

实验题三、基于傅里叶级数的信号分解

背景：

设有非周期信号是一对称矩形脉冲信号，根据傅里叶级数对信号分解的基本原理，在该矩形脉冲信号的持续时间范围内，可以用大量余弦信号的叠加来逼近。显然，如果只使用有限的项数来逼近，则存在逼近误差，该误差会随着余弦项数的增大而不断减小。

任务：

编写一个 matlab 函数，参数有：脉高、脉宽、余弦信号项数。该函数使用指定项数的余弦信号来逼近（合成）指定的矩形脉冲信号，计算并返回有限项逼近时合成波形与实际矩形脉冲信号的均方误差值。

以上述函数的基础，在同一图上用不同颜色和线型绘出以不同项数的余弦信号来逼近矩形脉冲信号时所得到的近似信号的波形，以及原始矩形脉冲信号的波形。为了对比，至少要考虑的不同项数包括：10 项、100 项、1000 项、10000 项等。请观察并说明近似信号的波形与原始矩形脉冲信号有何差异，这个差异随着余弦项目的增加发生了什么变化。

最后，绘出逼近时均方误差随着余弦信号项数而变换的关系图，并说明其变化规律。

实验题四、双音频按键识别

背景：

打电话拨号时，每次按键会发出不同的声音，这些声音实际上是由一些固定频率的正弦信号合成的。因为每个按键声音包含两个不同频率的正弦信号，因此也被称为“双音频”信号，简记为 DTMF。这相当于是对不同键位用‘音频’进行了编码，如同计算机领域中用数字 0 和 1 对处理对象（包括键盘）进行编码。

任务：

1. 查阅文献，找到双音频编码的编码规则，即各个按键对应的两个正弦频率分别是什么。
2. 编写程序，对输入的数字（串）按前述编码规则生成相应的组合正弦波，用 matlab 的播放功能，测听一下程序生成的声音与手机按键的声音是否相近？合成声音的时间长度请自己设置。
3. 录制实际按键声音（使用任意录音软件手工操作即可，不需要作为实验任务来编程实现），然后编写程序，将录音与标准语音进行对比。在选取相同时间长度、相近的音量水平的条件下，采用波形匹配方法，对录制的按键音进行识别，并检验算法的准确性（注意：需要有一定次数的测试，以便使准确率有统计意义）。