

【課題の解答例】

4.13

$P(f)$ が偶関数なので, $p(t)$ は次の式で与えられる.

$$p(t) = 2 \int_0^{\infty} P(f) \cos(2\pi ft) df$$

ここに式(7.60)

$$P(f) = \begin{cases} \frac{1}{2W}, & 0 \leq |f| \leq f_1 \\ \frac{1}{4W} \left\{ 1 + \cos \left(\frac{\pi(|f| - f_1)}{2W - 2f_1} \right) \right\}, & f_1 \leq |f| \leq 2W - f_1 \\ 0, & |f| \geq 2W - f_1 \end{cases}$$

を代入し, $\alpha = 1 - \frac{f_1}{W}$ を用いると,

$$\begin{aligned} p(t) &= \frac{1}{W} \int_0^{f_1} \cos(2\pi ft) df + \frac{1}{2W} \int_{f_1}^{2W-f_1} \left\{ 1 + \cos \left(\frac{\pi(|f| - f_1)}{2W - 2f_1} \right) \right\} \cos(2\pi ft) df \\ &= \frac{1}{W} \left[\frac{\sin(2\pi ft)}{2\pi t} \right]_0^{f_1} + \frac{1}{2W} \left[\frac{\sin(2\pi ft)}{2\pi t} \right]_{f_1}^{2W-f_1} \\ &\quad + \frac{1}{4W} \left[\frac{\sin \left(2\pi ft + \frac{\pi(f - f_1)}{2W\alpha} \right)}{2\pi t + \frac{\pi}{2W\alpha}} \right]_{f_1}^{2W-f_1} + \frac{1}{4W} \left[\frac{\sin \left(2\pi ft - \frac{\pi(f - f_1)}{2W\alpha} \right)}{2\pi t - \frac{\pi}{2W\alpha}} \right]_{f_1}^{2W-f_1} \\ &= \frac{\sin(2\pi f_1 t)}{4\pi W t} + \frac{\sin(2\pi(2W - f_1)t)}{4\pi W t} \\ &\quad + \frac{1}{4W} \frac{\sin(2\pi(2W - f_1)t + \pi) - \sin(2\pi f_1 t)}{2\pi t + \frac{\pi}{2W\alpha}} + \frac{1}{4W} \frac{\sin(2\pi(2W - f_1)t - \pi) - \sin(2\pi f_1 t)}{2\pi t - \frac{\pi}{2W\alpha}} \\ &= \frac{\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi(2W - f_1)t)}{4\pi W t} - \frac{\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi(2W - f_1)t)}{4W} \frac{\left(2\pi t - \frac{\pi}{2W\alpha} \right) + \left(2\pi t + \frac{\pi}{2W\alpha} \right)}{\left(2\pi t + \frac{\pi}{2W\alpha} \right) \left(2\pi t - \frac{\pi}{2W\alpha} \right)} \\ &= \frac{\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi(2W - f_1)t)}{4\pi W t} - \frac{\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi(2W - f_1)t)}{4W} \frac{4\pi t}{(2\pi t)^2 - \left(\frac{\pi}{2W\alpha} \right)^2} \\ &= \frac{1}{W} \left(\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi(2W - f_1)t) \right) \left(\frac{1}{4\pi t} - \frac{\pi t}{(2\pi t)^2 - \left(\frac{\pi}{2W\alpha} \right)^2} \right) \end{aligned}$$

【講義の要点】

雑音による誤り率 (p. 253-259)

Polar non-return-to-zero (NRZ) (4.21): 0/1 をパルスの土で伝送. パルス幅とシンボル間隔が同じ.

判定器 (図 4.4) : MF 出力から送信シンボルを判定, 判定しきい値

2 種類の誤り: 0 を送信し 1 と判定 / 1 を送信し 0 と判定

0 を送信した場合の判定器入力(4.23): 送信シンボルとガウス雑音の和 □ 情報理論と同じ式

(注: 式(4.23)の 1 行目右辺は $\frac{1}{T_b}$ 倍が抜けている)

雑音の分散(4.26): シンボル長に反比例

条件付確率(4.28): 誤差補関数(4.29)により表現 \Rightarrow しきい値の関数(4.31)

1 を送信した場合の誤り率(4.34)

平均誤り率(4.35): 送信シンボル確率に依存

しきい値の決定

誤り率最小条件(4.37)

最尤復号 (情報理論の項参照) : 尤度が一致する点をしきい値

\Rightarrow シンボル発生が等確率なら一致: 0

このときの誤り率は誤差補関数(4.40)

本日の課題: なし (試験期間前のため)