

プレコーディング型 MIMO-OFDMA 下りリンクにおける ユーザリソース割り当ての効率化に関する研究

清水 誠也 (指導教員: 岡本 英二)

名古屋工業大学 電気電子工学科

1. はじめに

移動無線通信の技術は数 Kbps 程度の第 2 世代から数 Mbps のピーク速度を持つ第 3 世代へと世代を変えてきた。この背景の下、次世代の 3.9G-LTE(Long Term Evolution)において採用されている方式が OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)である。本研究では、より実環境へ近づけるために、シングルセル内へユーザを分布させ、MIMO-OFDMA(Multiple Input Multiple Output-OFDMA)伝送において送信側での電力制御、リソース割り当て手法である PF(Proportional Fairness)法への重み付けをし、特性評価を行った。

2. プレコーディング

本方式では正六角形セル内において基地局とユーザとの距離に比例して電力を配分するような重みを送信側に加える。また、リソース割り当て手法である PF 法にも重みを加え、BER(Bit Error Rate)特性、JFI(Jain's Fairness Index)の特性改善を行う。PF 法を式(2.1)に示す。ただし、 $C(k,i)$ は第 k ユーザにおける i 番目のサブキャリアの通信路容量、 N_c はサブキャリア数、 $k_{allocate}(i)$ は i 番目のサブキャリアを割り当てるユーザ番号を意味する。

$$k_{allocate}(i) = \arg \max_k \frac{C(k,i)}{\frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} C(k,i)} \quad (2.1)$$

ユーザ数を K とした場合に k 番目のユーザの基地局からの距離を d_k とする。ここで距離に応じて大きな電力を配分するような重みを γ_k とする。また、リソース割り当て手法である PF 法に加える重みを ρ_k とし、それぞれを式(2.2)に示す。

$$\gamma_k = \frac{K d_k}{\sum_{k=1}^K d_k}, \quad \rho_k = \frac{d_k}{\sum_{k=1}^K d_k} \quad (2.2)$$

γ_k の分子にユーザ数 K を乗算することにより、システム全体の総送信電力は、重みを加える前と変えることなく電力制御が実現可能である。

3. 計算機シミュレーション

図 1 にシミュレーションの構成、表 1 にシミュレーション条件を示す。シミュレーション結果を図 2、3、表 2 に示す。図 2、3 より電力制御をした場合は電力制御がない場合より BER 特性が向上し、さらに通信路容量が増加している。これは電力制御により、BER 悪化の原因である基地局からの距離が大きなユーザの誤る確率が減るためである。

また表 2 より、リソース割り当て手法である PF 法に重み ρ_k を加えることによって(γ あり、 ρ なし)よりも(γ あり、 ρ あり)のほうが JFI の値が良くなっており、より公平な通信が行えていることがわかる。これは、重み ρ_k により基地局からの距離が大きなユーザに、より多くのサブキャリアが割り当てられるためである。

4. むすび

本研究では、MIMO-OFDMA 伝送においてプレコーディングをした場合の特性評価を行った。電力とリソース割り当て双方に重みを加えることにより、BER 特性、JFI の特性改善が確認できた。しかし、本方式ではシングルセル環境下での特性評価である。今後は実際の環境により近いマルチセル環境下において検討を行う必要がある。

5. 参考文献

[1]柳瀬雅利,大槻知明,“マルチユーザ MIMO ダウンリンクシステムにおける秘密保持容量を考慮したユーザ選択法,”信学技報 RCS2009-45 pp.97-100.

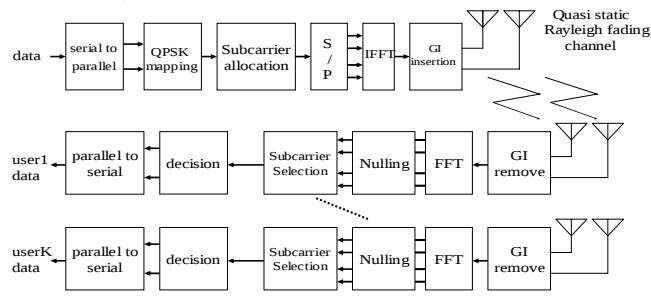
図 1 シミュレーションの構成(ユーザ数 K 、アンテナ数 2×2)

表 1 プレコーディング時のシミュレーション条件

通信方式	MIMO-OFDMA
変調方式	QPSK
アンテナ数	2×2
ユーザ数	4
通信路	16path1dB 指数減衰準静的フェージング
サブキャリア割当法	PF 法、重み付き PF 法(ρ_k)
信号分離と等化	Nulling(MMSE 基準)
サブキャリア数	1024
GI 長	16
セルモデル	正六角形セル
伝搬損失指数	3.5
シャドウイング標準偏差	7[dB]

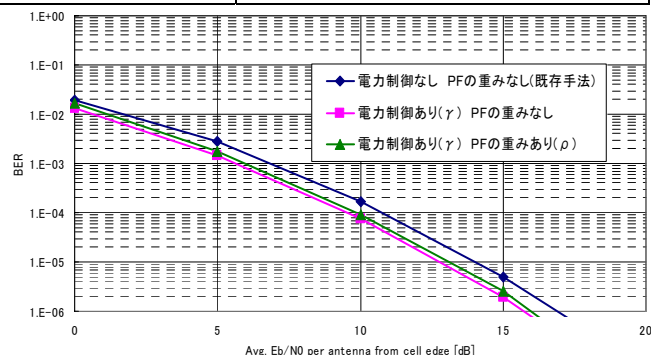


図 2 重みの有無による BER 特性の比較

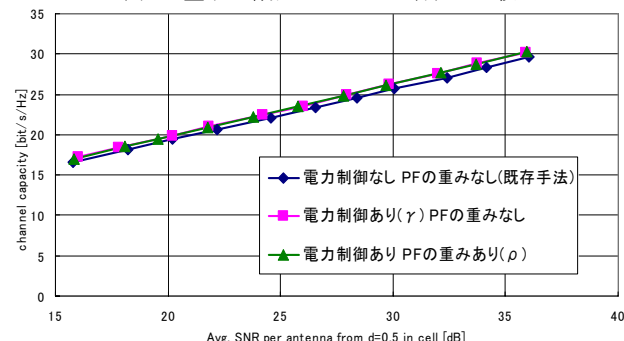


図 3 重みの有無による通信路容量

表 2 重みの有無による JFI の比較(γ :電力制御 ρ : PF 法の重み)

γ なし ρ なし(既存手法)	γ あり ρ なし	γ あり ρ あり
0.915604	0.929136	0.938335