるために、スペクトル拡散やOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)、MC-CDMA(Multi Carrier - Code Division Multiple Access)など、次世代無線デバイスでは様々な変調方式が検討されている。

本研究では、IEEE802.11a規格またはIEEE802.11g規格に準拠した高速無線LAN、間もなく試験放送が開始される地上波デジタル放送などにも採用されていることからOFDM伝送方式に着目する。OFDM伝送方式では、マルチキャリア変調やガードインターバルによる遅延波干渉対策が備わっているが、ガードインターバルを超える干渉に対しては対策が皆無である。ガードインターバルを超える信号が遅延波として到来するとサブキャリア間の直交性が崩れて受信信号に多大な誤りを生じる。将来的な広帯域データの伝送においては致命的な問題となることが予想される。そこで本研究では、OFDM伝送方式にCMA(Constant Modulus Algorithm)アダプティブアレーアンテナを併用することで、OFDM伝送方式の弱点を克服し特性改善を試みた。

Copyright © 2003 by SAKAMOTO Yoshitaka

アダプティブアレーアンテナは、複数のアンテナ素子を用意し、それぞれのアンテナで受信した信号を適切な重み付けの後合成することによって利得のビームをソフトウェア的に操作し、不要な信号を除去する技術である。通常、アダプティブアレーで行うウェイト制御には参照信号と呼ばれる希望信号の情報が必要である。このような制御アルゴリズムでは、捕捉したい信号と参照信号との同期がとれていることが必須である。そのためタイミングジッタに弱い。そこで、本研究では CMA アルゴリズムを採用することにより、このような問題に対処する。CMA アルゴリズムでは「希望信号の包絡線が一定である」という事前知識だけが必要であるため、参照信号との同期を必要としない。そのため、タイミングの問題も生じず、また同期を取り続ける処理も必要としないため、システムの構成や実装が容易になる。

しかしながら、OFDM 伝送方式に CMA アダプティブアレーを適用するには OFDM 変調信号が CMA アルゴリズムの条件を満たしていないという問題がある。つまり、OFDM 変調はマルチキャリア変調であるため「希望信号の包絡線が一定である」という条件を満たさないのである。そこで、本研究では定包絡線ではない OFDM 変調信号に対して CMA アルゴリズムを適用する手法を提案した。本研究では 2 種類のアプローチにより CMA アルゴリズムを動作させることを試みる。第一のアプローチは、OFDM の送信シンボルに定包絡線性を持った FSK(Frequency Shift Keying) 信号を挿入することで CMA アルゴリズムを動作させる方法である。また、第二のアプローチは信号挿入型では伝送効率の劣化が予想されるため制御信号を用いないで制御を行う方法である。具体的には、CMA アルゴリズムが多値 QAM(Quadrature Amplitude Modulation) に対して良好な動作を示すことを利用して、OFDM 復調時の FFT を行ったあとに CMA アダプティブアレーを動作させる。したがって、サブキャリアの変調方式が QAM のときに有効な方法である。また、サブキャリアの変調方式が QPSK の場合についても論じている。この手法により、制御信号を伴わない制御が可能となる。本論では、第一のアプローチについては詳細な設計と計算機シミュレーションによる特性評価を行い、第二のアプローチについては設計に関する検討を行った。

本論では、OFDM 伝送方式でも適用可能な CMA アダプティブアレーの制御手法を提案し、MATLAB による計算機シミュレーションを行うことで特性の改善を評価した。アレー制御信号を利用した CMA アダプティブアレーの特性評価では、振幅減衰率や到来波の到来角度差などの環境パラメータに依存するが、最大 150%の改善がみられた。問題点としては、制御信号を挿入することによる伝送効率の劣化や多大な遅延時間を伴った信号の到来時には OFDM 信号の直交性を崩す可能性などが挙げられ、改善の余地がある。また、これらの問題を解決すべく、第二のアプローチとして挙げていた制御信号を伴わない制御法について検討を行った。