

ロールオフフィルタを適用したフィルタバンクマルチキャリア信号の特性

1180306 香嶋 弘太郎 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

近年,身の回りのあらゆるものがインターネットに接続されるIoT(Internet of Things)が多く活用されるようになってきた.膨大なIoTの通信に対応するため5Gネットワークが検討されている.その方式の一つにフィルタバンクマルチキャリア(filter-bank multicarrier: FBMC)方式がある.FBMC方式は,4G波形であるCP-OFDMと比較して,高いスペクトル効率が得られる[1].

本研究室において,ナイキストの第一基準を満たしたべき乗ロールオフ(power roll-off)パルスが提案されている.べき乗ロールオフパルスは,スペクトルのロールオフ特性を調整するパラメータを持つ[2].本研究では,オフセットFBMCのフィルタにべき乗ロールオフパルスを適用し,パワースペクトルとビット誤り率(bit-error rate: BER)について検討する.

2 FBMC方式

オフセット直交振幅変調を用いたFBMC方式は,様々な環境下でスペクトルを効率的に利用できる.このFBMC方式の送信信号 $x(t)$ は次式で与えられる.

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x^{(R)}(t - nT) + x^{(I)}(t - \frac{1}{2}T - nT) \quad (1)$$

このとき, $x^{(R)}(t), x^{(I)}(t)$ ($0 < t < LT$)は次式で与えられる.

$$x^{(R)}(t) = h\left(t - \frac{LT}{2}\right) \sum_{m=0}^{M-1} e^{j2\pi\frac{m}{T}t} j^m b_m^{(R)} \quad (2)$$

$$x^{(I)}(t) = h\left(t - \frac{LT}{2}\right) \sum_{m=0}^{M-1} e^{j2\pi\frac{m}{T}t} j^{m+1} b_m^{(I)} \quad (3)$$

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, $b_{m,n}$ 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, $b_{m,n}^{(R)} = \text{Re}[b_{m,n}]$, $b_{m,n}^{(I)} = \text{Im}[b_{m,n}]$ は $b_{m,n}$ の実部と虚部, $T[s]$ はメッセージシンボル長, L はオーバーラッピングファクタと呼ばれる数, $h(t)$ は波形整形パルスである.

3 べき乗ロールオフパルス

べき乗ロールオフパルス波形は次式で与えられる.

$$h_p(t) = \frac{\sin(2\pi Bt)}{\pi t} \cdot \left\{ 1 - \frac{4\pi^2 \alpha^2 B^2 t^2}{2 + 3\beta + \beta^2} \cdot {}_1F_2\left(1; \frac{1}{2}(3 + \beta), \frac{1}{2}(4 + \beta); -\pi^2 \alpha^2 B^2 t^2\right) \right\} \quad (4)$$

ここで, $B = 1/(2T_s)$, $\alpha(0 \leq \alpha \leq 1)$ はロールオフ係数, $\beta(0 \leq \beta < \infty)$ はロールオフ特性を様々な形状に変形さ

せるためのチューニングパラメータ, T_s は干渉の生じない最小のサンプル間隔である. ${}_1F_2(a; b_1, b_2; c)$ は次式で与えられる超幾何関数である.

$${}_1F_2(a; b_1, b_2; c) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a)_n}{(b_1)_n (b_2)_n} \cdot \frac{c^n}{n!} \quad (5)$$

ここで, $(x)_n = x(x+1)(x+2)\dots(x+n-1)$, $(x)_0 = 1$ である.

4 性能評価

4.1 シミュレーション条件

サブキャリア数は $M = 512$,メッセージシンボルはQPSK,オーバーラッピングファクタは $L = 3$,べき乗ロールオフパルスは $\alpha = 1, \beta = 2$ とし,オフセットFBMCのパワースペクトルを求める.

4.2 シミュレーション結果

べき乗ロールオフパルスを適用したオフセットFBMC(P rolloff FBMC)と従来のオフセットFBMCのパワースペクトルを図1に示す.べき乗ロールオフパルスを用いることで従来のオフセットFBMCのパワースペクトルの帯域外放射を格段に低減できることが分かる.

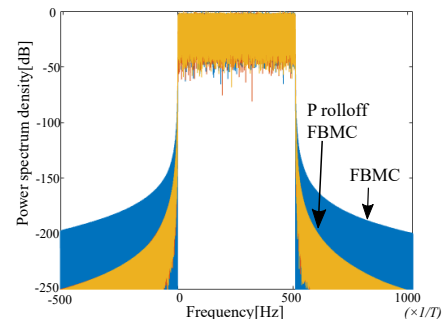


図1 FBMC方式とP rolloff FBMC方式のパワースペクトル

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FBMC信号のパワースペクトルとBER特性を求め,従来のFBMCとの比較を行った.本梗概ではパワースペクトルの比較のみを示した.

参考文献

- [1] C. Kim, Y.H. Yun, K. Kim, and J.-Y. Seol, "Introduction to QAM-FBMC: From waveform optimization to system design," IEEE Commun. Mag., vol.54, pp.66-73, Nov. 2016.
- [2] M. Mohri and M. Hamamura, "ISI-free power roll-off pulse," IEICE Trans. fundamentals, vol.E92-A, no.10, pp.2495-2497, Oct. 2009.