

实验一 常见信号观测

一、实验名称：

MATLAB 常见信号观测

二、实验目的：

1. 在了解 MATLAB 这个软件的基本应用之后，学习用 MATLAB 描述常用信号的方法
2. 掌握连续时间信号和离散时间信号的描述
3. 学会用向量和符号表示法
4. 掌握信号的时域变换方法

三、实验原理：

1、连续时间信号

所谓连续时间信号，是指自变量的取值范围是连续的，且对于一切自变量的取值，除了有若干不连续点以外，信号都有确定的值与之对应的信号。从严格意义上来讲，MATLAB 并不能处理连续信号，在 MATLAB 中，是用连续信号在等时间间隔点的样值来近似地表示连续信号的，当取样时间间隔足够小时，这些离散的样值就能较好地近似出连续信号。在 MATLAB 中连续信号可用向量或符号运算功能来表示。

(1) 向量表示法

对于连续时间信号 $f(t)$ ，我们可以用两个行向量 f 和 t 来表示，其中向量 t 是行如 $t=t_1:p:t_2$ 的 MATLAB 命令定义的时间范围向量， t_1 为信号起始时间， t_2 为中止时间， p 为时间间隔。向量 f 为连续信号 $f(t)$ 在向量 t 所定义的时间点上的样值。例如对于连续信号 $f(t)=\sin(t)$ ，我们可以用如下两个向量来表示：

```
t=-10:1.5:10;
```

```
f=sin(t)
```

(2) 符号运算表示法

如果信号可以用一个符号表达式来表示它，则我们可用 `ezplot` 命令绘制出信号的波形。例如对于连续信号 $f(t)=e^{-t/2}$ ，我们可以用符号表达式表示为：

```
syms t
```

```
f=sym('exp(-t/2)')
```

$f = \exp(-t/2)$

然后用 `ezplot` 命令绘制其波形: `ezplot(f,[-6, 6])`

利用上面两种表达方式我们可以描述出很多种连续信号,常用的信号有:阶跃信号,门信号,斜线信号,指数信号等等。

二、离散时间信号

一般说来,离散时间信号用 $f(k)$ 表示,其中变量 k 为整数,代表离散的采样时间点。

$f(k)$ 可表示为:

$$f(k) = \{ \dots, f(-2), f(-1), f(0), f(1), f(2), \dots \}$$

$\uparrow k=0$

在 MATLAB 中,用一个向量 f 即可表示一个有限长度的序列。但是,这样的向量并没有包含其对应的时间序号信息。所以,要完整地表示一个离散信号需要用两个向量。

如序列: $f(k) = \{1, 2, -1, 3, 2, 4, -1\}$

$$\uparrow k=0$$

在 MATLAB 中应表示为:

$k = [-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3]$ 或是 $k = -3:3$;

$f = [1, 2, -1, 3, 2, 4, -1]$

在用 MATLAB 表示离散序列并将其可视化时,我们要注意以下几点:第一,与连续时间信号不同,离散时间信号无法用符号运算来表示;第二,由于在 MATLAB 中,矩阵的元素个数是有限的,因此, MATLAB 无法表示无限序列;第三,在绘制离散信号波形时,要使用专门绘制离散数据的 `stem` 命令,而不是 `plot` 命令。如对于上面定义的二向量 f 和 k ,可用如下 `stem` 命令绘图: `stem(k, f)`,

同样的,单位阶跃序列,正弦序列,离散时间指数序列等的离散信号我们都可以用类似的方法描述并绘制出图形。

本节使用了 `plot`、`stem` 和 `ezplot` 这几个绘图命令(显示连续信号中的不连续点用 `stairs` 命令绘图),在绘制连续信号时要得到光滑曲线用 `plot` 命令;绘制离散信号则要用 `stem` 命令;绘制用 MATLAB 符号表达式表示的信号用 `ezplot` 命令。

三、信号的时域变换

信号的时域变换包括信号的平移、反折、倒相及信号的尺度变换。我们就分别介绍连续时间信号和离散时间信号的各种时域变换。

1、连续信号的时域变换

如前所述，MATLAB 可以有两种方法来表示连续信号。用这两种方法均可实现连续信号的时域变换，但用符号运算的方法则较为简便。

(1) 移位

对于连续信号 $f(t)$ ，若有常数 $t_0 > 0$ ，延时信号 $f(t-t_0)$ 是将原信号沿正 t 轴方向平移时间 t_0 ，而 $f(t+t_0)$ 是将原信号沿负 t 轴方向移动时间 t_0 。我们可用下面的命令来实现连续信号的平移及其结果可视化，其中 f 是用符号表达式表示的连续时间信号， t 是符号变量，subs 命令则将连续信号中的时间变量 t 用 $t-t_0$ 替换：

```
y=subs(f, t, t-t0);  
ezplot(y)
```

(2) 反折

连续信号的反折，是指将信号以纵坐标为轴反折，即将信号 $f(t)$ 中的自变量 t 换为 $-t$ 。实现如下：

```
y=subs(f, t, -t);  
ezplot(y)
```

(3) 尺度变换

连续信号的尺度变换，是指将信号的横坐标进行展宽或压缩变换，即将信号 $f(t)$ 中的自变量 t 换为 at ，当 $a > 1$ 时，信号 $f(at)$ 以原点为基准，沿横轴压缩到原来的 $1/a$ ；当 $0 < a < 1$ 时，就展宽至原来的 $1/a$ 倍。实现如下：

```
y=subs(f, t, *t);  
ezplot(y)
```

(4) 倒相

连续信号的倒相是指将信号 $f(t)$ 以横轴为对称轴对折得到 $-f(t)$ 。实现如下：

```
y=-f;  
ezplot(y)
```

对于以上的命令，可在画图命令之后加入坐标轴的调整的命令(即加入 axis() 命令)，以使画出的图形更清晰、直观。

2、离散时间序列的时域变换

与连续信号不同的是，在 MATLAB 中，离散序列的时域变换不能用符号运算来实现，而必须用向量表示的方法，即在 MATLAB 中离散序列的变换需表示成两个向量的变换。

(1) 离散序列反折

离散序列的反折，即是将表示离散序列的两向量以零时刻的取值为基准点，以纵轴为对称轴反折，向量的反折可用 MATLAB 中的 `fliplr` 函数来实现，具体实现如下：

```
function [f,k]=lsfz(f1,k1)

f=fliplr(f1); k=-fliplr(k1);    %调用此函数实现向量 f1 和 k1 的反折

stem(k,f,'filled')

axis([min(k)-1,max(k)+1,min(f)-0.5,max(f)+0.5])
```

(2) 离散序列的平移

离散序列的平移可看作是将离散序列的时间序号向量平移，而表示对应时间序号点的序列样值不变，当序列向左移动 k_0 个单位时，所以时间序号向量都减小 k_0 个单位，反之则增加 k_0 个单位。实现如下：

```
function [f,k]=lsyw(ff, kk, k0)

k=kk+k0;

f=ff;

stem(k,f,'filled')

axis([min(k)-1,max(k)+1,min(f)-0.5,max(f)+0.5])
```

(3) 离散序列的倒相

离散序列的倒相可看作是将表示序列样值的向量取反，而对应的时间序号向量不变，得到的离散时间序列。实现如下：

```
function [f,k]=lsdx(ff,kk)

f=-ff;

k=kk;

stem(k,f,'filled')

axis([min(k)-1,max(k)+1,min(f)-0.5,max(f)+0.5])
```

这些时域变换，我们可以把我们在第一节中描述过的信号带入其中，来看看信号时域变换的结果如何。除此以外，我们通过时域变换也可以锻炼我们描述信号的能力，一些复杂信号，往往都是一些简单信号经过一系列的时域变换得到。

四、实验设备

计算机 MATLAB 软件

五、实验内容：

1、在 MATLAB 中连续信号的向量或符号运算功能来表示

(1) 向量表示法

采用两个向量的表示方法用 Matlab 画出连续信号 $f(t)=\sin(t)$ 的图形

```
clear all;
clc;
t= -10: 1.5:10;   %%%
f=sin(t);
plot(t, f);
title('f(t)=sint');
xlabel('t');
axis([-10, 10, -1.1, 1.1]);
```

(2) 符号运算表示法

用 Matlab 符号表达式来表示连续信号 $f(t)=e^{-t/2}$ 的图形

```
clear all;
clc;
syms t
f=sym('exp(-t/2)')
f= exp(-t/2)
ezplot(f, [-6, 6])
```

2、在 MATLAB 中离散时间信号描述：

表示序列： $f(k)=\{1,2,-1,3,2,4,-1\}$

$\uparrow k=0$

3、用 Matlab 语言描述并绘制矩形脉冲信号、指数序列、单位脉冲序列、

(1) 矩形脉冲信号： $y=\text{rectpuls}(t,\text{width})$

```
clear all;
clc;
width=2;
t=-2:0.001:3;
ft=rectpuls(t,width);
plot(t,ft);
```

```
grid on;
ylim([-0.5 1.5])
```

(2) 指数序列: $f_k = 2 \times (-1.6)^k$

```
clear all;
clc;
k=0:10;A=2;a=-1.6;
fk= A*a.^k;
stem(k,fk)
```

(3) 单位脉冲序列

零矩阵函数 `zeros(1,N)` 产生一个由 N 个零组成的列向量,

```
clear all;
clc;
k=-50:50;
delta=[zeros(1,50),1,zeros(1,50)];
stem(k,delta)
```

(4) 单位阶跃序列

...0000000111111111...

零矩阵函数 `zeros(1,N)` 产生一个由 N 个零组成的列向量, `ones(1,N)` 产生一个由 N 个 1 组成的列向量

```
clear all;
clc;
k=-50:50;
uk=[zeros(1,50),ones(1,51)];
stem(k,uk)
```

4、连续信号的时域变换

假设 $f(t)$ 的波形如图 1 所示, 请用 Matlab 语言画出 $f(t-2)$ 、 $f(3t)$ 、 $f(-t)$ 的波形图。

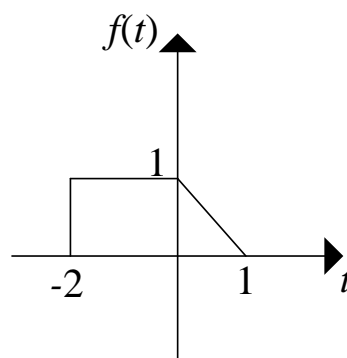


图 1 $f(t)$ 的波形图

```

%%%%%%%%
function f1=func(t)
f1 = 1.*(t>=-2 & t<0) + (1-t).*(t>=0 & t<=1) + 0.*(t<-2 | t>1);
end
clear all;
t=-4:0.01:4;
ft1=func(t-2);
subplot(2,2,1);
plot(t,ft1,'b','Linewidth',2);
xlabel('(a) f(t-2) ');
grid on;
axis([-4 4 -0.5 2]);

ft2=func(3*t);
subplot(2,2,2);
plot(t,ft2,'b','Linewidth',2);
xlabel('(b) f(3t) ');
grid on;
axis([-2 4 -0.5 2]);
ft3=func(-t);
subplot(2,2,3);
plot(t,ft3,'b','Linewidth',2);
xlabel('(c) f(-t) ');
grid on;
axis([-2 4 -0.5 2]);
ft4=func(-3*(t+2/3));
subplot(2,2,4);
plot(t,ft4,'b','Linewidth',2);
xlabel('(d) f(-3t-2) ');
grid on;
axis([-2 4 -0.5 2]);

```