**实验三 离散时间系统响应及卷积和运算**

1. **实验目的**
2. 学会运用MATLAB求解离散时间系统的零状态响应；
3. 学会运用MATLAB求解离散时间系统的单位取样响应；
4. 学会运用MATLAB求解离散时间系统的卷积和。
5. **实验原理与方法**
6. **离散时间系统的响应**

**原理：**离散时间LTI系统可用线性常系数差分方程来描述，即

 （3-1）

其中，（，1，…，*N*）和（，1，…，*M*）为实常数。

**方法：**MATLAB中函数filter可对式（3-1）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=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。

1. **离散时间系统的单位取样响应**

**原理：**系统的单位取样响应定义为系统在激励下系统的零状态响应，用表示。

**方法：**MATLAB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。

1. **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

 （3-2）

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。

1. **实验内容**
2. **离散时间系统的零状态响应**
3. 已知某LTI系统的差分方程为

试用MATLAB命令绘出当激励信号为时，该系统的零状态响应。

% 离散时间系统的零状态响应

**代码：**

a=[3 -4 2];

b=[1 2];

n=0:30;

x=(1/2).^n;

y=filter(b,a,x);

stem(n,y,'fill'); grid on

xlabel('n'); ylabel(' y(n)');title('系统的零状态响应');

**结果：**

****

1. **离散时间系统的单位取样响应**
2. 已知某LTI系统的差分方程为

利用MATLAB的impz函数绘出该系统的单位取样响应。

% 离散时间系统的单位取样响应

**代码：**

a=[3 -4 2];

b=[1 2];

n=0:30;

impz(b,a,30),grid on

xlabel('n'); ylabel(' h(n)');title('系统单位取样响应')

**结果：**

****

1. **离散时间信号的卷积和运算**
2. 利用MALAB的conv命令求两个长为4的矩形序列的卷积和，即。

% 求两个长为4的矩形序列的卷积和

**代码：**

x1=[1 1 1 1];

x2=[1 1 1 1];

g=conv(x1,x2);

n=1:7;

stem(n,g,'fill');grid on;

xlabel('n');ylabel('g=x1\*x2');title('序列的卷积和');

**结果：**

****

1. 已知某系统的单位取样响应为，试用MATLAB求当激励信号为时，系统的零状态响应。

% 通过卷积求解系统的零状态响应

**代码：**

nx=-1:5; %x(n)向量显示范围(添加了附加的零值)

nh=-2:10; %h(n)向量显示范围(添加了附加的零值)

x=uDT(nx)-uDT(nx-4);

h=0.8.^nh.\*(uDT(nh)-uDT(nh-8));

y=conv(x,h); %卷积结果长度为两序列长度之和减1,即0到(length(nx)+length(nh)-2)

ny1=nx(1)+nh(1); %卷积结果起始点

ny=ny1+(0:(length(nx)+length(nh)-2)); %卷积结果的时间范围是将上述长度加上起始点的偏移值

subplot(311)

stem(nx,x,'fill'),grid on

xlabel('n'),title('x(n)')

axis([-4 16 0 3])

subplot(312)

stem(nh,h','fill'),grid on

xlabel('n'),title('h(n)')

axis([-4 16 0 3])

subplot(313)

stem(ny,y,'fill'),grid on

xlabel('n'),title('y(n)=x(n)\*h(n)')

axis([-4 16 0 3])

title('通过卷积求解系统的零状态响应')

**结果：**



1. **学生作业**
2. 利用MALAB的conv命令求两个序列x1=[1 2 3 4]和x2=[4 3 5]的卷积和x1\* x2，并绘制结果图形。

**程序代码:**

x1 = [1 2 3 4];

x2 = [4 3 5];

conv\_result = conv(x1, x2);

% 绘制结果图形

figure;

subplot(3,1,1);

stem(x1);

title('x1');

xlabel('n');

ylabel('x1[n]');

subplot(3,1,2);

stem(x2);

title('x2');

xlabel('n');

ylabel('x2[n]');

subplot(3,1,3);

stem(conv\_result);

title('Convolution of x1 and x2');

xlabel('n');

ylabel('x1[n] \* x2[n]');

**程序运行截图:**



1. 利用MATLAB命令求解离散时间系统

的单位取样响应并绘图。

**程序代码:**

% 系统差分方程系数

b = [0, 0, 1];

a = [5, 6, 10];

% 求解单位取样反应¦

h = impz(b, a);

% 绘制离散时间序列图

n = 0:length(h)-1;

stem(n, h);

xlabel('n');

ylabel('h(n)');

title('离散时间系统的单位取样响应');

**程序运行截图:**



1. 已知某系统的单位取样响应为，利用MATLAB求当激励信号为时，系统的零状态响应并绘图。

**程序代码:**

n = 0:39; % 取样点范围为0到39

h = (7/8).^n .\* (n >= 0 & n <= 9); % 计算单位取样响应

x = [ones(1, 6) zeros(1, 34)]; % 构造激励信号

y = conv(x, h); % 计算系统的零状态响应

% 绘制图形

stem(n, y(1:length(n)), 'filled');

title('System response');

xlabel('n');

ylabel('Amplitude');

**程序运行截图:**

