

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: 2015.6.27 考试时长: 2 小时      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							

一. (20 分) 单项选择

本题得分	
------	--

以下选择每题 2 分, 共计 20 分

1. 下列哪个系统是移不变系统 ( )
 

A.  $T[x(n)] = g(n)x(n)$     B.  $T[x(n)] = x(n-n_0)$     C.  $T[x(n)] = nx(n)$     D.  $T[x(n)] = \sum_{k=n_0}^n x(k)$
2. 已知一 FIR 数字滤波器的系统函数  $H(z) = \frac{1+z^{-1}}{2}$ , 试判断滤波器的类型为 ( )
 

A. 低通                      B. 高通                      C. 带通                      D. 带阻
3.  $\delta(n-1)$  的 Z 变换是 ( )
 

A. 1                      B.  $z^{-1}$                       C.  $2\pi \delta(\omega)$                       D.  $2\pi$
4. 下面有关序列的傅里叶变换 (DTFT) 说法正确的是 ( )
 

A. 时域为离散序列, 频域为连续周期信号

B. 时域为离散周期序列, 频域也为离散周期序列

C. 时域为离散无限长序列, 频域为连续周期信号

D. 时域为离散有限长序列, 频域也为离散有限长序列
5. 下列哪一个系统一定是因果系统 ( )
 

A.  $y(n) = x(n-n_0)$     B.  $y(n) = x(-n)$     C.  $y(n) = 3x(2n)$     D.  $y(n) = \text{th}(n+1)x(n)$
6. 设  $H(z)$  是线性相位 FIR 系统, 已知  $H(z)$  中的 3 个零点分别为 1, 0.8,  $1+j$ , 该系统阶数至少为 ( ) 由线性相位系统零点的特性可知,  $z=1$  的零点可单独出现,  $z=0.8$  的零点需成对出现,  $z=1+j$  的零点需 4 个 1 组, 所以系统至少为 7 阶 阶数与零极点个数的对应关系?
 

A. 4                      B. 5                      C. 6                      D. 7
7. 若序列  $x(n]$  的长度为 30, 则用基 2 的 FFT 算法计算  $X(k)$  的复数乘法次数为 ( )

- A. 80      B. 96      C. 128      D. 256     $N/2 \log_2 N$   $N$  补成 32?
8. 若序列的长度为  $N$ ，要能够由频域抽样信号  $X(k)$  恢复原序列，而不发生时域混叠现象，则频域抽样点数  $M$  需满足的条件是 ( )
- A.  $N \geq M$       B.  $N \leq M$       C.  $N \leq 2M$       D.  $N \geq 2M$
9. IIR 数字滤波器可以单独调整其零极点位置的结构是 ( )
- A. 直接 I 型      B. 典范型      C. 并联型    ? ?      D. 级联
10. 有关 IIR 数字滤波器特点说法正确的是 ( )
- A.  $h(n)$  有限长
- B. 实现同样的性能阶次高的多
- C. 可用模拟滤波器设计
- D. 可用 FFT 计算

二. (30 分) 填空 (每空 2 分)

本题得分	
------	--

1. 序列  $x(n) = A \cos(\frac{3\pi}{7}n - \frac{5\pi}{8})$  的周期为\_\_\_\_\_。
2. 单位响应为  $h(n)$  的 LTI 系统，输入  $x(n]$  时，输出  $y(n]$ ；输入为  $3x(n-2)+2\delta(n-1)$ ，输出为\_\_\_\_\_。
3. 已知序列  $x(n]$  的傅里叶变换为  $X(e^{j\omega})$ ，则序列  $x_1(n) = x(1-n) + x(-1-n)$  的傅里叶变换为\_\_\_\_\_。
4. 为了改善计算 DFT 时出现的栅栏效应，可以采取的措施是\_\_\_\_\_。
5. 设计一个  $N$  点的 FIR 线性相位带通滤波器的  $h(n)$  应该满足的条件是： $h(n)=$ \_\_\_\_\_。
6. 时域  $N$  点的有限长序列  $x(n)$  有  $X(e^{j\omega})$ ，对  $X(e^{j\omega})$  进行  $M$  点均匀抽样，则时域中对应的新序列  $y(n)$  和原序列  $x(n)$  的关系是：\_\_\_\_\_。
7. 对  $N$  点  $x(n)$  有  $X(k) = \text{DFT}[x(n)]$ ，则  $\text{IDFT}\{\text{Re}[X(k)]\} =$ \_\_\_\_\_。
8. 某序列 DFT 的表达式是  $X(k) = \sum_{n=0}^5 x(n)W_8^{kn}$ ，由此可看出，该序列的时域长度是\_\_\_\_\_，变换后数字频域上相邻两个频率样点之间隔是\_\_\_\_\_。
9. 冲激响应不变法作为模拟滤波器逼近数字滤波器的常用方法，其优点是①\_\_\_\_\_，②\_\_\_\_\_，缺点是\_\_\_\_\_。
10. 用窗函数设计法设计 FIR 数字滤波器时，阻带最小衰减由\_\_\_\_\_决定，过渡带宽则与\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_有关。

三. (20 分) 简单计算 (每题 5 分)

本题得分	
------	--

1. 一个长度为 8 的序列  $x(n)$  在  $0 \leq n \leq 7$  之外为零，其 8 点的 DFT

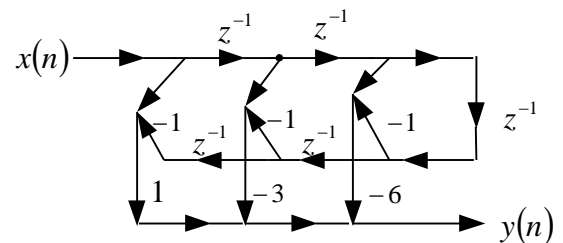
为  $X(k) = 1 + 2\sin(\frac{2\pi k}{8}) + 3\cos(\frac{4\pi k}{8}) + 4\sin(\frac{6\pi k}{8})$ , 计算  $x(n) = \text{IDFT}[X(k)]$

2. 研究一个输入为  $x(n]$  和输出为  $y(n]$  的时域线性离散移不变系统, 已知它满足  $y(n-1) - \frac{10}{3}y(n) + y(n+1) = x(n]$  并已知系统是稳定的, 试求其单位抽样响应。

3. 仔细观察下图。

(1) 这是什么类型具有什么特性的数字滤波器?

(2) 写出其差分方程和系统函数。



4. 若  $x(n) = R_5(n)$ ,

(1) 求此序列的傅里叶变换  $X(e^{j\omega})$ , 并大致画出其幅度谱。

(2) 计算  $x(n)$  8 点的 DFT, 并在  $X(e^{j\omega})$  的幅度谱上标出  $X(k)$  所在的点。

四. (10 分) 已知一个有限长序列  $x(n) = 2\delta(n) - \delta(n - 4)$

本题得分	
------	--

(1) 求它的 8 点离散傅里叶变换  $X(k)$

(2) 已知序列  $y(n)$  的 8 点离散傅立叶变换为  $Y(k) = W_8^{-3k} X(k)$ , 求序列  $y(n)$

(3) 已知序列  $m(n)$  的 8 点离散傅立叶变换为  $M(k) = X(k)Y(k)$ , 求序列  $m(n)$

五. (10 分) 已知  $x(n)$  是 4 点的实序列, 并且已知  $X(k) = \text{DFT}[x(n)]$

本题得分

的前 3 个值为: 6,  $-1+j$ , 4。

- (1) 求  $X(3)$  的值;
- (2) 写出利用 FFT 程序来实现 IFFT 的步骤。
- (3) 按照(2)中的方法, 计算出 4 点序列  $x(n)=\text{IDFT}[X(k)]$ , 要求画出按频率抽选(DIF)输入自然序输出倒位序的基-2 FFT 蝶形运算流图来完成具体计算过程。

六. (10 分) 用双线性变换法设计一个 Butterworth 数字低通滤波器, 要求在频率低于  $0.2\pi\text{rad}$  的通带内幅度特性下降小于 1dB, 在频率  $0.3\pi$  到  $\pi$  之间的阻带内, 衰减大于 15dB。

本题得分

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