

# 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： 2018210216

学生姓名： 游宇

联系电话： 15736175027

重庆邮电大学教务处制

实验地点	YF304	实验时间	10 月 20 日
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	

一、实验目的

- 1、学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的零状态响应。
- 2、学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的单位取样响应。
- 3、学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的卷积和。

二、实验原理

离散时间系统的响应：

离散时间 LTI 系统可用线性常系数差分方程来描述，即

$$\sum_{i=0}^N a_i y(n-i) = \sum_{j=0}^M b_j x(n-j)$$

其中， $a_i$  ( $i = 0, 1, \dots, N$ ) 和  $b_j$  ( $j = 0, 1, \dots, M$ ) 为实常数。

MATLAB 中函数 filter 可对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

$$y = \text{filter}(b,a,x)$$

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。

离散时间系统的单位取样响应：

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。

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

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

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

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

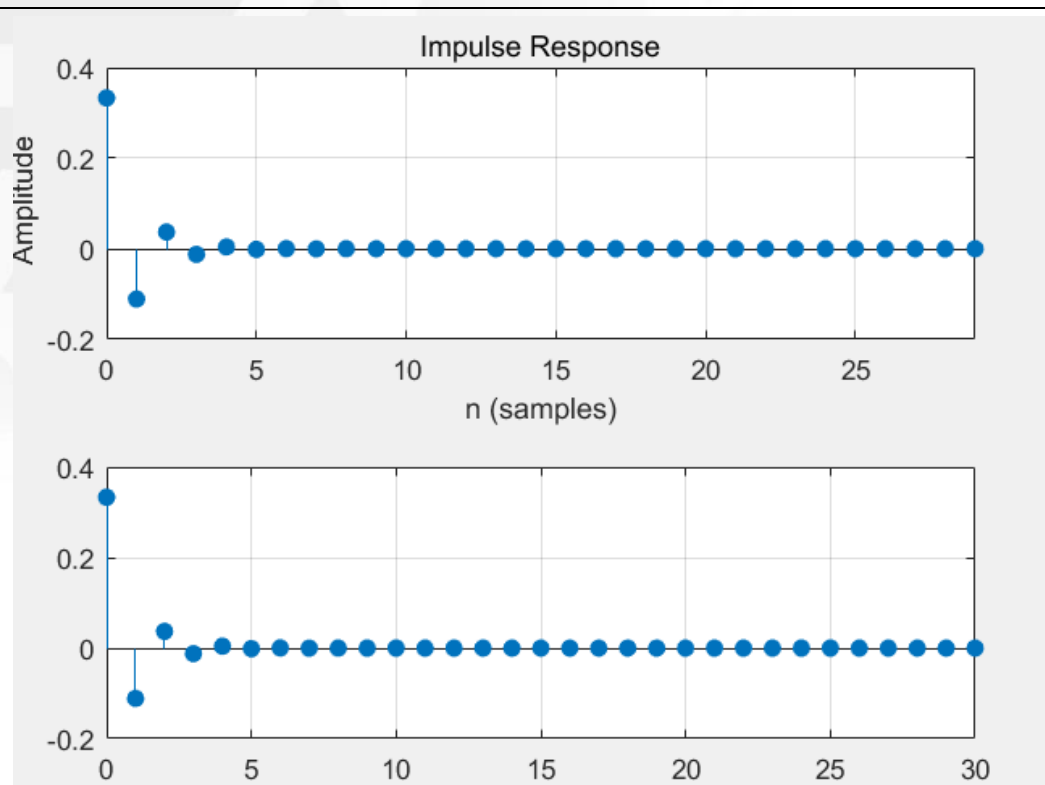
其中， $x$  与  $h$  表示离散时间信号值的向量； $y$  为卷积结果。用 MATLAB 进行卷积和运算时，无法实现无限的累加，只能计算时限信号的卷积。

### 三、实验程序及结果分析

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

```
a=[3 4 1];
b=[1 1];
n=0:30;
x=(n==0);
h=filter(b, a, x);
subplot(2, 1, 1);
impz(b, a, 30);
grid on;

subplot(2, 1, 2)
stem(n, h, 'fill');
grid on;
```



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

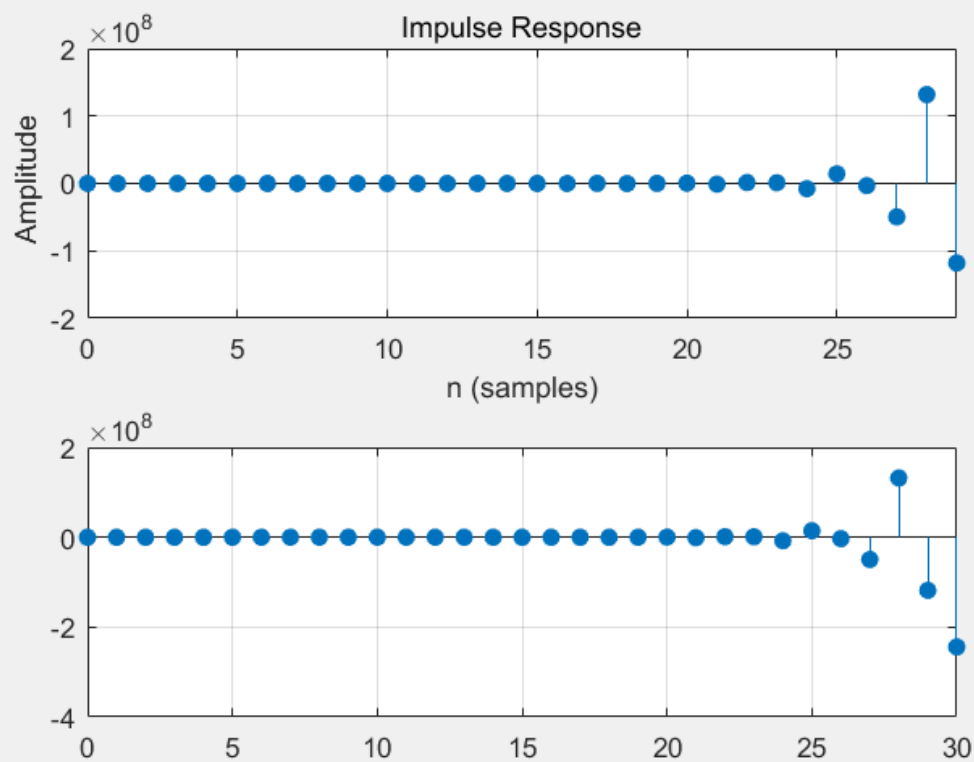
:

```

a=[2.5 6 10];
b=[1];
n=0:30;
x=(n==0);
h=filter(b,a,x);
subplot(2,1,1);
impz(b,a,30);
grid on;

subplot(2,1,2);
stem(n,h,'fill');
grid on;

```

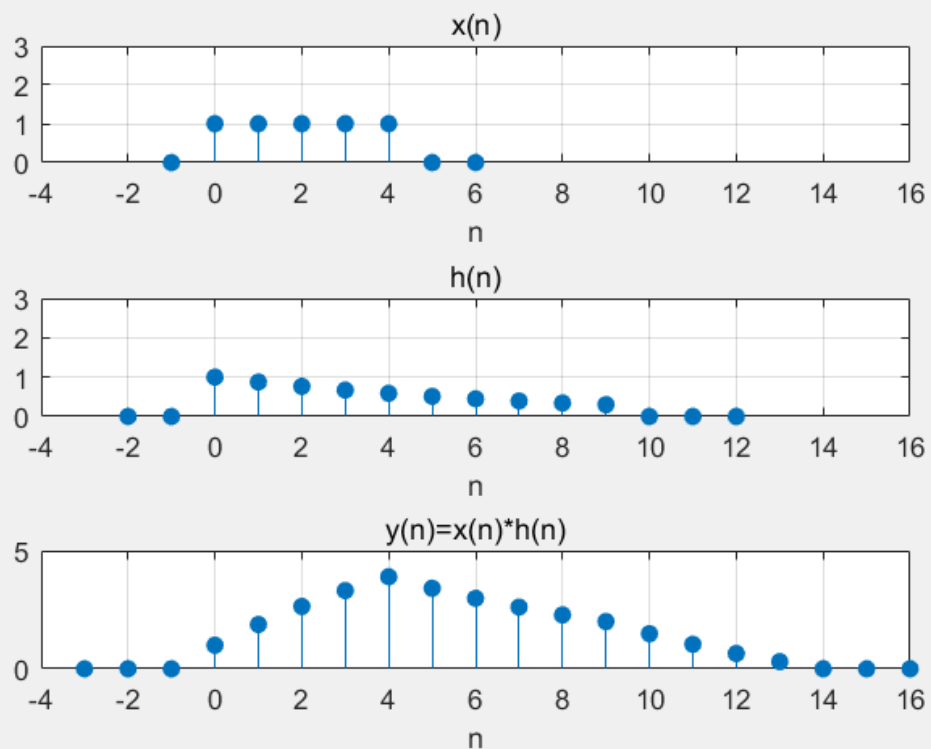


2. 已知某系统的单位取样响应为  $h(n) = (\frac{1}{8})^n [u(n) - u(n-10)]$ ，试用 MATLAB 求当激励信号为  $x(n) = u(n) - u(n-5)$  时，系统的零状态响应。

:

```
nx=-1:6;
nh=-2:12;
x=uDT(nx)-uDT(nx-5);
h=(7/8).^nh.*(uDT(nh)-uDT(nh-10));
y=conv(x,h);
ny1=nx(1)+nh(1);
ny2=nx(end)+nh(end);
ny=ny1:ny2;
```

```
subplot(3,1,1);
stem(nx,x,'fill');
grid on;
xlabel('n');
title('x(n)');
axis([-4 16 0 3]);
subplot(3,1,2);
stem(nh,h,'fill');
grid on;
xlabel('n');
title('h(n)');
axis([-4 16 0 3]);
subplot(3,1,3);
stem(ny,y,'fill');
grid on;
xlabel('n');
title('y(n)=x(n)*h(n)');
axis([-4 16 0 5]);
```



#### 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。

:

```
nx=-3:3;
nh=-1:4;
x=[3, 11, 7, 0, -1, 4, 2];
h=[2, 3, 0, -5, 2, 1];
y=conv(x,h);
ny1=nx(1)+nh(1);
ny2=nx(end)+nh(end);
ny=ny1:ny2;

subplot(3,1,1);
stem(nx,x,'fill');
grid on;
xlabel('n');
title('x(n)');
axis([-4 16 -5 15]);
subplot(3,1,2);
stem(nh,h,'fill');
grid on;
xlabel('n');
title('h(n)');
axis([-4 16 -5 3]);
subplot(3,1,3);
stem(ny,y,'fill');
grid on;
xlabel('n');
title('y(n)=x(n)*h(n)');
axis([-4 16 -53 50]);
```



