课程名称	信号处理实验	**课程编号**	-
实验地点	YF304	**实验时间**	2020/11/2
校外指导教师	-	**校内指导教师**	邵凯
实验名称	用FFT进行谱分析		
评阅人签字		**成绩**	

一、实验目的

1. 进一步加深对 DFT 算法原理和基本性质的理解（因为 FFT 只是 DFT 的一种快速算法，所以 FFT 的运算结果必然满足 DFT 的基本性质)。

2. 熟悉 FFT 算法原理和 FFT 子程序的应用。

3. 学习用 FFT 对连续信号和时域离散信号进行谱分析的方法，了解可能出现的分析误差及其原因，以便在实际中正确应用 FFT。

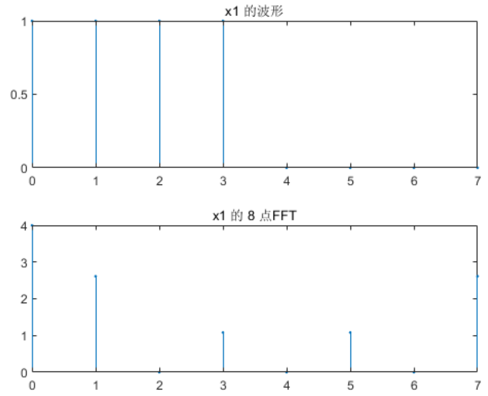
二、实验原理

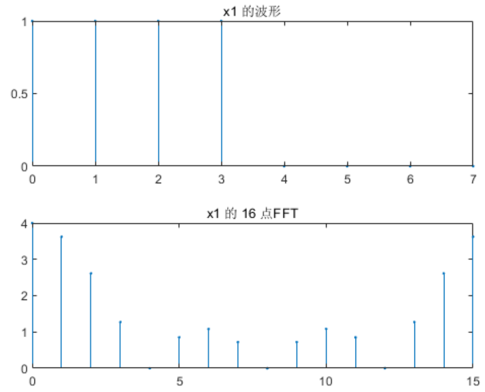
利用离散傅里叶变换（DTF）算法进行运算时，复数乘法运行N^2次，复数加法运行$N\times(N-1)\approx N^2$次，计算量其实可以通过fft减小。1965年，首先由Cooley-Tukey提出了基－2FFT算法，对DFT的发展起到了极大推进作用。随后又出现了混合基算法。fft 是一种计算DTF的快速算法，利用因子W_N^{nk}的周期性、共轭对称性、可约性。

三、实验程序及结果分析

1.

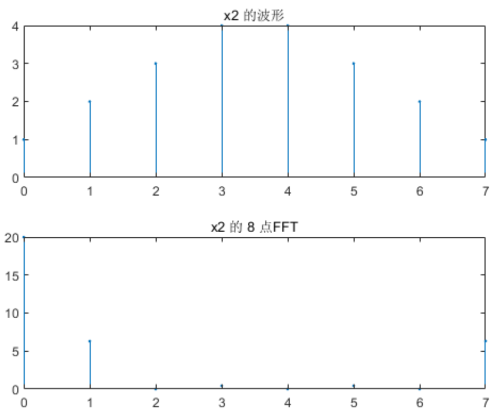
```
N=8;
x=[1 1 1 1 0 0 0 0];
xk=fft(x,N);
figure;
subplot(211); stem(0:length(x)-1,x,'.'); title('x1 的波形');
subplot(212); stem(0:N-1,abs(xk),'.'); title('x1 的 8 点FFT');
```

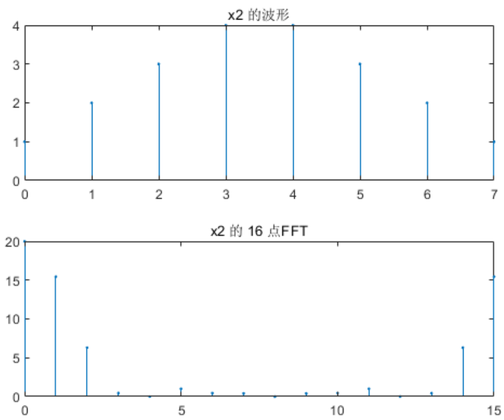




2.

```
N=8;

x=[1 2 3 4 4 3 2 1];

xk=fft(x,N);

figure;

subplot(211); stem(0:length(x)-1,x,'.'); title('x1 的波形');

subplot(212); stem(0:N-1,abs(xk),'.'); title('x1 的 8 点 FFT');
```

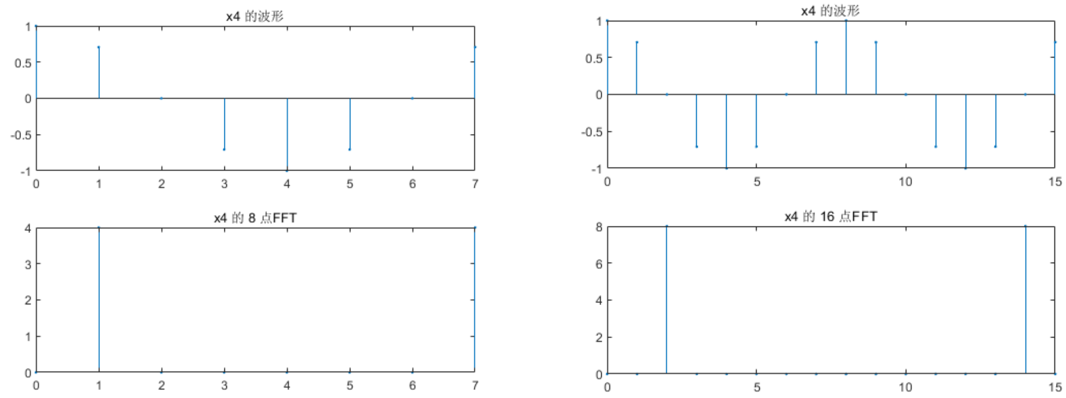




3.

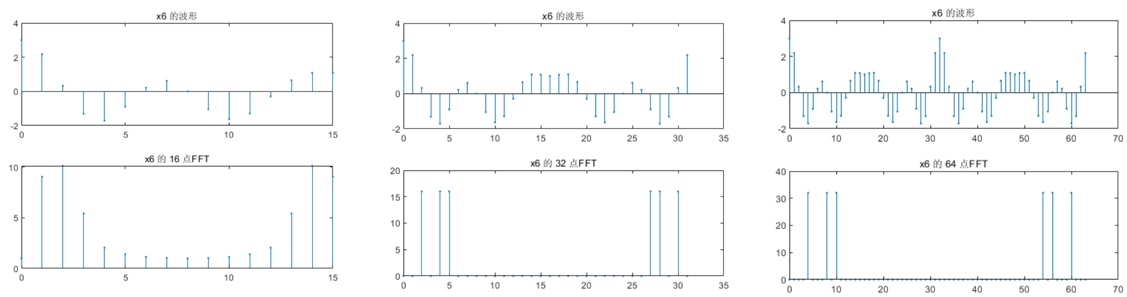
```
N=16;

n=[0:15];

x=cos((pi/4)*n);

xk=fft(x,N);

figure;

subplot(211); stem(0:length(x)-1,x,'.'); title('x4 的波形');
```

```
subplot(212); stem(0:N-1,abs(xk),’.’); title(’x4 的 16 点FFT’);
```



4.

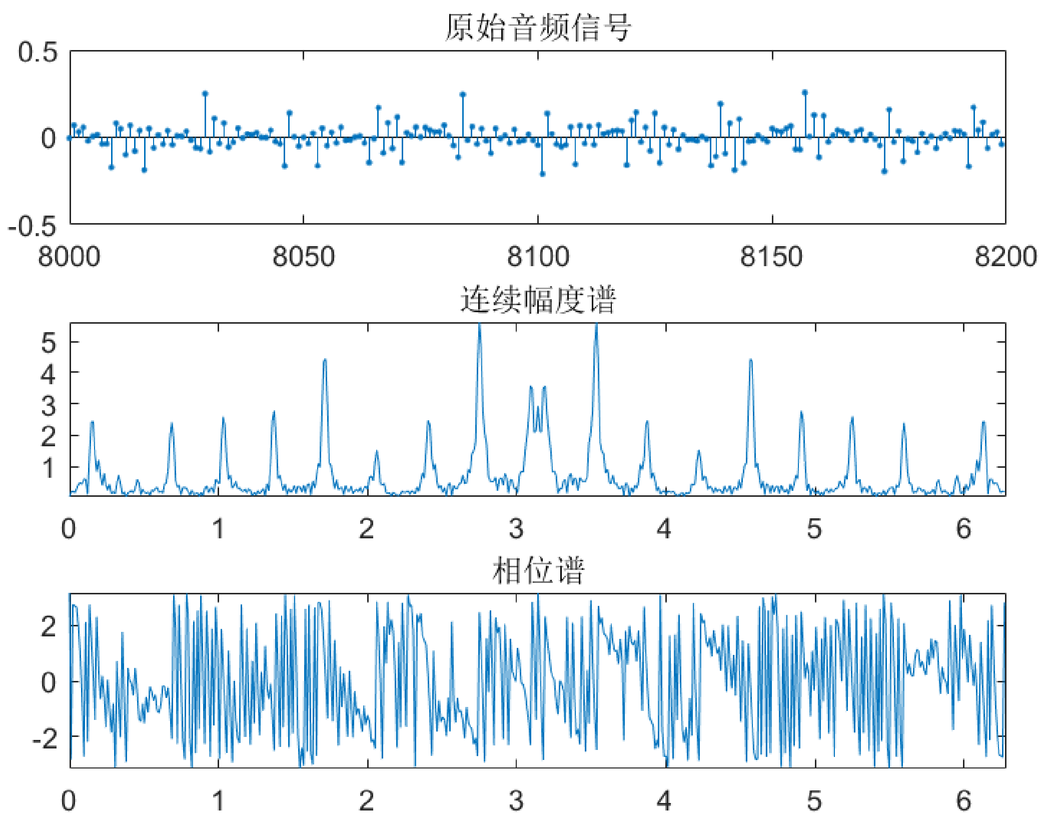
```
N=64;

fs=64;

n=0:N-1;

t=n/fs;

x=cos(8*pi*t)+cos(16*pi*t)+cos(20*pi*t);

xk=fft(x,N);

figure;

subplot(211); stem(0:length(x)-1,x,’.’); title(’x6 的波形’);

subplot(212); stem(0:N-1,abs(xk),’.’); title(’x6 的 64 点FFT’);
```



5.

```
[xn,fs]=audioread(’ E:\大学\数字信号处理实验资料\实验三\motherland.wav’);
x = xn(8000:8199);
N = 512;
xk = fft(x,N);
Hm = abs(xk);
Hp = angle(xk);
```

```
figure;
subplot(3,1,1);stem(8000:8199,x,'.');title('原始音频信号');
n = 0:2*pi/512:2*pi-2*pi/512;
subplot(3,1,2);plot(n,Hm);
title('连续幅度谱');axis([0,2*pi,-inf,inf]);
subplot(3,1,3);plot(n,Hp);
title('相位谱');axis([0,2*pi,-inf,inf]);
```



四、思考题

1.

答：在 N=8 的时候，$x_2(n)$和 $x_3(n)$的幅频特性相同，因为 $x_3(n)= x_2((n-4))_8, 0\leqslant n\leqslant 7$；在 N=16 的时候，$x_2(n)$和 $x_3(n)$的幅频特性不相同，因为 $x_2(n)$和 $x_3(n)$均需补零，不再满足循环位移。

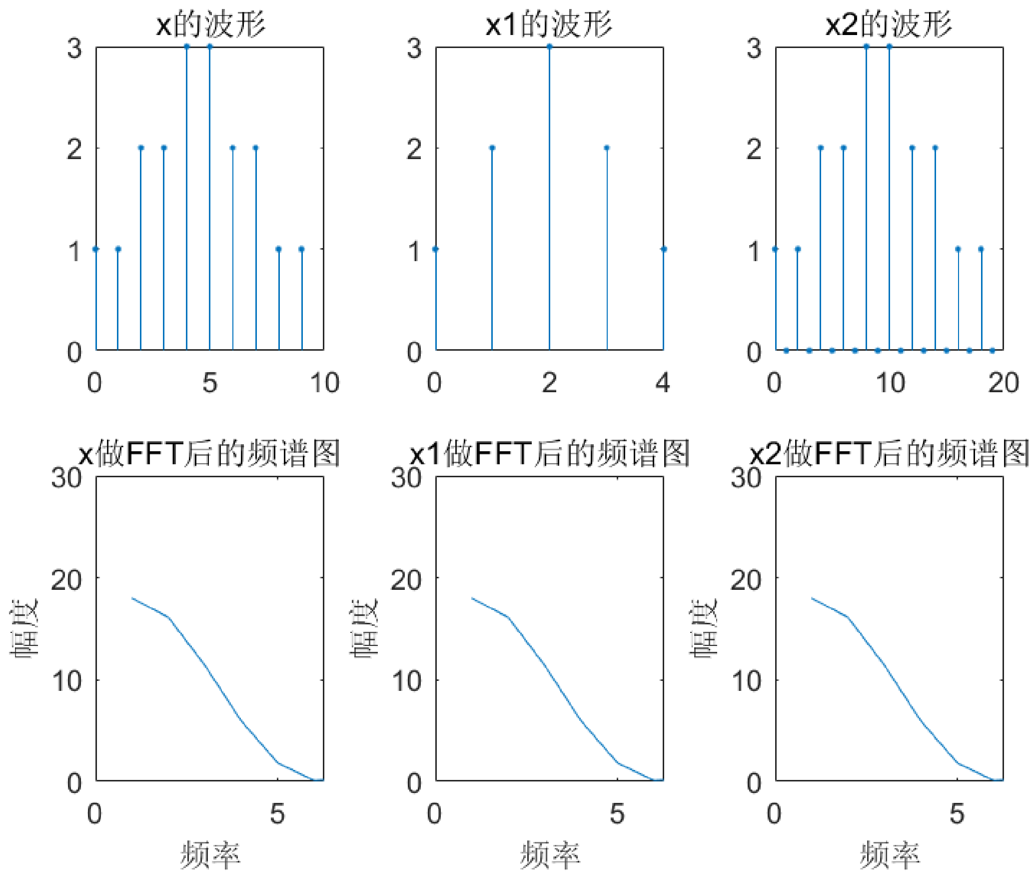
2.

答：如果周期信号的周期预先不知道，可先截取 M 点进行 FFT,再将长度扩大 1 倍进行 FFT，如果二者的主谱满足分析误差要求，则可知周期信号的周期近似于 M，否则，继续截取长度加倍，直至前后两次分析所得主谱频率满足误差要求。

3.

```
N=32;
x=[1 1 2 2 3 3 2 2 1 1];
x1=[1 2 3 2 1];
x2=[1 0 1 0 2 0 2 0 3 0 3 0 2 0 2 0 1 0 1 0];
xk=fft(x,N);
xk1=fft(x,N);
xk2=fft(x,N);
figure;
subplot(231); stem(0:length(x)-1,x,'.'); title('x的波形');
subplot(232); stem(0:length(x1)-1,x1,'.'); title('x1的波形');
subplot(233); stem(0:length(x2)-1,x2,'.'); title('x2的波形');

m=abs(xk);
subplot(234);
plot(m);
axis([0 2*pi 0 30]);
title('x做FFT后的频谱图');
xlabel('频率');
ylabel('幅度');

m1=abs(xk1);
subplot(235);
plot(m1);
axis([0 2*pi 0 30]);
title('x1做FFT后的频谱图');
xlabel('频率');
ylabel('幅度');

m2=abs(xk2);
subplot(236);
```

```
plot(m2);

axis([0 2*pi 0 30]);

title('x2做FFT后的频谱图');

xlabel('频率');
```




```
ylabel('幅度');
```

由图可知：x、x1、x2的频谱相同。