



数学软件 Matlab

—— 矩阵运算

本讲主要内容

- **Kronecker 乘积**
- **数组运算**
- **函数的使用**
- **变量的输入输出**

Kronecker 乘积

● 矩阵 Kronecker 乘积的定义

- 设 A 是 $n \times m$ 矩阵, B 是 $p \times q$ 矩阵, 则 A 与 B 的 Kronecker 乘积为:

$$C = A \otimes B = \begin{pmatrix} a_{11}B & a_{12}B & \dots & a_{1m}B \\ a_{21}B & a_{22}B & \dots & a_{2m}B \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}B & a_{n2}B & \dots & a_{nm}B \end{pmatrix}$$

- $A \otimes B$ 是 $np \times mq$ 矩阵
- 任意两个矩阵都有 Kronecker 乘积
- 通常 $A \otimes B \neq B \otimes A$
- Matlab 中计算两个矩阵的 Kronecker 乘积

```
C=kron(A,B);
```

本讲主要内容

- Kronecker 乘积
- 数组运算
- 函数的使用
- 变量的输入输出

矩阵的数组运算

- 数组运算：对应元素进行运算

- 数组运算包括：点乘、点除、点幂

- 相应的四个数组运算符为： `.*` `./` `.\` `.^`

点与算术运算符之间不能有空格！

参与运算的对象必须具有相同的形状！

例：

```
A=[1,2,3; 4,5,6];
```

```
B=[3,2,1; 6,5,4];
```

```
C=A.*B
```

```
D=A./B
```

```
E=A.^B
```

本讲主要内容

- Kronecker 乘积
- 数组运算
- 函数的使用
- 变量的输入输出

函数取值

● 函数作用在矩阵上的取值

设 x 是变量， f 是一个函数

- 当 $x = a$ 是标量时， $f(x) = f(a)$ 也是一个标量
- 当 $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ 是向量时，则
 $f(x) = [f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)]$ 是一个与 x 长度相同的向量

f 作用在 x 的每个分量上！

- 若 A 是矩阵，则 $f(A)$ 是一个与 A 同形状的矩阵

$$f(A) = \begin{pmatrix} f(a_{11}) & f(a_{12}) & \dots & f(a_{1n}) \\ f(a_{21}) & f(a_{22}) & \dots & f(a_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(a_{m1}) & f(a_{m2}) & \dots & f(a_{mn}) \end{pmatrix}$$

例：

```
x=[0:pi/4:pi];  
A=[1,2,3; 4,5,6];  
y1=sin(x)  
y2=exp(A)  
y3=sqrt(A)
```

矩阵的超越函数

- 矩阵函数

怎样计算 e^A ?

- 将矩阵作为一个整体参与运算
- Matlab 提供的矩阵函数: `expm`、`sqrtnm`、`logm`
详情参见联机帮助 (`help expm / sqrtnm / logm`)
- 更一般的矩阵函数: `funm`

`funm(A, @fun)`

`fun` 可以是 `exp`, `log`, `cos`, `sin`,

矩阵与数的运算

● 矩阵与数的运算

- **加减**：矩阵的每个元素都与数作加减运算
- **数乘**：矩阵的每个元素都与数作乘法运算
- **矩阵除以一个数**：每个元素都除以这个数
- **数与矩阵的点幂运算**：采用数组运算

例：

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

```
x.^2=[1^2,2^2,3^2]=[1,4,9]
```

```
2.^x=[2^1,2^2,2^3]=[2,4,8]
```

Matlab中所有标点符号必须在英文状态下输入!

常用数学函数

$\sin(x)$ 、 $\cos(x)$ 、 $\tan(x)$ 、 $\cot(x)$ 、
 $\sec(x)$ 、 $\csc(x)$ 、 $\sinh(x)$ 、 $\cosh(x)$ 、 $\tanh(x)$...

$\operatorname{asin}(x)$ 、 $\operatorname{acos}(x)$ 、 $\operatorname{atan}(x)$ 、 $\operatorname{acot}(x)$ 、
 $\operatorname{asec}(x)$ 、 $\operatorname{acsc}(x)$...

$\exp(x)$ % e^x 自然指数 (以 e 为底)

$\operatorname{pow2}(x)$ % 2^x 以 2 为底的指数

$\log(x)$ % $\ln(x)$ 自然对数 (以 e 为底)

$\log_2(x)$ % 以 2 为底的对数

$\log_{10}(x)$ % 以 10 为底的对数

$\operatorname{sqrt}(x)$ % 平方根

$\operatorname{abs}(x)$ % 绝对值

常用数学函数

`conj(z)` % 复数的共轭
`real(z)` % 复数的实部
`imag(z)` % 复数的虚部
`angle(z)` % 复数的辐角

`sign(x)` % 符号函数

`round(x)` % 取整函数 (四舍五入)
`fix(x)`、`floor(x)`、`ceil(x)` % 另外三个取整函数

`mod(x,y)` % 计算 x 除以 y 的余数 (结果与 y 同号)
`rem(x,y)` % 计算 x 除以 y 的余数 (结果与 x 同号)

`gcd(x,y)` % 最大公约数

`lcm(x,y)` % 最小公倍数

常用数学函数

`linspace(a,b,n)` % 生成 a 到 b , n 个数的等差数列

`logspace(a,b,n)` % 生成 10^a 到 10^b , n 个数的等比数列

`max(x)` % 求向量 x 中的最大值
`min(x)` % 求最小值
`mean(x)` % 求平均值
`sum(x)` % 求和
`sort(x)` % 排序

若参数 x 是矩阵，
则作用在其各列上

`det(A)` % 矩阵行列式
`inv(A)` % 矩阵的逆
`eig(A)` % 矩阵的特征值
`rank(A)` % 矩阵的秩

更多数学函数，参见课程主页

本讲主要内容

- Kronecker 乘积
- 数组运算
- 函数的使用
- 变量的输入输出

Matlab 的输出格式

● 输出格式

- Matlab 以双精度执行所有的运算，运算结果可以在**屏幕上输出**，同时**赋给指定变量**；若无指定变量，则系统会自动将结果赋给变量 “**ans**”
- 在屏幕上输出运算结果时，可以通过 **format** 命令指定输出格式

format 只改变输出格式，不会改变变量的值！

各种 format

格式	解释	例
<code>format</code>	短格式（缺省格式），同 <code>short</code>	3.1416
<code>format short</code>	短格式（缺省格式），小数点后 4 位	3.1416
<code>format long</code>	长格式，双精度 15 位，单精度 7 位	3.14159265358979
<code>format shortE</code>	短 E 格式（科学计数格式）	3.1416e+000
<code>format longE</code>	长 E 格式	3.141592653589793e+000
<code>format shortG</code>	短 G 格式	3.1416
<code>format longG</code>	长 G 格式	3.14159265358979
<code>format rat</code>	分数形式	355/113
<code>format compact</code>	紧凑格式	
<code>format loose</code>	宽松格式	
<code>format +</code> , <code>format bank</code> , <code>format hex</code> (详情查看联机帮助)		

变量的存储

- 将变量保存到 mat 文件中

<code>save</code>	将所有变量保存到文件 <code>matlab.mat</code> 中
<code>save fname</code> <code>save fname.mat</code>	将所有变量保存到文件 <code>fname.mat</code> 中
<code>save fname 变量</code>	将指定变量保存到文件 <code>fname.mat</code> 中

- 可同时保存多个变量，各变量之间用空格隔开

例：

```
x=2:5; A=magic(3); a=2.4;  
save mydata A x;
```

- 从 mat 文件中读取变量

<code>load fname</code>	读取 <code>fname.mat</code> 中的所有变量
<code>load fname 变量</code>	从 <code>fname.mat</code> 中读取指定的变量

上机要求

□ 上机要求

- 将完成每题所用的命令写入一个文件，取名为 **m02.m**
- 然后将该文件作为附件，通过 foxmail 以邮件形式发给 **mhjs@system.mail**
- 邮件主题为：**机号-学号-姓名**
- 其中机号为 **两位数**
- 三个字段之间用英文状态下的减号链接

上机作业

1、自己练习，体会各种数学函数的使用（不用上交）

2、写出可以完成下列任务的Matlab命令（需上交）：

(1) 生成列向量 $x = [10^{-10}, 10^{-9}, \dots, 10^{-1}, 1, 2, 4, 6, 8, \dots, 80]$

(2) 数列 x 同 (1)，求数列 y 使得 $y_i = \sin(x_i)/x_i$

(3) 产生一个由 1 到 10 组成的随机整数排列 S1（参见教材 P143）

(4) 产生一个长度为10的序列 S2，每个元素均是 1 到 10 之间，且满足均匀分布的随机整数（参见教材 144），问：S1与S2有什么区别？

(5) 利用函数 rand 生成一个含有满足均匀分布的 5 阶随机整数方阵 A，元素都是 0~100 之间的整数

(6) 生成一个与 A 同阶的满足正态分布的随机矩阵 B

(7) 计算 A 的转置与 B 的下三角部分的 kronecker 乘积 C

(8) 生成由 B 与其同阶魔方矩阵点乘得到的矩阵 D

(9) 求出矩阵 D 中绝对值最大的元素的绝对值

(10) 删除 D 的第三行和第二列

(11) 生成由 B 的第 2, 4, 5 行和第 4, 1, 4 列组成的矩阵 E

(12) 教材第 53 页，第 1 题（1—5）和第 5 题