

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： 2018210213

学生姓名： 晏轩轩

联系电话： 15310454344

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	YF304	实验时间	2020. 10. 27
校外指导教师	无	校内指导教师	邵凯
实验名称	z 变换及离散时间 LTI 系统的 z 域分析		
评阅人签字		成绩	

一、实验目的

1. 学会运用 MATLAB 求离散时间信号的有理函数 z 变换的部分分式展开;
2. 学会运用 MATLAB 分析离散时间系统的系统函数的零极点;
3. 学会运用 MATLAB 分析系统函数的零极点分布与其时域特性的关系;
4. 学会运用 MATLAB 进行离散时间系统的频率特性分析。

二、实验原理

一. 有理函数 z 变换的部分分式展开

1. MATLAB 信号处理工具箱提供了一个对有理分式进行部分分式展开的函数 `residuez`, 其语句格式为 `[R,P,K]=residuez(B,A)`, 其中, B, A 分别表示有理分式的分子与分母多项式的系数向量; R 为部分分式的系数向量; P 为极点向量; K 为多项式的系数。若 $X(z)$ 为有理真分式, 则 K 为零。

二. 系统函数的零极点分析

1. MATLAB 系统函数的零极点就可通过函数 `roots` 得到, 也可借助函数 `tf2zp` 得到, `tf2zp` 的语句格式为 `[Z,P,K]=tf2zp(B,A)`, 其中, B 与 A 分别表示函数的分子与分母多项式的系数向量。它的作用是将函数的有理分式表示式转换为零极点增益形式。

2. 若要获得系统函数的零极点分布图, 可直接应用 `zplane` 函数, 其语句格式为 `zplane(B,A)` 其中, B 与 A 分别表示函数的分子和分母多项式的系数向量。它的作用是在 Z 平面上画出单位圆、零点与极点。

三. 系统函数的零极点分布与其时域特性的关系

1. 与拉氏变换在连续系统中的作用类似, 在离散系统中, z 变换建立了时域函数 $h(z)$ 与 $H(z)$ 域函数之间的对应关系。因此, z 变换的函数 $H(z)$ 从形式可以反映 $h(z)$ 的部分内在性质。我们仍旧通过讨论 $H(z)$ 的一阶极点情况, 来说明系统函数的零极点分布与系统时域特性的关系。

四. 离散时间 LTI 系统的频率特性分析

1. MATLAB 提供了求离散时间系统频响特性的函数 `freqz`，调用 `freqz` 的格式主要有两种。一种形式为 `[H,w]=freqz(B,A,N)` 其中，`B` 与 `A` 分别表示 $H(z)$ 的分子和分母多项式的系数向量；`N` 为正整数，默认值为 512；返回值 `w` 包含 $[0, \pi]$ 范围内的 `N` 个频率等分点；返回值 `H` 则是离散时间系统频率响应在 $[0, \pi]$ 范围内 `N` 个频率处的值。另一种形式为 `[H,w]=freqz(B,A,N,'whole')`。

三、实验程序及结果分析

1.

解：MATLAB 源程序为：

```
>>B=[2, 16, 44, 56, 32];  
>>A=[3, 3, -15, 18, -12];  
>>[R,P,K]=residuez(B,A)
```

结果如图：

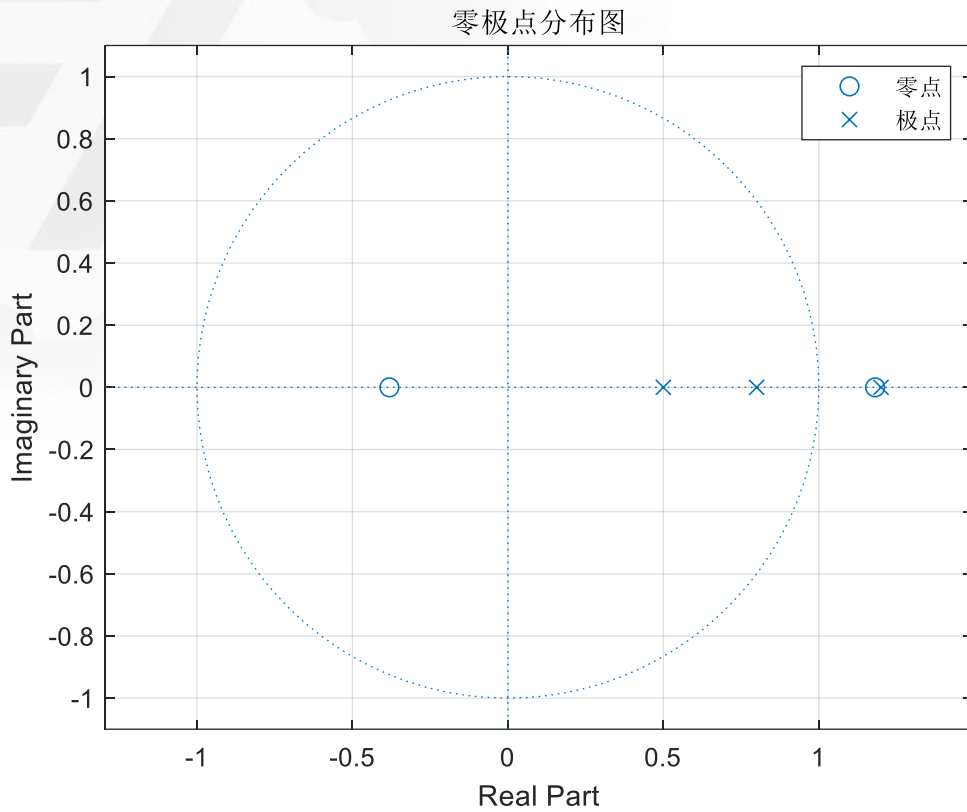
```
>> til  
  
R =  
  
-0.0177 + 0.0000i  
9.4914 + 0.0000i  
-3.0702 + 2.3398i  
-3.0702 - 2.3398i  
  
P =  
  
-3.2361 + 0.0000i  
1.2361 + 0.0000i  
0.5000 + 0.8660i  
0.5000 - 0.8660i  
  
K =  
-2.6667
```

2.1

解：MATLAB 源程序为：

```
B=[0, 2, -1.6, -0.9];  
A=[1, -2.5, 1.96, -0.48];  
zplane(B,A), grid on  
legend('零点','极点')  
title('零极点分布图')
```

结果截图：



2.2

解：MATLAB 源程序为：

```
B=[0, 0, 1, -1];
```

```
A=[1, -0.9, -0.65, 0.873];
```

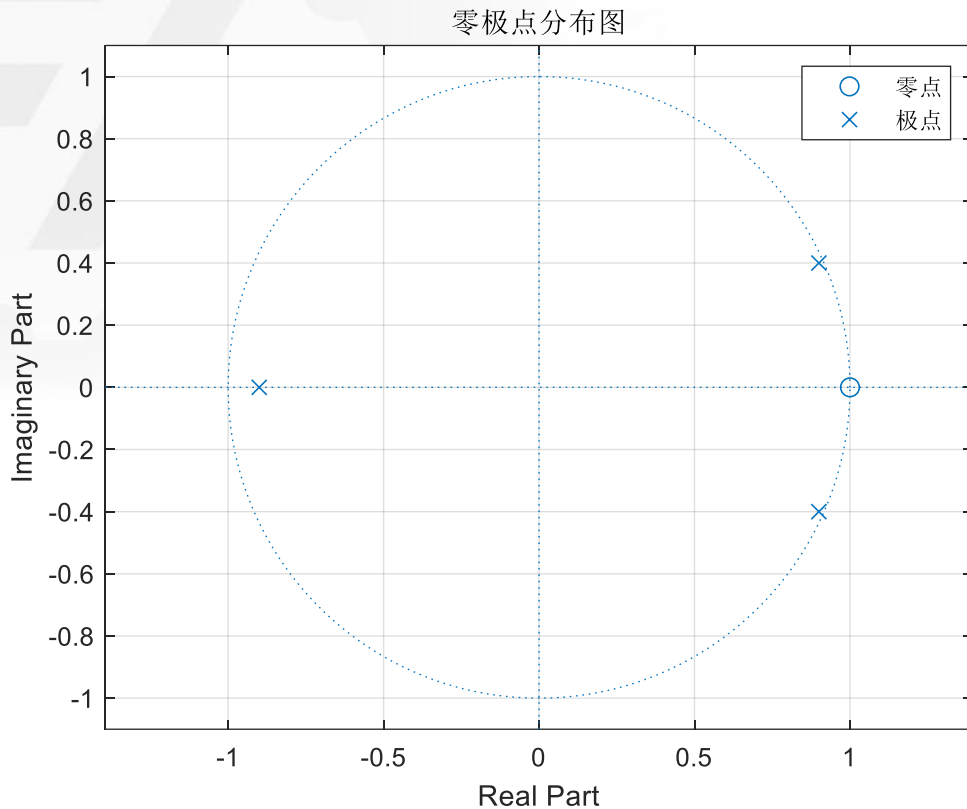
```
zplane(B,A), grid on
```

```
legend('零点','极点')
```

```
title('零极点分布图')
```

可见，该因果系统的极点全部在单位圆内，故系统是稳定的。

结果截图：

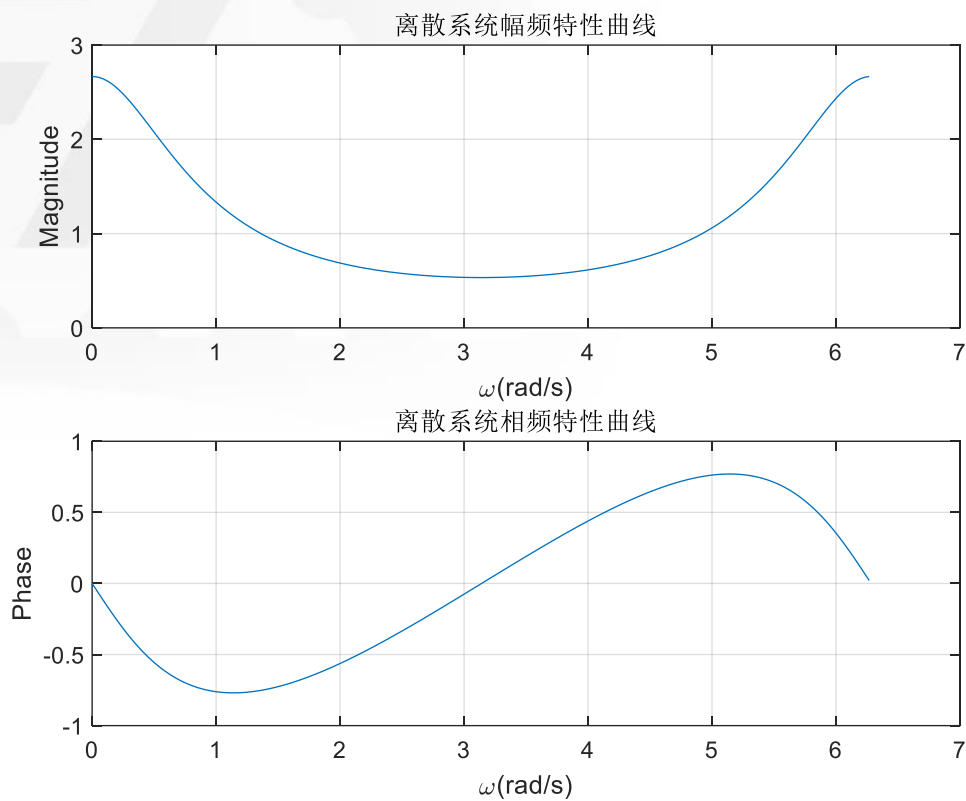


3.

解：MATLAB 源程序为：

```
b=[1];
a=[1 -0.75 0.125];
[H,w]=freqz(b,a,400,'whole');
Hm=abs(H);
Hp=angle(H);
subplot(211)
plot(w,Hm),grid on
xlabel('\omega(rad/s)'),ylabel('Magnitude')
title('离散系统幅频特性曲线')
subplot(212)
plot(w,Hp),grid on
xlabel('\omega(rad/s)'),ylabel('Phase')
title('离散系统相频特性曲线')
```

结果截图



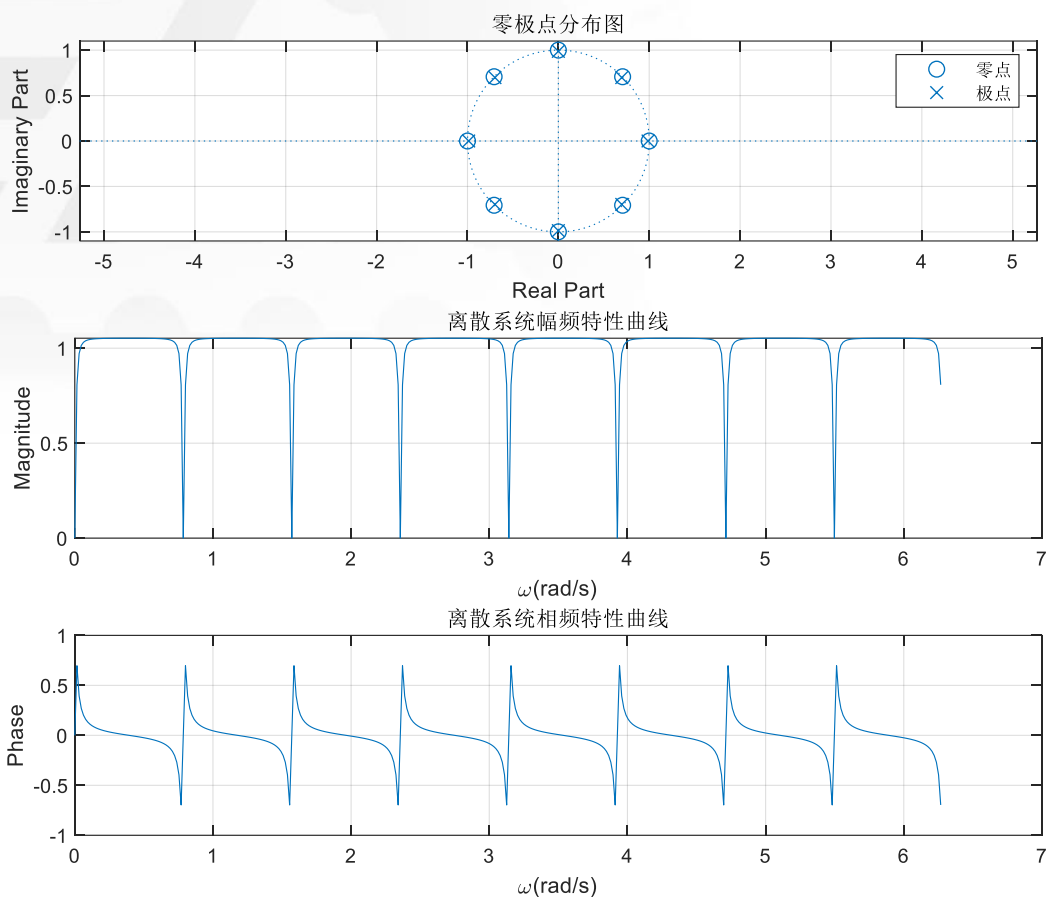
四、思考题

1.

解：MATLAB 源程序为：

```
a=[1 0 0 0 0 0 0 0 -0.9];
b=[1 0 0 0 0 0 0 0 -1];
subplot(311);
zplane(b,a),grid on
legend('零点','极点')
title('零极点分布图')
[H,w]=freqz(b,a,400,'whole');
Hm=abs(H);
Hp=angle(H);
subplot(312)
plot(w,Hm),grid on
xlabel('\omega(rad/s)'),ylabel('Magnitude')
title('离散系统幅频特性曲线')
subplot(313)
plot(w,Hp),grid on
xlabel('\omega(rad/s)'),ylabel('Phase')
title('离散系统相频特性曲线')
```

结果截图：



可知，全部的零点与极点位于圆上，该系统于临界稳定状态；该系统的是一个梳状滤波器，它是由许多按一定频率间隔相同排列的带通和阻带，只让某些特定的频率范围的信号通过。

2.

解：MATLAB 源程序为：

```
%[xn,fs]=audioerad('C:\Users\Jerry\Dsktop\motherland.wav');
%画音频系统滤波图像
[xn,fs]=audioread('motherland.wav');
N=length(xn);
t=[0:N-1]/fs;
b1=[1];a1=[1 0.8];
b2=[1];a2=[1 -1];
b3=[1];a3=[1 1.2];
h1=impz(b1,a1);
h2=impz(b2,a2);
h3=impz(b3,a3);
subplot(4,1,1);
%sound(xn,fs);
plot(t,xn);title('原音频时域图');
subplot(4,1,2);
```

```

y1=conv(h1,xn);
M=length(y1);
t1=[0:M-1]/fs;%卷积过后的时域长度
%sound(y1,fs);
plot(t1,y1);title('系统H1(z)滤波后的时域图');grid on;

subplot(4,1,3);
y2=conv(h2,xn);
M=length(y2);
t1=[0:M-1]/fs;%卷积过后的时域长度
%sound(y2,fs);
plot(t1,y2);title('系统H2(z)滤波后的时域图');
grid on;

subplot(4,1,4);
y3=conv(h3,xn);
M=length(y3);
t1=[0:M-1]/fs;%卷积过后的时域长度
%sound(y3,fs);
plot(t1,y3);title('系统H3(z)滤波后的时域图');
grid on;

```

结果截图：

