

サブキャリアの極性反転を用いた並列組み合わせ OFDM の検討

岩崎 良平[†] 大内 浩司[†]
 静岡大学大学院総合科学技術研究科工学専攻[†]

1. はじめに

無線通信における高速伝送への要求は高まる一方で、限られた帯域を有効利用するための変調方式が必須である。そこで最も注目され広く用いられている技術が直交周波数分割多重 (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) である。さらに、帯域幅当たりの伝送効率向上を目的とする手法として並列組み合わせ OFDM (PC-OFDM: Parallel Combinatory OFDM) が検討されている [1]。PC-OFDM はいくつかのサブキャリアを選択的に使用し、その選択の仕方によっても情報を伝送する方式である。そのため、PC-OFDM では使用されないサブキャリアが存在する。PC-OFDM は BPSK 変調や QPSK 変調において情報伝送量の増加が可能であるが、多値 QAM 変調への応用が課題である。本稿では、使用されないサブキャリアを有効利用するために、サブキャリアの極性反転によって並列組み合わせを行う PC-OFDM を検討し、多値 QAM 変調へ応用する。

2. PC-OFDM

図 1 に PC-OFDM のブロック図を示す。送信機側では、送信データビット列がビット列 b_{pc} とビット列 b_{psk} に分けられる。ビット列 b_{pc} に従って使用するサブキャリアが選択され、ビット列 b_{psk} に従って選択されたサブキャリアに変調を施す。ここで、選択されなかったサブキャリアは使用されず便宜上ゼロとし、変調後のシンボル列を S/P 変換した後、IFFT を施す。IFFT によって得られた時間信号を P/S 変換し、送信信号とする。受信機側では、雑音の加わった送信信号を S/P 変換した後、FFT を施す。FFT によって得られた周波数領域信号から最尤推定を行うことで、ビット列 b_{pc} を復調する。また、ビット列 b_{pc} から得られる選択サブキャリアの復調を行い、ビット列 b_{psk} を得る。

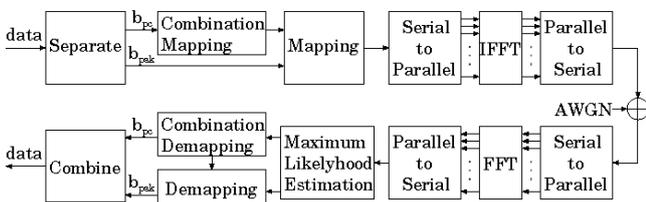


図 1 PC-OFDM のブロック図

3. 極性反転を用いた PC-OFDM

本稿では、サブキャリアを使用しないことで並列組み合わせを行うのではなく、サブキャリアの極性反転によって並列組み合わせを行うことを考える。この場合、全てのサブキャリアを使用することができる。しかしながら、周波数領域においてサブキャリアの極性反転を行うと本来の信号点が別の信号点と重なってしまい、受信機側でどのサブキャリアを極性反転しているのか判別できない。そこで本稿では、サブキャリアの極性反転を行う前に周

波数領域において行列 P の乗算によるプリコーディングを行う [2]。これにより、極性反転の前後で起こる信号点の重なりが軽減される。受信機側では、極性反転されたサブキャリアの候補を極性反転し、 P の逆行列を乗算して信号点を元に戻す。戻した信号点とコンスタレーション上の信号点との距離が最小になるものを見つけることで極性反転されたサブキャリアを判別する。

4. 計算機シミュレーション

極性反転を用いた PC-OFDM の性能評価のため、AWGN 環境下における BER (Bit Error Rate) 特性を計算機シミュレーションによって求めた。ただし、8 サブキャリアごとにプリコーディングを施し、1 サブキャリアの極性を反転させている。図 2 より、OFDM の BER 特性より若干劣化する特性となっていることがわかる。しかし、情報伝送量は OFDM と比較して 8 サブキャリア当たり 3[bit] 増加している。

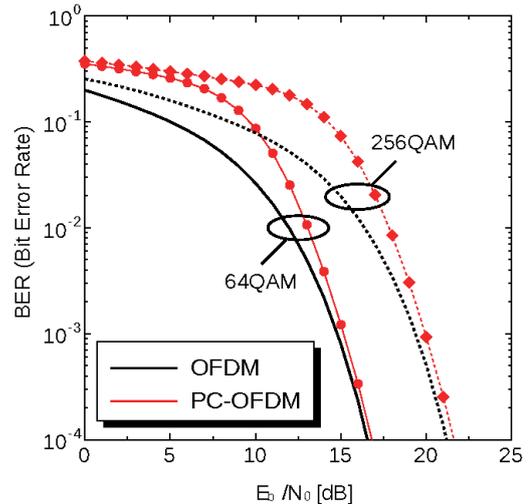


図 2 本手法における BER 特性 (64, 256QAM)

5. まとめ

極性反転を用いた PC-OFDM を検討し、多値 QAM 変調へ応用した。計算機シミュレーションより、極性反転を用いた PC-OFDM が多値 QAM 変調へ応用することが可能であり、情報伝送量が 8 サブキャリア当たり 3[bit] 増加することを示した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K06346 の助成を受けた。

参考文献

- [1] P. Frenger, A. Svensson, "Parallel combinatory OFDM signaling", IEEE Trans. on Commun, Vol.47, No.1, pp558-566, Apr. 1999.
- [2] R. Qiu, Z. Wu, S. Zhu, "A Novel PAPR Reduction Method in OFDM Systems by Using CAZAC Matrix Transform", IEEE WiCOM, pp1-4, Oct. 2008.