



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

MATLAB的工程应用

(第二章)

方禾

电子信息楼424

fanghe@suda.edu.cn

2022/9/13



苏州大学

SOOCHOW UNIVERSITY

主要内容及学时安排

第1章 MATLAB 概述	1. Matlab简介与开发环境 了解Matlab的系统结构、特点，掌握Matlab的环境设置、菜单及工具栏。 2. 简单实例及帮助系统 了解Matlab的简单示例，掌握Matlab的帮助系统的使用。	2
第2章 MATLAB 的基本运 算	1. 数据类型 掌握Matlab的常用数据类型。 2. 矩阵和数组运算 掌握数组和矩阵的创建及算术运算。 3. 字符串、时间日期 掌握Matlab的字符串的创建及字符串函数，掌握Matlab的日期和时间的表示格式及函数。 4. 结构体、元胞数组 掌握结构体和元胞数组的创建及使用。 5. 多维数组，关系运算和逻辑运算 了解多维数组的创建及使用，掌握Matlab的关系运算和逻辑运算。 6. 多项式计算 掌握多项式的求根和求值、算术运算以及拟合、插值。	7

第3章 数 据的可 视 化	1. 二维绘图 掌握二维图形的绘制。 2. 特殊图形和坐标的绘制 掌握Matlab特殊图形和坐标的绘制，设置曲线绘制方式、坐标轴和图形注释的方法。 3. Matlab的图形窗口 掌握Matlab的窗口界面及图形输出。 4. 基本三维绘图 掌握三维图形的绘制。	3
第4章 符 号运算	1. 符号对象 掌握符号对象的创建和使用。 2. 符号对象的运算 掌握对象的基本运算，符号表达式的变换，符号微积分、极限和级数。	2
第5章程 序设计和 M文件	1. 程序设计 熟悉程序的基本结构，掌握程序控制语句的使用和设计方法。 2. M文件 掌握M文件的创建和使用。	4
第6章 MATLAB 高级图形 设计	1. 可视化界面环境 了解Matlab可视化图形界面开发环境Guide的构成及应用。 2. 句柄图形 主要掌握图形窗口各对象的属性及含义。 3. 控件 掌握Matlab的10种基本控件及各控件的常用属性。 4. 菜单 了解Matlab菜单编辑器的使用。	1



苏州大学

SOOCHOW UNIVERSITY

电子信息学院



School of Electronic & Information Engineering

第2章 MATLAB基本运算

2.1 数据类型

2.2 矩阵和数组的算术运算

2.3 字符串

2.4 日期和时间

2.5 结构体和元胞数组

2.6 多维数组

2.7 关系运算和逻辑运算

2.8 表格型

2.9 数组的信息获取

2.10 多项式

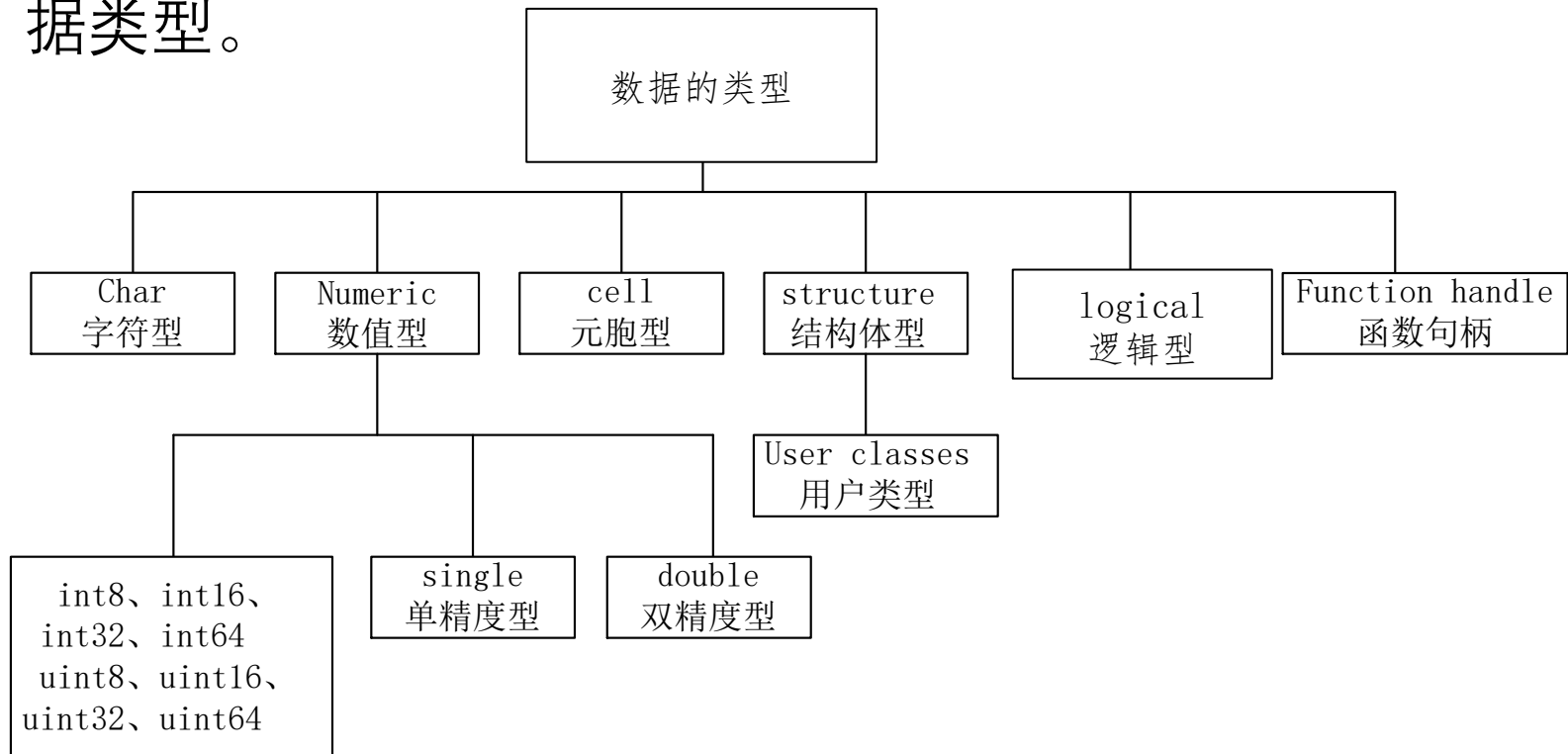


苏州大学

SOOCHOW UNIVERSITY

2.1 数据类型

- MATLAB 7.3定义了15种基本的数据类型，包括整型、浮点型、字符型和逻辑型等，用户甚至可以定义自己的数据类型。





蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.1.1 常数和变量

- 1. 常数
- 2. 变量
- MATLAB的变量命名规则如下：
 - 变量名区分字母的大小写。例如，“a”和“A”是不同的变量。
 - 变量名不能超过63个字符，第63个字符后的字符被忽略。
 - 变量名必须以字母开头，变量名的组成可以是任意字母、数字或者下划线，但不能含有空格和标点符号（如，。 %等）。
 - 关键字（如if、while等）不能作为变量名。

练习



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• (2) 特殊变量

特殊变量名	取值	特殊变量名	取值
ans	运算结果的默认变量名	i 或 j	$i=j=\sqrt{-1}$, 虚数单位
pi	圆周率 π	nargin	函数的输入变量数目
eps	浮点数的相对误差	nargout	函数的输出变量数目
inf 或 INF	无穷大, 如 $1/0$	realmin	最小的可用正实数
NaN 或 nan	不定值, 如 $0/0$ 、 ∞/∞ 、 $0 \times \infty$	realmax	最大的可用正实数



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2. 1. 2 整数和浮点数

表示	说明	表示	说明
int8	8位带符号整数	uint32	32位无符号整数
int16	16位带符号整数	uint64	64位无符号整数
int32	32位带符号整数	float32	32位浮点数
int64	64位带符号整数	float64	64位浮点数
uint8	8位无符号整数	double	64位双精度数
uint16	16位无符号整数	single	32位浮点数



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2. 1. 2 整数和浮点数

• 1. 整数

数据类型	表示范围	类型转换函数
无符号 8 位整数 uint8	$0 \sim 2^8 - 1$	uint8()
无符号 16 位整数 uint16	$0 \sim 2^{16} - 1$	uint16()
无符号 32 位整数 uint32	$0 \sim 2^{32} - 1$	uint32()
无符号 64 位整数 uint64	$0 \sim 2^{64} - 1$	uint64()
有符号 8 位整数 int8	$2^{-7} \sim 2^7 - 1$	int8()
有符号 16 位整数 int16	$2^{-15} \sim 2^{15} - 1$	int16()
有符号 32 位整数 int32	$2^{-31} \sim 2^{31} - 1$	int32()
有符号 64 位整数 int64	$2^{-63} \sim 2^{63} - 1$	int64()

练习

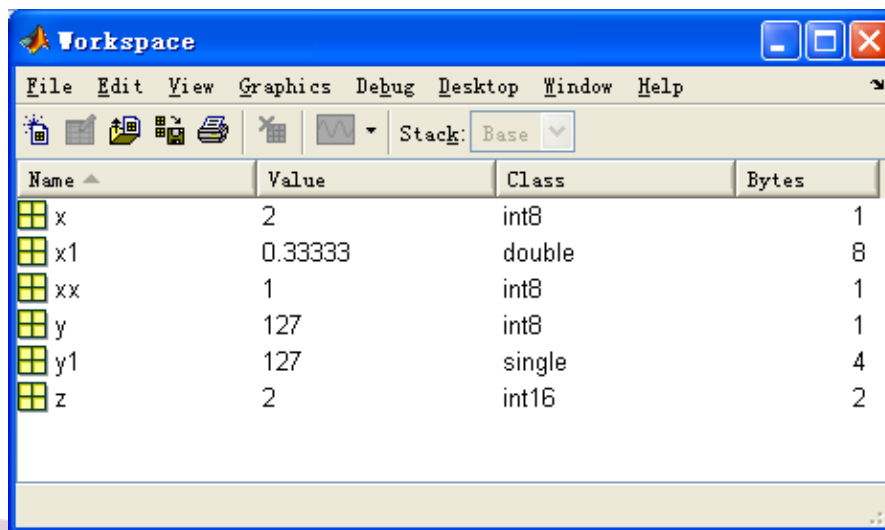


蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 2. 浮点数

数据类型	存储空间	表示范围	类型转换函数
单精度型 single	4字节	$-3.40282 \times 10^{38} \sim +3.40282 \times 10^{38}$	single()
双精度型 double	8字节	$-1.79769 \times 10^{308} \sim +1.79769 \times 10^{308}$	double()





蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.1.3 复数

- MATLAB用特殊变量“i”或“j”表示虚数的单位。
- 复数的产生可以有几种方式：
 - $z=a+b*i$ 或 $z=a+b*j$
 - $z=a+bi$ 或 $z=a+bj$ (当 b 为常数时)
 - $z=r*\exp(i*theta)$
 - $z=\text{complex}(a,b)$



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

Cell 元胞型

单元型变量是以“单元”为元素的数组，每个单元可以包含各种类型的数据（如矩阵、字符串），通过`{}`创建，通过下标直接引用。

数组类型为`cell`，其中每个元素的类型也为`cell`。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

structure

结构体型

- MATLAB中的结构体与C语言中的结构体类似，一个结构体可以通过字段存储多个不同类型的数据。因此，结构体相当于一个数据容器，把多个相关联的不同类型的数据封装在一个结构体对象中。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

function_handle

函数的句柄

说明

函数句柄是一种表示函数的 MATLAB® 数据类型。函数句柄的典型用法是将函数传递给另一个函数。

创建对象

使用 @ 运算符创建一个函数句柄。函数句柄可以表示：

命名函数句柄表示现有程序文件中的函数，包括 MATLAB 中提供的函数以及使用 function 关键字创建的函数。要创建命名函数的句柄，请在函数名称前加上 @。

匿名函数句柄（通常称为匿名函数）表示返回一个输出的单个内联可执行表达式。要定义匿名函数，请在 @ 运算符后紧接着用括号将输入参数名称括起来，然后指定可执行表达式。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.2 矩阵和数组的算术运算

- 空数组 (empty array) : 没有元素的数组;
- 标量 (scalar) : 是指 1×1 的矩阵, 即为只含一个数的矩阵;
- 向量 (vector) : 是指 $1 \times n$ 或 $n \times 1$ 的矩阵, 即只有一行或者一列的矩阵;
- 矩阵 (matrix) : 是一个矩形的 $m \times n$ 数组, 即二维数组;
- 数组 (array) : 是指多维数组 $m \times n \times k \times \dots$, 其中矩阵和向量都是数组的特例。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.2.1 数组的创建

- 在MATLAB中矩阵的创建应遵循以下基本常规:
- 矩阵元素应用方括号 ([]) 括住;
- 每行内的元素间用逗号 (,) 或空格隔开;
- 行与行之间用分号 (;) 或回车键隔开;
- 元素可以是数值或表达式。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 1. 空数组
- 2. 向量
- 向量包括行向量 (row vector) 和列向量 (column vector)，即 $1 \times n$ 或 $n \times 1$ 的矩阵。
- (1) 使用 `from:step:to` 方式生成向量
- 如果是等差的行向量，可以使用“`from:step:to`”方式生成：
- *from:step:to*
- 说明: *from*、*step* 和 *to* 分别表示开始值、步长和结束值；当 *step* 省略时则默认为 *step*=1；当 *step* 省略或 *step*>0 而 *from*>*to* 时空矩阵，当 *step*<0 而 *from*<*to* 时空矩阵。

练习



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- (2) 使用linspace和logspace函数生成向量
- $\text{linspace}(a,b,n)$ %生成线性等分向量
- $\text{logspace}(a,b,n)$ %生成对数等分向量
- 说明:
- a、b、n三个参数分别表示开始值、结束值和元素个数;
- linspace函数生成从a到b之间线性分布的n个元素的行向量, n如果省略则默认值为100;
- logspace函数生成从 10^a 到 10^b 之间按对数等分的n个元素的行向量, n如果省略则默认值为50。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 3 . 矩阵

- 矩阵是 m 行 n 列 ($m \times n$) 的二维数组，需要使用“[]”、“;”、“ ”、空格等符号创建。
- 创建矩阵。

```
>> a=[1:4;linspace(2,5,4);9:-1:6]
```

```
a =
```

```
1  2  3  4
```

```
2  3  4  5
```

```
9  8  7  6
```

```
>> b=[1 2 3
```

```
4 5 6]
```

%使用回车分隔行

```
b =
```

```
1  2  3
```

```
4  5  6
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.2.2 数组的操作

• 1. 数组的元素

• (1) 全下标方式

- 全下标方式是指n维数组
- 中元素通过n个下标来引用：

- $a(d_1, d_2, d_3, \dots)$

• (2) 单下标方式

- 数组元素用单下标引用，就是先把数组的所有列按先左后右的次序连接成“一维长列”，然后对元素位置进行编号。

- 以 $m \times n$ 的矩阵 a 为例，元素 $a(i, j)$ 对应的单下标 $= (j-1) \times m + i$ 。

	1	2	3	4	
1	1	2	3	4	
2	2	3	4	5	$a(2,4)$
3	9	8	7	6	$a(11)$

$a(1,3)$ $a(7)$



- 2. 子矩阵的产生图2-5 数组a的子矩阵

- (1) 用全下标方式

- 注意:下标为“:”表示向量的所有元素, 下标为“end”表示某一维中的最后一个元素。

- (2) 用单下标方式

```
>> a([10;11;12])
```

```
>> a(10:12)'
```

```
>> a(10:end)'
```

```
>> a([10;11;end])
```

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	9	8	7	6



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 3 . 数组的赋值

- 数组的赋值包括全下标方式、单下标方式和全元素方式。
- 全下标方式： $a(i,j,k...)=b$ ，给a数组的部分元素赋值，则b数组的行列数必须等于a数组的行列数。
- 单下标方式： $a(n)=b$ ，b为向量，元素个数必须等于a矩阵的元素个数。
- 全元素方式： $a=b$ ，给a数组的所有元素赋值，则b数组的元素总数必须等于a矩阵的元素总数，但行列数不一定相等。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 4 . 矩阵的合并

- 矩阵的合并就是把两个以上的矩阵连接起来得到一个新矩阵，“[]”符号可以作为矩阵合并操作符，命令格式如下：

- $c=[a \ b]$ %将矩阵a和b水平方向合并为c
- $c=[a;b]$ %将矩阵a和b垂直方向合并为c

• 5 . 数组元素的删除

- 在MATLAB中可以对数组中的单个元素、子矩阵和所有元素进行删除操作，删除就是将其赋值为空矩阵（用[]表示）。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.2.3 矩阵和数组函数

- 1. 矩阵的常用函数
- 2. 数组翻转

函数名	含义	函数名	含义
zeros(m,n)	$m \times n$ 全零矩阵	company(m,n)	$m \times n$ 伴随矩阵
zeros(m)	$m \times m$ 全零矩阵	pascal(n)	$n \times n$ 帕斯卡三角矩阵
eye(m,n)	$m \times n$ 单位矩阵	magic(n)	$n \times n$ 魔方矩阵
eye(m)	$m \times m$ 单位矩阵	diag(V)	以V为对角元素的对角阵
ones(m,n)	$m \times n$ 全一矩阵	tril(A)	矩阵A的下三角矩阵
ones(m)	$m \times m$ 单位矩阵	triu(A)	矩阵A的上三角矩阵
rand(m,n)	$m \times n$ 的均匀分布的随机矩阵	rot90(A)	矩阵A旋转90度
fliplr(A)	矩阵A的左右翻转	flipud(A)	矩阵A的上下翻转
hilb(n)	n阶希尔伯特矩阵	toeplitz(m,n)	托普利兹矩阵



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.2.4 矩阵和数组的算术运算

- 1. 矩阵运算
- 矩阵的基本运算是+、-、 \times 、 \div 和乘方 (^) 等。
- (1) 矩阵的加、减运算
- $A+B$ 和 $A-B$
- (2) 矩阵的乘法运算
- $A*B$
- (3) 矩阵的除法运算
- 矩阵的除法运算表达式有两种：

• $A \setminus B$	%左除	$A \setminus B = \text{inv}(A)*B$
• A/B	%右除	$B/A = B*\text{inv}(A)$



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- (4) 矩阵的乘方
- A^B
- (5) 矩阵的转置
- A' %矩阵A的转置



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

矩阵的常用函数

函数名	功能	输入
$\det(x)$	计算方阵的行列式	$\det(a)$
$\text{rank}(x)$	求矩阵的秩，得出行列式不为零的最大方阵边长	$\text{rank}(a)$
$\text{inv}(x)$	求矩阵的逆矩阵 x^{-1} ，当方阵 x 的 $\det(x)$ 不等于零，逆矩阵 x^{-1} 才存在。 x 和 x^{-1} 相乘为单位矩阵	$\text{inv}(a)$
$[v,d]=\text{eig}(x)$	计算矩阵特征值和特征向量。如果方程 $xv=vd$ 存在非零解，则 v 为特征向量， d 为特征值	$[v,d]=\text{eig}(a)$
$\text{diag}(x)$	产生 x 矩阵的对角矩阵	$\text{diag}(a)$
$[q,r]=\text{qr}(x)$	$m \times n$ 矩阵 x 分解为一个正交方阵 q 和一个与 x 同阶的上三角矩阵 r 的乘积。方阵 q 的边长为矩阵 x 的 n 和 m 中较小者，且其行列式的值为1	$[q,r]=\text{qr}(a)$



- 例：用矩阵除法求解方程组的解，已知方程组

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + x_3 = 8 \\ x_1 - x_2 + x_3 = 7 \\ x_1 + 3x_2 + x_3 = 6 \end{cases}$$

$X=A \setminus B$ 是方程 $A * X=B$ 的解，将方程换成 $A * X=B$ 的形式，其中：

$$A = \begin{bmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 8 \\ 7 \\ 6 \end{bmatrix}$$



- 例：使用矩阵算术函数计算矩阵开方。

```
>> a=ones(3);
```

```
>> b=a*a;
```

```
>> c=sqrtm(b)
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 2 . 数组运算

- 数组的乘、除、乘方和转置运算符号为矩阵的相应运算符前面加“.”，数组的乘、除、乘方和转置运算格式如下：

- $A.*B$ %数组A和数组B对应元素相乘
- $A./B$ %数组A除以数组B的对应元素
- $A.\backslash B$ %数组B除以数组A的对应元素
- $A.^B$ %数组A和数组B对应元素的乘方
- $A.'$ %数组A的转置

练习



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 使用数组算术运算法则进行向量的运算。
- `>> t=0:pi/3:2*pi;` *%t为行向量*
- `>> x=sin(t)*cos(t)`
- *??? Error using ==> mtimes*
- *Inner matrix dimensions must agree.*
- `>> x=sin(t). *cos(t)`
- `x =`
- `0 0.4330 -0.4330 -0.0000 0.4330 -0.4330 -0.0000`
- `>> y=sin(t)./cos(t)`
- `y =`
- `0 1.7321 -1.7321 -0.0000 1.7321 -1.7321 -0.0000`



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

常用的数据统计函数

函数名	功能	表示
max(x)	数组中各列的最大值	max(a)
min(x)	数组中各列的最小值	min(a)
mean(x)	数组中各列的平均值	mean(a)
std(x)	数组中各列标准差，指各元素与该列平均值差的平方和开方	std(a)
median(x)	数组中各列的中间元素	median(a)
var(x)	数组中各列的方差	var(a)
[s,k]=sort(x,n,mode)	沿第n维按模增大重新排序，k为s元素的原位置，mode是排序方式：'ascend'为升序，'descend'为降序	[s,k]=sort(a,1,'descend')
sum(x,dim)	计算向量元素的和，dim指对应的维，dim省略则指所有元素	sum(a)



苏州大学

SOOCHOW UNIVERSITY

数组的基本函数表

函数类型	函数名	含义	函数类型	函数名	含义
基本函数	abs(x)	绝对值或者复数模	基本函数	conj(x)	复数共轭
	sqrt(x)	平方根		mod(x,y)	x除以y的余数(与除数同号)
	real(x)	实部		round(x)	4舍5入到整数
	imag(x)	虚部		fix(x)	向最接近0取整
	ceil(x)	向最接近 ∞ 取整数		floor(x)	向最接近 $-\infty$ 取整
	rem(x,y)	求余数(与被除数同号)		sign(x)	符号函数
	log(x)	自然对数		exp(x)	自然指数
	pow2(x)	2的幂		lg10(x)	以10为底的对数
	lcm(x,y)	x和y的最小公倍数		ged(x,y)	x和y的最大公约数



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

数组的基本函数表（续表）

函数类型	函数名	含义	函数类型	函数名	含义
三角函数 和超越函数	$\sin(x)$	正弦	三角函数 和超越函数	$\text{asin}(x)$	反正弦
	$\cos(x)$	余弦		$\text{acos}(x)$	反余弦
	$\tan(x)$	正切		$\text{atan}(x)$	反正切
	$\sinh(x)$	双曲正弦		$\text{atan2}(x)$	第四象限反正切
	$\cosh(x)$	双曲余弦		$\tanh(x)$	双曲正切
特殊函数	$\text{erf}(x)$	误差函数	特殊函数	$\text{gamma}(x)$	伽马函数
	$\text{beat}(x,y)$	计算beat函数		$\text{rat}(x,\text{tol})$	计算有利近似值,tol是容差



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

- 例：使用数组函数进行计算。

```
>> a=ones(3)
```

```
>> b=a*a
```

```
>> c=sqrt(b)           %求平方根
```

```
>> d1=ceil(c)          %向最接近 $\infty$ 取整数
```

```
>> d2=fix(c)           %向最接近0取整
```

```
>> d3=round(c)         %4舍5入到整数
```



苏州大学

SOOCHOW UNIVERSITY

矩阵和数组运算和函数对比表

数组运算		矩阵运算	
命令	含义	命令	含义
$A+B$	对应元素相加	$A+B$	与数组运算相同
$A-B$	对应元素相减	$A-B$	与数组运算相同
$S.*B$	标量 S 分别与 B 元素的积	$S*B$	与数组运算相同
$A.*B$	数组对应元素相乘	$A*B$	内维相同矩阵的乘积
$S./B$	S 分别被 B 的元素左除	$S\backslash B$	B 矩阵左除 S
$A./B$	A 的元素被 B 的对应元素除	A/B	矩阵 A 右除 B 即 A 的逆阵与 B 相乘
$B.\backslash A$	结果一定与上行相同	$B\backslash A$	A 左除 B （一般与上行不同）
$A.^S$	A 的每个元素自乘 S 次	A^S	A 矩阵为方阵时，自乘 S 次



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

矩阵和数组运算和函数对比表（续表）

数组运算		矩阵运算	
命令	含义	命令	含义
$A.^S$	S为小数时，对A各元素分别求非整数幂，得出矩阵	A^S	S为小数时，方阵A的非整数乘方
$S.^B$	分别以B元素为指数求幂值	S^B	B为方阵时，标量S的矩阵乘方
$A.'$	非共轭转置	A'	共轭转置
$\exp(A)$	以自然数e为底，分别以A的元素为指数求幂	$\expm(A)$	A矩阵指数函数
$\log(A)$	对各元素求对数	$\logm(A)$	A矩阵对数函数
$\text{sqrt}(A)$	对A的各元素求平方根	$\text{sqrtn}(A)$	A矩阵平方根函数
$f(A)$	求A的各个元素的函数值	$\text{funm}(A, 'FUN')$	A矩阵的函数运算



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.3 字符串

2.3.1 创建字符串

- 字符串由多个字符组成，是 $1 \times n$ 的字符数组；每一个字符都是字符数组的一个元素，以ASCII码的形式存放并区分大小，而显示的形式则是可读的字符。

1. 创建字符串

- `>> s1='matlab 7.3'`
- `s1 =`
- `matlab 7.3`



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- (1) 直接赋值
- 用单引号(')括起字符来直接赋值创建字符串。
- 使用两个单引号(')输入字符串中的单引号

```
>> s3='显示'matlab''
```

```
s3 =
```

```
显示'matlab'
```

- (2) 多个字符串组合

```
>> str2=[s1;s2,'    ';s3]
```

```
str2 =
```

```
matlab 7.3
```

```
字符串
```

```
显示'matlab'
```

- 2. 字符数组的存储空间

- MATLAB在存储字符串时，每一个字符以ASCII码的形式存放，占用两个字节。

练习



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.3.2 字符串函数

• 1. 字符串合并

- `strcat`函数用于将字符串水平连接合并成一个新字符串，合并的同时会将字符串尾的空格删除。语法格式如下：
- `strcat(s1,s2,...)` %将s1, s2... 合并成一个长字符串
- `char(s1,s2,...)` %将s1, s2... 合并成一个字符数组
- `strvcat(s1,s2,...)` %将s1, s2... 合并成一个字符数组



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：创建字符串变量

```
>>s1='a+b='
```

```
>>s2=99
```

```
>>s=[s1 s2]
```

% s2为double型的99占用8个字节，表示为ASCII码的“c”占用2个字节

- 例：合并成长字符串

```
>>s1='a+b='
```

```
>>s2=99
```

```
>>ss1= strcat(s1,s2)
```




蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：合并成长字符串
- `ss2=[s1;s2]`
- `ss2=strvcat (s1,s2)`
- `ss2=char (s1,s2)`



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 2. 字符串与数值的转换
 - abs将字符串转换为ASCII码数值
 - str2num将字符串转换为数值
 - str2double将元胞字符串数组转换为数值
- 3. 字符串的其他操作
 - MATLAB 7.3还可以对字符串进行比较、查找、运行等操作。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：字符串与数值转换函数。

```
>> abs('ex1')
```

```
>> str2num('2 35')
```

```
>> str2double({'2' '35'})
```

- 例：使用字符串与数值的转换来进行字符加密

```
>> s='matlab'
```

```
>> n=s+10
```

```
>> s1=char(n)    %转换为相应的字符
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：使用字符串函数进行运算。

```
>> str='a+b,*c+d,'
```

```
str =
```

```
a+b,*c+d,
```

```
>> str1=strrep(str,',','*2')
```

%将,用*2替换

```
str1 =
```

```
'a+b*2*c+d*2'
```

```
>> a=1
```

```
>> b=2
```

```
>> c=3
```

```
>> d=4
```

```
>> eval(str1)
```

%执行字符串str1

```
ans =
```

```
21
```

```
>> str2=upper(str1)
```

%将字符串转换为大写字母



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.4 日期和时间

2.4.1 日期时间的表示格式

- MATLAB 7.3以三种格式表示：日期字符串、连续的日期数值和日期向量，不同的日期格式可以相互转换。

- 1. 日期格式

- (1) 日期字符串

- 日期字符串是最常用的，有多种输出格式。
- 例，“2007年1月1日”可以表示为：‘01-Jan-2007 08:50:10’、‘01-Jan-2007’、‘01/01/2007’、等。

- (2) 连续的日期数值

733043

- (3) 日期向量 [year month day hour minute second]



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：日期格式转换。

```
>> d=datenum('01/01/2022')
```

% 连续的日期数值格式

```
>> s=datestr(d)
```

%日期字符串格式

```
>> v=datevec(d)
```

%日期向量格式



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.4.2 日期时间函数

- 1. 获取系统时间

- date: 按照日期字符串格式获取当前系统时间;
- now: 按照连续的日期数值格式获取当前系统时间;
- clock: 按照日期向量格式获取当前系统时间。

- 2. 提取日期时间信息

- 分别使用year、month、day、hour、minute、second函数。

- 3. 日期时间的显示格式

- 日期时间的显示可以使用datestr函数显示为字符串的样式。
datestr函数的格式如下:
- datestr(d,f) %将日期按指定格式显示



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 4. 计时函数

- (1) cputime方法

- cputime是返回MATLAB启动以来的CPU时间：

- 程序执行的时间 = 程序代码执行结束后的cputime - 在程序代码执行前的cputime

- (2) tic/toc方法

- tic在程序代码开始用于启动的一个计时器；toc放在程序代码的最后，用于终止计时器的运行，并返回计时时间就是程序运行时间。

- (3) etime方法

- etime方法使用etime函数来获得程序运行时间，etime函数的命令格式如下：

- `etime(t1,t0)` %返回t1-t0的值



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.5 结构体和元胞数组

2.5.1 元胞数组

- 元胞数组是常规数值数组的扩展，其基本元素是元胞，每一个元胞可以看成是一个单元（Cell），用来存放各种不同类型不同尺寸的数据，如矩阵、多维数组、字符串、元胞数组和结构体。
- 元胞数组可以是一维、二维或多维，使用花括号（{ }）表示，每一个元胞以下标区分，下标的编码方式也与矩阵相同，分为单下标方式和全下标方式。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 1. 创建元胞数组

(1) 直接创建

```
>> A={'cell1',[1 2;3 4];{[1 2],'matlab'},0:1:5}
```

```
>> A(1,1)={'cell1'};
```

```
>> A(1,2)={ [1 2;3 4]};
```

```
>> A(2,1)={{[1 2],'matlab'}};
```

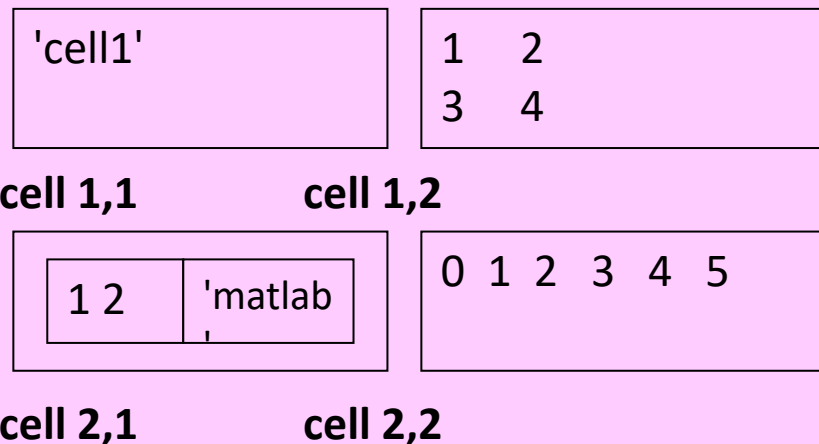
```
>> A(2,2)={0:1:5}
```

```
>> A{1,1}='cell1';
```

```
>> A{1,2}=[1 2;3 4];
```

```
>> A{2,1}={ [1 2],'matlab'};
```

```
>> A{2,2}=0:1:5
```





蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 使用cell函数创建元胞数组。

```
>> A=cell(2,2) %创建空的元胞数组
```

```
>> A{1,1}='cell1'
```

(2) 使用cell函数创建

cell函数创建元胞数组的语法格式:

```
A=cell(m,n) %创建m×n元胞数组
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 2. 元胞数组的操作

(1) 用{}取元胞数组的元素内容

>> *s=C{2,1}* %全下标方式

>> *s=C{2}* %单下标方式

(2) 用()取元胞数组的元素

>> *n=C(2,1)* %全下标方式

n =

[1x4 double]

(3) 用deal函数取多个元胞元素的内容



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.5.2 结构体

- 结构体的基本组成是结构，每一个结构都包含多个字段 (Fields)，结构体只有划分了字段以后才能使用。

- 1. 创建结构体

- (1) 直接创建

直接使用赋值语句创建结构体，用“结构体名.字段名”的格式赋值。

```
>> ps(1).name='曲线1'
```

- (2) 利用struct函数创建

```
struct('field1',值1,'field2',值2,...)  
值赋给各字段
```

%创建结构体将



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

structure

结构体型

- MATLAB中的结构体与C语言中的结构体类似，一个结构体可以通过字段存储多个不同类型的数据。因此，结构体相当于一个数据容器，把多个相关联的不同类型的数据封装在一个结构体对象中。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：创建结构体
- `>> ps(1).name='曲线1'`
- `>> ps(1).color='red'`
- `>> ps(1).position=[0,0,300,300]`
- `>> ps(2).name='曲线2'`
- `>> ps(2).color='blue'`
- `>> ps(2).position=[100,100,300,300]`



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 2. 获取结构体内部数据

- (1) 使用“.”符号获取

- (2) 用getfield函数获取

getfield(A,{A_index},'fieldname',{field_index})

- (3) 使用fieldnames函数获取结构体的所有字段

fieldnames (array)%获取结构体的所有字段

- (4) 使用“[]”合并相同字段的数据



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：使用getfield函数获取结构体的内部数据

```
>> x2=getfield(ps,{1},'position')
```

```
>> x3=getfield(ps,{1},'position',{2})
```

- 例：使用fieldnames函数获取结构体的所有字段

```
>> x=fieldnames(ps)
```

```
>> whos ps x
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

• 3. 结构体的操作函数

(1) 删除结构体的字段

`rmfield(A,'fieldname')` %删除字段

(2) 修改结构体的数据

`setfield(A,{A_index},'fieldname',{field_index},值)`

(3) 结构体转换为元胞数组

```
>> ps=setfield(ps,{1},'color','green');
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

function_handle

函数的句柄

说明

函数句柄是一种表示函数的 MATLAB® 数据类型。函数句柄的典型用法是将函数传递给另一个函数。例如，您可以将函数句柄用作基于某个值范围计算数学表达式的函数的输入参数。函数句柄的其他典型用法包括：

- 指定回调函数（例如，响应 UI 事件或与数据采集硬件交互的回调）。
- 构造以内联方式定义而非存储在程序文件（匿名函数）中的函数的句柄。

创建对象

使用 @ 运算符创建一个函数句柄。函数句柄可以表示命名函数或匿名函数。

命名函数句柄表示现有程序文件中的函数，包括 MATLAB 中提供的函数以及使用 function 关键字创建的函数。要创建命名函数的句柄，请在函数名称前加上 @。

匿名函数句柄（通常称为匿名函数）表示返回一个输出的单个内联可执行表达式。要定义匿名函数，请在 @ 运算符后紧接着用括号将输入参数名称括起来，然后指定可执行表达式。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.6 多维数组

- 三维数组的元素存放遵循“单下标”的编号规则：第一页第一列下接该页的第二列，下面再接第三列，依此类推；第一页的最后列下面接第二页第一列，如此进行，直至结束。
- 1. 多维数组的创建
 - (1) 直接赋值创建
 - (2) 由二维数组扩展
 - (3) 使用cat函数创建



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 使用cat函数创建多维数组。

```
>> a=[1 2;3 4];
```

```
>> b=[10 9;8 7];
```

```
>> c2=cat(3,a,b)
```

%按第三维连接

```
c2(:,:,1) =
```

```
1 2
```

```
3 4
```

```
c2(:,:,2) =
```

```
10 9
```

```
8 7
```

```
>> c2(1,1,2)
```

%全下标方式的数组元素

```
ans =
```

```
10
```

```
>> c2(6)
```

%单下标方式的数组元素

```
ans =
```

```
8
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2. 7关系运算和逻辑运算

2. 7. 1 逻辑变量

- MATLAB 7.3中逻辑型（logical）数据只有“1”和“0”，分别表示true和false两种状态，逻辑型变量只占1个字节。
- 函数logical可以用来将数值型转换为逻辑型，任何非零的数值都转换为逻辑1，数值0转换为逻辑0。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.7.2 关系运算

- MATLAB 7.3常用的关系操作符有 $<$ 、 $<=$ 、 $>$ 、 $>=$ 、 $==$ （等于）、 $\sim=$ （不等于）。
- 关系运算规则：
- 如果比较的两个变量都是标量，则结果为1（true）或0（false）；
- 如果比较的两个变量都是数组，则必须尺寸大小相同，结果也是同样大小的数组；
- 如果比较的是一个数组和一个标量，则把数组的每个元素分别与标量比较，结果为与数组大小相同的数组。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

- 例：逻辑型变量的运算。

```
>> a=[0 -1 0 10 0 9 -5 0 0]
```

```
>> b=logical(a)
```

```
>> c=1:9
```

```
>> d=c.*b
```

```
>> d1=c(b)
```

```
>> a(a<0)=10
```

%产生子矩阵块

%将小于0的数改为10



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.7.3 逻辑运算

- 1. 元素的逻辑运算

- 元素的逻辑运算是将数组中的元素一一进行逻辑运算，常用的逻辑运算符： $\&$ （与）、 $|$ （或）、 \sim （非）和 xor （异或）。在逻辑运算中，非0元素表示true，0元素表示false。

- 2. 先决逻辑运算

- 先决逻辑运算符有： $\&\&$ （先决与）和 $||$ （先决或）。

- 3. 位逻辑运算

- 位逻辑运算函数有： bitand （位与）、 bitor （位或）、 bitcmp （位非）和 bitxor （位异或）。

练习



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

- 例：使用关系运算和元素的逻辑运算找出大于60小于100的数位置。

```
>> num=round(rand(1,10)*100)    %生成小于100的整数
>> n=(num>60)&(num<100)          %判断是否大于60小于100
>> n=n.*num
>> result=find(n)                %查找非零的数的位置
>> num1=num(num>50)              %将大于50的元素取出
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

- 例：使用先决逻辑运算符进行运算。

```
>> t=0:3
```

```
>> y1=(t(1)~=0)&&(100/t(1)>10)
```

```
>> y2=(t(2)~=0)&&(100/t(2)>10)
```



2.7.4 运算符优先级

- 各类运算符的优先级为：括号 \rightarrow 算术运算符 \rightarrow 关系运算符 \rightarrow 逻辑运算符
- 各符号优先顺序为：
- 括号 $()$ \rightarrow 转置 $'$ \rightarrow 幂 $^$ \rightarrow 一元加减 $+$ $-$ 逻辑非 \sim \rightarrow 乘 $*$ \rightarrow 除 $/$ \rightarrow 加减 $+$ $-$ \rightarrow 冒号 $:$ \rightarrow 关系运算 $>$ $>=$ $<$ $<=$ $==$ $\sim=$ \rightarrow 元素逻辑运算与 $\&$ \rightarrow 元素逻辑运算或 $|$ \rightarrow 先决逻辑运算与 $\&\&$ \rightarrow 先决逻辑运算或 $||$



2.8表格型

创建表格型变量

- 直接创建表格 使用table函数来创建表格型变量，命令格式如下：

T=table(变量1， 变量2，)

- 创建一个三个字段四个记录的表格。

```
>> Name={'XiaoHong';'LiMin';'YunDi';'KeLe'};
```

```
>> Age=[19;18;20;19];
```

```
>> Gender={'F';'M';'M';'M'};
```

```
>> T1=table(Name,Age,Gender);
```



2. 9数组的信息获取

• 1. 数组的尺寸

函数名		功能
size	<code>d=size(A)</code>	%以行向量 d 表示 A 数组的各维尺寸
	<code>[m1,m2,...]=size(A)</code>	%返回数组 A 的各维尺寸
length	<code>d= length (A)</code>	%返回数组 A 各维中最大维的长度
ndims	<code>n=ndims(A)</code>	%返回数组 A 的维数
numel	<code>n=numel(A)</code>	%返回数组 A 的元素总个数

• 2. 数组的检测函数

- 以“is”开头，函数返回的结果为逻辑型，如果检测符合条件则返回1，不符合条件就返回0。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：使用获取数组尺寸的函数获得数组信息。

```
>>a=rand(2,3)*10
```

```
>>[m,n]=size(a)
```

```
>>a(1,n)=0
```

```
>>t=numel(a)      %求数组元素个数
```

```
>>mean=sum(a(:))/t
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.10 多项式

- 一个多项式按降幂排列为：
- $p(x)=a_nx^n+a_{n-1}x^{n-1}+...+a_1x+a_0$
- 在MATLAB中用行向量来表示多项式的各项系数，使用长度为 $n+1$ 的行向量按降幂排列，用0表示多项式中某次幂的缺项，则表示为：
- $p=[a_n \ a_{n-1} \dots \ a_1 \ a_0]$
- 例如， $p(x)=x^3-4x^2+3x+1$ 可表示为 $p=[1 \ -4 \ 3 \ 1]$ ； $p(x)=x^3+5x^2+2x$ 可表示为 $p=[1 \ 5 \ 2 \ 0]$ 。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.10.1 多项式求根和求值

- 1. 多项式求根
- 使用roots函数来计算多项式的根，多项式的根以列向量的形式表示；反过来，也可以根据多项式的根使用poly函数获得多项式。
- 2. 多项式求值
- 函数polyval和polyvalm可以用来计算多项式在给定的变量时的值。



1. 多项式求根

- 使用roots函数来计算多项式的根，多项式的根以列向量的形式表示；反过来，也可以根据多项式的根使用poly函数获得多项式。

- 例：计算多项式的根并由根得出多项式。

```
>>p1=[1 -6 11 -6 0]
```

```
>> r1=roots(p1)
```

```
>> p2=poly([r1(2),r1(3)])
```



2. 多项式求值

- 使用polyval和polyvalm可以用来计算多项式在给定变量时的值。语法格式如下：

polyval(p,x) %得出变量x对应多项式的值

polyvalm(p,x) %得出矩阵x对应多项式的值

- 例(续)计算上页中p1当变量为5和方阵时的值。

```
>> polyval(p1,5);
```

```
>> x=[1 2;3 4];
```

```
>> polyvalm(p1,x);
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.10.2 多项式的算术运算

- 1. 多项式的乘法和除法
- 多项式的乘法和除法运算分别使用函数conv和deconv来实现。
- $p = \text{conv}(p1, p2)$ %计算多项式 $p1$ 和 $p2$ 的乘积
- $[q, r] = \text{deconv}(p1, p2)$ %计算多项式 $p1$ 与 $p2$ 的商

练习



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：计算多项式的乘除法

```
>>p1=[1 2]
```

```
>>p2=[1 3]
```

```
>>p3=[1 4]
```

```
>>p=conv(conv(p1,p2),p3) %计算三个多项式的乘积
```

```
>>[p12,r]=deconv(p,p3) %计算多项式除法
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 2. 部分分式展开
- $[r, p, k] = \text{residue}(B, A)$
- %将分母多项式A和分子多项式B进行部分分式展开
- $[B, A] = \text{residue}(r, p, k)$
- %将部分分式和形式转化为两个多项式除法



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 将两个表达式G1进行部分分式展开,

```
>> a1=[1 -6 11 -6 0];  
>> b1=10;  
>> [r1,p1,k1]=residue(b1,a1)  
r1 =  
    1.6667  
   -5.0000  
    5.0000  
   -1.6667  
p1 =  
    3.0000  
    2.0000  
    1.0000  
     0  
k1 =  
[]
```

$$G1(s) = \frac{10}{s^4 - 6s^3 + 11s^2 - 6s}$$

%将G1部分分式展开

$$G(s) = \frac{10}{s^4 - 6s^3 + 11s^2 - 6s} = \frac{1.6667}{s-3} - \frac{5}{s-2} + \frac{5}{s-1} - \frac{1.6667}{s}$$



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 3. 多项式的微积分

- 使用polyder函数来计算多项式的微分：

- `polyder(p)` %计算 p 的导数

- `polyder(a,b)` %计算 a 和 b 乘积的导数

- `[q,d]= polyder(b,a)` %计算 b/a 的导数

- MATLAB没有专门的多项式积分函数，但可以通过以下的公式计算完成积分：

- `[p./(length(p):-1:1),k]` %计算多项式 p 的积分



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 例：计算多项式 $p(x) = x^3 + 5x^2 + 2x + 1$ 的积分
- `>>p=[1 5 2 1]`
- `>>d=polyder(p)`
- `>>[d./(length(d):-1:1),0] %计算多项式p的积分`



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

2.10.3 多项式的拟合与插值

- 1. 多项式的拟合

- 多项式拟合是用一个多项式来逼近一组给定的数据，是数据分析上的常用方法。
- (1) 拟合函数
- `p=polyfit(x,y,n)` %由x和y得出多项式p
- 说明：x、y向量分别为数据点的横、纵坐标；n是拟合的多项式阶次；p为拟合的多项式，p是n+1个系数构成的行向量。



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

- 例：使用多项式拟合的方法对 $y=6x^5+4x^3+2x^2-7x+10$ 曲线的数据进行拟合。

```
>> x=0:0.5:10;  
>> p=[6 0 4 2 -7 10];  
>> y=polyval(p,x);  
>> p1=polyfit(x,y,2); %2阶拟合  
>> y1=polyval(p1,x);  
>> p2=polyfit(x,y,5); %5阶拟合  
>> plot(x,y)  
>> hold on  
>> plot(x,polyval(p1,x),'o')  
>> hold on  
>> plot(x,polyval(p2,x),'*')
```



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 2. 插值运算

- 插值 (interpolation) 是在两个原始数据点之间根据一定的运算关系插入新的数据点，以便更准确地得出数据的变化规律。
- 一维插值是指对一个自变量的插值，interp1函数用来进行一维插值：
- $y_i = \text{interp1}(x, y, x_i, 'method')$

练习：

- x=uint8(2.3e10), 则x所占的字节是_____个。
- A. 1 B. 2 C.
- 4 D. 8

答案：
A





蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

- 下列_____是合法常量。
- A. $3 * e10$ B. $1e500$ C.
 - $1.85e-56$ D. $10-2$

答案：
C



练习：

- 已知 $x=0:10$, 则x有_____个元素。
- A. 10 B. 11 C. 9

D. 12

答案：
B





蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

• 已知数组 $a = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$, 则 $a(:,end)$ 是指_____

- A. 所有元素
- B. 第一行元素
- C. 第三列元素
- D. 第三行元素

答案：
C





蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 练习:
- 斐波那契数列, 教材P8

$$f_n = f_{n-1} + f_{n-2}$$

- 魔方矩阵, 教材P19

Magic(4)



蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

- 练习:
- 教材P44, 练习1.8
- $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$
- $X = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

$$X = A * X$$



• 运行字符串函数strncmp('s1','s2',2)，则结果是

- _____
- A. 1
 - B. 0
 - C. false
 - D. true

答案：
C





蘇州大學

SOOCHOW UNIVERSITY

练习：

- 计算x从0到20, $y=\sin(x)$ 中, $\pi < x < 4\pi$ 范围中, $y > 0$ 的所有值。
- $x=0:20;$
- $y=\sin(x);$
- $y=y((x>\pi)\&(x<4*\pi)\&(y>0))$





练习：

- 计算三个多项式 s_1 、 s_2 和 s_3 的乘积，则算式为

- A. $\text{conv}(s_1, s_2, s_3)$ B. $s_1 * s_2 * s_3$
- C. $\text{conv}(\text{conv}(s_1, s_2), s_3)$ D. $\text{conv}(s_1 * s_2 * s_3)$

答案：
C



UNTO A FULL GROWN MAN



Thank you!
Q&A

He Fang

School of Electronic and Information
Engineering, Soochow University,
Soochow 215301, China

fanghe@suda.edu.cn



苏州大学电子信息学院

School of Electronic & Information Engineering