

“工具软件使用”（40221131）课程说明

2024 年 3 月

一、 教学目标

1. 在线上学习资源日趋丰富的背景下，培养学生自主利用线上资源进行专业学习的意识和能力；
2. 初步掌握 MATLAB 软件的常用语法和编程技巧。

二、 教学模式

没有固定的上课时间和上课地点，学生基于线上资源自学，完成指定项目（或者自我设计的项目），并满足相关技术细节要求，通过检查后即可获得学分。

三、 预期成效

1. 熟悉 MATLAB 的基本语法知识；
2. 掌握利用 MATLAB 的脚本文件（.m 文件）进行编程的一般流程；
3. 掌握利用 MATLAB 的 Simulink 进行电气仿真的一般流程；
4. 掌握利用 MATLAB 的 GUI 编程的一般流程。

四、 教学资源

1. 中国大学 MOOC, <https://www.icourse163.org/>, 以“MATLAB”为关键词进行检索, 优先选择国家级一流课程进行学习；
2. 学堂在线, <https://www.xuetangx.com/>, 以“MATLAB”为关键词进行检索, 优先选择国家级一流课程进行学习；
3. MATLAB 官方文档, <https://ww2.mathworks.cn/help/MATLAB/index.html>;
4. 专业开发者社区 CSDN, <https://www.csdn.net/>, 以编程所遇到问题为关键词进行检索。

五、 考核内容 1（第 09 周-第 13 周）

以下两个选题二选一完成，每个选题至多允许 40 人选择，采取志愿填报与调剂安排结合的方式进行分配。本阶段选题最晚验收时间为第 13 周（具体日期请关注网络学堂公告），逾期未通过验收视为本阶段不通过，本阶段通过验收是课程通过的必要条件。

1. 数独解谜

数独（sudoku）是一种数字逻辑游戏。现有一 9×9 棋盘，包含 9 个 3×3 子棋盘。要求每格中填入 1~9 中的一个数字，使得每行、每列、每子棋盘中均不重不漏地填入 1~9。游戏开始时，部分格中预先填好了数字，玩家需要在剩余空格中按上述要求填入恰当数字。图 1~2 是数独游戏的一个示例。

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

图 1 数独初始盘面

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

图 2 数独结束盘面

请利用 MATLAB 脚本文件（.m 文件）编程求解数独游戏。具体任务要求如下：

- a) 编程实现一个谜底检验函数 `check_sudoku`，其封装形式为

`function suc = check_sudoku(A)`

其中，输入变量 `A` 为一个 9×9 的数字矩阵，代表一个完整的数独盘面，请根据数独游戏规则判断该盘面是否满足数独游戏所有要求。如满足，返回 `suc = true`；否则，返回 `suc = false`。

- b) 编程实现从 excel 文件读取数独盘面信息的函数 `read_fr_excel`，其封装形式为

`function B = read_fr_excel(filepath, sheetname)`

其中，输入变量 `filepath` 为一个字符串，表示输入 excel 文件的相对位置或绝对位置（含文件名及后缀）；输入变量 `sheetname` 为一个字符串（或一个正整数），指明所欲读取的盘面是 excel 文件中的 sheet 名（或 sheet 序号）；同时，要求 `sheetname` 为函数的可选输入参数，即调用该函数时可以不传递该参数，而默认读取第 1 个 sheet；excel 文件中的数独盘面范围为“A1:I9”，谜面位置数字为 1-9 中的一个数字，谜底位置可能是 1-9 以外的任意数字或不填入任何数字，要求所写函数能处理上述所有情况。返回变量 `B` 表示所读取的盘面结果，为一个 9×9 的数字矩阵，其中，谜底部分填以 0 来代表。

- c) 编程实现数独求解函数 `solve_sudoku`，其封装形式为

`function A = solve_sudoku(B)`

其中，`B` 为一个 9×9 的数字矩阵，代表数独盘面，谜面部分是数字 1-9，待求解部分是数字 0。返回变量 `A` 是一个 9×9 的数字矩阵，代表求解完成的数独盘面，所有元素均为数字 1-9，且满足 `check_sudoku(A)` 返回值为 `true`。

- d) 编程实现数独可视化函数 `plot_sudoku`，其封装形式为

`function plot_sudoku(A, B)`

其中，`B` 表示数独游戏的初始盘面，`A` 表示数独求解完成的盘面，具体含义同前。该函数无返回值。该函数的运行结果是绘制两张图像（figure），第一张图像展示数独原始盘面，第二章图像展示数独求解后的盘面，效果分别如图 1、图 2 所示。要求必须有十纵十横黑色棋盘线，且图 2 中的填入数字必须以黑色和红色区分原始盘面及后填入的部分。棋盘线绘制必须使用 MATLAB 的 `plot` 函数完成。

- e) 将 `solve_sudoku` 函数的求解方法绘制为流程图，并调研其他求解方法，总结本任务完成心得与收获，形成一份简要报告提交。

本选题满分 50 分，具体成绩构成如下：

上述五个步骤，a、b 构成 1 次网络学堂作业，占 10 分；c 构成 1 次网络学堂作业，占 20 分；d、e 构成 1 次网络学堂作业，占 20 分。

请大家关注网络学堂中每次作业的截止时间，逾期未交将酌情扣分。

2. 二阶魔方还原

二阶魔方（Pocket Cube）又称口袋魔方、迷你魔方、小魔方、冰块魔方，为 $2 \times 2 \times 2$ 的立方体结构。本身只有 8 个角块，没有其他结构的方块。结构与三阶魔方相近，可以利用复原三阶魔方的公式进行复原。

复原二阶魔方主要分为四个步骤：

步骤一：复原白色面，即把四个白色面拼在一起。（本任务所提供的数据默认此步骤已完成，无需编程）

步骤二：复原第一层。

步骤三：复原黄色面。（因为黄色与白色为相对的面）

步骤四：复原第二层。（完成复原魔方）

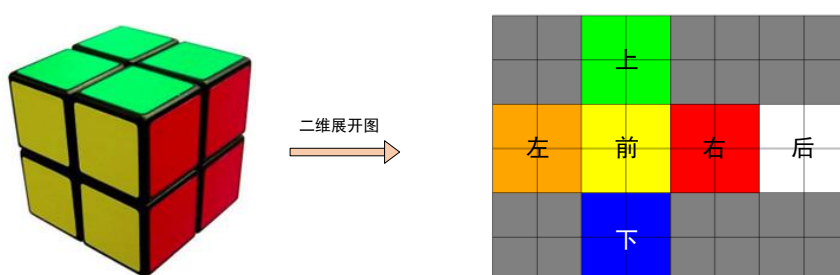


图 3 魔方状态及其二维展开图

请利用 MATLAB 脚本文件（.m 文件）编程求解二阶魔方还原问题。具体任务要求如下：

- a) 编写二阶魔方还原函数，其输入为魔方的当前状态（已有白色“上”面复原），输出为完全复原魔方的操作步骤

注释：

输入数据结构为 6×4 数组；1~6 行分别代表魔方的前、后、左、右、上、下六个面；每行的 1~4 列为正视当前行对应面时，左上、右上、左下、右下的色块颜色；数组元素可能的取值为 1、2、3、4、5、6，分别代表白、黄、红、绿、橙、蓝 6 种颜色，输入数据结构与对应魔方状态示例如图 4 所示。

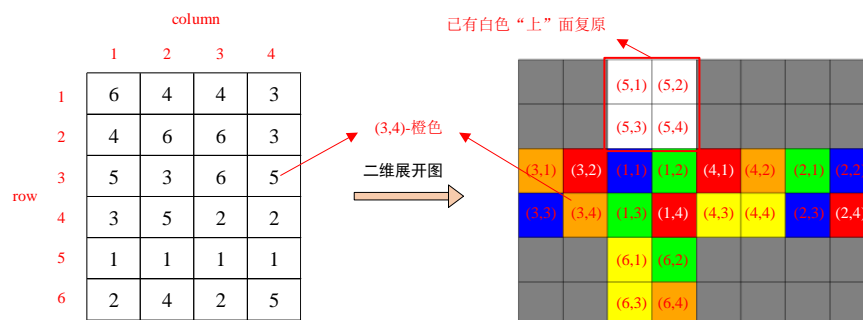


图 4 输入数据状态与对应魔方状态示例

可自己定义操作步骤并编号，例如定义“右侧顺时针旋转 90 度”为操作“R+”，“前侧逆时针旋转 90 度”为操作“F-”，“前侧逆时针旋转 180 度”为操作“F2”等，函数输出“R+ F- F2 R+”即为顺序操作步骤。

- b) 编写主程序，设置输入输出接口，从输入的.xlsx 文件（excel 文件）中读取得到魔方当前状态，调用 a)中编写的魔方还原函数，并将该函数输出的还原操作步骤写入到新文件中。输入文件的格式如图 4 所示；输出文件为.xlsx 文件，内容格式自定。
- c) 对于不合规的魔方状态（即无法还原），如图 5 所示，使用可视化图形（即图 3 所示二维展开图形式）方法输出其最初的状态；对于可还原的合规魔方状态，使用可视化图形方法输出其恰好完成步骤二（复原第一层）、步骤三（复原黄色面）时的状态。



图 5 输入数据状态与对应魔方状态示例

本选题满分 50 分，具体成绩构成如下：

上述三个步骤，a 构成 1 次网络学堂作业，占 20 分；b 构成 1 次网络学堂作业，占 10 分；c 构成 1 次网络学堂作业，占 20 分。

请大家关注网络学堂中每次作业的截止时间，逾期未交将酌情扣分。

六、 考核内容 2（第 14 周-第 16 周）

以下三个选题三选一完成，每个选题至多允许 40 人选择，采取志愿填报与调剂安排结合的方式进行分配。本阶段选题最晚验收时间为第 16 周（具体日期请关注网络学堂公告），逾期未通过验收视为本阶段不通过，本阶段通过验收是课程通过的必要条件。

3. 基于 GUI 设计搭建计算器

MATLAB GUI 为图形用户界面（Graphical User Interface，简称 GUI，又称图形用户接口）是指采用图形方式显示的计算机操作用户界面，是 MATLAB 用户可视化交互式的工具，运用 GUI 生成的操作界面用户可以不用浏览繁冗的代码而进行操作。

具体任务如下：

- a) 使用 MATLAB GUI 设计搭建如图 6 所示的简易计算器，包含加、减、乘、除、连续计算（无需考虑计算优先级）、清零等功能。

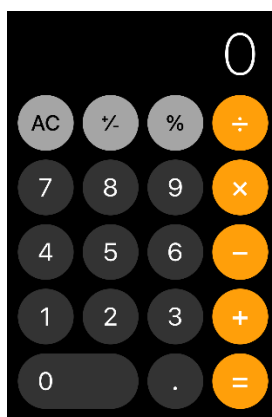


图 6 简易计算器界面示例

- b) 在 a)的基础上，增加三角函数（正余弦、正余切）、求任意整数次幂的功能；
- c) 在 b)的基础上，增加分数输入和显示、多项式输入和计算的功能。

本选题满分 50 分，具体成绩构成如下：

上述三个步骤，a 构成 1 次网络学堂作业，占 20 分；b 构成 1 次网络学堂作业，占 15 分；c 构成 1 次网络学堂作业，占 15 分。

请大家关注网络学堂中每次作业的截止时间，逾期未交将酌情扣分。

4. 基于 Simulink 的 RLC 串联电路仿真分析（建议大一同学选做）

具体任务如下：

- a) 在 Simulink 中搭建 RLC 串联二阶动态电路模型（ $R = 5\Omega, L = 0.25H, C = 100\mu F, V_0 = 10V$ ）， $t = 0$ 时刻将开关 S 闭合，观察开关闭合后电容电压和电感电流的响应曲线。

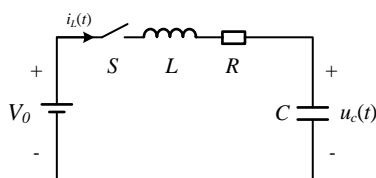


图 7. RLC 二阶动态电路

- b) 对 RLC 串联二阶动态电路列写微分方程，可得到下式：

$$LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + RC \frac{du_c}{dt} + u_c = V_0$$

结合电路原理知识和上述微分方程，自学 RLC 串联二阶动态电路工作原理，并在 Simulink 中搭建微分方程的数学模型，示例如图 8 所示。

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dx}{dt} + 2x = 2$$

$$x(0) = 0$$

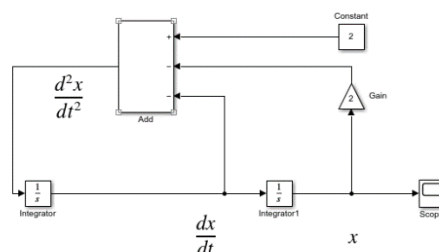


图 8. Simulink 中搭建微分方程示例

观察电容电压和电感电流的响应曲线，并体会基于微分方程搭建的数学模型与物理电路模型的联系。

- c) 分别改变电阻、电感和电容的取值，观察在不同取值的情况下， RLC 串联电路中电容电压和电感电流的响应曲线，分析总结其变化规律。
- d) 自学 Simulink 中“s-function”模块，利用 **s-function** 模块实现对 RLC 串联二阶动态电路微分方程的求解（使用网络学堂中的 **sfuntmpl.m** 模板），其中模块输入为可在线更改的 R 、 L 、 C 、 V_0 参数（调研如何在 Simulink 中在线更改参数），输出为电容电压和电感电流，并要求在 Simulink 中实现 **s-function** 输入、输出数据的实时保存（可使用“To File”模块）。

本选题满分 50 分，具体成绩构成如下：

上述四个步骤，a、b 构成 1 次网络学堂作业，占 20 分；c 构成 1 次网络学堂作业，占 10 分；d 构成 1 次网络学堂作业，占 20 分。

请大家关注网络学堂中每次作业的截止时间，逾期未交将酌情扣分。

5. 自选内容

同学自定义任务并完成。要求：

- 以 Simulink 为主要完成工具，设计相关仿真电路进行仿真；
- 使用 Specialized Power Systems 元件库的相关元件搭建电路；
- 输出电压或电流波形，并对波形进行符合一般科学作图规范的修改或重绘；
- 使用 MATLAB Function 模块或 s function 模块；
- 自定义的任务需要在第 14 周与助教沟通完成确认。

七、考核要求

1. 本课程为考查课，成绩以 P/F 记，通过两次任务验收，且总分大于 60 分记为 P；
2. 本课程为必修课，从大一第二学期开始就可以选课，大二夏季学期为最晚选课时间；如果在一大一大的春秋季学期选课，考核时间在选课学年的第 16 周，具体考核时间看网络学堂通知；大二夏季学期选本课程时，课程学习时间为 1 周，具体时间安排按教学计划执行，考核也在夏季学期完成，具体时间看网络学堂通知。
3. **请大家严格遵守学术规范，杜绝抄袭**，对于大家提交的程序，课程结束后会利用学校的作业查重系统进行检查，一旦查出问题，等同于期末考试作弊，课程记 F，且要

给予相应的纪律处分。

八、 助教信息

王佳昕，15209189068，wjx22@mails.tsinghua.edu.cn

逢巨鹏，13121277877，pjp22@mails.tsinghua.edu.cn