

实验三 离散傅立叶变换

一、实验目的

1. 掌握 DFT 变换
2. 掌握 DFT 性质
3. 掌握利用 DFT 计算线性卷积
4. 掌握快速傅立叶变换 (FFT)

二、实验内容

1. 求以下有限长离散时间信号的离散时间傅立叶变换 $X(e^{j\Omega})$

- 已知 $x(n) = \left(0.9e^{j\frac{\pi}{3}}\right)^n \quad 0 \leq n \leq 10$
- 已知 $x(n) = 2^n \quad -10 \leq n \leq 10$

2. 因果 LTI 系统

$$y(n) = 0.81y(n-2) + x(n) - x(n-2)$$

求

- $H(z)$
 - 冲激响应 $h(n)$
 - 单位阶跃响应 $u(n)$
 - $H(e^{j\Omega})$, 并画给出幅频和相频特性
3. 已知序列 $x(n) = \cos(0.82\pi n) + 2\sin(\pi n)$, $0 \leq n \leq 50$, 绘制 $x(n)$ 及其离散傅立叶变换 $X(k)$ 的幅度、相位图。
 4. 设 $x(n) = \sin(0.2\pi n) + \text{randn}(n)$, $0 \leq n \leq N-1$, 其中, $\text{randn}(n)$ 为高斯白噪声。求出 $N = 4^m$, $m=2, 3, 4$ 的 matlab 采用不同算法的执行时间。
 5. 利用 DFT 实现两序列的卷积运算, 并研究 DFT 点数与混叠的关系。
给定 $x(n) = nR_{16}(n)$, $h(n) = R_8(n)$, 用 FFT 和 IFFT 分别求线性卷积和混叠结果输出, 并用函数 $\text{stem}(n, y)$ 画出相应的图形。
 6. 研究高密度频谱和高分辨率频谱。
设有连续信号

$$x(t) = \cos(2\pi \times 6.5 \times 10^3 t) + \cos(2\pi \times 7 \times 10^3 t) + \cos(2\pi \times 9 \times 10^3 t)$$

- 以采样频率 $f_s = 32\text{kHz}$ 对信号 $x(t)$ 采样, 分析下列三种情况的幅频特性。
 - 采集数据长度 $N=16$ 点, 做 $N=16$ 点的 DFT, 并画出幅频特性。
 - 采集数据长度 $N=16$ 点, 补零到 256 点, 做 $N=256$ 点的 DFT, 并画出幅频特性。
 - 采集数据长度 $N=256$ 点, 做 $N=256$ 点的 DFT, 并画出幅频特性。
- 观察三种不同频率特性图, 分析和比较它们的特点以及形成的原因。

三、实验报告要求

1. 列出本实验编写的所有文件及各项实验结果曲线, 加注必要的说明。
2. 对实验结果做理论计算, 解释实验结果。
2. 总结实验体会及实验中存在的问题。