

# 高速フェージング下におけるニューラルネットワークを用いた 2×2MIMOのチャネル推定・補償

Neural Network based Channel Identification and Compensation for 2×2MIMO under fast fading Channel

田邊 郁人  
Ikuto Tanabe

大村 高輝  
Takaki Omura

丸田 一輝  
Kazuki Maruta

安 昌俊  
Chang-Jun Ahn

千葉大学 工学部 電気電子工学科

Department of Electrical and Electronics Engineering Faculty of Engineering Chiba University

## 1 まえがき

高速フェージングにより時変動するチャネルを補償する方法として、判定帰還チャネル推定 (DFCE) がある [1]. 著者はこの DFCE によって求めた少数のチャネル推定値を教師信号に用いるニューラルネットワーク (NN) によるチャネル補償法を提案した [2]. 本稿では本手法を 2×2MIMO に拡張し、性能評価を行った.

## 2 提案法

2×2MIMO の受信信号には (1) 式のように 2 つのチャネル情報が含まれる.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

(1) 式からチャネル情報を取得するためにパイロット推定チャネル  $\hat{\mathbf{H}}$  と判定帰還シンボル  $\mathbf{D}'$  を用いて作成した受信信号レプリカを減算する. これにより求められた値からチャネル推定誤差  $\Delta \hat{h}_{11}$ ,  $\Delta \hat{h}_{21}$  を求め,  $\tilde{h}_{11}$ ,  $\tilde{h}_{21}$  に乗算することで推定チャネル  $\hat{h}_{11}$ ,  $\hat{h}_{21}$  が求められる. この求められた判定帰還推定チャネルを用いて, 再度判定帰還チャネル推定 (R-DFCE) を行う.

$$\Delta \hat{h}_{11} \simeq \frac{y_1 - \tilde{h}_{12}d'_2}{\tilde{h}_{11}d'_1}, \quad \Delta \hat{h}_{21} \simeq \frac{y_2 - \tilde{h}_{22}d'_2}{\tilde{h}_{21}d'_1} \quad (2)$$

$$\hat{h}_{11} = \Delta \hat{h}_{11} \tilde{h}_{11}, \quad \hat{h}_{21} = \Delta \hat{h}_{21} \tilde{h}_{21} \quad (3)$$

$$h_{12}x_2 \simeq y_1 - \hat{h}_{11}d'_1, \quad h_{22}x_2 \simeq y_2 - \hat{h}_{21}d'_1 \quad (4)$$

$$\hat{h}_{12} = \frac{y_1 - \hat{h}_{11}d'_1}{d'_2}, \quad \hat{h}_{22} = \frac{y_2 - \hat{h}_{21}d'_1}{d'_2} \quad (5)$$

この操作を各サブキャリア  $k$ , 各シンボル  $i$  のチャネルごとに行い, 再度判定帰還推定チャネル行列  $\hat{\mathbf{H}}(k, i)$  を求める.

求められた  $\hat{\mathbf{H}}(k, i)$  を教師信号として NN に学習をさせる. 図 1 にその模式図を示す. パイロットチャネル推定 (PCE) によって得られたチャネル  $\hat{\mathbf{H}}(k)$  と DFCE によって得られたチャネル  $\hat{\mathbf{H}}(k, s+1)$  を教師信号として, 1 と  $s+1$  を学習入力として NN に学習させる. その後 NN にデータシンボル列を入力することで NN の汎化能力を利用し全体のチャネル時変動を求める.

## 3 シミュレーション結果

シミュレーション諸元として変調方式は QPSK, サブキャリア数 64, データ長 16, マルチパス数 15, ガードインターバル 16, ドップラー周波数 600 Hz, 伝送帯域幅 20 Mbps, 誤り訂正符号として符号化率  $\frac{1}{2}$  の Polar 符号を用いた. また, PCE には HTRCI [1] を用いている.

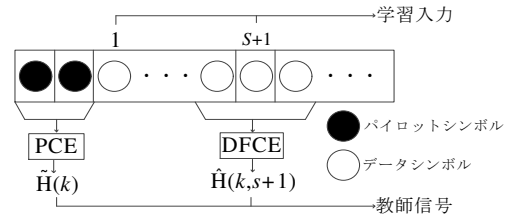


図 1: ニューラルネットワークへの学習の模式図

NN は, 中間層 1 層でニューロン数 1, 活性化関数が対数シグモイド関数であり, 出力層ニューロン数 512, 活性化関数が線形である階層型 NN である. また, 学習入力に用いるシンボルの間隔  $s$  は 14 とした. MIMO の受信ウェイトはゼロフォーシングである.

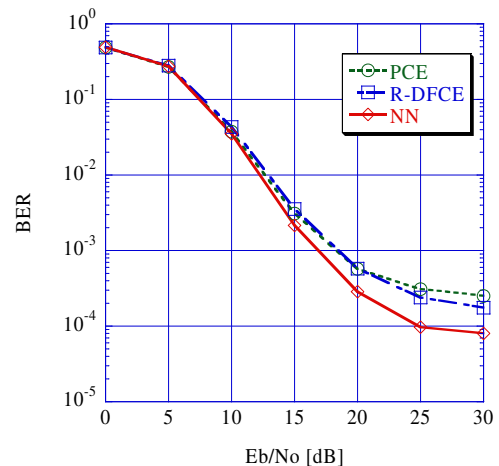


図 2: BER 特性比較 (ドップラー周波数 600 Hz)

BER 特性を図 2 に示す. 提案手法である NN と他の手法を比べると,  $1 \times 10^{-3}$  において PCE と比較して約 1.45 dB 改善された.

## 4 まとめ

本稿では, DFCE とその推定チャネルを教師信号として用いた NN によるチャネル補償法を 2×2MIMO に拡張する手法を提案し, その BER 特性を示した. その結果, 従来手法と比較して性能の改善を確認できた.

## 参考文献

- [1] Yuta Ida, Masanori Yofune, Chang Jun Ahn, Takahiro Matsumoto and Shinya Matsufuji, "Estimation based on weighted channel variance for HTRCI-MIMO/OFDM with QRM-MLD and channel ranking under fast fading Channel," Transactions on Emerging Telecommunications Technologies 26(7) · March 2014.
- [2] Takaki Omura, Shun Kojima, Kazuki Maruta and Chang-Jun Ahn, "Neural Network based Channel Identification and Compensation," IEEE ISCIT 2018, September 2018.