

HW5 IIR 数字滤波器设计

1. 如果模拟系统函数为：

$$H_a(s) = \frac{s+a}{s^2+2as+a^2+b^2}$$

试用冲激响应不变法求出相应的数字滤波器的系统函数。

2. 设有一模拟滤波器： $H_a(s) = 1/(s^2 + s + 1)$ ，采样周期 $T = 2$ ，试用双线性变换法将它转变为数字滤波器 $H(z)$ 。

3. 假设某模拟滤波器 $H_a(s)$ 是一个低通滤波器，又存在一个数字滤波器为 $H(z) = H_a(s) \Big|_{s=\frac{z+1}{z-1}}$ 。那么，该数字滤波器的通带中心位于下面哪种情况，并说明原因。

(a) $\omega = 0$ (低通)；(b) $\omega = \pi$ (高通)；(c) 除 0 或 π 以外的某一频率 (带通)。

4. 数字滤波器的设计可以采用以下两种方法。在冲激响应不变法中，数字滤波器的单位取样响应由对模拟滤波器的冲激响应采样组成： $h(n) = h_a(nT_s)$ 。另一种方法是阶跃响应不变法，数字滤波器的单位阶跃响应由对模拟滤波器的单位阶跃响应采样组成。给定一模拟滤波器系统函数：

$$H_a(s) = \frac{s+a}{(s+a)^2 + b^2}$$

(1) 使用阶跃响应不变法设计一个数字滤波器。

(2) 使用冲激响应不变法设计，并比较设计结果。

5. 试用冲激响应不变法设计 Butterworth 低通滤波器，设计指标为：通带截止频率为 100 Hz，通带幅度波动小于 1 dB，阻带起始频率为 150 Hz，阻带衰减大于 10 dB。采样间隔为 $T = 1 \text{ ms}$ 。

6. 试设计一个数字高通滤波器，要求通带下限频率为 8 kHz，阻带上限频率为 4.4 kHz，采样频率为 20 kHz，通带衰减不大于 3 dB，阻带衰减不小于 20 dB。