

CPM-OFDM 方式の基礎検討

A study on CPM-OFDM System

森岡 和行
Kazuyuki Morioka

笹森文仁
Fumihito Sasamori

アサノ デービッド
David Asano

信州大学
Shinshu University

1 はじめに

本研究室では、これまでに CDMA (Code Division Multiple Access) の一次変調方式として CPM (Continuous Phase Modulation) を用いる CPM-CDMA 方式に関する検討を行ってきた。しかし、近年の高速移動体通信分野においては、周波数利用効率および、マルチパスフェージング耐性に優れた OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 方式が主流となっている。本稿では、OFDM の 1 次変調方式として、電力利用効率とスペクトル特性に優れた CPM を用いる、CPM-OFDM 方式 [1] に関する検討を行う。本稿では、CPM-OFDM 方式において、CPM の変調パラメータである、変調指数 h を変化させたときの、PAPR (Peak to Average Power Ratio) 特性を取得した結果を報告し、今後の検討課題についてまとめた。

2 CPM-OFDM システム

図 1 に CPM-OFDM の送信ブロック図を示す。ここで、図中の CPM 変調後の信号は、以下のように表すことができる。

$$x_k(t) = A \cos[\phi_k(t)]. \quad (1)$$

ここで、 A は送信信号の振幅を表している。 $\phi_k(t)$ は、 k 番目のサブキャリアにおける位相であり、以下のように表される。

$$\phi_k(t) = 2\pi h \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i^{(k)} q(t - iT). \quad (2)$$

ここで、 h は変調指数、 T はシンボルの継続時間である。 $\alpha_i^{(k)}$ は、 k 番目のサブキャリアにおける i 番目のシンボルを表している。また、 $q(t)$ は、位相連続関数であり、パルス関数 $g(\tau)$ を用いて以下のように表される。

$$q(t) = \int_{-\infty}^t g(\tau) d\tau. \quad (3)$$

ここで、 $g(\tau)$ が下記で表される方形パルスであり、さらに $L = 1$ の場合を特に、CPFSK (Continuous Phase Frequency Shift Keying) と呼ぶ。

$$g(\tau) = \begin{cases} \frac{1}{2LT}, & 0 \leq \tau \leq LT \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (4)$$

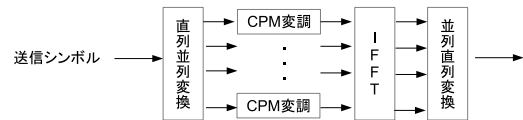


図 1 CPM-OFDM System

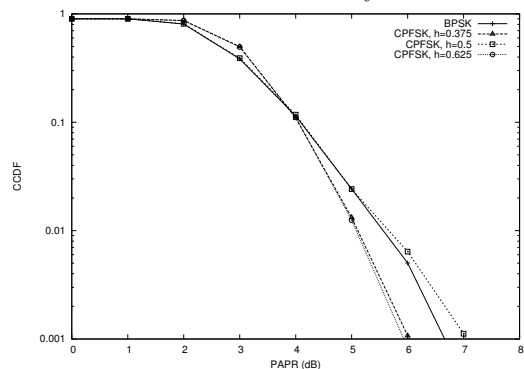


図 2 CCDF of PAPR

3 シミュレーション結果

本稿では、CPM のパラメータとして $g(\tau)$ が方形パルスで $L = 1$ の場合、すなわち CPFSK の場合において、変調指数 h を変化させた場合の PAPR 特性を取得した。図 2 に PAPR の CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function) を示す。図 2 から分かるように、 $h = 0.375, 0.625$ の場合には、PAPR 特性が BPSK よりも優れていることが分かる。CPM においては、変調指数 h やパルス関数 $g(\tau)$ 、過去の依存シンボル数 L 等を柔軟に設定できる。今回の結果は、これらのパラメータを適切に選ぶことにより、OFDM システムで問題となっている PAPR を低減できる可能性があることを示している。

4 おわりに

本稿では、OFDM の 1 次変調方式として CPM を用いた CPM-OFDM システムに関して基礎的な検討を行った。今後の研究方針として、

- PAPR を低減可能な CPM パラメータの最適化
- CPM 復調に MLSD を適用時の受信負荷の軽減
- 航空・衛星用途を意識した航空・衛星チャネルにおける性能評価

について検討中である。

参考文献

- [1] Tasadduq, I.A. and Rao, R.K., "OFDM-CPM signals," *Electronics Letters*, vol. 38, no. 2, pp. 80-81, 2002.