



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： 2018210189

学生姓名： 范彬

联系电话： 15223745747

重庆邮电大学教务处制

课程名称	信号处理实验	课程编号	S01201A2010550003
实验地点	YF304	实验时间	周二，一二节
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> <ul style="list-style-type: none"> ● 学会应用 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 <p>二、实验原理</p> <p>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 filter 函数可对上式差分方程在指定时间范围内输入序列所产生的响应进行求解，其格式为：</p> $y = \text{filter}(a, b, x)$ <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>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 d(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</p>			

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。

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. 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。

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

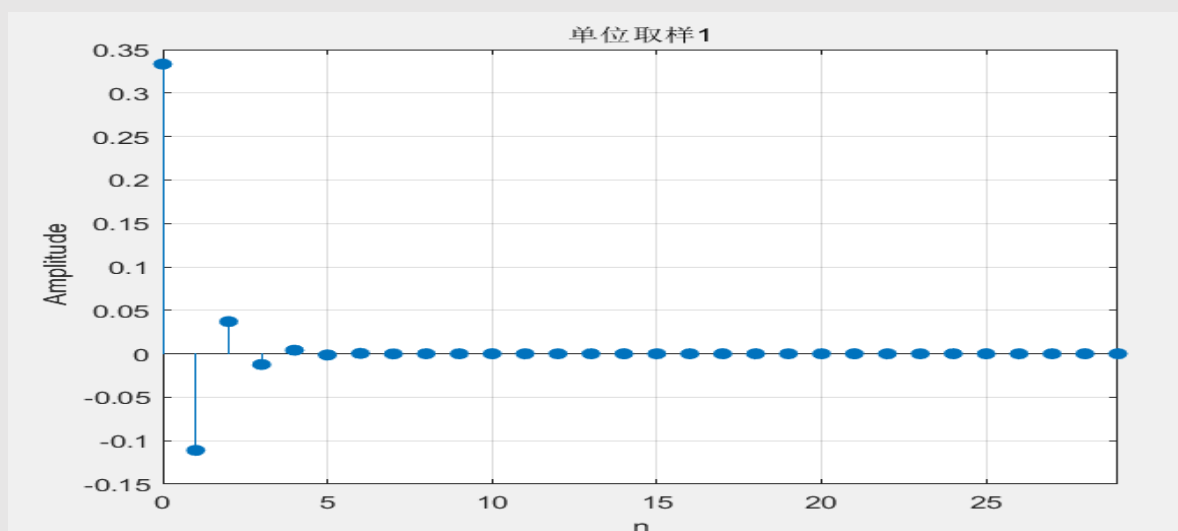
$$(2) \quad \frac{5}{2}y(n) + 6y(n-1) + 10y(n-2) = x(n)$$

2. 已知某系统的单位取样响应为 $h(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^n u(n)$ ，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。

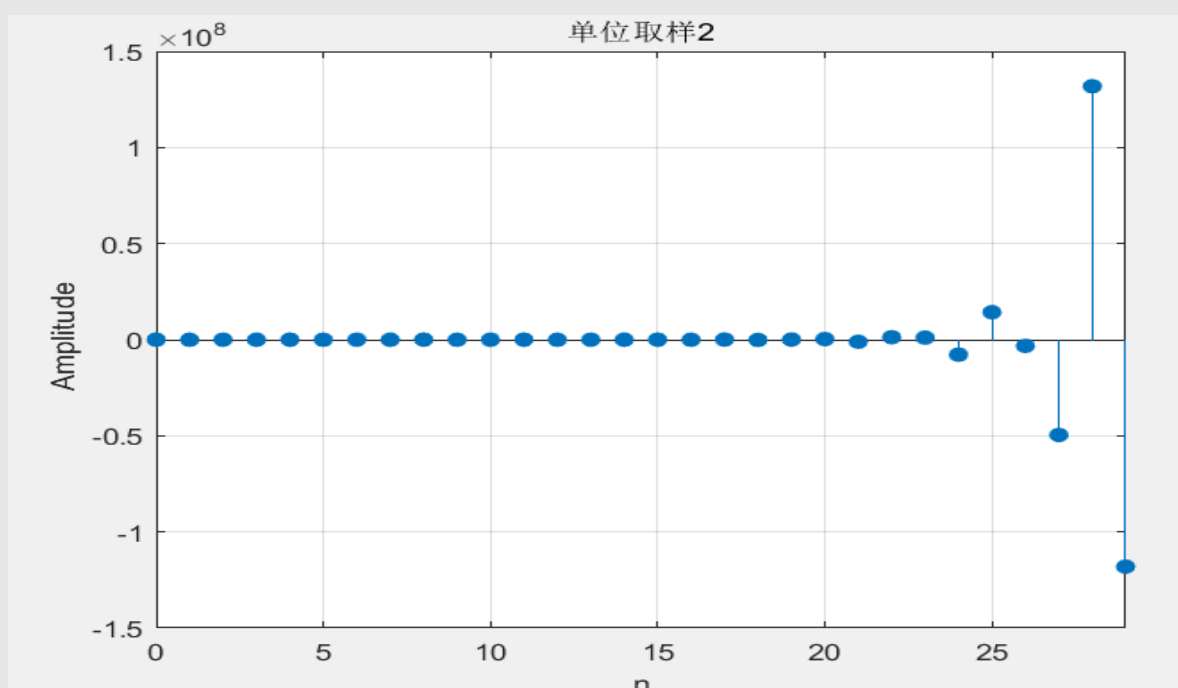
代码

```
1. clc
2. clear all
3. %% 实验 1.1
4. %系数
5. a=[1 1];
6. b=[3 4 1];
7. figure(1)
8. impz(a,b,30);
9. xlabel('n');
10. title('单位取样 1')
11. grid on
12.
13.
14. %% 实验 1.2
15. % 系数
16. a=[1];
17. b=[2.5 6 10];
18. figure(2)
19. impz(a,b,30);
20. xlabel('n');
21. title('单位取样 2')
22. grid on
23.
24. %% 实验 2
25. % 参数
26. nx=-2:8;
27. nh=-5:15;
28. % x,h 的表达式
29. x=uDT(nx)-uDT(nx-4);
30. h=(7/8).^nh.*(uDT(nh)-uDT(nh-10));
31. y=conv(x,h);
32. % 计算终点和起点
33. n_start=nx(1)+nh(1);
34. n_end=nx(end)+nh(end);
35. n=n_start:n_end;
36. figure(3)
37. stem(n,y,'fill');
38. xlabel('n');
39. title('卷积')
```

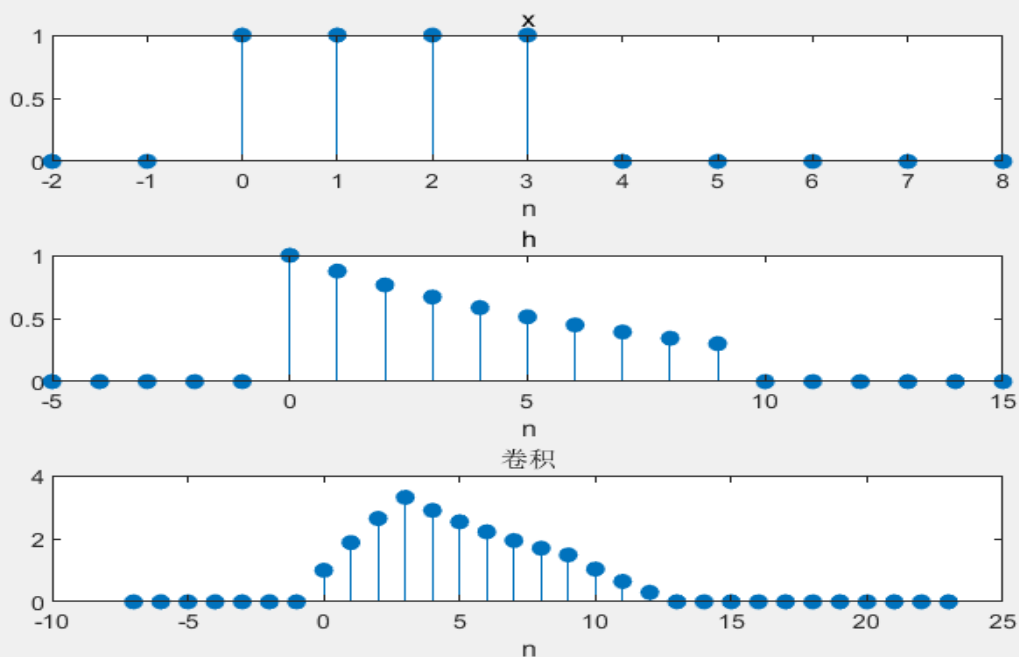
结果分析



1.1 单位取样结果，由此可知该系统稳定。



1.2 系统单位取样，该系统是非稳定系统。



第二问结果图，为该系统的零状态响应。

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

```
1. clc
2. clear all
3. %% 思考题
4. % 确定长度为 19
5. nx=-5:5;
6. nh=-5:5;
7. len=size(nx,2)+size(nh,2)-1;
8. %函数
9. x=[0 0 3 11 7 0 -1 4 2 0 0];
10. h=[0 0 0 0 2 3 0 -5 2 1 0];
11. n_start=nx(1)+nh(1);
12. n_end=nx(end)+nh(end);
13. n=n_start:n_end;
14. y=conv(x,h);
15. figure(1)
```

```

16. subplot(2,1,1)
17. stem(n,y)
18. title("stem函数卷积")
19.
20. %% 将 h 对称
21. n_center=find(nh==0);
22. for i=1:n_center
23.     hh=h(i);
24.     h(i)=h(2*n_center-i);
25.     h(2*n_center-i)=hh;
26. end
27. %% 卷积
28. x=[zeros(1,size(h,2)-1) x zeros(1,size(h,2)-1)]
29. % x=[zeros(1,nx(1)-n_start) x zeros(1,n_end-n(end))]
30. for i=1:size(nh,2)+size(nx,2)-1
31.     xx=x(i:size(h,2)+i-1);
32.     y=sum(xx.*h);
33.     yy(i)=y;
34. end
35. subplot(2,1,2)
36. stem(n,yy,'fill')
37. title("自己写的卷积")

```

