

マルチパス環境における並列組合せ CDMA に適した符号の生成

1140369 八久保 賢人 【 濱村研究室 】

1 はじめに

M 個の拡散系列から R 個の拡散系列を選ぶ選び方に情報を乗せる組合せ変調を直接拡散 CDMA(direct-sequence code-division multiple access: DS-CDMA) 方式に適用した並列組合せ CDMA(parallel combinatory CDMA: PC-CDMA) 方式が提案されている [1]. ワイヤレス伝送で発生するユーザ間干渉やシンボル間干渉を大幅に低減可能な方式として、帰還型直接拡散 CDMA(feedback-controlled DS-CDMA: FC/DS-CDMA) が提案されている [2]. 本研究では、FC/DS-CDMA の原理を利用してマルチパス環境における PC-CDMA に適した符号を生成する FC/PC-CDMA を提案し、ビット誤り率 (bit-error rate: BER) 特性を評価する.

2 FC/PC-CDMA

FC/PC-CDMA のシステムモデルを図 1, 2 に示す. 図 1 は k 番ユーザの送信機, 図 2 は k 番ユーザの受信機を示している. 送信機には初期拡散系列として系列長 L , チップ幅 T_c , 系列数 M の直交 Gold 系列 $c_{k,m}(t)(m = 1, 2, \dots, M)$ を用意しておき, 用意した M 個の拡散系列から R 個を $u_{k,m}(n)(\in \{0, 1\})$ により選択する. $u_{k,m}(n)$ は送信データの一部 ($b_{k,1}(n), \dots, b_{k,d}(n)$) を重み一定符号化することで得られる. 選ばれた拡散系列に残りの送信データ ($b_{k,d+1}(n), \dots, b_{k,d+R}(n)$) を乗じて送信信号 $s_k(t)$ が生成される. 通信路では, 加法性白色ガウス雑音を送信信号に加算される. FC/PC-CDMA の受信機は, タップ数 $L + \alpha$ の適応フィルタ M 個と PC-CDMA の復号器の組合せで構成されている. タップ重みを更新する適応アルゴリズムには, 正規化 LMS(least mean-square) アルゴリズムが用いられ, 最尤系列判定して得られる $\hat{u}_{k,m}(n)(\in \{0, 1\})$ が $\hat{u}_{k,m}(n) = 1$ のとき $c_{k,m}(t)$ が送信に使用されたと推定され, m 番フィルタのタップ重みのみが更新される. また, $\hat{u}_k(n)$ の重み一定復号と $\hat{b}_k(n)$ の正負判定により $\hat{b}_k(n)$ が得られる. 初期トレーニング期間には, 更新されたタップ重みの一部が一定時間間隔で送信機にフィードバックされる.

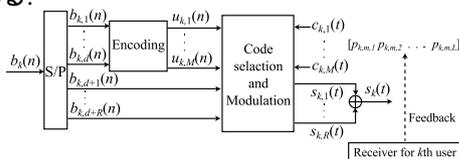


図 1 FC/PC-CDMA の送信機

3 性能評価

本研究では, 初期トレーニング期間に二つの方法を採用する. 一つ目は, 初期トレーニングの高速化を目的として, マルチコード伝送を行い, M 個全ての適応フィルタのタップ重みを常時更新する方法である (Method 1).

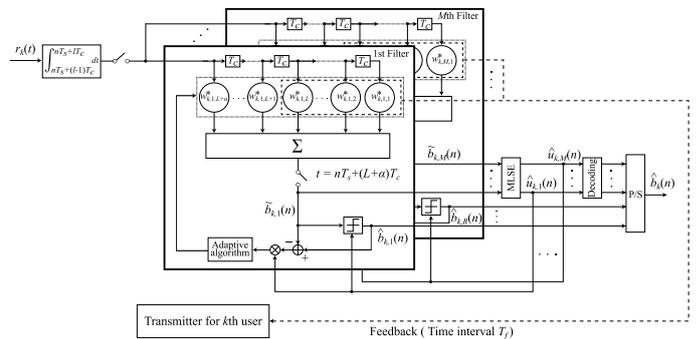


図 2 FC/DS-CDMA の受信機

二つ目は, M 個の拡散系列のうち R 個選択して送信し, 対応する R 個の適応フィルタのタップ重みのみ更新する方法である (Method 2).

FC/PC-CDMA の BER 特性を図 3 に示す. 参考のために, マルチパス干渉を低減する方法として知られている RAKE 受信方式を用いた PC-CDMA の BER 特性を示すが, 劣悪なマルチパス環境のため有効に機能しないことが分かる.

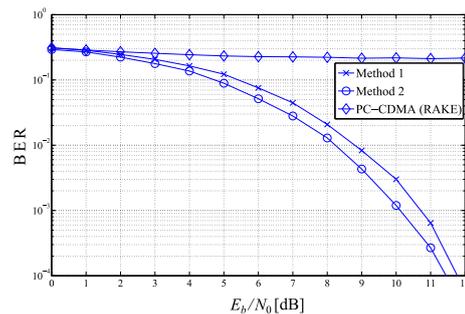


図 3 BER 特性

図 3 より, Method 1 より Method 2 の方が優れた BER 特性を示すことが分かる. このことから, 拡散系列の選択を行いながら初期トレーニングを行う方がマルチパス環境における PC-CDMA に適した符号が生成されることが明らかになった.

4 まとめ

本研究では, マルチパス環境における PC-CDMA に適した符号を生成する方式を提案した. 二つの初期トレーニング方法による性能の違いを評価した. その結果, どちらの方法も優れた性能を示したが, Method 2 の方がより優れた性能を示すことを明らかにした. 更なる性能の向上を可能とする初期トレーニング方法についての研究が今後の課題である.

参考文献

- [1] 佐々木重信, 朱近康, 丸林元, “並列組合せ SS 通信方式の写像法と復調法に関する検討,” 信学論, vol. J75-A, no. 4, pp.824-830, April, 1992.
- [2] T. Miyatake, K. Chiba, M. Hamamura, and S. Tachikawa, “Asynchronous, decentralized DS-CDMA using feedback-controlled spreading sequences for time-dispersive channels,” IEICE Trans. Commun., vol. EB91-B, no. 1, pp.53-57, Jan. 2008.