

DSP_HW5

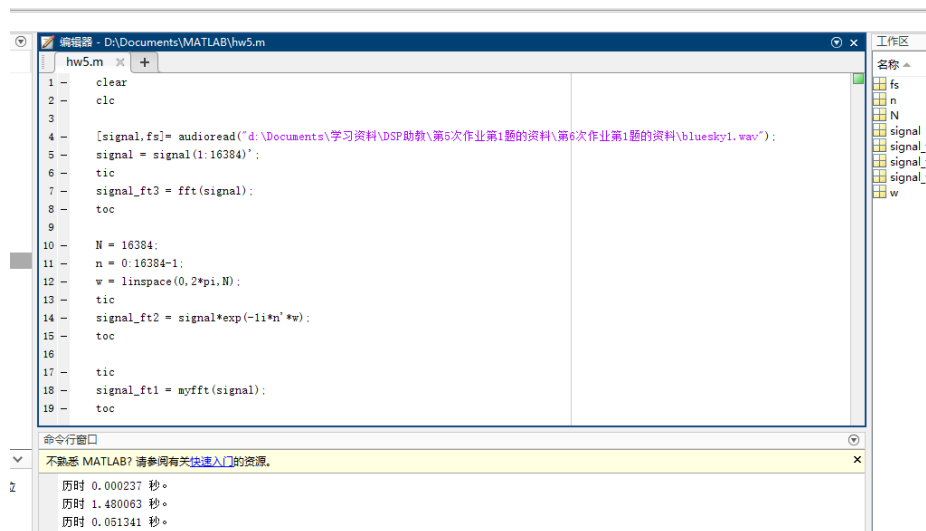
msh

April 2024

Exercise 1

1. 利用下面提供的代码对第一次大作业中的语音文件 (bluesky1.wav) 里的语音数据做频谱分析, 并与频谱的 DFT 直接计算方式和 MATLAB 自带的 `fft` 函数计算方式做时间开销的比较。要求提供完整的代码。资料参见打包压缩文件: 第 6 次作业第 1 题的资料.rar。

```
function y=MATLAB_ditfft(x)
    m=nextpow2(length(x));
    N=2^m; % 求x的长度对应的2的最低幂次m
    if length(x)<N
        x=[x,zeros(1,N-length(x))]; % 若x的长度不是2的幂, 补零到2的整数幂
    end
    %nxd=bin2dec(fliplr(dec2bin([1:N]-1,m)))+1; % 求1:2^m数列的倒序
    nxd0 = dec2bin([1:N]-1,m);
    nxd1 = fliplr(nxd0);
    nxd=bin2dec(nxd1)+1;
    y=x(nxd); % 将x倒序排列作为y的初始值
    for mm=1:m
        Nmr=2^mm;u=1; % 将DFT作m次基2分解,从左到右,对每次分解作DFT运算
        % 旋转因子u初始化为WN^0=1
        WN=exp(-1i*2*pi/Nmr); % 本次分解的基本DFT因子WN=exp(-i*2*pi/Nmr)
        for j=1:Nmr/2 % 本次跨越间隔内的各次蝶形运算
            for k=j:Nmr:N % 本次蝶形运算的跨越间隔为Nmr=2^mm
                kp=k+Nmr/2; % 确定蝶形运算的对应单元下标
                t=y(kp)*u; % 蝶形运算的乘积项
                y(kp)=y(k)-t; % 蝶形运算
                y(k)=y(k)+t; % 蝶形运算
            end
            u=u*WN; % 修改旋转因子,多乘一个基本DFT因子WN
        end
    end
end
```



Exercise 2

已知信号 $x(n)$ 的最高频率成分不超过 2kHz，现希望用经典的 Cooley-Tukey 基 2FFT 算法对 $x(n)$ 作频谱分析，因此点数 N 应是 2 的整数次幂，且频率分辨率 $\Delta f \leq 2Hz$ ，试确定:1. 信号的抽样频率 f_s ;2. 信号的记录长度 T ;3. 信号的长度 N 。


hw5.2 (1) 由抽样定理, $f_s \geq 2f_c$, 取 $f_s = 4 \text{ kHz}$.

(2) $\Delta f = \frac{1}{T}$. 又要求 $\Delta f \leq 2 \text{ Hz}$, $\therefore T \geq 0.5 \text{ s}$

(3) 从DFT角度看, $\Delta f = f/N$, 即 $4 \times 10^3 / N \leq 2, \Rightarrow$ 则 $N \geq 2000$,

取 $N = 2048$, 此时数据实际长度为 $2048 \times \frac{1}{4 \times 10^3} = 0.512 \text{ s}$

$> 0.5 \text{ s}$, 满足
(2) 中条件

 扫描全能王 创建

Exercise 3

某一芯片可方便地实现 8 点的 FFT 计算, 如何利用三片这样的芯片来实现 24 点的 FFT 计算?

7/01, 诺记
(1) 中并

hw 5.3. 可将 24 点分成如下三个部分进行, 即

$$\begin{aligned} Y(k) &= \sum_{n=0, 8, 16, \dots}^{23} y(n) W_N^{nk} + \sum_{n=1, 9, 17}^{23} y(n) \cdot W_N^{nk} + \sum_{n=2, 10, 18}^{23} y(n) W_N^{nk} \\ &= \sum_{i=0}^7 y(i) W_{N/3}^{ki} + \sum_{i=0}^7 y(i+1) W_{N/3}^{ki} W_N^k + \sum_{i=0}^7 y(i+2) W_{N/3}^{ki} W_N^{2k} \\ &= Y_1(k) + W_N^k Y_2(k) + W_N^{2k} Y_3(k) \end{aligned}$$

其中 Y_1, Y_2, Y_3 都为 8 点 DFT, 15 点起率可写成 24 点 DFT
FF