

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： 数字信号处理实验

学生学院： 通信与信息工程学院

专业班级： 01011803

学生学号： 2018210186

学生姓名： 孙展

联系电话： 13368399165

重庆邮电大学教务处制

课程名称	数字信号处理	课程编号	A2010550
实验地点	移动通信技术实验室 YF304	实验时间	2020. 10. 20
校外指导教师	无	校内指导教师	邵凯
实验名称	实验二 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>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> $\sum_{i=0}^N a_i y(n-i) = \sum_{j=0}^M b_j x(n-j) \quad (2-1)$ <p>其中，a_i ($i=0, 1, \dots, N$) 和 b_j ($j=0, 1, \dots, M$) 为实常数。</p> <p>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 <code>filter</code>，并将激励设为单位抽样序列。例如，求解实例 2-1 中系统的单位取样响应时，MATLAB 源程序为：</p> <pre> >>a=[3 -4 2]; >>b=[1 2]; >>n=0:30; >>x=(n==0); %产生单位抽样序列 >>h=filter(b,a,x); >>stem(n,h,'fill'),grid on >>xlabel('n'),title('系统单位取样响应 h(n)') </pre>			

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

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

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

$$y=\text{conv}(x,h)$$

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。

三、实验程序及结果分析

实验程序代码：

```
%2018210186 孙展
```

```
a=[3 4 1];%差分方程左端的系数向量
```

```
b=[1 1];%差分方程右端的系数向量
```

```
figure(1);%创建图形 1
```

```
impz(b,a,30);%30 为单位取样响应的样值个数
```

```
grid on;
```

```
title('系统单位取样响应')
```

```
a=[2.5 6 10];%差分方程左端的系数向量
```

```
b=[1];%差分方程右端的系数向量
```

```
figure(2);%创建图形 2
```

```
impz(b,a,30);%30 为单位取样响应的样值个数
```

```
grid on;
```

```
title('系统单位取样响应')
```

```
nx=-1:5; %x(n) 向量显示范围
```

```
nh=-2:10; %h(n) 向量显示范围
```

```
x=uDT(nx)-uDT(nx-4);%产生单位阶跃序列函数
```

```
h=(7/8).^nh.*(uDT(nh)-uDT(nh-10)); %单位取样响应
```

```
y=conv(x,h); %卷积运算
```

```
ny1=nx(1)+nh(1); %卷积结果起点
```

```
ny2=nx(end)+nh(end); %卷积结果结尾
```

```
ny=ny1:ny2;
```

```
figure(3) %创建图形窗口 3
```

```
subplot(311)% 图形窗口分子图 1 绘制
```

```
stem(nx,x,'fill'),grid on
```

```
xlabel('n'),title('x(n)') %横坐标为 n 标题为 x (n)
```

```
axis([-4 16 0 3]) %坐标范围
```

```
subplot(312) %图形窗口分子图 2 绘制
```

```
stem(nh,h,'fill'),grid on
```

```
xlabel('n'),title('h(n)') %横坐标为 n 标题为 h (n)
```

```
axis([-4 16 0 3]) %坐标范围
```

```
subplot(313) %图形窗口分子图 3 绘制
```

```
stem(ny,y,'fill'),grid on
```

```
xlabel('n'),title('y(n)=x(n)*h(n)') %横坐标为 n 标题为 y (n) *h (n)
```

```
axis([-4 16 0 5]) %坐标范围
```

%思考题

```
figure(4) %创建图形窗口 4
```

```
x1=[3, 11, 7, 0, -1, 4, 2]; % -3 <= n <= 3
```

```
x2=[2, 3, 0, -5, 2, 1]; % -1 <= n <= 4
```

```
nx1=-3:3; %x1 的自变量范围
```

```
nx2=-1:4; %x2 的自变量范围
```

```
g=conv(x1,x2) %计算卷积
```

```
n1=nx1(1)+nx2(1) %卷积结果起始位置
```

```
n2=nx1(end)+nx2(end) %卷积结果结束位置
```

```
n=n1:n2; %卷积结果的自变量范围
```

```
stem(n,g,'fill'),grid on,xlabel('n') %横坐标为 n
```

%实验任务完成时间 2020.10.20 19:00

```
function y=uDT(n)%创建 DT(n) 函数
```

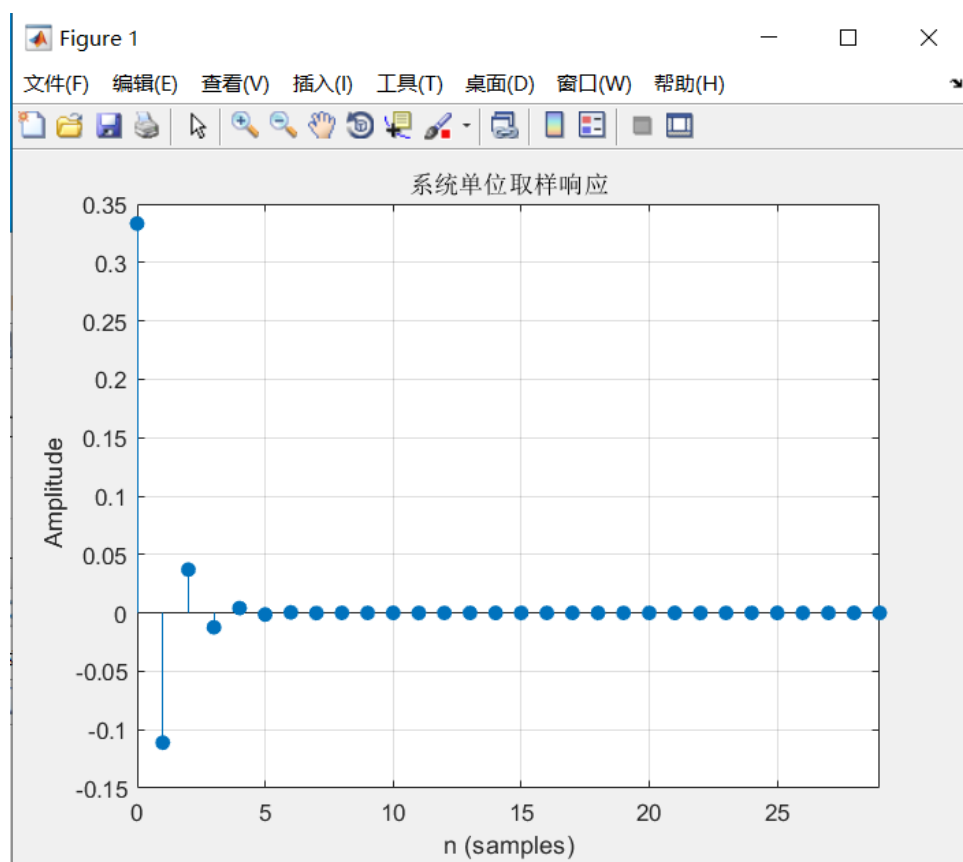
```
y=n>=0;end
```

实验程序运行结果和分析:

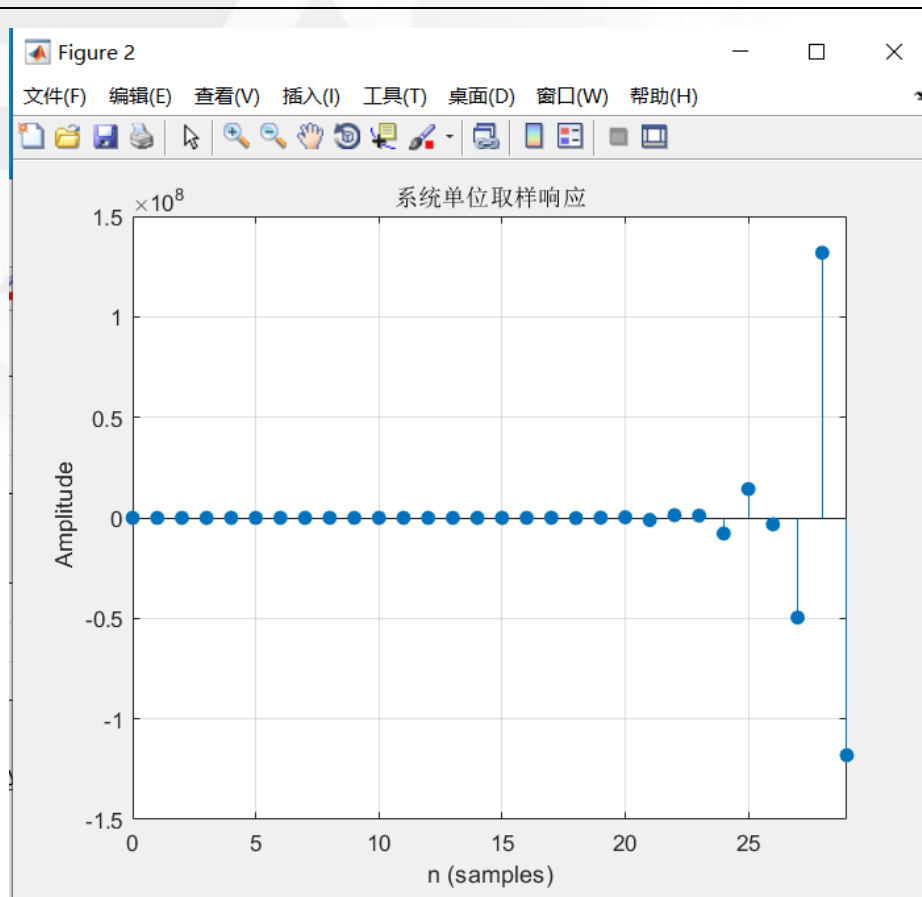
MATLAB 求解单位取样响应可利用函数 `filter`，并将激励设为单位抽样序列
图形窗口一和图形窗口二为实验题目 1 的程序运行结果

MATLAB 中可通过卷积求解零状态响应。即求 $x(n) * h(n)$ 的结果

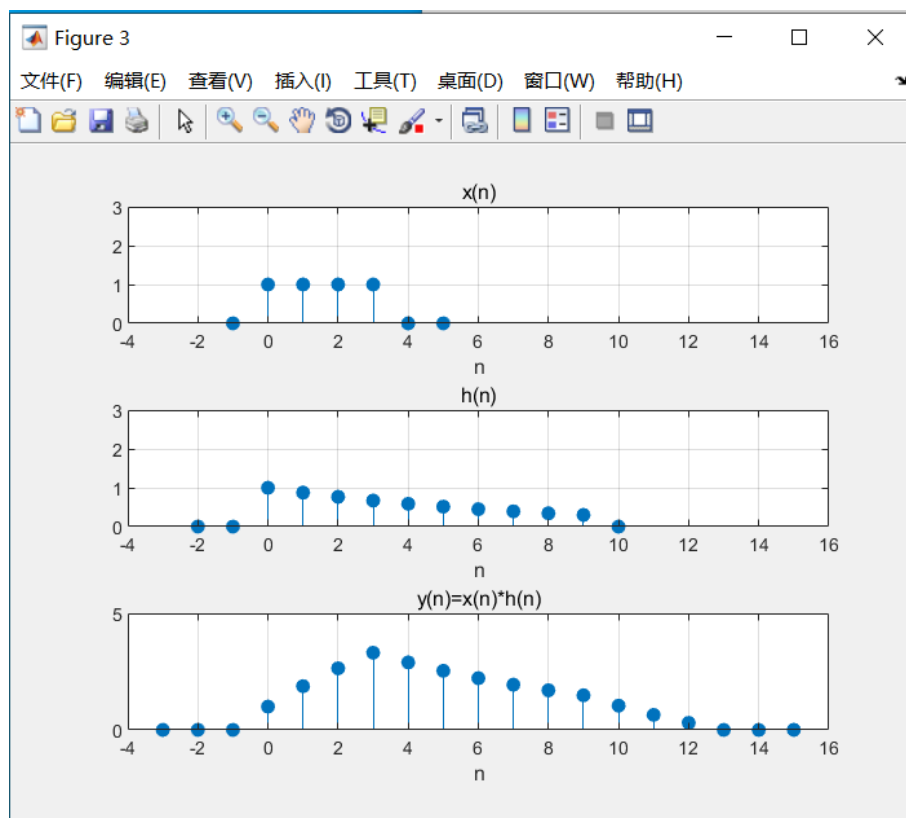
图形窗口三为程序运行计算 $x(n) * h(n)$ 、 $x(n)$ 、 $h(n)$ 并进行绘制的结果



(图形窗口一)



(图形窗口二)



(图形窗口三)

四、思考题

1. 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。

%思考题

figure(4) %创建图形窗口 4

x1=[3, 11, 7, 0, -1, 4, 2]; % $-3 \leq n \leq 3$

x2=[2, 3, 0, -5, 2, 1]; % $-1 \leq n \leq 4$

nx1=-3:3; %x1 的自变量范围

nx2=-1:4; %x2 的自变量范围

g=conv(x1,x2) %计算卷积

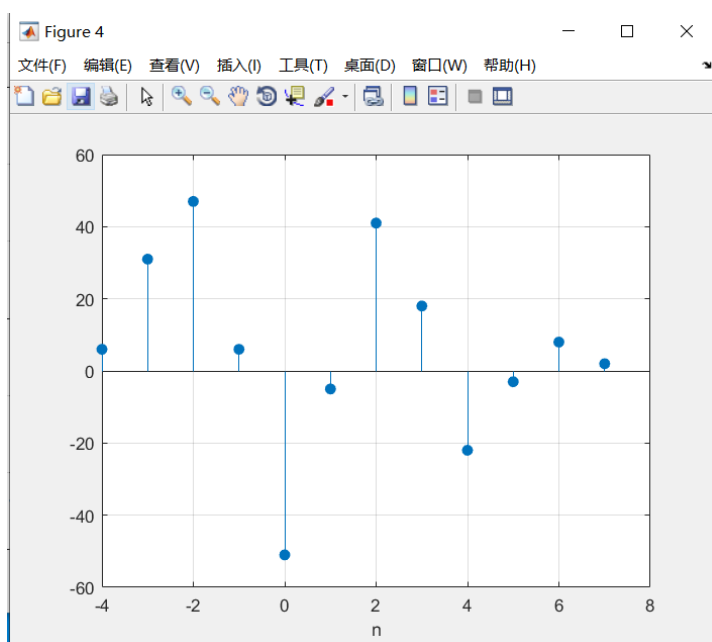
n1=nx1(1)+nx2(1) %卷积结果起始位置

n2=nx1(end)+nx2(end) %卷积结果结束位置

n=n1:n2; %卷积结果的自变量范围

stem(n,g,'fill'),grid on,xlabel('n') %绘制结果 横坐标为 n

如图，图形窗口四为思考题程序运行并绘制的结果



(图形窗口四)

