南京邮电大学

2009年攻读硕士学位研究生入学考试

数字信号处理试题

考生注意：答案写在答题纸上（包括填空题等），保持卷满面整洁。

一．填空题（每空2分，共20分）

1. 线性时不变离散因果系统的差分方程为 y（n）= －2x(n)+5x(n-1)-x(n-4),则该系统的单位脉冲响应为_______________。
2. 一个频率响应为 H（e^{jw}）的线性时不变离散系统，若其输入序列为想 x（n）= $e^{jw_0 n}$，则输出序列为_______________。
3. 用一个数字低通滤波器从 0-10kHz 的信号中滤取 0-4kHz 的频率成分，该数字系统的抽样频率至少为________kHz。
4. 用8kHz的采样频率对一段2kHz的正弦信号采样64点，若用64点离散傅里叶变换（DFT）对其做频谱分析则第_______根和第_______根谱线上会看到峰值。
5. 对于一个因果稳定系统，其系统函数的极点应满足_______________条件。
6. 一个数字低通滤波器的截止频率是 ω=0.2π，如果系统采样频率为 f=2kHz，则等效于模拟低通滤波器的截止频率为___________Hz。
7. 为了由模拟滤波器低通原型的传递函数 H(s)求出相应的数字滤波器的系统函数 H（z），必须找出 s 平面和 z 平面之间的映射关系，这种映射关系应遵循两个基本目标：（1）__________________________________。（2）__________________________________。
8. 由于有限字长的影响，在数字系统中存在着三种误差，它们是输入信号的量化效应、___________和数字运算过程中的有限字长效应。

二．选择题（每题2分，共10分）

1. 已知系统的单位脉冲响应为 h（n）= e^n *u(3-n),则该系统为 （ ）

a．非因果、不稳定　 b. 非因果、稳定　c. 因果、不稳定

2.已知系统的输入输出关系为 y（n）= $\sum_{k=0}^{n} X(k)$+5，则该系统为（ ）

a．线性、时不变系统　 b. 非线性、时不变系统　c. 非线性、时变系统

3.用窗口法设计 FIR 数字滤波器时，若窗函数已定，则减小窗函数时所设计的数字滤波器的阻带最小衰耗将（ ）

a．减小　 b. 增大　c. 不变

4.由模拟滤波器设计 IIR 数字滤波器时，不适合用脉冲响应不变法设计的滤波器有（ ）

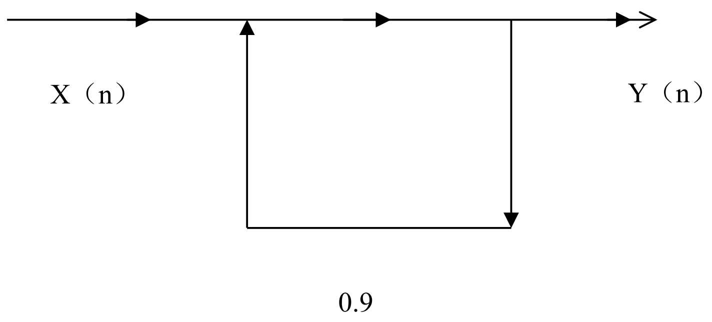
a．低通　 b. 高通　c. 带通

5.双线性变换法在频域的变换是非线性的，它把模拟频率∞变为数字频率（ ）

a．π　 b. $\frac{\pi}{2}$　c. 0

三．画图题（共24分）

1.（8分）系统结构如图所示，试画出零、极点分布图，并粗略画出起幅频曲线，说明该滤波器类型，即是 FIR，还是 IIR？高通、低通、带通还是带阻？



2.（6 分）画出 N=8 按时间抽取（DIT）的 FFT 分解流图，要求：

（1）按照 2 组 4 点，即 N=2x4 分解，注明输入、输出序列及每一级的 W 因子，

（2）指出比较直接计算 DFT 节约了多少次乘法运算（乘以 ±1、±j 均计为一次乘法运算）。

3.（10 分）已知线性时不变离散时间系统在单位阶跃序列激励下的响应，即阶跃响应为 s（n）$=0.5^n$ u（n），画出该系统的正准型实现结构。

四．证明题（每题 8 分，共 16 分）

1.设某 FIR 滤波器的单位脉冲响应 h（n）偶对称，滤波器长度 N 为奇数，且 h（n）为实数，证明该 FIR 滤波器是是线性相位的。

2. 一线性时不变系统的单位脉冲响应为 h（n），其输入序列 x（n）是均值为零、方差为σ^2的白噪声实序列，输出序列为 y（n）试证：E[x（n）y（n）]=h（0）σ^2。

五．分析计算题（共 40 分）

1.(8 分)输入信号 x（t）=$\cos 2\pi t+\cos 5\pi t$ 经过一个采样频率为$\Omega=6\pi$的理想采样系统后，又经理想低通滤波器 H(jΩ)还原，H(jΩ)=

$$\begin{cases} 1/2, & |\Omega|<3\pi \\ 0, & |\Omega \geq|3\pi \end{cases}$$

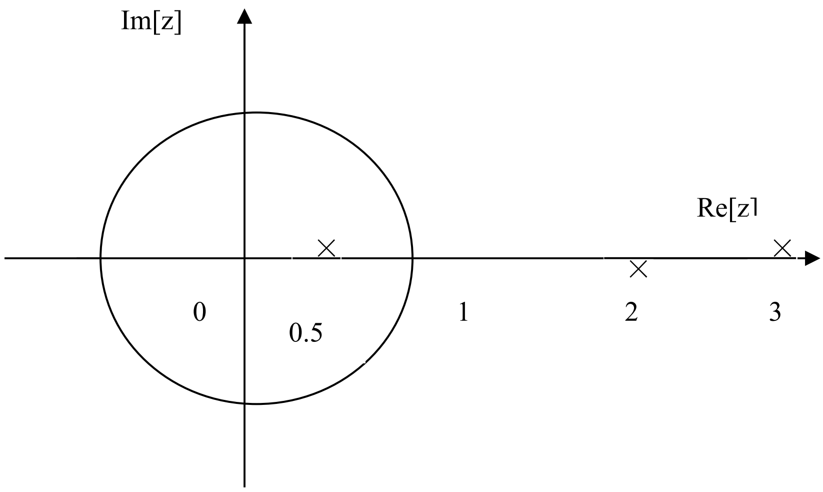
求低通滤波器 H(jΩ)的输出信号 y（t）。

2.（8 分）已知X_1（n）={1,0,1}，X_2（n）={1,1,1,1,1,}，

（1）、计算X_1（n）和X_2（n）的线性卷积和 5 点圆周卷积；

（2）、什么条件下，线性卷积等于圆周卷积。

3．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 x（n）的傅里叶变换是收敛的，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（不需求出序列的表达式）？并分别指出它们对应的收敛域。

4.（10 分）一个未知的线性时不变系统因果滤波器，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)

(1)求系统的系统函数 H(z)和单位脉冲响应 h（n）

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

5.（8 分）x（n），n=0.1….N-1 是长为 N 的有限长序列，其 N 点 DFT 为 X(k)，设 x_1（n）$=\frac{1}{2}$[x（n）+$\widetilde{x_N^*}$（N-n）R_N(n)]，x_2（n）$=\frac{1}{2}$[x（n）-$\widetilde{x_N^*}$（N-n）R_N(n)]，其中，$\widetilde{x_N}$(n)是 x（n）的以 N 为周期的周期延拓信号，X_e（k）和 X_n（k）分别是 x_e（n）和 x_n（n）的 N 点 DFT，试求 X_e（k）和 X_n（k），要求用 X（k）表示。

六．设计题（共 40 分）

1.（10 分）FFT 的应用之一是快速计算线性卷积，假如一个信号序列 x（n）通过一个 M 阶的、单位脉冲响应为 h（n）的 FIR 滤波器，那么可以用 FFT 运算来快速计算滤波

器的输出序列 y（n），试设计一个快速求解输出序列 y（n）的实现步骤，其中序列 x（n）的长度设为 N,

2. （10 分）用脉冲响应不变法设计一个低通数字滤波器，已知模拟低通原型滤波器的传递函数为 H_a (s)=$\frac{2}{s^2+4s+3}$，系统采样频率为 f_s，设计该低通数字滤波器的系统函数 H（z）。

3. （12 分）用双线性变换法设计一个三阶巴特沃兹（Butterworth）低通数字滤波器，采样频率为 f_s=8kHz,3dB 截止频率为 2kHz，已知三阶巴特沃兹滤波器的归一化低通原型为 H（s）=$\frac{1}{s^3+2s^2+2s+1}$要求：

（1）设计该低通滤波器的系统函数 H（z）;

（2）画出该滤波器的直接 II 型（正准型）实现结构。

4.（8 分）用 L 个一阶 FIR 数字低通滤波器 H_1(Z)=$\frac{1}{2}$(1+z^{-1}) 级联构成数字低通滤波器，要求其 3dB 截止频率低于 w_c，该滤波器的级联阶数 L 取多少？