

妨害波周波数を考慮した直接スペクトル拡散システムの PER 推定モデルのAPDからの導出

Deriving a Model to Estimate PER of DSSS Systems from APD Considering the Frequency of Disturbance Wave

高谷和宏^{1,2}
Kazuhiro Takaya梅田康希¹
Kouki Umeda久門尚史¹
Takashi Hisakado和田修己¹
Osami Wada京都大学 大学院 工学研究科 電気工学専攻¹
Department of Electrical Engineering, Kyoto UniversityNTT環境エネルギー研究所²
NTT Energy and Environment Systems Lab.

1 まえがき

デジタル通信の品質との相関が高いことから、振幅確率分布 (APD) を用いたビット誤り率 (BER) の推定モデルが提案されている [1]。APD は、規定帯域を通過する波形の振幅がある閾値を超える時間率であるため、妨害波周波数等は考慮されていないが、同一 APD であっても、妨害波周波数が異なることにより、受ける影響の異なる通信方式も存在する。そこで、本報告では、妨害波周波数を考慮した直接スペクトル拡散 (DSSS) システムに対するパケット誤り率 (PER) の推定モデルについて検討する。

2 妨害波周波数を考慮した BER 推定モデル

図1に示すように、文献 [1] の推定モデルでは、逆拡散時の信号に混入する妨害波の大きさは妨害波周波数に依らず、一定 [1/拡散率 (F_s)] であると仮定している。しかしながら、現実には信号帯域の中心付近と両端付近の妨害波では逆拡散時に混入する大きさが異なる。

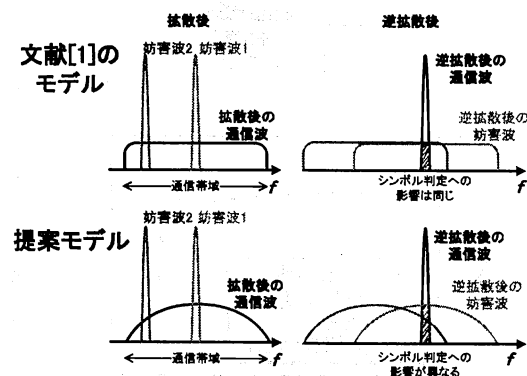


図1 妨害波周波数の考え方の概念図

そこで、妨害波が sinc 関数に従って逆拡散されると仮定すると、BER は APD を用いて以下の式 (1) で求められる。ただし、 f_{dif} は妨害波周波数と通信波の中心周波数との差であり、 T_c は直接スペクトル拡散で用いられる拡散符号のチップ周期である。

$$P_{BER} = \alpha P_{APD} (\alpha \beta^2 F_s \{\text{sinc}(f_{dif} T_c)\}^{-2} P_s) \quad (1)$$

また、妨害波周期がパケット長に対して十分長い場合は、 $PER = 2BER$ で近似できるため、この条件下における PER を求めると、式 (2) で表わされる。

$$P_{PER} = 2\alpha P_{APD} (\alpha \beta^2 F_s \{\text{sinc}(f_{dif} T_c)\}^{-2} P_s) \quad (2)$$

3 推定モデルの検証

モデルの妥当性を検証するために、IEEE802.11b 準拠の通信モジュールを用いて、通信波の中心周波数から 1MHz 単位で周波数を変化させた妨害波 (CW: 強度固定) を印加し、通信波強度に対する PER の変動を測定した。その結果を図2に示す。図2より、妨害波周波数が中心周波数に近づくに従って、同一の PER を実現するために必要な通信波強度が大きくなっており、図1のモデルと一致する。図3に、妨害波周波数と信号の中心周波数の差 (f_{dif}) と、 $PER = 0.1$ となるのに必要な通信波強度の関係を示す。図3に示すとおり、図2の測定結果と式 (2) により導出した推定結果を同一の f_{dif} において比較すると、測定結果と推定結果の差は 5dB 以内であり、提案モデルにより、妨害波周波数の違いによる PER への影響が表現できていると考えられる。

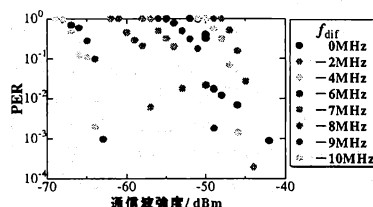


図2 妨害波周波数を変化させた時の PER

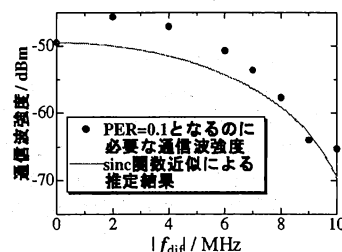


図3 sinc 関数による周波数特性の表現

4 結論

本報告では、妨害波周波数を考慮した DSSS システムの PER 推定モデルを APD から導出し、実測結果と比較した。その結果、妨害波周波数の違いによる PER への影響を提案モデルにより表現できることを確認した。

参考文献

- [1] 後藤薫, 松本泰, "電磁妨害波の振幅確率分布 (APD) 測定とその研究動向について," エレクトロニクス実装学会誌, Vol.10, No.3, pp.180-184, 2007.