

2010 年中国地质大学（北京）数字信号处理考研试题

一、单项选择题（在每小题的四个备选答案中，选出一个正确答案，并将正确答案的序号填在题干的括号内。每小题 3 分，共 15 分）

1. 若一模拟信号为带限，且对其抽样满足奈奎斯特条件，则只要将抽样信号通过（ ）即可完全不失真恢复原信号。

- A. 理想低通滤波器 B. 理想高通滤波器
C. 理想带通滤波器 D. 理想带阻滤波器

2. 若一线性移不变系统当输入为 $x(n) = \delta(n)$ 时输出为 $y(n) = R_3(n)$ ，则当输入为 $u(n) - u(n-3)$ 时输出为（ ）。

- A. $R_3(n)$ B. $R_2(n)$
C. $R_1(n)$ D. $R_3(n) + R_3(n-1) + R_3(n-2)$

3. 下列哪一个单位抽样响应所表示的系统不是因果系统？（ ）

- A. $h(n) = \delta(n) + \delta(n-10)$ B. $h(n) = u(n)$
C. $h(n) = u(n) - u(n-1)$ D. $h(n) = u(n) - u(n+1)$

4. 若序列的长度为 M ，要能够由频域抽样信号 $X(k)$ 恢复原序列，而不发生时域混叠现象，则频域抽样点数 N 需满足的条件是（ ）。

- A. $N \geq M$ B. $N \leq M$
C. $N \leq 2M$ D. $N \geq 2M$

5. 以下对双线性变换的描述中不正确的是（ ）。

- A. 双线性变换是一种非线性变换
B. 双线性变换可以用来进行数字频率与模拟频率间的变换
C. 双线性变换把 s 平面的左半平面单值映射到 z 平面的单位圆内
D. 以上说法都不对

二、判断题（每题 3 分共 15 分）

1. 如果系统函数用下式表示： $H(Z) = \frac{1}{(1-0.5z^{-1})(1-0.5z)}$ 可以通过选择适当的收敛域使

该系统因果稳定。（ ）

2. 用窗函数设计 FIR 滤波器时，加大窗函数的长度不能改变主瓣与旁瓣的相对比例。（ ）

3. 令 $x(n) = a^{|n|}$ ， $0 < a < 1$ ， $-\infty \leq n \leq \infty$ ， $X(Z) = Z[x(n)]$ ，则 $X(Z)$ 的收敛域为 $a < |z| < a^{-1}$ 。（ ）

4. 如果 $x_c(t)$ 的奈奎斯特率是 Ω_s ，那么 $x_c(2t)$ 的奈奎斯特率是 $\Omega_s / 2$ 。（ ）

5. 双线性变换法是非线性变换，所以用它设计 IIR 滤波器不能克服频率响应混叠效应。

三、论述题 (60 分)

1. 简述契比雪夫数字滤波器的设计步骤。
2. 叙述 FIR 滤波器的窗函数设计法中窗函数所应满足的两项要求, 同时指出常用的窗函数, 并说明阻带的衰减情况。
3. 叙述由模拟滤波器映射成数字滤波器的双线性变换原理?
4. 在频谱分析中, 频率分辨率与信号的最高频率之间存在着什么样关系? 试详细说明。并指出采样点数与频率分辨率、信号的最高频率应满足什么条件。
5. 试比较 FIR 滤波器 (有限长单位冲激响应) 与 IIR (无限长单位冲激响应) 滤波器的特点。
6. 叙述序列 Z 变换的初值定理。

四、计算证明题 (60 分)

1. (10 分) 已知 $X(Z) = \frac{1}{(1 - \frac{1}{4}z^{-1})(1 - \frac{1}{2}z^{-1})}$, $\text{Roc: } |z| > \frac{1}{2}$, 求出它的 Z 的反变换 $x(n)$ 。

2. (10 分) 假如快速傅氏变换 (FFT) 处理器的频率分辨能力为 $F \leq 0.2 \text{ Hz}$, 所能允许通过信号的最高频率为 $f_h \leq 500 \text{ Hz}$, 并要求采样点数为 2 的整数幂。而且未采用其他任何数据处理措施, 求: (1) 最小记录长度 T_p ; (2) 采样点的最大时间间隔 T ; (3)、在一个记录中的最少点数 N 。

3. (10 分) 假设线性非时变系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 和输入信号 $x(n)$ 分别用下式表示:

$$h(n) = R_g(n), x(n) = a^n R_g(n), \text{ 其中 } 0 < |a| < \infty, \text{ 计算系统的输出信号 } y(n)。$$

4. (10 分) 证明: 如果单位冲激响 $h(n)$ 为实数, 且为有限长, 并有 $h(n) = h(N-1-n)$ (即为偶对称, N 为有限长度), 则

$$H(z) \Big|_{z=e^{j\omega}} = e^{-j\frac{N-1}{2}\omega} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} h(n) \cos\left(\frac{N-1}{2} - n\right)\omega$$

$H(z)$ 为系统函数。

5. 根据以下幅度平方函数 $f(\Omega)$ 确定系统函数 $H_a(s)$

$$f(\Omega) = \frac{9(81 - \Omega^2)^2}{(25 + \Omega^2)(36 + \Omega^2)}$$

6. 设计一个线性相位 FIR 低通滤波器, 给定通带截止频率为 $\omega_p = 0.3\pi$, 阻带截止频率为 $\omega_s = 0.45\pi$, 阻带衰减不小于 -50 dB 。

- (1) 选择合适的窗函数, 说明原因;
- (2) 选择滤波器的长度 N ;
- (3) 求出 $h(n)$ 。

