

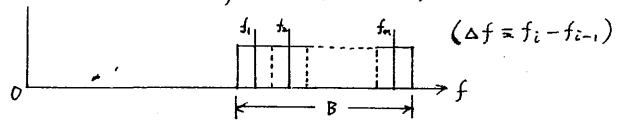
1266 FSKの進法と情報伝送速度に関する一考察

尾佐竹 徇 田中 英彦 安川 清一

(東京大学 工学部)

まえがき 従来デジタル信号伝送の際、符号間干渉を避ける為に、タイムスロット間隔を所謂ナイキスト間隔よりも広くと、ていた。しかしデジタル通信に於いては、伝送波形は予め定められているので、干渉量が或る程度(3割)以下であれば、その影響を殆んど完全に取り除くことが可能であることが示されている¹⁾ので、一応干渉を無視した形で、波形としてはFSKを例にとり、ナイキスト間隔付近も含めて、タイムスロット間隔、伝送速度、最適進法をこらって考察を試みる。

前提条件 ①波形 n 進FSK $S_i(t) = A \sin \omega_i t$ ($0 \leq t \leq T, i = 1, 2, \dots, n$)
 ②信号識別法(復調) 受信信号の瞬時周波数の平均を受信周波数 f_r とし、 $|f_r - f_i| < \Delta f/2$ の時 $S_i(t)$ が送信されたと推定する。 ③伝送路(2種類) ④送信波形が伝送路特性によって伝送歪を受けない場合。 ⑤CR4段形の帯域濾波型伝送路特性、即ち $G(\omega) = 1/[1 + j(\omega - \omega_0)/\omega_a]^4$ を仮定した場合。 ⑥雑音 平均値零の加算的白色ガウス雑音 $n(t)$ が加わるものとする。

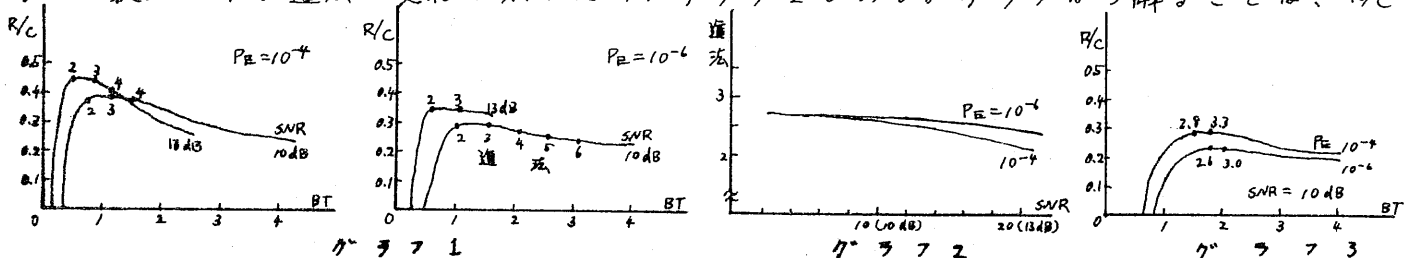


伝送歪の無い場合(前提条件③の④) 受信信号の瞬時周波数の $0 \leq t \leq T$ での平均を受信周波数とし、又上述の仮定以外に、雑音の自己相関関数を求めるのに、6dB/oct.の帯域型特性を仮定して、計算を行なう結果次のようになる。

$$R/C = \{ \log_2 (\pi B T / \delta \sqrt{2\pi}) \} / B T \log_2 (1 + SNR) \quad \text{但し } R \text{ は伝送速度、 } C \text{ は通信容量、}$$

$$M = \{ 1 - \exp(-\pi B T) \} / SNR + \{ 1 - \exp(-2\pi B T) \} / 2 (SNR)^2, \quad P_E = \operatorname{erfc}(\delta)$$

そこで P_E 及び SNR をパラメータとして、 $B T$ に対する R/C の変化を表わしたのがグラフ1、 R/C を最大にする進法の変化を示したのがグラフ2である。グラフから解くことは、 R/C



を最大にするのは、2~3進であり、 P_E, SNR が小さくなると已進に近づく。

伝送歪がある場合(前提条件③の⑤) 受信周波数 f_r を得るのに、時間的平均の代りに受信信号の電力スペクトルを用いて周波数軸上で平均する。その結果次のようになる。

$$n = B/\Delta f = (\pi B T \sqrt{SNR \cdot B T} / 2\delta) \cdot \sqrt{F_1/F_2} \quad R/C = \log_2 n / B T \log_2 (1 + SNR)$$

但し、 F_1, F_2 は $B, T, f_a (= \omega_a/2\pi)$ の関数であり、二重定積分の形で与えられる。

上式を用いて、電算機により数値積分を行って得られたのがグラフ3である。

結果及び検討 R/C を最大にするのは、2~3進FSKであり、 $B T$ が大きい時は已進に近づき、かつ②と④で得られた式が一致する。以上の考察では干渉については考慮していないが、 $B T$ が小さくなると、当然干渉量が増加し、参考文献(2)を参照すると、グラフ1やグラフ3で示されているような範囲が小さい所では、急激に干渉量が増加し、補償限界(3割)を越してしまふので、干渉の影響については更に検討を要する。

参考文献 ①尾佐竹・田中：信学誌 Vol.49, No.10, P1843 (昭41-10)

②尾佐竹・桐沢：信学誌 Vol.50, No.11, P2078 (昭42-11)