

计算流体力学

授课老师：赵耀民

2025 年 3 月 13 日

第二次作业

提交邮箱：pkucfd2025@163.com

截止日期：2025 年 3 月 26 日

1. 差分格式的构造

在均匀网格上，针对一阶导数 $\frac{\partial u}{\partial x}$ 和二阶导数 $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ ，各构造两种不同阶数的差分格式。要求：差分格式的模板不超过4个网格点。

1. 给出格式的构造过程，并确定格式的精度。
2. 数值验证格式的精度。请提供代码。
3. 请分析格式的舍入误差和截断误差的规律。（建议：可根据格式精度，先选择一个适当阶数的多项式函数，此时无截断误差；然后再选择一个任意函数，如 $f(x) = \sin(kx)$ ，选择合适的波数 k ，此时截断误差和舍入误差均起作用。）
4. 请讨论单精度和双精度的影响。

作业要求

- 1) 要求所有作业必须附《AI工具使用声明表》，明确标注使用的AI工具名称、AI生成代码的行数及功能、核心算法部分自主编写比例等；
- 2) 作业形式上模块化，分为三大部分：数理算法原理（给出原理推导）、代码生成与调试、结果讨论和物理解释等；
- 3) 对于“代码生成与调试”部分，要求有合理注释、附带ReadMe文档（帮助助教更快编译、测试）、分享Git等版本控制记录（可提供commits截图）。

附注：以Github为例，其版本控制记录可以通过commits查看，每次commit应有对应的注释。点击代码仓库中时钟形状按钮即可查看commits（如图1所示），将commits页面截图附在作业报告中即可（如图2所示）。

The screenshot shows the GitHub repository page for FenchylFeng/Lap2d. The repository is private and has 19 commits. The 'Commits' link is highlighted with a red box. The repository contains files: LICENSE, Makefile, README.md, draw.ipynb, lapcuda.cpp, lapcuda.cu, and lapcuda.h. The 'About' section shows the repository is a parallel 2D laplace eqn solver, licensed under GPL-3.0, with 0 stars and 0 forks.

| File | Commit Message | Commit Time |
|-------------|-----------------------|--------------|
| LICENSE | Initial commit | 3 months ago |
| Makefile | update cuda & MPI_IO | 3 months ago |
| README.md | Update README.md | 3 months ago |
| draw.ipynb | Add files via upload | 3 months ago |
| lapcuda.cpp | Add files via upload | 3 months ago |
| lapcuda.cu | Add relaxation method | 3 months ago |
| lapcuda.h | Add files via upload | 3 months ago |

图 1: 从代码仓库页面进入Commits页面

The screenshot shows the GitHub Commits page for FenchylFeng/Lap2d. The page displays a list of commits for the main branch, sorted by time. The commits are:

- Update README.md (FenchylFeng authored on Dec 24, 2024)
- Merge pull request #1 from FenchylFeng/dev (FenchylFeng authored on Dec 24, 2024)
- Add relaxation method (SuisHanHan authored on Dec 24, 2024)
- Add files via upload (SuisHanHan authored on Dec 24, 2024)

The page also shows a section for commits on Dec 23, 2024, including 'Add Collaborators' (FenchylFeng authored on Dec 23, 2024).

图 2: Commits页面