

重庆邮电大学

学生实验实习报告册

学年学期： 2020-2021 学年 ☐春 ☒秋学期

课程名称： 信号处理实验

学生学院： 通信与信息工程学院

专业班级： 01011803

学生学号： 2018210199

学生姓名： 邓巨凡

联系电话： 19823323158

重庆邮电大学教务处制

课程名称	信号处理实验	课程编号	A2010550
实验地点	实验室 YF304	实验时间	第九周周二一二节
校外指导教师	邵凯	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

FFT 算法的应用

调用方法：

$$X=\text{FFT}(x); X=\text{FFT}(x, N); x=\text{IFFT}(X); x=\text{IFFT}(x, N)$$

进行谱分析时需要注意：

FFT 函数返回值的数据结构具有对称性。

做 FFT 分析时，复制大小与 FFT 选择的点数有关，但不影响分析结果，在 IFFT 时已经做到了处理。要得到真实的振幅值的大小摘要将得到的变换后结果乘以 2 除以 N 即可。

三、实验程序及结果分析

实验一：

实验代码：

```

N=8;
x=[1 1 1 1];

```

```

xk=fft(x,N);
figure;
subplot(311);
stem(0:length(x)-1,x,'. ');
title('x1^2 ˆ Df');
subplot(312);
stem(0:N-1,abs(xk),'. ');
title('x1的8点离散幅度谱');

```

```

N=16;
xk=fft(x,N);
figure;
subplot(313);
stem(0:N-1,abs(xk),'. ');
title('x1的16点离散幅度谱');

```

图形绘制：

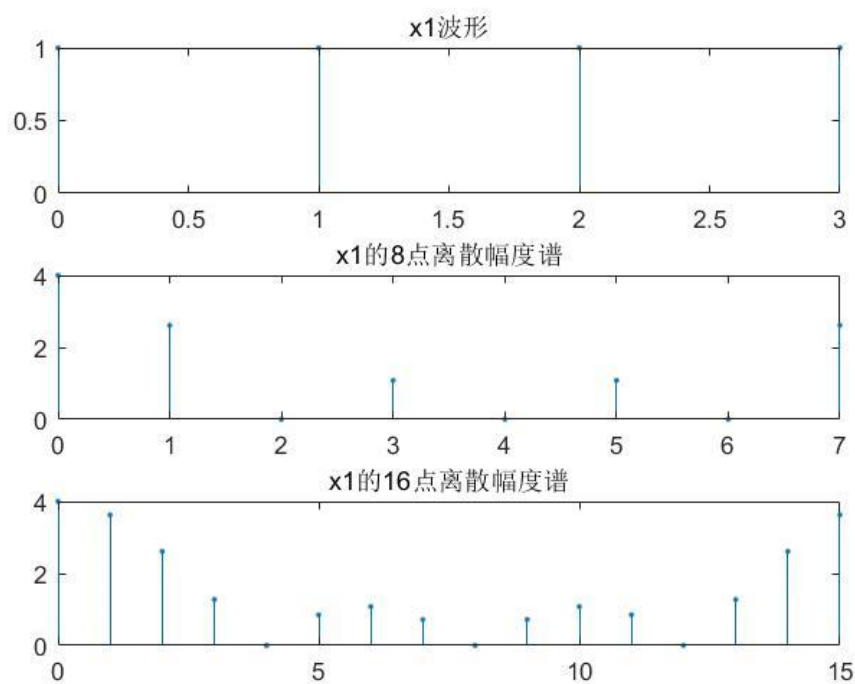


图3.1 实验一结果

实验二：

```

N=8;
x=[1 2 3 4 4 3 2 1];
xk=fft(x,N);
figure;
subplot(311);
stem(0:length(x)-1,x,'. ');
title('x2的波形 ');
subplot(312);

```

```

stem(0:N-1, abs(xk), 'r');
title('x2的8点离散幅度谱');

N=16;
xk=fft(x, N);
subplot(313);
stem(0:N-1, abs(xk), 'r');
title('x2的16点离散幅度谱');

```

图形绘制：

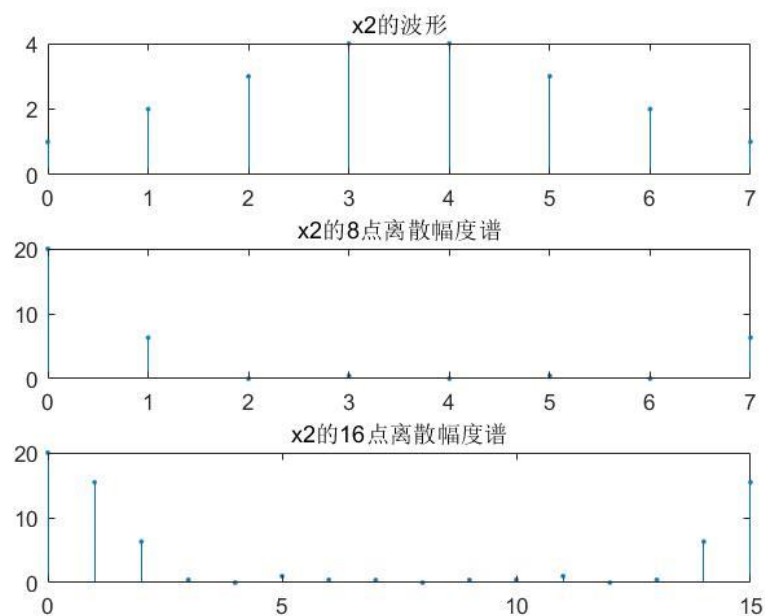


图3.2 实验二结果

实验三：

(1) 实验代码：

```

n=0:1:7;
x=cos(0.25*pi*n);
N=8;
xk=fft(x, N);
figure;
subplot(211);
stem(0:length(x)-1, x, 'r');
title('x4的8点波形 ');
subplot(212);
stem(0:N-1, abs(xk), 'r');
title('x4的8点离散幅度谱');

```

图形绘制：

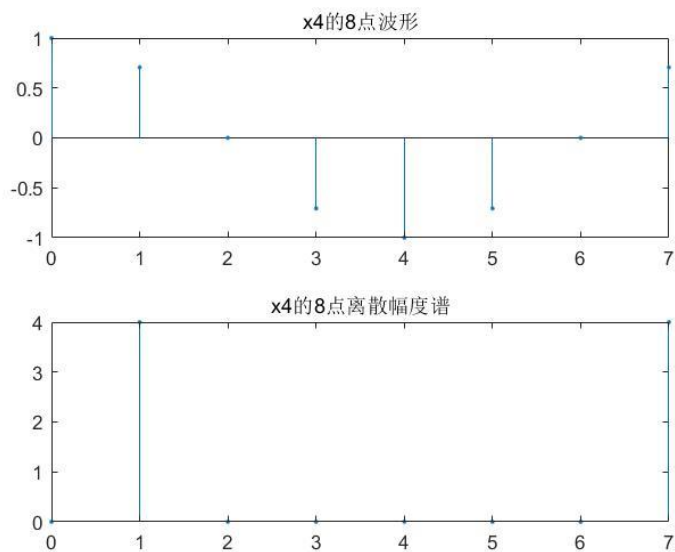


图3.3 实验三第一题结果

(2) 实验代码:

```
n=0:1:15;
x=cos(0.25*pi*n);
N=16;
xk=fft(x,N);
figure;
subplot(211);
stem(0:length(x)-1,x,'.');
title('x4的16点波形');
subplot(212);
stem(0:N-1,abs(xk),'.');
title('x4的16点离散幅度谱');
```

图形绘制:

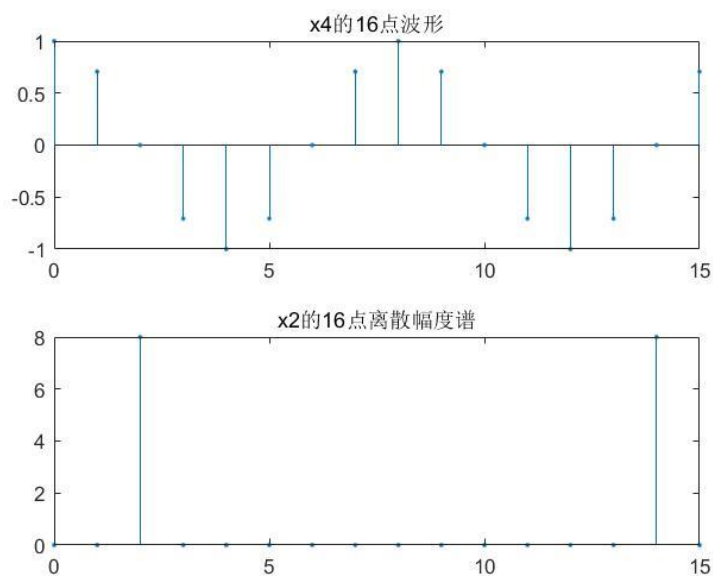


图3.4 实验三第二题结果

实验四：

(1) 实验代码：

```
t=0:1:15;  
x=cos(8*pi*t/64)+cos(16*pi*t/64)+cos(20*pi*t/64);  
N=16;  
xk=fft(x,N);  
figure;  
subplot(211);  
stem(0:length(x)-1,x,'.');  
title('x6的16点波形');  
subplot(212);  
stem(0:N-1,abs(xk),'.');  
title('x6的16点离散幅度谱');
```

图形绘制：

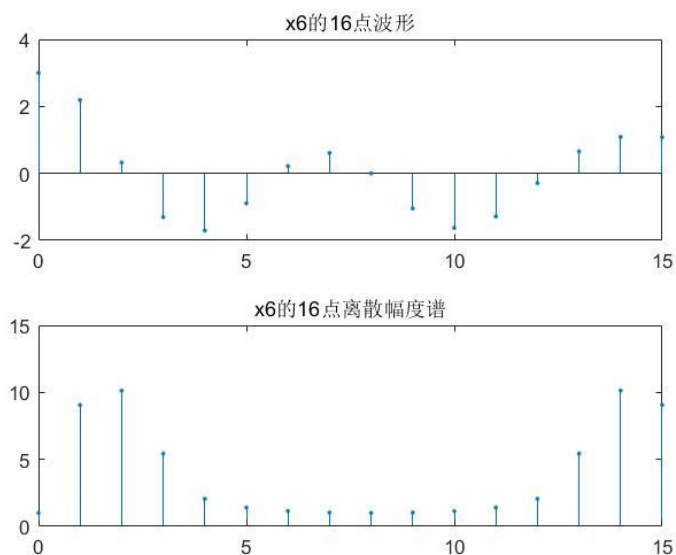


图3.5 实验四第一题结果

(2) 实验代码：

```
t=0:1:31;  
x=cos(8*pi*t/64)+cos(16*pi*t/64)+cos(20*pi*t/64);  
N=32;  
xk=fft(x,N);  
figure;  
subplot(211);  
stem(0:length(x)-1,x,'.');  
title('x6的32点波形');  
subplot(212);  
stem(0:N-1,abs(xk),'.');  
title('x6的32点离散幅度谱');
```

图形绘制:

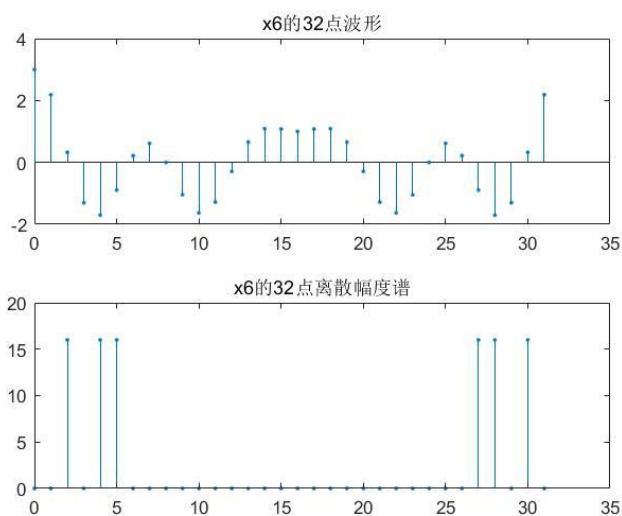


图3.5 实验四第二题结果

(3) 实验代码:

```
t=0:1:31;  
x=cos(8*pi*t/64)+cos(16*pi*t/64)+cos(20*pi*t/64);  
N=64;  
xk=fft(x,N);  
figure;  
subplot(211);  
stem(0:length(x)-1,x,'.');  
title('x6的64点波形');  
subplot(212);  
stem(0:N-1,abs(xk),'.');  
title('x6的64点离散幅度谱');
```

图形绘制:

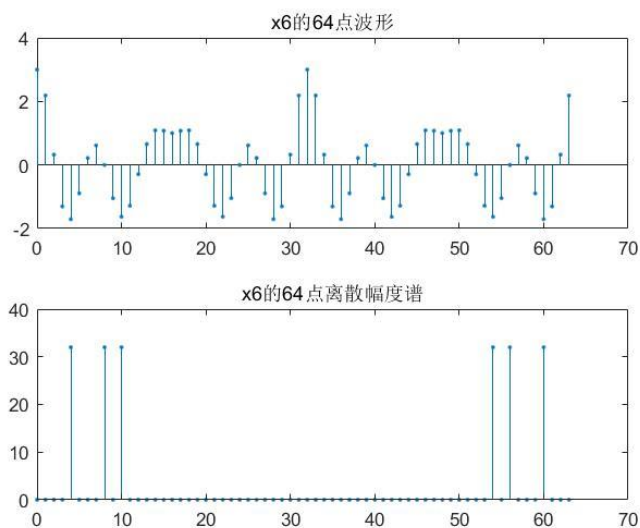


图3.6 实验四第三题结果

实验五：

实验代码：

```
[xn,fs]=audioread('D:\MATLAB\work\motherland.wav');  
xml = xn(8000:8199);  
Xml=fft(xml,512);  
figure;  
subplot(211);  
plot([0:511]/2/pi,abs(Xml));  
title('幅度谱');  
subplot(212);  
plot([0:511]/2/pi,angle(Xml));  
title('相位谱');
```

图形绘制：

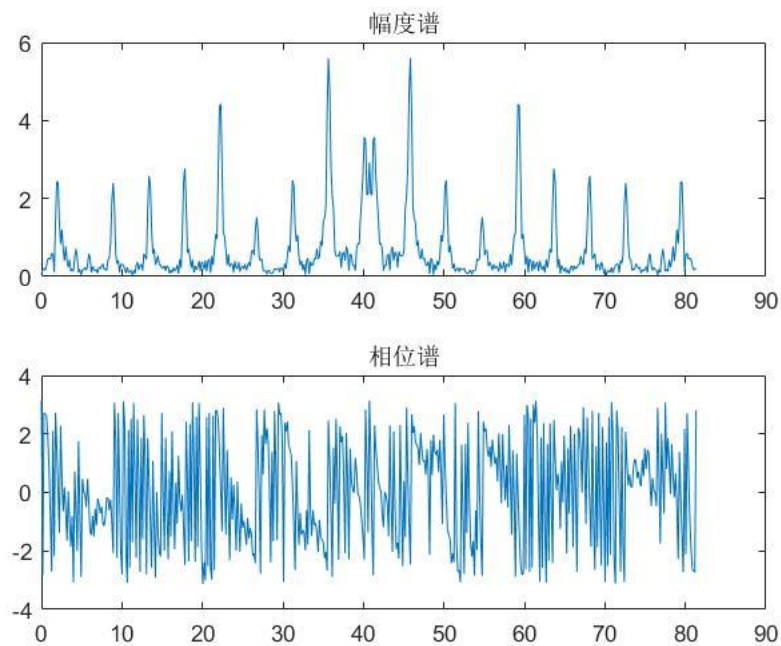


图3.7 实验五结果

四、思考题

第一题：

实验代码：

```
x3 = [4:-1:1 1:4];  
xk3_8=fft(x3,8);  
xk3_16=fft(x3,16);  
x2 = [1:4 4:-1:1];
```



```

xk2_8=fft(x2,8);
xk2_16=fft(x2,16);

figure;
subplot(221);
stem(0:7,abs(xk3_8),'.');
title('x3的8点离散幅度谱');
subplot(222);
stem(0:15,abs(xk3_16),'.');
title('x3的16点离散幅度谱');
subplot(223);
stem(0:7,abs(xk2_8),'.');
title('x2的8点离散幅度谱');
subplot(224);
stem(0:15,abs(xk2_16),'.');
title('x2的16点离散幅度谱');

```

图形绘制:

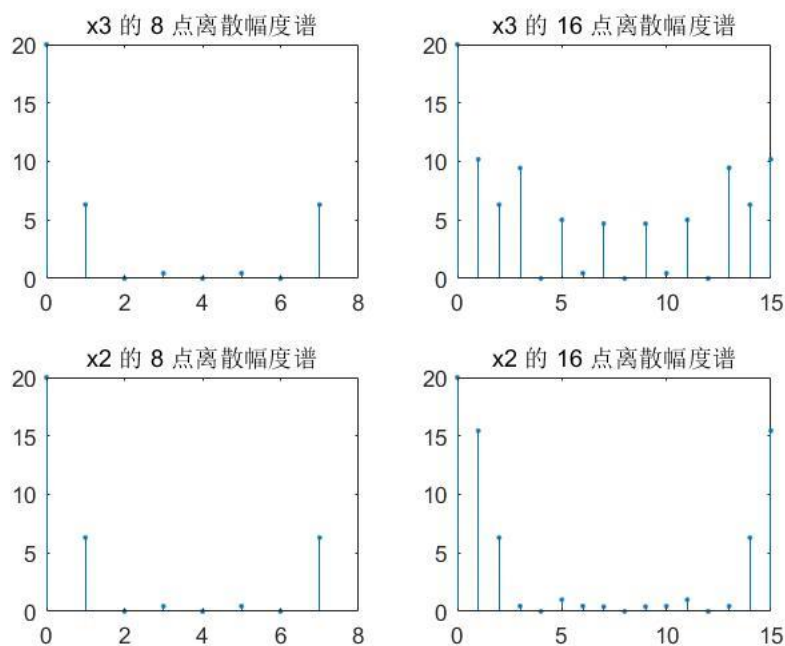


图4.1 思考题第一题结果

实验结论: 由图可知, 幅频特性并不相同, 这是由取样点数的不同所导致的。取样点数不同导致了频谱的栅栏效应以及频谱泄露, 此时峰值出现的位置以及幅度不一样, 导致了计算出的幅频特性也不同。

第二题:

结论:

周期信号的周期预先不知道时, 可先截取M点进行DFT, 再将截取长度扩大1倍截取, 比较结果, 如果二者的差别满足分析误差要求, 则可以近似表示该信号的频谱, 如果不满足误差要求就继续将截取长度加倍, 重复比较, 直到结果满足要求

第三题:

实验代码:

```
x5_0 = [1 1 2 2 3 3 2 2 1 1];  
x5_1 = [1 2 3 2 1];  
x5_2 = [1 0 1 0 2 0 2 0 3 0 3 0 2 0 2 0 1 0 1 0];
```

```
xf_0 = fft(x5_0,21);  
xf_1 = fft(x5_1,21);  
xf_2 = fft(x5_2,21);
```

```
figure;  
subplot(311);  
plot(0:1/10:2,abs(xf_0));  
title('x的幅度谱');  
subplot(312);  
plot(0:1/10:2,abs(xf_1));  
title('x1的幅度谱');  
subplot(313);  
plot(0:1/10:2,abs(xf_2));  
title('x2的幅度谱');
```

图形绘制:

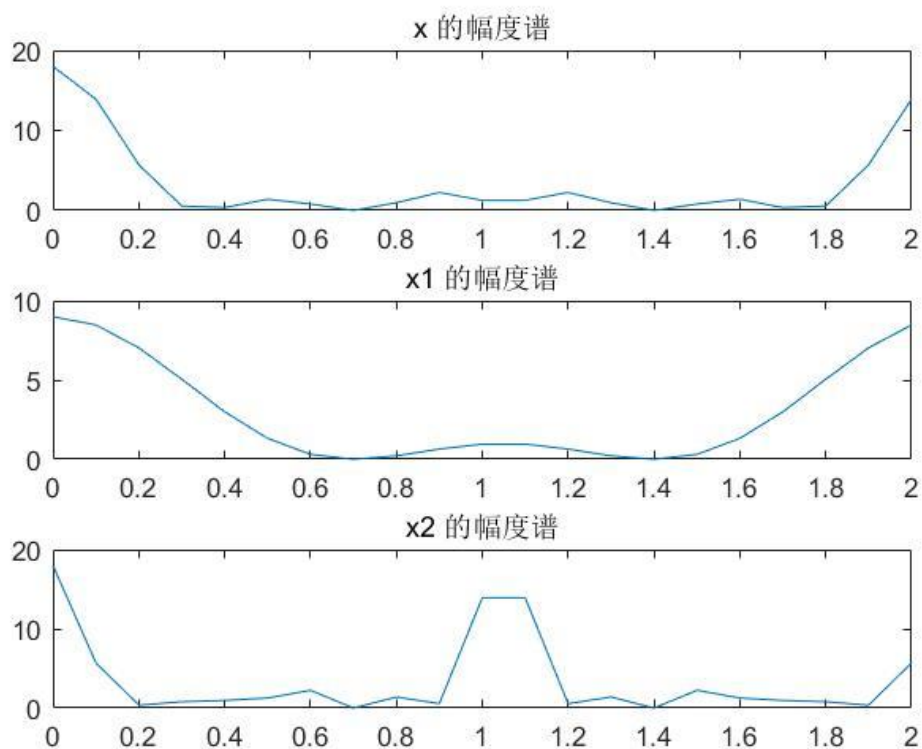


图4.2 思考题第三题结果

思考结果:

$$\begin{aligned}
 X(e^{j\omega}) &= \text{FT}[x(n)] = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) \cdot e^{-j\omega n} \\
 x &= [1, 1, 2, 2, 3, 3, 2, 2, 1, 1] \\
 X(e^{j\omega}) &= e^{-j\omega} + e^{-2j\omega} + 2e^{-3j\omega} + 2e^{-4j\omega} + 3e^{-5j\omega} + 3e^{-6j\omega} \\
 &\quad + 2e^{-7j\omega} + 2e^{-8j\omega} + e^{-9j\omega} + e^{-10j\omega} \\
 x_1 &= [1, 2, 3, 2, 1] \quad x_1(e^{j\omega}) = e^{-j\omega} + 2e^{-2j\omega} + 3e^{-3j\omega} + 2e^{-4j\omega} + e^{-5j\omega} \\
 x_2 &= [1, 0, 1, 0, 2, 0, 2, 0, 3, 0, 3, 0, 2, 0, 2, 0, 1, 0, 1] \\
 X_2(e^{j\omega}) &= e^{-j\omega} + e^{-3j\omega} + 2e^{-5j\omega} + 2e^{-7j\omega} + 3e^{-9j\omega} + 3e^{-11j\omega} \\
 &\quad + 2e^{-13j\omega} + 2e^{-15j\omega} + e^{-17j\omega} + e^{-19j\omega}
 \end{aligned}$$

图4.3 思考题第三题回答

其实原理同思考题2, 但是思考方式可以有所改变, 我们可以认为 x_2 为原序列, 而 x 和 x_1 为 x_2 经过抽样后的序列, 但区别在于抽样个数一斤频率不同, 导致了栅栏效应以及频谱泄露, 此时峰值出现的位置以及幅度不一样, 导致了计算出的幅频特性也不同。