

## 实验二 傅里叶变换

### 一、 实验目的

通过实验进一步加强对傅里叶变换的理解，并观察有限长序列进行傅里叶变换时的频谱泄露现象，利用 DFT 对长序列信号进行分析。

### 二、 实验内容

现有一名被试者某脑区的一维血氧水平依赖信号（BOLD 信号）

$$signal(t) = 1 + 3\sin\left(2\pi \cdot \frac{8}{512}t\right) + \cos\left(2\pi \cdot \frac{4}{512}t\right) + \sin\left(2\pi \cdot \frac{32}{512}t\right)$$

1. 将信号在 64s、128s、256s 处进行截断，并以 0.5Hz 的采样率对截断后的信号进行采样，绘制其离散频谱信号(可用 matlab 中的 stem 函数)，对比不同长度信号的频域谱峰。
2. 将信号在 64s 处进行截断，并在截断的信号后进行补零到 128s，再以 0.5Hz 的采样率对补零前后的信号进行采样，绘制其离散频谱信号(可用 matlab 中的 stem 函数)，对比补零前后信号的频域谱峰。
3. 将时间长度为 128s 的信号分别在 32s、64s、96s 时间点处进行分段，分别与一个响应函数进行卷积 ( $h[n]=[1, 1, 1, 1]$ )，对比四个信号片段卷积后的离散频谱曲线（0.5Hz 采样率）。

### 三、 实验结果

1. 作图一：时间长度为 64s、128s、256s 的信号频谱图，横坐标为频率 (Hz)，纵坐标为幅值。并对结果进行对比。（x 轴限制在 0~0.25Hz，仅显示频率为 0-fs/2 的幅频曲线）
2. 作图二：时间长度为 64s，不补零与补零后的信号频谱图，横坐标为频率 (Hz)，纵坐标为幅值。并对结果进行对比。（x 轴限制在 0~0.25Hz，仅显示频率为 0-fs/2 的幅频曲线）
3. 作图三：时间长度为 128s 的信号，在 32s、64s、96s 处进行分段后的四个信号片段卷积后的的频谱图，横坐标为频率 (Hz)，纵坐标为幅值。

并对结果进行对比。（x 轴限制在  $0 \sim 0.25\text{Hz}$ ，仅显示频率为  $0 \sim f_s/2$  的幅频曲线）

4. 思考题：

- （1） 若需将该信号频谱中最近的两个谱峰区分开，信号截断长度最短为多少？并说明理由。
- （2） 根据实验结果，请阐述补零的作用。