

重庆邮电大学

学生实验实习报告册

学年学期： 2019 -2020 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： 2018210197

学生姓名： 刘小琴

联系电话： 17823290472

重庆邮电大学教务处制

课程名称	数字信号处理实验	课程编号	A2010550
实验地点	YF304	实验时间	20201020
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>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> $\sum_{i=0}^N a_i y(n-i) = \sum_{j=0}^M b_j x(n-j)$ <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 (13-1) 的差分方程在指定时间范围内的输入序列所产生的响应进行求解。函数 filter 的语句格式为</p> $y = \text{filter}(b, a, x)$ <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. 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 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> $\text{impz}(b, a, N)$ <p>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。</p> <p>3. 离散时间信号的卷积和运算</p> <p>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</p>			

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。

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

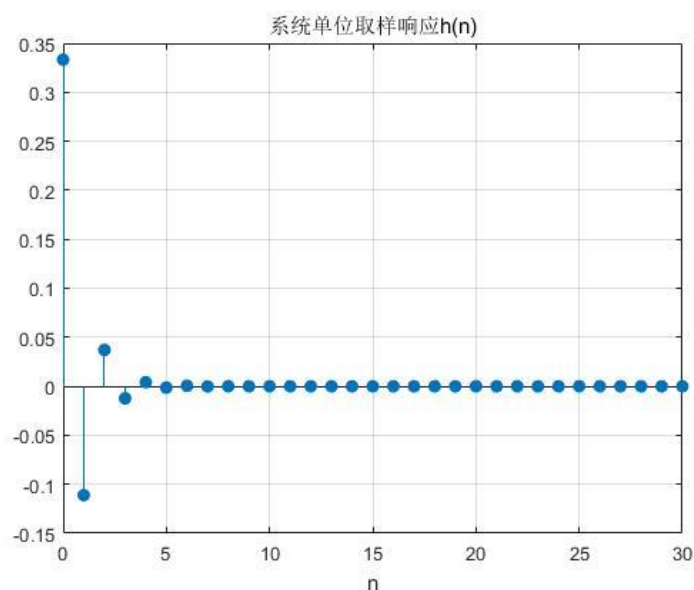
1. 试用 MATLAB 命令求解以下离散时间系统的单位取样响应，并判断系统的稳定性。

$$(1) \quad 3y(n) + 4y(n-1) + y(n-2) = x(n) + x(n-1)$$

源程序：

```
a=[3 4 1];  
b=[1 1];  
n=0:30;  
x=(n==0); %产生单位抽样序列  
h=filter(b,a,x); %求解单位取样响应  
stem(n,h,'fill'); %绘制离散信号波形  
grid on; %打开坐标网格线  
xlabel('n') %给 x 轴加标注  
title('系统单位取样响应h(n)'); %给图形加标题
```

程序运行结果：



分析:

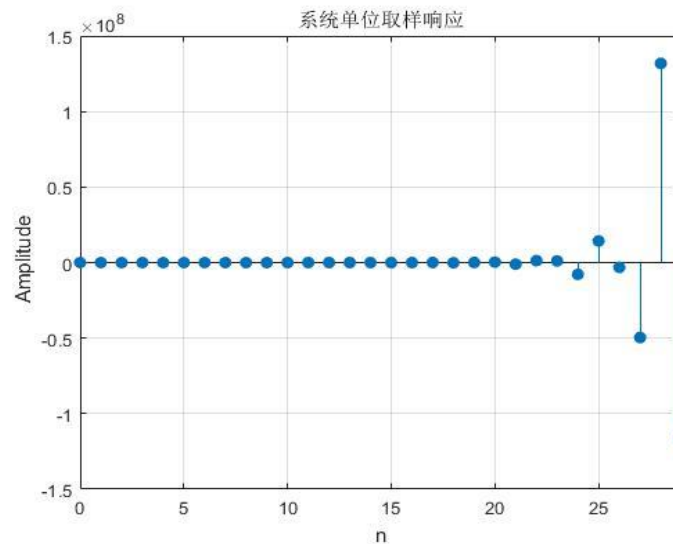
由图可知系统趋于稳定。

$$(2) \quad 5/2y(n) + 6y(n-1) + 10y(n-2) = x(n)$$

源程序:

```
a=[2.5 6 10];  
b=[1];  
impz(b,a,30);  
grid on; %打开坐标网格线  
title('系统单位取样响应'); %给图形加标题
```

程序运行结果:



分析:

由图可知系统趋于离散。

2. 已知某系统的单位取样响应为 $h(n) = (7/8)^n [u(n) - u(n-10)]$, 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。

源程序:

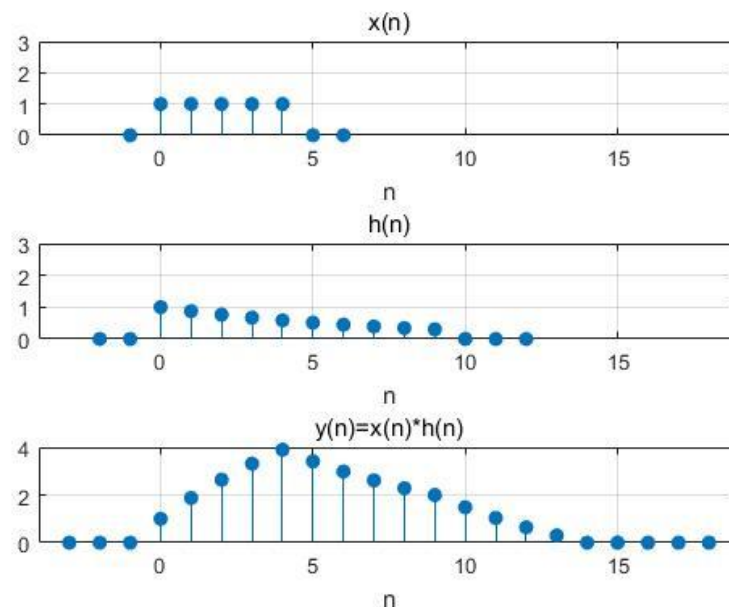
```
nx=-1:6; %x(n)向量显示范围(添加了附加零值)  
nh=-2:12; %h(n)向量显示范围(添加了附加零值)  
x=uDT(nx)-uDT(nx-5); %uDT产生单位阶跃序列的函数  
h=0.875.^nh.*(uDT(nh)-uDT(nh-10));  
y=conv(x,h);  
ny1=nx(1)+nh(1); %卷积结果起始点  
ny2=nx(end)+nh(end); %卷积结果终点
```

```

ny=ny1:ny2;
subplot(311)                                %单窗口多曲线分图绘图
stem(nx,x,'fill'),grid on
xlabel('n'),title('x(n)')
axis([-4 19 0 3])
subplot(312)                                %单窗口多曲线分图绘图
stem(nh,h,'fill'),grid on
xlabel('n'),title('h(n)')
axis([-4 19 0 3])
subplot(313)                                %单窗口多曲线分图绘图
stem(ny,y,'fill'),grid on
xlabel('n'),title('y(n)=x(n)*h(n)')
axis([-4 19 0 4])                          %控制坐标轴的刻度

```

程序运行结果：



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。

源程序：

```

clc          %清除命令窗口显示的内容
clear        %清除变量空间的内容
close all

nx=-3:3;
x=[3 11 7 0 -1 4 2];

nh=-1:4;
h=[2 3 0 -5 2 1];

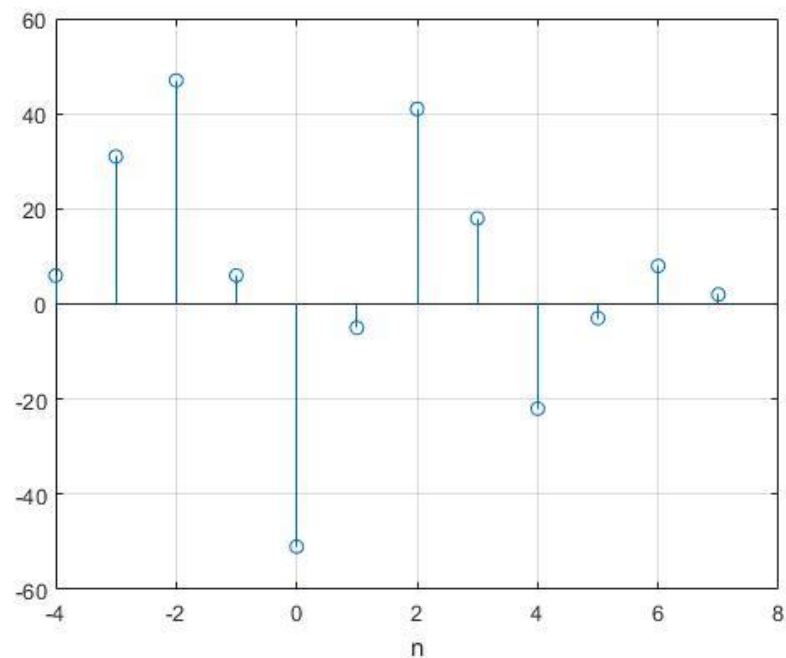
g=conv(x,h)

nyb=nx(1)+nh(1);          %卷积结果起始点
nye=nx(length(x))+nh(length(h)); %卷积结果终点
ny=nyb:nye;
y=conv(x,h);

stem(ny,y);
grid on          %打开坐标网格线
xlabel('n')      %给 x 轴加标注

```

程序运行结果:



g =

6 31 47 6 -51 -5 41 18 -22 -3 8 2