

实验一 常见离散信号的 MATLAB 产生和图形显示

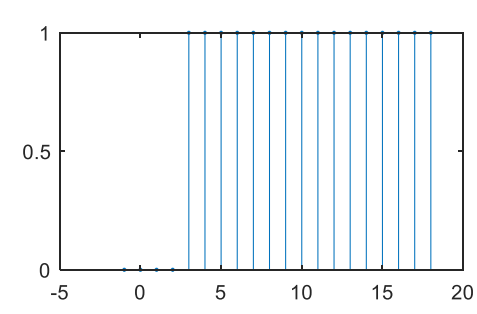
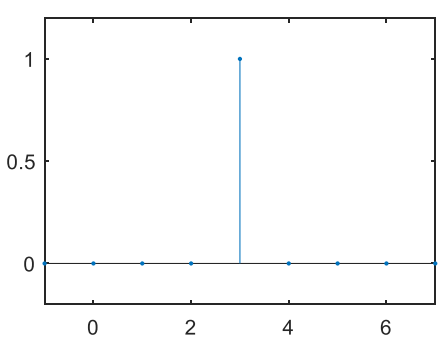
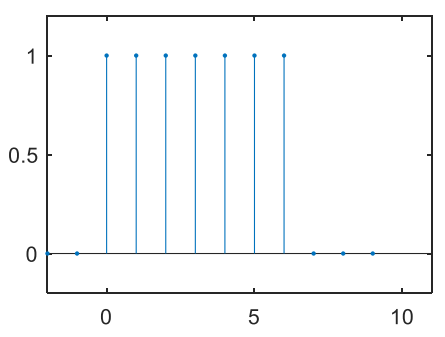
一 实验目的

- 1 熟悉数字信号处理中常用基本序列的 MATLAB 表示；
- 2 掌握序列基本运算的 MATLAB 实现方法；
3. 学习使用 MATLAB 中常用的绘图函数以及实现运算的编程技巧。

二 实验基础

借助 Matlab 的 help 文档，熟悉 stepfun、randn、fliplr、conv、stem、subplot 等函数。学习向量的组合与截取方法。

1 、常用序列的表示

<p>• 单位阶跃序列 $u(n-n_1)$</p> <pre>clear ;close all; n0=input('输入序列起点: n0='); N=input('输入序列长度: N='); n1=input('输入位移: n1='); n=n0:n1+N+5;%计算时间序号 un=(n-n1)>=0; %产生阶跃序列u(n-n1) stem(n,un,'b')</pre> <p>输入序列起点: n0=-1 输入序列长度: N=10 输入位移: n1=3</p>	<p>运行结果:</p> 
<p>• 单位脉冲序列 $\delta(n-n_1)$</p> <pre>clear ;close all; n0=input('输入序列起点: n0='); n1=input('输入脉冲序号: n1='); %n1>n0 n=n0:n1+4;%计算时间序号 delta_n=(n==n1); %产生单位脉冲序列 stem(n,delta_n,'b') axis([n0 n1+4 -0.2 1.2])</pre>	
<p>• 矩形脉冲序列 $R_N(n)$</p> <pre>%产生矩形脉冲序列 clear ;close all; n0=input('输入序列起点: n0=');% n0<0 N=input('输入矩形脉冲序列长度: N=');% N>0 n=n0:N+2;%计算时间序号 RN=(n>=0)&(n<N); %产生矩形脉冲序列 stem(n,RN,'b') axis([n0 N+4 -0.2 1.2])</pre>	

2、序列的基本运算

运 算	数 学 形 式	MATLAB 表述
两序列相加	$y(n) = x_1(n) + x_2(n)$	将两序列时间变量延拓至同长, x_1 和 x_2 成为 x_{1a} 和 x_{2a} , 然后逐点相加求 $y = x_{1a} + x_{2a}$
两序列相乘(加窗)	$y(n) = x_1(n)x_2(n)$	将两序列时间变量延拓至同长, x_1 和 x_2 成为 x_{1a} 和 x_{2a} , 然后逐点相乘求 $y = x_{1a} * x_{2a}$
序列累加(与积分类似)	$y(n) = \sum_{i=ns}^n x(i)$	$y = \text{cumsum}(x)$
右移位 m	$y(n) = x(n-m)$	$y = x$; $ny = nx-m$
对 $n=m$ 点折叠	$y(n) = x(-(n-m))$	$y = \text{fliplr}(x)$; $ny = \text{fliplr}(-(nx-m))$ fliplr 为左右翻转函数
长 M 的周期延拓	$y(n) = x((n))_M$	$ny = \text{nsy:nfy}$; $y = x(\text{mod}(ny, M)+1)$;
两序列的卷积	$y(n) = x_1(n) \otimes h_1(n)$	$y = \text{conv}(x_1, x_2)$
序列的能量	$E = \sum_{n=ns}^{nf} x(n)x^*(n)$	$E = x * \text{conj}(x)'$ 或 $E = \text{sum}(\text{abs}(x).^2)$
两序列的相关	$y(m) = \sum_{n=ns}^{nf} x_1(n)x_2(n-m)$	$y = \text{xcorr}(x_1, x_2)$
序列的傅里叶变换		$X = \text{fft}(x, N)$
序列通过线性系统	差分方程求解	$y = \text{filter}(B, A, x)$

例 1: 序列的相加和相乘。

为了说明表中前两项的算法, 给出两个序列 $x_1(n)$ 和 $x_2(n)$ 。

$x_1 = [0, 1, 2, 3, 4, 3, 2, 1, 0]$; $n_1 = [-2:6]$;

$x_2 = [2, 2, 0, 0, 0, -2, -2]$; $n_2 = [2:8]$;

现在要求它们的和 y_a 及乘积 y_p 。

解: 程序示例:

```

x1=[0,1,2,3,4,3,2,1,0];ns1=-2;           % 给定 x1 及 ns1
x2=[2,2,0,0,0,-2,-2]; ns2=2;             % 给定 x2 及 ns2
nf1=ns1+length(x1)-1; nf2=ns2+length(x2)-1;
ny= min(ns1,ns2):max(nf1,nf2);           % y(n) 的时间变量
xa1 = zeros(1,length(ny)); xa2 = xa1;     % 延拓序列初始化
xa1(find((ny>=ns1)&(ny<=nf1))==1)=x1;     % 给 xa1 赋值 x1
xa2(find((ny>=ns2)&(ny<=nf2))==1)=x2;     % 给 xa2 赋值 x2
ya = xa1 + xa2                           % 序列相加
yp = xa1.* xa2                           % 序列相乘
subplot(4,1,1), stem(ny,xa1,'.')         % 绘图
subplot(4,1,2), stem(ny,xa2,'.')
line([ny(1),ny(end)], [0,0])              % 画 x 轴
subplot(4,1,3), stem(ny,ya,'.')
line([ny(1),ny(end)], [0,0])
subplot(4,1,4), stem(ny,yp,'.')
line([ny(1),ny(end)], [0,0])

```

例 2: 序列的截取。

使用矩形脉冲序列截取复正弦序列 $e^{j\frac{\pi}{8}n}$ 的一部分。

```
clear; close all
n0=input('输入序列起点:n0=');
N=input('输入序列长度:N=');
n1=input('输入位移:n1=');
n=n0:n1+N+5; % 生成时间变量数组
u=[(n-n1)>=0]; % 产生单位阶跃序列 (u(n-n1))
x1=[(n-n1)>=0]-[(n-n1-N)>=0]; % 用阶跃序列之差产生矩形序列
x2=[(n>=n1)&(n<(N+n1))]; % 用逻辑式产生矩形序列
x3=exp(j*n*pi/8). *x2; % 对复正弦序列加矩形窗 (元素群乘)
subplot(2,2,1);stem(n,x1,'. ');
xlabel('n');ylabel('x1(n)'); % 标注
axis([n0,max(n),0,1]); % 定坐标范围
subplot(2,2,3);stem(n,x2,'. ');
xlabel('n');ylabel('x2(n)'); % 标注
axis([n0,max(n),0,1]); % 定坐标范围
subplot(2,2,2);stem(n,real(x3),'. ');
xlabel('n');ylabel('x3(n)的实部'); % 标注
line([n0,max(n)], [0,0]); % 画横轴
axis([n0,max(n),-1,1]); % 定坐标范围
subplot(2,2,4);stem(n,imag(x3),'. ');
xlabel('n');ylabel('x3(n)的虚部'); % 标注
line([n0,max(n)], [0,0]); % 画横轴
axis([n0,max(n),-1,1]); % 定坐标范围
```

例 3: 序列的移位和周期延拓运算。

已知 $x(n)=0.8^n R_8(n)$, 利用 MATLAB 生成并图示 $x(n)$, $x(n-m)$, $x((n))_8 R_N(n)$ ($x((n))_8$ 表示 $x(n)$ 以 8 为周期的延拓) 和 $x((n-m))_8 R_N(n)$, 其中 $N=24$, m 为一个整常数, $0<m<N$ 。

```
clear;close all
N=24;M=8;
m=input('输入移位值: m=');
if (m<1|m>=N-M+1) % 检验输入参数 m 是否合理
    fprintf('输入数据不在规定范围内! '); break
end
n=0:N-1;
x1=(0.8).^n; x2=[(n>=0)&(n<M)]; % 产生 x(n)
xn=x1.*x2;
xm=zeros(1,N); % 设定 xm 的长度
for k=m+1:m+M
    xm(k)=xn(k-m);
end
xc=xn(mod(n,8)+1); % 产生 x(n) 的周期延拓
xcm=xn(mod(n-m,8)+1); % 产生 x(n) 移位后的周期延拓
...
```

三 实验内容

1. 编程产生如下序列并绘图。

(1) $x_{11}(n) = R_{10}(n)$ 宽度为 10 的矩形脉冲序列

(2) $x_{12}(n) = \delta(n) + 2.5\delta(n-1) + 2.5\delta(n-2) + \delta(n-3)$

(3) $x_{13}(n) = 5\sin(0.1\pi n)$ 计算序列的周期， n 取该正弦序列的三个周期长度；对正弦序列叠加均值为 0，方差为 1 的高斯白噪声并对结果绘图。

(提示：高斯白噪声使用 `randn` 函数，用法可使用指令：`help randn` 查找。)

2. 已知 $x_{21}(n) = n \times R_{10}(n)$ ，编程实现如下运算，并对结果绘图。

(1) $y_{21}(n) = x_{21}(-n)$

(2) $y_{22}(n) = [y_{21}(n-2) + x_{21}(n)]u(n+2)$

(3)
$$y_{23}(n) = \sum_{m=0}^3 x_{21}(n-15m)$$

(4) $y_{24}(n) = x_{21}(n) * y_{22}(n)$ *表示序列卷积和

3*. 根据卷积和运算的定义使用 MATLAB 语言编程实现有限长序列的线性卷积和运算，并与 `conv` 函数计算结果比较以检验程序的正确性。

四 实验报告要求

1. 实验报告中简述实验目的和实验原理要点。

2. 实验内容部分要求给出必要的理论分析依据和计算过程，实验代码，输出图形。

3. 总结实验中用到的 MATLAB 函数及功能。

4. 报告中除程序代码和程序输出结果和绘图外，其余部分必须手写。（统一 A4 纸左侧装订）