

MC-CDMA 上りリンク特性を改善する送信等化ダイバーシチ

Transmit Equalization Diversity for Improving MC-CDMA Uplink Performance

留場 宏道[†] 高岡 辰輔[‡] 安達文幸[‡]

Hiromichi TOMEBA Shinsuke TAKAOKA Fumiyuki ADACHI

[†]東北大学工学部通信工学科 [‡]東北大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻

1. まえがき

高速、高品質な伝送が要求される次世代の移動無線通信の伝送方式としてMC-CDMA[1]が注目されている。しかし、上りリンクの場合、各ユーザの送信信号は非同期かつ異なるフェージングチャネルを伝搬して基地局で受信されるため大きなマルチアクセス干渉(MAI)が発生してしまい、受信側で周波数領域等化を行うだけではビット誤り率(BER)特性が大幅に劣化してしまう[1]。そこで本論文では、MC-CDMA 上りリンクに直交拡散符号と最大比送信[2]を用いて MAI を低減する送信等化ダイバーシチを提案し、BER 特性改善効果を計算機シミュレーションにより明らかにしている。

2. 送信等化ダイバーシチ

N_t アンテナ送信等化ダイバーシチを用いる MC-CDMA 上りリンクの送信系を図 1 に示す。各サブキャリアに用いる送信重みは、送信電力を一定にするという条件のもとで次式のように表すことができる。

$$w_j(k) = \sqrt{\frac{2S}{SF}} \cdot \frac{\mathbf{H}_j^*(k)}{\|\mathbf{H}_j(k)\|} \cdot \exp\left(j2\pi k \frac{\tau_j}{N_c}\right) \quad (1)$$

ここで、 S は送信シンボルエネルギー、 SF は拡散率、 N_c はサブキャリア数、 $w_j(k) = [w_j(0,k), w_j(1,k), \dots, w_j(N_t-1,k)]$ および $\mathbf{H}_j(k) = [h_j(0,k), h_j(1,k), \dots, h_j(N_t-1,k)]$ はそれぞれサブキャリア k におけるユーザ j の送信等化重みベクトルおよびチャネル利得ベクトル、そして τ_j は送信タイミングオフセットを表す。

3. BER 特性

計算機シミュレーション条件を表 1 に示す (ΔT は FFT サンプリグ周期)。図 2 にシミュレーションによって得られた BER 特性を示す。比較のため、受信側で周波数領域 MMSE 受信等化のみを用いたときの特性も示した。ユーザ数 U が増加するにつれて送信等化ダイバーシチの有無に関わらず BER 特性は劣化するものの、送信等化ダイバーシチは、送信アンテナ数 $N_t=1$ でも受信等化のみを用いるときより優れた BER 特性を得ることができる。これは、送信等化ダイバーシチによって各ユーザ間の受信信号位相差を小さくできるためである。アンテナ数 N_t を多くすれば、等化効果が向上するため BER 特性を大幅に改善することができる。

4. むすび

MC-CDMA 上りリンクの MAI を低減する送信等化ダイバーシチはユーザ間の直交性を部分的に再生することができるので、BER 特性を改善できることがわかった。

参考文献

[1] S.Hara, and R.Prasad, "Design and performance of multicarrier CDMA system in frequency-selective Rayleigh fading channels," IEEE Trans. Vehi. Technol., Vol.48, No.5,

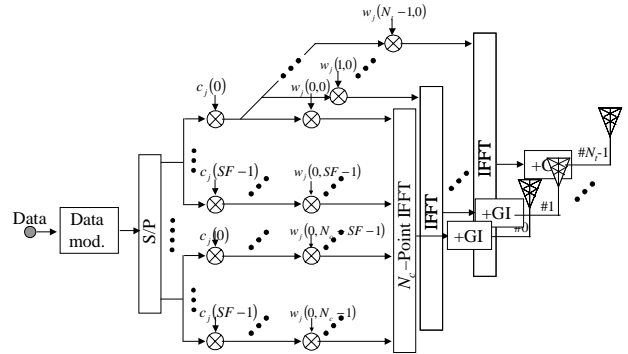


図 1 送信等化ダイバーシチを用いたMC-CDMA 上りリンク送信系

表 1 シミュレーション条件

サブキャリア数	$N_c=256\Delta T$
ガードインターバル長	$N_g=32\Delta T$
伝播路モデル	等電力 16 パス 周波数選択性レイリーフェージング
$f_d T$	0.01
チャネル推定	理想

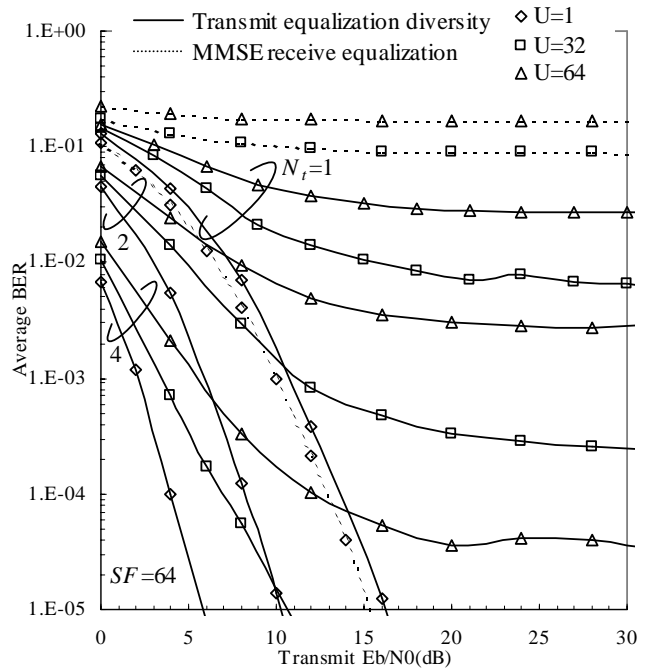


図 2 BER 特性

pp.1584-1595, Sept. 1999.
 [2] K. Caver, "Single-user and multiuser adaptive maximal ratio transmission for Rayleigh channels," IEEE Trans. Vehi. Technol., Vol.49, No.6, pp.2043-2050, Nov. 2000.