

MATLAB 基础

主讲：周学华

信号与图像处理研究所

➤ 1. 什么是 MATLAB

- 一种用于科学工程计算的高级语言
- 名称由来：Matrix Laboratory
- 特点：
 - 高效方便的矩阵、数组运算
 - 语言简单、编程效率高（演算纸的科学算法语言）
 - 可视化功能强大
 - 丰富的工具箱
 - 扩充能力强
- 版本：R+年份+代码

➤ 2. MATLAB 系统环境

- MATLAB 桌面工作环境
 - 选项卡（菜单、工具栏）
 - 命令窗口（Command Window）

MATLAB 的主要交互窗口，输入各种命令/显示执行结果

MATLAB 语句以分号“;”作为语句的结束（如果没有以分号结束？）

clc 命令

■ 工作空间 (Workspace)

显示 MATLAB 工作内存中所有变量的名称、类型、数据结构、大小等信息

管理和查看工作空间中变量的命令：clear 命令、save 命令、load 命令、

who 命令、whos 命令、

■ 历史记录窗口 (Command History)

“↑” 和 “↓”

■ 当前目录窗口 (Current Directory)

工作目录

path 命令、pathtool 命令

MATLAB 帮助系统

■ help 命令

■ 帮助窗口

➤ 3. MATLAB 的变量与数据类型

变量

■ 命名规则：

- ✓ 变量名区分大小写，例如 A 和 a 表示两个不同的变量。
- ✓ 变量名最多不超过 63 个字符（根据 MATLAB 版本的不同，这个数字会有所变化）。
- ✓ 变量名开头必须是英文字母，后面可以接英文字母、下划线、数字，但不能使用空格和标点符号。
- ✓ 不能使用系统函数名和系统保留字。

不需要对变量进行声明和定义变量类型

赋值语句

特殊变量

MATLAB 特殊变量表

变量名	基本意义
ans	默认变量名, MATLAB 将没有指定输出变量的计算结果保存到 ans 变量中
eps	浮点数的相对误差, 如果某个量的绝对值小于 eps, 可以认为这个量是 0
Inf 或 inf	无穷大, 负无穷可以表示为 -Inf
i 或 j	虚数单位, 即 $\sqrt{-1}$
pi	圆周率
NaN 或 nan	非数值 (Not a Number), 例如由 0/0、inf/inf 运算所得出的结果
realmax/realm	最大/最小正实数
in	
nargin/nargout	函数输入/输出变量数目
t	
computer	计算机类型
version	MATLAB 版本字符串

数据类型

■ 数值类型:

整数型(有符号整数型和无符号整数型)

浮点型(单精度浮点型和双精度浮点型)

默认数据类型是双精度浮点型

■ 字符类型:

用来表示字符和字符串, 每个字符都有对应的 ASCII 数值, 用一个 16 位
数据表示

■ 逻辑类型:

用 0 和 1 表示逻辑假和逻辑真。

■ 元胞类型:

可以是不同类型和大小的数据, 可以将不同类型的数据集中在一个变量
中

■ 结构类型：

可以在同一个变量中存放不同类型数据，采用“.”来访问数据

■ 函数句柄：

用于间接调用一个函数的 MATLAB 值或数据类型

➤ 4. 矩阵

■ 矩阵的建立

- 直接输入法
- 由已知矩阵进行运算或拼接
- 通过函数生成

如：eye, zereo, ones, rand, randn, linspace, logspace 等

■ 冒号表达式（：）

`x = n1:n0:n2`

■ 矩阵的拆分

- 矩阵元素（下标）
- 矩阵拆分

■ 矩阵的运算函数

常用的矩阵运算函数

函数名	功能	函数名	功能
length	返回向量的长度	size	返回矩阵各维的大小
det	计算矩阵的行列式	fliplr	矩阵翻转
inv	矩阵求逆	svd	矩阵的奇异值分解
rank	计算矩阵的秩	max	矩阵元素求最大值
trace	计算矩阵的迹	min	矩阵元素求最小值
eig	矩阵的特征值和特征向量	sum	矩阵元素求和
poly	矩阵的特征多项式	mean	矩阵元素求平均值

➤ 5. MATLAB 数值运算

■ 算术运算

算术运算符			
运算符	功能	运算符	功能
+	加法	-	减法
*	乘法	*	点乘
/ 和 \	右除和左除	. / 和 . \	点除
^	乘方	. ^	点乘方
'	转置		

■ 关系运算和逻辑运算

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

逻辑运算符和逻辑运算函数				
	逻辑“与”	逻辑“或”	逻辑“非”	逻辑“异或”
逻辑运算符	$C = A \& B$	$C = A B$	$C = \sim A$	
逻辑函数	$C = \text{and}(A, B)$	$C = \text{or}(A, B)$	$C = \text{not}(A)$	$C = \text{xor}(A, B)$
说 明	当 A、B 同时为真时，C 为真；否则 C 为假。	当 A、B 中至少有一个为真，C 为真；否则 C 为假。	若 A 为真，C 为假；否则 C 为真。	当 A、B 中只有一个为真，C 为真；否则 C 为假。

常用逻辑函数	
逻辑函数	说 明
all	检查向量中的元素是否全为真，如果是则返回 1，否则返回 0；对于矩阵，则按列进行检查，返回元素为 0 或 1 的行向量。
any	检查向量中是否有非 0 元素，如果有则返回 1，否则返回 0；对于矩阵，则按列进行检查，返回元素为 0 或 1 的行向量。
isinfite	检查元素是否为有限值，如果是则返回 1，否则返回 0。
isnan	检查元素是否为 NAN，如果是则返回 1，否则返回 0。
isinf	检查元素是否为无限值，如果是则返回 1，否则返回 0。

■ 复数及其运算

$x = a + jb$ ，其中 a 称为实部， b 称为虚部， j 表示虚数单位

MATLAB 中：

i 和 j 表示虚数单位，用实部虚部的形式直接构造复数

例如： x = 1 + 2*i

常用的复数操作函数

函数名	功能	函数名	功能
real	求复数或复数矩阵的实部	abs	求复数或复数矩阵的模
imag	求复数或复数矩阵的虚部	angle	求复数或复数矩阵的相角
conj	求复数或复数矩阵的共轭		

多项式运算

多项式的 MATLAB 表示

$$A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0$$

用向量 $A = [a_n, a_{n-1}, \dots, a_1, a_0]$ 表示

多项式的运算

- ✓ 多项式加减法：“+”、“-” 运算符实现
- ✓ 多项式相乘： conv 函数
- ✓ 多项式相除： deconv 函数
- ✓ 多项式求根： roots、 poly 函数
- ✓ 多项式求值： polyval 函数

数学函数

基本数学函数

函数名	功能	函数名	功能
abs	实数的绝对值和复数的模	exp	指数
acos	反余弦	fix	朝 0 方向取整
acosh	反双曲余弦	floor	朝负无穷方向取整
acot	反余切	gcd	最大公因子
acoth	反双曲余切	imag	取出复数的虚部
acscl	反余割	lcm	最小公倍数
acsch	反双曲余割	log	自然对数
angle	相角	log2	基为 2 的对数
asec	反正割	log10	常用对数
asech	反双曲正割	mod	求余
asin	反正弦	nchoosek	求矢量元素的全部的组合

asinh	反双曲正弦	real	复数的实部
atan	反正切	rem	除法的余数
atanh	反双曲正切	round	四舍五入取整
atan2	四象限反正切	sec	正割
ceil	朝正无穷方向取整	sech	双曲正割
conj	复共轭	sign	符号函数
cos	余弦	sin	正弦
cosh	双曲余弦	sinh	双曲正弦
cot	余切	sqrt	平方根
coth	双曲余切	tan	正切
csc	余割	tanh	双曲正切
csch	双曲余割		

➤ 6. MATLAB 符号运算

■ 符号对象

符号对象名=sym(符号字符串)

符号字符串：常量、变量、函数或表达式

syms 命令：建立符号变量

$a*x^2+b*x+c$

■ 符号的基本运算

■ 算术运算

“+”、“-”、“*”、“/”、“^”、数学函数

■ 符号微积分运算

微分：diff 函数；积分：int 函数

- ✓ diff(f) 符号表达式 f 对默认变量进行微分运算
- ✓ diff(f, x) 符号表达式 f 对指定变量 x 进行微分运算
- ✓ diff(f, n) 计算符号表达式 f 对默认变量或指定变量的 n 阶微分运算
- ✓ diff(f, x, n) 符号表达式 f 对指定变量 x 进行 n 阶微分运算

- ✓ `int(f)` 符号表达式 f 对默认变量的积分
- ✓ `int (f,x)` 符号表达式 f 对指定变量 x 的积分
- ✓ `int(f,a,b)` 符号表达式 f 对默认变量的积分，积分区间为 $[a,b]$ ，a、b 为数值
- ✓ `int(f,x,a,b)` 符号表达式 f 对指定变量 x 的积分，，积分区间为 $[a,b]$ ，a、b 为数值

■ 查询符号对象中的符号变量

`findsym` 函数：

`findsym(s,n)` 返回符号对象 s 中的 n 个符号变量，如果不指定 n，则返回 s 中的全部符号变量

■ 提取有理式的分子和分母

`numden` 函数：

`[n,d] = numden(s)` 分别提取符号表达式 s 的分子和分母，存放在 n 和 d 中

■ 因式分解与展开

`factor(s)` 对符号表达式 s 分解因式

`expand(s)` 对符号表达式 s 进行展开

`collect(s)` 对符号表达式 s 合并同类项

`collect(s,v)` 对符号表达式 s 按变量 v 合并同类项

■ 符号表达式化简

`simplify(s)` 应用函数规则对 s 进行化简

`simple(s)` 调用 MATLAB 的其他函数对表达式 s 进行综合化简，并显示化简过程

■ 变量替换

Sub 函数：

sub(f, x, y) 表示将符号表达式 f 中的 x 替换 y。

➤ 7. MATLAB 数据的图形可视化

■ 图形绘制基本函数

■ 二维图形绘制

◇ plot 函数：绘制连续曲线

- ✓ plot(x)
- ✓ plot(x, y)
- ✓ plot(x, y, 's')
- ✓ plot(x1, y1, 's1', x2, y2, 's2', ...)

颜色、线型与数据点标记符号设定字符串

颜色		线型		数据点标记符号			
字符串	说明	字符串	说明	字符串	说明	字符串	说明
'r'	红色	''	实线	'.'	点号	's'	小正方形
'g'	绿色	'--'	虚线	'*''	星号	'd'	菱形
'b'	蓝色	'.'	点线	'o'	圆圈	'v'	下三角
'y'	黄色	'-.'	点划线	'x'	叉号	'^'	上三角
'm'	洋红			'+'	加号	'<'	左三角
'c'	青色					'>'	右三角
'w'	白色					'h'	六角形
'k'	黑色					'p'	五角形

◇ stem 函数：绘制离散序列的杆状图形

- ✓ stem(x)
- ✓ stem(x, y)
- ✓ stem(x, y, 'filled')
- ✓ stem(x, y, 's')

◇ ezplot 函数：绘制二维符号函数的图形

`ezplot(f)`

`ezplot(f, [a, b])`

`ezplot(f, [xmin, xmax, ymin, ymax])`

◇ fplot 函数：

`fplot(f, [xmin, xmax, ymin, ymax])`, 表示在 $[xmin, xmax, ymin, ymax]$ 坐标轴范围内绘制由 f 表示的一元函数波形

■ 三维图形绘制

◇ plot3 函数

`plot3(x, y, z)`

`plot3(x, y, z, 's')`

`plot3(x1, y1, z1, 's', x2, y2, z2, 's', ...)`

◇ mesh 函数

`mesh(z)`

`mesh(x, y, z)`

◇ surf 函数

■ 图形控制函数

■ 坐标轴控制函数

◇ grid 函数

`grid on` 对当前坐标加上网格线。

`grid off` 撤销网格线。

✧ hold 函数

hold on

hold off

✧ axis 函数

axis([xmin xmax ymin ymax])

axis tight

axis off 关闭所用坐标轴上的标记、格栅和单位标记。

axis on

■ 图形标示函数

✧ 添加坐标轴标注: xlabel、ylabel、zlabel

xlabel('string')

xlabel('string','property1',propertyvalue1,'property2',propertyvalue2,...)

✧ 添加图形标题: title

title('string')

title('string','property1',propertyvalue1, 'property2',propertyvalue2,...)

✧ 添加文本: text

text(x,y, 'string')

✧ 添加图例: legend

legend('string1', 'string2', 'string3',...)

legend('string1', 'string2', 'string3',..., 'Location',LOC)

legend 命令 LOC 参数格式

字符串	说明	字符串	说明
'North'	坐标系上方	'SouthOutside'	坐标系底部外侧
'South'	坐标系底部	'EastOutside'	坐标系右方外侧
'East'	坐标系右方	'WestOutside'	坐标系左方外侧
'West'	坐标系左方	'NorthEastOutside'	坐标系右上角外侧
'NorthEast'	坐标系右上角	'NorthWestOutside'	坐标系左上角外侧
'NorthWest'	坐标系左上角	'SouthEastOutside'	坐标系右下角外侧
'SouthEast'	坐标系右下角	'SouthWestOutside'	坐标系左下角外侧
'SouthWest'	坐标系左下角	'Best'	坐标系中最佳位置
'NorthOutside'	坐标系上方外侧	'BestOutside'	坐标系外最佳位置

◆ 特征字符串

特殊字符，如 π 、 ∞ 、 Ψ 等？

常用特征字符串

特征字符串	字符	特征字符串	字符	特征字符串	字符
\alpha	α	\upsilon	υ	\rho	ρ
\beta	β	\phi	ϕ	\sigma	σ
\gamma	γ	\chi	χ	\varsigma	ς
\delta	δ	\psi	ψ	\tau	τ
\epsilon	ϵ	\omega	ω	\equiv	\equiv
\zeta	ζ	\Gamma	Γ	\cap	\cap
\eta	η	\Delta	Δ	\supset	\supset
\theta	θ	\Theta	Θ	\int	\int
\vartheta	ϑ	\Lambda	Λ	\forall	\forall
\iota	ι	\Xi	Ξ	\exists	\exists
\kappa	κ	\Pi	Π	\infty	∞
\lambda	λ	\Sigma	Σ	\approx	\approx
\mu	μ	\Upsilon	Υ	\subseteq	\subseteq
\nu	ν	\Phi	Φ	\in	\in
\xi	ξ	\Psi	Ψ	\oplus	\oplus
\pi	π	\Omega	Ω	\cup	\cup

■ 窗口控制函数

◆ 图形窗口函数

figure

figure (H)

◆ 图形窗口分割函数

subplot(m, n, i) 或 subplot(mni)

➤ 8. MATLAB 程序设计基础

MATLAB 文件

- 文件编辑器 (Editor)
- 脚本文件
- 函数文件

MATLAB 文件命名时文件名必须以英文字母开头，后面可以接字母、数字、下划线，中间不能有空格，且应避免与系统函数名和系统保留字相同。

■ 4. MATLAB 函数的类型

主函数和子函数、嵌套函数、私有函数、匿名函数等。

◆ 主函数和子函数

◆ 嵌套函数

◆ 私有函数 private 目录

◆ 匿名函数 fhandle = @(参数列表) 表达式

MATLAB 程序流程控制

◆ for 循环结构

for 循环语句的一般格式为：

```
for var=array
```

```
    statements
```

```
end
```

这里的：

var: 循环控制变量。

array: 循环控制向量。

statements: 要重复执行的程序代码。

end: 循环结束的关键字（要与 for 成对使用）。

while 循环结构

while 循环语句的一般格式为：

 while expression

 statements

 end

◆ if-else 条件分支结构

if 语句的基本格式为：

 if logical_expression

 statements

 end

if 语句常见的格式还有：

 if expression

 statements_1

 else

 statements_2

 end

或者

```
if expression
    statements_1
elseif expression
    statements_2
elseif
    ...
else
    statements_n
end
```

✧ switch case 条件分支结构

switch-case 语句的一般格式为：

```
switch      expression
case value1
    statements_1
case value2
    statements_2
...
otherwise
    statements_n
end
```

✧ try-catch 结构

try-catch 语句的一般格式为：

```
try
```

```
statements_1  
catch  
    statements_2  
end
```

◆ 其他程序流程控制指令

✓ pause 命令

pause 暂停程序运行，按任意键后继续

pause(n) 暂停程序运行，等待 n 秒后继续

✓ break 命令

✓ continue 命令

✓ input 命令

a = input(str)

a = input(str, 's')

✓ disp 命令

disp(x) 表示将变量 x 的内容显示到命令行窗口中。

全局变量

参数传递

MATLAB 程序调试

✓ 语法错误，通常为函数名拼写错误，括号遗漏等。

✓ 算法错误，逻辑上出错，而语法上是正确的，这类错误不易查找。