

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： 信息与通信工程学院

专业班级： 通信工程 01011803

学生学号： 2018210210

学生姓名： 刘鸿睿

联系电话： 13752877348

重庆邮电大学教务处制

课程名称	信号处理实验	课程编号	A2010550
实验地点	移动通信技术实验室 YF304	实验时间	第七周周二 (2020/10/20) 1.2 节
校外指导教师	无	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

学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的零状态响应；

学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的单位取样响应；

学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的卷积和。

二、实验原理

1. 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

$$\sum_{i=0}^N a_i y(n-i) = \sum_{j=0}^M b_j x(n-j) \quad (2-1)$$

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

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

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

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。

2. 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。

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 `impz(b, a, N)` 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。

2.2.3 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

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

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=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减 1 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。

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

实验程序：

%实验二 系统响应及系统稳定性

%时间：2020/10/20

%操作人：刘鸿睿

`subplot(2,1,1)`

`a1_1=[3 4 1];`

`b1_1=[1 1];`

`impz(b1_1,a1_1,30)`

`grid on;`

`title('系统单位取样响应');`

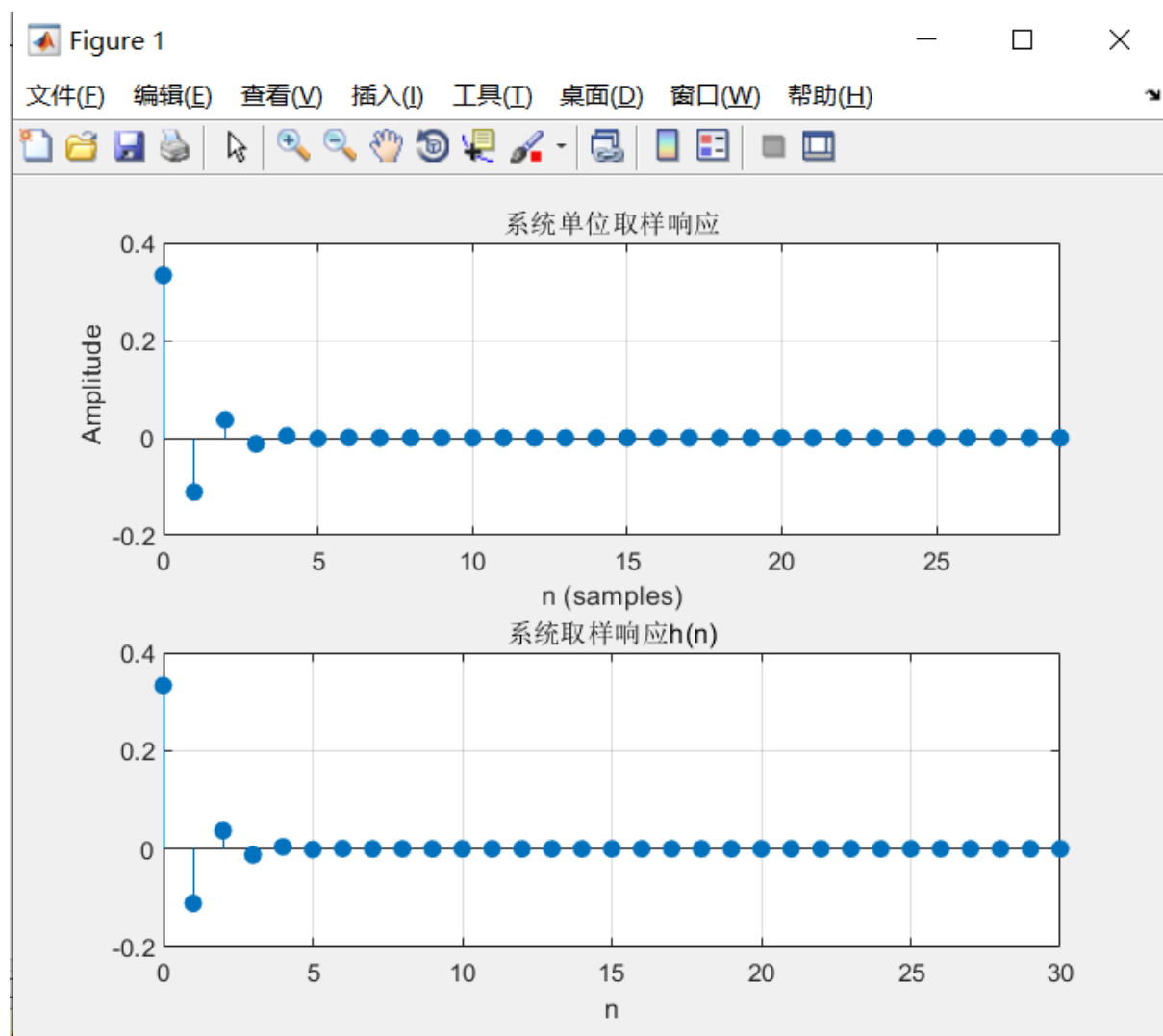
`subplot(2,1,2)`

```

a1_2=[3 4 1];
b1_2=[1 1];
n1_2=0:30;
x1_2=(n1_2==0);
h1_2=filter(b1_2,a1_2,x1_2);
stem(n1_2,h1_2,'fill'),grid on
xlabel('n'),title('系统单位取样响应 h(n)')

```

运行结果：



实验分析：如实验程序所示使用两种方法对该题进行运行编辑，第一种方法使用 `impz`，第二种方法使用 `filter`，由于 `impz` 为 MATLAB 利用控制系统工具箱提供的函数 `impz` 来实现，所以可以显然看见用 `impz` 方法要简单许多，另外可见实验结果趋于稳定。

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

实验程序：

%实验二 系统响应及系统稳定性

%时间：2020/10/20

%操作人：刘鸿睿

```
subplot(2,1,1)
```

```
a1_2=[5./2 6 10]
```

```
b1_2=[1]
```

```
impz(b1_2,a1_2,30)
```

```
grid on;
```

```
title('系统单位取样响应');
```

```
subplot(2,1,2)
```

```
a2_2=[5./2 6 10]
```

```
b2_2=[1]
```

```
n2_2=0:30;
```

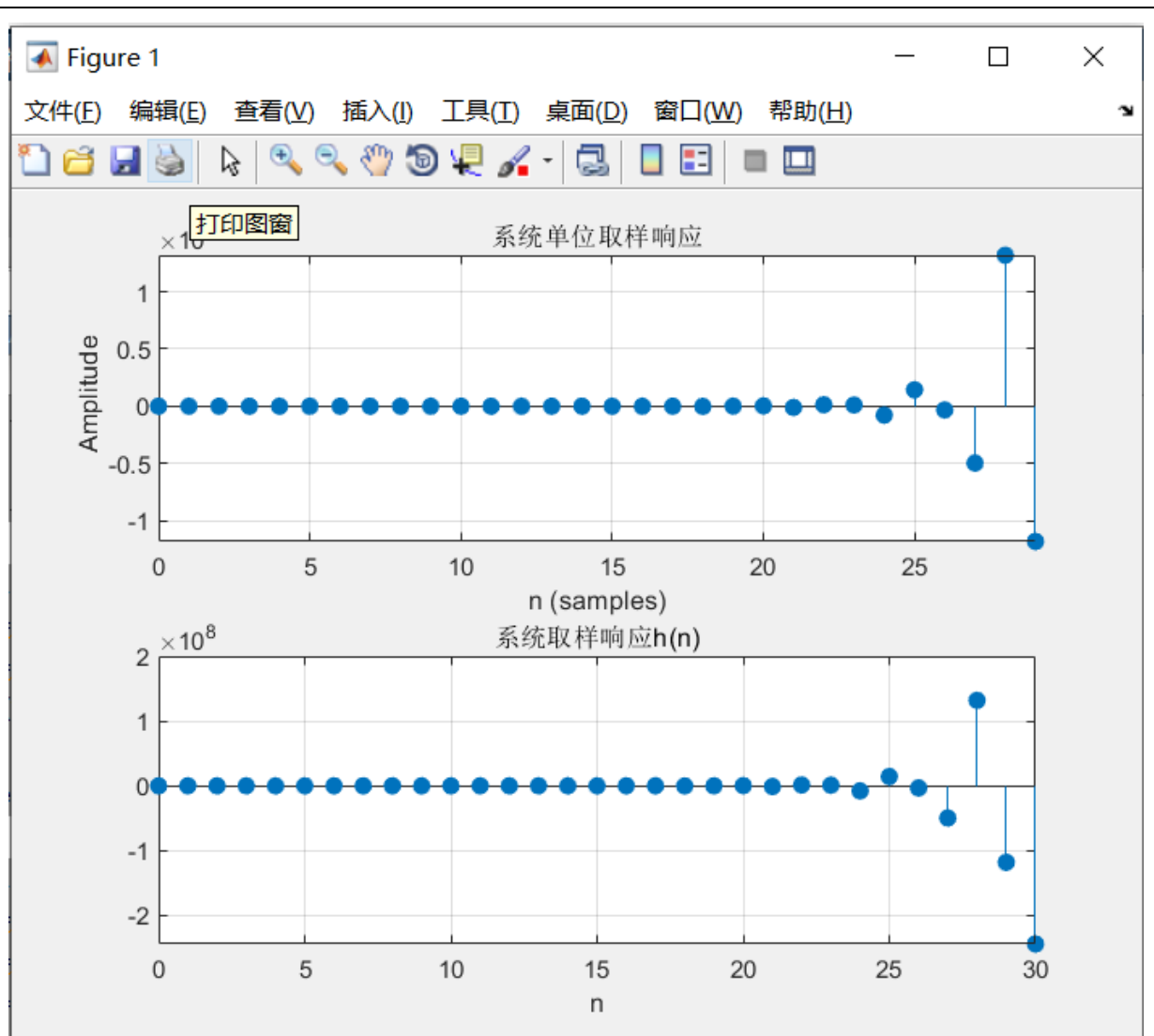
```
x2_2=(n1_2==0);
```

```
h2_2=filter(b2_2,a2_2,x2_2);
```

```
stem(n2_2,h2_2,'fill'),grid on
```

```
xlabel('n'),title('系统取样响应 h(n)')
```

运行结果：



实验分析：同理，如实验程序所示使用两种方法对该题进行运行编辑，第一种方法使用 `impz`，第二种方法使用 `filter`，由于 `impz` 为 MATLAB 利用控制系统工具箱提供的函数 `impz` 来实现，所以可以显然看见用 `impz` 方法要简单许多，另外可见实验结果趋于不稳定。

2. 已知某系统的单位取样响应为 $h(n) = \left(\frac{7}{8}\right)^n [u(n) - u(n-10)]$ ，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：

%实验二 系统响应及系统稳定性

%时间：2020/10/20

%操作人：刘鸿睿

```
nx3=-1:5;
```

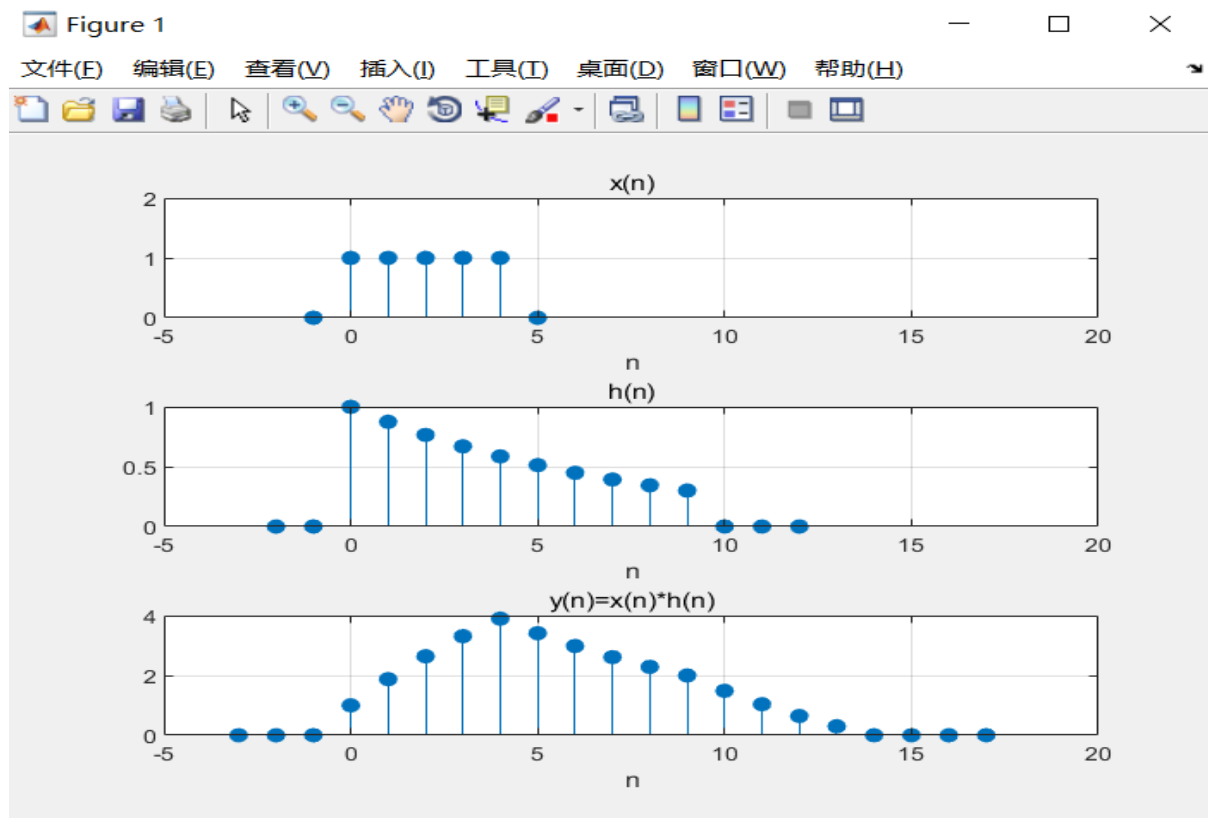
```
nh3=-2:12;
```

```

x3=uDT(nx3)-uDT(nx3-5);
h3=(7./8).^nh3.*(uDT(nh3)-uDT(nh3-10));
y3=conv(x3,h3);
ny1_3=nx3(1)+nh3(1);
ny2_3=nx3(end)+nh3(end);
ny=ny1_3:ny2_3;
subplot(3,1,1)
stem(nx3,x3,'fill'),grid on
xlabel('n'),title('x(n)')
axis([-5 20 0 2])
subplot(3,1,2)
stem(nh3,h3,'fill'),grid on
xlabel('n'),title('h(n)')
axis([-5 20 0 1])
subplot(3,1,3)
stem(ny,y3,'fill'),grid on
xlabel('n'),title('y(n)=x(n)*h(n)')
axis([-5 20 0 4])

```

运行结果:



实验分析: 由实验原理已得此程序的求解方法, 注意范围的划分, 个人以

为

```
y3=conv(x3,h3);  
ny1_3=nx3(1)+nh3(1);  
ny2_3=nx3(end)+nh3(end);
```

此三句为重点。

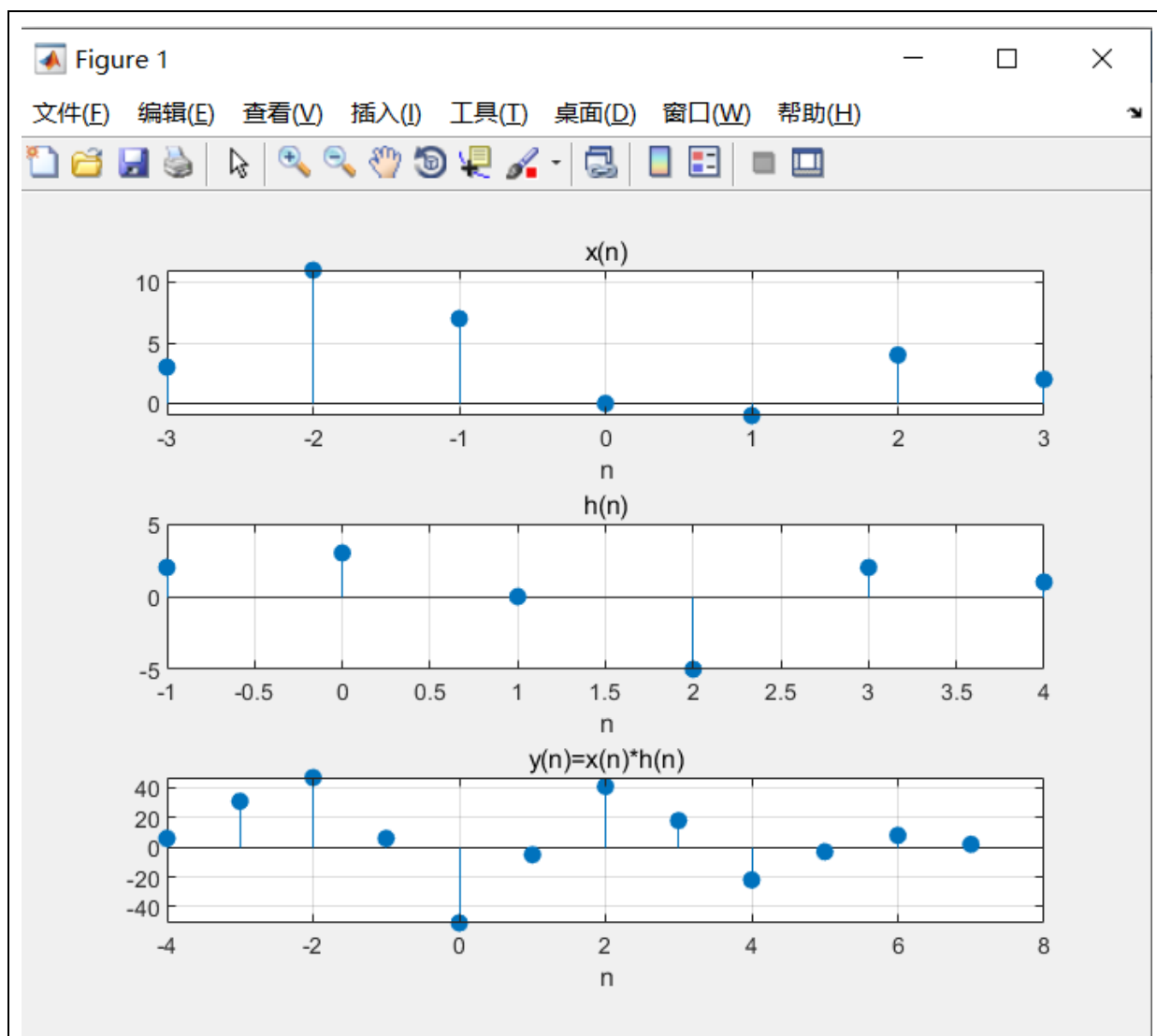
四、思考题

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。

实验程序：

```
%实验二 系统响应及系统稳定性  
%时间：2020/10/20  
%操作人：刘鸿睿  
  
nx4=-3:3;  
nh4=-1:4;  
x4=[3 11 7 0 -1 4 2];  
h4=[2 3 0 -5 2 1];  
y4=conv(x4,h4);  
ny1_4=nx4(1)+nh4(1);  
ny2_4=nx4(end)+nh4(end);  
ny4=ny1_4:ny2_4;  
subplot(3,1,1)  
stem(nx4,x4,'fill'),grid on  
xlabel('n'),title('x(n)')  
  
subplot(3,1,2)  
stem(nh4,h4,'fill'),grid on  
xlabel('n'),title('h(n)')  
  
subplot(3,1,3)  
stem(ny4,y4,'fill'),grid on  
xlabel('n'),title('y(n)=x(n)*h(n)')
```

运行结果：



实验分析：个人以为只要做出上面实验题二，此思考题便可迎刃而解，即把 $x(n)$ ， $h(n)$ 换成相应式子后，加上范围即可。