

離散長球波動関数による OFDM 信号の帯域外特性の改善

1190338 千原 健太 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

スマートフォンや無線 LAN 等の普及に伴い、高速かつ大容量で信頼性の高い通信環境の実現が求められている。現在幅広く用いられている直交周波数分割多重 (orthogonal frequency division multiplexing: OFDM) 信号はマルチパス環境でも効率よく伝送できるが、帯域外放射が大きいため高い周波数利用効率を実現できない [1]。そのため、OFDM 信号よりも高い周波数利用効率を実現する通信方式として、非直交サブキャリアを用いたマルチキャリア (nonorthogonal multicarrier: NOMC) 信号が検討されている。特に、NOMC 信号にスレピアン系列を用いて生成される離散長球波動関数 (discrete prolate spheroidal wave function: DPS 波動関数) は高い周波数利用効率を実現できる [2]。本研究では、DPS 波動関数により近似的な OFDM 信号を生成し、帯域外特性を改善する。

2 離散長球波動関数

DPS 波動関数の k 番信号 $c_k(t)$ ($k = 1, 2, \dots, K$) は次式で表される。

$$c_k(t) = g_T(t) \sum_{l=1}^N c_{k,l} e^{j \frac{2\pi}{T_0} (l - \frac{1}{2}) t} \quad (1)$$

ここで、 $g_T(t)$ は矩形ゲート関数で $g_T(t) = \{1 (0 < t < T), 0 \text{ (otherwise)}\}$, $j = \sqrt{-1}$, N はサブキャリア数, T は DPS 波動関数の信号長, $1/T_0$ は DPS 波動関数を構成する複素正弦波の周波数間隔である。 T_0/T はサブキャリア密度と呼ばれる。 $c_{k,l}$ は k 番信号用の長さ N のスレピアン系列である [2]。

3 提案方式

OFDM 信号のサブキャリア数を $N_1 (\ll N)$ とすると、送信号 $\tilde{s}(t)$ は次式で表される。

$$\tilde{s}(t) = \sum_{n=1}^{N_1} b_n e^{j \frac{2\pi}{T} (n - \frac{1}{2}) t} \quad (2)$$

ここで、 b_n は複素データシンボルである。

本研究では、 K' 個の DPS 波動関数の和 $s(t)$ で OFDM 信号 $\tilde{s}(t)$ を近似する。

$$s(t) = \sum_{k=1}^{K'} d_k c_k(t) \quad (3)$$

ここで d_k は $\tilde{s}(t)$ に含まれる $c_k(t)$ 成分の大きさである。

$$d_k = \int_0^T c_k^*(t) \tilde{s}(t) dt \quad (4)$$

* は複素共役である。

復調は通常の OFDM 受信機により行う。

4 性能評価

DPS 波動関数のサブキャリア数 $N = 2000$, OFDM 信号のサブキャリア数 $N_1 = 50$, サブキャリア密度を 4, DPS 波動関数の数 $K' = 500$ としたときの OFDM 信号と提案方式のパワースペクトルを図 1 に、ビット誤り率 (bit-error rate: BER) 特性を図 2 に示す。図 1 より、提案方式の帯域外特性は OFDM 信号よりも約 5dB 改善されていることが確認できる。しかし図 2 より、提案方式の BER 特性は OFDM 信号よりも約 0.5dB 劣化していることが確認できる。

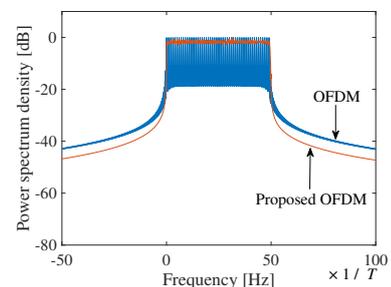


図 1 OFDM 信号と提案方式のパワースペクトル

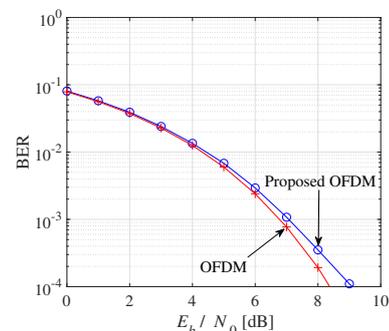


図 2 OFDM 信号と提案方式の BER 特性

5 まとめ

本研究では、DPS 波動関数により OFDM 信号を近似的に生成することで、OFDM 信号の帯域外特性を抑えられることを示した。提案方式の BER 特性には OFDM 信号よりも若干の劣化が見られた。

参考文献

- [1] 伊丹誠, わかりやすい OFDM 技術, オーム社, pp.29-58, 2005.
- [2] 浜村昌則, “非直交マルチキャリア信号へのスレピアン系列の応用,” IEICE Fundamentals Review vol.11, no.1, pp.54-62, July 2017.