

高级语言程序设计（基础）

孔明棋（Peg Solitaire）

项目简介

孔明棋（Peg Solitaire）是一种经典智力游戏，棋盘由 33 个孔组成，初始 32 颗棋子，每次通过跳跃相邻棋子消去棋子，目标最终仅剩棋盘中央一颗棋子。

本项目实现了孔明棋的人机交互系统，提供直观图形界面与 AI 提示功能，允许实时撤销并配有交互动画，增强游戏体验。

1. 设计思路

- 用户交互：使用 EasyX 实现直观、交互友好的图形界面。
- 游戏逻辑：采用模块化设计（棋盘、界面、主控模块）。
- 智能提示：集成 IDA* 启发式搜索算法。
- 界面设计：采用径向渐变、高光效果增强视觉效果。

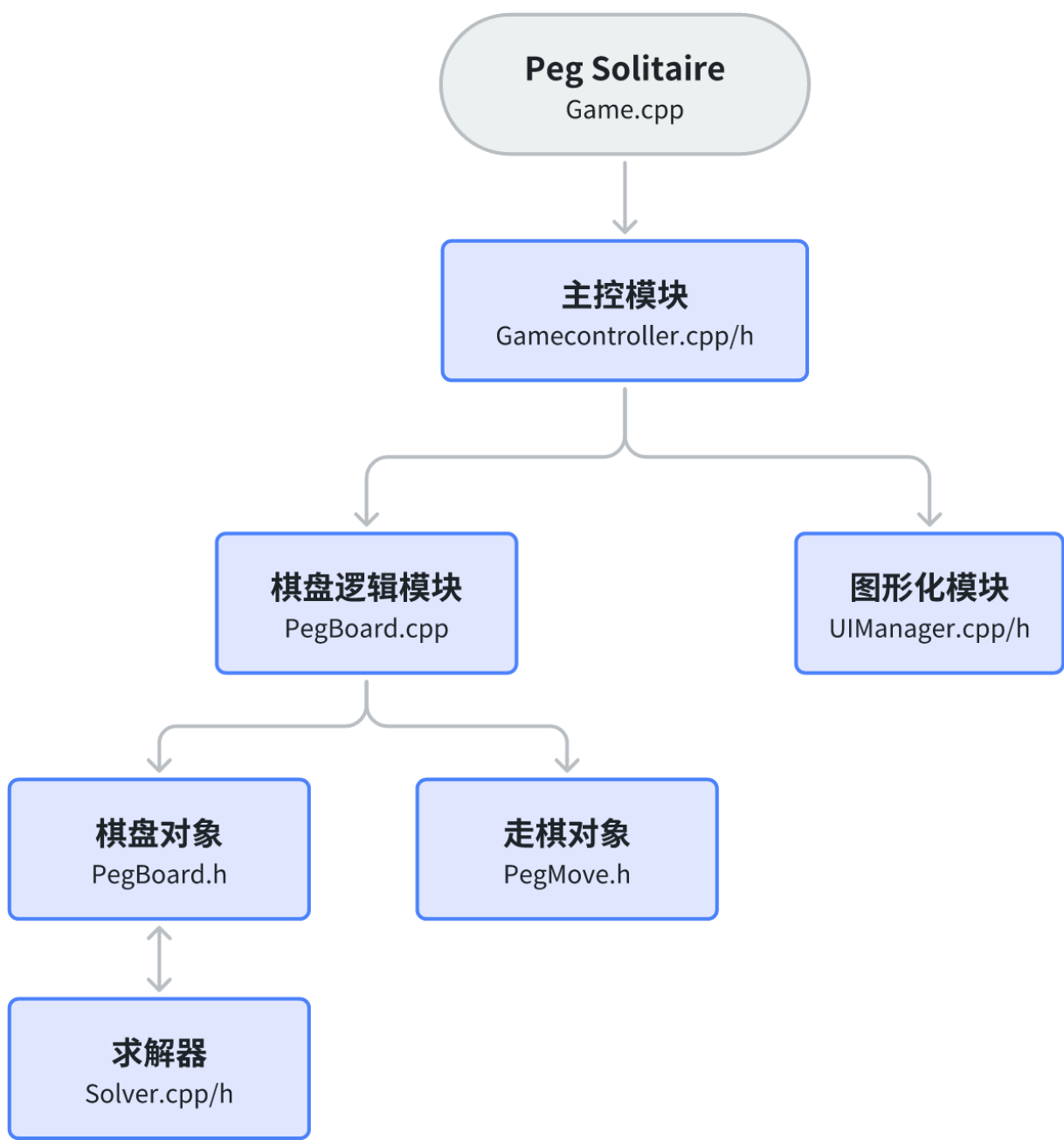
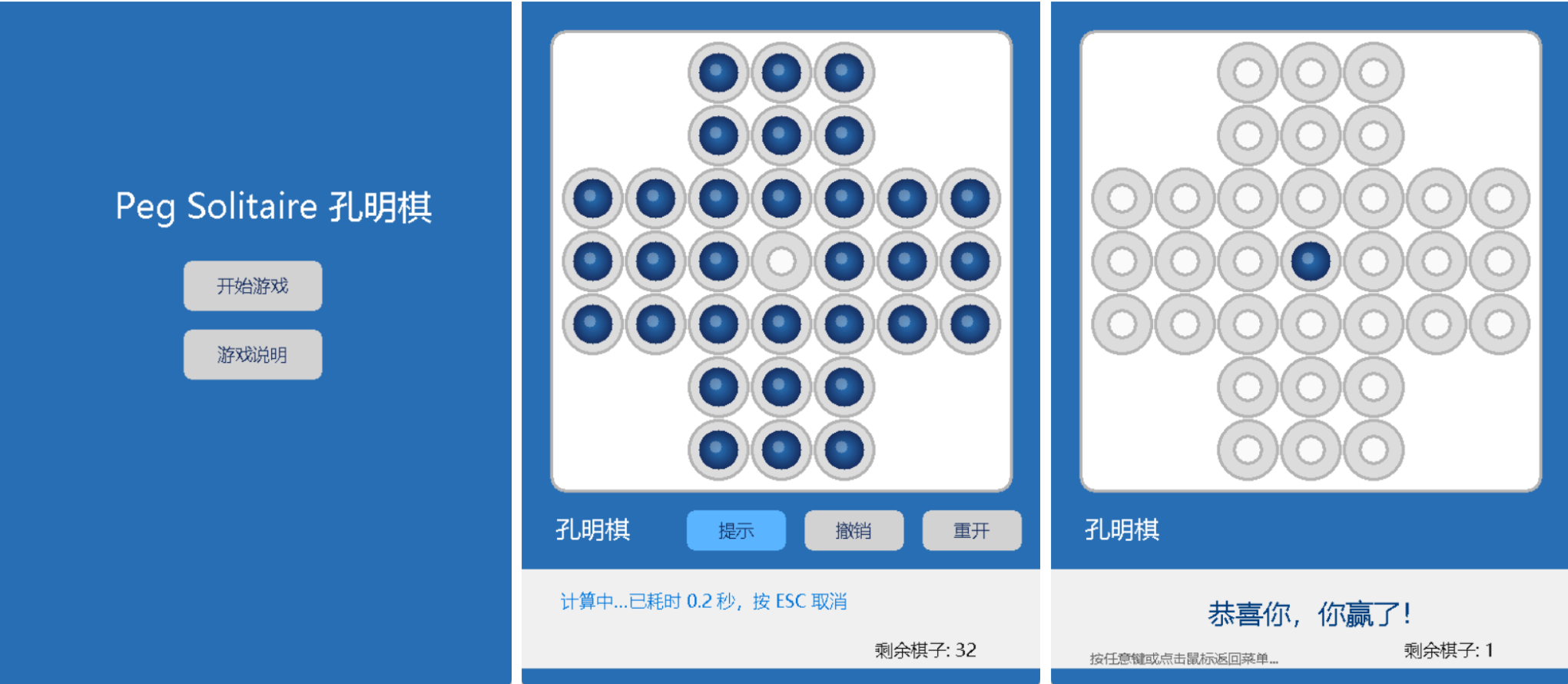


Figure 1: 系统架构图

2. 实现难点与解决方法

(1) 图形界面的径向渐变与镜面高光效果



手动计算像素颜色，通过 putpixel 逐像素绘制与非线性三通道插值，实现精准径向渐变。

仿照径向渐变的实现方式，计算棋子左上角周围一定范围内的像素点，并对这些像素点的颜色调整向白色偏移以模拟镜面反射效果。提升用户体验。

(2) 多线程与界面实时刷新同步

相比互斥锁，原子变量具有无锁高性能、低延迟、无死锁风险等优点，适合简单同步场景。

```
1 std::atomic<bool> done(false), cancel(false);
2 std::thread solver([&]() {
3     result = pegBoard.GetBestMove(cancel);
4     done = true;
5 }); // 新建线程执行求解器计算
```

(3) 高效的求解算法（启发式设计与对称约化）

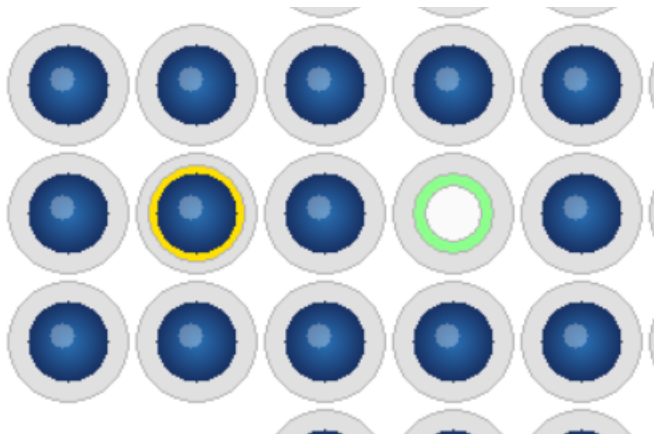


Figure 2: 用户选中提示

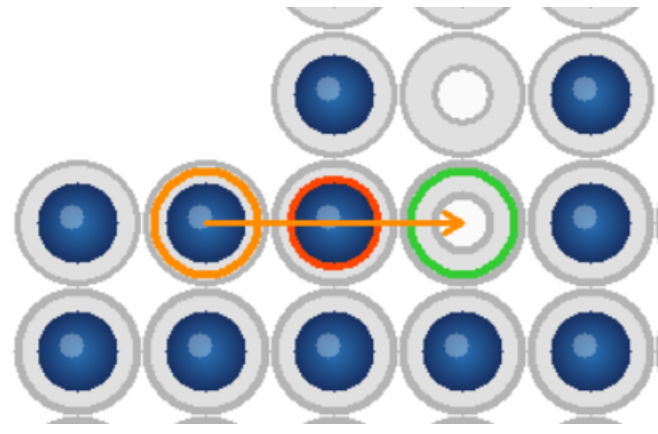


Figure 3: AI 提示

- 使用位板编码压缩状态空间；
- D_4 对称性约化有效减少搜索空间；
- 三路 Pattern Database 启发式提高搜索效率；
- 多项一致启发式（角孔 / Peg-Type / Merson 区域）。

3. 我与我的智慧助手

本项目开发过程中，使用 ChatGPT 进行前期算法调研，探索求解器设计思路与优化方向。实际编程过程则使用 Copilot 完成高效代码补全与风格统一，大幅提高了开发效率和代码质量。



4. 实现项目的心得

通过此项目，深入理解了 C++ 与 EasyX 图形编程、复杂算法设计及基础多线程管理，掌握了图形绘制技巧及高效算法实现方法，强化了项目模块化、功能封装与交互设计的实践能力。

关于作者



余政希 2452633
同济大学 国豪书院
人工智能（精英班）
2452633@tongji.edu.cn

