

实验一 MATLAB 系统环境与运算基础

学习要求：

- (1) 掌握启动和退出 MATLAB 的方法。
- (2) 掌握 MATLAB 操作界面的组成。
- (3) 掌握建立矩阵的方法。
- (4) 掌握 MATLAB 表达式的书写规则以及常用函数的使用方法。

重点难点：

MATLAB 中命令窗口中的矩阵建立、表达式书写规则、函数使用方法。

学习内容：

1. 启动 MATLAB 系统环境，完成下列操作。

- (1) 在 MATLAB 命令行窗口输入以下命令后，观察工作区窗口的内容。

```
x=0:pi/10:2*pi;
```

```
y=sin(x);
```

- (2) 在工作区窗口右击变量 x、y，再在快捷菜单中选择“删除”命令将它们删除。

2. 先建立自己的工作文件夹，再将自己的工作文件夹设置到 MATLAB 搜索路径下，再试验用 help 命令能否查询到自己的工作文件夹。

3. 先求下列表达式的值，然后显示 MATLAB 工作空间的使用情况并保存全部变量。

$$(1) \quad z_1 = \frac{2\sin 85^\circ}{1+e^2}$$

$$(2) \quad z_2 = \frac{\pi}{x+y}, \text{ 其中 } x=12, y=10^{-5}.$$

$$(3) \quad z_3 = \frac{1}{2} \ln(x + \sqrt{1+x^2}), \text{ 其中 } x = \begin{bmatrix} 2 & 1+2i \\ -0.45 & 5 \end{bmatrix}.$$

$$(4) \quad z_4 = \frac{e^{0.3a} - e^{-0.3a}}{2} \sin(a+0.3) + \ln \frac{0.3+a}{2}, \text{ 当 } a \text{ 取 } -3.0, -2.9, -2.8, \dots, 2.8, 2.9, 3.0$$

时，求各点的函数值。

提示：利用冒号表达式生成 a 向量，求各点的函数值时用点乘运算。

实验二 MATLAB 矩阵处理

学习要求：

1. 掌握生成特殊矩阵的方法。
2. 掌握矩阵处理的方法。
3. 掌握用矩阵求逆法解线性方程组的方法。

重点难点：

生成特殊矩阵的方法，矩阵的分块处理，矩阵行列式值、迹、秩和范数、特征向量。

学习内容：

1. 设有分块矩阵 $A = \begin{bmatrix} E_{3 \times 3} & R_{3 \times 2} \\ O_{2 \times 3} & S_{2 \times 2} \end{bmatrix}$ ，其中 E、R、O、S 分别为单位矩阵、随机矩阵、零矩阵和对角阵，试通过数值计算验证 $A^2 = \begin{bmatrix} E & R + RS \\ O & S^2 \end{bmatrix}$ 。
2. 建立一个 5×5 矩阵，求它的行列式值、迹、秩和范数。产生 5 阶希尔伯特矩阵 H 和 5 阶卡斯帕矩阵 P，且求器行列式的值 Hh 和 Hp 以及它们的条件数 Th 和 Tp，判断哪个矩阵性能更好，为什么？

3. 已知

$$A = \begin{bmatrix} -29 & 6 & 18 \\ 20 & 5 & 12 \\ -8 & 8 & 5 \end{bmatrix}$$

求 A 的特征值及特征向量，并分析其数学意义。

4. 下面是一个线性病态方程组：

$$\begin{bmatrix} 1/2, 1/3, 1/4 \\ 1/3, 1/4, 1/5 \\ 1/4, 1/5, 1/6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.95 \\ 0.67 \\ 0.52 \end{bmatrix}$$

- (1) 用矩阵求逆法求方程的解。
- (2) 将方程右边向量元素 b_3 改为 0.53，再求解，并比较 b_3 的变化和解的相对变化。
- (3) 计算系数矩阵 A 的条件数并分析结论。

实验三 选择和循环结构程序设计

学习要求：

1. 掌握利用 if 语句实现选择结构的方法。
2. 掌握利用 switch 语句实现多分支选择结构的方法。
3. 掌握利用 for 句实循环结构的方法。
4. 掌握利用 while 语句实环结构的方法。
5. 熟悉利用向量运算来代替循环操作的方法。

重点难点：

条件语句（if 语句、switch 语句）实现多分支选择结构的方法；循环语句（for 语句、while 语句）实现循环环结构的方法；向量运算来代替循环操作的方法。

学习内容：

1. 求分段函数的值。

$$y = \begin{cases} x^2 + x - 6, & x < 0 \text{ 且 } x \neq -3 \\ x^2 - 5x + 6, & 0 \leq x < 5 \text{ 且 } x \neq 2 \text{ 及 } x \neq 3 \\ x^2 - x - 1, & \text{其他} \end{cases}$$

用 if 语句实现，分别输出 $x = -5.0, -3.0, 1.0, 2.0, 2.5, 3.0, 5.0$ 时的 y 值。

2. 输入一个百分制成绩，要求输出成绩等级 A、B、C、D、E。其中 90~100 分为 A，80~89 分为 B，70~79 分为 C，60~69 分为 D，60 分以下为 E。

3. 已知

$$y = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3^3} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3^5} + \dots + \frac{1}{2n-1} \cdot \frac{1}{3^{2n-1}} \left(= \frac{\ln 2}{2} \right)$$

求 y 的近似值。当 n 分别取 100、1000、10000 时，结果是多少？

要求：分别用循环结构和向量运算（使用 sum 函数）来实现。

4. 根据 $y = 1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \dots + \frac{1}{2n-1}$ ，求

(1) $y < 3$ 时的最大 n 值。

(2) 与 (1) 的 n 值对应的 y 值。

5. 考虑以下迭代公式 $x_{n+1} = a / (b + x_n)$ 其中 a 、 b 为正的常数。

(1) 编写程序求迭代的结果，迭代的终止条件为 $|x_{n+1} - x_n| \leq 10^{-5}$ ，迭代初值 $x_0 = 1.0$ ，迭代次数不超过 500 次。

(2) 如果迭代过程收敛于 r , 那么 r 的准确值是 $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4a}}{2}$, 当 (a, b) 的值取 $(1, 1)$ 、

$(8, 3)$ $(10, 0.1)$ 时, 分别对迭代结果和准确值进行比较。

6. 已知

$$\begin{cases} f_1 = 1 \\ f_2 = 0 \\ f_3 = 1 \\ f_n = f_{n-1} - 2f_{n-2} + f_{n-3} \quad (n > 3) \end{cases}$$

求 $f_1 \sim f_{100}$ 中:

(1) 最大值、最小值、各数之和。

(2) 正数、零、负数的个数。

7. 若连续两个自然数的乘积减 1 是素数, 则称这两个连续自然数是亲密数对, 该素数是亲密素数。列如, $2 \times 3 - 1 = 5$, 由于 5 是素数, 所以 2 和 3 是亲密数对, 5 是亲密素数。求 $[2, 50]$ 区间内:

(1) 亲密数对的对数。(2) 与上述亲密数对对应的所有亲密素数之和。

实验四 函数文件

学习要求:

1. 理解函数文件的概念。
2. 掌握定义和调用 MATLAB 函数的方法。

重点难点:

函数文件的建立与调用方法

学习内容:

1. 定义一个函数文件, 求给定复数的指数, 对数, 正弦和余弦, 并在脚本文件中调用该函数文件。

2. 某物理系统可用下列方程组来表示:

$$\begin{bmatrix} m_1 \cos \theta & -m_1 & -\sin \theta & 0 \\ m_1 \sin \theta & 0 & \cos \theta & 0 \\ 0 & m_2 & -\sin \theta & 0 \\ 0 & 0 & -\cos \theta & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ N_1 \\ N_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ m_1 g \\ 0 \\ m_2 g \end{bmatrix}$$

从键盘输入 m_1 、 m_2 和 θ 的值, 求 a_1 、 a_2 、 N_1 和 N_2 的值。其中 g 取 9.8, 输入 θ 时以

角度为单位。

要求：定义一个求解线性方程组 $Ax=b$ 的函数文件，然后在脚本文件中调用该函数文件。

3. 一个自然数是素数，且它的数字位置经过任意对换后仍为素数，则称之为绝对素数。

例如 13 是绝对素数。试求所有两位绝对素数。

4. 设 $f(x) = \frac{1}{(x-2)^2 + 0.1} + \frac{1}{(x-3)^4 + 0.01}$ ，编写一个 MATLAB 函数文件 fx.m, 使得调用

fx 时，x 可用矩阵代入，得出的 $f(x)$ 为同阶矩阵。

5. 已知

$$y = \frac{f(40)}{f(30) + f(20)}$$

(1) 当 $f(n) = n + 10 \ln(n^2 + 5)$ 时，y 的值是多少？

(2) 当 $f(n) = 1*2 + 2*3 + \dots + n*(n+1)$ 时，y 的值是多少？

实验五 MATLAB 绘图操作

学习要求：

1. 掌握绘制二维图形的方法。
2. 掌握绘制三维图形的方法。

掌握绘制图形的复制操作。

重点难点：

二维图形的绘制、三维图形的绘制及有关坐标的控制操作。

学习内容：

1. 绘制函数曲线。

(1) 设 $y = \left(0.5 + \frac{3 \sin x}{1 + x^2} \right)$ ，把 $x = 0 \sim 2\pi$ 区间分为 101 点，绘制函数的曲线。

(2) 已知

$$y = \begin{cases} \frac{x + \sqrt{\pi}}{e^2}, & x \leq 0 \\ \frac{1}{2} \ln(x + \sqrt{1 + x^2}), & x > 0 \end{cases}$$

在 $-5 \leq x \leq 5$ 区间绘制函数曲线。

(3) 绘制极坐标曲线 $\rho = 10\sin(1+5\theta)$ 。

2. 已知 $y_1 = x^2$, $y_{12} = \cos(2x)$, $y_3 = y_1 * y_2$, 完成下列操作。

(1) 在同一坐标系下用不同的颜色和线型绘制 3 条曲线。

(2) 以子图形式绘制 3 条曲线。

(3) 分别用条形图, 阶梯图, 杆图和填充图绘制 3 条曲线。

3. 绘制三维曲线

$$\begin{cases} x = \left(2 + \cos \frac{t}{2}\right) \cos t \\ y = \left(2 + \cos \frac{t}{2}\right) \sin t, & 0 \leq t \leq 2\pi \\ z = \sin \frac{t}{2} \end{cases}$$

4. 绘制函数的曲面图和等高线。

$$z = \cos x \cos y e^{-\frac{\sqrt{x^2+y^2}}{4}}$$

其中 x 的 21 个值均匀分布在 $[-5, 5]$ 范围, y 的 31 个值均匀分布在 $[0, 10]$, 要求使用 subplot(2,1,1) 和 subplot(2,1,2) 将产生的曲面图和等高线图画在同一个窗口上。

5. 绘制曲面图形, 并进行插值着色处理。

$$\begin{cases} x = \cos s \cos t \\ y = \cos s \sin t, & 0 \leq s \leq \frac{\pi}{2}, 0 \leq t \leq \frac{3\pi}{2} \\ z = \sin s \end{cases}$$

实验六 数据分析与多项式计算

学习要求:

1. 掌握数据统计和分析的方法。
2. 掌握多项式的常用运算。
3. 掌握数据插值与曲线拟合的方法及其应用。

重点难点:

统计数据产生、数据统计的有关函数使用、多项式的运算的函数使用、数据插值与曲线拟合的原理及函数使用。

学习内容:

1. 利用 MATLAB 提供的 rand 函数生成 30 000 个符合均匀分布的随机数, 然后检验随

机数的性质。

- (1) 均值和标准差。
- (2) 最大元素和最小元素。
- (3) 大于 0.5 的随机数个数占总数的百分比

2. 将 100 个学生 5 门功课的成绩存入矩阵 P 中，进行如下处理。

- (1) 分别求每门课的最高分、最低分及相应学生序号。
- (2) 分别求每门课的平均分和标准差。
- (3) 5 门课总分的最高分、最低分及相应学生序号。
- (4) 将 5 门课总分按大到小顺序存入 score 中，相应学生序号存入 num。

提示：上机调试时，为避免输入学生成绩的麻烦，可用取值范围在 [45, 95] 之间的随机矩阵来表示学生成绩。

3. 有 3 个多项式 $P_1(x) = x^4 + 2x^3 + 4x^2 + 5$ ， $P_2(x) = x + 2$ ， $P_3(x) = x^2 + 2x + 3$ ，试进行下列操作。

- (1) 求 $P(x) = P_1(x) + P_2(x)P_3(x)$ 。
- (2) 求 $P(x)$ 的根。
- (3) 当 x 取矩阵 A 的每一元素时，求 $P(x)$ 的值。其中

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 1.2 & -1.4 \\ 0.75 & 2 & 3.5 \\ 0 & 5 & 2.5 \end{bmatrix}$$

- (4) 当以矩阵 A 为自变量时，求 $P(x)$ 的值。其中 A 的值与 (3) 相同。

4. 某气象观测站测得某日 6：00 至 18：00 之间每隔 2h 的室内外温度（℃）如实验表 1 所示。

实验表 1 室内外温度观测结果（℃）

| 时间 h | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| 室内温度 t1 | 18.0 | 20.0 | 22.0 | 25.0 | 30.0 | 28.0 | 24.0 |
| 室内温度 t2 | 15.0 | 19.0 | 24.0 | 28.0 | 34.0 | 32.0 | 30.0 |

试用三次样条插值分别求出该日室内外 6：30 至 17：30 之间每隔 2h 各点的近似温度（℃）。

5. 已知 $\lg(x)$ 在 $[1, 101]$ 区间 10 个整数采样点的函数值如实验表 2 所示。

实验表 2 在 10 个采样点的函数值

| x | 1 | 11 | 21 | 31 | 41 | 51 | 61 | 71 | 81 | 91 | 101 |
|-------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Lg(x) | 0 | 1.1414 | 1.3222 | 1.4914 | 1.6128 | 1.7076 | 1.7853 | 1.8513 | 1.985 | 1.9590 | 2.0043 |

试求 $\lg x$ 的 5 次拟合多项式 $p(x)$ ，并绘制出 $\lg x$ 和 $p(x)$ 在 $[1, 101]$ 区间的函数曲线。

实验七 符号计算对象与符号微积分

学习要求：

1. 掌握定义符号对象的方法。
2. 掌握符号表达式的运算法则以及符号矩阵运算。
3. 掌握求符号函数极限及导数的方法。
4. 掌握求符号函数定积分和不定积分的方法。

重点难点：

用符号对象的建立、符号表达式运算法则；符号函数的极限、导数、积分。

学习内容：

1. 利用符号表达式求值

已知 $x=6, y=5$ ，利用符号表达式求 $z = \frac{x+1}{\sqrt{3+x}-\sqrt{y}}$ 。

提示：定义符号常数 $x=\text{sym}('6')$ ， $y=\text{sym}('5')$ 。

2. 分解因式。

(1) $x^4 - y^4$ (2) 5135

3. 化简表达式。

(1) $\sin \beta_1 \cos \beta_2 - \cos \beta_1 \sin \beta_2$ (2) $\frac{4x^2 + 8x + 3}{2x + 1}$

4. 已知

$$P_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, P_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$$

完成下列运算：

- (1) $B = P_1 \cdot P_2 \cdot A$ 。
- (2) B 的逆矩阵并验证结果。

(3) 包括 **B** 矩阵主对角线元素的下三角阵。

(4) **B** 的行列式值。

5. 用符号方法求下列极限或导数。

$$(1) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x(e^{\sin x} + 1) - 2(e^{\tan x} - 1)}{\sin^3 x}$$

$$(2) \lim_{x \rightarrow -1^+} \frac{\sqrt{\pi - \arccos x}}{\sqrt{x+1}}$$

$$(3) y = \frac{1 - \cos(2x)}{x} \text{ 求 } y', y''.$$

(4) 已知

$$A = \begin{bmatrix} a^x & t^3 \\ t \cos x & \ln x \end{bmatrix}$$

分别求 $\frac{dA}{dx}, \frac{d^2 A}{dt^2}, \frac{d^2 A}{dx dt}$ 。

(5) 已知

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

求 $\frac{\partial y}{\partial x}, \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \Big|_{x=0, y=1}$ 。

6. 用符号方法求下列积分。

$$(1) \int \frac{dx}{1 + x^4 + x^8}$$

$$(2) \int \frac{dx}{(\arcsin x)^2 \sqrt{1-x^2}}$$

$$(3) \int_0^{+\infty} \frac{x^2 + 1}{x^4 + 1} dx$$

$$(4) \int_0^{\ln 2} e^x (1 + e^x)^2 dx$$

实验八 Simulink 的应用

学习要求：

1. 熟悉 Simulink 操作环境。
2. 掌握建立系统仿真模型以及系统仿真分析的方法。
3. 了解子系统的建立与封装方法。
4. 了解 S 函数的功能与使用方法。

重点难点：

建立系统仿真模型流程及仿真参数设置；子系统的建立与封装方法；S 函数的功能与使

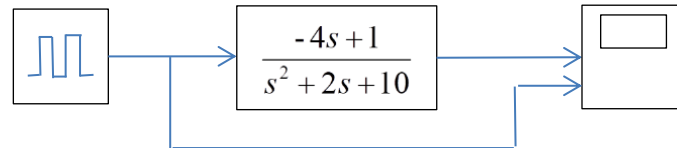
用方法。

学习内容：

1. 利用 Simulink 仿真下列曲线，取 $\omega = 2\pi$ 。

$$\chi(\omega t) = \sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \frac{1}{7} \sin 7\omega t + \frac{1}{9} \sin 9\omega t$$

2. 建立实验图 2 所示的系统模型并进行仿真。



实验图 2 系统模型框图

3. 系统的微分方程为

$$X'(t) = -4X(t) + 2u(t)$$

其中 $u(t)$ 是一个幅度为 1、角频率为 1 rad/s 的方波输入信号，试建立系统模型并进行仿真。

4. 先建立一个子系统，再利用该子系统产生曲线 $y = 2e^{-0.5x} \sin(2\pi x)$ 。
5. 采用 S 函数来构造非线性分段函数，并进行模块测试。

$$y = \begin{cases} 0.5t & 0 \leq t < 4 \\ 2 & 4 \leq t < 8 \\ 6 - t/2 & 8 \leq t < 10 \\ 1 & t \geq 10 \end{cases}$$