第一章：离散信号与系统

1. 模拟信号 $x_a(t)$ 与其采样信号 $x(n)$ 的数学关系表达式？

Ans: $x(n) = x_a(nT)$，其中 T 为采样周期

2. 离散单位脉冲函数 $\delta[n]$ 数学定义？

Ans: $\delta(n) = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$

3. 连续脉冲函数（Dirac delta）有哪些数学特性？

Ans: $\delta(t) = \begin{cases} \infty & t = 0 \\ 0 & t \neq 0 \end{cases}$ $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)\, dt = 1$

4. 离散单位阶跃函数定义，单位阶跃函数与单位脉冲序列的相互关系？

Ans: $u(n) = \begin{cases} 1 & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$，$u(n) = \sum_{k=0}^{\infty} \delta(n-k)$，$\delta(n) = u(n) - u(n-1)$

5. 离散矩形函数定义？

Ans: $R_N(n) = u(n) - u(n-N)$

6. 离散实指数序列定义？

Ans: $x(n) = a^n u(n)$， 其中 a 为实数，$u(n)$ 为单位阶跃函数

7. 离散正弦序列定义？及数字频率（ω）与模拟频率（Ω）关系

Ans: $x(n) = \sin(n\omega_0)$， $\omega = \Omega T$

8. 离散复指数序列定义？

Ans: $x(n) = e^{jn\omega_0}$

9. 离散周期序列定义？

Ans: $x(n) = x(n+N)$ where N is an integer.

10. 用离散脉冲函数$\delta[n]$表示离散信号（函数）的数学表达式？

Ans: $x(n) = \sum_k x(k)\delta(n-k)$

11. 如何验证系统为线性系统？写出数学表达式

Ans: 假设系统为 T， Superposition principle, let, $y1 = T(x1), y2 = T(x2)$, if $y = T(a\,x1 + b\,x2) = a\,y1 + b\,y2$, then, T is linear

12. 概括说明什么是时不变系统，及其数学表达式

Ans: Assuming $y(n) = T[x(n)]$, If $y(n-L) = T[x(n-L)]$, then T is time invariant.

13. 线性时不变离散系统（LTI）输入$x(n)$和输出$y(n)$关系是什么？写出其数学表达式，假设系统的单位脉冲响应为$h(n)$

Ans: $y(n) = h(n) * x(n)$

14. 写出$x(n)$和$\delta(n-n_0)$的卷积

Ans: $x(n) * \delta(n-n_0) = x(n-n_0)$

15. 概述系统的因果性，如果系统响应为$h(n)$，系统的因果性的充分必要条件是什么？

Ans: $h(n) = 0, n < 0$

16. 概述系统的稳定性，如果系统响应为$h(n)$，系统的稳定性的充分必要条件是什么？

Ans: BIBO 稳定性， $\sum|h(n)|<\infty$

17. 离散系统中的差分方程相当于连续系统的什么方程？

Ans: 连续系统微分方程

18. 离散系统中的差分方程求解有哪两种主要方法？

Ans: （a）递推法，(b) Z-变换法

第二章 离散信号和系统的频域分析

19. DTFT 变换其反变换的定义数学表达式

Ans: $x(n)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}X(\omega)e^{jn\omega}d\omega$

20. 函数 $\delta(n-n_0)$ 及 $e^{j\omega_0 n}$ 的 DTFT

Ans: $DTFT(\delta(n-n_0))=e^{-jn_0\omega}$， $DTFT(e^{jn\omega_0})=2\pi\delta(\omega-\omega_0)$

21. DTFT 的周期性的数学表示形式

Ans: $X(\omega)=X(\omega+2\pi k)$

22. 概括描述 DTFT 的对称性及其数学表达式

Ans:

$$\begin{aligned}
&DTFT(x_r(n))=X_e(\omega)\\
&DTFT(j\,x_i(n))=X_o(\omega)\\
&X_e(\omega)=X_e^*(-\omega)\\
&X_o(\omega)=-X_o^*(-\omega)
\end{aligned},$$

23. 利用对称性概念用数学表达式说明：如系统的脉冲响应 $h(n)$ 为实序列， $h(n)$ 的 DTFT

具备什么特性？

Ans:

因为$h(n)$实序列，所以其 DTFT 变换为共轭偶对称函数，即

$$H(\omega)=DTFT(h(n))=H^*(-\omega)$$

24. 用数学表达式说明，DTFT 的时域卷积定理

Ans: $DTFT[x_1(n)*x_2(n)]=X_1(\omega)X_2(\omega)$

25. 概括说明帕斯维尔(Parseval)定理

Ans: 信号的时域能量=频域能量

26. 概括说明周期序列$\tilde{x}(n)$进行 DTFT 变换的步骤？

Ans: 第一步：将周期序列进行 DFS 展开，第二步：对展开后的表达式中复指数函数（$e^{jn\omega_0}$）进行 DTFT 变换

27. 连续信号$x_a(t)$的傅里叶变换对表达式（DSP 形式）

Ans: $X_a(F)=\int_{-\infty}^{\infty}x_a(t)e^{-j2\pi Ft}dt$

28. 给出序列$x(n)$，其 Z 变换的定义数学表达式

Ans: $X(z)=\sum x(n)z^{-n}$. The values of z such that $X(z)$ is finite

29. 概括描述什么是Z变换的收敛域？

Ans: $X(z)=\sum x(n)z^{-n}$. The values of z such that $X(z)$ is finite

30. 概括描述序列长度特性对该序列Z变换收敛域的影响

Ans: 序列长度特性影响在$z=0$及$z=\infty$点是否收敛，主要考虑在 Z 变换中是否包含z及

$1/z$ 及其指数形式项

31. 序列的逆 Z 变换主要求解方法有哪些？

Ans: （a）留数定理方法，（b）部分分式展开法

32. 单阶极点 z_k 的留数定理表达式是什么？

Ans: $\operatorname{Re}s\left[p(z), z_k\right] = (z - z_k)p(z)\big|_{z=z_k}$

33. 如 $X(z) = ZT[x(n)]$， 则序列的共轭 $x*(n)$ 的 $ZT[x*(n)]$ 是什么？写出中间步骤

Ans:

$$ZT(x^*(n)) = \sum x*(n)z^{-m}$$
$$= \left[\sum x(n)(z*)^{-m}\right]* = X*(z*)$$

34. Z 变换中时域卷积定理数学表达式（包括收敛域变换情况）？

Ans:

$$\omega(n) = x(n) * y(n)$$
$$X(z) = ZT[x(n)], \qquad R_{x-} < |z| < R_{x+}$$
$$Y(z) = ZT[y(n)], \qquad R_{y-} < |z| < R_{y+}$$
$$W(z) = ZT[\omega(n)] = X(z) \cdot Y(z), R_{\omega-} < |z| < R_{\omega+}$$
$$R_{\omega+} = \min[R_{\omega+}, R_{y+}]$$
$$R_{\omega-} = \max[R_{\omega-}, R_{y-}]$$

35. 利用 Z 变换进行差分方程求解中，概括描述稳态解及暂态解？

Ans: 稳态解：系统输出仅是输入的函数（系统输入在 ∞ 时间前加上），系统变化处于稳定状态

暂态解：系统输出是输入及系统内部状态的函数

36. 如系统脉冲响应为 $h(n)$，其 Z 变换及 DTFT 分为 $H(z)$ 和 $H(\omega)$， $H(z)$ 和 $H(\omega)$ 的关

系是什么？及其满足该关系的条件

Ans: 当 $H(z)$ 的收敛域包含 ∞ 点和单位圆 $e^{j\omega}$ 时

$$H(\omega)=H(z)\Big|_{z=e^{j\omega}}$$

37. 一个因果且稳定的系统脉冲响应为 $h(n)$，概括说明系统函数 $H(z)=ZT[h(n)]$ 的收敛域有什么特性？

Ans: 系统函数 $H(z)$ 的收敛域包含：单位圆及去穷点（∞）

第三章 离散傅里叶变换（DFT）

38. DFT 变换及逆变换数学表达式

Ans:

$$X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{kn},$$

$$x(n)=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}X(k)W_N^{-kn},$$

39. 什么是旋转因子？

Ans: $W_N=e^{-j\frac{2\pi}{N}}$

40. 用数学表达式说明：有限序列 $x(n)$ 长度为 N，该序列的 DFT 与 Z 变换之间的关系

Ans :

$$X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{kn}=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)e^{-j\frac{2\pi}{N}kn},$$

$$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x(n)z^{-n}=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)z^{-n}$$

比较上面表达式得出：

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

41. 概括说明 DFT 中 $x(n)$ 和 $X(k)$ 的隐含周期性

Ans: DFT 变可以表示：

$$X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{kn}\text{，}\ x(n)=\sum_{k=0}^{N-1}X(k)W_N^{-kn}\text{，}$$

$\widetilde{X}(k)=X(k+rN)$，$\widetilde{x}(n)=x(n+rN)$， 其中 $r=\pm1,\pm2\ldots$

42. 有限长序列 $x(n)$ 长度为 N，表达式 $\tilde{x}(n)=x((n))_N$ 的数学展开形式是什么？

Ans: $\tilde{x}(n)=x((n))_N=\sum_{m=-\infty}^{\infty}x(n+mN)$

43. 用数学表达式说明：DFT 中的循环卷积定理

Ans: 设：$X_1(k)=DFT(x_1(n)),X_2(k)=DFT(x_2(n))$

如 $X(k)=X_1(k)X_2(k)$，则

$$x(n)=IDFT[X(k)]=\left[\sum_{m=0}^{N-1}x_1(m)x_2((n-m))_N\right]R_N(n)$$

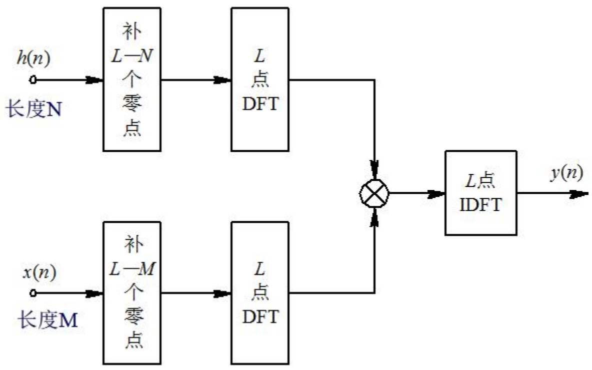
44. 概述频域采用定理

Ans: 设有限长序列 $x[n]$ 长度 M，其 z 变换为 $X(z)$，对 $X(z)$ 在单位圆上进行 N 点的采样得到 $X_N(k)$，对 $X_N(k)$ 进行 IDFT 得到 $x_N(n)$，当 $N\geq M$ 时，$x_N(n)=x(n)$，$n=0..M-1$

45. 概述用循环卷积进行线性卷积的条件及框图

Ans:

设序列 $x[n]$ 长度为 M，序列 $h[n]$ 长度为 N，当循环卷积长度 $L\geq N+M-1$ 时，可用循环卷积做线性卷积的操作。



46. 用 DFT 进行频谱分析中， 分辨率的定义？

Ans: 分辨率：$F_p = F_s / N$，其中 F_s 为采样频率，N 为采样点数

47. 用 DFT 进行频谱分析中，在不改变采用频率条件下， 提高分辨率有哪些措施？用数学表达式说明

Ans: 分辨率：$F_p = F_s / N$，其中 F_s 为采样频率，N 为采样点数， 在 F_s 不变情况下， 增加采样点数 N 可以达到提高分辨率的效果

第四章：快速傅里叶变换(FFT)

48. DFT 定义及其乘法及加法次数

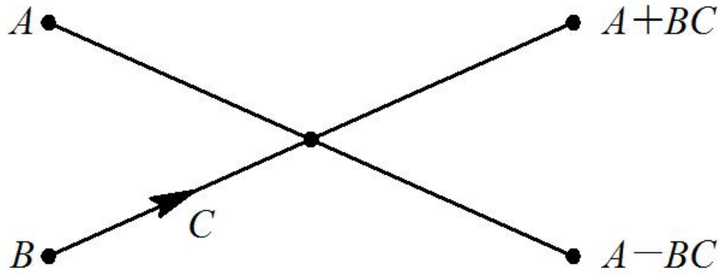
Ans: 乘法数: N^2,加法数: $N(N-1)$

49. 采用 DIT-FFT 算法的乘法及加法次数

Ans: 乘法数: $\frac{N}{2}\log_2 N$,加法数: $N\log_2 N$

50. 说明什么是蝶形运算符，用图及数学表达式说明

Ans:



51. 什么是倒序数，举例说明其在 FFT 中的应用

Ans:

案例 $1010 \to 0101$，在进行 FFT 计算前，改变序列的次序

第五章：时域离散系统的基本网络结构与状态变量分析法

52. 信号流图中有哪三种基本算法？

Ans: 单位延迟，（常数）增益，信号相加

53. 信号流图中的节点代表什么？及其运算关系？

Ans: 节点变量等于所有输入支路的输出之和

54. 无限长脉冲响应的信号流图的特点

Ans: 带反馈闭环 （必须有延迟）

55. 有限长脉冲响应的信号流图的特点

Ans: 不存在反馈支路

第六章：无限脉冲响应数字滤波器的设计

56. 数字滤波器设计规格有哪些主要参数

Ans: 通带动（α_p），通带频率（ω_p），阻带衰减（α_s），阻带频率（ω_s），3dB 通带截止频率

57. 无限脉冲响应数字滤波器的设计主要方法有哪些

Ans: 脉冲响应不变法，双线性变换法

58. 在模拟高通滤波器设计中，如使用高通转低通的方法进行设计，高通的通带截止频率和低通的截止频率之间的关系是什么？

Ans: $H(j\eta)=G(j\lambda)\big|_{\lambda=1/\eta}$，其中 $H(j\eta)$ 为高通滤波器，$G(j\lambda)$ 为低通滤波器

59. 模拟滤波器与数字滤波器转换过程中，怎么样保证数字滤波器的因果稳定性？

Ans: S 平面的中轴映射到 Z 平面的单位圆，S 平面的映射到 Z 平面的单位圆内

60. 模拟滤波器与数字滤波器转换有哪两种基本方法？比较这两种方法各有什么特点？

Ans: 脉冲响应不变法，双线性变换法， 脉冲响应不变法的特点是：有频域混叠现象，双线性变换法的特点是：模拟与数字频率映射为非线性关系

第七章：有限脉冲响应数字滤波器的设计

61. 什么是线性相位？用数学表达式说明

Ans: 传递函数的相位 $\theta(\omega)$ 满足： $\theta(\omega)=-\tau\,\omega$ （一类线性相位）,或 $\theta(\omega)=\theta_0-\tau\,\omega$ （二类线性相位），其中 τ 和 θ_0 为常数

62. FIR 滤波器中线性相位的重要性？

Ans: FIR 滤波器线性相位只产生延迟，没有产生失真

63. 满足第一类线性相位的条件是什么？用数学表达式说明

Ans: 传递函数的相位 $\theta(\omega)$ 满足： $\theta(\omega)=-\tau\,\omega$ （一类线性相位），其中 τ 为常数

64. 满足第二类线性相位的条件是什么？用数学表达式说明

Ans: 传递函数的相位 $\theta(\omega)$ 满足： $\theta(\omega)=\theta_0-\tau\,\omega$（二类线性相位），其中 τ 和 θ_0 为常数

65. FIR 滤波器线性相位零点分布特点？画图说明

Ans: 零点位置：$\{z_i, z_i^*, 1/z_i, 1/z_i^*\}$

66. 在用窗函数设计 FIR 滤波器过程中，窗函数对滤波器的幅频特性有什么影响？

Ans: 通带产生波纹，增加了过渡带，阻带非理想

67. 在用窗函数设计 FIR 滤波器过程中，除了矩形窗函数外，还有哪些主要（写出 3 个以上）窗函数？

Ans: Bartlet, Hamming, Hanning, Blackman, Kaiser

68. 简要说明 IIR 和 FIR 数字滤波器各自特点

Ans: IIR 滤波器极可以位于单位圆内任何地方，所以可以用较低的阶数获取较高的选择性，所用的存储单元少，效率高，相位为非线性

FIR 滤波器，相比较 IIR 滤波器，同样性能需要更高的阶数，但可以保证线性相位

第八章：多采样率数字信号处理

69. 采样率转换系统中，概括描述抽取概念是什么？

Ans:

70. 采样率转换系统中，概括描述内插概念是什么？

Ans:

71. 什么是抽取因子？用数学表达式说明，假设抽取前后的频率分别为 F_1 和 F_2

Ans:

72. 多采样率系统中抽取滤波器的作用是什么？其带宽是多少？

Ans:

73. 假设抽取前后的频率分别为F_1和F_2，概括描述抽取后信号的频谱在频率域（F）中发生什么变化？

Ans:

Matlab 相关指令

74. Matlab 中给出三个管理指令

Ans: clc; clear all; close all;

75. Matlab 中，输入 2x3 矩阵指令

Ans: A=[1 2 3; 4 5 6];

76. Matlab 中什么是"点乘"指令，举例说明

Ans:

a=[1 3 5];

b=[2 4 6];

c=a.*b

得到：c=[2 12 30]

77. 写出 Matlab 指令“0:0.2:0.9”的结果

Ans: 0, 0.2,0.4,0.6,0.8

78. x=[12 13 1 2 0 6 6]; b=x(2:end-1); 写出 b 的结果

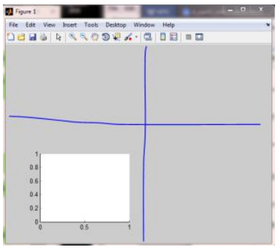
Ans: [13 1 2 0 6]

79. plot(x,y,'k.-') 指令中线的颜色、线的类型分别是什么？

Ans: 线颜色：黑色，线类型：实线

80. 画图说明 subplot(223)所开的子窗口的位置

Ans:



81. 简单说明 Matlab 中自定义函数格式（2 个输入变量，2 个输出变量）

Ans:

function [y1,y2]=myfun(x1, x2)

82. 写出三个不同的 MATLAB 循环控制指令及其格式

Ans: for, while, if

for	while	if
for (循环次数) （指令） ... end	while (boolean) （指令） ... end	if (boolean) （指令） ... end

83. 简单说明 conv 作用及指令格式

Ans: 线性卷积， 格式：x=conv(a,b)

84. 用 filter 函数进行滤波， 写出用该令的基本格式并进行说明

Ans: 对信号进行滤波， 格式：filter(b, a, x)

其中 b 和 a 为 Matlab array（数组），表示系统函数 $H(z)$ 分子与分母的系数，x 为滤波器的输入信号

85. MATLAB 指令：[z,p,k]=butter(n, Wn, 's'), 功能及其中各个参数代表什么？

Ans: 模拟滤波器 butterworth 设计，n 滤波器阶数，Wn: 截止频率 rad/s，‘s’ :模拟滤波器

z：模拟滤波器零点位置

p：模拟滤波器极点位置

k：模拟滤波器增益

英文翻译

卷积:

线性卷积

循环卷积

差分方程:

微分方程:

数字域频率

时域离散系统

时域离散信号

发散序列

终值定理

折叠频率:

傅里叶变换

频域分析

频率分辨率

冲击函数

冲击响应

初始条件:

初值定理

内插函数:

拉氏变换

线性常系数差分方程:

线性相位

线性系统

低通滤波器:

乘法

最大

最小

非线性系统

周期性的延拓:

周期序列:

极点

预滤波：

叠加原理:

有理数：

实指数序列:

矩形序列:

收敛域

留数定理

采样

单位采样序列

频谱分析

尺度变换

移位

正弦序列:

平滑滤波：

充分必要条件：

对称序列（偶序列）

系统函数

时域分析

时不变系统

传递函数

单位脉冲序列

单位冲激信号

单位阶跃序列:

变量