

# 西安交通大学实验报告

成绩	
----	--

课 程： 医学信号处理

第 1 页共 12 页

系 别： 生命学院 实 验 日 期： 2017 年 11 月 29 日

专业班级： 医电 53 组别：          交 报 告 日 期： 2017 年 12 月 06 日

姓 名： 李竞捷 学号 2151500084 报 告 退 发： （订正、重做）

同 组 者：                                  教师审批签字：                                 

---

实验名称： 随机信号统计特征分析

## 一、实验目的

1. 理解随机信号的各种统计特征。
2. 学习用 MATLAB 语言编写统计特征程序。
3. 观察不同通道脑电信号的统计特征。

## 二、实验结果与分析

1. 分别产生 1000 个点的白噪声信号  $x$  和  $y$ ，分别计算  $x$  和  $y$  均值、均方值 以及方差，并计算信号  $x$ 、 $y$  自相关函数，并作图显示信号以及它们的自相关函数、互相关函数。（产生白噪声信号的函数:randn，相关函数:xcorr）

代码：

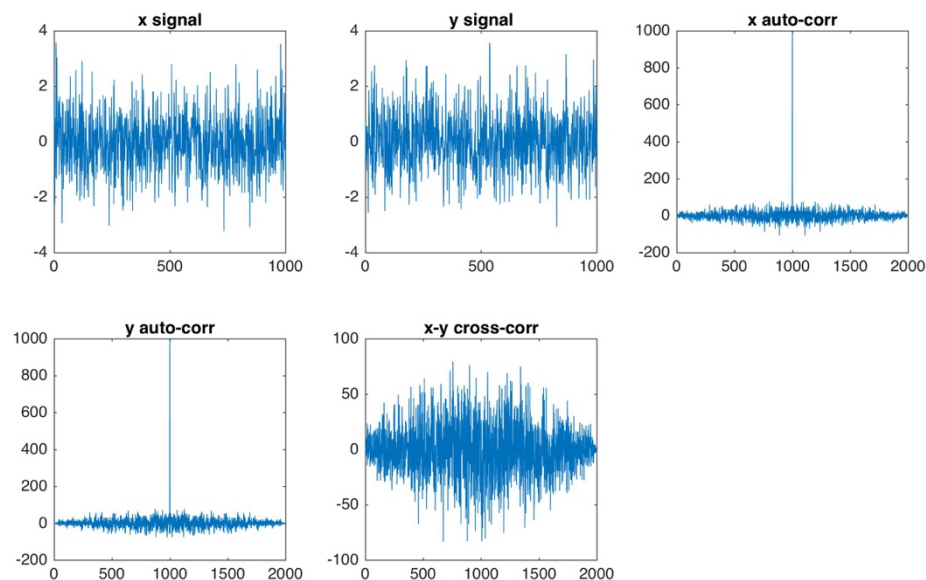
```
%% q1
x = randn(1,1000);
y = randn(1,1000);
corx = xcorr(x);
cory = xcorr(y);
corxy = xcorr(x,y);
subplot(2,3,1)
plot(x)
title('x signal')
subplot(2,3,2)
plot(y)
title('y signal')
subplot(2,3,3)
plot(corx)
title('x auto-corr')
```

```

subplot(2,3,4)
plot(cory)
title('y auto-corr')
subplot(2,3,5)
plot(corxy)
title('x-y cross-corr')

```

结果:



由此可见，白噪音的自相关基本是呈现以中间为唯一比较大的峰值的冲激的形式，互相关则很小

2. 使用 1 中的信号  $x$  加上余弦信号  $x'$  构成的随机信号  $z$ ，作图显示  $x'$  和  $z$  信号图形，分别计算  $z$ 、 $x'$  的自相关函数，以及  $x'$  与  $z$  互相关函数，并作图显示自相关函数和互相关函数。（其中、 $x'(t) = \cos(1/50 \cdot \pi \cdot t + 1/50 \cdot \pi)$ ，信号采样的时间间隔  $t=0:1:999$ ，相关函数: `xcorr`）

代码:

```

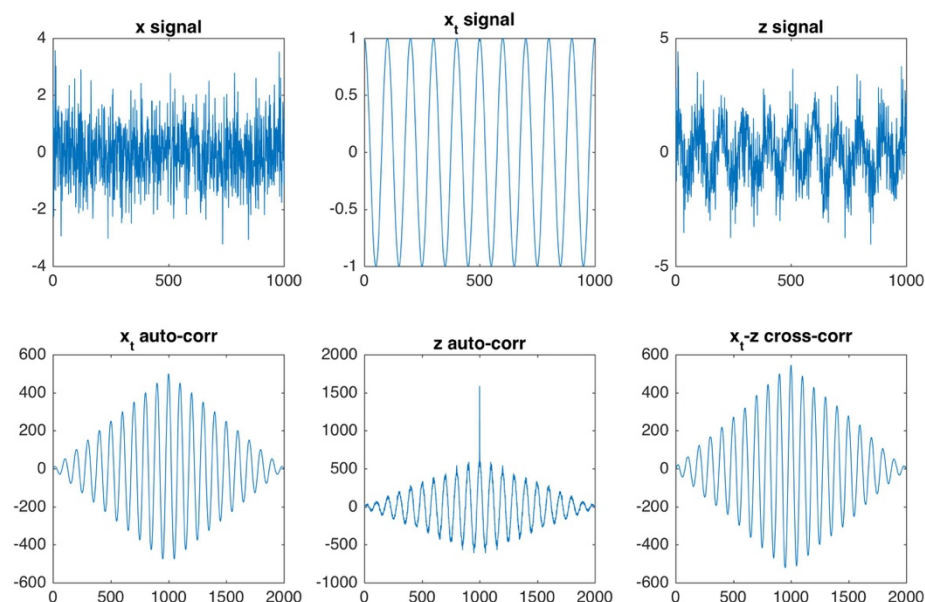
t=0:1:999;
x_t = cos(1/50*pi*t+1/50*pi);
z = x+x_t;
corz = xcorr(z);
corx_t = xcorr(x_t);
corxz = xcorr(z,x_t);
subplot(2,3,1)
plot(x)
title('x signal')
subplot(2,3,2)

```

```

plot(x_t)
title('x_t signal')
subplot(2,3,3)
plot(z)
title('z signal')
subplot(2,3,4)
plot(corr_x_t)
title('x_t auto-corr')
subplot(2,3,5)
plot(corr_z)
title('z auto-corr')
subplot(2,3,6)
plot(corr_xz)
title('x_t-z cross-corr')

```



从上图中可以看出，添加了白噪音的三角函数，相当于原自相关基础上叠加一个中心峰值的脉冲，其他部分影响则很小。

3. 给出三个通道脑电信号 FP1 导联、FP2 导联以及 Pz 导联，分别计算脑电 信号的均值、均方值、方差以及自相关函数，作图显示脑电信号信号和它们的 自相关函数。另外，计算 FP1 导联和 FP2 导联、FP1 导联和 Pz 导联，FP2 导联 和 Pz 导联的互相关函数，并作图显示。(FP1 导联、FP2 导联以及 Pz 导联脑电 信号数据:eeg1.mat、eeg2.mat 以及 eeg3.mat，数据长度均为 10000，信号采样 率 1000Hz，电压单位:微伏( $\mu V$ )。)

代码:

```

%%
load('eeg1.mat')%FP1
load('eeg2.mat')%FP2
load('eeg3.mat')%Pz
%%
fprintf('the mean vaule of FP1 is %.4f\n',mean(eeg1))
fprintf('the mean vaule of FP2 is %.4f\n',mean(eeg2))
fprintf('the mean vaule of Pz is %.4f\n',mean(eeg3))
fprintf('the mean square vaule of FP1 is %.4f\n',mean(eeg1.^2))
fprintf('the mean square vaule of FP2 is %.4f\n',mean(eeg2.^2))
fprintf('the mean square vaule of Pz is %.4f\n',mean(eeg3.^2))
fprintf('the std vaule of FP1 is %.4f\n',std(eeg1))
fprintf('the std vaule of FP2 is %.4f\n',std(eeg2))
fprintf('the std vaule of Pz is %.4f\n',std(eeg3))
%%
coreeg1 = xcorr(eeg1);
coreeg2 = xcorr(eeg2);
coreeg3 = xcorr(eeg3);
coreeg12 = xcorr(eeg1,eeg2);
coreeg13 = xcorr(eeg1,eeg3);
coreeg23 = xcorr(eeg3,eeg2);
%%
Fs = 1000;
t = 0:1/Fs:9.999;
subplot(3,3,1)
plot(t,eeg1)
xlabel('t/s')
ylabel('uV')
title('FP1 Signal')
subplot(3,3,2)
plot(t,eeg2)
xlabel('t/s')
ylabel('uV')
title('FP2 Signal')
subplot(3,3,3)
plot(t,eeg3)
xlabel('t/s')
ylabel('uV')
title('Pz Signal')
subplot(3,3,4)
plot(coreeg1)
title('FP1 Signal auto corr')
subplot(3,3,5)
plot(coreeg2)

```

```
title('FP2 Signal auto corr')
subplot(3,3,6)
plot(coreeg3)
title('Pz Signal auto corr')
subplot(3,3,7)
plot(coreeg12)
title('FP1 and FP2 Signal cross corr')
subplot(3,3,8)
plot(coreeg13)
title('FP1 and Pz Signal cross corr')
subplot(3,3,9)
plot(coreeg23)
title('FP2 and Pz Signal cross corr')
```

the mean vaule of FP1 is 0.1853

the mean vaule of FP2 is 0.2069

the mean vaule of Pz is -0.0530

the mean square vaule of FP1 is 137.4576

the mean square vaule of FP2 is 158.5231

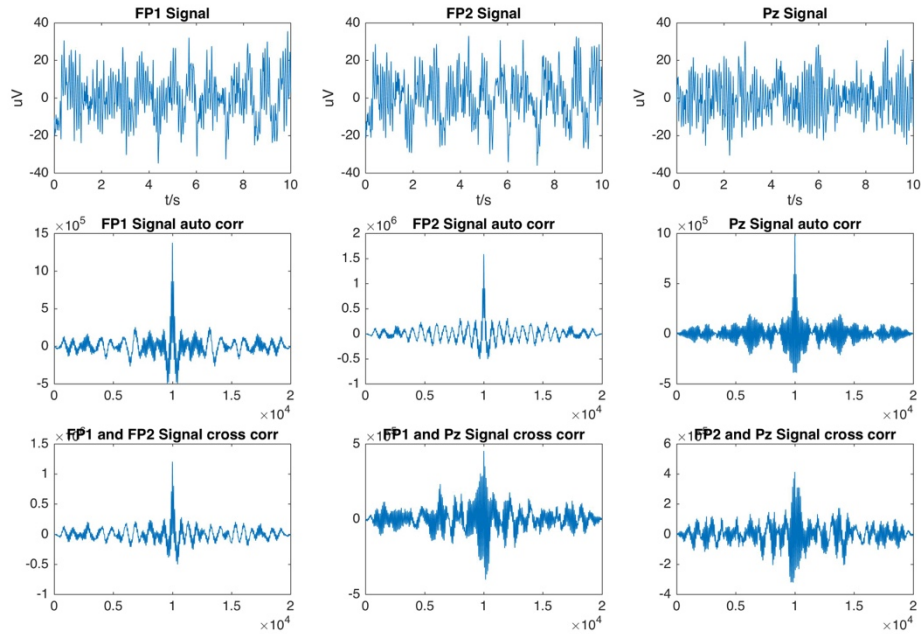
the mean square vaule of Pz is 98.3490

the std vaule of FP1 is 11.7234

the std vaule of FP2 is 12.5895

the std vaule of Pz is 9.9175

图片:



由上图可见，eeg 信号均值很接近 0。自相关结果可以看出，eeg 信号有很强的节律性，又叠加了很强的随机噪音。互相关结果中，Fp1 与 fp2 互相关程度最高，因为这两个电极位置十分接近。

- 按照 1 中的方法分别产生长度不同的信号  $x$ 、 $y$ ，计算它们的均值、均方值以及方差，并计算信号  $x$ 、 $y$  自相关函数，并作图显示自相关函数。试分析长度的不同，对结果有何影响。（信号长度可选择 100、200、500、2000、5000、10000 等）

```
%%
clc
lenlist = [100,200,500,2000,5000,10000];
x = randn(1,10000);
y = randn(1,10000);
for i=1:length(lenlist)
    fprintf('the mean val of when len=%d\n',lenlist(i),mean(x(1:lenlist(i))));
    fprintf('the mean sqr val of when len=%d\n',lenlist(i),mean(x(1:lenlist(i)).^2));
    fprintf('the std of when len=%d\n',lenlist(i),std(x(1:lenlist(i))));
    subplot(2,6,i)
    plot(x(1:lenlist(i)))
    title(sprintf('%d points signal',lenlist(i)))
    subplot(2,6,i+6)
    plot(xcorr(x(1:lenlist(i))))
```

```

    title(sprintf('%d points signal auto corr',lenlist(i)))
end

```

the mean val of when len=100 is 0.1838

the mean sqr val of when len=100 is 1.1319

the std of when len=100 is 1.0532

the mean val of when len=200 is 0.1315

the mean sqr val of when len=200 is 1.0115

the std of when len=200 is 0.9996

the mean val of when len=500 is 0.0284

the mean sqr val of when len=500 is 0.9419

the std of when len=500 is 0.9711

the mean val of when len=2000 is 0.0328

the mean sqr val of when len=2000 is 1.0010

the std of when len=2000 is 1.0002

the mean val of when len=5000 is 0.0082

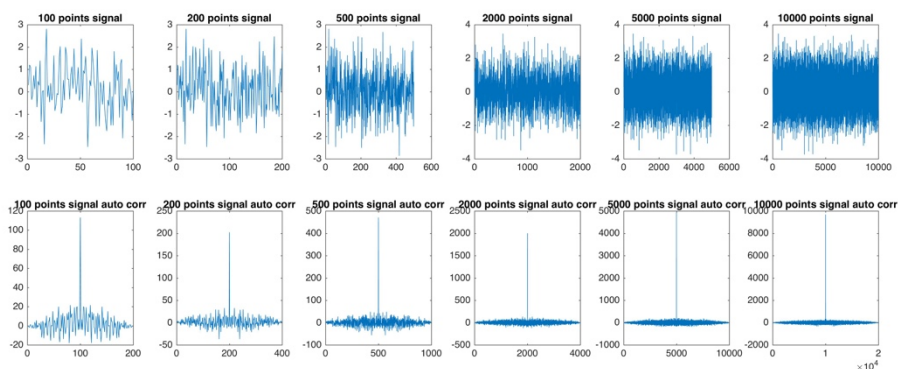
the mean sqr val of when len=5000 is 0.9883

the std of when len=5000 is 0.9942

the mean val of when len=10000 is -0.0008

the mean sqr val of when len=10000 is 0.9684

the std of when len=10000 is 0.9841



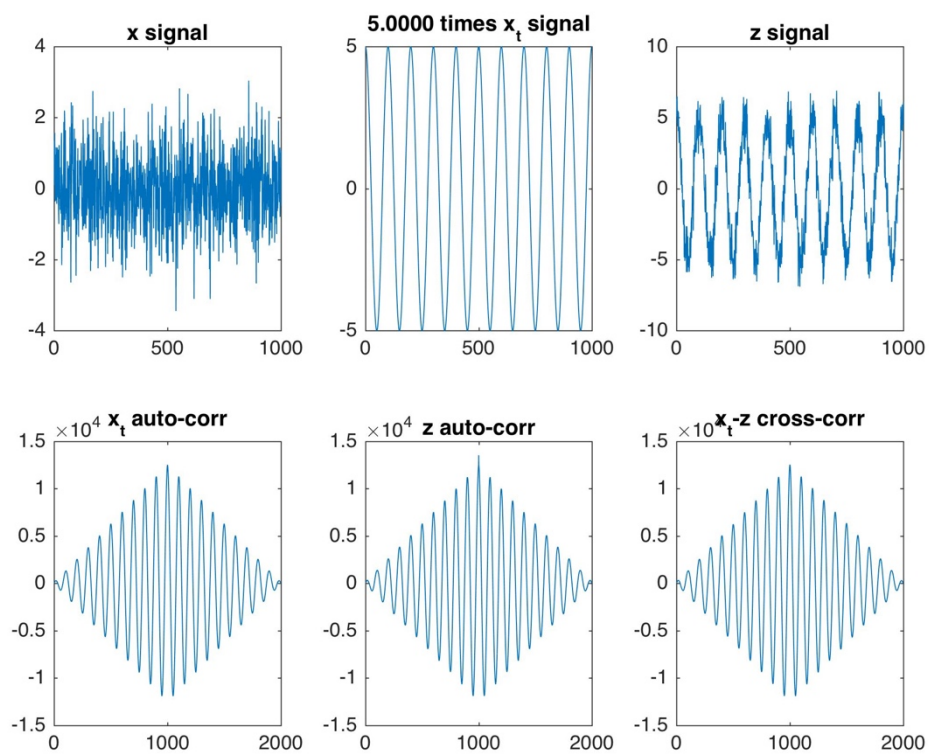
由此图可以看出，随着信号长度的增加，均值越来越接近 0，均方，std 接近 1。而自相关越来越接近理想白噪声：中间峰值很大，边上极低

5. 将 2 中余弦波信号幅值扩大  $N$  倍, 结果如何?如果将缩小  $M$  倍, 结果 如何?对比一下结果, 试分析原因。(N 可取:5、10、15 等,  $M$  可取:0.5、0.2、 0.01 等)

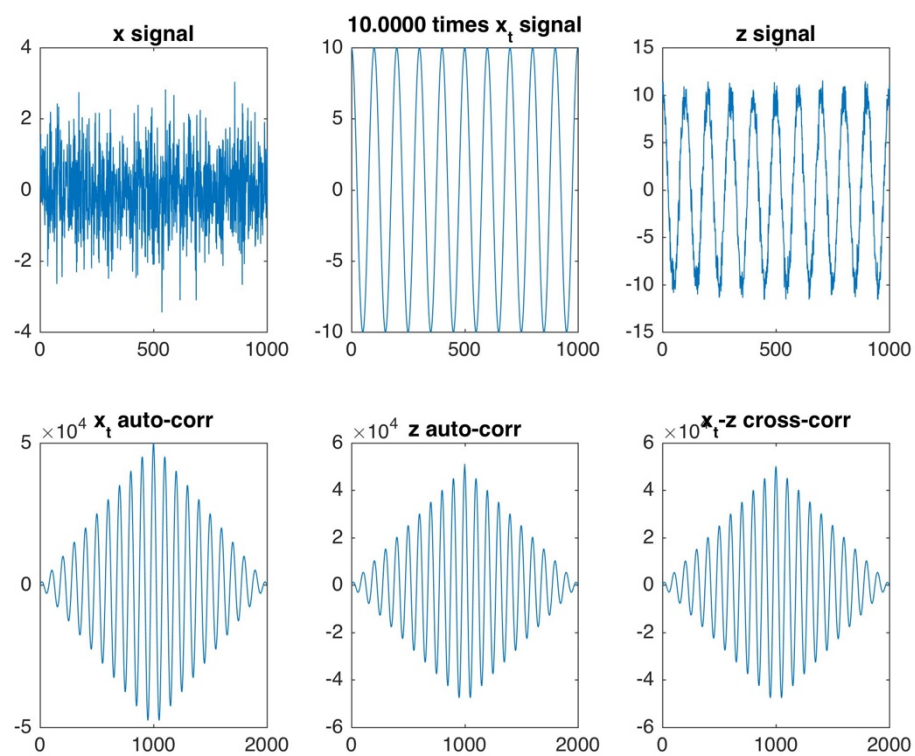
```
%%  
list = [5,10,15,0.5,0.2,0.001];  
x = randn(1,1000);  
for i=1:length(list)  
    t=0:1:999;  
    A = list(i);  
    x_t = A*cos(1/50*pi*t+1/50*pi);  
    z = x+x_t;  
    corxz = xcorr(z);  
    corx_t = xcorr(x_t);  
    corxz = xcorr(z,x_t);  
    subplot(2,3,1)  
    plot(x)  
    title('x signal')  
    subplot(2,3,2)  
    plot(x_t)  
    title(sprintf('%.4f times x_t signal',list(i)))  
    subplot(2,3,3)  
    plot(z)  
    title('z signal')  
    subplot(2,3,4)  
    plot(corx_t)  
    title('x_t auto-corr')  
    subplot(2,3,5)  
    plot(corz)  
    title('z auto-corr')  
    subplot(2,3,6)  
    plot(corz)  
    title('x_t-z cross-corr')  
    pause;  
end
```

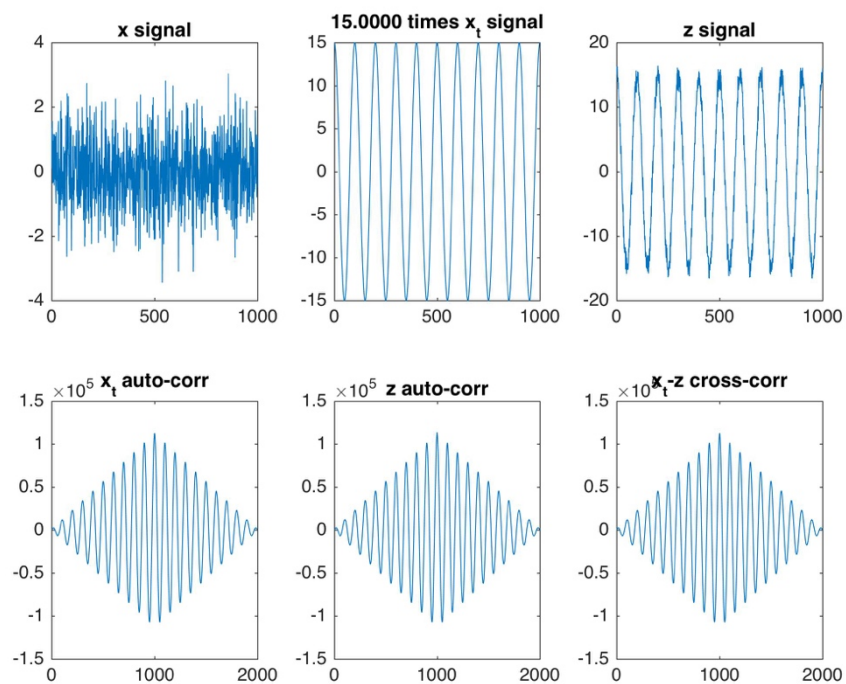
N 取 5 时



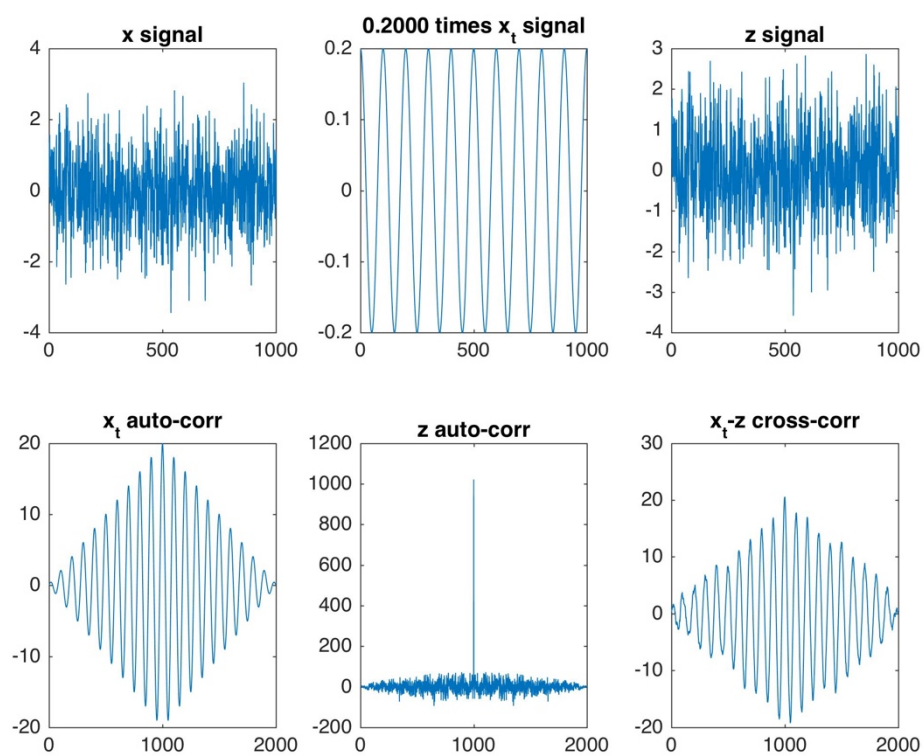


N 取 10 时

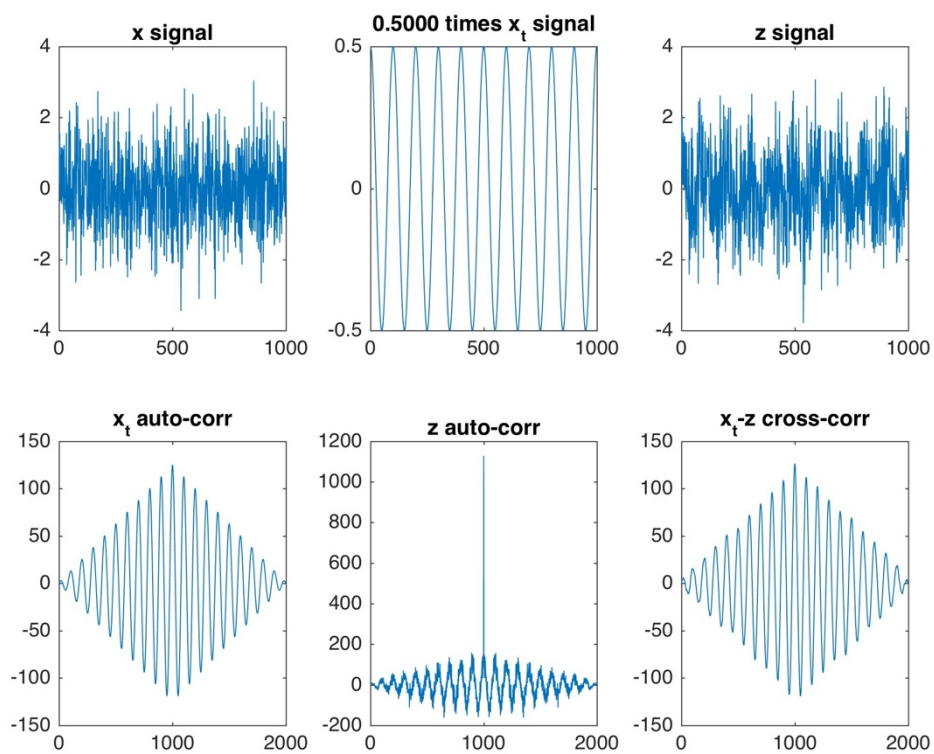




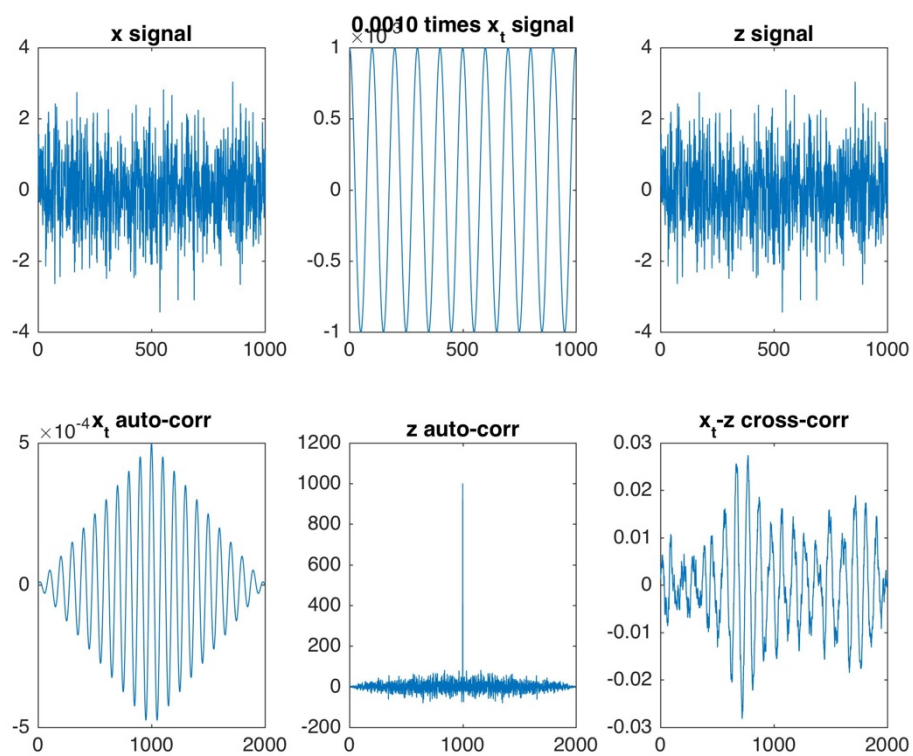
m 取 0.2



时



$m$  取 0.001 时



由上述结果可以看出， $n$  很大时，白噪音起的作用很小，自相关、互相关基本改变不大。 $M$  很小时，自相关接近白噪音的自相关，互相关也受到了很大的影响

6. 互相关结果中， $Fp1$  与  $fp2$  互相关程度最高，因为这两个电极位置十分接近。

### 三、总结

在这次试验中，我们实践了用 MATLAB 语言编写统计特征程序，如自相关、互相关、均值方差等，通过改变各种条件的观察，理解了随机信号的各种统计特征，此外，我们还观察不同通道脑电信号的统计特征，更加加深了理解。