
南京邮电大学

2003 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，保持卷面整洁。)

一、基本概念题（共 65 分）

1、(21 分) 判定下列系统是否为

a、BIBO 稳定系统（有界输入有界输出） b、因果系统

(1) 系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 为：

1.1.1 $h(n) = e^{an} R_N(n)$

1.1.2 $h(n) = 2^n u(-n)$

1.1.3 $h(n) = 0.5^{|n|} 0.2^{|n|}$

(2) 系统函数 $H(z)$ 为：

1.2.1 $H(z) = \frac{1}{(1-0.8z^{-1})(1-0.5z^{-1})} \quad |z| > 0.8$

1.2.2 $H(z) = \frac{1}{1-2z^{-1}+z^{-2}} \quad |z| > 1$

1.2.3 $H(z) = \frac{3+4.5z^{-1}}{1+0.3z^{-1}} \quad |z| < 0.3$

1.2.4 $H(z) = \frac{1}{z^{-1}(1-0.5z^{-1})} \quad \infty > |z| > 0.5$

2、(9 分) 设 $T(\cdot)$ 表示某线性系统对输入进行运算的算子， $x(n)$ 表示该系统的输入序列，请判定下列系统是否为线性移不变 LSI 系统。

2.1 $T(x[n]) = ax(n) + b (a \neq 0, b \neq 0)$

2.2 $T(x[n]) = x(n) + 3u(n+1)$

2.3 $T(x[n]) = e^{x(n)}$

3、找错题（每题 2 分，共 10 分）

下列各种说法均有概念错误，请指出错误之处并解释原因。

3.1 模拟周期信号的采样就是离散周期信号。

3.2 离散时间信号就是数字信号。

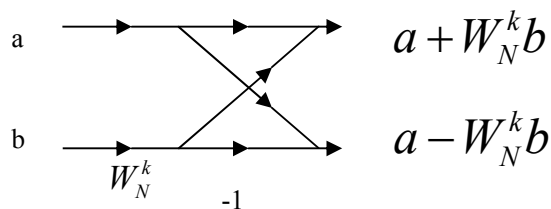
3.3 根据信号的功率谱和能量谱可以完全恢复信号。

3.4 FIR 滤波器一定是线性相位。

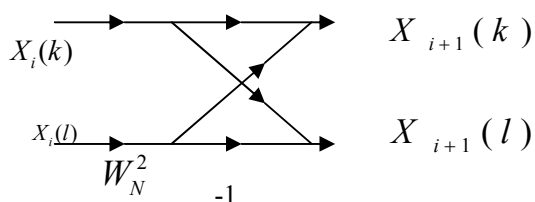
3.5 模拟滤波器到数字滤波器的变换中，采用的双线性变换法，使得数字滤波器的幅度和相位频率响应，分别与模拟滤波器的幅度和相位频率响应呈现线性关系，故此变换称为双线性变换。

4、论述题（共 25 分）

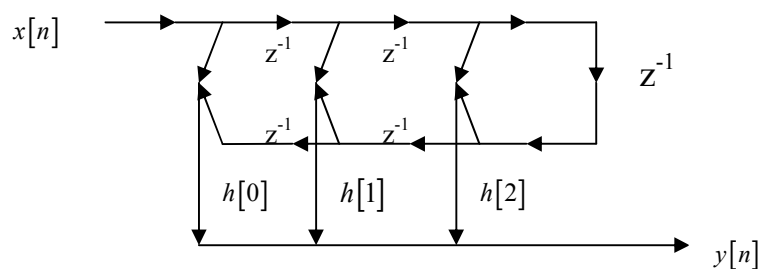
4.1 （8 分）观察下图，这个蝶形运算是从实现某种 FFT 算法的信号流图中取出来的。请回答下列问题：



- a、这个流程来自于 DIT 形式的 FFT 还是 DIF 形式的 FFT?
b、写出流程图中的两个输入与输出的关系式。



4.2、(8 分) 已知一线性相位 FIR 的系统结构如下图，设输入序列 $x[n]$ 的频率成分正好全落在该滤波器通带内，如果假设滤波器通带频率范围内的幅度增益均为 1，请写出输出序列 $x[n]$ 与输入序列 $y[n]$ 的关系式。



4.3、(9 分) 请你根据 DFT 和 IDFT 的定义式，举出两种方法，说明如何根据 FFT 程序来实现 IFFT 的运算。

(提示：可以对 FFT 程序内部某些因子、或者其输入输出序列，作少量修改)

二、计算题 (共 30 分)

1、(10 分) 考虑复序列

$$x[n] = \begin{cases} e^{j\omega_0 n}, & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

- (a) 求 $x[n]$ 的傅立叶变换 $X(e^{j\omega})$ 。
(b) 求有限长序列 $x[n]$ 的 N 点 DFT $X(k)$ 。

(c) 对于 $\omega_0 = 2\pi k_0 / N$ ，其中 k_0 为整数的情况，求 $x[n]$ 的 DFT。

2、(10 分) 已知序列 $a[n]$ 为 $\{1, 2, 2, 2\}$ ，序列 $b[n]$ 为 $\{2, 1, 2\}$ 。

(1) 求线性卷积 $a[n] * b[n]$ ；

(2) 若用基 2FFT 的循环卷积法（快速卷积）来得到两序列的线性卷积运算结果，请写出计算步骤（需注明 FFT 点数）。

3、(10 分) 如图 3 (a) 表示一个 6 点离散时间序列 $x(n)$ 。假设在图示区间外 $x(n) = 0$ 。令 $X(e^{j\omega})$ 表示 $x(n)$ 的 DTFT， $X_1[k]$ 表示 $X(e^{j\omega})$ 在每隔 $\pi/2$ 处的样本，即 $X_1[k] = X(e^{j\omega})|_{\omega=(\pi/2)k}$ $0 \leq k \leq 3$ 由 $X_1[k]$ 的 4 点 IDFT 得到的 4 点序列 $x_1[n]$ 如图 3 (b) 所示，根据此信息，是否能够唯一确定 α 数值？如果可以，求出 α 值。

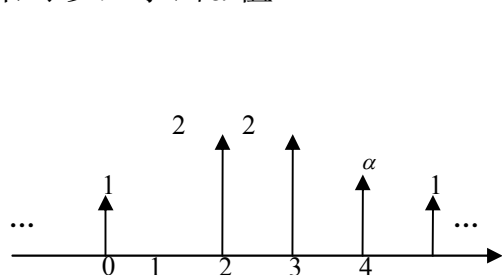


图 3 (a)

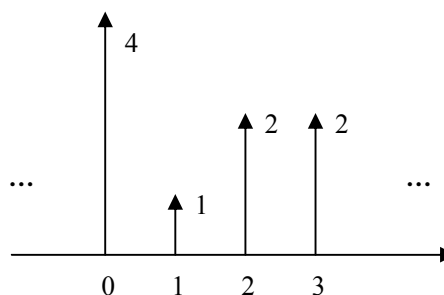


图 3 (b)

三、设计题（共 40 分）

1、(12 分) 已知一因果线性时不变系统的差分方程如下式

$$y[n] = x[n] - \frac{1}{2}x[n-2] + \frac{3}{4}y[n-1] - \frac{1}{8}y[n-2]$$

请确定

(1) 系统函数 $H(z)$ 。

(2) 画出其零点和极点分布图。

(3) 系统是否 BIBO（有界输入有界输出）稳定？

2、(10 分) 已知一模拟原型数字滤波器的系统函数为

$$H_a(s) = \frac{8(s+2)}{s^2 + 2s + 5}$$

请用脉冲响应不变法将其转换为相应的数字滤波器。（假设采样周期 $T=0.2$ 秒）

3、(8 分) 已知通过双线性变换法将一模拟原型滤波器转换为数字滤波器后得到的系统函数为 $G_a(z) = \frac{5z^2 + 4z - 1}{8z^2 + 4z}$ 请确定转换前的模拟原型数字滤波器的系统函数 $H_a(s)$ 。（假定采样周期 $T=2$ 秒）

4、(10 分) 采用 FIR 窗口法设计 DF 时，两个常用的窗函数及特征如下

表 (N 是滤波器冲激长度, 假设为已知)

窗函数	旁瓣峰值衰减(dB)	阻带最小衰减(dB)	过渡带
矩形窗	-13	-21	$4\pi / N$
海明窗	-41	-53	$8\pi / N$

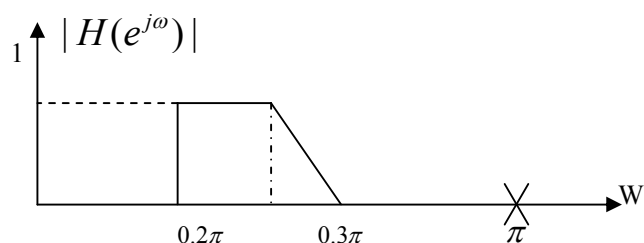
请回答下列问题:

(1) 设计一只理想低通滤波器 (截止频率 f_0 赫兹) 时, 他们的通阻带最大波动分别出现在什么模拟频率位置处? (采样频率为 F_s)

(2) 采用其中的矩形窗设计 FIR DF 时, 设计出的滤波器通带最大波动为多少 dB?

四、分析题 (15 分)

1、(6 分) 已知一个具有实系数的数字滤波器, 其系统函数 $H(z)$ 的幅度频率响应如下图, 请画出 $H(z^4)$ 滤波器的幅度频率响应示意图。



2、(9 分) 下图所示的是一个全通声反射器结构图, 请你推导出等效的具有最少乘法器 (系数 1 不计) 的系统。(写出输入输出差分方程或者画出 Z 域系统结构图)。

