

周辺マクロセルからのCCIを考慮したマルチユーザMMSE-SVDにおけるCCI誤差の影響に関する一検討

The impact of the CCI error in multi-user MMSE-SVD considering CCI from adjacent macro-cells

関裕太 安達文幸
Yuta SEKI Fumiyuki ADACHI

東北大学 電気通信研究機構
Research Organization of Electrical Communication, Tohoku University

1. まえがき

マクロセル内に配置した多数の分散アンテナ(DA)を用いて伝送を行う分散MIMO協調伝送は、マクロセル内全体で高いリンク容量を達成できる。筆者らは最近、最小平均二乗誤差(MMSE)フィルタリングと特異値分解(SVD)を組み合わせた規範に基づくMMSE-SVDを提案し、MMSEフィルタに周辺マクロセルからの同一チャネル干渉(CCI)を考慮することで、CCIを考慮しない場合と比較して高いリンク容量を実現できることを明らかにした[1]。しかし、その検討では理想的にCCI情報が得られるものと仮定していた。そこで、本報告では、CCIを考慮したマルチユーザMMSE-SVDにおいてCCI測定誤差がOFDM下りリンク容量に与える影響について、計算機シミュレーションにより明らかにしている。

2. CCIを考慮したマルチユーザMMSE-SVD

N_{ue} 本のアンテナを有する U 台のUEとの下りリンクOFDMマルチユーザMIMO伝送を考える。MBSは N_{macro} 本のDAから $N_{mbs}(\geq U \cdot N_{ue})$ 本を選択し、各UEに $N_{strm}(\leq N_{ue})$ 個のデータシンボル系列を送信すると仮定する。MMSE-SVD送信フィルタ $\mathbf{W}_{mmse}(k)$ および受信フィルタ $\mathbf{W}_{svd,u}(k)$ はそれぞれ次式で表される[2]。

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{W}_{mmse}(k) = (\mathbf{U}^H(k)\mathbf{H}(k))^{H^*} \\ \times \left(\left(\mathbf{U}^H(k)\mathbf{H}(k) \right) \left(\mathbf{U}^H(k)\mathbf{H}(k) \right)^H \right)^{-1} \mathbf{P}^{1/2}(k) \\ + \left(\frac{E_s}{N_0} \right)^{-1} \frac{N_{ue}}{U \cdot N_{strm}} \sum_{u=0}^{U-1} \left(1 + \frac{\hat{I}_0(u)}{N_0} \right) \mathbf{I}_{U \cdot N_{strm}} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\mathbf{W}_{svd,u}(k) = \mathbf{U}_u^H(k)$$

ここで、 $\mathbf{H}(k) = [\mathbf{H}_0^T(k), \dots, \mathbf{H}_{U-1}^T(k)]^T$ は $U \cdot N_{ue} \times N_{mbs}$ の下りリンクMU-MIMOチャネル行列を表す。 $\mathbf{U}(k) = \text{diag}[\mathbf{U}_0(k), \dots, \mathbf{U}_{U-1}(k)]$ の部分行列 $\mathbf{U}_u(k)$ は $\mathbf{H}_u(k)$ をSVDすることにより得られるユニタリ行列、 $\hat{I}_0(u)$ はCCIの電力スペクトル密度の測定値である。

3. 計算機シミュレーション

図1にネットワークモデルを示す。半径 R の各マクロセルに $N_{macro}=19$ 本のDAを規則的に配置し、各DAが半径 $R' = R/\sqrt{19}$ の小セルをカバーしている。 $N_{ue}=2$ 本のアンテナを有するランダムに配置した $U=2$ 台のUEに $N_{mbs}=4$ 本のDAから伝送する。伝播路は、伝搬損失 $\alpha=3.5$ 、シャドウイング標準偏差 $\sigma=7(\text{dB})$ および $L=16$ パスの周波数選択性フェージングから構成されるものとした。また、DA-UE間距離が R' 以上の場合はレイリーフェージング、 R' より小さい

場合は仲上・ライスフェージングを仮定した。CCIの真値 $I_0(u)$ から誤差 β を持った測定値 $\hat{I}_0(u) = (1+\beta)I_0(u)$ が報告されると仮定して β の影響を評価した。

図2にCCI誤差 β 対10%アウトエージリンク容量特性を示す。図2より、CCI誤差がないとき($\beta=0$)と比較して、 β が大きく(小さく)なるほどリンク容量が低下するが、 $\beta \leq 2.5$ の範囲ではCCIを考慮しないときより高いリンク容量が得られることがわかる。

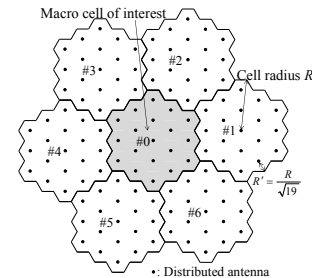


図1 ネットワークモデル($N_{macro}=19$)

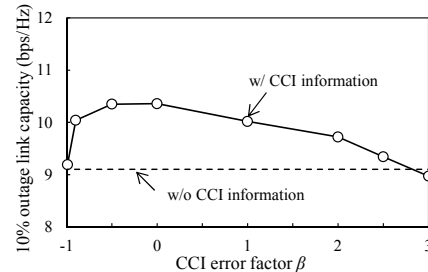


図2 CCI誤差 β 対10%アウトエージリンク容量特性

4. まとめ

本報告では、周辺マクロセルからのCCIを考慮したマルチユーザMMSE-SVDにおいてCCI誤差がOFDM下りリンク容量に与える影響を計算機シミュレーションにより評価し、CCI誤差 $\beta \leq 2.5$ の範囲ではCCIを考慮しないときより高いリンク容量が得られることを示した。

謝辞

本稿は、総務省委託研究開発「第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発～超高密度マルチバンド・マルチアクセス多層セル構成による大容量化技術の研究開発～」による委託を受けて実施した研究開発による成果である。

文献

- [1] F. Adachi, et al., IEICE Trans. Commun., Vol.E100-B, No.8, pp.1190-1204, Aug. 2017.
[2] 関, 安達, RCS2016-153, pp. 1-6, 2016年10月。