

北京交通大学 2007 年硕士研究生入学考试试卷

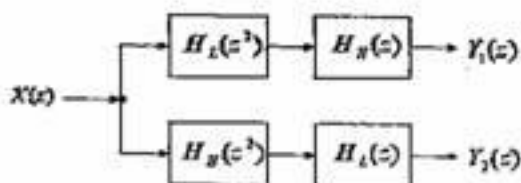
考试科目: 数字信号处理 (409)

共 3 页 第 1 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

一、简单计算与叙述题 (50 分, 每题 5 分)

1. 对一个连续时间信号进行采样, 采样时间长度为 1s, 其最高频率为 1KHz, 采用 FFT 对其进行频谱分析, 问采样点间的最大采样间隔是多少? 应作多少点的 FFT?
2. 求 $R_x(n)$ 的 z 变换, 并求零极点, 指出其收敛域。
3. 问离散系统 $y(n) = x(n) \cdot x(n-1)$ 是否是线性系统? 是否是移不变系统?
4. 已知序列 $x(n] = \{1, 2, 3, -1; n = 0, 1, 2, 3\}$, $y(n) = \{2, -1, -2, 1; n = 0, 1, 2, 3\}$, 求 $x(n)$ 与 $y(n)$ 的六点圆周卷积 $x(n) \otimes y(n)$
5. 设平稳各态遍历随机信号的一个观测值为 $x(n) = \{2, 1, -1, 1; n = 0, 1, 2, 3\}$, 试采用间接法 (相关法) 求其功率谱估计值 $\hat{P}_x(\omega)$ 。
6. 从模拟滤波器设计数字滤波器, 必须满足哪两个基本条件? 分析双线性变换法设计数字滤波器是否满足这两个条件。
7. 设一个因果系统的系统函数为 $H(z) = \frac{2+z}{1+5z+6z^2}$, 问该系统的稳定性如何? 是延时系统还是超前系统? 是最大相位系统还是最小相位系统?
8. 在 FIR 滤波器窗函数设计法中, 过渡带宽、阻带最小衰减与窗函数长度 N 有何关系? 在 FIR 滤波器频率抽样设计法中, 如何提高阻带最小衰减 (例如, 从 -20db 提高到 -40db)?
9. 设 $H_L(z)$ 和 $H_H(z)$ 分别表示截止频率为 $\omega_c = \frac{\pi}{2}$ 的理想低通滤波器和理想高通滤波器的系统函数, 试确定以下图所示的离散线性系统的系统函数 $H_1(z) = \frac{Y_1(z)}{X(z)}$ 和 $H_2(z) = \frac{Y_2(z)}{X(z)}$, 并画出其幅度响应。



北京交通大学 2007 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 数字信号处理 (409)

共 3 页 第 2 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

10. 什么是快速卷积法? 写出其实现步骤, 并画出实现方框图。

二、计算题 (100 分)

1. (12 分) 一个线性移不变系统的系统函数为: $H(z) = \frac{1+1.2z^{-1}}{1+0.1z^{-1}-0.06z^{-2}}$

- (1) 写出该系统的差分方程;
- (2) 该系统是 IIR 还是 FIR 系统?
- (3) 画出该系统级联和并联结构 (以一阶基本节表示)。

2. (12 分) (1) 试分别画出基-2 时间抽取法和频率抽取法 FFT 的基本蝶型运算流程图;

- (2) 写出时间抽取法和频率抽取法的两个主要不同点;
- (3) 画出 4 点时间抽取法 FFT 的运算流程图;

3. (15 分) 已知一个 IIR 数字滤波器的系统函数为 $H(z) = \frac{1}{4} \cdot \frac{1-z^{-1}}{1+0.5z^{-1}}$,

- (1) 试判断该滤波器的类型 (低通、高通、带通、带阻)? (注意: 要有数学推导的理由)
- (2) 该数字滤波器经过一个数字频带变换, 变换关系为 $z^{-1} = \frac{Z^{-1}-0.2}{1-0.2Z^{-1}}$, 试判断变换后的数字滤波器的类型。

4. (12 分) 先写出 IDFT 的计算公式, 再写出 IDFT 快速实现的两种方法, 一种画出相应的计算流程图 (以 4 点时间抽取 IFFT 或者频率抽取 IFFT 为例均可), 一种写出相应计算公式。

5. (10 分) 证明: 复序列实部的 DFT 等于该序列 DFT 的圆周共轭对称分量,

$$\text{即: } DFT\{\text{Re}[x(n)]\} = X_{\varphi}(k)$$

6. (13 分) 已知一个线性移不变因果系统的差分方程为 $y(n] = y[n-1] + 6y[n-2] + x[n-1]$,

- (1) 求这个系统的系统函数, 画出零极点图, 并指出收敛域;
- (2) 求此系统的单位抽样响应;
- (3) 判断该系统的稳定性, 如果不稳定, 请找出一个满足该差分方程的稳定系统的单位抽样响应, 此时, 再判断系统的因果性。

北京交通大学 2007 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 数字信号处理 (409)

共 3 页 第 3 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

7、(26 分) 设 FIR 滤波器的单位抽样响应为 $h(n)$, $n=0, 1, \dots, N-1$,

(1) 写出线性相位 FIR 滤波器的充分必要条件;

(2) 当 $h(n)$ 满足偶对称时, 证明: $H(z) = z^{-(N-1)}H(z^{-1})$ (3) 当 $h(n)$ 满足偶对称, 且 N 为偶数时, 可以求出该 FIR 滤波器的幅度特性为

$$H(\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} 2h(n) \cos \left[\left(\frac{N-1}{2} - n \right) \omega \right],$$

问该 FIR 滤波器不能设计什么类型的滤波器 (低通、高通、带通、带阻)?

(4) 给定抽样频率为: $\Omega_s = 3\pi \times 10^4$ (rad/sec), 通带截止频率为: $\Omega_p = 3\pi \times 10^3$ (rad/sec),阻带开始频率为: $\Omega_{st} = 6\pi \times 10^3$ (rad/sec), 阻带衰减不小于 -50dB, 试用窗函数设计法设计一个线性相位 FIR 低通滤波器, 求出其单位抽样响应 $h(n)$ 。可能用到的参数如下:

窗函数	过渡带宽 $\Delta\omega/(2\pi/N)$	阻带最小衰减	表达式
矩形窗	0.9	-21	$R_N(n)$
汉宁窗	3.1	-44	$\frac{1}{2} \left[1 - \cos \left(\frac{2\pi n}{N-1} \right) \right] R_N(n)$
海明窗	3.3	-53	$\left[0.54 - 0.46 \cos \left(\frac{2\pi n}{N-1} \right) \right] R_N(n)$
布拉克曼窗	5.5	-74	$\left[0.42 - 0.5 \cos \left(\frac{2\pi n}{N-1} \right) + 0.08 \cos \left(\frac{4\pi n}{N-1} \right) \right] R_N(n)$