

個別推定可能な QO-STBC における適応変調符号化

Adaptive Coding and Modulation for Single Symbol Decodable QO-STBC

北方 雅之¹ 安 昌俊² 大森 達也³ 橋本 研也⁴
 Masayuki Kitakata Chang-Jun Ahn Tatsuya Omori Ken-ya Hashimoto

千葉大学大学院工学研究科¹
 Graduate School of Engineering, Chiba University

1 まえがき

準直交時空間ブロック符号 (QO-STBC) はフル送信レートが得られるが、フルダイバーシチを得られず、復号計算量が多いという問題がある。また一般的に STBC は伝送効率が悪いことが知られている。本論文では OFDM において個別推定可能な QO-STBC に適応変調を組み合わせることにより伝送効率を向上させる手法を提案する。

2 提案手法

従来の QO-STBC を用いて信号の送信を行う際、 x_1 と x_4 及び x_2 と x_3 の実部、虚部同士が干渉してしまうため、復号時にシンボルの同時推定が必要となってしまう。ここで信号を次式のような入れ替えを行ってから送信することによりシンボル間の干渉が各シンボル内での干渉と変わり、シンボルの個別推定が可能となった (Symbol Modification)。

$$\begin{aligned} \hat{x}_1 &= x_1^R + jx_4^R, & \hat{x}_4 &= x_1^I + jx_4^I \\ \hat{x}_2 &= x_2^R + jx_3^R, & \hat{x}_3 &= x_2^I + jx_3^I. \end{aligned} \quad (1)$$

また信号の実数部と虚数部に電力差を作ることによりシンボル間の干渉を軽減することができ (Power Imbalance), 最終的に送信される信号は以下のようになる。

$$\begin{aligned} \hat{x}_1 &= (x_1^R + jx_4^R)p_1, & \hat{x}_4 &= (x_1^I + jx_4^I)p_2 \\ \hat{x}_2 &= (x_2^R + jx_3^R)p_1, & \hat{x}_3 &= (x_2^I + jx_3^I)p_2 \end{aligned} \quad (2)$$

for $p_1 > 1 > p_2$.

従来の QO-STBC ではシンボルの同時推定が必要であることから適応変調を行うことは困難であったが、個別推定可能な QO-STBC であれば適応変調を行うことが可能であり伝送効率の向上を図ることができる。図 1 にシステムモデルを示す。各アンテナのサブキャリア毎において瞬時的な SNR を次式で求める

$$\xi = \frac{(|h_1|^2 + |h_2|^2 + |h_3|^2 + |h_4|^2)/4}{N_0}, \quad (3)$$

ここで N_0 は雑音電力、 h は各アンテナからのチャネル応答である。この瞬時 SNR を送信機にフィードバックすることでサブキャリア毎に最適な変調方式を選択することができる。このとき式 (2) より送信信号には電力の大きい信号と小さい信号がある。電力の大きいものには変調度の高い、電力の小さいものには変調度の低い変調方式を割り当てることができる。ターゲット BER を 10^{-4} , 10^{-5} とし閾値 TH1, TH2 を表 1 のように設定した。 $\xi < TH1$ の場合は $\hat{x}_1 \cdots \hat{x}_4$ を QPSK, $TH1 \leq \xi < TH2$ の場合は \hat{x}_1, \hat{x}_4 を QPSK, \hat{x}_2, \hat{x}_3 を 16QAM, $TH2 \leq \xi$ の場合は $\hat{x}_1 \cdots \hat{x}_4$ 16QAM を割り当てることとした。

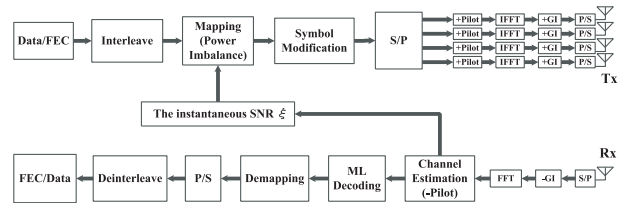


図 1 System Model

表 1 Threshold SNR

| Threshold | BER of 10^{-4} | BER of 10^{-5} |
|-----------|------------------|------------------|
| TH1 | 8.63 dB | 9.41 dB |
| TH2 | 12.2 dB | 13.1 dB |

3 シミュレーション結果

シミュレーション結果を図 2 に示す。レイリーフェージングチャネル環境, 64 サブキャリア, FFT サイズ 64 サンプル, ガードインターバル長 16 サンプル, ドップラー周波数 10Hz の諸元でシミュレーションを行った。図 2 より提案手法により特性が改善されていることが分かり、特に SISO 環境のものと比較し特性が大幅に向上していることが確認できる。

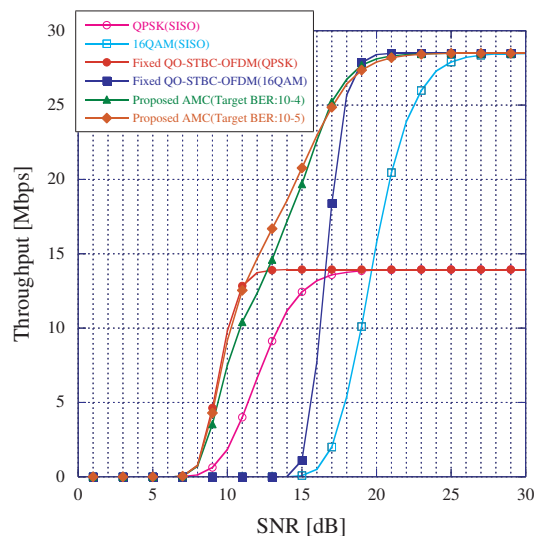


図 2 Throughput vs. SNR

参考文献

[1] N.Yoda, C.Ahn, and K.Hashimoto, "Single Symbol Decodable QO-STBC with Full Diversity," IEICE Trans. Commun., vol.E97-A, no.1, pp. 2-6, Jan. 2014.