

3B-5 ウェーブレット packets を用いた UWB 信号による OFDM 伝送への与干渉の低減法に関する一検討

金原 裕和 木村 直樹 佐々木 重信 菊池 久和
 新潟大学 工学部 電気電子工学科

1. まえがき

GHz 単位の周波数帯域を利用する Ultra-Wideband(UWB)無線伝送方式に関する研究が盛んである。UWB 技術は、超高速データ伝送向けの技術として期待されているが[1]、一方、放射電力を低く抑えることにより既存の狭帯域通信との共存を可能にする無線技術としても期待されている。しかし、既存狭帯域通信と周波数を共用する際、UWB 信号が狭帯域通信に与える干渉が問題となる。本稿では、狭帯域通信として IEEE802.11a の 5GHz 帯無線 LAN などを用いられる QPSK-OFDM 変調システムを想定し、それに対し UWB 信号が与える干渉の影響を低減させるウェーブレット packets を用いた UWB 信号生成法に関して検討する。

2. ウェーブレット packets を用いた信号解析・生成法

ウェーブレット packets を用いた信号解析は 2 分割フィルタバンクによる帯域分割を利用して実現され、これを用いることで時間・周波数領域において信号の分割パターンを任意に変更できるため、信号の局所的变化を捉える信号解析が可能となる。本稿では、既存の狭帯域信号として OFDM 信号を想定した。UWB 送信機では、OFDM 送信機から送信されている OFDM 信号をウェーブレット packets 解析し、その特徴を抽出する。その結果を利用して、ウェーブレット packets を用いて OFDM 信号が使用する周波数帯域を抑圧した UWB 信号を生成する。

UWB 信号の生成は以下のアルゴリズムに従って行う。まず、UWB 送信機において、処理を加えられていないオリジナルの UWB 信号を生成しておく。次に、OFDM 送信機から送信されている OFDM 信号を UWB 送信機において観測し、観測信号のエネルギー平均値を算出するとともに、それを定数 α 倍したものをスレッシュホールド値として保持しておく。次に、オリジナル UWB 信号と観測信号それぞれを、2 分割フィルタバンクにより高周波成分と低周波成分にウェーブレット packets 分解し、ウェーブレット packets 展開係数列の長さが 1 になるまでこの分割を繰り返す。このようにして完成されるウェーブレット packets ツリーの各分岐点をノードと呼ぶこととし、各ノードにおけるウェーブレット packets 展開係数列を全て保持しておく。次に、観測信号のウェーブレット packets ツリー

の最終段におけるノードの係数値をスレッシュホールド値と比較し、係数値がスレッシュホールド値よりも大きい全てのノード番号を取り出す。最後に、オリジナル UWB 信号のツリーにおいて、このノード番号と同じ番号を持つノードの係数値を除去し、これを再構成することにより、観測信号が使用する周波数帯域を抑圧した UWB 信号を生成することができる[2]。図 1 に、5GHz 帯の周波数帯域を抑圧した UWB パルスの一例を示す。

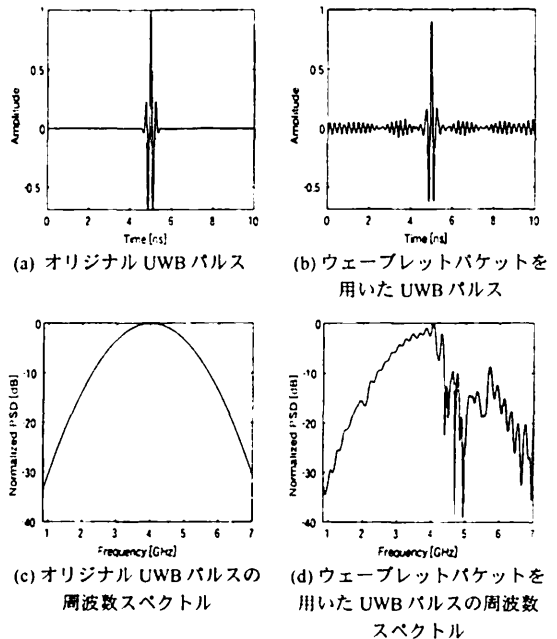


図 1 オリジナル UWB パルスとウェーブレット packets を用いた UWB パルスの波形及び周波数スペクトル

図 1(b)がウェーブレット packets を用いて生成した UWB パルスであり、その周波数スペクトルである図 1(d)より、ウェーブレット packets を用いて生成したパルスは 5GHz 帯の周波数帯域が抑圧されていることがわかる。

3. 計算機シミュレーション

OFDM システムにおけるシンボル誤り率を計算機シミュレーションより評価した。シミュレーションモデルを図 2 に、シミュレーション諸元を表 1

に示す。ここで、諸元におけるウィンドウサイズ 10ns とは、ウェーブレットパケットを用いて生成される UWB パルスのうち、実際に用いる時間幅である。

OFDM 通信における SNR に対するシンボル誤り率特性の例を図 3 と図 4 に示す。図 3 は、UWB 信号が AWGN 通信路を通った場合の誤り率特性であり、図 4 は、IEEE802.15.3a CM1+AWGN 通信路を通った場合である。ここで、SNR/symbol は OFDM 信号 1 シンボル当たりの電力対雑音電力スペクトル密度比である。また、OFDM 受信機における OFDM 信号電力対 UWB 信号電力比 S/I を 20dB に設定し、スレッシュホールド値を決定する定数 α は 5.0 とした。

図 3 より、オリジナル UWB 信号を送信した場合に比べウェーブレットパケットにより生成した UWB 信号を送信した場合の方が OFDM システムの誤り率特性が改善していることがわかる。これは、ウェーブレットパケットを用いることにより、OFDM 信号が用いる 5GHz 帯の周波数帯域を抑圧した UWB 信号が生成され、OFDM 信号への干渉の影響が低減されたということを意味する。また、図 4 からも、ウェーブレットパケットを用いることにより OFDM システムの誤り率特性が改善されていることがわかる。

4. まとめ

周波数共用型 UWB システムに着目し、UWB システムが既存狭帯域通信と周波数を共用する際に起こる干渉の影響を考察した。本稿では狭帯域通信として IEEE802.11a の 5GHz 帯無線 LAN などで用いられる QPSK-OFDM 変調システムを想定し、UWB 信号による QPSK-OFDM システムへの与干渉を低減する目的でウェーブレットパケットを用いた UWB 信号を生成し、OFDM システムにおける誤り率特性を計算機シミュレーションにより評価した。その結果、ウェーブレットパケットを用いたところ、UWB 信号の通信路を AWGN 通信路とした場合と IEEE802.15.3a CM1+AWGN 通信路とした場合の両ケースにおいて同システムの誤り率特性が向上することが確認された。

今後の課題として、OFDM 信号にチャンネルモデルを想定した場合の誤り率特性の評価。また、スレッシュホールド値を決定する定数 α と誤り率特性の関係に関する詳細な検討、他の変調方式に対する与干渉の影響の評価などが挙げられる。

文献

- [1] D. Porcino and W. Hirt, "Ultra-wideband radio technology: potential and Challenges ahead," IEEE Commun. Mag., pp. 66-74, July 2003.
- [2] 佐々木重信, 小川卓臣, 千吉良和明, 中静真, 菊池久和, 丸林元, "ウェーブレットパケットを用いた SS 通信における干渉抑圧法に関する一検討," 信学技報 CS97-58, pp. 25-30, 1997 年 7 月.

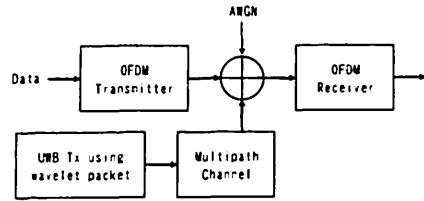


図 2 シミュレーションモデル

表 1 シミュレーション諸元

OFDM システム		UWB 送信機	
変調方式	QPSK	変調方式	DS-UWB
サブキャリア数	52 (中心周波数:5GHz)	パルス繰り返し周波数	100 MHz
全帯域幅	16.875MHz	パルス幅	1 ns
誤り訂正符号	無し	パルス波形	変調ガウス波形 (中心周波数:4GHz)
基本ウェーブレット: Daubechies (8 タップ) ウェーブレットパケット分解段数: 10 (ウィンドウサイズ: 10ns) 通信路: AWGN, IEEE802.15.3a CM1			

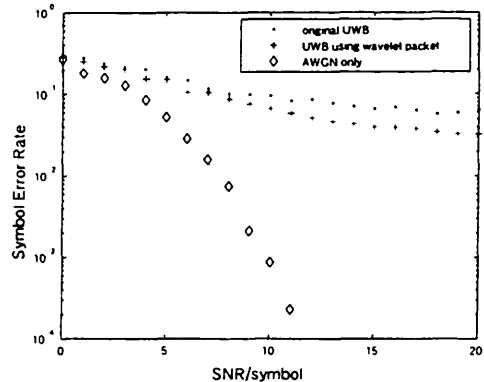


図 3 誤り率特性(UWB 通信路:AWGN)

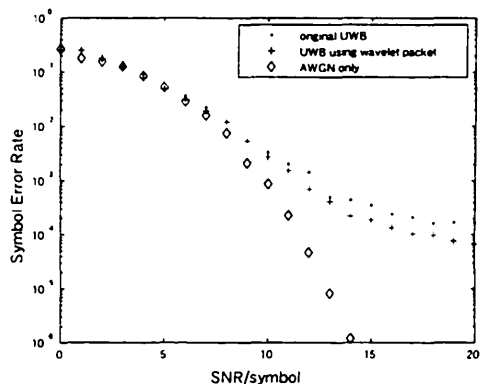


図 4 誤り率特性(UWB 通信路:CM1+AWGN)