北京交通大学

信号与系统

主讲人：陈后金

电子信息工程学院

信号时域分析的MATLAB实现

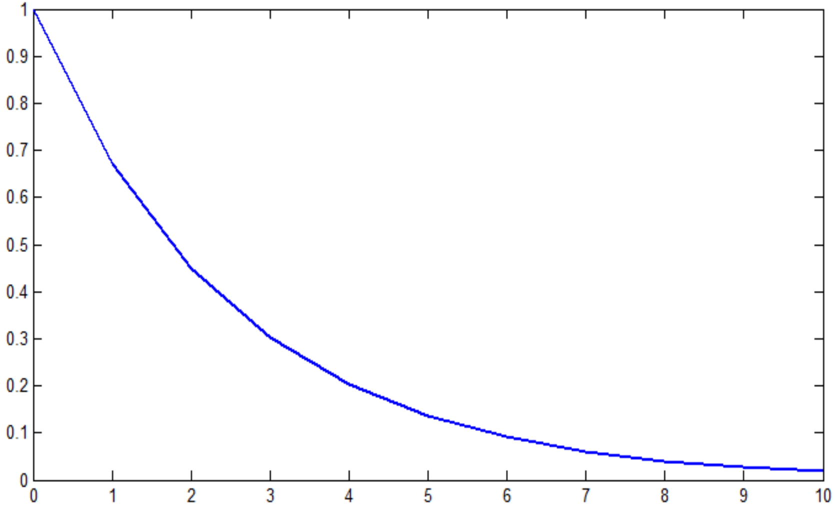
※ 利用MATLAB产生基本信号

※ 利用MATLAB实现基本运算

利用MATLAB产生基本信号

指数信号Ae^{at}　　xt = A*exp(a*t);

```
t=0: 0.01: 10;
A=1;
a= –0.4;
xt=A*exp(a*t);
plot(t, xt)
```

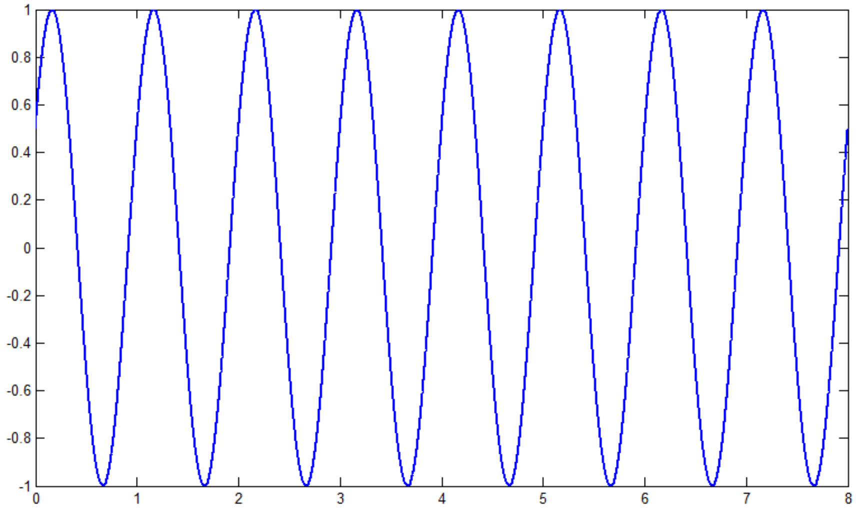


利用MATLAB产生基本信号

正弦类信号$A\cos(\omega_0 t+\varphi)$或$A\sin(\omega_0 t+\varphi)$

xt=A*cos(w0*t+phi) 或 xt=A*sin(w0*t+phi)

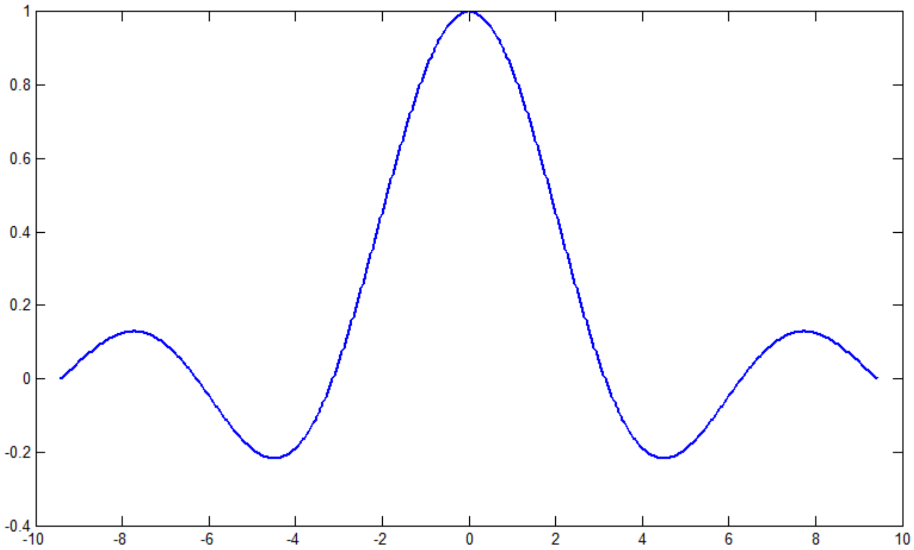
```
A=1;
w0=2*pi;
phi=pi/6;
t=0:0.001:8;
xt=A*sin(w0*t+phi);
plot(t, xt)
```



利用MATLAB产生基本信号

抽样信号Sa(t)　　　　xt=sinc(t);

```
t=–3*pi: pi/100: 3*pi;
xt=sinc(t/pi);
plot(t, xt)
```

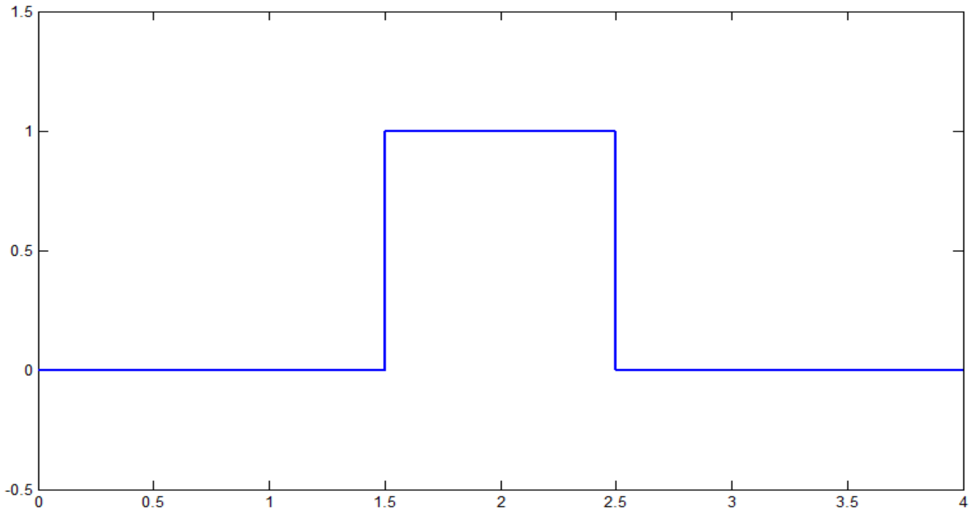


利用MATLAB产生基本信号

矩形脉冲信号　　　　xt = rectpuls(t, width);

用以产生一个幅度为1，宽度为width以零点为对称的矩形波。

```
t=0: 0.001: 4;
T=1;
xt=rectpuls(t–2*T, T);
plot(t, xt)
```

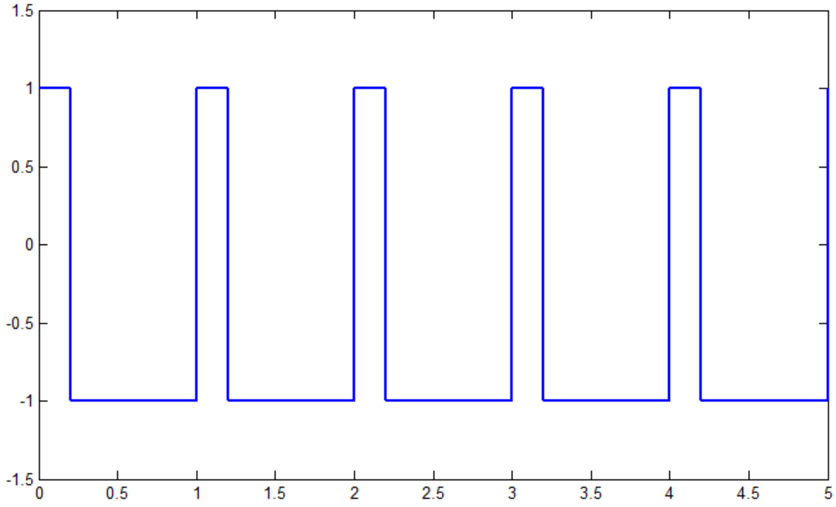


利用MATLAB产生基本信号

周期方波信号　　　　xt= square(w0*t, duty_cycle) ;

用以产生一个幅度是+1和–1，基波频率为ω_0，即周期$T = 2\pi / \omega_0$的方波信号。

```
t=0: 0.0001: 5;
A=1; T=1; w0=2*pi/T;
ft=A*square(w0*t,20);
plot(t, ft)
```

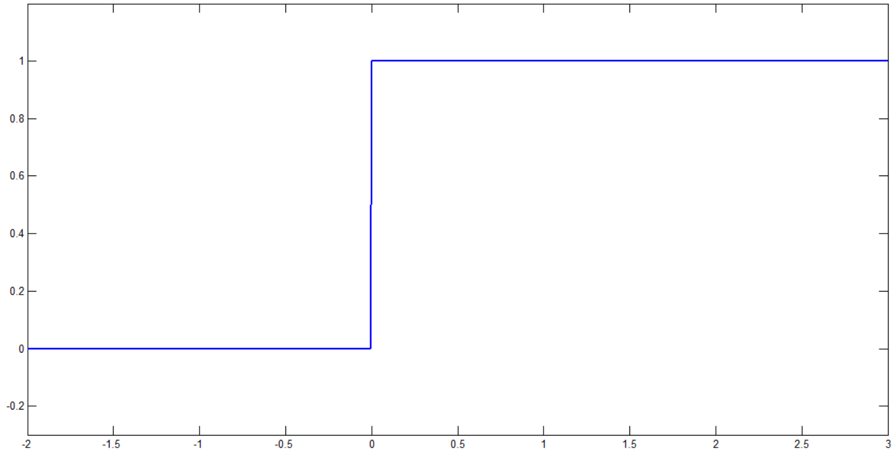


利用MATLAB产生基本信号

单位阶跃信号　　　　ut =stepfun(t, t0);

t是以向量形式表示的变量，t0表示信号发生突变的时刻。

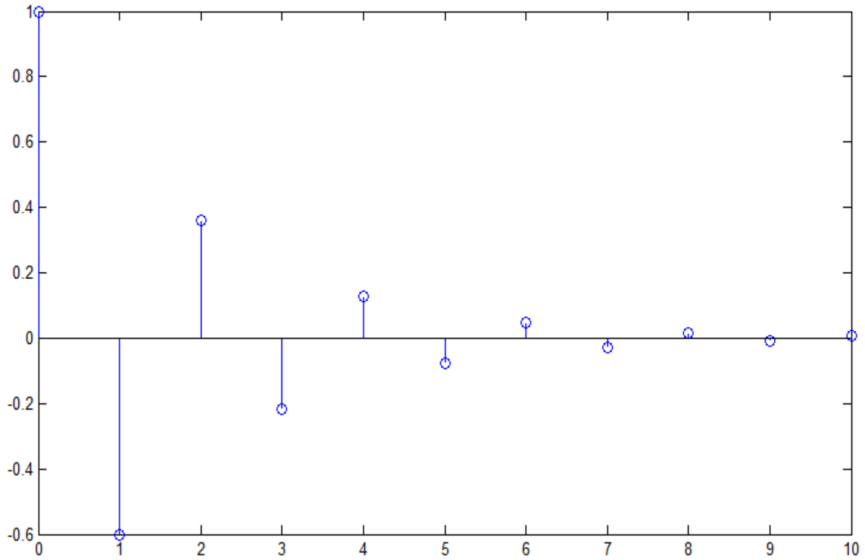
```
t=-2:0.01:3;
t0=0;
ut=stepfun(t,t0);
plot(t,ut)
```



利用MATLAB产生基本信号

指数序列a^k　　利用数组幂运算xk=a.^k;

```
A=1;
k=0:10;
a=–0.6;
xk=A*a.^k;
stem(k, xk)
```

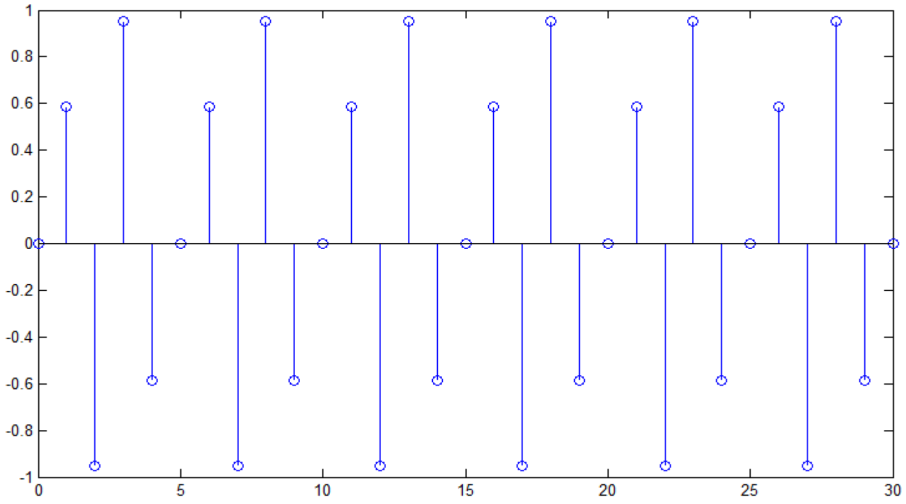


利用MATLAB产生基本信号

正弦类信号 $A\cos(\Omega k+\varphi)$ 或 $A\sin(\Omega k+\varphi)$

xk=A*cos(omega*k+phi) 或 xk=A*sin(omega*k+phi)

```
k=0:30;
xk= sin(4*pi/5*k);
stem(k, xk)
```



利用MATLAB产生基本信号

连续正弦类信号$\cos(\omega_0 t)$与离散正弦类信号$\cos(\Omega_0 k)$关系分析

$$\cos(\omega_0 t)\big|_{t=kT} = \cos(\omega_0 \times T \times k) = \cos(\Omega_0 k)$$，其中 $\Omega_0 = \omega_0 \times T$

讨论： 当 (1) $\dfrac{\Omega_0}{2\pi} = \dfrac{1}{N}$ (2) $\dfrac{\Omega_0}{2\pi} = \dfrac{2}{N}$ (3) $\dfrac{\Omega_0}{2\pi} = \dfrac{3}{N}$ 时，

对比$\cos(\omega_0 t)$与$\cos(\Omega_0 k)$波形，分析有何结论?

利用MATLAB产生基本信号

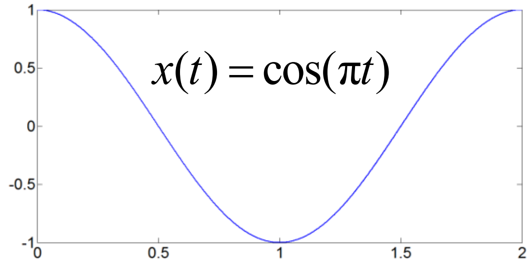
已知连续信号 $x(t)=\cos(\pi t)$，当抽样间隔T分别取0.08、0.16和0.24时，对应离散信号序列分别为

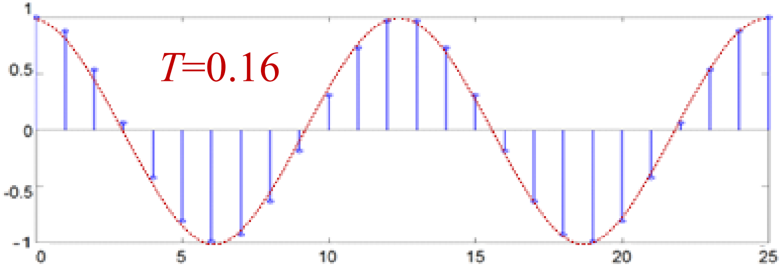
$$x_1[k]=\cos(\Omega_1 k)=\cos(0.08\pi k)$$
$$x_2[k]=\cos(\Omega_2 k)=\cos(0.16\pi k)$$
$$x_3[k]=\cos(\Omega_3 k)=\cos(0.24\pi k)$$

$$\frac{\Omega_1}{2\pi}=\frac{0.08\pi}{2\pi}=\frac{1}{25} \qquad \frac{\Omega_2}{2\pi}=\frac{0.16\pi}{2\pi}=\frac{2}{25} \qquad \frac{\Omega_3}{2\pi}=\frac{0.24\pi}{2\pi}=\frac{3}{25}$$

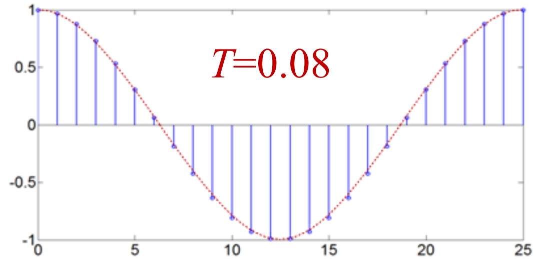
可见三个离散余弦信号的周期都为 $N=25$ 。

利用MATLAB产生基本信号

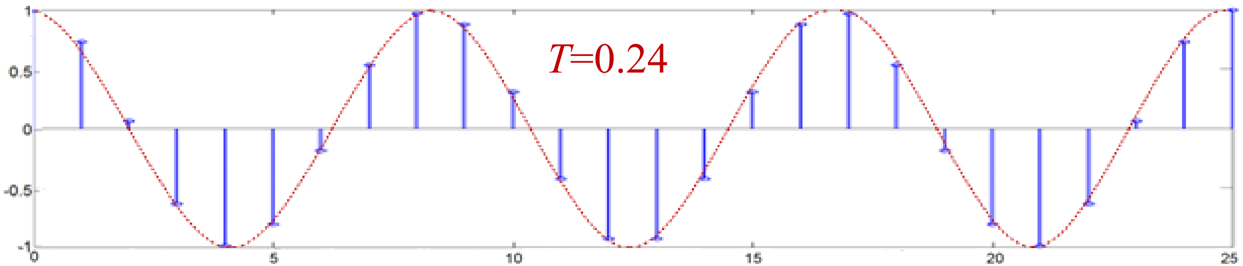




$x_2[k]=\cos(0.16\pi k)$



$x_1[k]=\cos(0.08\pi k)$



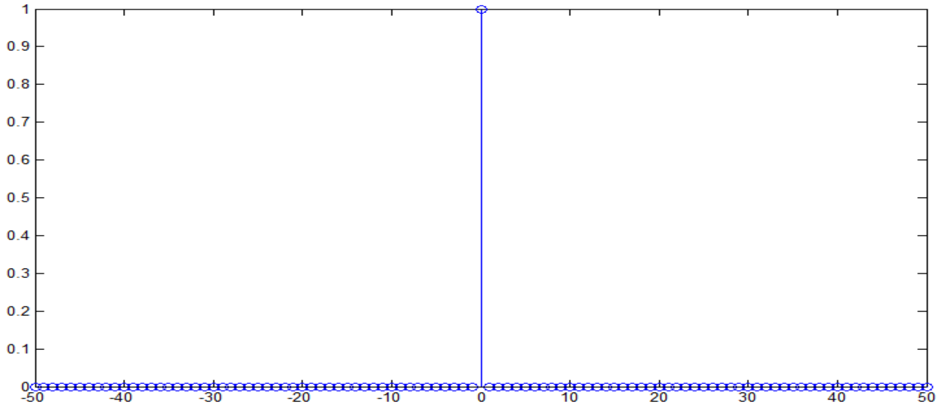
$x_3[k]=\cos(0.24\pi k)$

结论：当满足 $\Omega/2\pi=M/N$，且N、M是不可约正整数，则N为离散余弦序列的周期，而M表示离散余弦序列一个周期N内包含原连续周期余弦信号的周期数。

利用MATLAB产生基本信号

单位脉冲序列　　　　用零矩阵函数zeros表示;

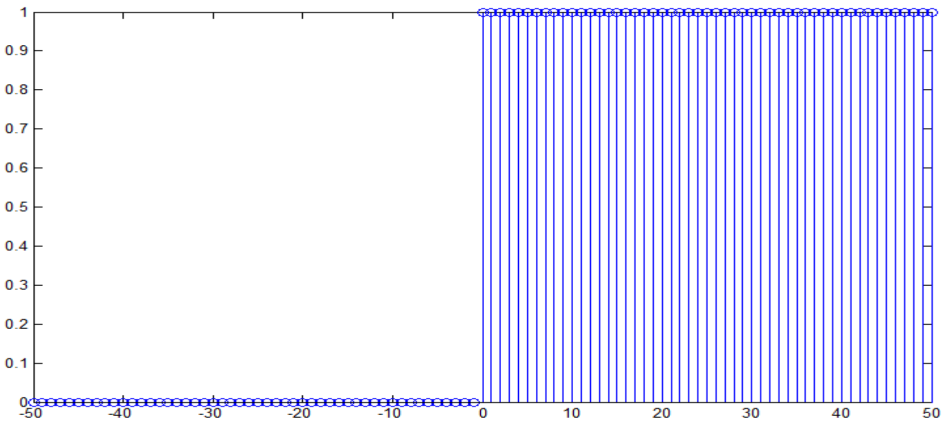
```
k= -50: 50;
delta=[zeros(1,50),1,zeros(1,50)]
stem(k,delta)
```



利用MATLAB产生基本信号

单位阶跃序列　　　　用单位矩阵函数ones表示;

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

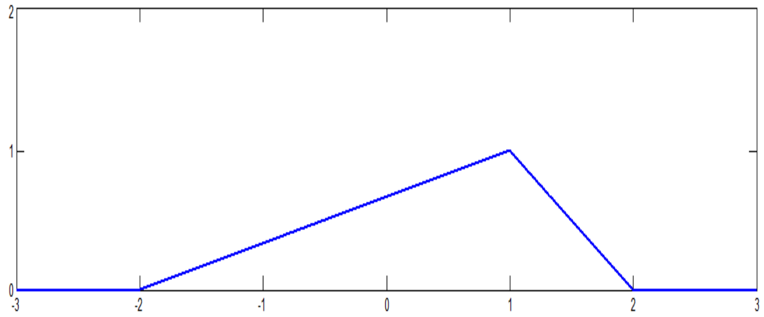


利用MATLAB实现基本运算

连续时间信号的尺度变换、翻转、时移（平移）

已知三角波$x(t)$，利用MATLAB画出的$x(2t)$和$x(2-2t)$ 波形

```
t=-3:0.001:3;
ft=tripuls(t,4,0.5);
plot(t, ft);
```

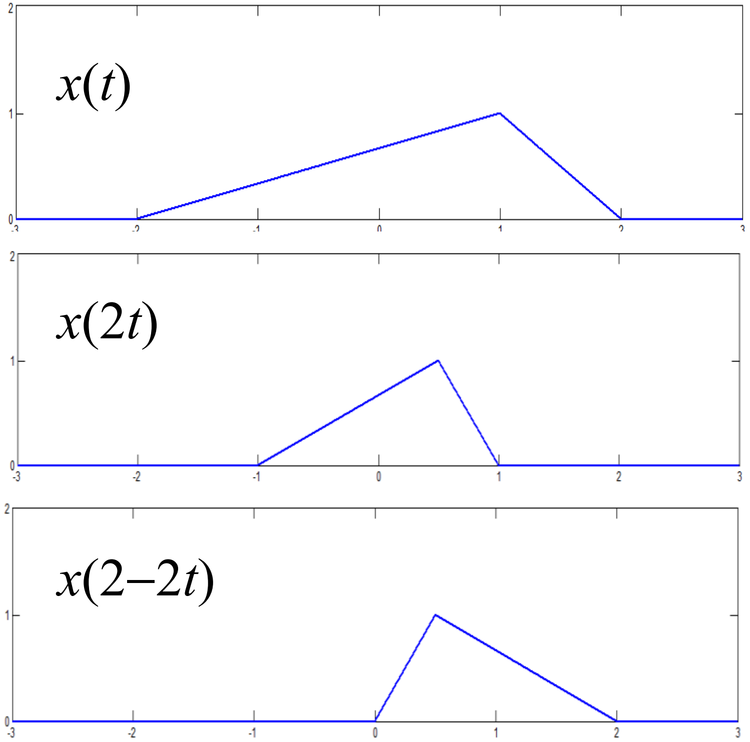


$x(t)$

利用MATLAB实现基本运算

已知三角波$x(t)$，利用MATLAB画出的$x(2t)$和$x(2-2t)$ 波形

```
t=–3:0.001:3;
ft1=tripuls(2*t,4,0.5);
subplot(2,1,1)
plot(t,ft1)
title('x(2t)')
ft2=tripuls((2–2*t),4,0.5);
subplot(2,1,2)
plot(t,ft2)
title('x(2–2t)')
```



利用MATLAB实现基本运算

离散时间序列的尺度变换

- 实现M倍抽取的MATLAB语句

```
xD=x(1:M:end);
```

- 实现L倍内插的MATLAB语句

```
xI=zeros(1,L*length(x));
xI(1:L:end)=x;
```

利用MATLAB实现基本运算

离散时间序列的抽取运算

原信号x

```
[x,Fs,bits] = wavread('我的祖国');
% Fs=22,050 Hz
```

4倍抽取后信号x1

```
x1=x(1:4:end);
% Fs=22,050/4 Hz
```

8倍抽取后信号x2

```
x2=x(1:8:end);
% Fs=22,050/8 Hz
```

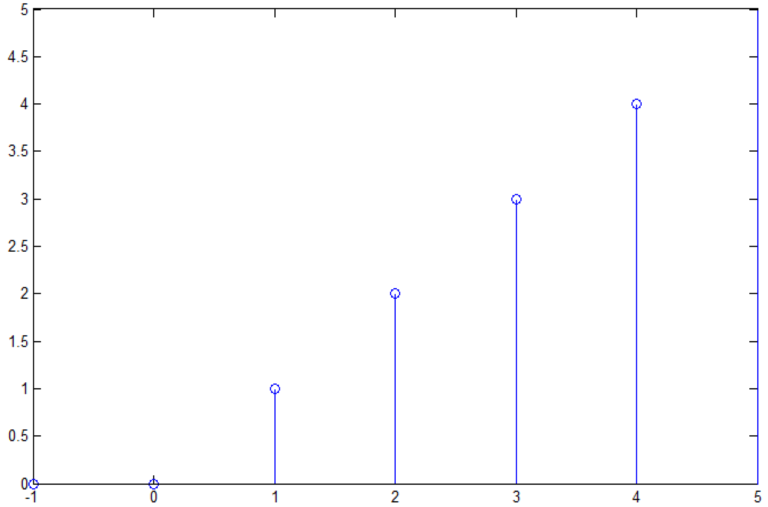
利用MATLAB实现基本运算

信号的相加与相乘

相加用算术运算符“+”实现

相乘用数组运算符“.*”实现

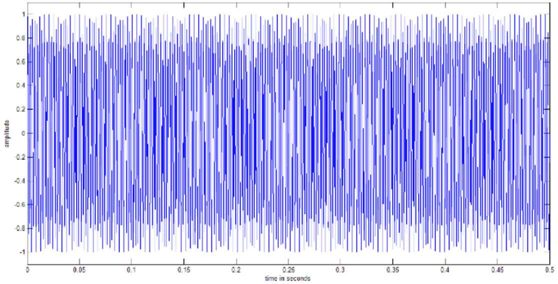
```
k=-1:5;
x=(k>=0);
stem(k,x.*k)
```



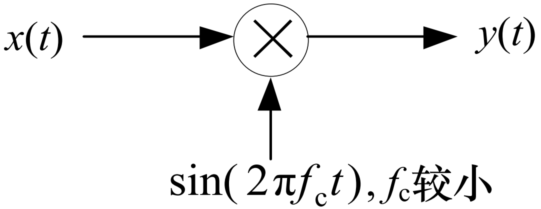
$r[k]$

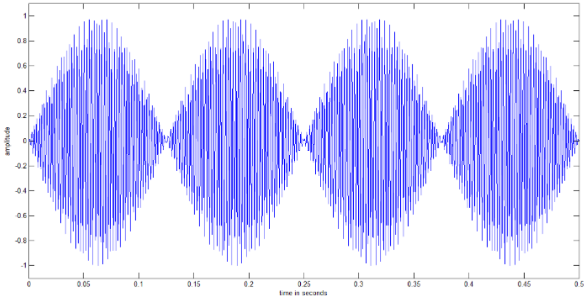
利用MATLAB实现基本运算

[例]440Hz正弦乘以4Hz正弦波（震音）

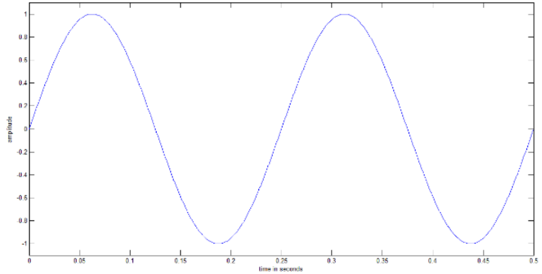


440Hz正弦波





震音处理后



4Hz正弦波

利用MATLAB实现基本运算

```
fs1=4;fs2=440;
t=linspace(0,2/fs1,1000);
y1=sin(2*pi*fs1*t);
y2=sin(2*pi*fs2*t);
y=y1.*y2;
subplot(2,2,1);
plot(t,y1);
subplot(2,2,2);
plot(t,y2);
subplot(2,2,3);
plot(t,y);
```

利用MATLAB实现基本运算

连续信号的微分与积分
离散序列的差分与求和

- 微分 y=diff(function)/h; %h为数值计算所取时间间隔

求函数function的一阶导数；

- 定积分 quad('function_name',a,b);

function_name为被积函数名，a和b指定积分区间。

- 差分 y=diff(f);
- 求和 y=sum(f(k1: k2));

利用MATLAB实现基本运算

[例] 已知三角波$x(t)$，画出其微分与积分的波形。

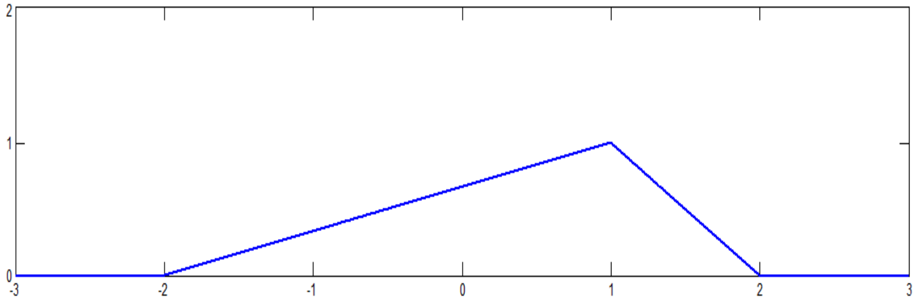
```
function yt=tri(t)
yt=tripuls(t,4,0.5)

%微分
h=0.001;
t=–3:h:3;
y1=diff(tri(t))/h;
plot(t(1:length(t)–1),y1)
```

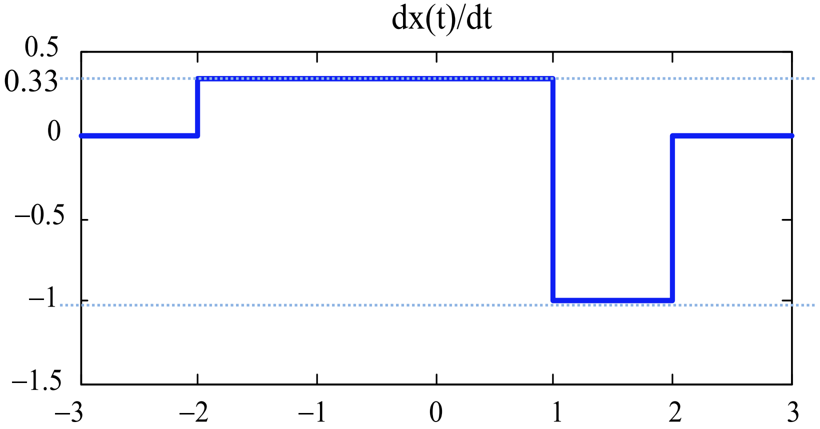
```
%积分
t= –3:0.1:3;
for x=1:length(t)
   y2(x)=quad('tri', –3,t(x));
end
plot(t,y2)
```

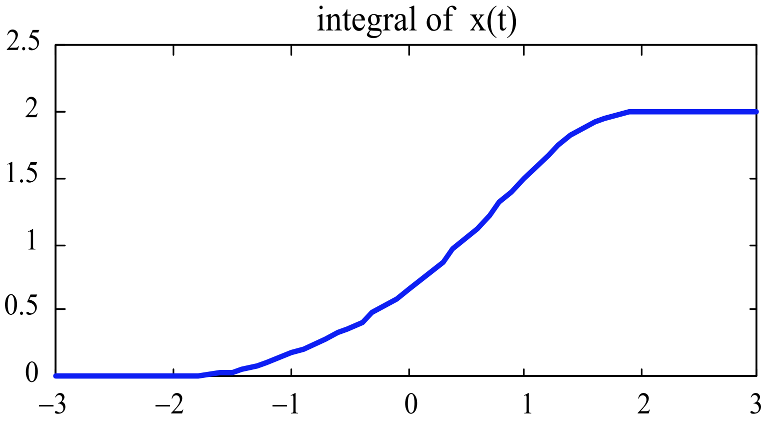
利用MATLAB实现信号的基本运算

三角波$x(t)$微分与积分的波形



$x(t)$





利用MATLAB实现基本运算

[例] 已知离散序列$x[k]$={1,2,3,4,k=0,1,2,3}，画出其差分与求和的波形。

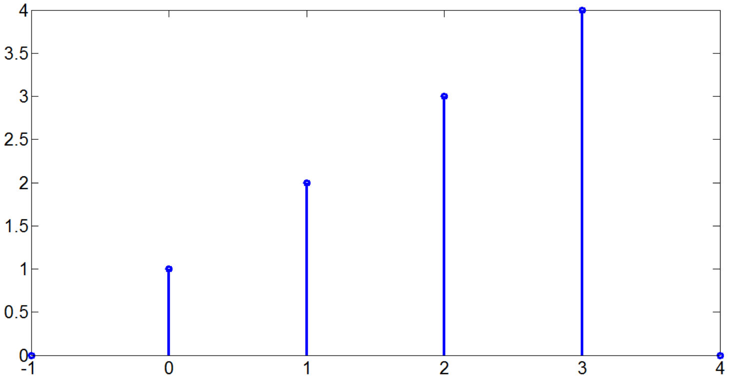
```
%x[k]
k=-1:4;
x=[0,1,2,3,4,0];
stem(k,x)

%差分
k1=-1:4;
x=[0,1,2,3,4,0];
y=diff(x);
stem(k1,y)
```

```
%求和
k=-1:4;
x=[0,1,2,3,4,0]
for i=1:length(k)
    y(i)=sum(x(1:i));
end
```

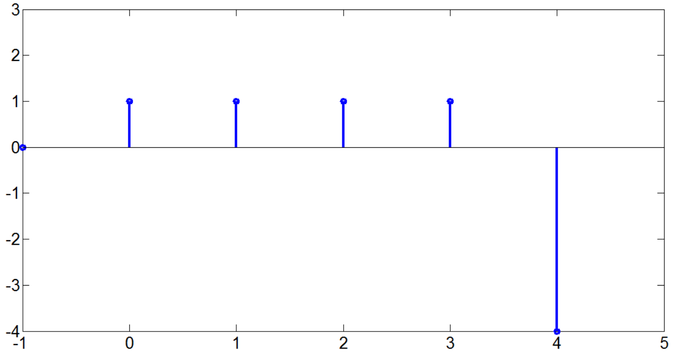
利用MATLAB实现信号的基本运算

离散序列$x[k]$差分与求和的波形

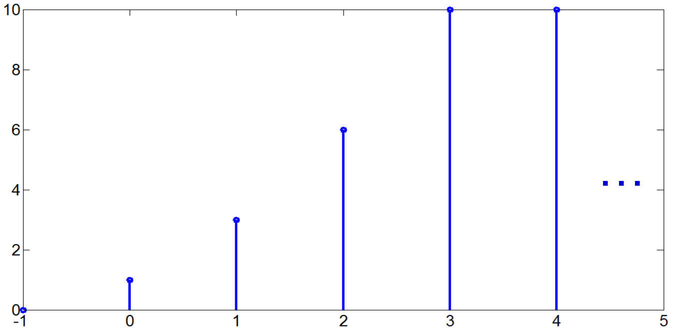


$x[k]$

差分



求和



谢　谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事、同行、朋友的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！