

期末考试

- **时间： 2018-01-18 08:30-10:30**
- **地点： H4203**
- **注意事项： 按指示落座，请带一卡通、草稿纸。可带计算器(实际用不着)**

MATLAB简介

张祥朝

光科学与工程系

2018-1-4

- **MATLAB:** 由MATrix和LABoratory两个词的前三个字母组合而成的，意为“矩阵实验室”。是一个高性能的科技计算软件，在数值计算方面独占鳌头，广泛应用于数学计算、建模、仿真和数据分析处理及工程作图。
- 简单易学-演算纸式的科学算法语言
- Matlab具有丰富的数值计算功能
- 具有若干功能强大的应用工具箱
- 具有良好的图视功能
- 使用方便，具有很好的扩张功能

主要特点

- 简单易学-演算纸式的科学算法语言

例如，求 $\sqrt{5}$ 。

用matlab求解如下：

```
>>a=sqrt(5)
```

```
a=
```

```
2.2361
```

```
>>fprintf(1,'a=%5.3f\n',a)
```

```
a=2.236
```

用 C 语言编程如下：

```
#include "math.h"
main()
{
    float a;
    a=sqrt(5);
    printf( "a=5.3f\n" ,a)
}
```

结果为： a=2.236

- MATLAB具有丰富的数值计算功能。

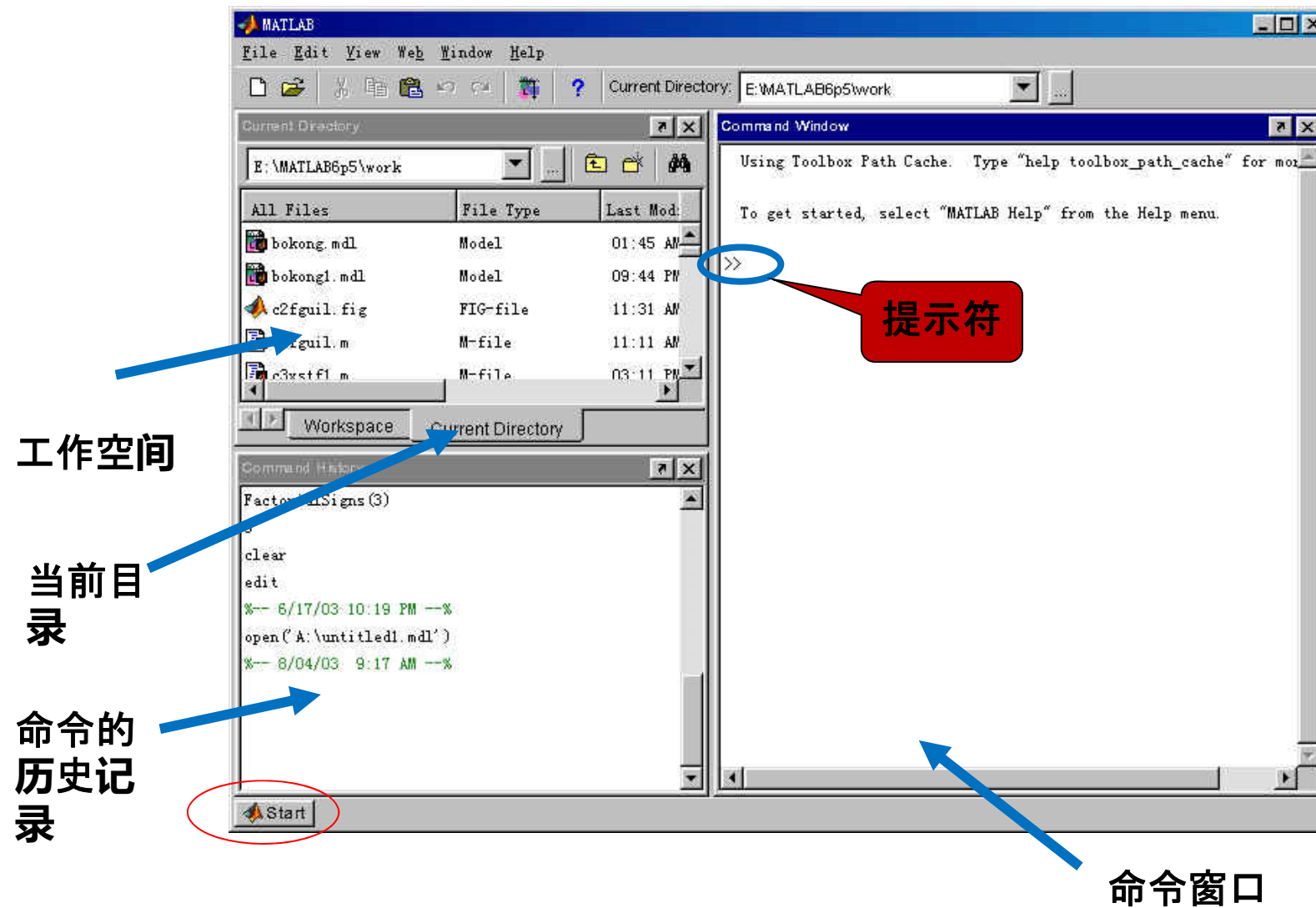
1) 包括矩阵各种运算：如：正交变换、三角分解、特征值、常见的特殊矩阵等。

2) 包括各种特殊函数:如：贝塞尔函数、勒让德函数、伽码函数、贝塔函数、椭圆函数等。

3) 包括各种数学运算功能:如：数值微分、数值积分、插值、求极值、方程求根、FFT、常微分方程的数值解等。

进行数值计算的基本单位是矩阵，而且不需定义数组的维数，使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时，显得大为简捷、高效、方便，这是其它高级语言所不能比拟的。

Matlab 程序界面



Matlab的赋值操作

$$t = \left(\frac{1}{1+px} \right)^k$$

“=”为赋值符号

```
>>p=7.1; ↵
```

```
>>x=4.92; ↵
```

```
>>k=-1.7; ↵
```

或者,

```
>> p=7.1; x=4.92; k=-1.7; ↵
```

```
>>t=(1/(1+p*x))^k ↵
```

t= 440.8779

变量及其命名规则

- 变量名不可以超过31个字符，超出字符将被忽略
- 变量名要求以大写或小写字母开头，后面可跟大小写字母，数字或下划线。
- 字符间不允许有空格
- 变量对大小写敏感
- 如，合法变量 `junk`, `junK`, `F_1`, `A_b_C_d`
- 不合法变量 `123`, `1A`, `_abc`, `a#`, `a b`

常见的Matlab预定义变量

ans 通用变量名

eps Matlab定义的正的极小值=2.2204e-16,若某个量的绝对值小于eps,则可以认为这个量为0。

pi 内建的 π 值, 双精度浮点表示。

$\pm \text{Inf}$ 无限

NaN 非数值

i 或 j 单位 $i=j=\sqrt{-1}$

Nargin 函数输入参数个数

Nargout 函数输出参数个数

1/0

**Warning: Divide by
zero**

ans=Inf

向量的创建 (vectors)

1、行向量

$f=[a \ x \ b \ \dots]$ 或 $f=[a,x,b,\dots]$

其中 a,x,b,\dots 可以是变量、数值、表达式或字符串。



用[]将
元素置
于其中

2、列向量

$f=[a;x;b;\dots]$ 或 $f=[a,x,b,\dots]'$

3、利用冒号创建向量(通常用来创建时间向量)

$x=s:d:f$

其中, s =起始值 d =增量 (步长) f =终值

```
>>t=0:5
```

```
t=
```

```
0 1 2 3 4 5
```

向量元素的访问

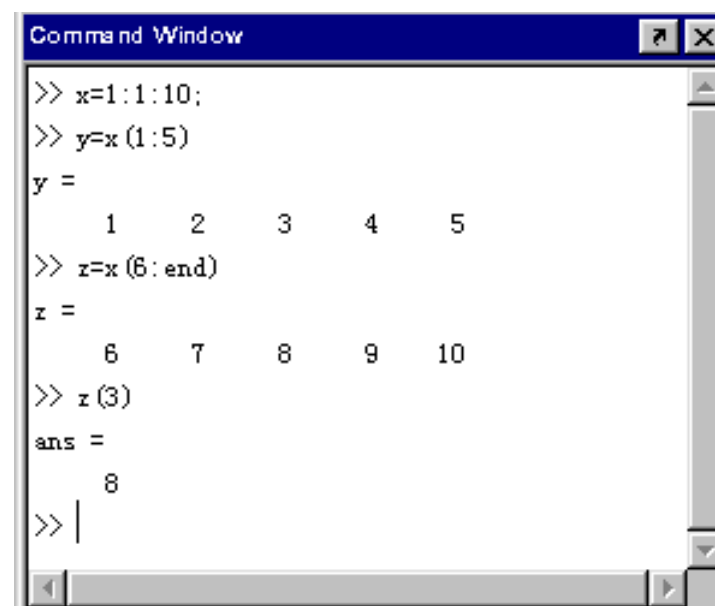
设 $x=1:1:10$, 试进行如下操作:

要显示前5个值:

要显示后5个值:

访问 z 向量的第三个元素:

求向量的长度: `length(x)`



```
>> x=1:1:10;  
>> y=x(1:5)  
y =  
     1     2     3     4     5  
>> z=x(6:end)  
z =  
     6     7     8     9    10  
>> z(3)  
ans =  
     8  
>> |
```

矩阵的创建

1、一般矩阵的创建

$A=[a1, a2, a3 ; b1, b2, b3 ; c1, c2, c3]$

a_i, b_i, c_i 可以是变量、数值、表达式、字符串。

$$A = \begin{bmatrix} a1 & a2 & a3 \\ b1 & b2 & b3 \\ c1 & c2 & c3 \end{bmatrix}$$

2、标准矩阵的创建

- 1) `ones(n)` %产生全部元素均为1的 $n \times n$ 阶矩阵;
- 2) `ones(r,c)` %产生全部元素为1的 $r \times c$ 阶矩阵;
- 3) `zeros(n)`和`zeros(r,c)`
- 4) `eye(n)` %产生一对角线全为1的 n 阶单位矩阵

矩阵元素的访问及操作

定义矩阵为 $A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6;7\ 8\ 9]$ ，顺次执行以下操作：

将第3行，第3列的元素置0： $A(3,3)=0$

将第2列元素除以2： $A(:,2)=A(:,2)/2$

把第3行加到第1行（第3行保持 不变）：

$$A(1, :)=A(3, :)+A(1, :)$$

删除第2行： $A(2,:)=[]$

A =			
	8	5	3
	7	4	0

矩阵的数学运算

命令	描述
$A \pm B$	对应元素相加（减）
$A * B$	两矩阵相乘
$A .* B$	对应元素相乘（点乘）
A / B	右除
$A \setminus B$ (相当于 $A^{-1} * B$)	左除
$A ./ B$	点除
$A.^c$	指数运算

A, B为
矩阵, c
为标量。

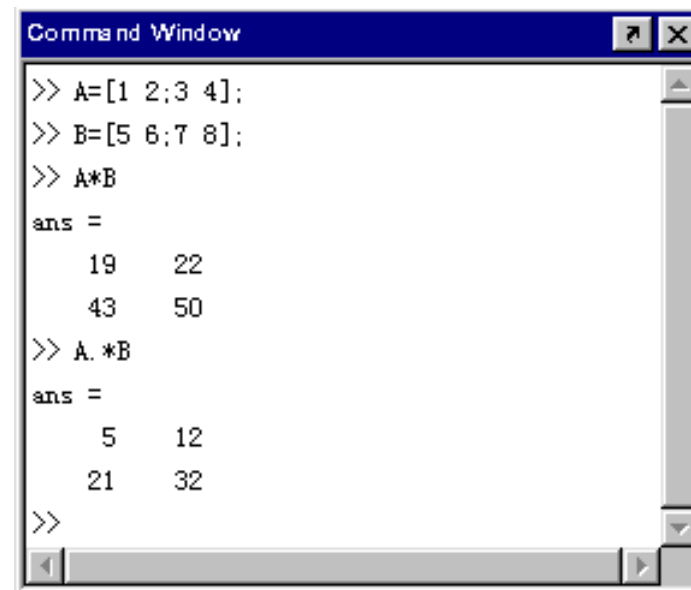
点运算

对同阶矩阵中对应元素进行直接的算术运算。

$A.*B$
 $A./B$
 $A.^C$: 量, 就等同 $A*B, A/B$ 。
“.” 不能省。

若A为方阵, $A*A*A=A^3 \neq A.^3$

若求 x^5 , 则必须写成
 $x.^5$ 。



```
Command Window
>> A=[1 2;3 4];
>> B=[5 6;7 8];
>> A*B
ans =
    19    22
    43    50
>> A.*B
ans =
     5    12
    21    32
>>
```

如, $A=[1\ 2; 3\ 4]$
 $A^3=[37\ 54; 81\ 118]$
 $A.^3=[1\ 8; 27\ 64]$

左除和右除

左除： $A \setminus B$

$A \setminus B$ 就是由高斯消元法求解线性方程组 $AX=B$ 的解 X 。

相当于 A 的逆左乘 B ：

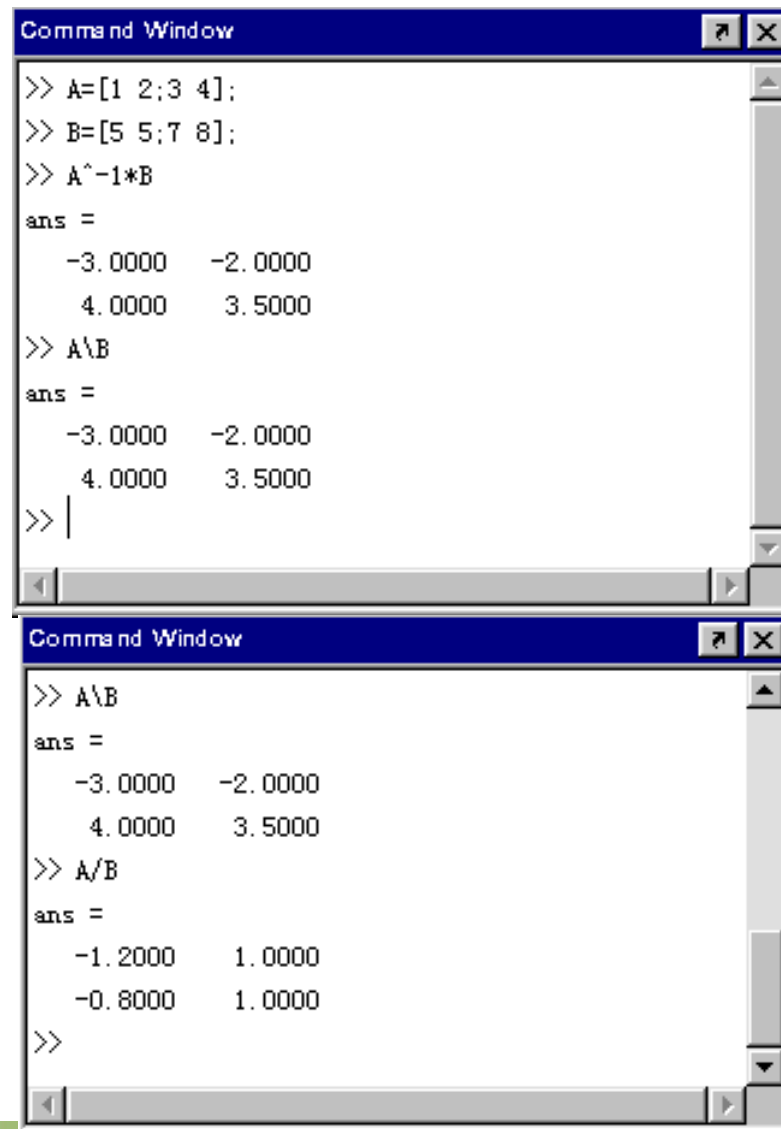
$$X = A^{-1} * B。$$

右除： A / B

相当于 A 左乘 B 的逆。

$$A * \text{inv}(B)$$

$\text{inv}(B)$ 与
 B^{-1} 等同



The image shows two screenshots of the MATLAB Command Window. The top window shows the definition of matrices A and B, and the calculation of A^-1*B. The bottom window shows the calculation of A\B and A/B.

```
>> A=[1 2;3 4];  
>> B=[5 5;7 8];  
>> A^-1*B  
ans =  
    -3.0000    -2.0000  
     4.0000     3.5000  
>> A\B  
ans =  
    -3.0000    -2.0000  
     4.0000     3.5000  
>> |  
  
>> A\B  
ans =  
    -3.0000    -2.0000  
     4.0000     3.5000  
>> A/B  
ans =  
    -1.2000     1.0000  
    -0.8000     1.0000  
>>
```


多项式 (Polynomials)

在matlab中，多项式也是用向量表示。按递减顺序依次输入多项式的系数即可。

如有下列多项式：

$$s^4+3s^3-15s^2-2s+9$$

在matlab中输入：

```
x=[1 3 -15 -2 9];
```

求多项式的根：

```
roots(x)
```

如果多项式中有为0的系数，也必须把0写入。

或输入

```
roots([1 3 -15 -2 9])
```

```
ans =  
-5.5745  
2.5836  
-0.7951  
0.7860
```

矩阵的逻辑运算

command	描述
A & B and(A,B)	"与" 运算，两矩阵中对应元素进行 "与" 运算，若两个数均非 0，则 结果为 1，否则为 0。
A B or(A,B)	"或" 运算，两对应元素均为 0， 则为 0，否则为 1。
~A not(A)	"非" 运算，若元素为 0，则为 1，否则为 0。

矩阵的关系运算

关系运算是针对两个矩阵的对应元素的，若关系满足，则该元素置为 1，否则为 0。

关系运算符	描述
>	大于
<	小于
==	等于
>=	大于等于
<=	小于等于
~=	不等于

注意区别赋值
符号“=”与
等于关系符号
“==”

关系运算
主要用于
程序流程
控制

1、什么是M 文件（M程序文件，M程序）？

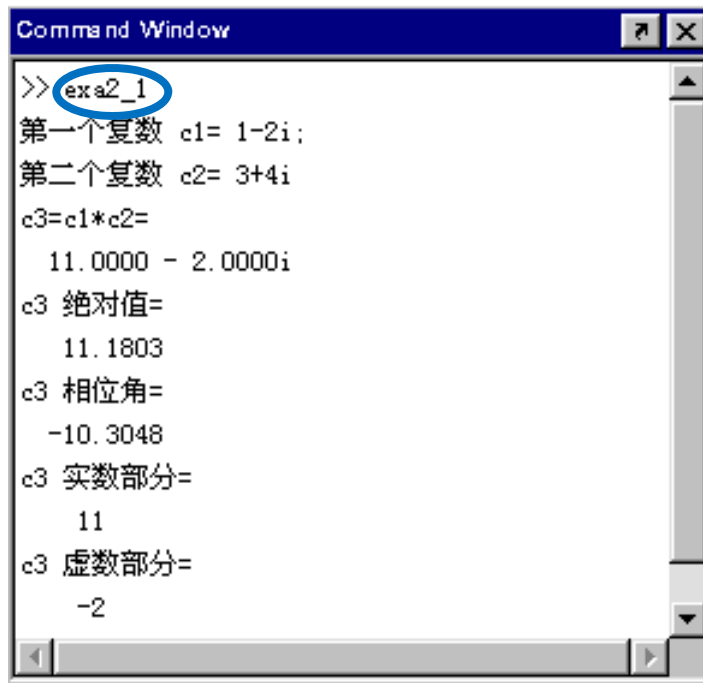
M文件也称为脚本文件（script file），是一个可以输入 Matlab命令的简单的文本文件，所有的M文件名的后缀均为 “.m”。

2、为什么要用M文件？

对于简单问题，可以直接在 command Windows窗口中输入命令，快速而且有效。但随着命令的增加，或者需要改变某一变量值进行重复试验时，一遍一遍地从命令窗口中输入指令，将变得非常不方便（不能修改，也不能保存），在这种情况下，M文件非常有用而且必要。

如何运行M文件？

直接在command window中键入文件名`exa2_1`
(或在文本编辑窗口运行Run命令)



```
Command Window
>> exa2_1
第一个复数 c1= 1-2i;
第二个复数 c2= 3+4i
c3=c1*c2=
    11.0000 - 2.0000i
c3 绝对值=
    11.1803
c3 相位角=
   -10.3048
c3 实数部分=
     11
c3 虚数部分=
     -2
```

Note:

- 1、文件名命名规则同变量名。
- 2、相当于在command window中逐条输入命令。
- 3、程序文件的工作空间和Matlab的工作空间是相同的（本例中，在工作空间可看到变量c1,c2,c3）。

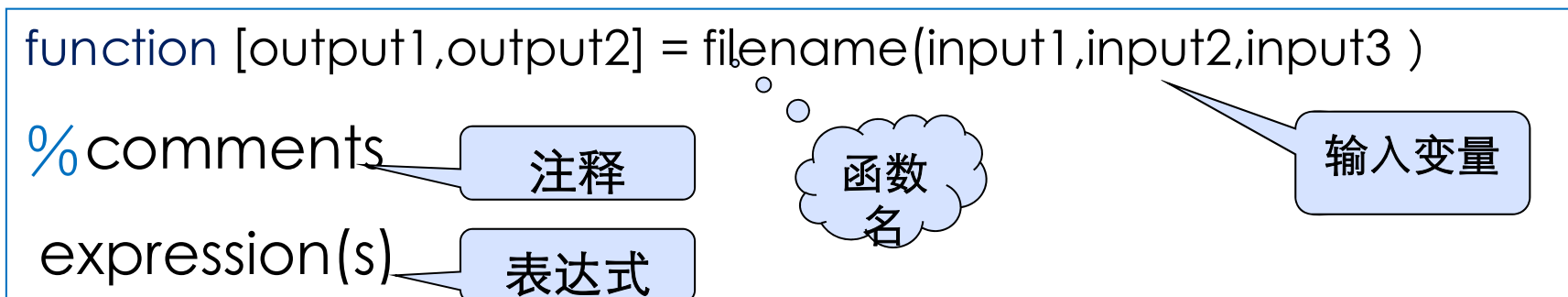
什么是M函数？

函数文件也是一种M文件，它是为完成某一特定任务而编写的，并且带有输入和输出的M文件。这种类型的M文件近似于程序语言中的子程序，包含有输入（传送到M文件的参数），输出（从M文件返回的值），以及含有局部变量的命令体。

Matlab其实就是一个函数的海洋，各种各样的领域都可以在Matlab中找到对应的函数，可根据需要学习一些相关的函数，用户也可用函数命令创建自己的函数。

函数的基本结构

函数文件的第一个非注释行必须按照特定的格式书写：



function相当于函数的接口，引入和导出函数变量的数目和它们的类型（标量、向量、矩阵等）。输出变量多于1个时，用[]括起来。

文件名为“filename.m”

用高斯消元法，求解方程 $AX=b$

【例】

```
function [x] = gaussElim(A,b)
% File gaussElim.m
% This subroutine will perform Gaussian elimination
% i.e., given A and b it can be used to find x,
% Ax = b
% A - matrix for the left hand side.
% b - vector for the right hand side
%
% Designed by Wang
```

函数
名

.m文件的名字
应该和函数名
相同。

gaussElim.m

Help命令可
显示的部分

[Help gaussElim](#)

Help 命令
不显示

注意：

```
N = max(size(A));  
% Perform Gaussian Elimination (高斯消元)  
for j=2:N,  
    for i=j:N,  
        m = A(i,j-1)/A(j-1,j-1);  
        A(i,:) = A(i,:) - A(j-1,:)*m;  
        b(i) = b(i) - m*b(j-1);  
    end  
end  
% Perform back substitution (高斯回代)  
x = zeros(N,1);  
x(N) = b(N)/A(N,N);  
for j=N-1:-1:1,  
    x(j) = (b(j)-A(j,j+1:N)*x(j+1:N))/A(j,j);  
end
```

函数体语句

在函数程序中没有结束字符或表达式，如end语句，它被用于for、while、if和switch结构而不用于函数。

表达式的写法和程序文件的写法相同。函数所使用的输入变量用变量名定义，其他变量由表达式定义。

函数的调用

```
>> C = [1 2 3 6; 4 3 2 3; 9 9 1 -2; 4 2 2 1];
```

```
>> a = [1 2 1 4]';
```

给输入变量赋值

```
>> [y]=gaussElim(C,a)
```

调用函数

```
y =
```

```
0.6809
```

```
-0.8936
```

结果显示

```
1.8085
```

```
-0.5532
```

```
>>
```

函数中使用的变量名不必和从matlab命令窗口、程序文件或另一函数中调用此函数时使用的名字一致。但圆括号内输入变量的位置确定了信息的传递顺序---在调用语句中的第一个参数将值传递到函数接中定义的第一个参数，依此类推。

数据的输入

- 给变量赋值（向量，矩阵等）
- Input函数
- 定义只包含数据的函数
- 数据存放于ASCII文本文件中，然后用load函数调用
- Matlab与Excel连接

程序流程控制

Matlab中程序流程控制命令有4种： while; if; for; switch。

◆基本的绘图指令

`Plot(x,y)`

绘制以x为横坐标，以y为纵坐标 的二维图形。

图形窗口的修饰

我们可以对图形的颜色和线型进行修改。在plot命令里加入第三个参数（在单引号内）。

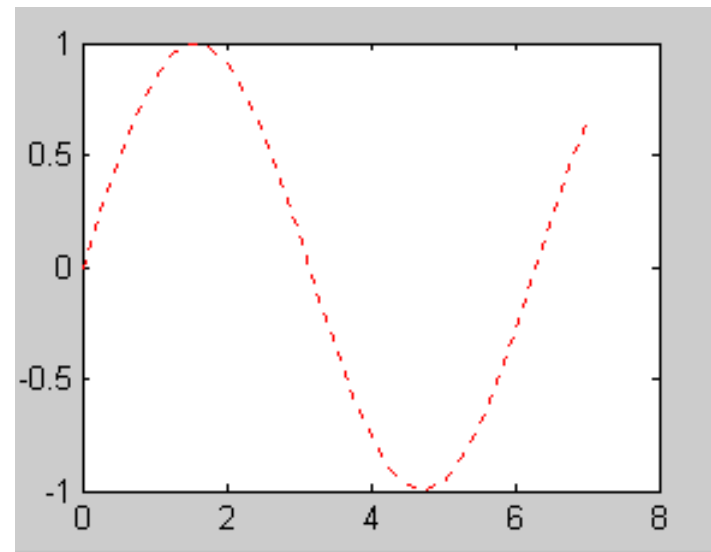
如将上例中正弦曲线改成红色的点线。

```
t=0:0.25:7;
```

```
y = sin(t);
```

```
plot(t,y,'r:')
```

其它颜色和线型如表所示。



图形修饰的各种选项

y	yellow	.	point
m	magenta	o	circle
c	cyan	x	X-mark
r	red	+	plus
g	green	-	solid
b	blue	*	star
w	white	:	dotted
k	black	--	dashed
		-.	dash dot

举例参见
[demos/graphic/lineplotting](#)

在同一图形窗口中画多根曲线

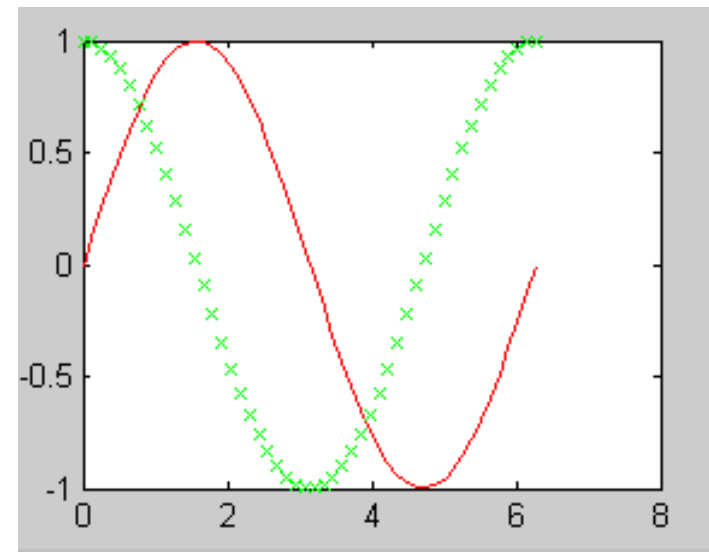
方法一： $y = [\sin(t); \cos(t)]$; `plot(t,y)`

方法二：

`x = linspace(0,2*pi,50);`

`y = sin(x); z = cos(x);`

`plot(x,y,'r', x,z,'gx')`



在同一图形窗口中画多根曲线

方法三：采用`hold on` 和 `hold off` 可达到同样的效果。

```
x = linspace(0,2*pi,50);
```

```
y = sin(x);
```

```
plot(x,y,'r')
```

```
z = cos(x);
```

```
hold on
```

```
plot(x,z,'gx')
```

```
hold off
```

在默认情况下，每执行一次`plot`命令，当前图形将被刷新。如果用了`hold on`命令，从那开始的所有图形将会画在同一图形窗口中，不会刷新以前的图，直到`hold off`出现。

命令格式为：

`subplot(m,n,p)`

将图形窗口分成 m 行 \times n 列个子窗口， p 是所选择绘图的子窗口。

比如，要想将正弦曲线，余弦曲线以及正切曲线画在一个图形窗口中，但又不在同一坐标轴上，下面这个M-file可以实现：

subplot函数 (续)

```
x = linspace(0,2*pi,50);
```

```
y = sin(x); z = cos(x); w = tan(x);
```

subplot(2,2,1) %将图形窗口分成 2×2 的4个子窗口，选择第一个画正弦曲线

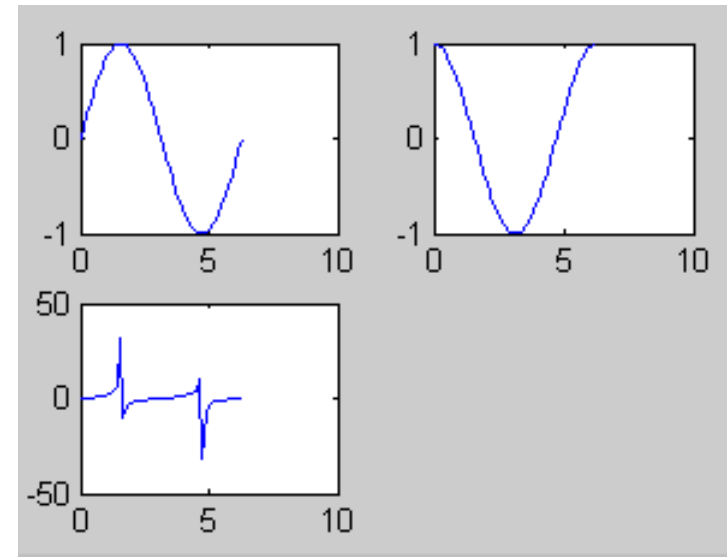
```
plot(x,y)
```

```
subplot(2,2,2)
```

```
plot(x,z)
```

```
subplot(2,2,3)
```

```
plot(x,w)
```

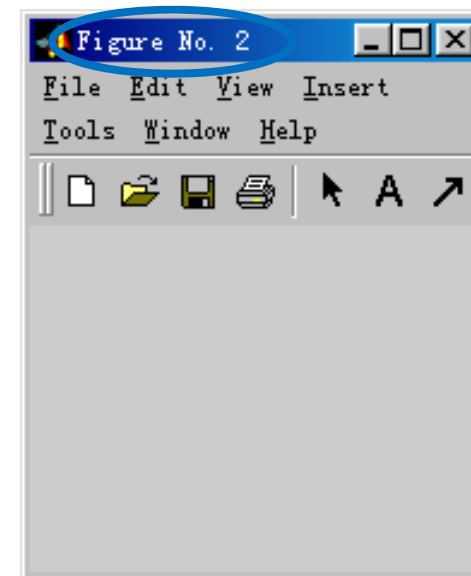


其它图形控制命令 (figure, clf, grid)

figure(n) %打开一个新的图形窗口，保留以前的图形窗口

若n省略，则
matlab自动
给出下一个整
数值

若要选择某
一个已有的
图形窗口，
也可采用
figure(n)

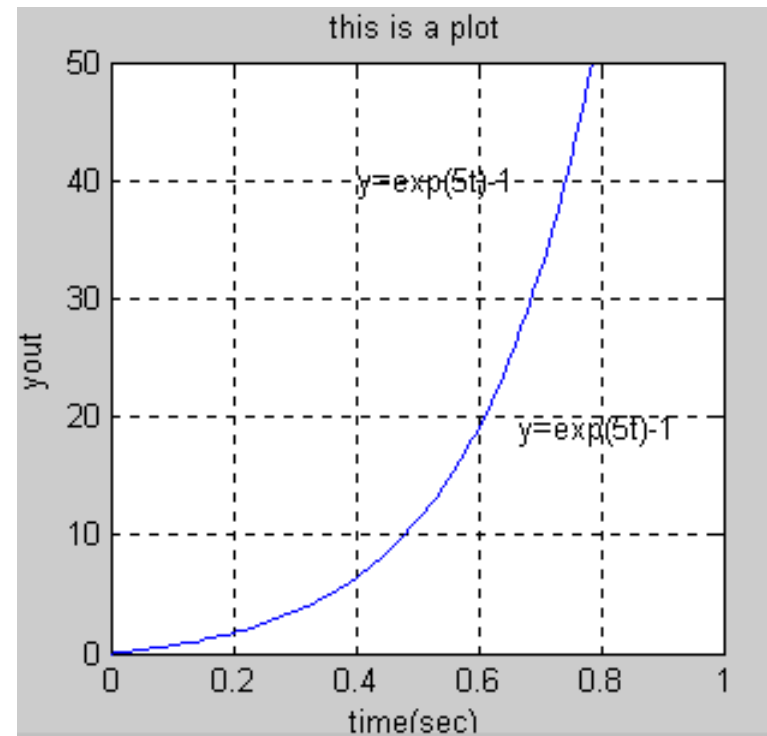


clf %清除当前的图形，使当前的图形窗口为空白

`grid` %给图形加网格

`grid off` %去掉网格

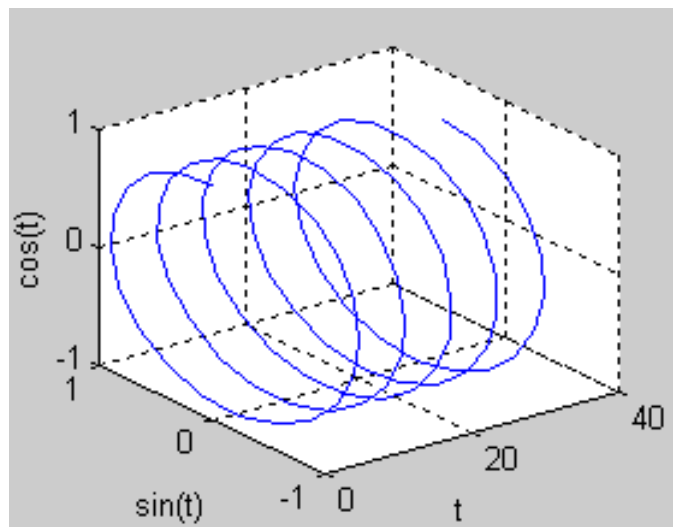
`close` %关闭当前的图形窗口



三维图形绘制

- 1、三维曲线的绘制

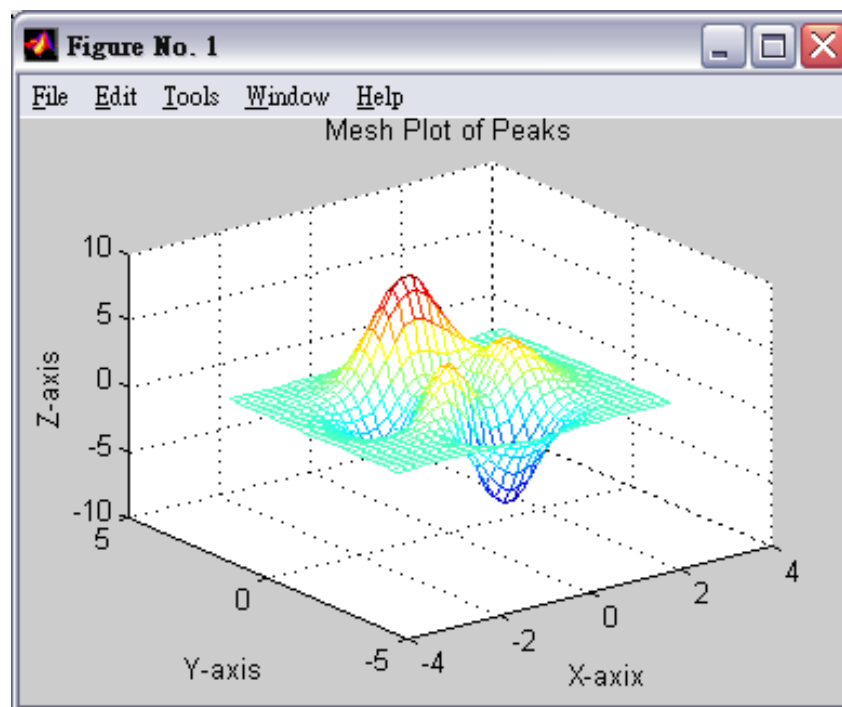
`Plot3(x,y,z,选项)` %x,y,z分别为维数相同的向量



三维图形绘制

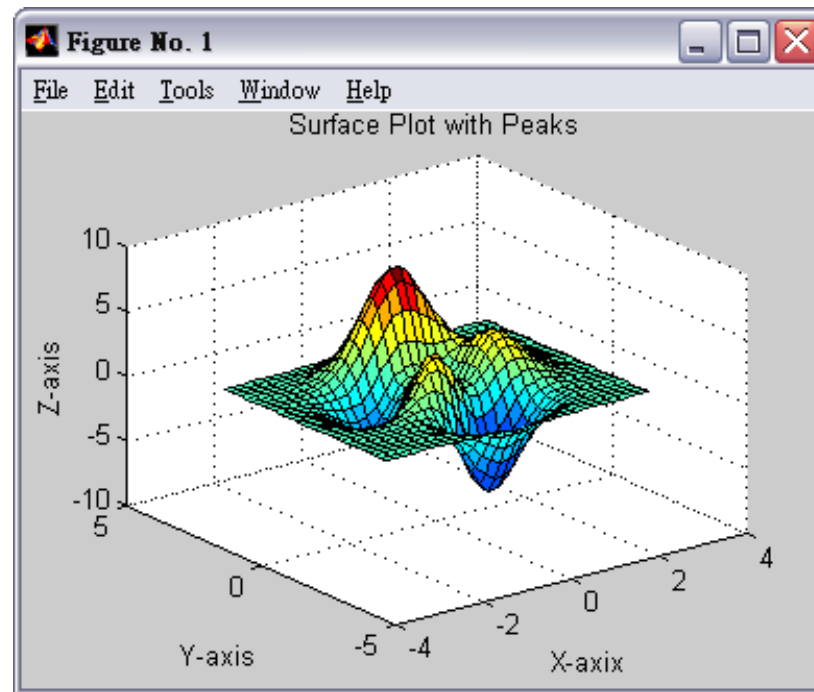
- 2、三维曲面的绘制

`mesh(x,y,z)` % 绘制三维表面网格图 $z = f(x,y)$



三维图形绘制

- 2、三维曲面的绘制
- `surf(x,y,z)` % Surf画出的曲面由彩块组成 $z=f(x,y)$.



画 $z = \left(\frac{\sin x}{x}\right) \left(\frac{\sin y}{y}\right), -4\pi \leq x \leq 4\pi \quad -4\pi \leq y \leq 4\pi$

Matlab

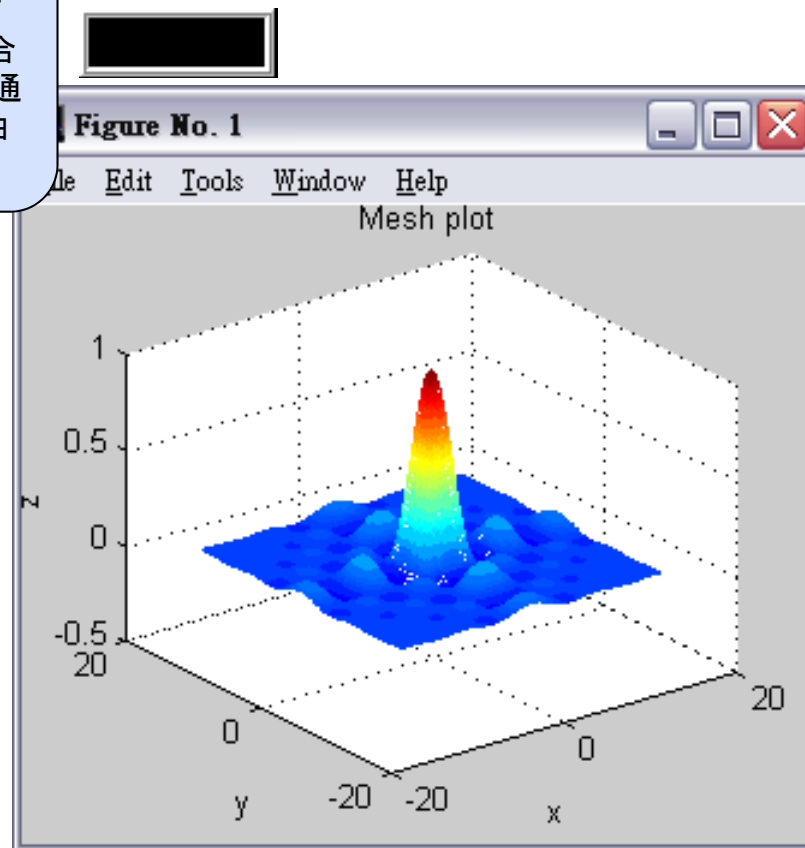
```

exa26_1_2.m - C:\MATLABR11\work\
x = -15:0.1:15;
y = -15:0.1:15;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z = (sin(X)./X).*(sin(Y)./Y);
%
mesh(X,Y,Z);
title('Mesh plot');
xlabel('x'); ylabel('y');
zlabel('z');
%
pause(5);
meshc(X,Y,Z);
title('Mesh plot with Contour plot');
xlabel('x'); ylabel('y');
zlabel('z');

```

Meshgrid函数创建了两个 301×301 阶矩阵，因此可以估算出X, Y在任意组合下的Z的值。估算方法是通过计算 $Z=Z(X, Y)$ 时由隐含的点操作完成的。

Meshc是在得到曲面的同时，还可以在 $Z=0$ 平面上显示等高线。



常用函数

- `qr`
- `svd`
- `eig`
- `fft`
- `format short/rat`

谢谢大家！