Matlab与简单数学模型

Vanilla_Yukirin

Vanilla-Yukirin/matlab-math-modeling

2025 年 11 月 13 日

目录

Matlab简介

Matlab（矩阵实验室）是由美国MathWorks公司开发的一种高级技术计算语言和交互式环境，广泛应用于科学计算、数据分析、算法开发和可视化等领域。

选Matlab还是Python

Matlab

- **内置**数学计算函数和工具箱、交互式工作区、工程领域标准。不需要会环境配置，安装好后开箱即用
- 文档齐全，内置帮助文档（按F12即可查看函数详细用法），相比去问AI会更加精确且全面
- 付费软件，昂贵的授权费，每个工具箱还需要单独付费[a]，很多学校没有资金订阅

[a]其实我们学校之前是有订阅过的，但是嘛……

Python

- 有numpy、sklearn、matplotlib等科学计算库、jupyter notebook交互式工作区，但是需要掌握环境管理/虚拟环境（anaconda、uv、venv等）
- 教程齐全。作为一门**热门语言**，网络上教程很多，问LLM也能得到不错的答案
- 免费软件，免费、开源、社区活跃，每个人都能自由的使用（freeware）

为什么建议数模初学者用Matlab

- Matlab 是工程领域的计算器+画图板+方程求解器——5分钟从数据到图表，无需折腾环境配置。安装完立即算矩阵、画图、解方程，让大家专注算法而非工具；
- 而 Python 需要先学虚拟环境管理，对完全零基础的同学是额外负担。
- 装 Python 的编程环境常见的环境问题（依赖冲突、版本不兼容）往往劝退初学者。

Matlab版本选择

Matlab相邻版本之间差别并不大。且近年更新的高级功能做数模一般用不上，所以只要不用过于老的版本（推荐使用 $\geq 2016b$），语法都是通用的。

ab尾缀的含义：

- **a**：上半年发布的版本，通常在3月份发布
- **b**：下半年发布的版本，通常在9月份发布

通常来说，一个a版本发布后，经过几个月的使用和反馈，MathWorks会修复一些Bug，并在同年秋季的b版本中使其更加稳定。所以**推荐使用b尾缀的版本**。

接下来的教程是基于Matlab R2024b的，如果你的版本不是2024b也没有关系，操作完全相同。

Matlab安装演示

自行下载Matlab，网盘链接在钉钉群中

如果下载速度过慢，可以带u盘下课找我拷贝

TODO: 安装Matlab过程截图

Matlab基本界面介绍

双击Matlab图标，等待一会儿，就会出现白色的Matlab软件窗口。

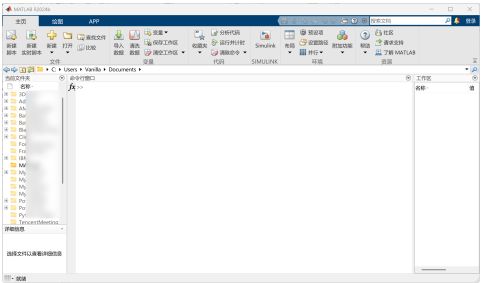


图: Matlab R2024b 界面示例

Matlab基本界面介绍

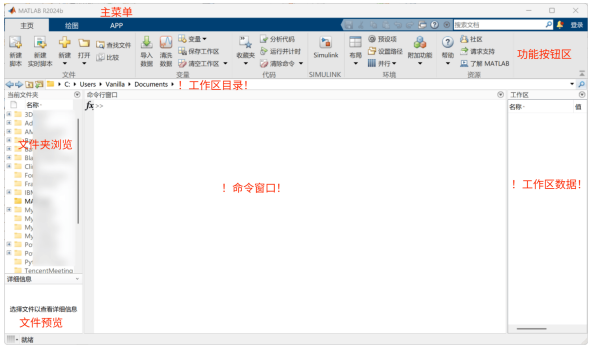


图: Matlab R2024b 界面示例

Matlab工作区

工作区，顾名思义就是进行工作的地方。建议先更换工作区到准备好的地方，做好文件管理，不要到处都散乱着代码文件。

通常，初次启动Matlab时，默认路径可能是C:\Users\用户名\Documents\MATLAB，建议更改为自己准备好的工作目录。

个人习惯在比赛目录下新建一个code或者workspace文件夹专门用来存放代码

更换工作区目录

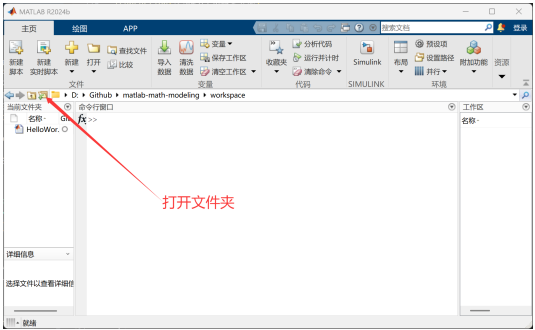


图: 更换当前工作目录

命令行窗口

命令行窗口的左上角会有三个大于号：>>，表示等待用户输入命令。

命令行窗口是 Matlab 最常用的窗口，用于输入命令、执行命令、查看结果。

可以直接在命令行窗口中写一些简单的代码，也可以把它当作一个**全能计算器**。

```
>> format long % set long format
>> pi
ans =
   3.141592653589793
>> pi^2
ans =
   9.869604401089358
>>
```

命令行窗口

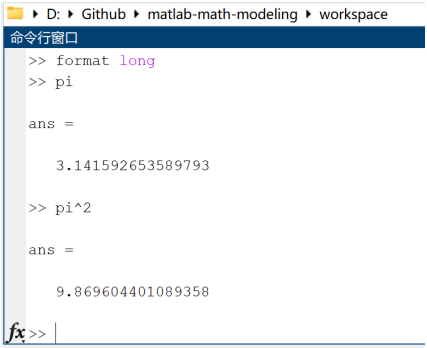


图: 命令行窗口

文件命名规范

MATLAB 文件名必须以字母开头，最多包含 63 个字母数字字符或下划线。

也就是说：

- 不能以数字开头
- 不能包含中文
- 不能用减号 -，应使用下划线 _

养成良好的文件命名习惯，可以帮助我们在数模比赛中快速的找到文件。在数模比赛中，由于会有很多道子问题，所以个人推荐这样命名，既规整又有含义：

- `problem1_GA.m` — 问题一，使用遗传算法
- `problem2_draw.m` — 问题二，画图相关代码

运行代码

新建 HelloWorld.m 文件，写入如下内容，然后用编辑器的运行按钮或命令行运行。

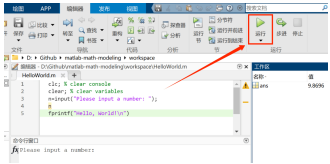
文件：HelloWorld.m

```
clc; % clear console
clear; % clear variables
n=input("Please input a number: ");
n
fprintf("Hello, World!\n")
```

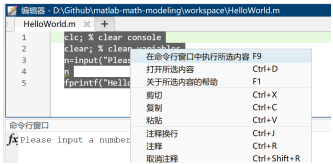
常见运行方式：

1. 上方的“运行”按钮
2. 选中代码，按 F9（在命令行中执行所选）
3. 在行号左侧点击出现的运行蓝条

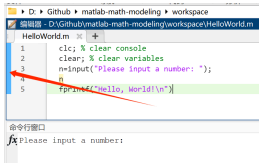
运行代码示例



(a) 运行按钮



(b) 选中代码按F9/右键运行



(c) 左侧点击运行（运行段）

运行后命令行会显示“`Please input a number:  `”，

输入一个数字并回车后，会输出你输入的数字并打印`Hello, World!`。

从矩阵开始

Matlab 的名字是“矩阵实验室”，内部数据以矩阵为主，直接面向矩阵进行运算。

文件：Section2_1_matrix.m

```
clc;clear; % 清空控制台和变量

A=[1,2,3;4,5,6;7,8,9] % 创建矩阵A，是一个3行3列的矩阵
% [] 表示构建一个矩阵
% 逗号或空格用来分隔同一行不同列的元素
% 分号用来分隔不同行（同一列）的元素，或者说表示换行
A(1:2,:) % 拆：取A的前两行
% 矩阵后面连着一个括号，代表取矩阵的某个部分
% 第一个参数 1:2 表示“从1到2”，即第1行和第2行
% 第二个参数 :  表示“所有”
% 所以这里取的是A的前两行，所有列
B=[A;10,11,12] % 添：在A的下面添加一行新数据，构成新矩阵B
% 把新行 [10 11 12] 用分号和A连接，表示把新行添加到A的下面
```

向量是特殊的矩阵

向量是特殊的矩阵，可以看作是只有一行或者一列的矩阵。

同理，标量可以看作是1行1列的矩阵。这也是为什么说Matlab中万物皆矩阵

文件：Section2_2_vector.m

```
clc;clear
x = [1 2 3 4 5]           % 一行五列→ 行向量
y = [1; 2; 3; 4; 5]       % 五行一列→ 列向量
a = [1,2,3,4,5,6,7,8,9]   % 手写会很累
b = 1:1:10                % 从1开始，步长1，到10结束→ [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10]
d = 0:2:20                % 从0开始，步长2，到20结束→ [0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20]
e = 10:-1:1               % 从10开始，步长-1，到1结束→ [10 9 8 7 6 5 4 3 2 1]
```

步长可正可负，会构造一个等差数列。可以用这种方法快速的构造等间隔的数轴坐标、时间序列等。

常用的矩阵创建方法

文件：Section2_3_create.m

```
clc;clear
a=[1,2,3,4,5,6,7,8,9] % 创建一个向量
aa=a'                 % 加'是转置，行→列
b=[1,2,3;4,5,6;7,8,9] % 创建一个矩阵
c=1:1:10              % 创建一个从1到10的向量
e=eye(4)              % 生成4维（4*4）的单位矩阵I（对角线为1）
z=zeros(1,4)          % 生成1行4列的全零矩阵
o=ones(4,1)           % 生成4行1列的全1矩阵
% 随机矩阵
r=rand(4)             % 生成4*4的0-1范围内的随机矩阵
rn=randn(4)           % 生成4*4的均值为0，方差为1的正态分布随机矩阵
ri=randi([1,10],2,4)  % 生成2*4的随机整数矩阵（1到10之间）
% 对角矩阵
d=diag([1,2,3])       % 对角线上是1,2,3的3×3矩阵
d=diag(b)             % 提取b的对角线元素
```

常用的矩阵创建方法

文件：Section2_3_create.m

```
% 三角矩阵
U=triu(b)              % 上三角矩阵（下三角变为0）
L=tril(b)              % 下三角矩阵（上三角变为0）
% 生成相同维度的矩阵
size(b)                % 会输出b的尺寸[3 3]
f=zeros(size(b))       % 生成一个和b矩阵尺寸一样的矩阵
% f=zeros(size(b,1),size(b,2)) 和 f=zeros(height(b),width(b)) 同理
% 重复矩阵
R=repmat([1 2],2,3)    % 把[1 2]重复成2行3列块
% 常用序列
x=linspace(0,10,100)   % 0到10之间等距100个点，无需手动设置步长
y=logspace(1,3,5)      % 10^1到10^3之间对数间隔5个点
```

变量名和ans

在刚刚的例子中，我们创建了很多的变量，比如R，x，y等等。

在Matlab中，变量名可以用字母和数字，但是不能以数字开头。

如果某一行只是输出结果，但没有给任何变量赋值，那么结果会自动存储在一个名为ans的变量中。

文件：Section2_4_variable.m

```
clc;clear;
3+5          % 没有变量名→ 自动存到 ans
ans          % 输出ans查看结果→ 8

score=95     % 有名字→ 存到 score
score        % 查看→ 95
ans          % 此时ans未被修改，还是8
```

分号与常用输出方式

在之前的示例中，可以发现：

- 如果行末不存在分号，那么Matlab会自动输出该行的结果；
- 如果行末有分号，则不会输出结果。

文件：Section2_5_output.m

```
clc;clear;
% 使用分号选择性的输出运算结果
A=[1,2];B=[3,4]; % 不展示A和B
C=A+B            % 展示C（会输出矩阵名）
```

分号与常用输出方式

使用“无分号”来输出变量，输出的格式较为混乱且不可控（好处是啥都能展示）。在实际的运算中，我们通常会希望仅部分结果，或者按照某种格式输出结果。

下面介绍几种更优雅的输出方式：

- disp() 函数
- disp() 与num2str() 函数结合
- fprintf() 函数

分号与常用输出方式

1. disp() 函数

disp可以说是 MATLAB中的最常用的输出方式。简单直接，适合快速查看变量内容。

相比于“无分号”直接输出，disp不会输出变量名，只会输出变量的值，更加简洁。

文件：Section2_5_output.m

```
% 1.  disp
disp(A);          % 打印矩阵（不会输出矩阵名）
disp(pi);         % 打印标量（不会输出变量名）
disp("Ciallo~"); % 打印字符串
% 简单直接，适合快速查看
% 不能混合输出文字和数字
```

分号与常用输出方式

2. disp() 与 num2str() 函数结合

disp() 函数也可以和 num2str() 函数结合使用，将数字转为字符串再输出。

文件：Section2_5_output.m

```
% 2.  num2str
x = 3.14;
disp(['The value of pi is: ' num2str(x)]) % 注意各个字符串之间需要空格/逗号
% 本质上是字符数组的拼接
```

将会输出：`The value of pi is:  3.14`

分号与常用输出方式

3. fprintf() 函数

fprintf函数是Matlab中功能最强大的输出函数，类似于C语言中的printf函数。

其整体的结构是：`fprintf('格式字符串', 变量1, 变量2, ...)`。

常用的格式符有：`%d`、`%f`、`%s`、`%c`、`%e`、`%g`、`%%`等。

比如：`%.2f`表示输出浮点数并保留两位小数。`%d`表示输出整数。

文件：Section2_5_output.m

```
% 3.  fprintf
x = 3.1415926535;
fprintf('The value of pi rounded to two decimal places is: %.2f\n', x)
fprintf('Today''s temperature is: %d\n', 25) % 需要加\n, fprintf不会自动换行
```

矩阵的基本运算

MATLAB的核心优势就是矩阵运算。掌握这些运算符，你就能像处理数字一样轻松而批量快速的处理矩阵。

文件：Sectione2_6_operation.m

```
A = [1 2; 3 4];
A_T = A';    % 加一个单引号 '
```

矩阵的基本运算

矩阵加减法：对应元素相加减，要求矩阵维度相同。

文件：Sectione2_6_operation.m

```
A = [1 2; 3 4];
B = [5 6; 7 8];
C = A + B    % [6 8; 10 12]
D = A - B    % [-4 -4; -4 -4]
```

矩阵乘法和矩阵点乘：矩乘要求矩阵A的列数等于矩阵B的行数；点乘要求矩阵维度相同，对应元素相乘。

文件：Sectione2_6_operation.m

```
A = [1 2; 3 4];
B = [5 6; 7 8];
% 矩阵乘法（线代）
C = A * B        % 2x2 * 2x2 = 2x2
% 点乘（对应元素相乘）
D = A .* B       % [1*5 2*6; 3*7 4*8] = [5 12; 21 32]
```

矩阵的基本运算

矩阵除法和点除

文件：Sectione2_6_operation.m

```
A = [2 4; 6 8];
B = [1 2; 3 4];
C = A / B    % 矩阵右除（等价于 A * inv(B)）
D = A ./ B   % 点除 [2/1 4/2; 6/3 8/4] = [2 2; 2 2]
% 向左倾斜的是左除，A\B等价于inv(A) * B。
```

矩阵幂和点幂

文件：Sectione2_6_operation.m

```
A = [1 2; 3 4];
B = A^2      % A * A （矩阵乘法）
C = A.^2     % [1^2 2^2; 3^2 4^2] = [1 4; 9 16]
```

总结：矩阵运算符前加点（.*, ./, .^）表示对应元素操作。否则则为矩阵操作。如果出现运算的报错，优先检查是不是忘记加点了

矩阵的基本运算

矩阵元素的访问与修改

文件：Sectione2_6_operation.m

```
% matrix(row,col) : 访问row行，col列的元素，修改可直接加上赋值号。
% matrix(num) : 按照顺序访问，特别注意，matlab一列一列的访问，与其它语言不同。
% matrix(row,:)  : 访问第row行的所有元素。
% matrix(row,:)=[1,2,.....]  : 修改第row行，直接赋值覆盖原值。
% matrix(row,:)=[] : 删除第row行。
% matrix(:,col) : 表示第col列的相关操作，和行一致。
matrix=[1,2,3,4;5,6,7,8]
[matrix(1) matrix(2) matrix(3)] % 发现单参数访问顺序是 1 5 2 6 3 7 5 8
matrix(2,4) % 第2行第4列
matrix(1,:) % 第一行,所有列，即第一行一整行
matrix(:,1) % 所有行,第一列，即第一列一整列
matrix(1,1)=100 % 修改第一行第一列为100
temp=matrix; temp(1,:)=[] % 删除第一行。同时矩阵会从2*4变成1*4
temp=matrix; temp(:,2)=[] % 删除第二列。同时矩阵会从2*4变成2*3
```

Matlab中的循环与条件语句

作为一门编程语言，为什么这么晚才讲循环与条件？因为Matlab的核心思想就是“向量化>循环”，能用矩阵运算的就不要用循环。

下面简单介绍循环和条件语句的写法。

文件：Section2_7_loop_condition.m

```
score = 85;
if score >= 90
    disp("优秀")
elseif score >= 60
    disp("及格")
else
    disp("挂科")
end
```

if后直接跟着条件，以end结束。elseif和else可选。

用==表示等于而不是赋值=。此外，有&表示逻辑与，|表示逻辑或，~表示逻辑非。

Matlab中的循环与条件语句

文件：Section2_7_loop_condition.m

```
sum_val = 0;
for i = 1:100
    sum_val = sum_val + i;  % 计算1+2+...+100
end
disp(sum_val)  % 结果：5050

% 错误示范：在循环中动态扩展数组
A = []; % 应该写成 A=zeros(10000,1);
for i = 1:10000
    A(i) = i;
end
% 会给警告：变量的大小似乎在(脚本内的)每个循环迭代都会更改。请考虑进行预分配以提升速度。
```

特别地，在for中尽量避免动态地扩展数组。这是因为循环中每次迭代都要重新分配内存，这会耗费大量时间。

Matlab中的循环与条件语句

推荐用**向量化**代替循环。

可以直接用sum函数计算1到100的和，而不需要循环。

对于简单的条件语句，也可以用逻辑缩索引来代替if。

文件：Section2_7_loop_condition.m

```
% 判断成绩等级
scores = [85, 92, 45, 78];  % 4个学生的成绩
pass = scores >= 60;        % [1, 1, 0, 1] 逻辑向量
disp(scores(pass))          % 直接输出及格分数：[85,92,78]

% 计算1+2+...+100
sum_val = sum(1:100);  % 1行代码 vs 5行循环
```

Matlab中的函数定义与调用

Matlab 支持很多形式：匿名函数（`f=@(x)x.^2`）、文件内多函数、嵌套函数、类方法..... 但入门阶段只需要掌握**最常用的一种：单文件函数**。

Matlab中的函数定义与调用

文件：mySum.m

```
function s = mySum(a, b) % 直接以function开头，且函数名与文件名完全一致
% 传入了两个参数a和b
s = a + b; % s是函数的返回值，在遇到function的end时会将s作为函数的值返回
end
```

上面定义了一个简单的函数mySum，功能是计算两个数的和。

文件：Section2_8_function.m

```
% 需要保证与函数文件mySum.m在同一个目录下
result = mySum(10, 20);
```

函数的三个要点：

- `function 输出 = 函数名(输入)`
- 文件名必须和函数名相同
- 用end结束

Matlab中的函数定义与调用

函数内部可以写多行代码，也可以返回多个变量。

文件：stat2.m

```
function [m, s] = stat2(x)
m = mean(x); % 计算均值
s = std(x);  % 计算标准差
end
```

调用：

文件：Section2_9_function.m

```
function [m, s] = stat2(x)
[data_mean, data_std] = stat2([1,2,3,4,5])
% 函数也支持向量化运算，可以实现输入向量或矩阵得到批量运算结果。
[datas_mean, datas_std] = stat2([1,2,3;4,5,6;7,8,9])
end
```

函数适合：重复计算、逻辑封装、让脚本更清晰。

符号运算

符号运算：让 Matlab 像在纸上做**代数、微积分推导**，而不是只是计算小数结果。

文件：Section2_10_symb.m

```
clc;clear
% 1. 定义一个符号变量和函数 f(x)
syms x                  % 告诉 Matlab: x 是“符号”
f = x^3 - 2*x + 1;  % 像在高数里写函数
% 2. 求导 f'(x)
df = diff(f)            % 结果：3 × x^2 − 2
% 3. 求不定积分 ∫ f(x)dx
F = int(f)              % 结果：x^4/4 − x^2 + x
% 4. 求定积分 ∫_0^1 f(x)dx
I = int(f, x, 0, 1) % 得到一个精确结果（分数）
% 5. 在 x = 2 处代入
val = subs(f, x, 2) % 把 x 换成 2 代入
```

这块和大家的**高等数学 / 数学分析**联系很紧：以后遇到复杂积分、推公式，可以先让 Matlab 帮你验算。

绘图的作用

绘图是数模与科研中必不可少的一环，可以帮助我们：

- 快速观察数据趋势（如上升、震荡、周期性）；
- 验证模型是否合理；
- 制作论文与报告中的结果图像。

Matlab 中最简单的绘图方式：只给 y，默认横轴为 1,2,3,...

文件：Section2_11_plot.m

```
clc;clear;close all; % close用来关闭之前生成的绘图窗口
y = [2, 4, 3, 5, 6, 4];
plot(y);                % 本质上是默认 x = 1:length(y)
```

只需要简单的一个`plot(y)`，就能画出数据的折线图。

plot(x, y)：绘制自变量与因变量

更常用的绘图方式：指定 x 和 y。

文件：Section2_11_plot.m

```
clc;clear;close all;
x = 0:0.1:2*pi;       % 自变量
y = sin(x);           % 因变量
plot(x, y);           % 绘制 y = sin(x)
```

要点：

- x 与 y 必须长度一致；
- x 可以是任意数值（时间、空间、数据点）；
- 适合用来绘制函数曲线或实验数据。

图像标注：标题与坐标轴

一张好的图要**能说明问题，展示数据的含义**。因此在图中，做好各处标注很重要。

文件：Section2_11_plot.m

```
clc;clear;close all;
x = 0:0.1:2*pi;
y = sin(x).^2;
plot(x, y)
title("y = sin(x)^2")     % 标题
xlabel("x (rad)")         % x轴标签
ylabel("y")               % y轴标签
legend("sin(x)^2")        % 图例（说明线条含义）
```

特别提醒一下，画图模块的字符串大多都是支持LaTeX的，比如可以用`\sin(x)^2`来表示数学公式。但是有时候也会触发奇怪的错误，导致标签显示不正常。

图像窗口控制：figure

Matlab 默认在同一个窗口中绘图，如果想创建新的图像窗口，需要使用 **figure**。

文件：Section2_11_plot.m

```
clc;clear;close all;
x = 0:0.1:2*pi;

figure;          % 新建一个绘图窗口
plot(x, sin(x))
title("这是第一张图")

figure;          % 再打开一个新窗口
plot(x, cos(x))
title("这是第二张图")
```

在同一张图中绘制多条曲线

默认情况下，新的 plot 会覆盖旧图。可以使用 `hold on` 可以在同一张图中添加多条线。

文件：Section2_11_plot.m

```
clc;clear;close all;
x = 0:0.1:2*pi;

hold on          % 开始叠加
plot(x, sin(x))
plot(x, cos(x))
hold off         % 结束叠加

legend("sin(x)", "cos(x)")
```

在数模中常用于：

- 比较真实数据 vs 模型预测数据
- 比较不同参数的模型结果
- 展示多个方案的曲线

线型、颜色与标记控制

美感也是论文追求的目标之一。Matlab 支持丰富的绘图样式，可用于论文美化。

文件：Section2_11_plot.m

```
clc;clear;close all;
x = 0:0.1:2*pi;

plot(x, sin(x), 'r--', 'LineWidth', 1.5)   % 红色、虚线、加粗
hold on
plot(x, cos(x), 'b-o', 'MarkerSize', 4)    % 蓝色、圆点标记
hold off

legend("sin(x)", "cos(x)")
```

plot函数有很多的样式控制方法，具体可以右键plot，打开关于plot函数的帮助，查看官方文档。常见样式参数：

- 颜色：'r'红, 'b'蓝, 'g'绿, 'k'黑...
- 线型：'-'实线, '–'虚线, ':'点线
- 标记：'o'圆点, '*'星, 's'方块

问题1

1. 请用分别一行代码，生成以下矩阵：
   - 3行4列的随机矩阵
   - 3行10列的矩阵，元素为1到30的连续整数
   - 下三角部分为[0,1]上是均匀随机数，其余为全1的5行5列矩阵

（提示：请使用help自学reshape函数）

2. 已知`x=[1 2 3]; y=[4 5 6];`，请用一行代码计算两个向量的点积（提示：元素相乘再求和）

3. 已知`A=[3, -1, 4, -2, 5];`，请用一行代码把A中负数变成0，正数不变（提示：用逻辑索引）

问题1答案

文件：Section3_1_ans.m

```
% 3行4列的随机矩阵
A = rand(3, 4)

% 3行10列的矩阵，元素为1到30的连续整数
B = reshape(1:30, 3, 10)

% 下三角部分为[0,1]上是均匀随机数，其余为全1的5行5列矩阵
C = ones(5) + tril(rand(5)-1)

% 计算两个向量的点积
x = [1 2 3]; y = [4 5 6];
sum(x .* y)

% 负数变0，正数不变
A = [3, -1, 4, -2, 5];
A(A<0) = 0
```

问题2

计算斐波那契数列第N项模p的值

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2} \mod p$$

求 $F_N \mod p$

其中，$N = 10^8$，$p = 10^9 + 7$

可以尝试用“递推+for循环”和“递归函数”两种写法实现

同时看看，你的程序需要多长时间计算出结果？

问题2答案

文件：Section3_2_fib.m

```
clc;clear;
% 计算斐波那契数列第N项模p的值
N=100000000;
p=1000000007;
% 递推关系：F(i) = F(i-1) + F(i-2)
tic
A1 = 1; % F(1)，即前一项 -> 在迭代过程中代表F(i-1)
A2 = 1; % F(2)，即当前项 -> 在迭代过程中代表F(i)
for i=3:N % 然后这里只需要从第3项开始迭代，每次迭代生成第i项
    t=A2; % 临时存储一下当前项A2，其在下一轮会变成前一项A1
    A2=mod(A1+A2,p); % 递推出新的一项，并取模防止溢出
    A1=t; % 将原来的当前项作为下一轮的前一项
end
result=A2; % F(N)
disp(result);
toc
```

问题3

下面给出一个函数：

$$f(x) = x^2 e^{-x}$$

请完成以下任务（每题都要求用**一行代码**完成）：

- (1) 求 $f(x)$ 的导数 $f'(x)$
- (2) 计算定积分 $\int_0^3 f(x)\,dx$
- (3) 在 $x = 2$ 处，求 $f(2)$ 的数值
- (4) 用数值方法解方程 $f(x) = 0.1$，求正根（提示：使用 `fzero`）

问题3答案

总结

总结

今天晚上和周六周日，我会在数模5群里面看大家的问题

大家可以把不懂的地方发到群里，我和数模协会的同学会尽量帮大家解答

行内等宽：...

这里演示行内等宽：`for i = 1:n`，适合短的、简单的代码或变量名。

使用 ...

演示 listings 行内：`disp('hello')`，适合需要 listings 语法高亮的短代码片段。