

DS-CDMA 判定帰還チップレベル最尤判定に及ぼす電力遅延プロファイルの影響

Effect of Power Delay Profile on Decision Feedback Chip-level Maximum Likelihood Detection in DS-CDMA Mobile Radio

齋藤 昭裕 高岡 辰輔 安達 文幸
 Akihiro SAITO Shinsuke TAKAOKA Fumiyuki ADACHI
 東北大学大学院工学研究科 電気通信工学専攻

Dept. of Electrical and Communication Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. はじめに

DS-CDMA では, Rake 合成を行うことによりチャネルの周波数選択性を積極的に利用してパスダイバーシチ効果を得ることでビット誤り率 (BER) 特性を改善できる[1]. しかし, 伝送速度高速化のために拡散率を小さくし過ぎると, パス間干渉 (IPI) を抑圧できなくなり BER フロアを引き起こしてしまう. 筆者らは, パスダイバーシチ効果を得つつ IPI を抑圧できる判定帰還チップレベル最尤判定 (MLD) を提案した[2]. パスダイバーシチ効果と IPI の大きさはチャネルの電力遅延プロファイルによって異なる. 本稿では, 判定帰還チップレベル MLD の平均 BER 特性に及ぼす電力遅延プロファイルの影響を計算機シミュレーションによって明らかにしている.

2. 判定帰還チップレベル MLD

図 1 に判定帰還チップレベル MLD の受信系を示す. 受信側では, 判定帰還により過去のシンボルの IPI レプリカを生成し, それと受信信号より候補シンボルの対数尤度を計算する. もし, チャネルの最大遅延時間差が 1 シンボル以内であれば, 1 つ前のシンボルの IPI レプリカを生成すればよい. 送信シンボル $d(k)$ の判定規則は次式のように表せる.

$$\hat{d}(k) = \arg \min_{\tilde{d}(k)} \Lambda(\tilde{d}(k)) \quad (1)$$

ここで, $\Lambda(\tilde{d}(k))$ は候補シンボル $\tilde{d}(k)$ の対数尤度であり, 次式で与えられる.

$$\Lambda(\tilde{d}(k)) = \left| \sum_{n=kSF}^{(k+1)SF-1} \begin{matrix} r(n) - \sqrt{2S}\tilde{d}(k) \sum_{l=0}^{n-kSF} \tilde{\xi}_l(n)c(n-l) \\ -\sqrt{2S} \sum_{l=kSF+1}^{L-1} \tilde{\xi}_l(n)\tilde{d}\left(\left\lfloor \frac{n-l}{SF} \right\rfloor\right)c(n-l) \end{matrix} \right|^2 \quad (2)$$

ただし, $r(n)$ は時刻 n における受信信号を, S は受信電力を, $c(n)$ は拡散符号を, $\lfloor x \rfloor$ は x を超えない最大の整数を表す. また, 伝搬路はチップ間隔の L 個の離散パスからなる周波数選択性フェージングであるものとし, 時刻 n におけるパス l の瞬時パス利得 $\xi_l(n)$ の推定値を $\tilde{\xi}_l(n)$, パス l の遅延時間を l チップとしている.

3. 計算機シミュレーション結果

パス数 $L=4$ で減衰定数 α の指数減衰電力遅延プロファイル, 理想チャネル推定 ($\tilde{\xi}_l(n) = \xi_l(n)$) を仮定し, フェージング変動はシンボレートに比べて無視できるほど充分緩慢であるものとした. また, チャネルの最大遅延時間差は 1 シンボル以内であるものとした. 判定帰還チップレベル MLD の平均 BER 特性を図 2 に示す. Rake 合成の場合, 拡散率 $SF=8$ では BER フロアが発生し, チャネルの周波数選択性が強くなるにつれ BER フロアが大きくなる. しかし, 判定帰還チップレベル MLD ではこのような BER フロアが見られない. 拡散率 $SF=8$ であつ

ても, チャネルの周波数選択性が強くなる ($\alpha \rightarrow 0\text{dB}$) につれ, より大きなパスダイバーシチ効果を得ることができるので平均 BER 特性が改善される.

4. まとめ

IPI を抑圧できる判定帰還チップレベル MLD では, 拡散率が低くとも BER フロアを発生させることがなく, チャネルの周波数選択性が強くなるにつれ平均 BER 特性が改善されることを示した.

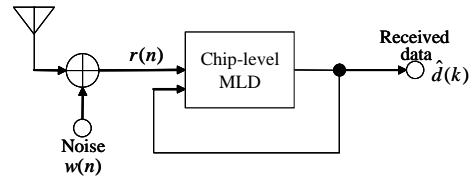


図 1. 判定帰還チップレベル MLD 受信系

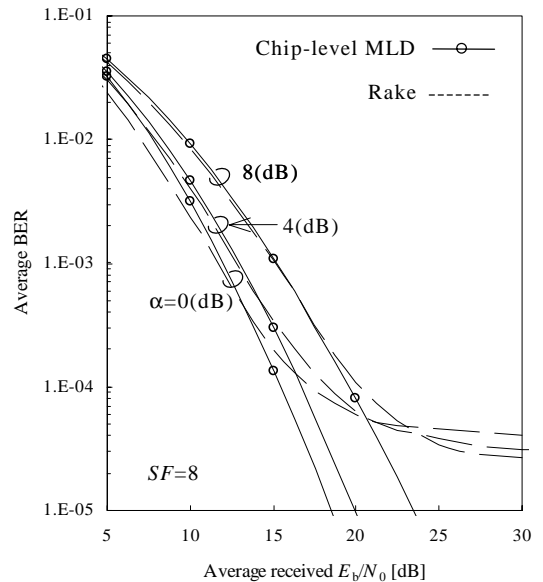


図 2. 平均 BER 特性

文献

[1] J.G.Proakis, *Digital communication*, 3rd Ed., McGraw-Hill, New York.
 [2] 齋藤, 高岡, 安達, “周波数選択性フェージングチャネルにおける DS-CDMA チップレベル最尤判定”, 信学技報, 2004 年 1 月.