

## 第7章 习题

7.1 已知 FIR 数字滤波器的单位冲激响应分别为：

$$h_1(n) = \{1, 5, 2, 3, 2, 5, 1\}$$

$$h_2(n) = \{3, -2, 1, 0, -1, 2, -3\}$$

说明上述两个 FIR 滤波器是否为线性相位特性？为什么？并分别画出它们相位特性的示意图。

7.2 设 FIR 滤波器的系统函数  $H(z)$  为：

$$H(z) = \frac{1 + 0.9z^{-1} + 2.1z^{-2} + 0.9z^{-3} + z^{-4}}{10}$$

根据上式直接写出滤波器的单位冲激响应  $h(n)$ ，并判断滤波器是否为线性相位？写出相频特性表达式。

7.3 采用窗函数法设计一个低通 FIR 滤波器，要求过渡带不超过  $0.125\pi$ ，通带截止频率为  $0.25\pi$ ，阻带衰减不小于 40dB，理想滤波器的表达式为：

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-j\omega\alpha} & |\omega| \leq 0.25\pi \text{ (passband)} \\ 0 & 0.25\pi < |\omega| \leq \pi \text{ (stopband)} \end{cases}$$

(1) 求出理想滤波器的单位冲激响应  $h_d(n)$  表达式；

(2) 确定满足要求的窗函数  $w(n)$ ，写出其表达式；

(3) 确定滤波器的长度  $N$ ，及斜率系数  $\alpha$ ；

(4) 写出设计 FIR 滤波器的  $h(n)$  的表达式。

7.4 采用窗函数法设计一个高通 FIR 滤波器，要求过渡带不超过  $0.1\pi$ ，通带截止频率为  $\omega_c$ ，阻带衰减不小于 50dB，理想滤波器的表达式为：

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-j\omega\alpha} & \omega_c \leq |\omega| \leq \pi \text{ (passband)} \\ 0 & |\omega| \leq \omega_c \text{ (stopband)} \end{cases}$$

(1) 求出理想滤波器的单位冲激响应  $h_d(n)$  表达式；

(2) 确定满足要求的窗函数  $w(n)$ ，写出其表达式；

(3) 确定滤波器的长度  $N$  和斜率系数  $\alpha$ ，问  $N$  取偶数还是奇数好？

(4) 写出设计 FIR 滤波器的  $h(n)$  的表达式。

(5) 证明  $h(n)$  满足第 1 类线性相位条件。

7.5 采用窗函数法设计一个带通 FIR 滤波器，阻带衰减不小于 60dB，理想滤波器表达式为：

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-j\omega\alpha} & \omega_c \leq |\omega| \leq \omega_c + B \text{ (passband)} \\ 0 & 0 \leq |\omega| < \omega_c, \omega_c + B < |\omega| \leq \pi \text{ (stopband)} \end{cases}$$

其中，B 和  $\alpha$  均为常数，解答下列问题：

- (1) 求出理想滤波器的单位冲激响应  $h_d(n)$  表达式；
- (2) 确定满足要求的窗函数  $w(n)$ ，写出其表达式；
- (3) 确定滤波器的长度 N 和斜率系数  $\alpha$  关系；
- (4) 写出设计 FIR 滤波器的  $h(n)$  的表达式。

7.6 设一个 FIR 低通滤波器的单位冲激响应和频率响应函数分别为  $h(n)$  和  $H(e^{j\omega})$ ，另一个

FIR 滤波器单位冲激响应为  $h_1(n)$ ， $h_1(n) = (-1)^n h(n)$ ，证明滤波器  $h_1(n)$  是一个高通滤波器。

7.7 采用窗函数法设计一个 FIR 数字差分器，选择海明窗，逼近图 7.7 题所示理想微分器特性。

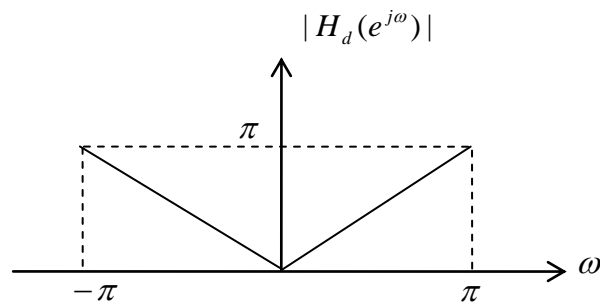


图 7.7 题

- (1) 求出理想滤波器的单位冲激响应  $h_d(n)$  表达式；
- (2) 写出设计 FIR 滤波器的  $h(n)$  的表达式；
- (3) 绘制其幅频响应示意图。

7.8 设两个有限长序列分别为：

$$h_1(n) = \{1, 2, 3, 4, 4, 3, 2, 1\} \quad n=0, 1, \dots, 7$$

$$h_2(n) = \{4, 3, 2, 1, 1, 2, 3, 4\} \quad n=0, 1, \dots, 7$$

设它们的 8 点 DFT 分别为  $H_1(k)$  和  $H_2(k)$ ，解答下列问题：

- (1) 确定  $H_1(k)$  和  $H_2(k)$  的关系式，问  $|H_1(k)| = |H_2(k)|$  是否成立？为什么？
- (2) 用  $h_1(n)$  和  $h_2(n)$  分别构成的低通滤波器是否具有线性相位？为什么？群延时为多少？

7.9 采用频率取样法设计一个线性相位 FIR 低通滤波器， $N=16$ ，给定理想滤波器的采样幅度值为

$$|H_d(k)| = \begin{cases} 1 & k = 0, 1, 2, 3 \\ 0.389 & k = 4 \\ 0 & k = 5, 6, 7 \end{cases}$$

按第一类线性相位求出所有 N 个频域采样值  $H_d(k)$ ,  $k=0, 1, \dots, 15$ 。