

OQAM-DFTs-OFDM の検討

B-5

A Novel OQAM-DFTs-OFDM Scheme

今井 水輝[†] 岡本 拓也^{††} 鈴木 智也^{††} 王 瀟岩[†] 梅比良 正弘[†]
 Mizuki IMAI[†] Takuya OKAMOTO^{††} Tomoya SUZUKI^{††} Xiaoyan WANG[†] Masahiro UMEHIRA[†]

[†]茨城大学工学部 ^{††}茨城大学大学院理工学研究科

[†]Faculty of Engineering, Ibaraki University ^{††}Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

1. はじめに

現在のモバイル通信では多値変調 QAM(Quadrature Amplitude Modulation) と MIMO(Multiple-Input and Multiple-Output)による空間多重を併用することで高い周波数利用効率 (bit/s/Hz)を実現している。OFDM などのマルチキャリア伝送では、PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)が高く、電力利用効率が低い問題がある。OQAM (Offset QAM) は QAM に比べ PAPR が小さいが、DFTs-OFDM(Discrete Fourier Transform spreading-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)のような周波数選択性フェージングに強いブロック伝送方式は検討されていない。本文では、DFTs-OFDM をベースとして、PAPR が小さい OQAM のブロック伝送が可能な OQAM-DFTs-OFDM を提案し、基礎検討を行った。

2. OQAM-DFTs-OFDM の原理

OQAM は QAM 信号の I 成分と Q 成分を 1/2 シンボルシフトした QAM である。I/Q をオフセットすると原点を通過しないため、PAPR を小さくできる。OQAM-DFTs-OFDM の送受信系の構成を図 1 に示す。送信側では I/Q を各々 ASK 変調した後、I/Q 成分に 0 挿入してサンプリング周波数を 2 倍にした後、時間を 1/2 シンボルシフトして QAM 信号を生成した後、DFT を行う。したがって周波数帯域は 2 倍になるが、DFT 後のスペクトルは図 2 に示すように周波数領域において複素共役関係となる。複素共役関係は次式になる。

$$\begin{aligned} H(f) &= H^*(M-f) & (1 < f < M/2-1) \\ G(f) &= G^*(-M-f) & (-M/2 < f < -1) \end{aligned} \quad (1)$$

したがって、複素共役部分を除去することで、QAM-DFTs-OFDM と同じ帯域幅で送信できる。一方、受信側では信号受信後、FFT(Fast Fourier Transform)を行い、周波数領域等化を行った後、周波数領域において送信側で除去した部分をコピーし、複素共役のスペクトルを付加した後、IDFT を行う。その後、挿入した 0 を除去し、復調する。

3. 特性評価

OQAM-DFTs-OFDM 信号の実現性を確認するため計算機シミュレーションにより評価した。シミュレーションパラメータを表 1 に示す。OQAM-DFTs-OFDM 方式の DFT サイズは 112 とし、64 ポイント IFFT を用いた[1]。まず、雑音のない環境で送受信動作を行い、変調信号が受信側で正しく復調されることを確認した。ついで、PAPR と送信スペクトルを評価した。OQPSK-DFTs-OFDM の PAPR を QPSK-DFTs-OFDM、OFDM と比較して図 3 に示す。CCDF(Complementary Cumulative Distribution Function)が 10^{-3} で OQPSK-DFTs-OFDM は QPSK-OFDM に比べて約 3.3dB、QPSK-DFTs-OFDM に比べて約 0.7dB 低減できることがわかる。OBO(Output Backoff)=6dB の非線形増幅時の OQPSK-DFTs-OFDM の信号スペクトルを QPSK-DFTs-OFDM、QPSK-OFDM と比較して図 4 に示す。OQPSK-DFTs-OFDM のスペクトルは線形増幅、非線形増幅の場合共に QPSK-DFTs-OFDM と同等で、OBO=6dB では OQPSK-DFTs-OFDM と QPSK-DFTs-OFDM は QPSK-OFDM に比べて中心周波数から 20MHz 離れた点で隣接チャネル漏洩電力を約 5dB 低減できた。

4. 結論

本文では OQAM-DFTs-OFDM 方式を提案し、その実現性を示すと共に、QPSK-DFTs-OFDM よりも低い PAPR と、同等の隣接チャネル漏洩電力を示した。

<参考文献>

[1] 3GPP TS 36.300: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, 2007."

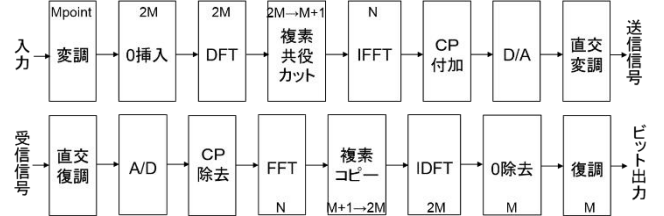


図 1 OQAM-DFTs-OFDM のブロック図

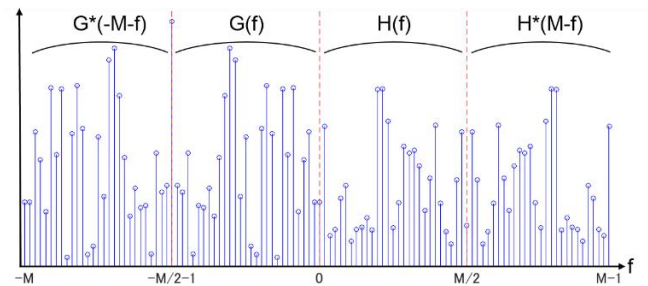


図 2 DFT後のスペクトル

表 1 シミュレーションパラメータ

伝送方式	DFTs-OFDM	OQAM-DFTs-OFDM
DFTサイズ	56	112
サブキャリア数	56	57
IFFTサイズ	64	64
変調方式	QPSK	OQPSK

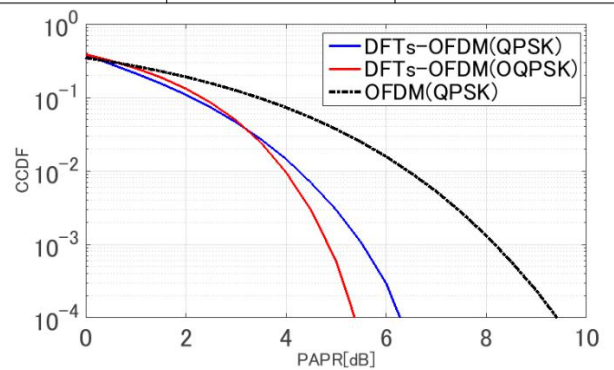


図 3 OQPSK の PAPR の特性の比較

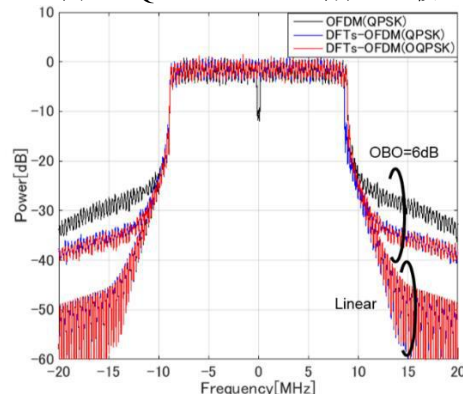


図 4 OQPSK-DFTs-OFDM の送信スペクトル