OP3-1

ウェーヴレットを用いたユーザリソース割り当て手法の確立

植村　将太　（指導教員：岡本　英二）
名古屋工業大学　電気電子工学科

1.　はじめに

移動通信においてマルチパス環境下では信号が大きく歪むフェージングが発生し，高品質伝送を行う事は容易ではない．また高速信号伝送時には周波数選択性フェージングとなり，誤り率特性はさらに劣化する．したがって，より高品質な通信を実現するために，フェージング対策技術は重要である．周波数選択性フェージングへの対策の 1 つとして，MC(Multi Carrier)伝送方式があり，その例として，送信シンボルを互いに直交なサブキャリアに配置して多重化し同時に伝送を行う直交周波数分割多重 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式と，時間周波数解析として利用され，任意の時間成分及び周波数成分に分解して解析を行うことが可能であるウェーヴレット変調 WPM(Wavelet Packet Modulation)方式がある[1]．また，OFDM を用いてユーザ多重伝送を行い，マルチユーザダイバーシチ効果により特性を改善したものとして OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)という手法があり，LTE(3.9G 携帯)，モバイル WiMAX において標準規格として採用されている．しかし，この方式は瞬時電力対平均電力比 PAPR(Peak to Average Power Ratio)が高いという欠点がある．WPM においても OFDMA と同様のユーザ多重伝送方式 WPMA(Wavelet Packet Multiple Access)というものがある．本研究では，まず WPMA を確立し，さらに OFDMA 方式において CAF(clipping and filtering)法という手法を用いて PAPR を低減し，PAPR が同じ条件のもと OFDMA と WPMA のビット誤り率 BER(Bit Error Rate)特性を計算機シミュレーションにより算出して，WPMA の BER 特性との比較，検討を行う．

2.　clipping and filtering 法

信号の PAPR は，信号波形の変動している度合いを表す指標である．PAPR が高いことは線形性のよい増幅器が必要ということを意味し，無線伝送システムがコストアップする原因となっている．この PAPR を低減する方法として CAF 法というものがある[2]．clipping は次式のように示され，ある値以上の信号の振幅を制限することで PAPR を低減することができる．

$$y = \begin{cases} x, & |x| \le A \\ A, & |x| > A \end{cases} \tag{1}$$

ここで x , y はそれぞれ入力振幅値と出力振幅値であり，A は制限したい振幅値である．A は以下のように定義される．

$$Cliplevel = 10\log_{10} A^2/\sigma \quad [dB] \tag{2}$$

ここで σ は入力信号の平均電力である．そして filtering を行うことでピーク電力を低減した信号を得る．しかし，filtering を行うことで clipping により抑えられたピーク電力が再び現れる可能性があるため，上述の操作を数回繰り返す．

3.　計算機シミュレーション

図 1 にマルチパス通信路におけるユーザ数 2 の時の CAF を行う下りリンク OFDMA のブロック図を示す．このように OFDMA の送信信号において CAF を行うことで PAPR を低減することができる．WPMA でフレーム構成に MSM 型を用いた時と PAPR が同等という条件のもと計算機シミュレーションにより BER 特性の評価を行った．シミュレーション条件を表 1，結果を図 2 に示す．図 2 より，CAF を行った OFDMA と WPMA を比較すると，低い Eb/N0 の環境において WPMA の方が OFDMA よりも BER 特性が良くなることが明らかになった．

4.　むすび

本研究では，ウェーヴレット変調において OFDMA と同様のユーザ多重伝送方式である WPMA のリソース割り当て手法を確立し，CAF を適用した OFDMA 通信方式と比較，検討した．計算機シミュレーションによって，低い Eb/N0 環境下において WPMA の BER 特性が CAF を行った OFDMA より優れている事を確認した．今後の課題として，マルチパス通信路だけでなく，それに加えてインパルス雑音も存在する通信路において WPMA の品質が良くなることが期待できるため，そのような通信環境における検討等が考えられる．

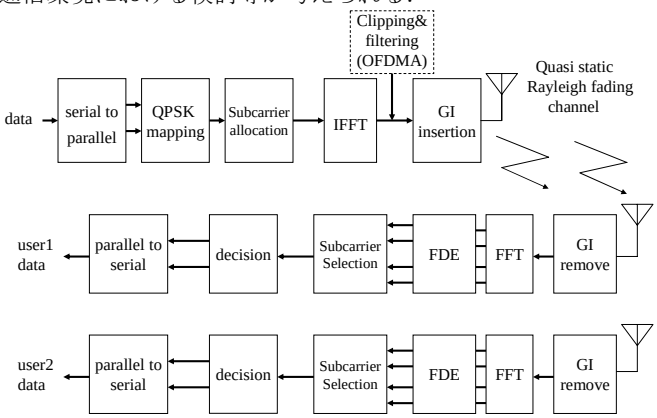

図 1：CAF のブロック図

表 1：シミュレーション条件

1 次変調方式	QPSK
サブキャリア数 K	64
1 シンボル時間	Ts=0.001[sec]
ガードインターバル長	8
伝搬路推定	カンニング
通信路	独立 8 パス準静的フェージング通信路
ユーザ数	1, 2, 4
等化基準	MMSE
遅延プロファイル	遅延時間：Ts，　1dB 減衰
Cliplevel	8.3
CAF 繰り返し回数	3

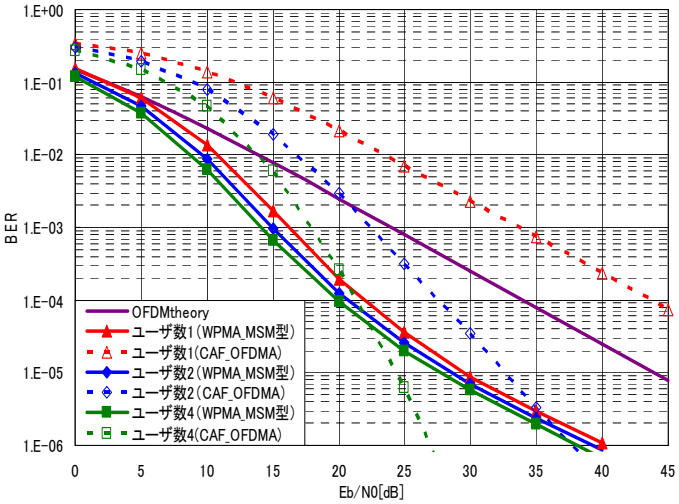

図 2：E_b/N_0 に対する BER 特性の比較

参考文献

[1]　榊原進，”ウェーヴレットビギナーズガイド,” 東京電機大学出版局, 1995.
[2]　安達博音,須山聡,鈴木博,府川和彦，“固有モード MIMO-OFDM 伝送における SLM・クリッピングによる非線形歪み低減法,” 信学技報, SIP2009-75, RCS2009-209, 2010 年 1 月