南京邮电大学

2010 年攻读硕士学位研究生入学考试

数字信号处理试题

一、填空题（每空 2 分，共 20 分）

1、IIR 数字滤波器的实现结构有直接型、并联型、级联型等，从有限字长效应的角度来比较这三种结构的优劣：______________。

2、一个模拟实信号 $X_C(t)$，带宽限制在 5kHZ 以下，即频谱 $X_C(f)$=0，$|f| \succ 5kHZ$ 。以 10kHZ 的采样频率对 $X_C(t)$ 采样得到 1000 点的序列 x（n），设 X（k）为 x（n）的 1024 点 DFT，那么 X（k）中的 k=128 对应于 $X_C(f)$ 中的 f={　　}HZ，X（k）中 k=768 对应于 $X_C(f)$ 中的 f={　　}HZ。

3、在设计 IIR 数字滤波器时，由于脉冲响应不变法存在频谱混叠的特点，所以方法不适于设计以下两种频率特性的滤波器：{　　　　}。

4、设计一个线性时不变系统的频率响应为 $H(e^{jw}) = 1/(1-0.5e^{-j2w})$，若输入信号为 x（n）$=\cos(n\pi)$，则输出信号 y（n）={　　}

5、已知序列 x（n）={4，3，2，1}，其 6 点 DFT 用 X（k）表示。另一有限长序列 y（n），其 6 点 DFT 用 Y（k）表示。若 Y(k)= $W_6^{4k}X(k)$，则 y（n）={　　}

6、FIR 滤波器设计中，窗口位置的选择要使 h（n）{　　}以便得到线性相位。当 h（n）{　　}对称时，所有通过的信号产生 90 度附加相移。

7、利用 DFT 分析信号频谱时，采用补零的方法并不能提高对频率非常接近的两个信号的分辨能力，要提高这种频率分辨率必须{　　}

8、随机噪声通过线性时不变系统，$H(e^{jw})$ 表示系统频率响应，则输出噪声的平均值 m_f 可以由输入噪声的平均值 m_e 通过关系式{　　}计算得到。

二、选择题（每题 2 分，共 10 分）

1.已知系统的输入输出关系为 y（n）$=x^2(n-2)+x(3n)$,则改系统为（　）

A．线性、时不变系统　B。非线性、时变系统　C。非线性、时不变系统

2、已知序列 $x(n) = \sin(\frac{n\pi}{4}) - \cos(\frac{n\pi}{7})$，则该序列（　）

A．不是周期序列　B。是周期序列，周期为 28　C。是周期序列，周期为 56

3 设序列 x（n）的 DTFT 为 $X(e^{jw})$，当 x（n）是纯实数且奇对称时，$X(e^{jw})$ 是（　）

A． 纯实数且偶对称　B。纯实数且奇对称　C。纯虚数且奇对称

4.、已知系统的系统函数为$H(z)=(1+z^{-1})(1+2z^{-1})(1+3z^{-1})$，则该系统是（　　）

A．低通　　B。高通　　C 带通

5、设一个 4 点的序列 x（n），其 8 点 DFT 结果为{8 ,0，-8j，8 ,8, 8 ,8j，0}，则序列 x（n）/2 的 4 点 DFT 结果为（　　）

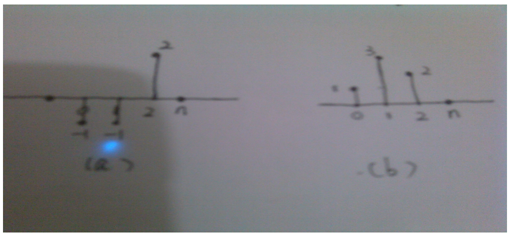
A{8，-8j，8, 8j}　B{4，-4j，4,　4j}　C{0，4,　4，0}

三．画图题（共 22 分）

1.（10 分）设一个稳定的线性时不变系统，其输入/输出对如图（a）所示。

（1）当系统的输入信号如图（b）所示时，求输出信号$y_1(n)$，并画图表示；

（2）求该系统的单位脉冲响应 h（n），并画图表示。



2.（12 分）设序列 x（n）的 DTFT $X(e^{jw})$如图所示，利用$X(e^{jw})$求下列个序列的 DTFT，并画出$y_2(n)$的 DTFT $Y_2(e^{jw})$的图。

（1）$y_1(n)=\begin{cases} x(n),n\text{为偶数} \\ 0，\text{n为奇数} \end{cases}$　　（2）$y_2(n)=\begin{cases} x(n/2),n\text{为偶数} \\ 0，\text{n为奇数} \end{cases}$

四、证明题

1、设某 N 点 FIR 滤波器的单位脉冲响应 b（n）为实数，且 h（n）=h（N-1-n)。若 z_0 是滤波器系统函数 H（z）的一个零点，试证 $1/z_0$ 、z_0、也是 H（z）的零点。

2、数字高通滤波器可用如下变换由模拟低通滤波器求得：

$$H（z）=H_a（s）\quad s=\frac{1+Z^{-1}}{1-Z^{-1}}$$

证明上述变换将 s 平面的虚轴映射成 Z 平面的单位圆，并且将 s 平面的左半平面映射到 Z 平面的单位圆内。

五、设计题（每题 10 分，共 30 分）

1、用双线性变换法设计一个二阶巴特沃兹数字低通滤波器（要求预畸）。采样频率为$f_s=4kHZ$，3dB 截止频率为$f_c=1kHZ$。已知二阶巴特沃兹滤波器的归一低通原型为

$H(s)=\dfrac{1}{s^2+\sqrt{2}s+1}$，要求：

（1）设计该数字低通滤波器的系统函数 H（z）；
（2）画出该滤波器的直接Π型（正准型）实现结构。

2、序列 x（n）的 DFT 为 X（k）={1,0,1,1}，要求用 FFT 来实现 IDFT，从Ｘ（ｋ）求得 ｘ（ｎ）。

（１） 采用共轭变换法，写出用ＦＦＴ计算ＩＤＦＴ的原理和步骤；

（２） 根据（1）的步骤画出从Ｘ（ｋ）求得ｘ（ｎ）的全过程（包括安时间抽取的ＦＦＴ分解流图），并按照流图来详细计算出ｘ（ｎ）。

３、希望实现一个 10000 点的序列与一个 100 点长的 FIR 单位脉冲响应的线性卷积，要求利用重叠相加法并通过 256 点 FFT 和 IFFT 来实现。

（1）问至少需要多少次 FFT 和多少次 IFFT，详细说明理由；
（2）估算（1）中所需的复数乘法和复数加法的次数。

六、综合计算题（共 48 分）

1、（10 分）求序列 x（n）={1,2,1,2}的线性卷积和圆周卷积，并以文字简单说明如何用圆周卷积求线性卷积。

2、（8 分）考虑一个模拟信号 $x_c(t)=\sin(10\pi t)+\sin(24\pi t)+\sin(70\pi t)$，t 以毫秒为单位。

它经过一个模拟抗混叠滤波器 $H_c(f)$ 后被采样为离散时间信号，采样频率为 40kHZ，采样结果又立即被理想重构（通过截止频率为 20kHZ 的理想低通滤波器）成一个模拟信号，用 $y_c(t)$ 表示。

（1）若 $H_c(f)$=1，即抗混叠滤波器对 $x_c(t)$ 无影响时，求 $y_c(t)$；

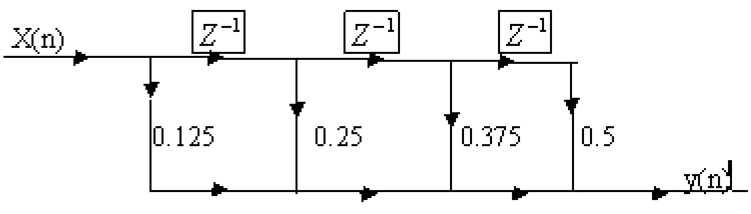
（2）若抗混叠滤波器时一个截止频率为 20kHZ 的理想低通滤波器时，求 $y_c(t)$。

3、（14 分）某线性时不变系统，当输入是 $x_c(n)=-\frac{5}{3}(\frac{1}{2})^n u(n)-\frac{12}{3}(2)^n u(-n-1)$ 时，输出是 $y(n)=2(\frac{1}{2})^n u(n)+3(-\frac{3}{4})^n u(n)$

（1）求系统函数 H（z），画出 H（z）的零极点图，并标出收敛域；
（2）求系统的单位脉冲响应 h（n）；
（3）写出表征该系统的差分方程；
（4）判断系统的因果性喝稳定性。

4、（8 分）设某 FIR 滤波器采样横截型结构实现，如图所示，系统采样 4 位字长（含一位符号位）的定点算法，每次乘法运算后尾数做舍入处理。

（1）在途中标注出舍入噪声；
（2）若用 $e_f(n)$ 表示由舍入噪声造成的输出噪声，则计算 $e_f(n)$ 的方差 σ_f^2。



5、（8 分）设 X（z）为序列 x（n）$=0.5^n u(n)$ 的 z 变换，现对 X（z）在单位圆上 10 等分采样，采样值为X（ k ）＝X（ z ） z ＝W_N^{-k}，$0 \le k \le 9$，若X（ k ）的 I D F T用 y （ n ）表示，即 y （ n ）＝IDFT【X（ k ）】，$0 \le k \le 9$，求 y（n)。