

べき乗ロールオフパルスによる OFDM 信号のキャリア間干渉の低減

1190354 野田正太郎 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

直交周波数分割多重 (orthogonal frequency division multiplexing: OFDM) 方式は、直交する多数の搬送波を使用してデジタル変調し、通信の高速化と周波数利用の効率化を実現する [1]。しかし、OFDM 方式では周波数オフセットの影響を受け、キャリア間干渉 (intercarrier interference: ICI) が発生し、ビット誤り率 (bit-error rate: BER) が増加する [2]。

ICI を低減する方法として、本研究室において提案されているべき乗ロールオフパルス (power roll-off pulse) を適用することを提案する。このパルスは 2 つのパラメータを持っており、パルス波形および周波数スペクトルを様々な形に変化させることができる [3]。

本研究では、周波数オフセットを考慮した OFDM にべき乗ロールオフパルスを窓関数として適用し、ICI の低減について検討する。

2 窓関数を適用した OFDM 方式

OFDM 方式の送信信号 $x(t)$ は次式で与えられる。

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} p(t-nT) \sum_{m=0}^{M-1} a_{m,n} e^{j2\pi \frac{m}{T} t} \quad (1)$$

ここで、 m ($m = 0, 1, \dots, M-1$) はサブキャリア番号、 M はサブキャリア数、 $a_{m,n}$ は m 番サブキャリアによって伝送される n 番メッセージシンボル、 T [s] はメッセージシンボル長、 $p(t)$ は窓関数である。

OFDM 方式の受信信号 $r(t)$ は次式で与えられる。

$$r(t) = e^{j2\pi \Delta f t} x(t) + w(t) \quad (2)$$

ここで、 Δf は周波数オフセット、 $w(t)$ は加法性白色ガウス雑音 (additive white Gaussian noise: AWGN) である。

3 べき乗ロールオフパルス

文献 [3] のべき乗ロールオフパルスの伝達関数を時間領域における窓関数 $p(t) = p_p(t)$ として与える。

$$p_p(t) = \begin{cases} \frac{1}{T}, & 0 \leq |t| \leq (1-\alpha)\frac{T}{2} \\ \frac{1}{T} \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left\{ \frac{|t-(1-\alpha)T/2|}{\alpha T/2} \right\}^\beta \right\}, & (1-\alpha)\frac{T}{2} \leq |t| \leq \frac{T}{2} \\ \frac{1}{2T} \left\{ \frac{(1+\alpha)T/2-|t|}{\alpha T/2} \right\}^\beta, & \frac{T}{2} \leq |t| \leq (1+\alpha)\frac{T}{2} \\ 0, & |t| > (1+\alpha)\frac{T}{2} \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 α ($0 \leq \alpha \leq 1$) はロールオフ率、 β ($0 \leq \beta < \infty$) は波形を様々な形に変化させるパラメータである。

4 性能評価

4.1 条件

サブキャリア数は $M = 64$ 、変調方式は DQPSK、べき乗ロールオフパルスは $\alpha = 0.5$ 、 $\beta = 0.37$ とし、OFDM の ICI を求める。

4.2 結果

べき乗ロールオフパルスを適用した OFDM と矩形パルス、Raised cosine (RC) パルス、Better than RC (BTRC) パルス [4] を適用した OFDM 方式の ICI を図 1 に示す。べき乗ロールオフパルスを適用することで他のパルスを適用した OFDM 方式より ICI を低減できることが分かる。

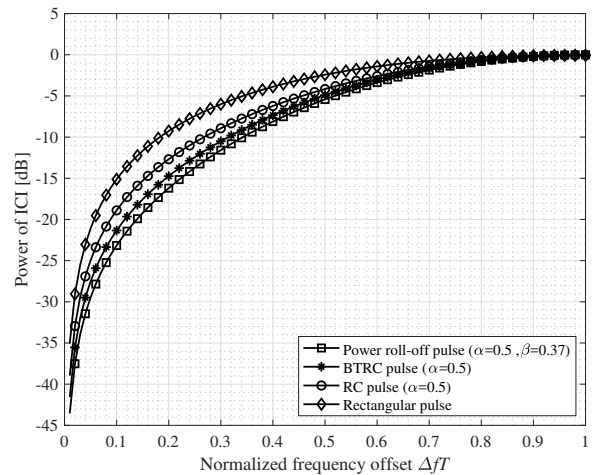


図 1 異なるパルスを適用した OFDM 方式における ICI の比較

5 まとめ

本研究では、べき乗ロールオフパルスを適用した OFDM 方式の ICI を求め、異なるパルスを適用した OFDM 方式との比較を行った。その結果、べき乗ロールオフパルスを適用することで ICI を最も効果的に低減できることが分かった。

参考文献

- [1] 伊丹 誠, わかりやすい OFDM 技術, オーム社, 2005.
- [2] P. Tan and N.C. Beaulieu, "Reduced ICI in OFDM systems using the "better than" raised-cosine pulse," IEEE Communications Letters, vol.8, issue 3, pp.135-137, Mar. 2004.
- [3] M. Mohri and M. Hamamura, "ISI-Free Power Roll-Off Pulse," IEICE Trans. Fundamentals, vol.E92-A, no.10, pp.2495-2497, Oct. 2009.
- [4] N.C. Beaulieu, C.C. Tan, and M.O Damen, "A "better than" Nyquist pulse," IEEE Communications Letters, vol.5, no.9, pp.367-368, Sept. 2001.