南京大学 电子科学与工程学院 全日制统招本科生

《数字信号处理》期末考试试卷 闭卷

任课教师姓名: 李晨，庄建军

考试日期：2013-6-27 考试时间： 2 小时 0 分钟

考生年级________考生专业________考生学号________考生姓名________

题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							

本题得分	

一．单项选择题（20 分，每题 2 分）

1.在对连续信号均匀采样时，要从离散采样值不失真恢复原信号，则采样角频率 Ω_s 与信号最高截止频率 Ω_c 应满足关系（ ）

A. $\Omega_s>2\Omega_c$　B. $\Omega_s>\Omega_c$　C. $\Omega_s<\Omega_c$　D. $\Omega_s<2\Omega_c$

2.下列系统(其中 y(n)为输出序列,x(n)为输入序列)中哪个属于线性系统?（ ）

A.y(n)=y(n-1)x(n)　B.y(n)=x(n)/x(n+1)　C.y(n)=x(n)+1　D.y(n)=x(n)-x(n-1)

3.已知某序列 Z 变换的收敛域为 5>|z|>3，则该序列为（ ）

A.有限长序列　B.右边序列　C.左边序列　D.双边序列

4.实偶序列傅里叶变换是（ ）

A.实偶序列　B.实奇序列　C.虚偶序列　D.虚奇序列

5.已知 x(n)=δ(n)，其 N 点的 DFT［x(n)］=X(k)，则 X(N-1)=（ ）

A.N-1　B.1　C.0　D.-N+1

6.设两有限长序列的长度分别是 M 与 N，欲通过计算两者的圆周卷积来得到两者的线性卷积，则圆周卷积的点数至少应取（ ）

A.M+N　B.M+N-1　C.M+N+1　D.2(M+N)

7.下面说法中正确的是（ ）

A.连续非周期信号的频谱为周期连续函数

B.连续周期信号的频谱为周期连续函数

C.离散非周期信号的频谱为周期连续函数

D.离散周期信号的频谱为周期连续函数

8.下列各种滤波器的结构中哪种不是 IIR 滤波器的基本结构？（ ）

A.直接型　B.级联型　C.频率抽样型　D.并联型

9.下列关于 FIR 滤波器的说法中正确的是（ ）

A.FIR 滤波器容易设计成线性相位特性

B.FIR 滤波器的脉冲响应长度是无限的

C.FIR 滤波器的脉冲响应长度是确定的

D.对于相同的幅频特性要求，用 FIR 滤波器实现要比用 IIR 滤波器实现阶数低

10.下列关于冲激响应不变法的说法中错误的是（　　）
A.数字频率与模拟频率之间呈线性关系
B.能将线性相位的模拟滤波器映射为一个线性相位的数字滤波器
C.具有频率混叠效应
D.可以用于设计低通、高通和带阻滤波器

本题得分	

二．填空题（20 分，每空 1 分）

1.序列 $x(n)=e^{j(3\pi n/7-\pi/8)}$ 的周期为________.

2.用频率 $f_s=80Hz$ 对 $\cos(100\pi t)$ 理想采样，得到序列 $x(n)$=________，若将 $x(n)$ 通过截止频率 $f_c=40Hz$ 的理想低通滤波器，恢复出的模拟信号 $y(t)$=_________.

3. $x(n)=|n-2|u(n+1)$ 的 Z 变换为__________________，其收敛域为________.

4. 对序列 $x(n)=\delta(n-n_0)$，$0<n_0<N$，其 N 点的 DFT 为__________.

5．用 DFT 近似分析连续信号频谱时, ________效应是指 DFT 只能计算一些离散点上的频谱，可采取的解决方法为_____________.

6.有限长序列 X(z)与 X（k）的关系______________________________，X（k）与 $X(e^{jw})$ 的关系 ______________________________.

7.IIR 滤波器的有限字长效应与它的结构有关,__________结构的输出误差最小，__________结构的输出误差最大

8.已知 FIR 滤波器 $H(z)=1+2z^{-1}+5z^{-2}+az^{-3}+z^{-4}$ 具有线性相位，则 a＝_____，冲激响应 h(2)＝________,相位 $\theta(\omega)$=__________.

9.在利用窗函数法设计 FIR 滤波器时，一般希望窗函数能满足两项要求：①______________________；②__________________________________。但是，一般来说，以上两点很难同时满足。

10. 当线性相位 FIR 数字数字滤波器的系统函数 $H(z)=\dfrac{1-z^{-1}}{2}$ ，试判断滤波器的类型（低通，高通，带通，带阻）为__________.

11.当 FIR 滤波器满足偶对称条件时，其单位冲激响应 $h(n)$ 满足的条件为____________.，此时对应系统的频率响应 $H(e^{j\omega})=H(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$ ，则其对应的相位函数为_______________.

三．简单计算（26 分）

本题得分	

1.（6 分）序列 $x(n)=\cos\left(\frac{\pi n}{2}\right), 0 \le n \le 3; h(n)=2^n, 0 \le n \le 3$

(1)求 $x(n),h(n)$ 的 4 点 DFT $X(k),H(k)$ ；(2)求 $x(n),h(n)$的 4 点循环卷积 $y(n)$

(3)利用 $x(n),h(n)$的 DFT $X(k),H(k)$相乘，再求 IDFT 的方法计算(2)中的 $y(n)$

2.（6 分）若 $x(n)=u(n)-u(n-5)$

(1) 求此序列的 Z 变换，标出收敛区，画出极零点图；

(2) 求此序列的傅里叶变换 $X\left(e^{j\omega}\right)$ ，并画出至少一个周期内的幅度谱;

(3) 求 $X(k)=DFT\left[x(n)\right]$,并在 $X\left(e^{j\omega}\right)$的幅度谱上标出$\left|X(k)\right|$所在的点

3.（6 分）设因果的离散 LTI 系统的单位阶跃响应为$g(n)$,已知当输入为因果序列

$x(n)$,其零状态响应为$y_{zs}(n)=\sum_{i=0}^{n} g(i)$ ，求输入$x(n)$

4.（8 分）已知 FIR 滤波器：$H(z)=1+16\frac{1}{16}z^{-4}+z^{-8}$

（1）画出直接型，线性相位和级联形式结构
（2）若要得到包含实系数线性相位分量的级联形式，画出其实现结构

本题得分	

四．（12 分）已知 8 点有限长实序列：$x(n)$，$x(n)=0$ $(n<0\ \&\ n>7)$，其 8 点 DFT 记为 $X(k)$

(1)利用 $x(n)$ 计算 $(\frac{1}{8}\sum_{k=0}^{7}X(k)e^{j(2\pi/8)kn})|_{n=9}$ ；

(2)设一个 8 点有限长实序列：$v(n), v(n)=0(n<0\,\&\,n>7)$,其 8 点 DFT 设为 $V(k)$.

若 k=0,1,…,7 时，在 $z=2e^{j(2\pi k+\pi)/8}$ 处 $V(k)=X(z)$，用 $x(n)$ 来表示 $v(n)$；

(3)设 4 点序列 $w(n), w(n)=0(n<0\,\&\,n>3)$,其 4 点 DFT 为 $W(k)$

若 $W(k)=X(k)+X(k+4)$,用 $x(n)$ 来表示出 $w(n)$；

(4) 设 8 点序列 $y(n), y(n)=0(n<0\,\&\,n>7)$,其 8 点 DFT 为 $Y(k)$

若 $Y(k)=\begin{cases}2X(k), k=0,2,4,6\\0, k=1,3,5,7\end{cases}$ ，用 $x(n)$ 来表示出 $y(n)$

本题得分	

五.（10 分）已知 $x(n)$ 为实序列，并且已知其 8 点 DFT 的前 5 个值为:

{0.25，0.125-j0.3，0，0.125-j0.06，0.5}

（1）求此序列 8 点 DFT 的后三点的值；

（2）若 $x_1(n)=x((n+2))_8$，求 $x_1(n)$ 的 8 点 DFT

（3）若已知 $X(k)$，试写出利用 FFT 计算 IFFT 的步骤；

（4）按照（3）的方法，计算出 8 点序列 $x(n)$，要求画出基-2FFT 的蝶形运算流图来完成具体计算过程

本题得分	

六.（12 分）设计低通滤波器：低通滤波器的指标为：在频率低于 0.2π 的通带内幅度特性下降小于 1dB,在频率 $0.3\pi\sim\pi$ 之间的阻带内，衰减大于 15dB

（1）用冲激响应不变法设计 Butterworth 数字低通滤波器

$$|H_a(j\Omega)|^2=\frac{1}{1+(\frac{\Omega}{\Omega_c})^{2N}}$$

$$N\ge\frac{\lg(\frac{10^{0.1\delta_1}-1}{10^{0.1\delta_2}-1})}{2\lg(\frac{\Omega_p}{\Omega_{st}})}=\frac{\lg(\frac{10^{0.1\delta_2}-1}{10^{0.1\delta_1}-1})}{2\lg(\frac{\Omega_{st}}{\Omega_p})}\quad \Omega_c=\frac{\Omega_{st}}{\sqrt[2N]{(10^{0.1\delta_2}-1)}}$$

表 6-4　巴特沃思滤波器分母多项式 $s^N+a_{N-1}s^{N-1}+\cdots+a_2s^2+a_1s+1$　($a_0=a_N=1$)的系数

N	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
1	1								
2	1.4142136								
3	2.0000000	2.0000000							
4	2.6131259	3.4142136	2.6131259						
5	3.2360680	5.2360680	5.2360680	3.2360680					
6	3.8637033	7.4641016	9.1416202	7.4641016	3.8637033				
7	4.4939592	10.0978347	14.5917939	14.5917939	10.0978347	4.4939592			
8	5.1258309	13.1370712	21.8461510	25.6883559	21.8461510	13.1370712	5.1258309		
9	5.7587705	16.5817187	31.1634375	41.9863857	41.9863857	31.1634375	16.5817187	5.7587705	
10	6.3924532	20.4317291	42.8020611	64.8823963	74.2334292	64.8823963	42.8020611	20.4317291	6.3924532

（2）用双线性变换法设计 Chebyshev 数字低通滤波器

$$|H(j\Omega)|^2=\frac{1}{1+\varepsilon^2C_N^2(\frac{\Omega}{\Omega_c})}$$

$$N\ge\frac{ch^{-1}[\frac{1}{\varepsilon}\sqrt{10^{0.1\delta_2}-1}]}{ch^{-1}(\frac{\Omega_{st}}{\Omega_c})}=\frac{ch^{-1}\left[\sqrt{\frac{10^{0.1\delta_2}-1}{10^{0.1\delta_1}-1}}\right]}{ch^{-1}(\frac{\Omega_{st}}{\Omega_c})}$$

b. 1-dB 波纹($\varepsilon=0.5088471$, $\varepsilon^2=0.2589254$)

1	1.9652267									
2	1.1025103	1.0977343								
3	0.4913067	1.2384092	0.9883412							
4	0.2756276	0.7426194	1.4539248	0.9528114						
5	0.1228267	0.5805342	0.9743961	1.6888160	0.9368201					
6	0.0689069	0.3070808	0.9393461	1.2021409	1.9308256	0.9282510				
7	0.0307066	0.2136712	0.5486192	1.3575440	1.4287930	2.1760778	0.9231228			
8	0.0172267	0.1073447	0.4478257	0.8468243	1.8369024	1.6551557	2.4230264	0.9198113		
9	0.0076767	0.0706048	0.2441864	0.7863109	1.2016071	2.3781188	1.8814798	2.6709468	0.9175476	
10	0.0043067	0.0344971	0.1824512	0.4553892	1.2444914	1.6129856	2.9815094	2.1078524	2.9194657	0.9159320