

非同期 TDD 環境下における分散アンテナネットワークのための 送受信ダイバーシチに関する研究

○齋藤 翔, 安達 文幸[†]

東北大学情報科学研究科, [†]東北大学電気通信研究機構無線信号処理研究グループ

1. 緒論

スマートフォンに代表される移動無線通信の飛躍的な進歩にともなうデータトラフィック量の急増が問題となっている. そこで 1[Gpbs]以上の超高速かつ大容量な第 5 世代通信のために分散アンテナネットワーク (DAN)[1]が提案されている. これは基地局アンテナをセル内で分散配置することで伝搬損失を著しく低減できる. 本研究では DAN に STBC ダイバーシチ[2]を適用した SC 伝送について, これまで検討されてこなかった非同期 TDD 環境での伝送特性を評価した.

2. システムモデル

図 1 に, DAN モデルを示す. セル半径 R の各マクロセルには $N_{DA}=7$ 本の DA が等間隔で分散配置されている. 中央マクロセル(#1)を観測セル, 周辺の 6 セル(#2~7)を干渉セルとする. 全マクロセルで同一帯域を用いて SC 伝送をするものとし, $N_{UE}=2$ 本のアンテナを有する UE が各マクロセル内に 1 台ランダム配置されるものとする.

広帯域無線チャネルは, 伝搬損失, シャドウイング損失および周波数選択性フェージングによって特徴づけられる. 本稿では, 遅延時間の異なる L 個のパスからなるマルチパスフェージングを仮定する. UE のアンテナ $\#n_{ue}$ と DA $\#n_{da}$ 間のチャネルのインパルス応答は次式で表される.

$$h_{n_{da},n_{ue}}(\tau) = (d_{n_{da},n_{ue}})^{-\alpha} \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\frac{K}{K+1}} \exp(j\theta_{n_{da},n_{ue}}) \delta(\tau - \tau_{n_{da},n_{ue}}(l)) \\ + \sqrt{10^{-\frac{\eta_{n_{da},n_{ue}}}{10}}} \sqrt{\frac{1}{K+1}} \sum_{l=1}^L \xi_{n_{da},n_{ue}}(l) \delta(\tau - \tau_{n_{da},n_{ue}}(l)) \end{array} \right\} \quad (1)$$

UE のアンテナ $\#n_{ue}$ と DA $\#n_{da}$ 間の距離 $d_{n_{da},n_{ue}} \leq R/\sqrt{7}$ のとき直接波と散乱波の電力比 $K>0$ の仲上ライスフェージング環境を, $d_{n_{da},n_{ue}} > R/\sqrt{7}$ のときレイリーフェージング環境($K=0$)になるとする. α は伝搬損失指数, $\eta_{n_{da},n_{ue}}$ は零平均で標準偏差 σ_S の正規分布に従うシャドウイング損失(dB), $\theta_{n_{da},n_{ue}}$ は一様分布に従う直接波の位相である. $\xi_{n_{da},n_{ue}}(l)$ および $\tau_{n_{da},n_{ue}}(l)$ はそれぞれパス $\#l$ の複素パス利得および遅延時間であり, サンプリング間隔の整数倍の遅延時間(すなわち $\tau_{n_{da},n_{ue}}(l) = l-1$ for all n_{da},n_{ue})を有する離散パスを仮定し, $E[\sum_{l=1}^L |\xi_{n_{da},n_{ue}}(l)|^2] = 1$ for all n_{da},n_{ue} である.

周波数領域等化(FDE)に用いる重みは上りリンク

伝送では受信 MMSE-FDE を, 下りリンク伝送では ZF-FDE を用いるものとする[3].

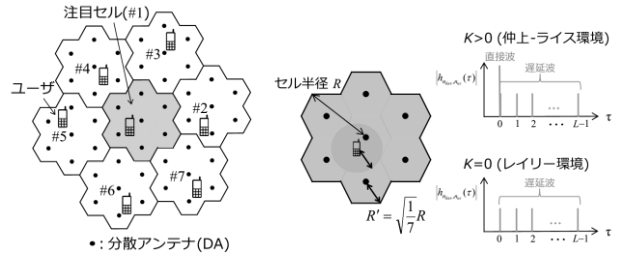


図 1. DAN モデルおよびチャネルモデル

3. 計算機シミュレーション結果

QPSK データ変調を用いる時の STBC ダイバーシチの局所平均 BER の CCDF をモンテカルロ計算機シミュレーションにより求めた. 比較のため同期 TDD 環境における局所平均 BER の CCDF および集中アンテナネットワーク (CAN) における局所平均 BER の CCDF も求めた.

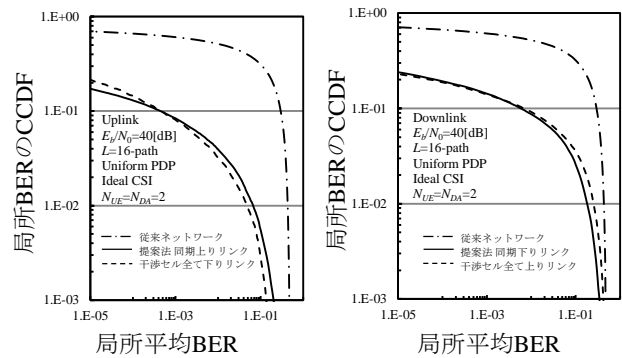


図 2. シミュレーション結果 上りリンク(左) 下りリンク(右)

図 2 のように, CAN は DAN に比べ大幅に伝送特性を改善できること, 非同期 TDD 環境であっても伝送特性に深刻な影響が生じないことがわかる.

4. まとめ

DAN に STBC を適用した SC 伝送は, 同期・非同期 TDD に関わらずその伝送特性は優れていることを示した.

参考文献

- [1] F. Adachi, K. Takeda, T. Yamamoto, R. Matsukawa, and S. Kumagai, Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 11, no. 12, pp. 1551-1563, Dec. 2011.
- [2] S. M. Alamouti, "A simple transmit diversity technique for wireless communications," IEEE J. Select. Areas. Commun, Vol. 16, No. 8, pp. 1451-1458, Oct. 1998.
- [3] 松川隆介, 広帯域分散アンテナネットワークにおける周波数領域送受信ダイバーシチに関する研究, 修士学位論文, 平成 23 年