北京交通大学

信号与系统

主讲人：陈后金

电子信息工程学院

利用MATLAB计算连续系统的频率响应

$$H(\mathrm{j}\omega)=\frac{B(\mathrm{j}\omega)}{A(\mathrm{j}\omega)}=\frac{b(1)(\mathrm{j}\omega)^{N}+b(2)(\mathrm{j}\omega)^{N-1}+\cdots+b(N+1)}{a(1)(\mathrm{j}\omega)^{M}+a(2)(\mathrm{j}\omega)^{M-1}+\cdots+b(M+1)}$$

H=freqs(B, A, w)

B: 分子多项式系数

A: 分母多项式系数

w: 频率点（建议至少给两个频率点）

[例] 已知某模拟滤波器的频率响应为

$$H(\mathrm{j}\omega)=\frac{b_1(\mathrm{j}\omega)^4+b_2(\mathrm{j}\omega)^3+b_3(\mathrm{j}\omega)^2+b_4(\mathrm{j}\omega)+b_5}{a_1(\mathrm{j}\omega)^5+a_2(\mathrm{j}\omega)^4+a_3(\mathrm{j}\omega)^3+a_4(\mathrm{j}\omega)^2+a_5(\mathrm{j}\omega)+a_6}$$

其中

b_1=1.53116389e3
b_2= –1.29990890e–09
b_3= 7.32176217e+12
b_4= –2.03715033
b_5= 7.71381999e+21

a_1=3.47913978e+04
a_2=3.47913978e+04
a_3= 1.87590501e+09
a_4= 4.03313474e+13
a_5=7.97671668e+17
a_6=7.71381999e+21

试画出该连续系统的幅度响应，
计算信号xiaocheng_n3.wav通过该系统的响应。

[例] 已知某模拟滤波器的频率响应为

$$H(j\omega)=\frac{b_1(j\omega)^4+b_2(j\omega)^3+b_3(j\omega)^2+b_4(j\omega)+b_5}{a_1(j\omega)^5+a_2(j\omega)^4+a_3(j\omega)^3+a_4(j\omega)^2+a_5(j\omega)+a_6}$$

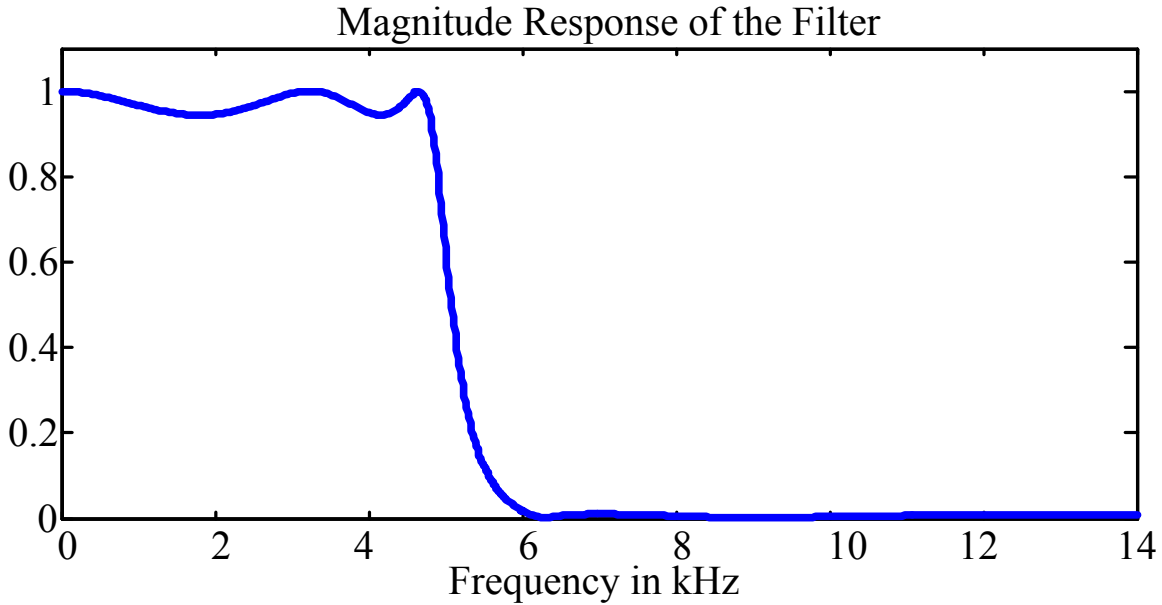
连续系统的幅度响应

```
b=[1.53116389e+03  -1.29990890e-09  7.32176217e+12   -2.03715033e+00 7.71381999e+21];
a=[1 3.47913978e+04  1.87590501e+09  4.03313474e+13  7.97671668e+17  7.71381999e+21];
w =linspace(0,14000*2*pi,1000);
H = freqs(b,a,w);  plot(w/(2*pi)/1000,abs(H));
title('Magnitude Response of the filter');
xlabel('Frequency in kHz');
```

[例] 已知某模拟滤波器的频率响应为

$$H(\mathrm{j}\omega)=\frac{b_1(\mathrm{j}\omega)^4+b_2(\mathrm{j}\omega)^3+b_3(\mathrm{j}\omega)^2+b_4(\mathrm{j}\omega)+b_5}{a_1(\mathrm{j}\omega)^5+a_2(\mathrm{j}\omega)^4+a_3(\mathrm{j}\omega)^3+a_4(\mathrm{j}\omega)^2+a_5(\mathrm{j}\omega)+a_6}$$

连续系统的幅度响应



[例] 已知某模拟滤波器的频率响应为

$$H(j\omega)=\frac{b_1(j\omega)^4+b_2(j\omega)^3+b_3(j\omega)^2+b_4(j\omega)+b_5}{a_1(j\omega)^5+a_2(j\omega)^4+a_3(j\omega)^3+a_4(j\omega)^2+a_5(j\omega)+a_6}$$

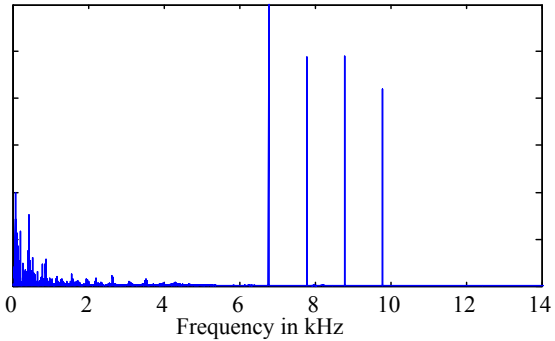
信号xiaocheng_n3.wav通过系统的响应

```
b=[1.53116389e+03  -1.29990890e-09  7.32176217e+12  -2.03715033e+00 7.71381999e+21];
a=[1 3.47913978e+04  1.87590501e+09  4.03313474e+13  7.97671668e+17  7.71381999e+21];
sys=tf(b,a);
[x,Fs,bits] = wavread('xiaocheng_n3');
L=length(x); T=1/Fs;
t=(0:L-1)*T;
sys=tf(b,a);
y=lsim(sys,x,t);
sound(y,Fs);
```

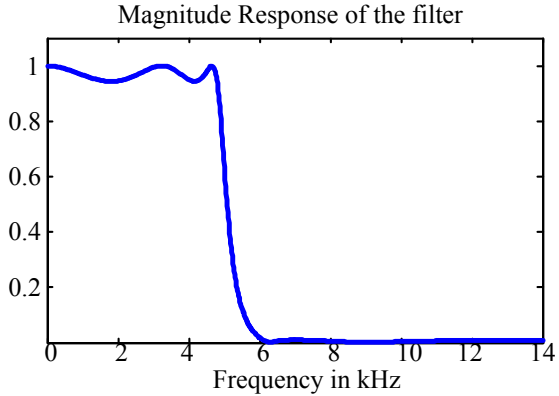
[例] 已知某模拟滤波器的频率响应为

$$H(j\omega)=\frac{b_1(j\omega)^4+b_2(j\omega)^3+b_3(j\omega)^2+b_4(j\omega)+b_5}{a_1(j\omega)^5+a_2(j\omega)^4+a_3(j\omega)^3+a_4(j\omega)^2+a_5(j\omega)+a_6}$$

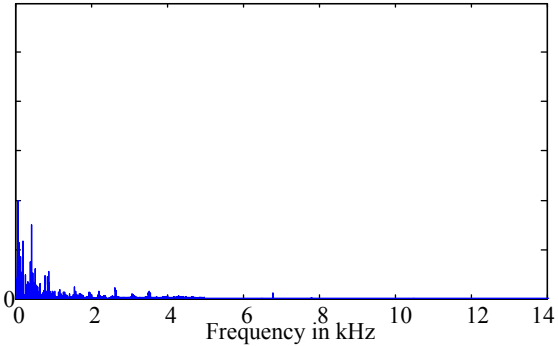
信号xiaocheng_n3.wav通过该系统的响应



信号的频谱



系统的幅度响应



滤波后信号的频谱

利用MATLAB计算离散系统的频率响应

$$H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})=\frac{B(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}{A(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}=\frac{b_0+b_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+\cdots+b_M\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega M}}{a_0+a_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+\cdots+a_N\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega N}}$$

H=freqz(B, A, W)

B: 分子多项式系数

A: 分母多项式系数

W: 频率点（建议至少给两个频率点）

[例] 已知某数字滤波器的频率响应为

$$H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})=\frac{B(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}{A(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}=\frac{b_0+b_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+b_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega M}}{1+a_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+a_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega N}}$$

其中 b_0=0.99502483 b_1= −1.90980137 b_2=0.99502483

a_0= 1 a_1= −1.90980137 a_2=0.99004967

试画出该离散系统的幅度响应，

计算信号mother8s_n.wav通过该系统的响应。

[例] 已知某数字滤波器的频率响应为

$$H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})=\frac{B(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}{A(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}=\frac{b_0+b_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+b_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega M}}{1+a_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+a_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega N}}$$

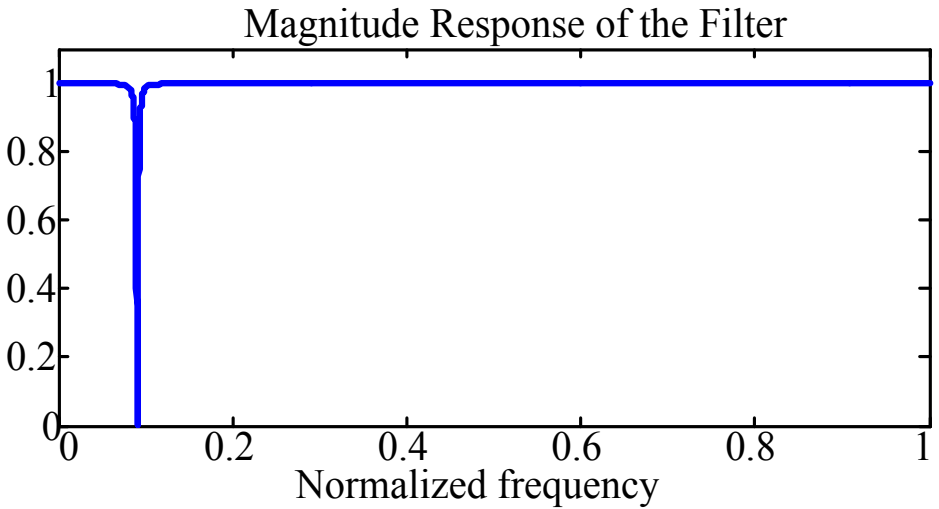
离散系统的幅度响应

```
A=[1.00000000   -1.90980137   0.99004967];
B=[0.99502483   -1.90980137   0.99502483];
W=linspace(0,pi,1000);
H=freqz(B,A,W);
plot(W/pi,abs(H));
title('Magnitude Response of the filter');
xlabel('Normalized frequency');
```

[例] 已知某数字滤波器的频率响应为

$$H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})=\frac{B(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}{A(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}=\frac{b_0+b_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+b_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega M}}{1+a_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+a_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega N}}$$

离散系统的幅度响应



[例] 已知某数字滤波器的频率响应为

$$H(e^{j\Omega}) = \frac{B(e^{j\Omega})}{A(e^{j\Omega})} = \frac{b_0 + b_1 e^{-j\Omega} + b_2 e^{-j\Omega M}}{1 + a_1 e^{-j\Omega} + a_2 e^{-j\Omega N}}$$

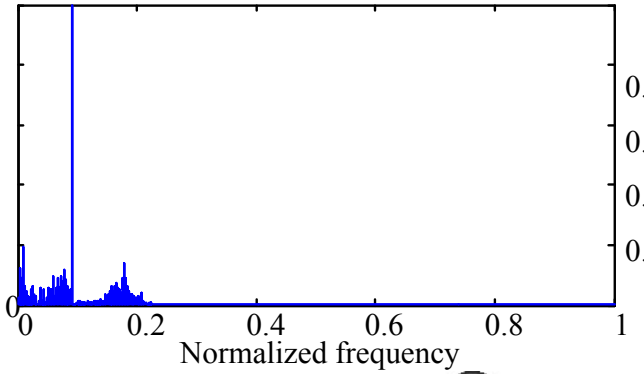
信号mother8s_n.wav通过该系统的响应

```
[x,Fs] = wavread('mother8s_n');
 A=[1.00000000   -1.90980137   0.99004967];
 B=[0.99502483   -1.90980137   0.99502483];
 y=filter(B, A, x);
wavplay(y,Fs) ;
```

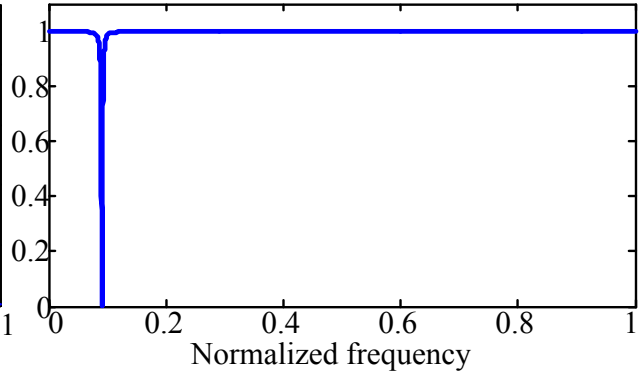
[例] 已知某数字滤波器的频率响应为

$$H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})=\frac{B(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}{A(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\Omega})}=\frac{b_0+b_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+b_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega M}}{1+a_1\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega}+a_2\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\Omega N}}$$

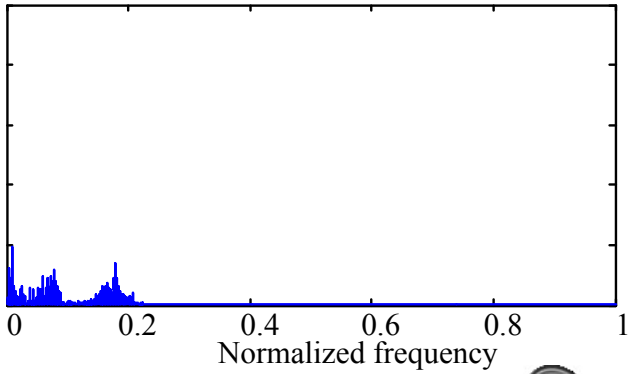
信号mother8s_n.wav通过该系统的响应



信号的频谱



系统的幅度响应



滤波后信号的频谱

谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事、同行、朋友的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！