

# 作业 2. 数字信号分析基础

## 作业目标

掌握采样理论、傅里叶变换、滤波等基本信号处理方法

## 作业要求

1. 当  $N=16, 64$  和  $1024$  时，编程计算下列长度为  $N$  的序列的  $N$  点 DFT，并根据计算结果，绘制频谱图：

$$a) \quad y_1[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n < N \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$b) \quad y_1[n] = \begin{cases} 1 - \frac{|n|}{N}, & 0 \leq n < N \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$c) \quad y_1[n] = \begin{cases} \sin\left(\frac{2\pi n}{N}\right), & 0 \leq n < N \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

2. 编写程序，对声音信号文件(res1.wav)进行分析：

- a) **分析信号频率组成：**解析 WAV 文件头，提取音频采样信号。对提取到的采样信号做离散傅里叶变换，绘制信号的频谱图。
- b) **补零：**在采样信号尾部增补值为 0 的采样点，使信号长度延展为原序列的 10 倍。对补零后信号再进行离散傅里叶变换，绘制信号的频谱图，分析补零对信号频谱的影响。
- c) **时频分析：**对信号做短时傅里叶变换，绘制信号的时频图，即信号频率随时间变化的情况。改变短时傅里叶变换的窗口长度，分析窗口长度对变换结果的影响。

注：以上变换函数不需要自己实现，使用现有函数即可。

3. 编写程序，实现基于滑动平均的低通滤波：

- a) 用长度为 3 的滑动滤波器，对 res1.wav 中被噪声干扰信号进行滤波，绘制滤波前后信号频谱图。

- b) 调整滑动窗口长度（窗口长度等于 4, 8, 16），绘制不同窗口长度下滤波结果的频谱图，分析滑动窗口长度对滤波效果的影响。

#### 4. 编写程序，实现带通滤波：

- a) 带通滤波器能通过指定频率范围内的频率分量，同时尽量降低其他范围的频率分量。编写程序实现带通滤波，提取 res2.wav 中频率范围分别在 17kHz~18kHz 与 20kHz~21kHz 两个频带的信号，并分别绘制信号频谱图。

## 提交材料

#### 1. 实验报告，包括：

- a) 图表（包括频谱图、时频图等）
- b) 现象说明与原因分析
- c) 其他实验相关的说明内容。

注：实验报告须简明扼要、格式规范，能反映实验过程和性能，实验报告字数本身不作为评分标准。

#### 2. 实现代码和 README 说明文件

- a) README 文件中注明程序的运行方法，及如何重现相关实验结果
- b) 代码请添加合理注释