

功率谱估计**MATLAB**编程

1、常用窗口函数

(1) 矩形窗

`w=boxcar(N);` %将被停用

`w=rectwin(N);`

(2) 汉宁窗

`w=hanning(N);`

`w=barthannwin(N);` % Modified Bartlett-Hanning window

(3) 海明窗

$w = \text{hamming}(N);$

(4) 布莱克曼窗

$w = \text{blackman}(N);$

(5) 巴特窗

$w = \text{bartlett}(N);$

(6) 凯塞窗

$w = \text{kaiser}(N);$

2、非参数类功率谱估计函数

(1) 功率谱密度函数

`psd(x, Nfft, Fs, windows, Noverlap, dflag);`

(2) 周期图法

`periodogram(x, windows, nfft);`

(3) Welch法

`pwelch(x, windows, Noverlap, Nfft, Fs);`

采用信号重叠分段、加窗函数以及FFT等算法计算功率谱。

(4) MTM法

`pmtm(x, nx, Nfft, Fs);`

多窗口法利用多个正交窗口（tapers）获得各自独立的近似功率谱估计，然后综合这些估计最终获得一个序列的功率谱估计。

3、参数类功率谱估计函数

(1) 自相关法估计AR模型参数

$[a, E] = \text{aryule}(x, \text{order});$

(2) Yule-Walker法

$\text{pxx} = \text{pyulear}(x, \text{order}, \text{nfft});$

(3) 最大熵谱估计

$\text{Pxx} = \text{pmem}(x, \text{order}, \text{nfft});$ %被pyulear替代

(4) Burg法

$\text{Pxx} = \text{pburg}(x, \text{order}, \text{nfft});$ % Burg递推算法

(5) 协方差和修正协方差法

`pcov()` ;

`pmcov()` ;

(6) 子空间法

`pmusic()` ;

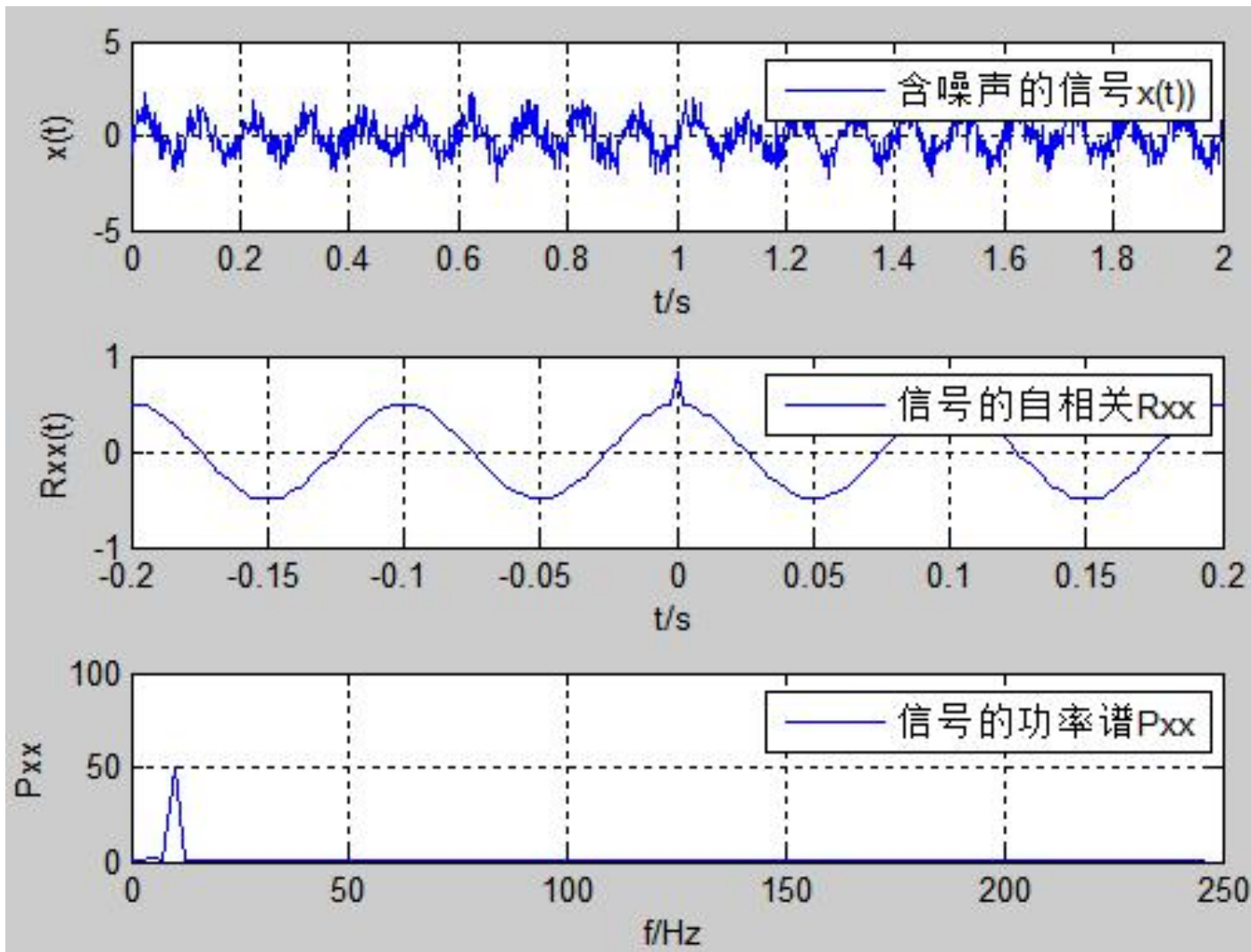
(7) 特征向量法

`peig()` ;

4、编程实例

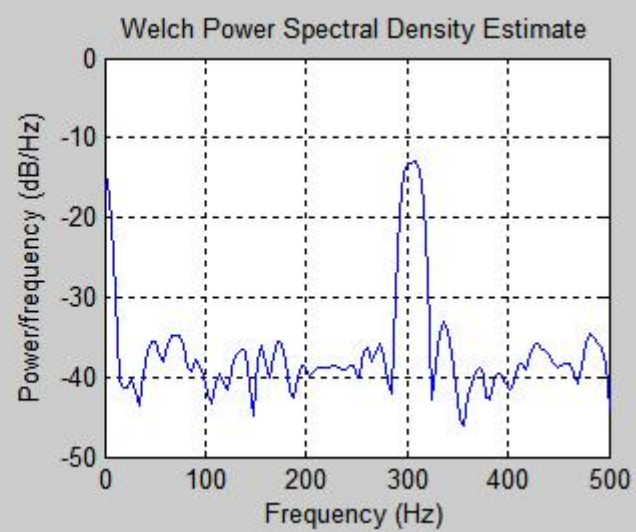
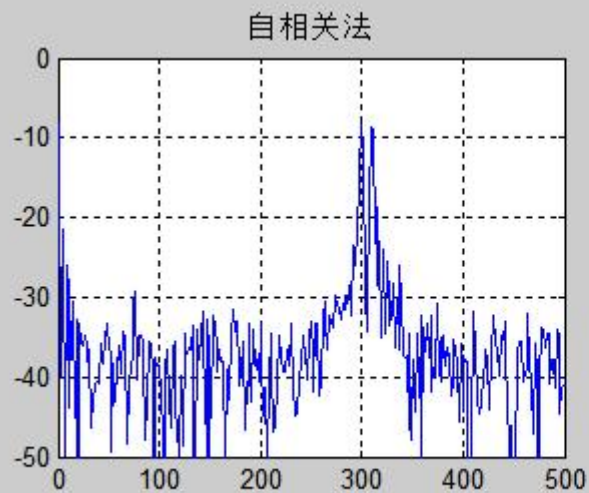
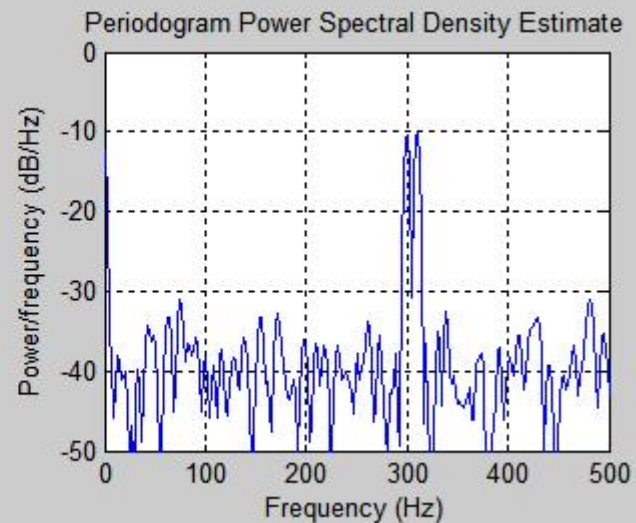
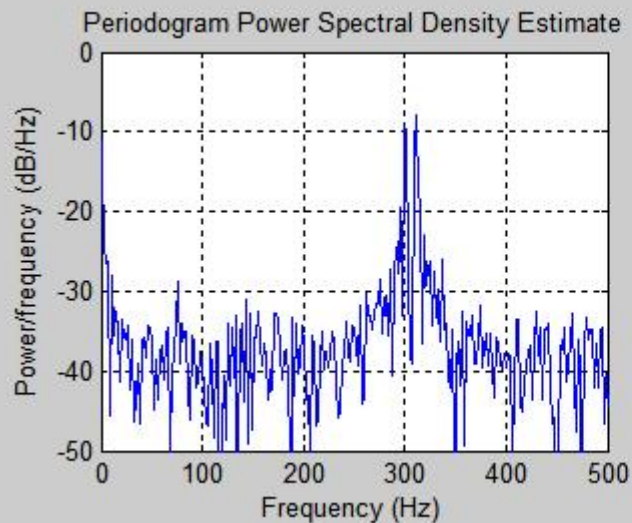
例4. 1： 间接法（自相关法） 计算功率谱估计。

```
clf;f=10;
Fs=500;N=1000;
n=[0:N-1];t=n/Fs;
Lag=100;
randn('state',0);
x=sin(2*pi*f*t)+0.6*randn(1,length(t));
[c,lags]=xcorr(x,Lag,'unbiased');
subplot(311);plot(t,x);
xlabel('t/s');ylabel('x(t)');grid;
legend('含噪声的信号x(t)');
subplot(312);plot(lags/Fs,c);
xlabel('t/s');ylabel('Rxx(t)');grid;
legend('信号的自相关Rxx');
Pxx=fft(c,length(lags));
fp=(0:length(Pxx)-1)*Fs/length(Pxx);
Pxmag=abs(Pxx);
subplot(313);plot(fp(1:length(Pxx)/2),Pxmag(1:length(Pxx)/2));
xlabel('f/Hz');ylabel('Pxx');grid;
legend('信号的功率谱Pxx');
```



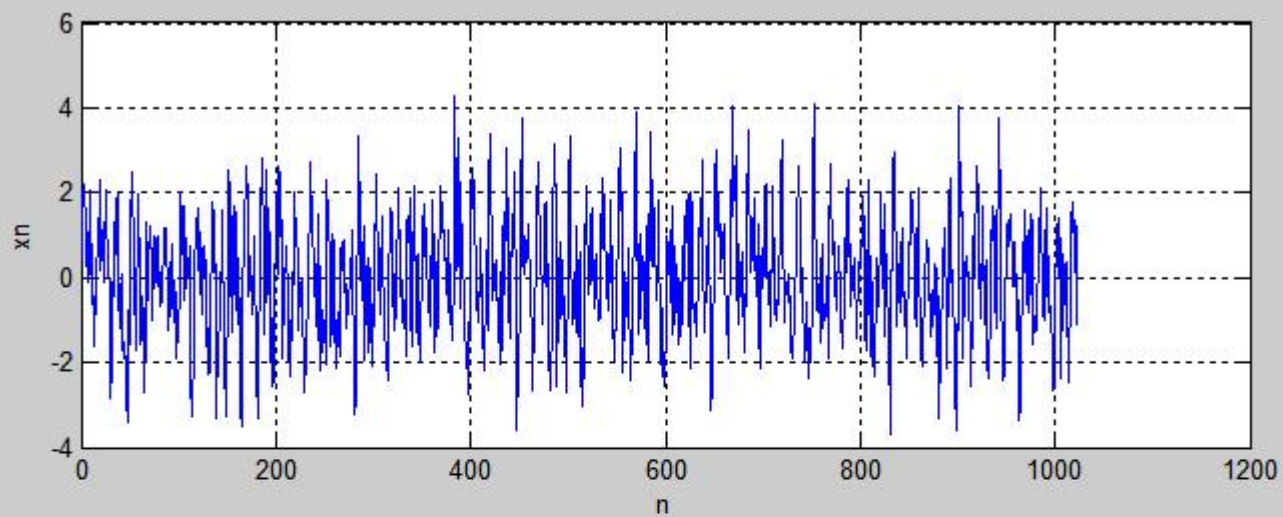
例4. 2： 周期图法和自相关法计算功率谱估计。

```
clf;
t=0:0.001:0.3;
x=cos(2*pi*t*300)+cos(2*pi*t*310)+rand(size(t));
subplot(221);
periodogram(x,[],512,1000);
axis([0 500 -50 0]);
subplot(222);
window=hann(301);
periodogram(x>window,512,1000);
axis([0 500 -50 0]);
R=xcorr(x)/150000;
Pw=fft(R);
subplot(223);
f=(0:length(Pw)-1)*1000/length(Pw);
plot(f,10*log10(abs(Pw)));
title('自相关法');
axis([0 500 -50 0]);
grid on;
subplot(224);
f=(0:length(Pw)-1)*1000/length(Pw);
pwelch(x,128,64,[],1000);
axis([0 500 -50 0]);
```

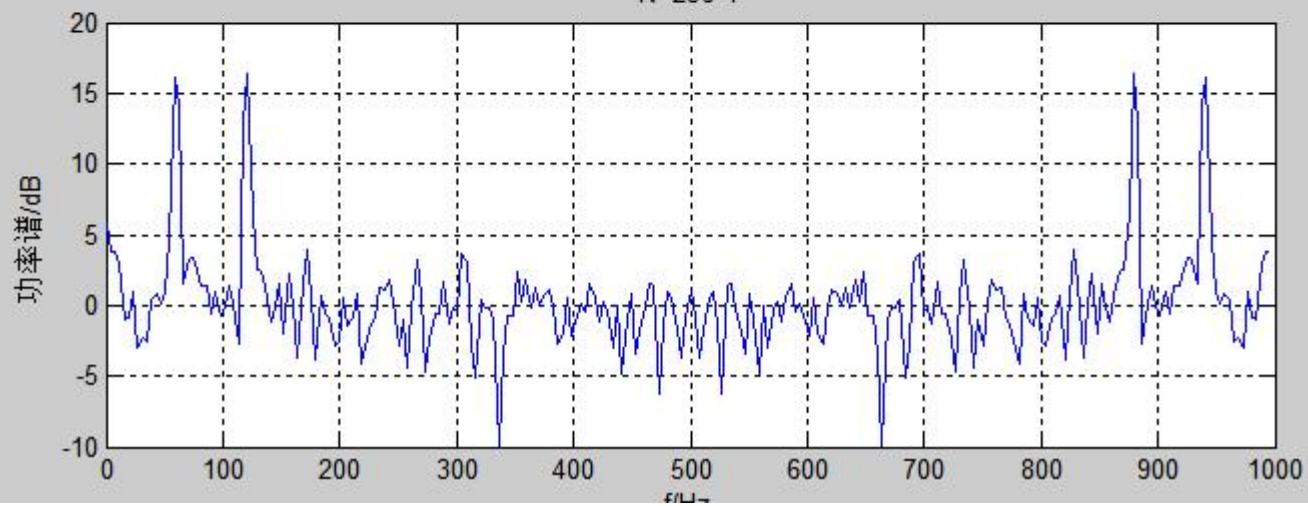


例4.3：分段平均周期图法。

```
clf;  
Fs=1000;  
f1=60;f2=120;Nsec=256;  
N=1024;  
n=[0:N-1];t=n/Fs;  
xn=sin(2*pi*f1*t)+sin(2*pi*f2*t)+randn(1,N);  
subplot(211);plot(n,xn);  
xlabel('n');ylabel('xn');grid;  
w=triang(256)';  
Pxx1=abs(fft(w.*xn(1:256),Nsec).^2)/norm(w)^2;  
Pxx2=abs(fft(w.*xn(257:512),Nsec).^2)/norm(w)^2;  
Pxx3=abs(fft(w.*xn(513:768),Nsec).^2)/norm(w)^2;  
Pxx4=abs(fft(w.*xn(769:1024),Nsec).^2)/norm(w)^2;  
Pxx=10*log10((Pxx1+Pxx2+Pxx3+Pxx4)/4);  
f=(0:length(Pxx)-1)*Fs/length(Pxx);  
subplot(212);plot(f,Pxx);  
xlabel('f/Hz');ylabel('功率谱/dB');grid;  
title('N=256*4');
```

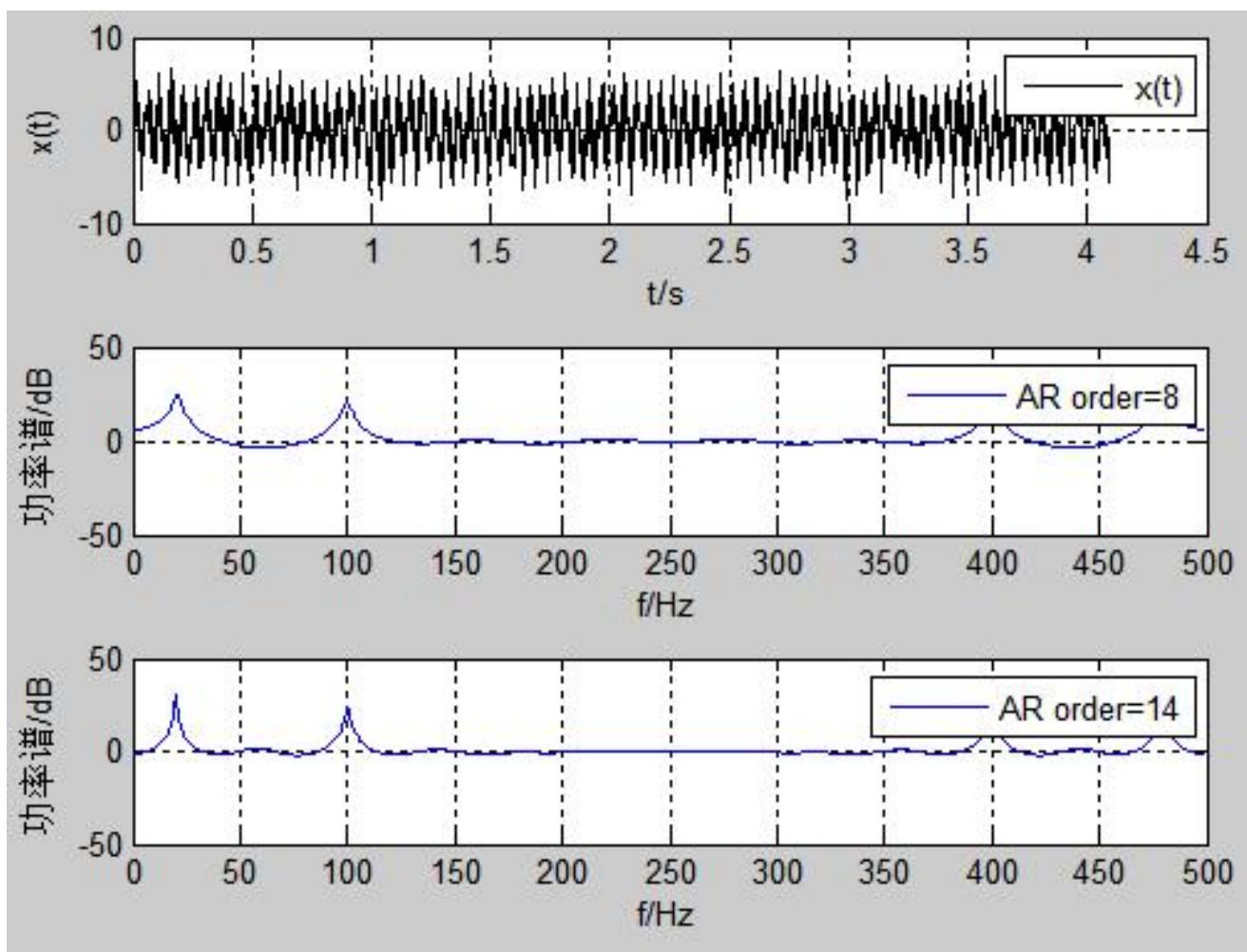


$N=256*4$



例4. 4： AR功率谱。

```
clf;
delt=0.002;Fs=1/delt;
N=2048;
t=[0:delt:delt*(N-1)];
f1=20;f2=100;
x=3*sin(2*pi*f1*t)+2*sin(2*pi*f2*t)+randn(1,N);
subplot(311);plot(t,x,'k');
xlabel('t/s');ylabel('x(t)');legend('x(t)');grid;
[a,E]=aryule(x,8);
fpx=abs(fft(a,N)).^2;Pxx=E./fpx;
f=(0:length(Pxx)-1)*Fs/length(Pxx);
subplot(312);plot(f,10*log10(Pxx));
xlabel('f/Hz');ylabel('功率谱/dB');legend('AR order=8');grid;
[a,E]=aryule(x,14);
fpx=abs(fft(a,N)).^2;Pxx=E./fpx;
f=(0:length(Pxx)-1)*Fs/length(Pxx);
subplot(313);plot(f,10*log10(Pxx));
xlabel('f/Hz');ylabel('功率谱/dB');legend('AR order=14');grid;
```



例4.5: Burg最大熵谱和MUSIC功率谱。

```
clf;  
f=0.3;  
N=1024;Nfft=256;  
n=[0:N-1];  
randn('state',0);  
xn=sin(2*pi*f*n)+exp(-0.2*n)+randn(1,N);  
[Pxx,F]=pmem(xn,14,Nfft,Fs);  
subplot(211);plot(F,10*log10(Pxx));  
xlabel('f/Hz');ylabel('功率谱/dB');title('MEM order=14');grid;  
[Pxx,F]=pmusic(xn,[7,1.1],Nfft,Fs,32,16);  
subplot(212);plot(F,10*log10(Pxx));  
xlabel('f/Hz');ylabel('功率谱/dB');title('MUSIC');grid;
```

