

無線通信システム 期末試験略解 (2014/7/30)

1. [ダイバーシティと MRC 合成] 1つのデータを2個の無線チャンネルを用いて伝送することを考える。もし受信側が無線チャンネルの伝達係数(h_1, h_2)を知っていたとすると、2個の受信データ(r_1, r_2)に線形処理を施して $r = w_1 r_1 + w_2 r_2$ という量の SNR を最大にする最適な重み係数(w_1, w_2)は幾つになるか？

(略解) $r_1 = c h_1^*$ $r_2 = c h_2^*$ (c : 任意定数)

2. [遅延チャンネルの対角化 : OFDM] 遅延チャンネルの伝達特性を巡回構造にするための送受信側それぞれで行う作業を説明せよ。また巡回正方行列の固有ベクトルはどのようなになるか？

(略解) 送信側で CP(Cyclic Prefix)を挿入、受信側で CP を削除
サイズ N の巡回正方行列の固有ベクトルは
 $X = (1, w^1, w^2, \dots, w^{(N-1)})^T$ 但し $w = \exp(j2\pi/N)$

3. [スペクトル拡散と Rake 受信] 自己相関特性と相互相関特性に優れた拡散系列の組を用いる方式を DSSS と称する。DSSS における Rake 受信とはどのような技術であるか？ また CDMA とはどのような多重アクセス方式であるかを説明せよ。

(略解) Rake 受信とは拡散系列の自己相関特性を利用して各遅延パスの応答を分離し、ダイバーシティ合成する技術。
CDMA では各送信者は相互相関特性に優れた異なる拡散系列を用いることによって、多重アクセスを実現する。

4. [アクセス制御] 無線 LAN などを用いられている CSMA/CA という多重アクセス制御の概略を示し、送受信間の遅延時間を考慮するとシステムのスループットには極大値が生じることを明らかにせよ。

(略解) 自律的な分散制御であり、チャンネルがビジーであるか否かを検出し、もしビジーであればパケット送信完了を確認後、ランダムに発生させた待ち時間に従ってパケット送信時刻を設定する。
スループット S はユーザーのトラフィック量 λ に応じて
 $S = \lambda \exp(-\lambda \tau) / [\lambda (1 + 2\tau) + \exp(-\lambda \tau)]$
と変化する。但し、 τ : 送信フレーム長で規格化された遅延時間
トラフィック $\lambda \ll 1$ では $S \approx \lambda$ であり単調増加 $\lambda \gg 1$ では $S \approx \exp(-\lambda \tau) / (1 + 2\tau)$ であり単調減少であり、途中に S の最大値が存在する。なお $\tau = 0$ の場合は $S = \lambda / (\lambda + 1)$ となり単調増加関数で極大値は存在しない。