

数字信号处理简答题

1. 数字滤波器分为哪几种类型？用差分方程描述时有什么不同？它们各有什么特性？

6. 答：数字滤波器有无限冲激响应（IIR）和有限冲激响应（FIR）两大类。用差分方程描述时，IIR DF 具有反馈支路，FIR DF 无反馈支路。IIR 的主要特性有：①冲激响应无限长；②具有反馈支路，存在稳定性问题；③系统函数一般为一个有理分式，具有极点和零点；④一般为非线性相位。

FIR DF 的主要特性有：①冲激响应有限长；②无反馈支路，不存在稳定性问题；③系统函数为一个多项式，只有零点；④具有线性相位。

2. 简述时域采样定理和频域采样定理

时域采样定理：

描述时域离散信号和模拟信号的关系；

$$X(e^{j\Omega T}) = \frac{1}{T} \sum_{k=-\infty}^{\infty} X_a(j\Omega - jk\Omega_s)$$

$$\Omega_s = 2\pi F_s = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = \Omega T$$

$$X(e^{j\omega}) = \frac{1}{T} \sum_{k=-\infty}^{\infty} X_a(j\frac{\omega - 2\pi k}{T})$$

采样频率要大于模拟信号最高频率的两倍，否则会在频域产生混叠现象。

即要求： $\Omega_s \geq 2f_c$

频域采样定理：

$$x_N(n) = \tilde{x}(n)R_N(n) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} x(n + iN)R_N(n)$$

$X(z)$ 在单位圆上的 N 点等间隔采样 $X(k)$ 的 N 点 IDFT 是原序列 $x(n)$ 以 N 为周期的周期延拓序列的主值序列。

如果序列 $x(n)$ 的长度为 M ，则只有当频域采样点数 $N \geq M$ ，才有下式成立：

$$x_N(n) = \text{IDFT}[X(k)] = x(n)$$

即可由频域采样 $X(k)$ 恢复原序列 $x(n)$ ，否则产生时域混叠现象。

3. 线性卷积、圆周卷积、圆周卷积有什么关系？

周期卷积就是两序列线性卷积的周期延拓，圆周卷积就是周期卷积取主值区间。

4. 栅栏效应的产生原因，改进方法？

教材 P101~P102

5. 频谱泄露的产生原因，改进方法？

教材 P102（改进方法：采用加权窗函数）

6. 为什么线性相位滤波器可以不失真的保留通带内的全部信号？

线性相位滤波器是移动相位与频率成比例的滤波器，因此不改变波形而引入一常数延迟。即滤波器的相频响应对频率求导后，为一个常数。线性相位滤波器是一个混合相位的滤波器，它按照与频率成正比地对频率分量作时移。线性相位

滤波器保证了通过该滤波器的各频率成分的延迟一致，从而保证信号不失真。

7. 简述旋转因子在改善 DFT 运算量中的作用

利用旋转因子的周期性、对称性、可约性使长序列的 DFT 分解为更小点数的 DFT。

8. FFT 算法的优点

原位运算，每列运算均可在原位进行，这种原位运算的结构可以节省存储单元，降低设备成本

9. 给出 FFT 复乘运算量公式并统计乘法计算次数。

教材 P130 下方

10. 解释分裂基算法比基 2 算法运算量小的原因

分裂基算法合理的安排了算法结构，使得旋转因子最大程度的减小。

11. 解释乱序的原因，及整序的规律

乱序是按时间抽取进行 FFT 运算的原理造成的。每次抽取过程中，最小有效位为“0”的序列被抽到上半部分，最小有效位为“1”的序列被抽到下半部分。造成输入序列与输出序列的二进制数互为反序。

12. 简述脉冲响应不变变换法的设计原理及优缺点

原理：脉冲响应不变变换法是保证从模拟滤波器变换所得的数字滤波器的单位取样响应 $h(n)$ 是相应的模拟滤波器的单位脉冲响应 $h_a(t)$ 的等间隔取样值。

优点：频率坐标变换是线性的，变换后的数字滤波器的频响可以不失真的反映原相应与频率的关系。

缺点：频谱易混叠失真

13. 双线性变换法原理

为了克服脉冲响应不变法可能产生的频谱混叠效应的缺点，双线性变换法通过非线性变换将 s 平面的整个 $j\Omega$ 轴映射为 z 平面上的单位圆，以此消除混叠误差。

14. 预畸的目的

使得截止频率点映射正确，消除双线性变换所带来的频率间的非线性畸变。

15. IIR 滤波器直接 II 型的优缺点

优点：结构简单，拥有实现 N 阶滤波器所必须的最少数量的延迟单元。

缺点：调整不便，极点位置灵敏度太大，对字长相应太敏感，易出现不稳定现象。

16. 窗函数法原理

窗函数法是指把给定的频率响应通过 IDTFT，求得脉冲响应，然后利用加窗函数对它进行截断和平滑，以实现一个物理可实现且具有线性相位的 FIR 数字滤波器。

17. 频率取样法原理

频率取样法是从频域出发，因为有限长序列 $h(n)$ 又可用其离散傅里叶变换 $H(k)$ 来唯一确定， $H(k)$ 与所要求的 FIR 滤波器系统函数 $H_d(z)$ 之间存在着频率取样关系。即 $H_d(z)$ 在 z 平面单位圆上按角度等分的取样值等于 $H_d(k)$ 的各相应值，就以此 $H_d(k)$ 值作为实际 FIR 数字滤波器频率特性的取样值 $H(k)$ 。

18. 简述吉布斯效应

使用窗函数法时，即使截取长度增加，只能使起伏震荡变密，而最大肩峰却总是 8.95%。