**实验二：利用DFT分析信号频谱**

**一、实验目的**

1.加深对DFT原理的理解。

2.应用DFT分析信号频谱。

3.掌握信号混叠、栅栏效应、频谱泄露、物理分辨率等概念。

**二、实验原理**

**1、利用DFT分析连续时间信号的频谱**

采用计算机分析连续时间信号的频谱，第一步就是把连续时间信号离散化，这里需要进行两个操作：一是采样，二是截断。

对于连续非周期信号，按采样间隔T进行采样，截取长度为M，那么



对进行N点的频率采样，得到



因此，可以将利用DFT分析连续非周期信号频谱的步骤归纳如下：

（1）确定时域采样间隔T，得到离散序列；

（2）确定截取长度M，得到M点离散序列，这里的为窗函数；

（3）确定频域采样点数N，要求；

（4）利用FFT计算离散序列的N点DFT，得到；

（5）根据式（2-2）由计算采样点的近似值。

采用上述方法计算的频谱，需要注意如下三点问题：

（1）频谱混叠。如果不满足采样定理的条件，频谱会出现混叠误差。对于频谱无限宽（被截断）的信号，应考虑覆盖大部分主要频率的范围。

（2）栅栏效应和频谱分辨率。使用DFT计算频谱，得到的结果只是N个频谱样本值，样本值之间的频谱是未知的，就像通过一个栅栏观察频谱，称为“栅栏效应”。频谱分辨率与记录长度成正比，提高频谱分辨率，就要增加记录时间。

（3）频谱泄露。对于信号截断会把窗函数的频谱会引入到信号频谱中，造成频谱泄露。解决这问题的主要办法是采用旁瓣小的窗函数，频谱泄露和窗函数均会引起误差。

因此，要合理选取采样间隔和截取长度，必要时还需考虑适当的窗。

对于连续周期信号，我们在采用计算机进行计算时，也总是要进行截断，序列总是有限长的，仍然可以采用上述方法近似计算。

**5、可能用到MATLAB函数与代码**

实验中的DFT运算可以采用MATLAB中提供的FFT来实现。DTFT可以利用MATLAB矩阵运算的方法进行计算。

**三、实验内容**

1. ，完成如下要求：

（1）计算其DTFT，并画出区间的波形。

（2）计算4 点DFT，并把结果显示在（1）所画的图形中。

（3）对补零，计算64 点DFT，并显示结果。

参考代码：

x = [2, -1, 1, 1];

n1 = 4;

n2 = 64;

y1 = fftshift(fft(x,n1));

y2 = fftshift(fft(x,n2));时域补零

w1 = -pi:2\*pi/n1:pi-2\*pi/n1;

w2 = -pi:2\*pi/n2:pi-2\*pi/n2;

w = -pi : 0.01 \* pi : pi;

X = x \* exp(-j \* n' \* w);

subplot(211);

plot(w, abs(X));

xlabel('\Omega/\pi');

title('Magnitude');

hold on;

stem(w2,abs(y2), 'filled');

axis tight;

subplot(212);

plot(w, angle(X)/pi);

xlabel('\Omega/\pi');

title('Phase');

hold on;

stem(w2,angle(y2)/pi)

axis tight;





四、实验作业

1、分析序列频谱



（1）时，确定序列的采样率、信号持续时间、频率分辨率；用DFT 估计的频谱，画出幅频响应；将补零加长到长度为100点序列用DFT估计的频谱，画出幅频响应；分析是否能够分辨两个信号。

（2）时，用DFT 估计x(n)的频谱，并画出波形，确定序列的采样率、信号持续时间、频率分辨率；并分析是否能够分辨两个信号。

2. 已知信号，其中，采样率10Hz，持续时间1秒。

（1）利用频域补零的方法提高采样率至40Hz；

（2）利用时域内插滤波的方法，提高采样率至40Hz。

（MATLAB用到的函数x1 = interp1(x,n)）