

座標変換を用いた PAPR 抑圧処理の検討

A Study on the PAPR Reduction techniques with Coordinate Conversion

吉田 正堯
Masataka Yoshida小泉 亮
Ryo Koizumi周東 雅之
Masayuki Sutoh雨澤 泰治
Yasuharu Amezawa株式会社モバイルテクノ
Mobile Techno Corp.

1. はじめに

LTE で採用されている直交周波数分割多重伝送(OFDM)方式では、ピーク対平均電力比(PAPR)が高くなることが知られている。PAPR が高い信号は電力増幅器の電力効率が低下するため、PAPR の抑圧が必要とされている[1]。

本稿では、複素信号の座標変換処理、およびテーブルを用いた PAPR 抑圧方法を提案し、提案手法が小規模・低遅延な回路で EVM 劣化を抑えつつ PAPR を制御できることを示す。

2. 座標変換を用いた PAPR 抑圧処理

複素信号を x とすると、 x は下記の通り 2 つの位相成分 θ と φ で表現することができる。なお、 y は任意定数である。

$$x = y \left(\exp(j(\theta + \varphi)) + \exp(j(\theta - \varphi)) \right)$$

$$\theta = \tan^{-1}(x)$$

$$\varphi = \cos^{-1}(|x|/2y)$$

ここで、位相成分 θ は x の位相情報のみを持ち、振幅情報は φ のみに含まれる。

提案する PAPR 抑圧は、振幅情報が含まれている φ の分布を所望の PAPR を有する信号の分布に変換することにより行われる。テーブル参照により実現可能であるため、処理遅延が小さく、回路実現性が高い。このテーブル(φ 制御テーブル)は、回路規模削減と EVM の劣化抑制の両面から非線形量子化により生成する。

3. 検討結果

φ 制御テーブルは、所望の PAPR に抑圧した信号 (target PAPR = 8dB, 7dB, 6dB) を元に非線形量子化手法である Lloyd-Max 法[2]を用いてそれぞれ作成した。この時の φ 量子化ビット数は 2~7 とした。また、入力信号は PAPR = 11.1dB の OFDM 信号とし、提案する PAPR 抑圧処理を適用した。

図 1 に入力信号と各 φ 制御テーブルを用いて PAPR 抑圧した場合の CCDF を示す。結果から、いずれも所望の PAPR に制御できていることが分かる。

図 2 に φ 量子化ビット数と PAPR, EVM の関係を示す。結果から、 φ 量子化ビット数が大きいほど EVM を低くできる傾向があることが分かる。また、 $\varphi = 5$ 以上であれば所望の PAPR に抑圧可能であり、このときの EVM は target PAPR = 8dB, 7dB, 6dB でそれぞれ 1.7%, 2.3%, 3.7% であった。

4. まとめ

本稿では、複素信号の座標変換処理、および φ 制御テーブルを用いた PAPR 抑圧方法を提案した。所望の PAPR に抑圧した信号から φ 制御テーブルを生成して用いることに

より、PAPR を制御可能であることを示した。今回の検討では、 φ 量子化ビット数が 5 ビットでも EVM 劣化を抑えつつ PAPR 抑圧が可能であることから、提案手法が小規模・低遅延な回路で実現可能であることも示した。

参考文献

- [1] 伊丹 誠, "OFDM の基礎と応用技術," Fundamentals Review, vol.1, no.2, pp.25-43, 2007.
[2] S.P. Lloyd, "Least squares quantization in PCM," IEEE Trans. Information Theory, vol. IT-28, pp.129-137, March 1982.

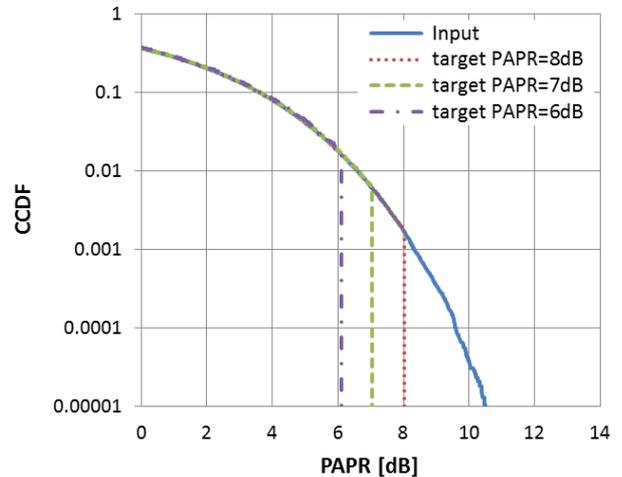
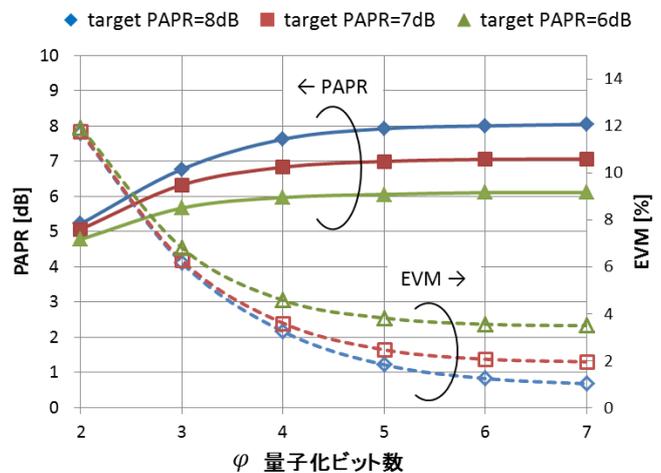


図 1 PAPR の CCDF

図 2 φ 量子化ビット数と PAPR, EVM