

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： 2018210212

学 生 姓 名： 何磊

联 系 电 话： 15310454340

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	YF304	实验时间	第七周周二：1-2 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

- 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

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

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

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 可对上式的差分方程在指定时间范围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 $\text{impz}(b, a, N)$ 为

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。

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

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

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 $y=\text{conv}(x,h)$ 为

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.实验程序

(1) 实验内容 1 的程序

```

1. %2020/10/20 helei exp2.test1
2. clc;
3. clear;
4.
5. subplot(2,1,1)
6. a=[3 4 1];
7. b=[1 1];
8. impz(b,a,30);
9. grid on;
10. title('Fig.1');
11. xlabel('n');
12. ylabel('h(n)');
13.
14. subplot(2,1,2)
15. a=[5/2 6 10];
16. b=1;
17. impz(b,a,30);
18. grid on;
19. title('Fig.2');
20. xlabel('n');
21. ylabel('h(n)');
```

(2) 实验内容 2 的程序

```

1. %2020/10/20 helei exp2.test2
2. clc;
3. clear;
```

```
4.
5.  nx=-1:6;
6.  nh=-2:12;
7.
8.  x=uDT(nx)-uDT(nx-5);
9.  h=(7/8).^nh.*(uDT(nh)-uDT(nh-10));
10. y=conv(x,h);
11.
12. ny1=nx(1)+nh(1);
13. ny2=nx(end)+nh(end);
14. ny=ny1:ny2;
15.
16. subplot(3,1,1)
17. stem(nx,x,'fill');
18. grid on;
19. xlabel('n')
20. title('x(n)')
21.
22. subplot(3,1,2)
23. stem(nh,h,'fill');
24. grid on;
25. xlabel('n')
26. title('h(n)')
27.
28. subplot(3,1,3)
29. stem(ny,y,'fill');
30. grid on;
31. xlabel('n')
32. title('y(n)=x(n)*h(n)')
```

2.结果分析

(1) 实验内容 1 的结果分析

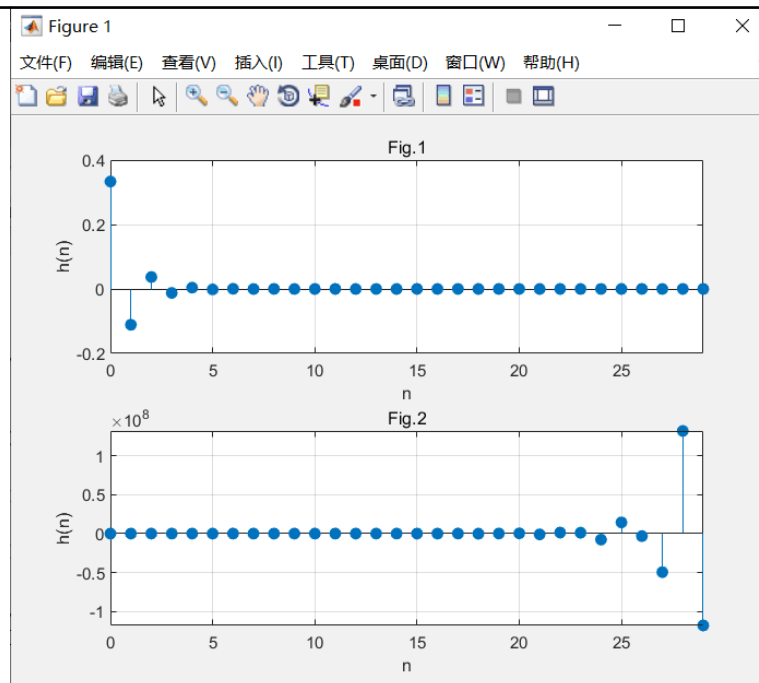


图 1 实验内容 1 的结果图

通过题目给出的差分方程，利用 MATLAB 的 `impz` 函数绘出该系统的单位取样响应，绘出的如上图 1 所示。由于系统稳定的充分必要条件是系统的单位脉冲响应绝对可和，经过分析，上面实验内容 1 中的两个系统均具有稳定性。

(2) 实验内容 2 的结果分析

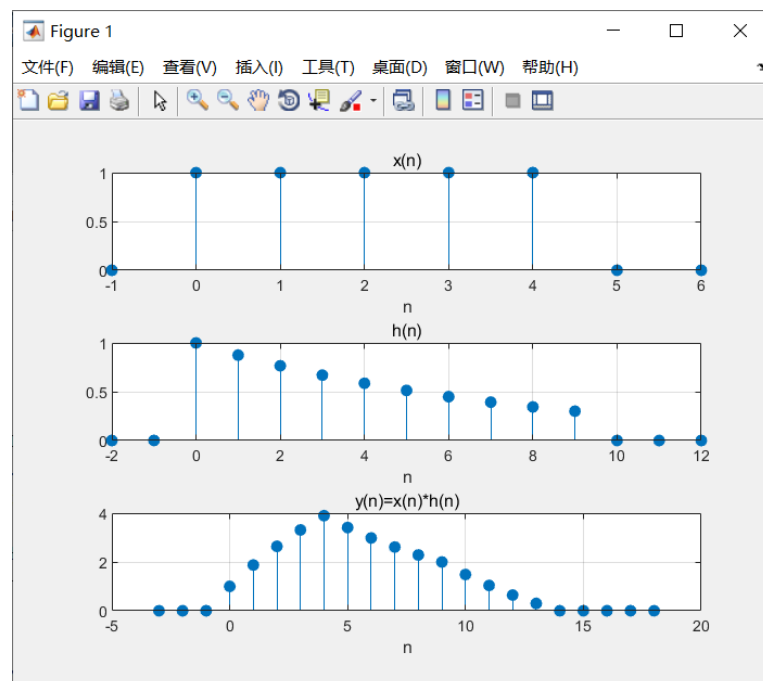


图 2 实验内容 2 的结果图

题目要求给定激励信号时系统的零状态响应，即 $x(n)*h(n)$ 。由题意可知，描述 $h(n)$ 向量的长度至少为 10，描述 $x(n)$ 向量的长度至少为 5，因此为了图形完整美观，我们将 $h(n)$ 向量和 $x(n)$ 向量加上一些附加的零值。

利用 MATLAB 中的 conv 命令，可求出两离散信号的卷积和，并利用 stem 函数绘制出相应的离散信号图，如图 2 所示。

可总结出一定规律，两个时限序列的卷积和长度等于两个序列长度的和减 1。

四、思考题

题目：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 $x(n)=[3,11,7,0,-1,4,2], -3 \leq n \leq 3$ ， $h(n)=[2,3,0,-5,2,1], -1 \leq n \leq 4$ 之间的卷积，并绘制 $y(n)$ 的波形图。

实验程序：

```
1. %2020/10/20 helei exp2.test3
2. clc;
3. clear;
4.
5. nx=-3:3
6. x=[3 11 7 0 -1 4 2];
7. nh=-1:4
8. h=[2 3 0 -5 2 1];
9.
10. ny1=nx(1)+nh(1);
11. ny2=nx(length(x))+nh(length(h));
12. ny=ny1:ny2;
13.
14. y=conv(x,h)
15.
16. subplot(3,1,1);
17. stem(nx,x,'fill');
18. title('x(n)');
19.
20. subplot(3,1,2);
21. stem(nh,h,'fill');
22. title('h(n)');
23.
24. subplot(3,1,3);
25. stem(ny,y,'fill')
26. grid on
27. title('y(n)=x(n)*h(n)');
```

运行结果图：

