

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： 2018210207

学生姓名： 胡洪

联系电话： 15802310335

重庆邮电大学教务处制

课程名称	信号处理实验	课程编号	
实验地点	YF304	实验时间	第七周周二
校外指导教师		校内指导教师	邵凯
实验名称	系统响应及系统稳定性		
评阅人签字		成绩	
<p>一、实验目的</p> <p>学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的零状态响应</p> <p>学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的单位取样响应</p> <p>学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的卷积和</p> <p>二、实验原理</p> <p>2.1 离散时间系统的响应</p> <p>离散时间 LTI 系统可用线性常系数差分方程来描述，即</p> $\sum_{i=0}^N a_i y(n-i) = \sum_{j=0}^N b_j x(n-j) \quad (2-1)$ <p>其中，$a_i (i=0,1,\dots,N)$ 和 $b_j (j=0,1,\dots,M)$ 为实常数。</p> <p>MATLAB 中函数 filter 可对式 (2-1) 的差分方程在指定时间范围内的输入序列所产生的相应进行求解。函数 filter 的语句格式为</p> $y = \text{filter}(b,a,x) \quad (2-2)$ <p>其中，x 为输入的离散序列；y 为输出的离散序列；y 的长度与 x 的长度一样；b 与 a 分别为差分方程右端与左端的系数向量。</p> <p>2.2 离散时间系统的单位取样响应</p> <p>系统的单位取样响应定义为系统在 $\delta(n)$ 激励下系统的零状态响应，用 $h(n)$ 表示。MATLAB 求解单位取样响应可利用函数 filter，并将激励设为单位抽样序列。</p> <p>MATLAB 中另一种求单位取样响应的方法是利用控制系统工具箱提供的函数 impz 来实现。impz 函数的常用语句格式为</p> $\text{impz}(b,z,N) \quad (2-3)$			

其中，参数 N 通常为正整数，代表计算单位取样响应的样值个数。

2.3 离散时间信号的卷积和运算

由于系统的零状态响应是激励与系统的单位取样响应的卷积，因此卷积运算在离散时间信号处理领域被广泛应用。离散时间信号的卷积定义为

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)h(n-m) \quad (2-4)$$

可见，离散时间信号的卷积运算是求和运算，因而常称为“卷积和”。

MATLAB 求离散时间信号卷积和的命令为 `conv`，其语句格式为

$$y = \text{conv}(x, h) \quad (2-5)$$

其中， x 与 h 表示离散时间信号值的向量； y 为卷积结果。用 MATLAB 进行卷积和运算时，无法实现无限的累加，只能计算时限信号的卷积。

对于给定函数的卷积和，我们应计算卷积结果的起始点及其长度。两个时限序列的卷积和长度等于两个序列长度的和减1。

三、实验程序及结果分析

实验内容：

1. 试用 MATLAB 命令求解以下离散时间系统的单位取样响应，并判断系统的稳定性。
 - (1) $3y(n) + 4y(n-1) + y(n-2) = x(n) + x(n-1)$
 - (2) $\frac{5}{2}y(n) + 6y(n-1) + 10y(n-2) = x(n)$
2. 已知某系统的单位取样响应为 $h(n) = (\frac{7}{8})^n [u(n) - u(n-10)]$ ，试用 MATLAB 求当激励信号为 $x(n) = u(n) - u(n-5)$ 时，系统的零状态响应。

实验程序：

```
%%second class to do  
  
%% define variable
```

```
a=[3,4,1];
b=[1,1];
n=0:40;

a2=[2.5,6,10];
b2=[1,0];

%% a b use the filter to get system
subplot(2,1,1);
x=(n==0);
h=filter(b,a,x);
stem(n,h,'fill'),grid on
xlabel('n')
title('first system xiang ying');

figure(1);
%%a2 b2 second little question
subplot(2,1,2);
x2=(n==0);
h2=filter(b2,a2,x2);
stem(n,h2,'fill'),grid on
xlabel('n')
title('second system xiang ying');
```

```

%% use the conv to get static
nx=-2:5;
nh=-2:10;
ns=nx(1)+nh(1);
nf=nx(end)+nh(end);
xn=stepfun(nx, 0)-stepfun(nx, 5);
hn=((7/8).^nh).*(stepfun(nh,0)-stepfun(nh,10));
y=conv(xn,hn);

figure(2);
subplot(3,1,1);
stem(nx,xn);
xlabel('n')
ylabel('x(n)')
axis([-4,16,-1,3]);

subplot(3,1,2);
stem(nh,hn);
xlabel('n')
ylabel('h(n)')

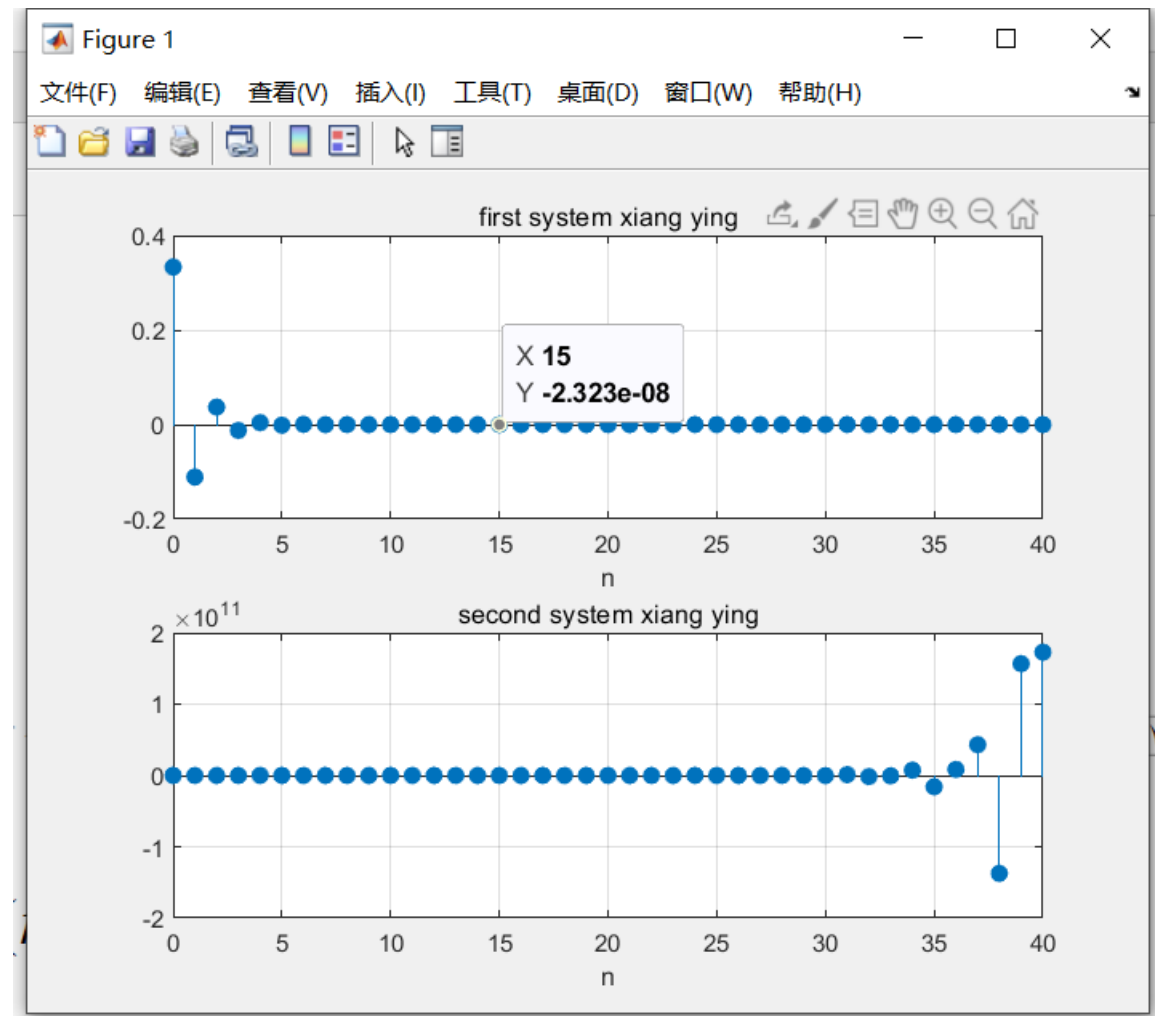
subplot(3,1,3);
stem(ns:nf,y);
xlabel('n')

```

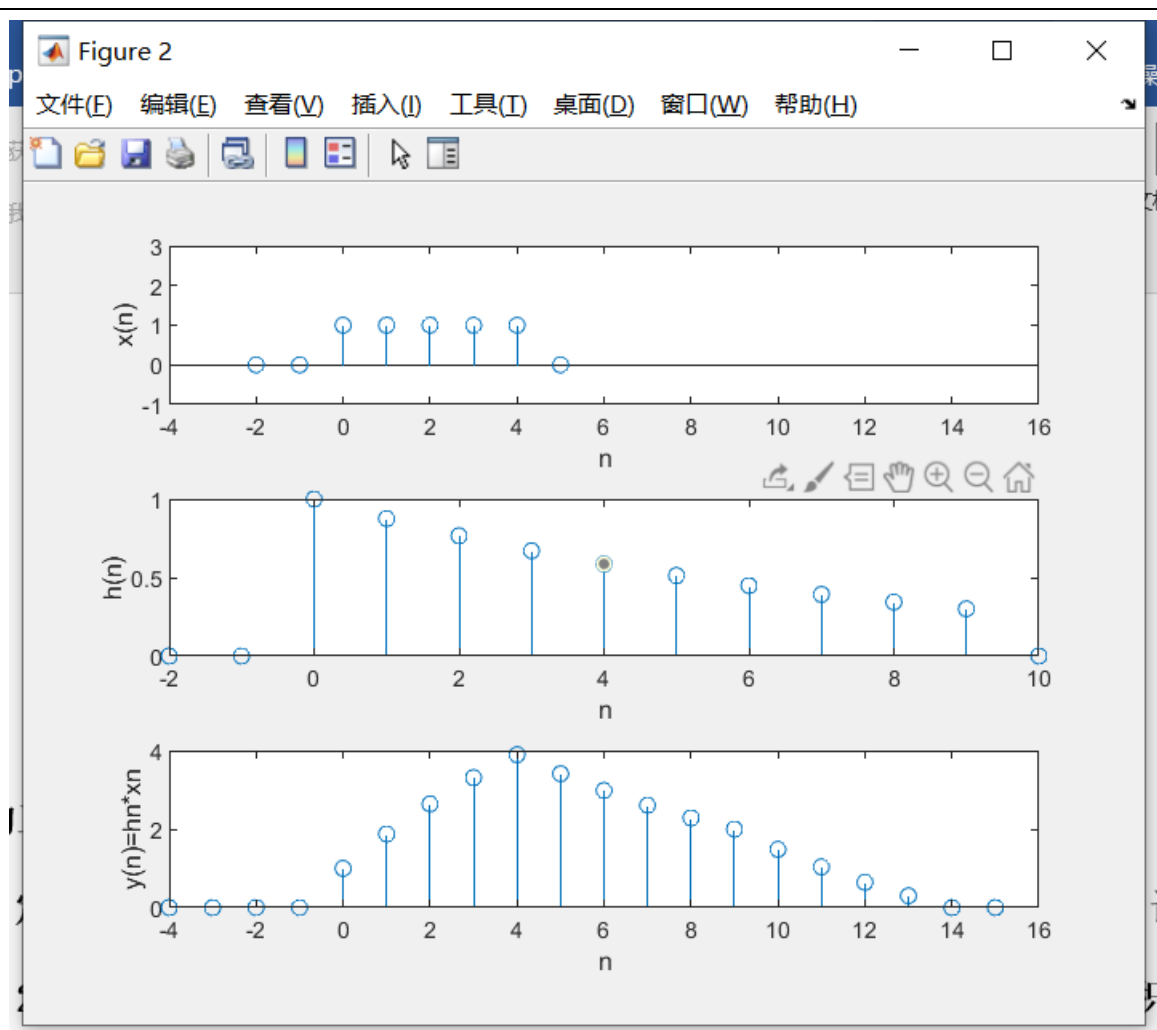
```
ylabel('y(n)=hn*xn')
```

实验运行结果

1.



2.



结果分析：利用离散时间系统的差分特性，利用递归方程，求得单位冲激序列的系数，最终求得单位取样响应并与结果对比,从而验证答案的正确性。

四、思考题

题目：matlab 的工具箱函数 conv，能用于计算两个有限长序列之间的卷积，但

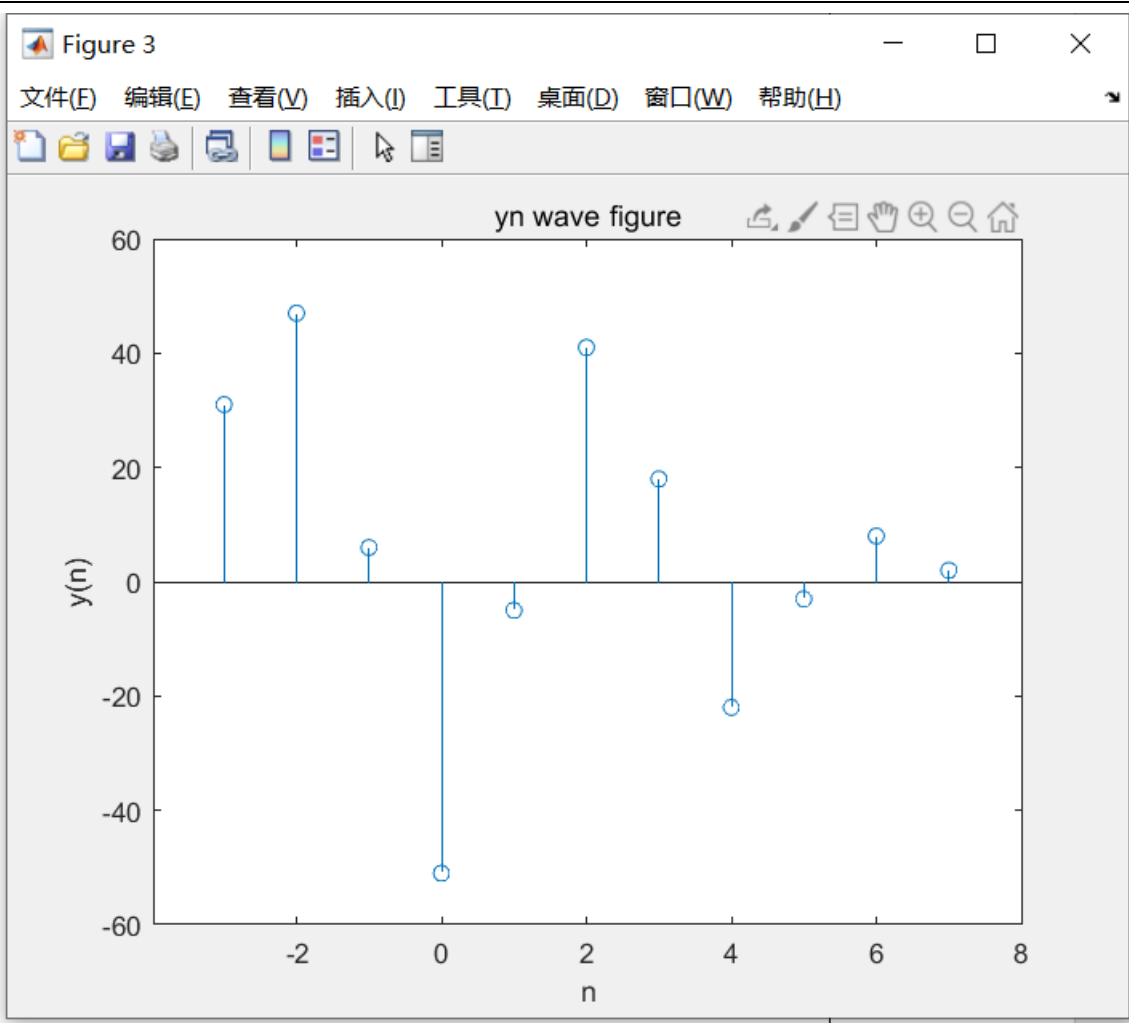
conv 函数假定这两个序列都从 $n=0$ 开始。试编写 M 文件计算 $x(n) = [3, 11, 7, 0, -1, 4, 2]$, $-3 \leq n \leq 3$ 和 $h(n) = [2, 3, 0, -5, 2, 1]$, $-1 \leq n \leq 4$ 之间的卷积，并绘制 $y(n)$ 的波形图。

代码：

```
%%forth question make n forward
```

```
xn2=[3,11,7,0,-1,4,2];  
x_n=0:6;  
hn2=[2,3,0,-5,2,1];  
h_n=0:5;  
yn2=conv(xn2,hn2);  
x_s=(x_n(1)-3+h_n(1)-1):(x_n(end)+h_n(end)-3-1);  
  
figure(3);  
stem(x_s,yn2);  
xlabel('n')  
ylabel('y(n)');  
title('yn wave figure');
```

实验运行结果:



● 结果分析:

由 $x(n)=[3,11,7,0,-1,4,2]$ ， $h(n)=[2,3,0,-5,2,1]$ ，线性卷积公式为

$y(n)=x(n)*h(n)=\sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)h(n-m)$ 计算所得 $g(n)=[6,31,47,6,-51,-5,41,18,-22,-3,8,2]$ ，可验

证其值正确，且满足 $g(n)$ 序列的长度为 $x(n)$ 和 $h(n)$ 的长度和减1。

--