

インパルス性干渉がDS-CDMA に及ぼす影響の考察

Performance Degradation in DS-CDMA Transmission Due to Impulsive Interference

工藤 栄亮
Eisuke KUDOH

安達 文幸
Fumiyuki ADACHI

東北大学大学院工学研究科電気 通信工学専攻
Electrical and Communication Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. まえがき

社会生活が複雑になるにつれ、人工的に発生する都市雑音は増加する傾向にある。このような都市雑音は一般にインパルス性を有しており[1]、広帯域な干渉波である。したがって、音声からデータ通信へと通信サービスが広がり、高速・広帯域な通信が行われると、インパルス性干渉の影響[2]の増大が懸念される。本論文では、DS-CDMA を対象に、Rake 受信、アンテナダイバーシチ、遅延パスによるユーザ間干渉の影響を考慮して、インパルス性の干渉波が発生した場合のビット誤り率特性を求める。

2. ビット誤り率の導出法

受信機のアンテナ配置を図1に示す。干渉源は受信機から遠方に存在するものとし、インパルス性の干渉波が平面波となって、 M 本のアンテナに同一入射角で到来するものとする。また、1データシンボル内にインパルスはたかだか1個しか発生しないものとする。伝搬路はチップ周期 T_c の整数倍の遅延時間差を持つ L 個の離散パスからなるものとし、それらの複素チャネル利得は等分散の独立複素ガウス過程に従う(すなわちレイリーフェージング)ものとする。データ変調として QPSK 変調を、拡散変調として BPSK を仮定する。各アンテナで受信された DS-CDMA 信号とインパルス性干渉波に背景雑音加わる。これらの合成波を L 個の Rake フィンガにより逆分散したのち、各パスのチャネル利得の複素共役を乗算して加算する最大比合成に基づく Rake 受信を行う。最後に、 M 個の Rake 受信出力を合成する。ここで、チャネル推定は理想的に行われるとした。 $K \cdot M \cdot L$ 個のパスのチャネル利得が与えられたときのビット誤り率の表示式を求め、各チャネル利得に関するモンテカルロ積分を実行することにより平均ビット誤り率を計算した。

3. ビット誤り率特性

図2にダイバーシチアンテナ数 M をパラメータとした E_b/N_0 対 BER 特性を示す。ここで、情報シンボル周期 $T=10^{-6}$ sec, 雑音実効値で正規化したインパルス面積 $A/\sqrt{2N_0}=0.1$, 1データシンボル内にインパルスが発生する確率 $P_{\text{pulse}}=10^{-3}$, 処理利得 $PG=32$, ユーザ数 $K=16$, パス数 $L=4$ とした。参考のため、インパルス性干渉がない場合の特性を破線で示す。同図において、 $M=1$ のときの誤りフロアは他ユーザ干渉によるものであり、この場合にはインパルス性干渉による劣化は隠されてしまう。 $M=4$ の場合には E_b/N_0 が 5~25 dB 付近と E_b/N_0 が 40 dB 以上の領域で誤りフロアが生じている。このうち、5~25 dB 付近の誤りフロアはインパルス性干渉によるものであり、アンテナ数 M を多くしても低減することがほとんどできない。これは、面積がある程度大きいインパルスが発生した場合には、誤りがほぼ確率 0.5 で発生するからである。一方、 E_b/N_0 が 40 dB 以上の領域ではインパルス性干渉による誤り率劣化は無視できるほど小さくなる。こ

の領域で生じる誤りフロアは他ユーザ干渉によるものである。また、同図において、下りリンクの特性が上りリンクの特性よりも優れるのは、上りリンクではユーザ間が非同期であり大きな他ユーザ干渉が生じるのに対し、下りリンクでは、全ユーザが同期しており、直交符号によって同一パス内の干渉が0になるからである。

4. むすび

インパルス性干渉がある場合において、ダイバーシチ Rake 受信、他ユーザからの干渉の影響を考慮した DS-CDMA のビット誤り率特性を明らかにした。

参考文献

- [1]D.Middleton, IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, vol.EMC-19, pp.106-127(1997) [2]S.Nakamura, IEEE Trans. on Vehicular Technology, vol.45, pp.310-317(1996)

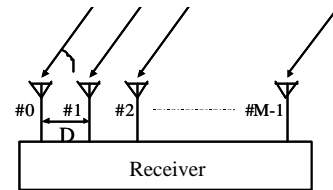


図1 無線局のアンテナ配置

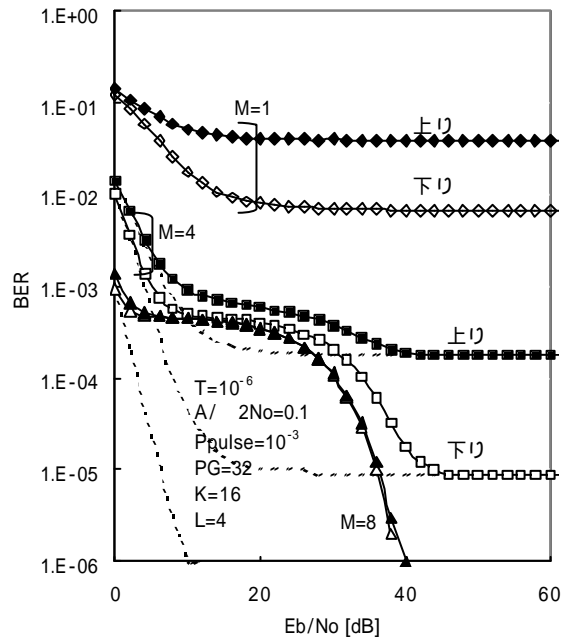


図2 E_b/N_0 対 BER 特性