

互いに素な長さの符号系列セットの特性評価

1170290 上畑 奈央 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

多様な無線通信を行う環境において、異なる伝送速度で信号を送信できるようにすることは重要な課題である。直接拡散 CDMA (direct-sequence code-division multiple access: DS-CDMA) は簡単な相関受信でマルチパスによるシンボル間干渉 (intersymbol interference: ISI) や多元接続による他局間干渉 (multiple access interference: MAI) を低減することが可能な方式のひとつである。DS-CDMA において異なる長さの符号系列が同時に用いられる環境は、多様な通信速度が混在する環境である。同期 DS-CDMA において直交可変拡散率 (orthogonal variable spreading factor: OVVSF) 符号を異なる長さの拡散系列として使用することが提案されている [1]。

本研究では、非同期無線通信を想定した互いに素な長さの拡散系列セット [2] を生成し、各系列間の相互相関関数の最大絶対値について評価する。

2 互いに素な長さの符号系列の生成方法

K 個の拡散系列セット $C_k (k = 1, 2, \dots, K)$ の構成法を示す。拡散系列セットは M_k 個の拡散系列から構成されており、各拡散系列は実数値からなる系列長 L_k の $\mathbf{p}_{k,m} = [p_{k,m,1} \ p_{k,m,2} \ \dots \ p_{k,m,L_k}]^T (m = 1, 2, \dots, M_k)$ である。ここで、 T はベクトルの転置を表す。

L_k と $L_{k'} (k \neq k')$ の最大公約数が 1 となる互いに素な長さの拡散系列セットの生成法を図 1 に示す。 $\mathbf{p}_{k,m}$ の

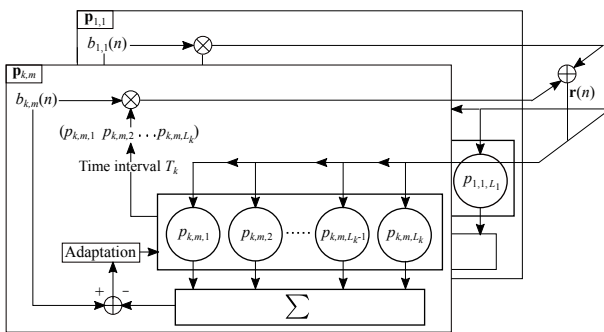


図 1: 拡散系列生成法

初期値は正負ランダムに選ぶ $\{+1, -1\}$ とする。各系列の探索部において $b_{k,m}(n) (\in \{+1, -1\})$ をランダムに生成し、 $\mathbf{p}_{k,m}$ と乗積する。他の系列に対して同様の処理を行いそれらの和の系列を求める。正規化 LMS (normalized least-mean-square: N-LMS) アルゴリズムを用いて $\mathbf{p}_{k,m}$ を更新する。更新した $\mathbf{p}_{k,m}$ を T_k 間隔で新しい拡散系列とする。以上のプロセスを N_f 回繰り返すことで、相互相関が小さい拡散系列が得られる。

3 特性評価

$K = 2, (M_1, M_2) = (1, 1)$, ステップゲイン $\mu = 10^{-2}, T_k = \frac{W}{L_k}, W = \lceil \frac{10^3}{L_1} \rceil L_1 L_2, N_f = 10^3$ として拡散系列セットを生成した。 $L_1 = \{9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 51\}, L_2 = 53$ とする。本研究では、生成した系列セットの特性を系列間の相互相関関数で評価する。ただし、異なる長さの系列に対しては一般的な相互相関関数の定義は利用できない。そこで、長い方の系列を固定し短い方の系列をシフトすることで相互相関関数を求めることとした。図 2 は、ノルムを 1 とした各系列間の相互相関関数の絶対値の最大値 c_{\max} を N 回求め、そのうちの最小値を表示したものである。

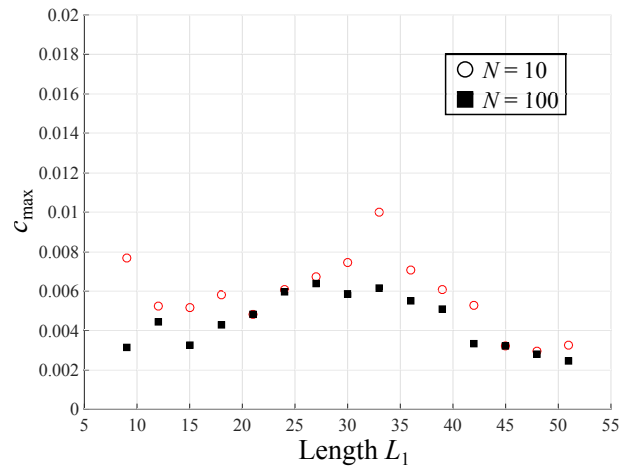


図 2: L_1 と相互相関関数の最大絶対値の関係

グラフより、 $N = 10$ の場合と $N = 100$ の場合には大差はないが、 $N = 100$ の方が滑らかな形状になっており、 c_{\max} の下限の推定に利用できる。

4 まとめ

本研究では、互いに素な長さの拡散系列を生成し、 L_2 を固定したときの c_{\max} と L_1 の関係を示した。

参考文献

- [1] K. Okawa and F. Adachi, "Orthogonal Forward Link Using Orthogonal Multi-Spreading Factor Codes for Coherent DS-CDMA Mobile Radio," IEICE Trans. Commun., vol.E81-B, no.4, pp.777-783, Apr. 1998.
- [2] N. Kitamura and M. Hamamura, "Relatively prime length spreading sequences for DS-CDMA," IEEE ISSSTA2010, pp.181-184, Oct. 2010.