

# 数字信号处理 2023-2024 学年秋季期末考试

\* 注：此试卷为回忆版，部分题目的数据因为记不太清可能会被替换，但不影响答案（应该）

1.(12 分) 已知序列

$$x(n) = \begin{cases} 5 - n, & 0 \leq n \leq 4 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad y(n) = \begin{cases} 2n, & 0 \leq n \leq 2 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

- (1) 求自相关函数  $r_{xx}(m)$ ;
- (2) 求互相关函数  $r_{xy}(m)$ ;
- (3) 求  $x(n) * y(n)$ .

2.(10 分) 已知信号  $x_a(t) = \sin(2\pi f_0 t + \pi)$ , 其中  $f_0 = 100\text{Hz}$ .

- (1) 求信号  $x_a(t)$  的周期, 并求出最小采样频率和采样周期;
- (2) 求采样后的序列  $x(n)$  的周期.

3.(10 分) 对  $x(n)$  信号进行抽样, 采样点为  $n = 0, 1, 2, \dots, 511$ , 采样频率为  $f_0 = 8\text{kHz}$ .

- (1) 求序列  $x(n)$  的数字频率分辨率  $\Delta\omega$  和模拟频率分辨率  $\Delta f$ ;
- (2) 求  $X(100)$  的数字频点和模拟频点, 用  $\omega_{100}$  和  $f_{100}$  表示.

4.(10 分) 已知序列  $x(n)$ .

- (1) 求  $x(n)$  的 DFT 变换  $X(k)$ , DTFT 变换  $X(e^{j\omega})$  和 Z 变换  $H(z)$ .
- (2) 若已知  $X(k)$ , 重建  $X(z)$  和  $X(e^{j\omega})$ .

5.(15 分)

- (1) 回答基 2, 基 4-FFT 为什么比基  $r$ -FFT( $r \neq 2, 4$ ) 的优势更大;

(2) 给出 8 点基 2-FFT 的蝶形图, 要求反序输入, 顺序输出, 原位运算.

6.(18 分) 设计一个高通滤波器, 当  $f \geq 36\text{kHz}$  时, 衰减小于 1dB;  $f \leq 15\text{kHz}$  时, 衰减大于 15dB; 采样频率为 120kHz. 要求幅值随着频率增加而单调增加, 直接由模拟频率变为数字频率设计.

- (1) 根据设计方法给出相应的参数运算;
- (2) 求  $H(z)$  表达式;
- (3) 画出滤波器的幅频响应图, 标出通带和止带点;
- (4) 说明低通原型滤波器 3dB 截止频率和通带、止带频率指标的关系;
- (5) 画出滤波器的直接 II 型结构图.

7.(18 分) 使用窗函数设计法设计高通滤波器, 要求止带衰减 40dB, 要求通带截止频率为 8kHz, 过渡带宽为 3kHz, 采样频率 40kHz.

- (1) 给出使用的窗函数和最小阶数  $N$ ;
- (2) 写出  $h(n)$  的表达式 (窗函数的表达式不用给出具体细节, 用  $w(n)$  表示即可);
- (3) 若使用止带衰减更小的窗函数, 试分析其利弊.

8.(7 分) 用频率抽样设计法设计低通滤波器, 通带截止频率 375Hz, 过渡带宽小于 250Hz, 采样频率 2kHz, 阻带衰减 40dB. 若有过渡点其幅值可以用变量表示.

- (1) 画出滤波器的幅频响应图, 标出通带和止带点;
- (2) 给出  $h(n)$  的表达式;
- (3) 给出抽样频率设计法的结构图.