高速フェ-ジングチャネルにおける時空間符号化多重送信ダイバーシチの伝送特性

Transmission Performance of Space–Time Code Multiplexing Transmit Diversity in a Fast Fading Channel

高岡　辰輔　　安達　文幸
Shinsuke Takaoka　　Fumiyuki Adachi
東北大学大学院　工学研究科
Graduate school of engineering, Tohoku university

1．はじめに

最近，送信ダイバーシチ（TD）が注目を集めている．Alamouti の TD では 2×2 時空間ブロック符号を用いる[1]．時空間符号化多重送信ダイバーシチ(STCMTD)では $N\times N$ 時空間ブロック符号を用いる[2]．空間上（複数アンテナ間）に複数送信シンボルを直交多重して送信し，受信側で最小平均 2 乗誤差合成（MMSEC）により復号する．本稿では高速フェ-ジングチャネルにおける STCMTD の平均ビット誤り率(BER)特性を計算機シミュレーションで求め，Alamouti TD と比較している．

2．アンテナダイバーシチ受信を用いる STCMTD

STCMTD 送受信機のブロック構成を図1に示す．送信側では，N 個のデータシンボル $\{d_n;n=0\sim N\text{-}1\}$ を，$N\times N$ 時空間ブロック符号 $\{\mathbf{C}_n^{(N)};n=0\sim N\text{-}1\}$ を用いて N 個の系列へと符号化する[1]．このままでは，送信アンテナ数は N 個になる．そこで，時間ダイバーシチの考えを取り入れ，送信アンテナ数を M_t 個に削減している．N 個の符号化系列を N/M_t 個にグループ化し，それぞれ異なる時間遅延を付加して加算することにより M_t 個の符号化系列を得て，M_t 個の送信アンテナから送信する．受信側では，相関演算により N 個の信号成分へと分離した後に最小平均 2 乗誤差合成（MMSEC）を適用して復号する．M_r アンテナ受信ダイバーシチを用いるときの MMSEC 重みは次式で与えられる (i=0~N-1, j=0~M_r-1).

$$w_{i,j}=\hat{\xi}_{i,j}^{*}\Big/\left\{\sum_{j=0}^{M_r-1}\left|\hat{\xi}_{i,j}\right|^2+(E_s/N_0)^{-1}\right\} \quad (1)$$

ここで，E_s/N_0 は1シンボル当りの平均 SNR，$\hat{\xi}_{i,j}$ はチャネル推定値である．

3．計算機シミュレーション

16×16 時空間ブロック符号を用い，送信アンテナ数を M_t=2 とした．8 個の符号化系列グループに加える時間遅延は 20 シンボルの整数倍とした．また，チャネル推定のために 64 データシンボルごとに 2 パイロットシンボルを送信し，単純平均演算によりチャネル推定した．周波数非選択性レイリーフェージングチャネルでの STCMTD の平均 BER 特性を計算機シミュレーションで求めた．正規化最大ドップラー周波数 f_DT_{slot}=0.066 のときの平均 BER 特性結果を図 2 に示す．同じ送信アンテナ数の Alamouti 送信ダイバーシチより優れた BER 特性が得られている．また，図 3 に，フェ-ジング速度の影響を示す．f_DT_{slot} が大きくなるにつれ大きな時間ダイバーシチ効果が得られるため BER 特性が改善する（f_DT_{slot} が大きくなりすぎると BER 特性が劣化するのはチャネル推定精度の劣化と時間軸上の直交性の崩れによるものである）．

4．まとめ

高速フェ-ジングチャネルにおける STCMTD では時間ダイバーシチにより優れた伝送特性が得られることを示した．

参考文献[1]S. M. Alamouti, IEEE Journal on Select. Areas Commun. pp. 1451–1458, Oct. 1998. [2]高岡，安達,信学技報 RCS2002–205, Nov. 2002.

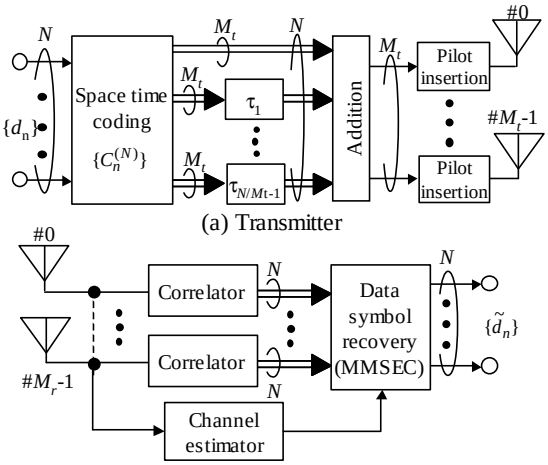

図 1 送受信機のブロック構成

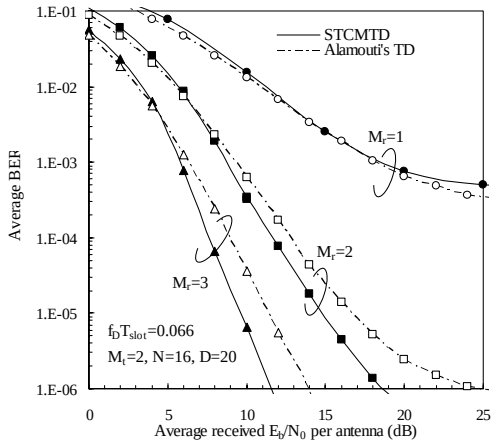

図 2 平均 BER 特性(f_DT_{slot}=0.066)

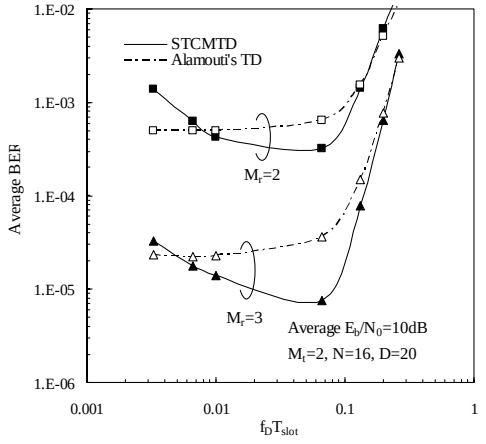

図 3 フェージング速度の影響(E_b/N_0=10dB)