

西北工业大学

2004 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: 所有答题一律写在答题纸上

第 1 页 共 3 页

一、(20 分) 分别判断下列系统的线性、时不变性、因果性和稳定性:

1. $y(n] = 4x(n] - 5$

2. $y(n] = x(-n]$

二、(20 分) 已知一个因果线性非时变 (LTI) 系统, 用差分方程表示为

$$y(n] + 0.8y(n-1] + 0.64y(n-2] = x(n]$$

1. 求系统的传递函数 $H(z)$ 的表达式, 画出系统的零极点图;

2. 在 Z 平面上标出系统的收敛域, 根据收敛域判断系统的稳定性, 并说明理由;

3. 求该系统的频率响应 $H(e^{j\omega})$ 的表达式, 画出幅频响应的示意图, 指出它的滤波特性;

4. 设输入序列 $x(n] = 20 \cos(\frac{2}{3}\pi n]$, 求它的输出序列 $y(n]$ 的最大幅值等于多少?

三、(20 分) 推导快速傅立叶变换 (FFT) 按时间抽取或按频率抽取基 2FFT 算法 (选择其中一种算法推导) 的蝶形递推公式, 简述算法的原理和特点, 画出 $N=8$ 的算法流图。

四、(20 分) 一个数字频谱分析系统采用 FFT 对连续时间带限实信号 $x(t)$ 进行频谱分析, 系统的采样频率为固定参数。设该系统所能分析的信号最高频率为 50 (kHz), 采样一帧数据的点数 N 为 2 的幂次, 请解答下列问题:

1. 画出该系统的主要组成部分的方框图, 并确定数字系统的采样频率 f_s 是多少?

2. 若该系统频谱分析的频率分辨率为 50 (Hz), 求最少的分析点数和记录的时间长度;

3. 若将系统的采样频率提高一倍, 能否改善系统的频率分辨率? 为什么?

4. 若 A/D 转换前需要加一个模拟滤波器 (用于抗混叠预处理), 问该模拟滤波器的带宽应等于多少? 为什么?

西北工业大学
2004 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: 所有答题一律写在答题纸上

第 2 页 共 3 页

5. (24 分) 采用双线性变换法设计一个二阶巴特沃斯数字低通滤波器, 要求采用预畸变措施校正频率的非线性失真。已知二阶归一化巴特沃斯 (butterworth) 模拟滤波器的传递函数为

$$H_a(p) = \frac{1}{p^2 + \sqrt{2}p + 1}$$

已知系统采样频率 f_s 为 1000 (Hz), 滤波器的通带截止频率 $f_p = 400$ (Hz), 请解答下

列问题:

1. 数字低通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 $H(z)$ 的表达式 (大于 1 的数近似成整数);
3. 写出相应的差分方程, 并画出系统的直接型网络结构流图;

6. (24 分) 用窗设计法设计完成一个线性相位 FIR 数字低通滤波器 $H_d(e^{j\omega})$, 逼近理想

$H_d(e^{j\omega})$:

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

其中, ω_c 是小于 π , α 是大于零的常数, 请解答下列问题:

该理想带通滤波器的单位取样响应 $h_d(n)$ 的表达式;

若要求阻带衰减大于 40 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 $h(n)$ 的表达式并画出它的示意图;

为保证滤波器具有线性相位, 确定滤波器长度 N 和 α 的关系, 并验证 $h(n)$ 满足线性相位的条件;

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示意图。

西北工业大学 2004 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: 所有答题一律写在答题纸上

第 3 页 共 3 页

2. (22 分) 已知一个无限长序列 $x(n) = a^n u(n), 0 < a < 1$, 对 $x(n)$ 的 Z 变换 $X(z)$ 在单位圆上等间隔采样 N 个点, 采样值记为:

$$X(k) = X(z) \Big|_{z=e^{j\frac{2\pi}{N}k}}, k = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

答下列问题:

1. 对 $X(k)$ 进行 N 点离散傅立叶反变换, 可得序列 $y(n)$, 求解 $y(n)$ 和 $x(n)$ 的关系, 并对结果进行必要的解释;
2. 若序列改为 $x_1(n) = a^n R_N(n), 0 < a < 1$, 对 $x_1(n)$ 的 Z 变换 $X_1(z)$ 在单位圆上等间隔采样 N 个点, 记为 $X_1(k)$, 对 $X_1(k)$ 进行 N 点离散傅立叶反变换, 可得序列 $y_1(n)$, 求解 $y_1(n)$ 和 $x_1(n)$ 的关系, 并对结果进行必要的解释。