

# 实验三：理想滤波器

计 83 李天勤 2018080106

## 知道

我们知道。。。

窗内项数  $M = 17$

采样频率  $f_s = 60 \text{ Hz}$

截止频率  $f_c = \text{带通边绿} + (\text{阻带边绿} - \text{通带边绿}) / 2 = 16 \text{ Hz} = 10 + (22 - 10) / 2 = 16 \text{ Hz}$

理想数字滤波器的截止频率  $w_c = 2\pi f_c / f_s$

理想数字滤波器的式子为  $h_i(n) = \frac{\sin(w_c n)}{n\pi}$

汉宁窗的函数为

$$h(n) = 0.5 + 0.5 \cos \frac{2n\pi}{M-1}, \frac{-M+1}{2} \leq n \leq \frac{M-1}{2}$$

## 实现滤波器

首先我们需要创造汉宁函数，自己写了一个function，叫做hanning(M, n)

```
def hanning(M, n):  
    return 0.5 + 0.5 * np.cos((2 * n * np.pi) / (M - 1))
```

由窗内项数的定义，n的范围是 $|n| \leq (M-1)/2$

然后我们需要写理想数字滤波器的函数，自己写了一个function，叫做hn(wc, n)

```
def hn(wc, n):  
    if n == 0:  
        return wc / np.pi  
    else:  
        return np.sin(wc * n) / (n * np.pi)
```

n的范围也小于等于 $(M-1)/2$ ,  $-8 \leq n \leq 8$

用这两个函数构造滤波器冲激响应

```
h = [hin[n] * ha[n] for n in range(M)]
```

ha表示汉宁函数array，hin表示理想数字滤波器array

然后，我们需要用卷积来求理想滤波器返回的信号，用下面公式

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{k=0}^M h(k)x(n-k)$$

用代码表述

```

y_n = np.zeros(fs)
for n in range(len(input)):
    for k in range(M):
        if (n >= k):
            y_n[n] += h[k] * input[n-k]
        else:
            break
return y_n

```

## 反转和无相移

反转就是把数组的前后颠倒过来，然后把结果进行filter\_fir

```

def filter_zero_phase(input):
    y1 = filter_fir(input)
    x1 = np.flip(y1)
    y2 = filter_fir(x1)
    return np.flip(y2)

```

我们可以得到

