

2021年10月高等教育自学考试全国统一考试

数字信号处理

(课程代码 02356)

注意事项:

1. 本试卷分为两部分, 第一部分为选择题, 第二部分为非选择题。
2. 应考者必须按试题顺序在答题卡(纸)指定位置上作答, 答在试卷上无效。
3. 涂写部分、画图部分必须使用 2B 铅笔, 书写部分必须使用黑色字迹签字笔。

第一部分 选择题

一、单项选择题: 本大题共 15 小题, 每小题 2 分, 共 30 分。在每小题列出的备选项中只有一项是最符合题目要求的, 请将其选出。

1. 下列内容中, 不属于数字信号处理学科最基本的理论和技术分析基础的是
 - A. 离散时间线性时不变系统分析
 - B. 离散时间信号时域与频域分析
 - C. 数字图像处理技术
 - D. 离散傅里叶变换理论
2. 与模拟信号处理相比, 下列选项属于数字信号处理优点的是
 - A. 稳定性好
 - B. 无源功耗低
 - C. 复杂性高
 - D. 带宽较宽
3. 假设有一个序列 $x(n] = [1, 2, 3, 4, 5, 6]$, 则 $x(-1)$ 的值是
 - A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
4. 将序列 $x(n)$ 的自变量 n 换成 $-n$ 得到一个新序列, 这种变换称为
 - A. 差分
 - B. 移位
 - C. 卷积
 - D. 反褶
5. 已知系统 $y(n] = 3x(n] + 2$, 则该系统
 - A. 具有线性和移不变性
 - B. 不具有线性但具有移不变性
 - C. 具有线性但不具有移不变性
 - D. 不具有线性也不具有移不变性

6. 若一个序列 z 变换的收敛域包含 $z = \infty$ 点, 该序列一定是一个
 - A. 有限长序列
 - B. 无限长序列
 - C. 因果序列
 - D. 非因果序列
7. s 平面到 z 平面映射时, s 左半面对应于 z 平面的
 - A. 单位圆
 - B. 单位圆内
 - C. 单位圆外
 - D. 虚轴
8. 一个线性移不变离散时间因果稳定系统, 其系统函数 $H(z)$ 的
 - A. 全部零点必须在单位圆内
 - B. 全部零点必须在单位圆外
 - C. 全部极点必须在单位圆内
 - D. 全部极点必须在单位圆外
9. 若 α 为实数, 且 $0 < |\alpha| < 1$, 下列系统是一阶全通系统的是
 - A. $H_{ap}(z) = \frac{z^{-1} - \alpha}{1 - \alpha z}$
 - B. $H_{ap}(z) = \frac{z^{-1} - \alpha}{\alpha z - 1}$
 - C. $H_{ap}(z) = \frac{z - \alpha}{1 - \alpha z^{-1}}$
 - D. $H_{ap}(z) = \frac{z^{-1} - \alpha}{1 - \alpha z^{-1}}$
10. 下列关于时域-频域的周期-离散对应关系的说法中, 正确的是
 - A. 时域周期造成频域周期
 - B. 时域连续造成频域周期
 - C. 时域离散造成频域连续
 - D. 时域离散造成频域周期
11. 下列关于周期序列的说法, 不正确的是
 - A. 满足绝对可和条件
 - B. 不能用 z 变换表示
 - C. 可以展开为傅里叶级数
 - D. 可用正弦或复指数序列的线性组合表示
12. 由系统函数的零极点分布确定系统的频率响应特性时, 下列说法正确的是
 - A. 极点越靠近单位圆, 谷值就越接近零
 - B. 零点在单位圆上, 系统就不稳定了
 - C. 极点越靠近单位圆, 峰值就越大
 - D. 极点在单位圆上, 系统最稳定
13. FFT 蝶形运算中, 每一级蝶形运算的输入和输出在运算前后都存储在同一组存储器中, 以节省存储单元, 是由于它
 - A. 输入和输出呈倒位序
 - B. 具有原位运算特性
 - C. 蝶形单元的距离相等
 - D. 每级蝶形运算算法一样
14. IIR 数字滤波器直接型结构中, 需要 $N+M$ 个延时单元的是
 - A. 直接 I 型
 - B. 直接 II 型
 - C. 级联型
 - D. 典范型
15. 对于 $h(n)$ 偶对称, 且 N 为偶数的线性相位 FIR 数字滤波器, 不能用来设计
 - A. 低通或带通滤波器
 - B. 低通或带阻滤波器
 - C. 高通或带通滤波器
 - D. 高通或带阻滤波器

第二部分 非选择题

二、填空题：本大题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。

16. 在模拟信号的数字处理系统中，抗混叠滤波器用于滤除 $x_a(t)$ 中高于 ① 频率的高频分量，以避免采样后出现 ②，造成信息丢失。
17. 已知序列 $x(n) = \sin(\frac{5\pi}{8}n + 1)$ ，则其周期 $N =$ _____。
18. z 反变换公式中，围线 c 是 $X(z)$ 收敛域内一条围绕 ① 的 ② 闭合单围线。
19. 对于因果稳定系统，系统函数的_____时，则称为最小相位系统。
20. 已知 5 点序列 $x(n) = [5, 4, 3, 2, 1]$ ，其 5 点圆周反褶序列是_____。
21. $N=16$ 时，直接计算 DFT 的复数乘法数是 ①，而基-2FFT 的复数乘法数是 ②。
22. IIR 数字滤波器的设计方法主要有 ① 设计法和 ② 设计法两种。
23. 切比雪夫 I 型滤波器的幅频特性在 ① 有波纹，而在 ② 单调下降。
24. FIR 滤波器具有线性相位的条件是：其单位采样响应 $h(n)$ 为 N 点有限长实序列，且满足 ① 或 ② 条件。
25. FIR 数字滤波器具有直接型、① 和 ② 3 种基本结构。

三、简答题：本大题共 3 小题，每小题 5 分，共 15 分。

26. 请简要说明 FFT 减少运算量的基本途径。
27. 请简要说明 DFT 分析连续时间信号频谱过程中产生的频谱泄漏。
28. 请简要说明 IIR 数字滤波器设计的主要内容。

四、画图题：本大题共 1 小题，每小题 5 分，共 5 分。

29. 请画出 $N=4$ 点按时间抽取的基-2 FFT 信号流程图。

五、计算题：本大题共 3 小题，每小题 10 分，共 30 分。

30. 已知输入序列 $x(n) = [2, 1, 2, 1, 2, 1, 2, 1]$ ，和系统 $h(n) = [3, 2, 1]$ ，请采用重叠相加法，利用 6 点圆周卷积来计算 $x(n)$ 和 $h(n)$ 的线性卷积。
31. 试用双线性变换法设计一个巴特沃斯低通数字滤波器，给定技术指标为 $f_p = 100\text{Hz}$ ， $f_s = 300\text{Hz}$ ， $\alpha_p = 3\text{dB}$ ， $\alpha_s = 20\text{dB}$ ，采样频率为 1000Hz 。

- (1) 请写出该滤波器相应的数字低通滤波器的技术指标要求；(2 分)
- (2) 请写出该滤波器相应的模拟低通滤波器的技术指标要求；(2 分)
- (3) 请设计出该巴特沃斯低通数字滤波器。(6 分)

N	分母多项式 $B(u) = b_0 + b_1u + b_2u^2 + \dots + b_{N-1}u^{N-1} + u^N$								
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8
1	1								
2	1	1.4142							
3	1	2.000	2.000						
4	1	2.6131	3.4142	2.6131					
5	1	3.2361	5.2361	5.2361	3.2361				

32. 设计第一类线性相位 FIR 数字高通滤波器，其通带截止频率 $\omega_p = 25\pi/32\text{rad}$ ，阻带截止频率 $\omega_s = 23\pi/32\text{rad}$ ，阻带的最小衰减为 $\alpha_s = 5\text{dB}$ 。

窗函数	加窗后滤波器性能指标	
	过渡带宽 $\Delta\omega$	阻带最小衰减/dB
三角形窗	$2.1 \times (2\pi/N)$	-25
海宁窗	$3.1 \times (2\pi/N)$	-44
海明窗	$3.3 \times (2\pi/N)$	-53
布莱克曼窗	$5.5 \times (2\pi/N)$	-74