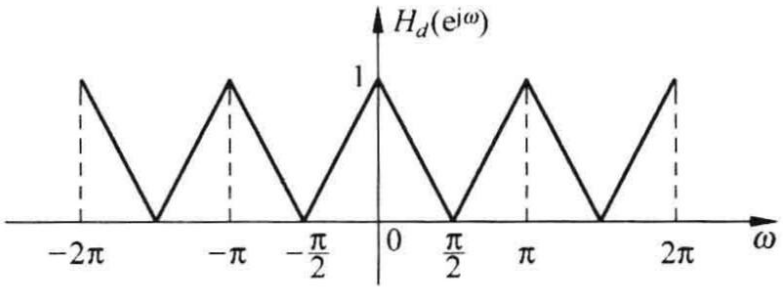
DSP_HW10

msh

May 2024

Exercise 1

一滤波器的理想频率响应如图所示：



（1）试用窗函数法设计该滤波器，要求具有线性相位，滤波器长度为 33，用汉宁窗。

（2）用频率抽样法设计，仍要求具有线性相位，滤波器长度为 33，过渡点由读者自行设置。

要求先手动计算出 h(n)，然后上机求 $H(e^{j\omega})$。（必做：手动计算。选做：程序设计。）

hw10.1 (1) 由图可以得到

$$H_d(e^{jw}) = \begin{cases} -\frac{2}{\pi}w - 1 & w \in [-\pi, -\frac{\pi}{2}] \\ \frac{2}{\pi}w + 1 & w \in [-\frac{\pi}{2}, 0] \\ -\frac{2}{\pi}w + 1 & w \in [0, \frac{\pi}{2}] \\ \frac{2}{\pi}w - 1 & w \in [\frac{\pi}{2}, \pi] \end{cases}$$

$$\therefore h_d(n) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} H_d(e^{jw}) e^{jwn} dw$$

$$= \frac{1}{2\pi}\left[-\frac{8}{\pi n^2}\cos(\frac{\pi}{2}n) + \frac{4}{\pi n^2} + \frac{4}{\pi n^2}\cos(\pi n)\right].$$

当 $n=0$ 时, $h_d(n) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} H_d(e^{jw}) e^{jwn} dw$

$$= \frac{1}{2}.$$

$$\therefore h_d(n) = \begin{cases} \frac{8}{\pi^2 n^2} & n = 4m+2 \\ 0 & n = 4m, 4m+1, 4m+3 \\ 0.5 & n = 0 \end{cases}$$

将 $h_d(n)$ 移位到 $M/2$, 并乘以窗函数.

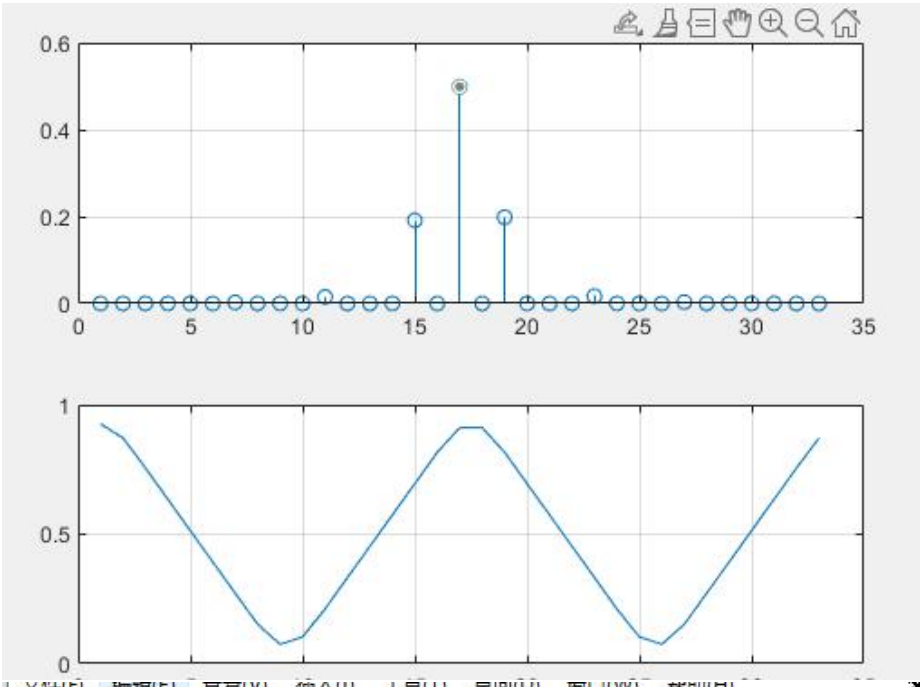
即 $h(n) = h_d(n - M/2)\, w(n)$,

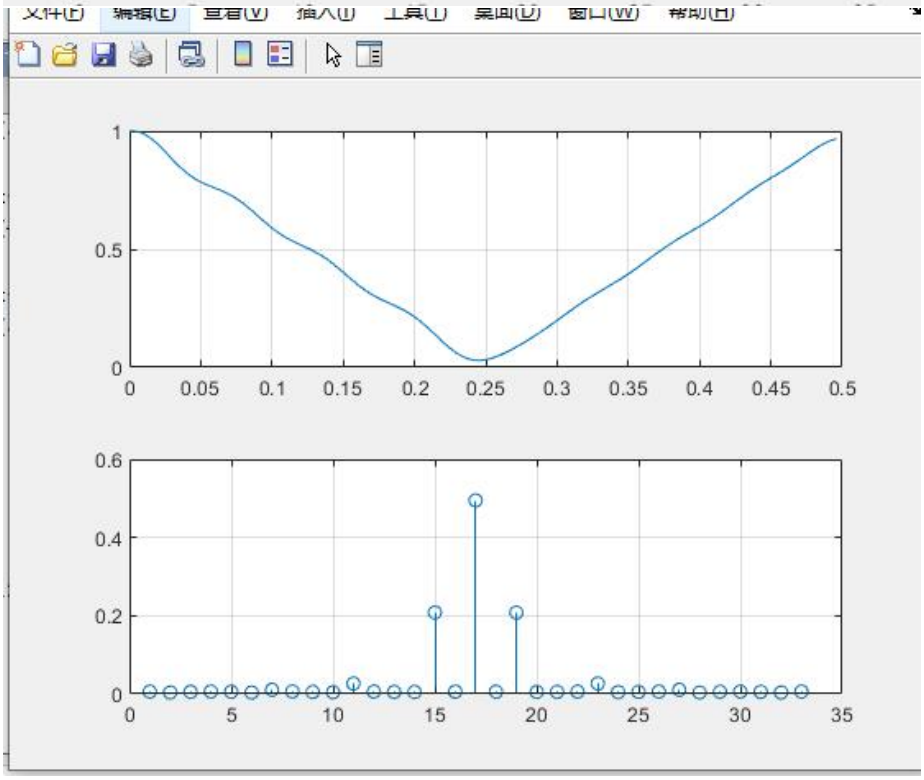
$$= h_d(n-16)\, w(n)$$

$$w(n) = 0.5 - 0.5\cos(\frac{2\pi n}{33}), \quad n = 0, 1, \cdots 32.$$

(2) $H_d(k) = \begin{cases} (-\frac{4}{33}k + 1) e^{-jk\frac{32}{33}\pi} & 0 \le k \le 8 \\ (\frac{4}{33}k - 1) e^{-jk\frac{32}{33}\pi} & 9 \le k \le 16 \\ (-\frac{4}{33}k + 3) e^{-jk\frac{32}{33}\pi} & 17 \le k \le 24 \\ (\frac{4}{33}k - 3) e^{-jk\frac{32}{33}\pi} & 25 \le k \le 32. \end{cases}$

$$h(n) = \frac{1}{33}\sum_{k=0}^{32} H_d(k) e^{j\frac{2\pi}{33}nk}, \quad n = 0, 1, \cdots 32.$$


0.6
0.4
0.2
0
0
5
10
15
20
25
30
35
1
0.5
0


1
0.5
0
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
0.6
0.4
0.2
0
0
5
10
15
20
25
30
35

通过比较可以看出，窗函数法和频率抽样法设计出的滤波器均达到要求，但它们在一些细节上稍有不同。