

既知信号のうなりを用いた CSS-OFDM の サンプルシフト量推定法の提案

北澤 隆浩[†]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

現在の大容量無線通信に対する需要に応える技術として、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式がある。OFDM 方式は多数のサブキャリアを多重化して信号を生成するため、非常に高い PAPR (Peak to Average Power Ratio) を持つ。そのため非線形増幅器において信号ひずみが生じ、誤り率の劣化を招く。この PAPR 低減の手法として CSS (Cyclic Shifted Sequences) 法 [1] が提案されている。しかし、CSS 法では受信側で復調するために、本来伝送したい情報と同時に副情報を送信しなければならない。本稿では、副情報の代わりにパイロット信号を伝送し、そのうなりを用いた復調法を提案する。

2 システムモデル

N 個の周波数領域信号 $X = [X_0, X_1, \dots, X_{N-1}]$ を V 個のクラスタに分ける。各クラスタに対して IFFT を施すことで、 V 個の時間信号 $x^v = [x_0^v, x_1^v, \dots, x_{N-1}^v]$ ($v = 1, 2, \dots, V$) を生成する。 V 個のクラスタの内、 $V-1$ 個のクラスタに対して巡回的なサンプルシフトを行う。通常、サンプルシフトの与え方を各クラスタに対して M 通り用意し、 M^{V-1} 通りの OFDM 候補信号の中から一番小さな PAPR を持つものを伝送する。受信側で正しく復調を行うために、送信側でどのようにサンプルシフトが行われたかを知る必要がある。副情報を送る場合、サンプルシフト後に副情報を足し合わせる必要があるため、再び高いピークが現れる可能性がある。

3 提案法

隣接型のクラスタを想定する。サンプルシフトを施すクラスタ内の、隣り合った 2 サブキャリアを初期位相受信側既知のパイロット信号とする。受信側において、パイロット信号のみの時間波形を取り出すと、隣り合ったサブキャリアを用いていることから、基本周波数のうなりが生じている。このうなりの波形の位相は、基本周波数の正弦波がサンプルシフトによって受ける位相回転を表すため、以下の式を用いて各クラスタのサンプルシフト量の推定値 \hat{k} を得ることができる。

$$\hat{k} = \arg \min_k \sum_{n=0}^{N-1} |x_n^v - \hat{x}_{n,k}^v| \quad (1)$$

$\hat{x}_{n,k}^v$ は受信側で構成した、 v 番目のクラスタのパイロット信号と同じ周波数を持った、 k サンプルだけシフトさせた信号を表す。得られた \hat{k} に従いサンプルシフトによる位相回転を打ち消すことで、復調が可能となる。

4 計算機シミュレーション

PAPR の CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function) 特性によって提案法の評価を行う (図 1)。 $N = 64, V = 4$ とする。パイロット信号は各クラスタ最大周波数から 2 サブキャリアとする。従来法では、副情報の伝送に用いるサブキャリア数を $M = 4, M = 8$ のときそれぞれ 1, 2 とする。また、CSS-OFDM 信号の平均電力を変化させないために、副情報を PSK によって送信する。図 1 より、従来法では副情報の加算により $M = 4, M = 8$ それぞれの場合において、CCDF 特性が提案法に対して 0.6 [dB], 1.9 [dB] だけ劣化していることが確認できる。 $M = 8$ の場合に劣化の度合いが大きいのは、2 サブキャリアを CSS 処理後に加算したためである。一方提案法では、副情報の加算を行わないため CCDF 特性の劣化が生じず、CSS-OFDM 信号と同じ特性となる。

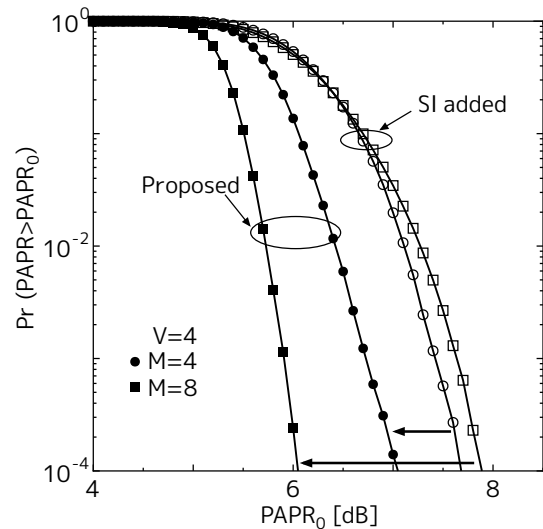


図 1 CCDF 特性

5 まとめ

CSS-OFDM 信号において、副情報の代わりにパイロット信号を用いた復調法を提案した。提案法では、CCDF 特性を劣化させずにサンプルシフト量の推定が可能であることを示した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25420364 の助成を受けた。

参考文献

- [1] G. R. Hill, "Peak Power Reduction in Orthogonal Frequency Division Multiplexing Transmitters", PhD. Thesis, Victoria University of Technology, Melbourne, Australia, 2011.