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

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

(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 $n=0,1,2,\ldots,511$, 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 Δf;
(2) 求 $X(100)$ 的数字频点和模拟频点, 用 ω_{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.