

# 帰還型 DS-CDMA のフィードバック情報量の削減

1140304 鳳 大希 【 浜村研究室 】

## 1 はじめに

非同期マルチパス環境ではシンボル間干渉 (intersymbol interference: ISI) や他局間干渉 (multiple-access interface: MAI) が発生し、通信性能が劣化する。通信性能の劣化を抑える方式として、受信機に用いた直交化フィルタ (code-orthogonalizing filter: COF) のタップ重みの一部を送信機にフィードバックすることで、非同期マルチパス環境下でも優れたビット誤り率 (bit-error rate: BER) 特性を示す帰還型 DS-CDMA 方式がある。本研究では、FC/DS-CDMA 方式の受信機から送信機に COF タップ重みの一部をフィードバックする際に必要な情報量を削減することを目的として、従来の 1 チップあたり 1 ビットのスカラ量子化より情報量を削減できる量子化方法を提案し、それをを用いた場合の BER 特性を評価する。

## 2 提案する量子化法

量子化する対象の拡散系列の系列長を  $L$  とする。拡散系列の要素を 2 チップずつ取り込み、2 次元ベクトル  $(x_i, y_i) (i = 1, 2, \dots, L/2)$  として扱う。これら  $L/2$  個の 2 次元ベクトルそれぞれの大きさを求める。ベクトルの大きさが大きなものを上から 2 つ選び、ベクトルの要素の正負を判定する。この正負判定の結果より、拡散系列をベクトル量子化するための 2 つの異なる代表ベクトル  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  を表 1 のように決定する。各 2 次元ベクトル  $(x_i, y_i)$  の値を  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  と比較して、近いもので置き換える。この様子を図 1 に示す。

送受信機はあらかじめ 6 つのコードブックからなるコードブックセット (代表ベクトルが書かれている本の集合) を共有していると仮定する。各コードブックのページ 0 には代表ベクトル  $\mathbf{a}$  が、ページ 1 には代表ベクトル  $\mathbf{b}$  が記載されているものとする。受信機が送信機に拡散系列をフィードバックする際には、ベクトル量子化に用いたコードブックの番号 (3 ビット) と、拡散系列がどのような順番で  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  に置き換えられたかが分かるようにページ番号の並びを  $L/2$  個フィードバックする。これにより、系列長  $L$  の拡散系列を  $L/2 + 3$  ビットで送信機に返すことができる。

表 1 代表ベクトルの決定方法

最大ベクトル		第 2 最大ベクトル		代表ベクトル $\mathbf{a}$		代表ベクトル $\mathbf{b}$		コードブック番号
x	y	x	y	ページ 0	ページ 1			
正	正	負	正	(+1, +1)	(-1, +1)			0(000)
正	正	負	負	(+1, +1)	(-1, -1)			1(001)
正	正	正	負	(+1, +1)	(+1, -1)			2(010)
負	正	負	負	(-1, +1)	(-1, -1)			3(011)
負	正	正	負	(-1, +1)	(+1, -1)			4(100)
負	負	正	負	(-1, -1)	(+1, -1)			5(101)

## 3 性能評価

提案の量子化法を用いた FC/DS-CDMA 方式と従来のスカラ量子化法を用いた FC/DS-CDMA 方式の性能を

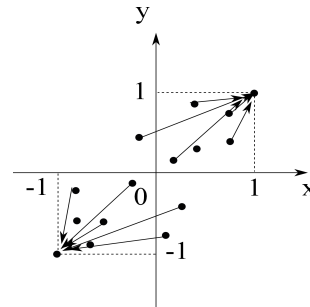


図 1 代表ベクトルが  $\mathbf{a} = (+1, +1)$ ,  $\mathbf{b} = (-1, -1)$  の場合のベクトル量子化の説明図

非同期マルチパス環境下において比較する。符号長  $L = 32$  の直交 Gold 符号を用いて、ユーザ数 20, フィードバック間隔  $T_f = 10^4 T_s$ , フィードバック回数  $N_f = 10$  回, 正規化 LMS (normalized least-mean-square: N-LMS) アルゴリズムのステップサイズパラメータを  $\mu = 10^{-1}$  とする。図 2 より、1 ビットのスカラ量子化と提案の量子化法では BER 特性にあまり差がみられない。1 ビットのスカラ量子化では、拡散系列を 32 ビットでフィードバックするのに対し、提案の量子化法では  $L/2 + 3 = 19$  ビットでフィードバックできる。よって、このシミュレーション条件下では、提案方式により従来の 1 ビットスカラ量子化より 11 ビットのフィードバック情報量を削減できた。

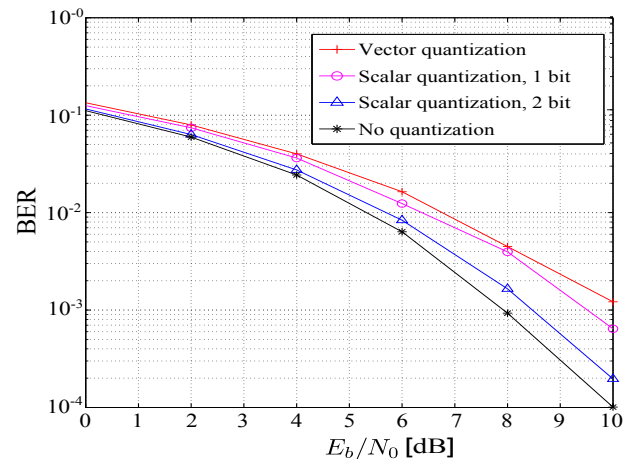


図 2 BER 特性の比較

## 4 まとめ

本研究では、新しく提案した量子化法を用いた FC/DS-CDMA と従来のスカラ量子化を用いた FC/DS-CDMA の BER 特性の比較を行った。提案した量子化法では従来の 1 ビットスカラ量子化とあまり差がない BER 特性でフィードバック情報量を削減できた。

## 参考文献

- [1] 中田, 南, 平松, 市野, 守屋, (中田, 南, 平松 編), 情報信号処理, オーム社, 東京, 1986