

4.18 用矩形窗设计一个线性相位高通滤波器, 其中

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-j(\omega-\pi)a}, & \pi - \omega_c \leq \omega \leq \pi \\ 0, & 0 \leq \omega_c < \pi - \omega_c \end{cases}$$

(1) 求出  $h(n)$  的表示式, 确定  $a$  与  $N$  的关系。

(2) 改用汉宁窗设计, 求出  $h(n)$  的表示式。

4.19 用哈明窗设计一个线性相位 FIR 滤波器, 其中

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-j\omega a}, & |\omega| \leq 0.25\pi \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

设  $N=21$ , 求  $h(n)$  的表示式及其数值。

4.18 解:  $h_d(n) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{\pi-\omega_c}^{\pi+\omega_c} e^{-j(\omega-\pi)a} e^{j\omega n} d\omega$$

$$= \frac{e^{ja\pi}}{2\pi} \int_{\pi-\omega_c}^{\pi+\omega_c} e^{j\omega(n-a)} d\omega$$

$$= \frac{e^{ja\pi}}{2\pi} \cdot \frac{1}{j(n-a)} [e^{j(\pi+\omega_c)(n-a)} - e^{j(\pi-\omega_c)(n-a)}]$$

$$= \frac{e^{j\pi n}}{j2\pi(n-a)} [e^{j\omega_c(n-a)} - e^{-j\omega_c(n-a)}]$$

$$= \begin{cases} (C-1)^n \frac{\sin[(n-a)\omega_c]}{(n-a)\pi}, & n \neq a \\ (C-1)^n \frac{\omega_c}{\pi}, & n = a \end{cases}$$

$$h(n) = h_d(n) w(n) = \begin{cases} (C-1)^n \frac{\sin[(n-a)\omega_c]}{(n-a)\pi}, & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0, & \text{other} \end{cases}$$

需保证线性相位  $a = \frac{N-1}{2}$

$$h(n) = h_d(n) w(n) = \begin{cases} \frac{1}{2} [1 - \cos(\frac{2n\pi}{N-1})] (C-1)^n \frac{\sin[(n-a)\omega_c]}{(n-a)\pi}, & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0, & \text{other} \end{cases}$$

4.19 解:  $h_d(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} e^{-j\omega a} \cdot e^{j\omega n} d\omega$

$$= \int \frac{\sin[\frac{1}{4}\pi(n-a)]}{\pi(n-a)}, n \neq a$$

$$\left| \frac{1}{4} \right|, n = a$$

$$\therefore h(n) = h_d(n) w(n)$$

$$= \begin{cases} [0.54 - 0.46 \cos(\frac{2n\pi}{N-1})] \frac{\sin[\frac{1}{4}\pi(n-a)]}{\pi(n-a)}, & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0, & \text{other} \end{cases}$$

需满足线性相位  $a = \frac{N-1}{2} = 10$

$$\therefore h(n) = \begin{cases} [0.54 - 0.46 \cos(\frac{2n\pi}{10})] \frac{\sin[\frac{1}{4}\pi(n-10)]}{\pi(n-10)}, & 0 \leq n \leq 20 \\ 0, & \text{other} \end{cases}$$