第一讲: MatLab 基础 数学模型和算法的应用与 MATLAB 实现

Notes

周吕文

中国科学院力学研究所

2017年6月11日



微信公众号: 超级数学建模

Part I

MatLab 快速入门

简介

MATLAB (矩阵实验室) 是 MATrix LABoratory 的缩写; 最初由美国的 Clever Moler 教授于 1980 年开发, 初衷是为了 解决"线性代数"课程的矩阵运算问题;

是一款由 MathWorks 公司 (1984 年成立) 出品的数学软件.

MATLAB 是一种用于算法开发, 数据可视化, 数据分析以及 数值计算的高级技术计算语言和交互式环境.

MATLAB 可用来创建用户界面及调用其它语言编写的程序. MATLAB 中包含众多的附加工具箱, 适合不同领域的应用.

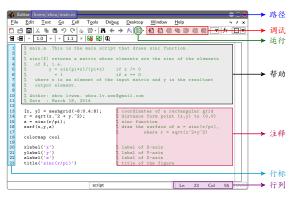
周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

主窗介绍

♠ MATLAB R 2012		⊝ □ ×
<u>File Edit Debug Parallel I</u>	Desktop <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
	■ 🖺 📳 🚳 Current Folde <u>r</u> : [/home/zhou	▼ 60
Shortcuts How to Add Wh	at's New	
Current Folder ► □ (×	Command Window	Workspace ⊢ □ (x
C < home ▶ zhou ▶	f, >> >> x = 1	🖺 📰 🐿 👪 🌄 Select data
□ Name Δ		Name Value
main.m	x =	⊞ × 1
☑ yui.jpg		⊞ y 2
Desktop	1	
Music		
Pictures	f _e >> >> y = 2;	
⊞ 🗗 Videos	f, >> >> clear y	
	f, >> >> clear	
	f. >> >> clc	
Details V		Command History ► □ ′ ×
		⊞··:%-03/28/2014 10:10:10 AM-%
		····× = 1
		y = 2; clear y
		clear y
		clc
◆ Start		OVR

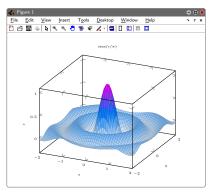
Notes	
-	
-	
Notes	
Notes	

脚本窗口



周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

图形窗口



周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础

获得帮助

帮助文档

如果你知道一个函数名, 想了解它的用法, 你可以用'help' 命令得到它的帮助文档:

>> help functionname

如果你了解含某个关键词的函数, 你可以用'lookfor'命令 得到相关的函数:

>> lookfor keyword

网络资源

Mathworks 文件交流中心: ▶ Mathworks

Github 代码托管网站: ●Github

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础

超元, 并四和帮助 基本命令和语句 M 文件与 M 函数

实数, 复数, 行向量, 列向量, 矩阵的赋值

Command Window
$f_x \gg x = 5$
x =
5
$f_x >> x = [1 \ 2 \ 3]$
x =
1 2 3
$f_x >> x = [1;2;3]$
x =
1 2
3
$f_x>> \mathtt{clc}$

周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

Notes

Notes

Notes

-			
_			
-			
-			

向全的一般赋值方法

```
\begin{array}{l} \hline \text{Command Window} \\ f_x>>x = [0:2] \\ x = \\ 0.00 \quad 1.00 \quad 2.00 \\ f_x>>x = [0:2] \\ x = \\ 0.00 \\ 1.00 \\ 2.00 \\ f_x>>x = [0:0.5:2] \\ x = \\ 0.00 \quad 0.50 \quad 1.00 \quad 1.50 \quad 2.00 \\ f_x>>x = linspace(0, 2, 5) \\ x = \\ 0.00 \quad 0.50 \quad 1.00 \quad 1.50 \quad 2.00 \\ f_x>> x = 0.00 \quad 0.50 \quad 1.00 \quad 1.50 \quad 2.00 \\ \hline \end{array}
```

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲:MatLab 基础

简介,界面和帮助 基本命令和语句 M 文件与 M 函数

基本命令 二维作图

常用矩阵

```
Command Window
f_x >> x = zeros(2,3)
x = 0.00   0.00   0.00
0.00   0.00   0.00
f_x >> y = ones(2)
x = 1.00   1.00
1.00   1.00
f_x >> x = eye(2)
x = 1.00   0.00
0.00   1.00
f_x >> x = ones(2)
x = 0.00
f_x >> x = ones(2)
x = 0.00
```

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲:MatLab 基础

简介, 界面和帮助 基本命令和语句 M 文件与 M 函数

三维作图 三维作图

固定变量

Сс	mmand Window
f_x	>> pi
	ans =
	3.1416
f_x	>> z = i
	z =
	0.00 + 1.00i
f_x	>> x = 1/0
	x =
	Inf
f_x	>> 0/0
	ans =
	NaN
f_x	>>

周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

otes		

Notes			

Notes			

```
简介,界面和帮助
基本命令和语句
M 文件与 M 函数
                                                                                                                   Notes
矩阵运算和数组运算
    Command Window  \begin{cases} f_x >> \text{A} = [1\ 2\ 3;\ 4\ 5\ 6;\ 7\ 8\ 9]; \\ f_x >> \text{B} = [1\ 3\ 5;\ 6\ 9\ 0;\ 2\ 4\ 6]; \\ f_x >> \text{C} = \text{A} + \text{B} 
     f_x >> D = A - B
      D =
           \begin{array}{cccc}
0 & -1 & -2 \\
-2 & -4 & 6 \\
5 & 4 & 03
\end{array}
    f_x>> clc
       周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础
                               尚介, 界面和帮助
基本命令和语句
M 文件与 M 函数
                                                                                                                   Notes
矩阵运算和数组运算
    E =
            19 33 23
46 81 56
73 129 89
    f_x >> F = A.* B
     F =
           1 6 15
24 45 0
14 32 54
    周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础
                                                                                                                   Notes
矩阵运算和数组运算
    G =
         0 0 0.50
-3.00 0.00 3.50
-6.00 0.00 6.50
    f_x >> H = A./B
      Н =
          1.00 0.67 0.60
0.67 0.56 inf
3.50 2.00 1.50
    f_x>> clc
      周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础
                               简介,界面和帮助
基本命令和语句
M 文件与 M 函数
                                                                                                                   Notes
矩阵运算和数组运算
    Command Window f_x >> A = [1 \ 2 \ 3; \ 4 \ 5 \ 6; \ 7 \ 8 \ 9]; \\ f_x >> B = [1 \ 3 \ 5; \ 6 \ 9 \ 0; \ 2 \ 4 \ 6]; \\ f_x >> I = A \ 2
      I =
           30 36 42
66 81 96
102 126 150
    f_x >> J = A.^2
```

J =

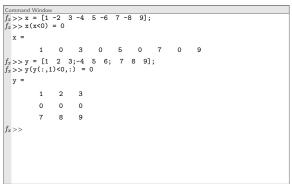
 $f_x>> clc$

1 4 9 16 25 36 49 64 81

Notes

简介,界面和帮助 基本命令和语句 M 文件与 M 函数

比较和逻辑运算



周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

```
简介,界面和帮助
基本命令和语句
M 文件与 M 函数
                                                                                                 Notes
数组操作函数: flipud, fliplr, rot90
    Command Window f_x >> A = [1 \ 2 \ 3; \ 4 \ 5 \ 6; \ 7 \ 8 \ 9]; f_x >> B = flipud(A)
     A =
    f_x >> C = rot90(A)
     C =
      周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础
                          简介,界面和帮助
基本命令和语句
M 文件与 M 函数
                                                                                                 Notes
数组操作函数: sum
    Command Window f_x >> A = [1 \ 2 \ 3]; f_x >> sum(A)
     ans =
         6
    f_x >> B = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];

f_x >> sum(B)
     ans =
       12 15 18
    f_x >> sum(B,2)
     ans =
         6
15
25
    f_x >>
    周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础
                                                                                                 Notes
数组操作函数: max, min
    Command Window f_x >> A = [1 \ 2 \ 3]; f_x >> \max(A)
     ans =
    f_x >> \max(A,2)
       2 2 3
    f_x >> B = [1 \ 3 \ 9; \ 4 \ 8 \ 6];

f_x >> \max(B)
     ans =
          4 8 9
    f_x >> \max(B, [], 2)
      ans =
            9
      周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础
                          简介, 界面和帮助
基本命令和语句
M 文件与 M 函数
                                                                                                 Notes
常用数学函数: sin, cos, tan, cot, asin, acos, atan, acot
    Command Window f_x >> x = 0:pi/6:pi;
    x =
      0.00 0.52 1.05 1.57 2.09 2.62 3.14
    f_x >> y = \sin(x)
```

0.00 0.50 0.87 1.00 0.87 0.50 0.00

0.00 0.52 1.05 1.57 2.09 2.62 3.14

 $f_x >> z = asin(y)$ z =

g = -1 0 $f_x >> f = round(x)$ f = -2 0 1 1 $f_x >>$

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础

基本语句

```
基本语句
   for .. end
   if .. else .. end
   while .. end
   switch .. case .. end
```

举例: 求 1-10 以内的奇数和

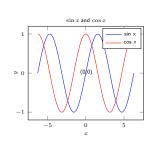
```
% sum of the odd numbers between 1 and 10
  x = 0;
for i = 1:10
if mod(i,2)
2
3
4
          x= x + i;
6 end
7 end
```

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础

简介,界面和帮助 基本命令和语句 M 文件与 M 函数

简单作图

```
1 x = -2*pi:0.1:2*pi;
2 y1 = \sin(x);
3 y2 = \cos(x);
4 plot(x, y1, '-b');
5 hold on
5 hold on
6 plot(x, y2, '-r');
7 xlabel('x')
8 ylabel('y')
9 text(0,0, '(0,0)')
10 legend('sin x', 'cos x')
```



Notes				
Notes				
Notes				
	·	 	 	

简单作图

```
1 t = 0:pi/180:4*pi;
2 x = 16*sin(t).^3;
   y = 13*cos(t)-5*cos(2*t)...
         -2*\cos(3*t)-\cos(4*t);
   plot(x-3,y,'-r', x+3,y,'-b'); xlabel('x');
7 ylabel('y');
   axis([-20, 20, -20, 15]);
title('Two Heart')
10 legend('U', 'I')
```

```
-10
```

周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

简单作图

```
曲线图 plot: plot(x,y); plot(x,y,s), plot(x1,y1,s1,x2,y2,s2,...)
```

```
1
2
3
                      point
                                          solid
      green
                      circle
                                          dotted
      red
                      x-mark
                                          dashdot
   r
c
                   х
                                      -- dashed
                      plus
      cyan
      magenta
                      star
                                     (none) no line
6
7
   у
      yellow
                   s
                      square
      black
                   d
                      diamond
                      triangle (down)
      white
                      triangle (up)
10
                      triangle (left)
                     triangle (right)
11
                      pentagram
13
                      hexagram
```

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础

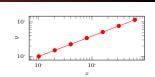
简单控制语句

```
title(图形名称)
xlabel(x 轴说明); ylabel(y 轴说明)
text(x,y, 图形说明)
legend(图例 1, 图例 2, ...)
grid on / grid off / grid minor
axis([xmin\ xmax\ ymin\ ymax]),\ xlim([xmin,\ xmax])
```

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础

其它坐标系

```
对数坐标: loglog, semilogx
1 x = 10*2.^[0:6];
2 y = [100 150 225 340 ...
         510 765 1150];
  loglog(x,y,'.-r')
  xlim([0.5e1,0.8e3])
ylim([0.8e2,1.4e3])
7 xlabel('x'); ylabel('y')
极坐标: polar
1 theta=0:pi/180:4*pi;
  r=1-sin(theta);
  polar(theta,r,'-r');
```



90
135 45
180
225 315

Notes

Notes

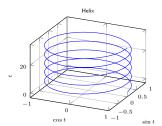
Notes

简介,界面和帮助 基本命令和语句 M 文件与 M 函数

三维曲线图

10 grid on

```
1 t=0:pi/50:10*pi;
2 x = sin(t);
3 y = cos(t);
4 z = t;
   plot3(x,y,z)
6 title('Helix')
7 xlabel('sin t')
8 ylabel('cos t')
  zlabel('t')
```



周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

基本命令和语句 M 文件与 M 函数

三维曲面图: 补充函数 meshgrid

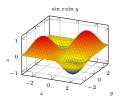
```
Command Window
f_x >> [x, y] = meshgrid(1:3, 1:3)
  x =
                1
2
3
                       1
2
3
         3
f_x >> rsq = (x-2).^2 + (x-2).^2
  rsq =
f_x >> r = sqrt(rsq)
         1.4142 1.0000 1.4142
1.0000 0 1.0000
1.4142 1.0000 1.4142
```

(1, 1) (1, 2) (1, 3)	(2, 1) (2, 2) (2, 3)	(3, 1) (3, 2) (3, 3)	
2	1	2	
1	0	1	
2	1	2	
_			
$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{2}$	
1	0	1	
$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{2}$	

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基础

三维曲面图

```
1  [x,y] = meshgrid(-pi:0.1:pi);
2  z = sin(x).*cos(y);
3  mesh(x,y,z) % meshc(x,y,z)
4  surf(x,y,z) % surfc(x,y,z)
5 xlabel('x')
6 ylabel('y')
7 zlabel('z')
 8 title('sin x sin y')
```



周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

基本命令和语句 M 文件与 M 函数

M 函数格式

M 函数格式

```
1 function [output 1, ..] = functionname(input1, ..)
2 % comment of this function
4
  MatLab command 1;
5
  MatLab command 2;
```

```
function area = rectarea(L, W)
   % rectarea Area of a rectangle
3
  % %
      rectarea(1, w) calculate the area of a rectangle with a length of L and a width of W \,
   area = L .* W
```

周吕文 中国科学院力学研究所 🛞 第一讲: MatLab 基

Notes			

Notes

Notes

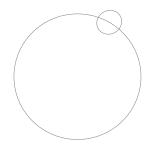
Part II

MatLab 编程实例

多体问题的模拟



多体问题



考虑多个天体的系统 (比如"日 地月"三天体系统), 求各个天体 的运动规律.

> 天体间的距离远大于天体的 尺寸, 所有天体都视为质点. 每个天体有固定质量,并给 出初始位置和初始速度. 任意两天体之间只有万有引 力的作用.

$$\mathbf{F_{ij}} = \frac{Gm_im_j}{r_{ij}^2}\widehat{\mathbf{r}_{ij}}$$

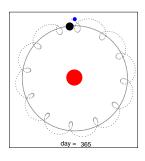
周吕文 中国科学院力学研究所 🍪 第一讲: MatLab 基础

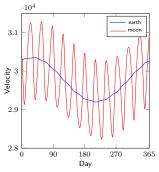
多体问题模拟程序

```
Matlab 程序: main.m
01 G = 6.67e-11; dt = 24*3600; N = 3;
02 M = [sun.mass ; earth.mass ; moon.mass ];% N X 1 03 R = [sun.position; earth.position; moon.position];% N X 3 04 V = [sun.velocity; earth.velocity; moon.velocity];% N X 3
05 for t = 1:365
         F = zeros(N,3);
for i = 1 : N
06
07
                                                     % F(i,:) = [fx, fy, fz]
80
               mi = M(i); ri = R(i,:); % 第i个天体的质量和位置
               mi = M(j); rj = R(j,:); % 第1个人体的质量和位置
mj = M(j); rj = R(j,:); % 第5个天体的质量和位置
rij = rj - ri;
fij = G*mi*mj./(norm(rij).^3).*rij; % 万有引力
09
10
11
12
13
                     F([i,j],:) = F([i,j],:) + [fij; -fij];
               end
14
15
16
          V = V + F./repmat(M,1,3)*dt; % v(t+dt)=v(t)+a(t+dt)dt
                                                     % r(t+dt)=r(t)+v(t+dt)dt
17
         R = R + V*dt;
18 end
```

多体问题的模拟

多体问题模拟结果





割出文	中国科学院力学研究所	a	第一讲: MatL

Notes

Notes

Notes

-			
_			
_			
-			

	Notes
Thank You!!!	
Thank Tou	
	Notes
	Notes
	Notes