

西北工业大学  
2003 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 数字信号处理

试题编号: 421

说 明: 请在试题上作答(写在答题纸上)

第 1 页 共 2 页

一、(20 分) 已知一个因果线性非时变 (LTI) 系统, 用差分方程表示为

$$y(n) = x(n) - x(n-1] - 0.9y(n-1)$$

1. 求系统的传递函数  $H(z)$  和它的收敛域, 并说明系统的稳定性;
2. 求系统的频率响应  $H(e^{j\omega})$  的表达式, 画出幅频响应示意图, 并判断系统的滤波特性;
3. 求系统对输入  $x(n) = \cos(\frac{\pi}{2}n + \frac{\pi}{4})$  的稳态响应;
4. 判断系统在哪个频率上有最大的稳态输出? 为什么?

二、(20 分) 已知连续时间矩形脉冲信号为

$$x(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < T \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

对其进行等间隔抽样, 抽样频率为  $f_s$ , 得到的离散时间信号为

$$x(n) = \begin{cases} 1, & n = 0, 1, 2, \dots, N-1 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

请解答下列问题:

1. 求  $x(n)$  的频谱  $X(e^{j\omega})$ , 画幅频谱图;
2. 说明由抽样离散信号  $x(n)$  能否完全恢复信号  $x(t)$ , 为什么?
3. 若  $N$  增加, 说明频谱  $X(e^{j\omega})$  会怎样变化?

三、(24 分) 已知两个有限长序列  $x_1(n) = \{1 \ 1 \ 1 \ 1\}$  和  $x_2(n) = \{-1 \ -1 \ -1 \ -1\}$ , 补零后得两个 8 点序列  $x'_1(n) = \{1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0\}$  和  $x'_2(n) = \{-1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0\}$ ,  $x'_1(n)$  和  $x'_2(n)$  经 8 点周期延拓为周期序列  $\tilde{x}'_1(n) = x'_1((n))_8$  和  $\tilde{x}'_2(n) = x'_2((n))_8$ , 请解答下列问题:

1. 求线性卷积  $y_1(n) = x_1(n) * x_2(n)$  及序列  $y_1(n)$  的序列傅立叶变换  $Y_1(e^{j\omega})$ ;
2. 求循环卷积  $y_2(n) = x'_1(n) \textcircled{8} x'_2(n)$  及序列  $y_2(n)$  的离散傅立叶变换  $Y_2(k)$ ;
3. 求周期卷积  $\tilde{y}_3(n) = \tilde{x}'_1(n) * \tilde{x}'_2(n)$  及序列  $\tilde{y}_3(n)$  的离散傅立叶级数  $\tilde{Y}_3(k)$ 。

(注: 符号  $\textcircled{8}$  表示 8 点的循环卷积)

四、(20 分) 一个数字频谱分析系统采用 FFT 对连续时间带限信号  $x(t)$  进行频谱分析, 设系统的采样频率  $f_s$  为 200 (kHz), 采样一帧数据的点数  $N$  为 2 的幂次, 请解答下列问题:

1. 该数字系统所能正确分析的信号最高频率是多少?
2. 若该系统频谱分析的频率分辨率为 100 (Hz), 问一帧分析需要多少点的数据才能达到?
3. 若系统 CPU 的运行速度是: 一次复乘 5 微妙, 一次复加 0.2 微妙, FFT 采用基 2 算法, 估算一帧 FFT 的计算时间。
4. 若一帧数据长度  $N$  固定, 提高采样频率  $f_s$  是否可以改善频率分辨率? 为什么?

西北工业大学  
2003 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 数字信号处理

试题编号: 121

说明: 所有试题一律写在答卷纸上。

第 2 页 共 2 页

五. (22 分) 采用双线性变换法设计一个数字低通滤波器, 要求采用预畸变措施修正频率的非线性失真。原形滤波器为一阶巴特沃斯模拟滤波器的归一化传递函数为

$$H_d(p) = \frac{1}{p+1}$$

已知系统采样频率  $f_s$  为 1000 (Hz), 滤波器的通带截止频率  $f_c = 200$  (Hz), 请解答下列问题:

1. 数字滤波器的通带截止频率是多少?
2. 设计出满足要求的数字滤波器的系统函数  $H(z)$ ;
3. 写出相应的差分方程, 并画出系统的结构流程图;
4. 根据本题说明若不采取该预畸变措施, 就不能满足滤波器的技术指标要求。

六. (22 分) 用窗设计法设计完成一个线性相位 FIR 数字带通滤波器  $H_d(e^{j\omega})$ , 逼近理想  $H_d(e^{j\omega})$ :

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} e^{-j\omega\alpha} & \omega_1 \leq \omega \leq \omega_2 \\ 0 & |\omega| < \omega_1, \dots, \omega_2 < \omega \leq \pi \end{cases}$$

其中,  $\omega_1, \omega_2$  是小于  $\pi$ ,  $\alpha$  是大于零的常数, 请解答下列问题:

1. 该理想带通滤波器的单位取样响应  $h_d(n)$  的表达式;
2. 若要求阻带衰减大于 50 分贝, 确定一种合适的窗函数 (用符号  $w(n)$  表示), 写出所设计的 FIR 滤波器  $h(n)$  的表达式, 并确定滤波器的长度  $N$ ;
3. 讨论  $N$  的取值分别为偶数和奇数时, 滤波器的性能有什么区别? 并画出滤波器的幅频响应和相频响应示意图。
4. 若系统的采样频率为 10 (kHz), 问该滤波器造成的处理延时有多长?

七. (22 分) 已知  $N$  点有限长序列  $x(n)$  的离散傅立叶变换为  $X(k)$ , 现定义  $4N$  点序列  $y(n)$  如下:

$$y(n) = \begin{cases} x(n/4) & n = 0, 4, 8, \dots, 4N-4 \\ 0 & n = 1, 2, 3, 5, 6, 7, \dots, 4N-1 \end{cases}$$

它的  $4N$  点离散傅立叶变换记为  $Y(k)$ , 请解答下列问题:

1. 求出  $Y(k)$  和  $X(k)$  的关系式;
2. 若  $x(n)$  是一个带限信号, 画出  $X(k)$  和  $Y(k)$  示意图, 并简要说明两者之间的变化情况。