

南京邮电大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试数字信号处理试题

一、基本概念题（共 50 分）

1、填空题（每空 1 分，共 20 分）

(1) 在数字系统中共有三种因量化引起的误差因素，一种是输入信号的量化效应，另两种分别是_____和_____。

(2) 用 24kHz 的采样频率对一段 6kHz 的正弦信号采样 64 点。若用 64 点离散傅立叶变换 (DFT) 对其作频谱分析，则第_____根和第_____根谱线上会看到峰值。

(3) 线性时不变因果系统的差分方程为 $y(n) = 3x(n) - 2x(n-1) + 4x(n-3)$ ，则该系统的单位脉冲响应为 $h(n) =$ _____。

(4) 如果 $H(z)$ 是一个数字低通滤波器的传递函数，那么 $H(-z)$ 代表的滤波器类型_____， $H(z^2)$ 代表的滤波器类型是_____。

(5) 双线性变换法在频域的变换是非线性的，它把模拟频率 ω 变为数字频率_____。

(6) 谱估计中，谱分辨率是指_____。

(7) 实现 IIR 数字滤波器时，如果想方便地对系统频响的零点进行控制和调节，那么常用 IIR 滤波器结构中，首选_____型结构来实现该 IIR 系统。

(8) 如果平稳随机过程是各态遍历的，则可以用_____代替_____。

(9) 一个长度为 N 的有限长序列 $x(n)$ ，通过单位脉冲响应 $h(n)$ 的长度为 M 的 FIR 滤波器，其输出序列 $y(n)$ 的长度为_____。若用 FFT 计算 $x(n)*h(n)$ ，那么进行 FFT 运算的长度 L 应满足_____。

(10) 离散傅立叶变换表示式中的 w_N 因子等于_____，且 $w_N^N =$ _____。

(11) 有限长序列 Z 变换上_____一定收敛，该区域可以表示为_____。

(12) 为避免因系数量化引起的系统不稳定，在采用频率采样型结构实现 FIR 数字滤波器时，通常将所有谐振器的频率采样点取在_____。

(13) 对于一个低频信号，如果给它在某一时刻增加一个冲击，那么它的频谱会发生怎样的变化_____。

2、判断题（每题 2 分，共 10 分）

（错的请指出错误之处，并解释原因或给出正确结果）

(1) 用 DTFT 对 $x(nT) = \cos(2\pi f_1 nT) + \cos(2\pi f_2 nT)$ 作频谱分析时，如果时域分析窗不够长，将无法分辨频率 f_1 和 f_2 。

(2) 无限长非能量序列 Z 变换不存在。

(3) 离散时间系统的输出等于输入序列与系统单位脉冲响应的线性卷积。

(4) 用两种方法对随机序列 $x(n)$ 的某数字特征进行估计, 用第一种估计方法得到的是无偏估计, 用第二种方法得到是有偏估计, 这说明第一种估计的一致性好。

(5) 若 $x(n) = 0.5^n u(n)$, $y(n) = 0.5^n u(-n)$, 则 $Z[x(n)y(n)]$ 在整个 Z 平面上都收敛。

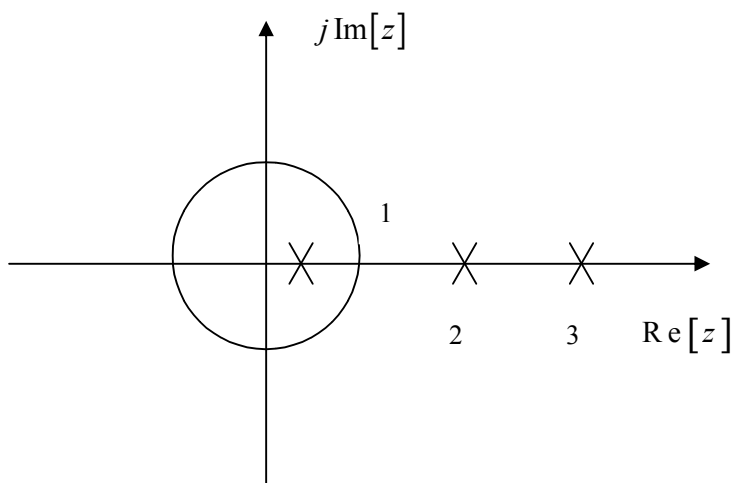
3、简答题 (共 20 分)

(写出必要的说明或推导过程)

(1) (8 分) 若离散时间系统的输入和输出分别为 $x(n)$ 和 $y(n)$, 且 $y(n) = x(n-1) - x(1-n)$, 那么该系统是否为线性的, 时不变的、因果的和稳定的?

(2) (6 分) 请说明如何用输入输出互相关定理测定系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 。

(3) (6 分) 序列 $x(n)$ 的 Z 变换为 $X(z)$, 其零、极点分布如下图。



①若已知序列的傅氏变换是收敛的, 问 $X(z)$ 的收敛域是什么? 序列 $x(n)$ 是左边序列、右边序列还是双边序列?

②若已知序列是双边序列, 且其 Z 变换存在, 问对应的序列可能有几种 (不要求出序列的表达式)? 并分别指出他们对应的收敛域。

二、证明题 (每题 6 分, 共 12 分)

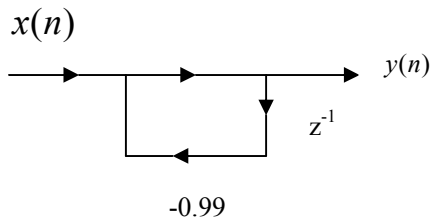
1、已知 $x(n)$ 是长度为 N 的有限长序列, 证明: 如果 $x(n)$ 是纯实序列, 则其 DFT $X(k)$ 具有共轭偶对称性, 即 $X(k) = X^*(N-k)$

2、有一单位脉冲响应为 $h(n)$ 的线性时不变离散时间系统, 其输入 $x(n)$ 是周期为 N 的周期序列, 试证系统的输出 $y(n)$ 也是周期为 N 的周期序列。

三、画图题（每题 7 分，共 14 分）

1、已知线性时不变离散时间系统的阶跃响应（系统在单位阶跃序列激励下的响应）为 $s(n) = n(0.5)^n u(n)$ ，画出该系统的正准型实现结构。

2、已知线性时不变离散时间系统的结构如下图，试写出其传递函数，画出其零、极点分布情况。



四、设计题（共 32 分）

1、（10 分）设计一长度为 $N=4$ 的 FIR 数字滤波器，要求其频响在 $\omega=0$ 时为 1，在 $\omega=\frac{\pi}{2}$ 和 $\omega=\pi$ 时为 0，求其单位脉冲响应 $h(n) = \{h(0), h(1), h(2), h(3)\}$ 。

2、（10 分）已知某线性相位 FIR 数字滤波器具有下列特征：

- (1) 单位脉冲响应 $h(n)$ 偶对称。
- (2) $h(n)$ 的长度为奇数；
- (3) 系统函数 $H(z)$ 的零点中，有一个是 $z = 0.5 + 0.5j$ ；
- (4) 在 $\omega=0$ 时，系统频响为 0.5。

要求：设计满足上式条件且 $h(n)$ 的长度最短的数字滤波器，写出其 $h(n)$ ，画出线性相位型实现结构。

3、（12 分）用单位脉冲响应不变法设计一个低通数字滤波器，已知模拟低通滤波器的传递函数为 $H_a(s) = \frac{2}{s^2 + 3s + 2}$ ，模拟截止频率为 f_c 为 1kHz，

采样频率为 $f_s = 4kHz$ 。

- (1) 设计该低通数字滤波器的系统函数 $H(z)$ ；
- (2) 该数字滤波器的数字截止频率为多少？
- (3) 一个以 $2kHz$ 频率采样的输入信号通过该数字滤波器后，输出信号的最大频率范围为多少 Hz？

五、分析计算题（共 42 分）

1、（8 分）一连续时间信号 $f(t)$ 的持续时间为 2.048 秒，信号在 256 个等距点处抽样，求抽样所得序列的频谱的周期为多少赫兹？如要求不产生频谱混叠，则对 $f(t)$ 的频谱有何限制？

2、（8 分）一个未知的线性时不变因果滤波器，在输入 $x(n) = 0.7^n u(n)$ 时的

输出为 $y(n) = 0.7^n u(n) + 0.5^n u(n)$ ，要求

(1) 求出使输出为 $y_1(n) = 0.5^n u(n)$ 的因果输入 $x_1(n)$ 是什么？

(2) 求系统的系统函数 $H(z)$ 和单位脉冲响应 $h(n)$ 。

3、(8分) 某4点序列 $x(n)$ ，已知其偶数点的2点DFT为： $F(0) = 4, F(1) = -2$ 其奇数点的2点DFT为： $G(0) = 6, G(1) = -2$ ，请利用时域抽取FFT计算 $x(n)$ 的4点DFT $X(k) = \{X(0), X(1), X(2), X(3)\}$ ，写出具体结果。

4、(12分) 线性时不变离散时间系统如图，要求：

(1) 确定系统的系统函数 $H(z)$ ；

(2) 确定系统的单位脉冲响应 $h(n)$ ；

(3) 确定系统的频响： $H(e^{j\omega}) = H(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$

(4) 根据幅度函数 $H(\omega)$ 和相位函数 $\varphi(\omega)$ 的表达式，画出系统的幅频曲线和相频曲线；

(5) 确定系统的3dB带宽 ω_{3dB} ；

5、已知 $f(n) = a^n u(n), |a| < 1$ ，求 $g(n) = \sum_{k=0}^n f(k)$ 的终值 $\lim_{n \rightarrow \infty} g(n)$ 。