

# 第 5 章 MATLAB 数据分析 与多项式计算

Lecturer: 白煌

杭州师范大学  
信息科学与技术学院

2022.11.11



# 本章要点

- MATLAB 数据统计处理
- MATLAB 数据插值
- MATLAB 曲线拟合
- MATLAB 多项式计算



# 目录

## 1 5.1 数据统计处理



## 5.1.1 最大值和最小值

MATLAB 提供的求数据序列的最大值和最小值的函数分别为 `max` 和 `min`，两个函数的调用格式和操作过程类似。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 1. 求向量的最大值和最小值



## 5.1.1 最大值和最小值

### 1. 求向量的最大值和最小值

- $y=\max(X)$ : 返回向量  $X$  的最大值存入  $y$ , 如果  $X$  中包含复数元素, 则按模取最大值。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 1. 求向量的最大值和最小值

- $y=\max(X)$ : 返回向量  $X$  的最大值存入  $y$ , 如果  $X$  中包含复数元素, 则按模取最大值。
- $[y,l]=\max(X)$ : 返回向量  $X$  的最大值存入  $y$ , 最大值的序号存入  $l$ , 如果  $X$  中包含复数元素, 则按模取最大值。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 1. 求向量的最大值和最小值

- $y=\max(X)$ : 返回向量  $X$  的最大值存入  $y$ , 如果  $X$  中包含复数元素, 则按模取最大值。
- $[y,l]=\max(X)$ : 返回向量  $X$  的最大值存入  $y$ , 最大值的序号存入  $l$ , 如果  $X$  中包含复数元素, 则按模取最大值。
- 求向量  $X$  的最小值的函数是  $\min(X)$ , 用法和  $\max(X)$  完全相同。





## 5.1.1 最大值和最小值

例 5-1: 求向量  $x$  的最大值。



## 5.1.1 最大值和最小值

例 5-1: 求向量  $x$  的最大值。

```
>> x=[-43,72,9,16,23,47];  
>> y=max(x)           % 求向量 x 中的最大值  
>> [y,l]=max(x)       % 求向量 x 中的最大值及该元素的位置
```



## 5.1.1 最大值和最小值

### 2. 求矩阵的最大值和最小值



## 5.1.1 最大值和最小值

### 2. 求矩阵的最大值和最小值

- $\max(A)$ : 返回一个行向量，向量的第  $i$  个元素是矩阵  $A$  的第  $i$  列上的最大值。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 2. 求矩阵的最大值和最小值

- $\max(A)$ : 返回一个行向量，向量的第  $i$  个元素是矩阵  $A$  的第  $i$  列上的最大值。
- $[Y,U]=\max(A)$ : 返回行向量  $Y$  和  $U$ ， $Y$  向量记录  $A$  的每列的最大值， $U$  向量记录每列最大值的行号。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 2. 求矩阵的最大值和最小值

- $\max(A)$ : 返回一个行向量，向量的第  $i$  个元素是矩阵  $A$  的第  $i$  列上的最大值。
- $[Y,U]=\max(A)$ : 返回行向量  $Y$  和  $U$ ， $Y$  向量记录  $A$  的每列的最大值， $U$  向量记录每列最大值的行号。
- $\max(A,[],dim)$ :  $dim$  取 1 或 2。 $dim$  取 1 时，该函数和  $\max(A)$  完全相同； $dim$  取 2 时，该函数返回一个列向量，其第  $i$  个元素是  $A$  矩阵的第  $i$  行上的最大值。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 2. 求矩阵的最大值和最小值

- $\max(A)$ : 返回一个行向量，向量的第  $i$  个元素是矩阵  $A$  的第  $i$  列上的最大值。
- $[Y,U]=\max(A)$ : 返回行向量  $Y$  和  $U$ ， $Y$  向量记录  $A$  的每列的最大值， $U$  向量记录每列最大值的行号。
- $\max(A,[],dim)$ :  $dim$  取 1 或 2。 $dim$  取 1 时，该函数和  $\max(A)$  完全相同； $dim$  取 2 时，该函数返回一个列向量，其第  $i$  个元素是  $A$  矩阵的第  $i$  行上的最大值。
- 求最小值的函数是  $\min$ ，其用法和  $\max$  完全相同。



## 5.1.1 最大值和最小值

例 5-2: 分别求  $3 \times 4$  矩阵  $x$  中各列和各行元素中的最大值, 并求整个矩阵的最大值和最小值。





## 5.1.1 最大值和最小值

例 5-2: 分别求  $3 \times 4$  矩阵  $x$  中各列和各行元素中的最大值, 并求整个矩阵的最大值和最小值。

```
>> x=[1,8,4,2;9,6,2,5;3,6,7,1]
>> y=max(x)           % 求各列元素的最大值
>> [y,l]=max(x)        % 求各列元素的最大值及这些元素的行下标
>> [y,l]=max(x,[],1)   % 与上面的命令完全相同
>> [y,l]=max(x,[],2)   % 查找操作在各行中进行
>> max(max(x))         % 求整个矩阵的最大值
>> min(min(x))         % 求整个矩阵的最小值
```



## 5.1.1 最大值和最小值

### 3. 两个向量或矩阵对应元素的比较



## 5.1.1 最大值和最小值

### 3. 两个向量或矩阵对应元素的比较

- $U=\max(A,B)$ : A、B 是两个同型的向量或矩阵，结果 U 是与 A、B 同型的向量或矩阵，U 的每个元素等于 A、B 对应元素的较大者。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 3. 两个向量或矩阵对应元素的比较

- $U=\max(A,B)$ :  $A$ 、 $B$  是两个同型的向量或矩阵，结果  $U$  是与  $A$ 、 $B$  同型的向量或矩阵， $U$  的每个元素等于  $A$ 、 $B$  对应元素的较大者。
- $U=\max(A,n)$ :  $n$  是一个标量，结果  $U$  是与  $A$  同型的向量或矩阵， $U$  的每个元素等于  $A$  对应元素和  $n$  中的较大者。



## 5.1.1 最大值和最小值

### 3. 两个向量或矩阵对应元素的比较

- $U=\max(A,B)$ :  $A$ 、 $B$  是两个同型的向量或矩阵，结果  $U$  是与  $A$ 、 $B$  同型的向量或矩阵， $U$  的每个元素等于  $A$ 、 $B$  对应元素的较大者。
- $U=\max(A,n)$ :  $n$  是一个标量，结果  $U$  是与  $A$  同型的向量或矩阵， $U$  的每个元素等于  $A$  对应元素和  $n$  中的较大者。
- $\min$  函数的用法和  $\max$  完全相同。



## 5.1.1 最大值和最小值

例 5-3: 求两个  $2 \times 3$  矩阵  $x$ 、 $y$  所有同一位置上的较大元素构成的新矩阵  $p$ 。



## 5.1.1 最大值和最小值

例 5-3: 求两个  $2 \times 3$  矩阵  $x$ 、 $y$  所有同一位置上的较大元素构成的新矩阵  $p$ 。

```
>> x=[4,5,6;1,4,8]
```

```
>> y=[1,7,5;4,5,7]
```

```
>> p=max(x,y)    % 在 x、y 同一位置上的两个元素中找出较大值
```



## 5.1.2 求和与求积

设  $X$  是一个向量， $A$  是一个矩阵。





## 5.1.2 求和与求积

设  $X$  是一个向量， $A$  是一个矩阵。

- `sum(X)`: 返回向量  $X$  各元素的和。
- `prod(X)`: 返回向量  $X$  各元素的乘积。



## 5.1.2 求和与求积

设  $X$  是一个向量， $A$  是一个矩阵。

- `sum(X)`: 返回向量  $X$  各元素的和。
- `prod(X)`: 返回向量  $X$  各元素的乘积。
- `sum(A)`: 返回一个行向量，其第  $i$  个元素是  $A$  的第  $i$  列的元素和。
- `prod(A)`: 返回一个行向量，其第  $i$  个元素是  $A$  的第  $i$  列的元素积。



## 5.1.2 求和与求积

设  $X$  是一个向量,  $A$  是一个矩阵。

- `sum(X)`: 返回向量  $X$  各元素的和。
- `prod(X)`: 返回向量  $X$  各元素的乘积。
- `sum(A)`: 返回一个行向量, 其第  $i$  个元素是  $A$  的第  $i$  列的元素和。
- `prod(A)`: 返回一个行向量, 其第  $i$  个元素是  $A$  的第  $i$  列的元素积。
- `sum(A,dim)`: 当  $dim$  为 1 时, 该函数等同于 `sum(A)`; 当  $dim$  为 2 时, 返回一个列向量, 其第  $i$  个元素是  $A$  的第  $i$  行的各元素之和。
- `prod(A,dim)`: 当  $dim$  为 1 时, 该函数等同于 `prod(A)`; 当  $dim$  为 2 时, 返回一个列向量, 其第  $i$  个元素是  $A$  的第  $i$  行的各元素乘积。



## 5.1.2 求和与求积

例 5-4: 求矩阵 A 的每行元素的乘积和全部元素的乘积。



## 5.1.2 求和与求积

例 5-4: 求矩阵 A 的每行元素的乘积和全部元素的乘积。

```
>> A=[1,2,3,4;5,6,7,8;9,10,11,12];  
>> S=prod(A,2)    % 求 A 的每行元素的乘积  
>> prod(S)        % 求 A 的全部元素的乘积
```



### 5.1.3 平均值和中值

求算术平均值的函数是 `mean`，求中值的函数是 `median`。



### 5.1.3 平均值和中值

求算术平均值的函数是 `mean`，求中值的函数是 `median`。

- `mean(X)`: 返回向量 `X` 的算术平均值。
- `median(X)`: 返回向量 `X` 的中值。



## 5.1.3 平均值和中值

求算术平均值的函数是 `mean`，求中值的函数是 `median`。

- `mean(X)`: 返回向量 `X` 的算术平均值。
- `median(X)`: 返回向量 `X` 的中值。
- `mean(A)`: 返回一个行向量，其第  $i$  个元素是 `A` 的第  $i$  列的平均值。
- `median(A)`: 返回一个行向量，其第  $i$  个元素是 `A` 的第  $i$  列的中值。





## 5.1.3 平均值和中值

求算术平均值的函数是 `mean`，求中值的函数是 `median`。

- `mean(X)`: 返回向量 `X` 的算术平均值。
- `median(X)`: 返回向量 `X` 的中值。
- `mean(A)`: 返回一个行向量，其第  $i$  个元素是 `A` 的第  $i$  列的平均值。
- `median(A)`: 返回一个行向量，其第  $i$  个元素是 `A` 的第  $i$  列的中值。
- `mean(A,dim)`: 当 `dim` 为 1 时，该函数等同于 `mean(A)`；当 `dim` 为 2 时，返回一个列向量，其第  $i$  个元素是 `A` 的第  $i$  行的算术平均值。
- `median(A,dim)`: 当 `dim` 为 1 时，该函数等同于 `median(A)`；当 `dim` 为 2 时，返回一个列向量，其第  $i$  个元素是 `A` 的第  $i$  行的中值。



## 5.1.3 平均值和中值

例 5-5: 分别求向量  $x$  与  $y$  的平均值和中值。



## 5.1.3 平均值和中值

例 5-5: 分别求向量  $x$  与  $y$  的平均值和中值。

```
>> x=[9,-2,5,7,12];    % 奇数个元素
>> mean(x)
>> median(x)
>> y=[9,-2,5,6,7,12];  % 偶数个元素
>> mean(y)
>> median(y)
```



## 5.1.4 累加和与累乘积

用 `cumsum` 和 `cumprod` 函数求向量和矩阵元素的累加和与累乘积。



## 5.1.4 累加和与累乘积

用 `cumsum` 和 `cumprod` 函数求向量和矩阵元素的累加和与累乘积。

- `cumsum(X)`: 返回向量 `X` 累加和向量。
- `cumprod(X)`: 返回向量 `X` 累乘积向量。



## 5.1.4 累加和与累乘积

用 `cumsum` 和 `cumprod` 函数求向量和矩阵元素的累加和与累乘积。

- `cumsum(X)`: 返回向量  $X$  累加和向量。
- `cumprod(X)`: 返回向量  $X$  累乘积向量。
- `cumsum(A)`: 返回一个矩阵，其第  $i$  列是  $A$  的第  $i$  列的累加和向量。
- `cumprod(A)`: 返回一个矩阵，其第  $i$  列是  $A$  的第  $i$  列的累乘积向量。



## 5.1.4 累加和与累乘积

用 `cumsum` 和 `cumprod` 函数求向量和矩阵元素的累加和与累乘积。

- `cumsum(X)`: 返回向量  $X$  累加和向量。
- `cumprod(X)`: 返回向量  $X$  累乘积向量。
- `cumsum(A)`: 返回一个矩阵，其第  $i$  列是  $A$  的第  $i$  列的累加和向量。
- `cumprod(A)`: 返回一个矩阵，其第  $i$  列是  $A$  的第  $i$  列的累乘积向量。
- `cumsum(A,dim)`: 当 `dim` 为 1 时，该函数等同于 `cumsum(A)`；当 `dim` 为 2 时，返回一个矩阵，其第  $i$  行是  $A$  的第  $i$  行的累加和向量。
- `cumprod(A,dim)`: 当 `dim` 为 1 时，该函数等同于 `cumprod(A)`；当 `dim` 为 2 时，返回一个矩阵，其第  $i$  行是  $A$  的第  $i$  行的累乘积向量。



## 5.1.4 累加和与累乘积

例 5-6: 求  $s=1+2+2^2+\cdots+2^{10}$  的值。





## 5.1.4 累加和与累乘积

例 5-6: 求  $s=1+2+2^2+\cdots+2^{10}$  的值。

```
>> x=[1,ones(1,10)*2]
```

```
>> y=cumprod(x)
```

```
>> s=sum(y)
```



## 5.1.5 标准差与相关系数

### 1. 标准差

在 MATLAB 中，提供了计算数据序列的标准差的函数 `std`。对于向量  $X$ ，`std(X)` 返回一个标准差。对于矩阵  $A$ ，`std(A)` 返回一个行向量或列向量，它的各个元素便是矩阵  $A$  各列或各行的标准差。`std` 函数的一般调用格式为

$$Y = \text{std}(A, \text{flag}, \text{dim})$$

其中，`dim` 取 1 或 2。当 `dim=1` 时，求各列元素的标准差；当 `dim=2` 时，则求各行元素的标准差。`flag` 取 0 或 1，当 `flag=0` 时，按  $\sigma_1$  所列公式计算标准差；当 `flag=1` 时，按  $\sigma_2$  所列公式计算标准差。默认取 `flag=0`，`dim=1`。



## 5.1.5 标准差与相关系数

例 5-7: 对二维矩阵  $x$ , 从不同维方向求出其标准差和方差。



## 5.1.5 标准差与相关系数

例 5-7：对二维矩阵  $x$ ，从不同维方向求出其标准差和方差。

```
>> x=[4,5,6;1,4,8];  
>> y1=std(x,0,1)    % 求标准差  
>> v1=var(x,0,1)    % 求方差  
>> y2=std(x,1,1)  
>> v2=var(x,1,1)  
>> y3=std(x,0,2)  
>> v3=var(x,0,2)  
>> y4=std(x,1,2)  
>> v4=var(x,1,2)
```



## 5.1.5 标准差与相关系数

### 2. 相关系数

MATLAB 提供了 `corrcoef` 函数，可以求出两组数据的相关系数矩阵。`corrcoef` 函数的调用格式为

- `corrcoef(X)`: 返回从矩阵  $X$  形成的一个相关系数矩阵。此相关系数矩阵的大小与  $X$  列数相关。它把矩阵  $X$  的每列作为一个变量，然后求它们的相关系数。
- `corrcoef(X,Y)`: 在这里， $X$ 、 $Y$  是向量，与 `corrcoef([X,Y])` 等价。



## 5.1.5 标准差与相关系数

例 5-8: 生成满足正态分布的  $10000 \times 5$  随机矩阵, 然后求各列元素的均值和标准差, 再求这 5 列随机数据的相关系数矩阵。



## 5.1.5 标准差与相关系数

例 5-8: 生成满足正态分布的  $10000 \times 5$  随机矩阵, 然后求各列元素的均值和标准差, 再求这 5 列随机数据的相关系数矩阵。

```
>> X=randn(10000,5);  
>> M=mean(X)  
>> D=std(X)  
>> R=corrcoef(X)
```



## 5.1.6 排序

MATLAB 中对向量  $X$  进行排序的函数是 `sort(X)`，函数返回一个对  $X$  中的元素按升序排列的新向量。`sort` 函数也可以对矩阵  $A$  的各列或各行重新排序，其调用格式为

$$[Y,I]=\text{sort}(A,\text{dim},\text{mode})$$

其中， $Y$  是排序后的矩阵，而  $I$  记录  $Y$  中的元素在  $A$  中的位置。`dim` 指明对  $A$  的列还是行进行排序，若 `dim=1`，则按列排；若 `dim=2`，则按行排，`dim` 默认取 1。`mode` 指明按升序还是按降序排序，`'ascend'` 为升序，`'descend'` 为降序，`mode` 默认取 `'ascend'`。





## 5.1.6 排序

例 5-9: 对二维矩阵做各种排序。



## 5.1.6 排序

例 5-9: 对二维矩阵做各种排序。

```
>> A=[1,-8,5;4,12,6;13,7,-13];  
>> sort(A)           % 对 A 的每列按升序排序  
>> sort(A,2,'descend') % 对 A 的每行按降序排序  
>> [X,I]=sort(A)    % 按列排序，并将每个元素所在行号送矩阵 I
```

