

近似 ZCZ 相補系列セットの生成法について

1180367 平島 隆也 【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 等の普及により、多数のユーザがネットワークを使用することでシンボル間干渉や他局間干渉が増加する問題がある。これらを低減する方法の一つとして、ある決められた範囲内の相関を 0 にする ZCZ (zero correlation zone) 系列セットを使用することが挙げられる。ZCZ 系列セットに近似した性質を有する近似 ZCZ 系列セットが提案されている [1]。本研究では、帰還型マルチトーンホッピング CDMA [2] の考え方を応用して生成した近似 ZCZ 相補系列セットについて述べ、その系列セットが相補系列の性質を有することを明らかにする。

2 相補系列セット

相補系列セットには、各系列の自己相関関数の和が 0 シフト以外のすべてのシフトで 0 となる自己相補系列セット、相互相関関数の和がすべてのシフトで 0 となる相互相補系列セット、両者の性質を併せ持つ完全相補系列セットがある。周期完全相補系列セット $D(k)$ は次式で定義される。

$$D(k) = \begin{bmatrix} D_{1,1}(k) & D_{1,2}(k) & \cdots & D_{1,M}(k) \\ D_{2,1}(k) & D_{2,2}(k) & \cdots & D_{2,M}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{N,1}(k) & D_{N,2}(k) & \cdots & D_{N,M}(k) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\sum_{m=1}^M R_{D_{i,m}, D_{j,m}}(n) = E_{D_i} \delta(i - j) \delta(n)$$

ここで、 $D_{i,m}(k)$ は $D(k)$ 内の i 行 m 列目の系列で系列長は L ($i = 1, 2, \dots, N; m = 1, 2, \dots, M$), k は各系列の要素番号, $R_{D_{i,m}, D_{j,m}}(n)$ は周期相関関数, $\delta(n) = \{1(n = 0), 0(n \neq 0)\}$, E_{D_i} は $D(k)$ の i 行目の各系列の 0 シフトでの周期自己相関係数 $R_{D_{i,m}, D_{j,m}}(0)$ の和である。

3 近似 ZCZ 相補系列セット

近似 ZCZ 相補系列セットは、近似 ZCZ 長と呼ばれる Z_A で特徴づけられる位相シフト範囲 $0 \leq |\tau| \leq Z_A$ において、上で述べた相補系列セットが持つ相関特性を近似的に有する系列セットである。近似 ZCZ 相補系列セットの生成の原理ブロック図を図 1 に示す。

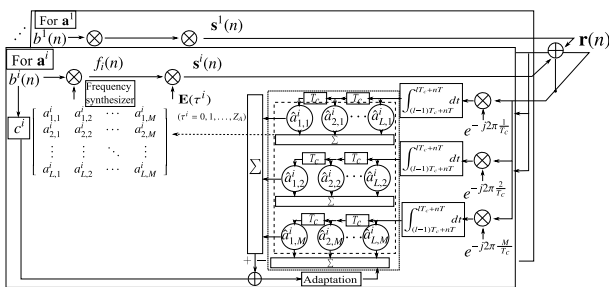


図 1: 近似 ZCZ 相補系列セット生成のブロック図

系列 $D_{i,m}(k)$ を m 行目に持つ $M \times L$ の行列を A^i とする。 A^i の (k, m) 要素 $a_{k,m}^i$ ($k = 1, 2, \dots, L; m = 1, 2, \dots, M; i = 1, 2, \dots, N$) の初期値は正負ランダムに選ぶ。 $L \times L$ の単位行列 E の各列を τ ($0 \leq \tau \leq Z_A$) だけ左に巡回シフトした行列を $E(\tau)$ とする。 $E(\tau)$ により A^i をシフトさせ、そのシフト量での自己相関及び相互相関が所望値となるように文献 [1] の方法を活用した。これによって得られる $A^1 \sim A^N$ の各行が近似 ZCZ 相補系列の性質を有するか確認する。

4 特性評価

$N = 5, L = 30, Z_A = 5, M = 3$ として $A^1 \sim A^5$ を生成した。得られた系列セットの自己相関関数を図 2(a) に、相互相関関数を図 2(b) に示す。図 2(a) では A^1 と A^2 の各系列の自己相関関数の和を例示している。これらの自己相関関数が位相シフト 1 ~ 5 において 0 となっていることを確認できる。図 2(b) では A^1 と A^2 の各系列間の相互相関関数の和を例示している。これらの相互相関関数が位相シフト 0 ~ 5 において 0 となっていることを確認できる。

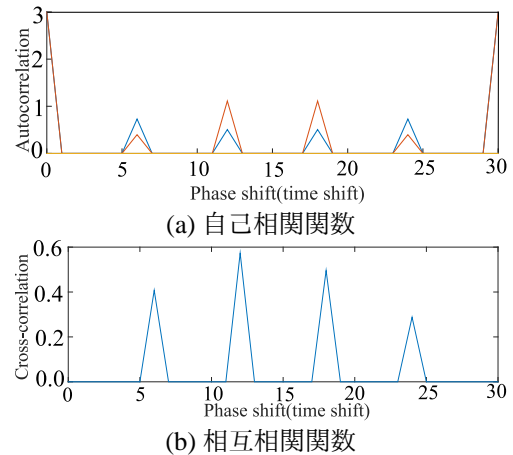


図 2: 相関関数

これらの図より、得られた $A^1 \sim A^5$ が近似 ZCZ 完全相補系列セットとなっていることが分かる。

5 まとめ

提案法により、近似 ZCZ 完全相補系列セットが得られたことを明らかにした。

参考文献

- [1] S. Fukui and M. Hamamura, "Approximately-zero correlation zone sequence set," IEICE Trans. Fundamentals, vol.E99-A, no.1, pp.159-166, Jan.2016
- [2] K. Chiba and M. Hamamura, "Multitone-hopping CDMA using feedback-controlled hopping pattern for decentralized multiple access," IEICE Trans. Fundamentals, vol.E91-A, no.12, pp.3723-3730, Dec. 2008.