**随机信号分析上机作业**

**姓名：庆同**

**学号：913104210123**

**学院：电子工程与光电技术学院**

**指导教师：顾红**

1.1仿真题目

3.（末尾3、7学号做（4人））仿真线性调频连续波雷达的信号处理。设线性调频带宽为各学生学号末两位数，单位为MHz，时宽为200μs，雷达载频为10GHz，输入噪声为高斯白噪声。目标模拟分单目标和双目标两种情况，目标回波输入信噪比可变（-35dB～10dB），目标速度可变（0～1000m/s），目标幅度可变（1～100），目标距离可变（0～10000m），相干积累总时宽不大于10ms。单目标时，给出回波视频表达式；脉压和FFT 后的表达式；仿真LFM信号自相关函数，说明第一旁瓣高度，4dB输出脉冲宽度；给出脉压和FFT 后的输出图形；通过仿真说明各级处理的增益，与各级时宽和带宽的关系；仿真说明脉压时多卜勒敏感现象和多卜勒容限及其性能损失（脉压主旁比与多卜勒的曲线）。双目标时，仿真出大目标旁瓣盖掩盖小目标的情况；仿真出距离分辨和速度分辨的情况。

## 1.2仿真基本参数

时宽：T=200 us；

调频带宽：B=23Mhz；

雷达载频：fc=10Ghz；

重复周期：PRI=200us；

相干累积次数：n=30；

## 2.1问题的分析

## 2.1.1回波的视频表达式

回波的视频表达式为：



其中：

，，

## 2.2.2脉压和FFT后的表达式

脉压表达式为：

;

;

;

脉冲压缩的信噪比增益理论值为时宽带宽积：

FFT后的表达式：

FFT对信噪比的理论增益为FFT计算点数N，由于相干积累总时宽不超过10ms，即：

=50

取N为30，所以FFT的理论增益为14.7db;

## 2.2.3多普勒容限

随多普勒频率增大，脉压后主旁瓣比基本不变，线性调频连续波多普勒容限很大。

## 2.2.4多普勒敏感

回波信号通过一个匹配滤波器就能对所有多普勒信号同时进行压缩，所以线性调频信号是多卜勒不敏感信号。

## 2.2.5距离分辨率

## 2.2.6速度分辨率

V=, 因此速度分辨率为2.5m/s。

## 

## 3.1单目标的测定

## 3.1.1单目标参数

1.回波幅度： 1

2.距离：1000m

3.速度：10m/s

## 3.1.2不同信噪比下的回波信号

（1）输入信噪比为0db



计算出信噪比40.2866db左右，由于输入信噪比为0db，时宽带宽积为39.6db，所以仿真结果较为吻合。

（2）输入信噪比为-10db



计算出信噪比31.8996db，由于输入信噪比为-10db，时宽带宽积为39.6db，理论带宽值为29.6db，相差0.7倍。

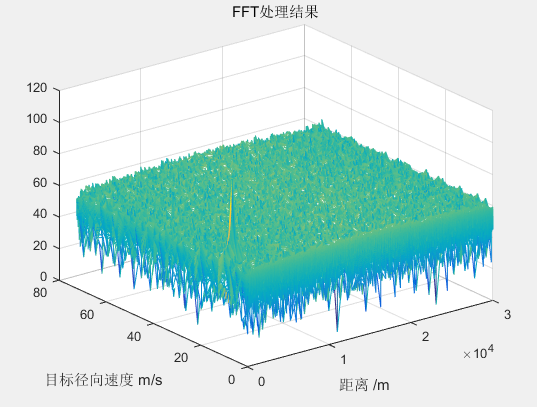
## 3.1.3第一旁瓣高度和4dB输出脉冲宽度

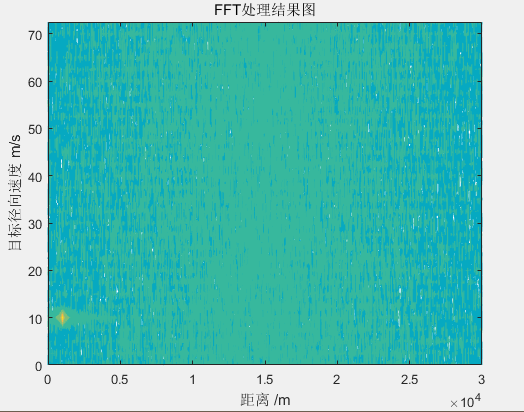


由图可知第一旁瓣高度为： -13.4db

4db输出脉冲宽度： 1/B=0.04us

## 3.1.4脉冲压缩后数据重排

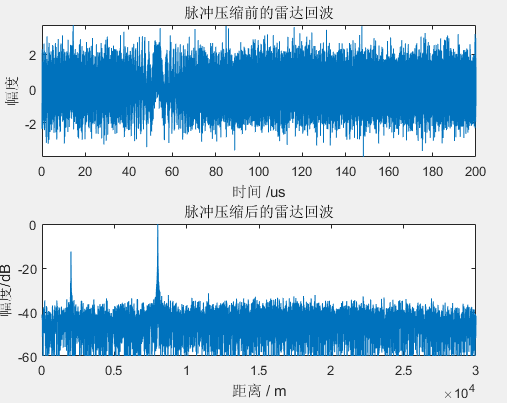
3.1.5 FFT处理后的结果

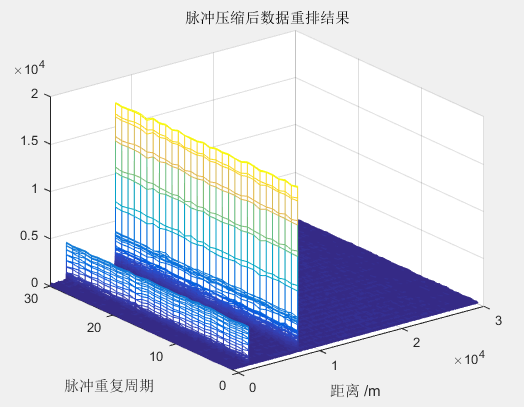


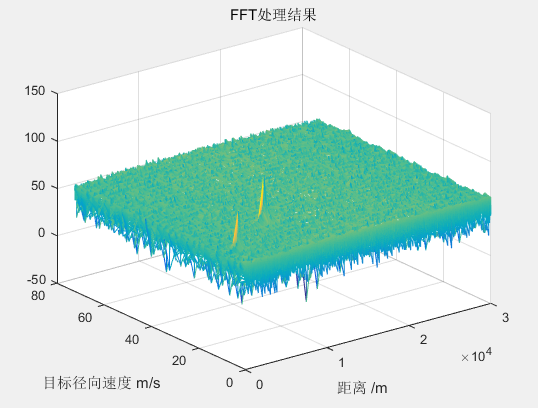
## 3.2.1仿真多普勒容限

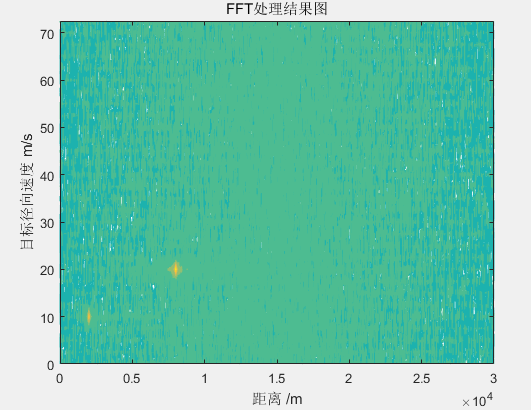
## 4.1双目标的测定方法

在双目标时设立归一化幅度cita = [0.1,1]，目标径向速度为v = [10,20]，目标距离为R=[2000,8000]，



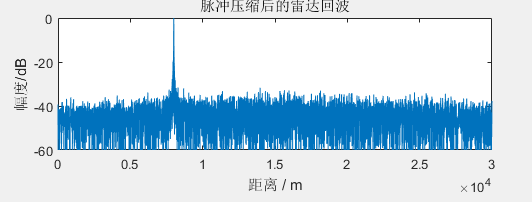






## 4.2大目标掩盖小目标

两目标的归一化幅度为 cita = [1,100]，距离和速度分别为v = [20,20]，R=[7950,8000]。脉压后回波信号如下



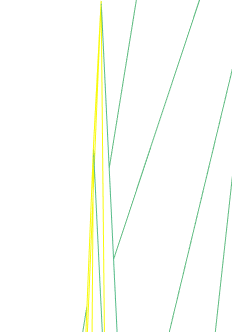
可见已经无法分辨出两个信号，大目标的旁瓣掩盖了小目标的主瓣。

## 

## 4.3仿真距离分辨率

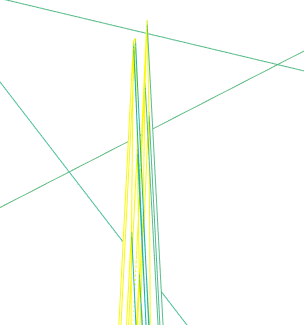
理论距离分辨率为6.52m

（1）在R[7995 8000]的情况下，结果如图



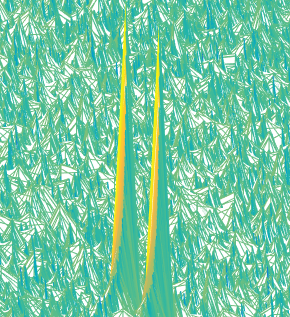
已经不能分辨两种信号。

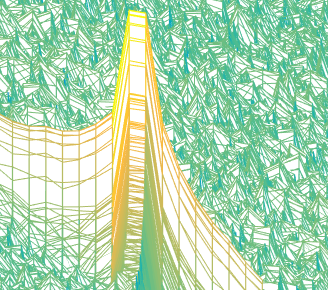
（2）在R[7990 8000]的情况下结果如图



由图可视在10m的距离下，可以分辨出两个信号。

## 4.4速度分辨率

1. 在速度v【15 20】，归一化【1，1】，距离R[8000 8000]的 情况下输出结果如图所示：
2. 在速度v【18 20】，归一化【1，1】，距离R[8000 8000]的 情况下输出结果如图所示：



结果仅为一个峰，在速度差<2.5m/s时两信号无法分辨。

## 5.1程序主体

%==================================================================

%²ÎÊýÉè¶¨

close all

clear all

T=200e-6; %Ê±¿í

B=23e6; %ÏßÐÔµ÷Æµ´ø¿í

K=B/T;

fc=10e9; %À×´ïÔØÆµ

Fs=5\*B;Ts=1/Fs; %²ÉÑùÆµÂÊºÍ²ÉÑùÖÜÆÚ

N=T/Ts; %Ã¿¸ö·¢ÉäÖÜÆÚ²ÉÑùµãÊý

n=30;

v=10; %speed

c=3e8;

R=1000; %¾àÀë

Rm=T\*c/2; %À×´ï×î´ó²âÁ¿¾àÀë

fd=666.7 %¶àÆÕÀÕÆµÒÆ

cita=1; %µ¥Ä¿±êÇé¿ö

Nfft=2^nextpow2(N+N-1); %FFTµãÊý¼ÆËã

t=linspace(0,T,N);

St=exp(j\*pi\*K\*t.^2); %²úÉúÒ»¸öÖÜÆÚµÄÏßÐÔµ÷Æµ²¨ÐÅºÅ

SNR=input('please input SNR:');

%=======================Ë«Ä¿±ê==================================

%cita = [1,1]; %% ¸÷¸öÄ¿±êµÄ¹éÒ»»¯·ù¶È

% v = [18,20]; %Ä¿±ê¾¶ÏòËÙ¶È m/s

% fd = 2\*v/c\*fc; %¶ÔÓ¦µÄ¶àÆÕÀÕÆµÂÊ

% R=[8000,8000]; %¸÷¸öÄ¿±ê¾àÀë

%==================================================================

Adata = zeros(n, N); % Á½¸ö¾ØÕóÓÃÀ´´æ´¢30¸öÖÜÆÚÄÚ

Bdata = zeros(n, N); % µÄ»Ø²¦ÐÅºÅºÍÂöÑ¹ºóµÄÐÅºÅ

Cdata=zeros(1,n); %ÓÃÀ´´¢´æÖ÷°ê·åÖµ

M=length(R);

A=sqrt(cita);

%==================================================================

for i = 1:n

%---------¹¹ÔìÄ¿±ê»Ø²¨

td=ones(M,1)\*t-2\*R'/c\*ones(1,N);

fdc=fd'\*ones(1,N);

Stecho=A\*(exp(j\*pi\*K\*td.^2 + j\*2\*pi\*fdc\*i\*T));%Ä¿±ê»Ø²¨ÊÓÆµ±í´ïÊ½

Stecho = awgn(Stecho,SNR,'measured'); %¼ÓÈë¸ßË¹°×ÔëÉù

Adata(i,:) = Stecho(:); %´æ´¢µ±Ç°Ö¡»Ø²¨

Swecho=fft(Stecho,Nfft); %»Ø²¨fft

t0=linspace(-T/2,T/2,N);

St=exp(j\*pi\*K\*t0.^2);

Sw=fft(St,Nfft);

Stmy=fftshift(ifft(Swecho.\*conj(Sw))); %ÆµÓòÏà³Ë

%=========================================================

N0=(Nfft-N)/2;

ZZ=Stmy(N0:N0+N-1);

Bdata(i,:) = ZZ(:); %%´æ´¢µ±Ç°PRI ÆÚ¼äÂö³åÑ¹ËõµÄ½á¹û

Cdata(1,i)=max(abs(ZZ));

zz=abs(ZZ);

zz=zz/max(zz);

zz=20\*log10(zz);

zmax(1,i)=max(zz);

zmean(1,i)=mean(zz);

st=exp(j\*pi\*K\*t0.^2);%µ÷ÆµÐÅºÅ±í´ïÊ½

Ht=exp(-j\*pi\*K\*t0.^2);%Æ¥ÅäÂË²¨Æ÷

Stme=conv(st,Ht);%ÐÅºÅ¾­¹ýÆ¥ÅäÂË²¨Æ÷

figure(3)

subplot(211)

L=2\*N-1;

t1=linspace(-T,T,L);

Z=abs(Stme);

Z=Z/max(Z);%¹éÒ»»¯

Z=20\*log10(Z+1e-6);

Z1=abs(sinc(B.\*t1));%ÐÁ¿Ëº¯Êý

Z1=20\*log10(Z1+1e-6);

t1=t1\*B;

plot(t1,Z,t1,Z1,'k.');

axis([-15,15,-50,inf]);grid on;

legend('·ÂÕæ½á¹û','ÐÁ¿Ëº¯Êý');xlabel('¹éÒ»»¯Ê±¼ä£¨t\*B£©');ylabel('·ù¶È,dB');

title('Æ¥ÅäÂË²¨ºóµÄÐÅºÅ');

subplot(212)%·Å´ó·ÂÕæ½á¹û

N0=3\*Fs/B;

t2=-N0\*Ts:Ts:N0\*Ts;

t2=B\*t2;

plot(t2,Z(N-N0:N+N0),t2,Z1(N-N0:N+N0),'r.');

axis([-inf,inf,-50,inf]);grid on;

set(gca,'Ytick',[-13.4,-4,0],'Xtick',[-3,-2,-1,-0.5,0,0.5,1,2,3]);xlabel('¹éÒ»»¯Ê±¼ä£¨t\*B£©');ylabel('·ù¶È,dB');

title('·Å´óºóµÄÆ¥ÅäÂË²¨ÐÅºÅ');

end

figure(1)

subplot(211)

plot(t\*1e6,real(Stecho));

axis tight;

xlabel('Ê±¼ä /us');ylabel('·ù¶È')

title('Âö³åÑ¹ËõÇ°µÄÀ×´ï»Ø²¨');

subplot(212)

plot(t\*c/2,zz)

axis([0,Rm,-60,0]);%ÕâÀïÓÐÎÊÌâ

xlabel('¾àÀë / m');ylabel('·ù¶È/dB')

title('Âö³åÑ¹ËõºóµÄÀ×´ï»Ø²¨');

figure(2)

rbin = t\*c/2;

pribin = 1:n;

mesh(rbin,pribin,abs(Bdata)); %%

xlabel('¾àÀë /m'); ylabel('Âö³åÖØ¸´ÖÜÆÚ');

title('Âö³åÑ¹ËõºóÊý¾ÝÖØÅÅ½á¹û');

%%--------- FFT ´¦Àí-----------

FFT\_Output = fft(Bdata);

FFT\_Outputdb=20\*log10(abs(FFT\_Output));

fds = 1/T;

doppler\_bin = (0:n -1).\*0.5\*c/fc\*fds/n; %

rbin = t\*c/2;

figure(4)

mesh(rbin,doppler\_bin,FFT\_Outputdb);

xlabel('¾àÀë /m'); ylabel('Ä¿±ê¾¶ÏòËÙ¶È m/s');

title('FFT´¦Àí½á¹û');

figure(5)

contour(rbin,doppler\_bin,FFT\_Outputdb);

xlabel('¾àÀë /m'); ylabel('Ä¿±ê¾¶ÏòËÙ¶È m/s');

title('FFT´¦Àí½á¹ûÍ¼');

Zmax=mean(zmax);

Zmean=mean(zmean);

disp(Zmax-Zmean);

figure(6)

plot(500\*(1:n),Cdata);

axis tight;