

2023 程序设计 II 荣誉课程大作业报告

中国人民大学 李修羽

摘 要

本文主要探究了基于 Qt 图形界面应用设计的不围棋联网对战软件制作过程，对一些重要功能的实现进行了说明，同时对于团队分工过程有一定记录。在联网体系之外，额外探究了不围棋 AI 的算法设计与实现。

目 录

1 团队构成	1
1.1 闲话	1
1.2 小组分工	1
2 Qt 图形界面应用设计	1
2.1 UI 设计	1
2.2 基本逻辑	2
2.3 棋盘逻辑和结局判断	3
2.4 更多功能	4
3 AI 算法设计	4
3.1 min-max 搜索和 $\alpha - \beta$ 剪枝	4
4 感谢	4

1 团队构成

1.1 闲话

理论上这个大作业一个人也可以做，但是既然都称之为团队大作业了，那就团队做。

1.2 小组分工

笔者负责了项目 UI 的主要设计、棋盘逻辑的编写和报告的撰写。

冯友和同学负责了项目框架的建构、初始 bot 的设计。

赵培宇同学负责了棋盘的生成。

2 Qt 图形界面应用设计

2.1 UI 设计

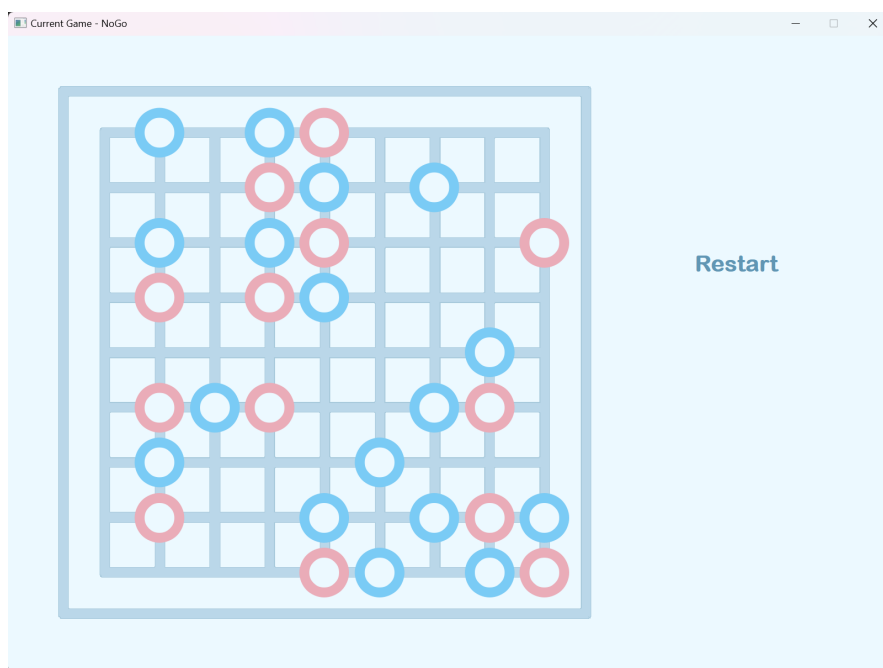


图 2.1: 随机 demo 示例

本应用 UI 设计¹采用扁平化的设计风格，搭配上饱满、明亮、可爱且前卫的颜色设计，

¹部分设计参考: <https://github.com/epcm/QtNoGo>

亮度统一且冷暖色调搭配，具有舒适的观感。字体使用 Sans-serif 字体 Arial Rounded MT Bold，平衡现代感和亲和感。棋子中心保留背景色，使棋盘整体更为协调。

由于棋盘大小可以自定义，棋盘采用程序绘图而非图片覆盖的形式，可以根据棋盘的大小自适应调整棋盘线条粗细和棋子大小，保持程序页面分辨率相对不变。

Logo 还没做，咕咕咕。

2.2 基本逻辑

```
|-- Qt-NoGo
|-- mynogo.pro           // QMake 项目管理文件
|-- mynogo.pro.user
|-- Headers
|   |-- bot.h
|   |-- gamewidget.h     // 控制程序运行的类
|   |-- judge.h         // 控制棋盘操作和逻辑的类
|   |-- mainwindow.h
|   |-- messagebox.h
|   |-- startwidget.h
|-- Sources
|   |-- bot.cpp          // 随机下棋 bot
|   |-- gamewidget.cpp
|   |-- judge.cpp
|   |-- main.cpp         // 程序入口
|   |-- mainwindow.cpp
|   |-- messagebox.cpp
|   |-- startwidget.cpp
|-- Forms
|   |-- gamewidget.ui
|   |-- mainwindow.ui
|   |-- startwidget.ui
|-- Resources
|   |-- img.qrc
|-- report               // 项目报告
|-- README.md
```

基本逻辑为 main 打开 mainwindow，mainwindow 切换到 startwidget 和 gamewidget，由 gamewidget 初始化 judge 开始游戏。

2.3 棋盘逻辑和结局判断

由于最后 NoGo-Cup 给 AI 的限时是 1s，留给 AI 计算的时间并不充裕，所以本项目采用了高效率的棋盘底层逻辑，以期能为 AI 的运行提供尽可能多的时间。

相较于传统的 dfs 判断棋子，笔者创新性地采用了启发式合并的方法来判断棋子的连通性与气数，在 judge.h 中的定义如下：

```
typedef std::pair<int, int> Item;
typedef std::vector<Item> ItemVector;
typedef std::set<Item> LibertySet;

int board[CHESBOARD_SIZE + 2][CHESBOARD_SIZE + 2]; // 当前棋盘状态
int chessBelong[CHESBOARD_SIZE + 2][CHESBOARD_SIZE + 2]; // 棋子属于的棋子块
int blockVis[(CHESBOARD_SIZE + 2) * (CHESBOARD_SIZE + 2)]; // 棋子块至多只能累加一次
                        气数
int blockCnt; // 棋子块个数

LibertySet blockLiberty[(CHESBOARD_SIZE + 2) * (CHESBOARD_SIZE + 2)]; // 气的 Set
ItemVector chessBlock[(CHESBOARD_SIZE + 2) * (CHESBOARD_SIZE + 2)]; // 棋子块的编号
std::vector<int>mergedBlock;
```

本程序用 vector 存储每一个连通块棋子的位置，用 set 存储每一个连通块气的位置。对于一次合并，将两端连通块的 vector 和 set 分别启发式合并即可。此处采用 set 是因为其本身具有判重的特性，可以在合并时对气做出高效率的处理。

```
void Judge::MergeSet(LibertySet &x, LibertySet y)
{
    if(x.size() < y.size()) std::swap(x, y);
    for(Item u : y) x.insert(u);
}
void Judge::MergeBlock(int x, int y) // 启发式合并
{
    if(chessBlock[x].size() < chessBlock[y].size()) std::swap(x, y);
    MergeSet(blockLiberty[x], blockLiberty[y]);
    for(Item u : chessBlock[y])
    {
        chessBlock[x].push_back(u);
        chessBelong[u.first][u.second] = x;
    } // 合并
    chessBlock[y].clear(); // 清空
}
```

相较于 dfs 判断单次 $O(n^2)$ 的复杂度，启发式合并的复杂度可以做到 $O(\log^2 n)$ ，且此处的 n^2 仅为理论上界，对于大规模棋盘（例如 20×20 ）有极高的效率。

对于一次落子操作，如果落子后判负，会弹出此处无法落子的弹窗。同时在一次操作超时后，会直接超时判负。对于现有版本来说，页面实现了认输按钮，玩家在无法落子后可以等到超时判负，也可以认输判负。

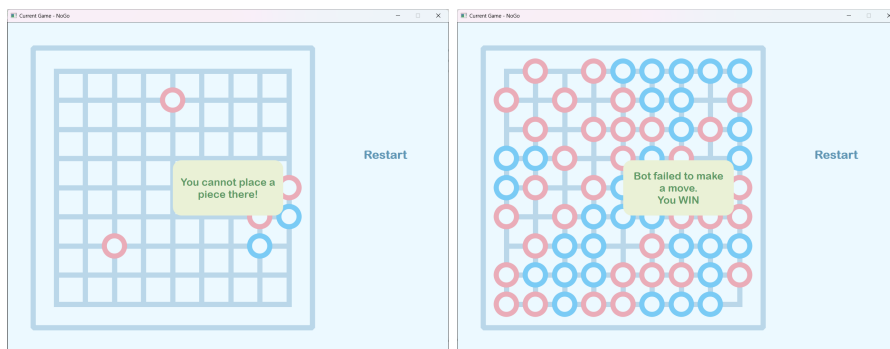


图 2.2: 状态判断

2.4 更多功能

第一阶段还没结束，卷什么。

在写了在写了。

3 AI 算法设计

由于现在还是第一阶段，所以我们采用了非常粗犷的 bot 写法：随机下棋。

对于没有围棋基础的人来说，随机下棋的 bot 分布较好，有获胜的可能。但是对于有基本围棋知识的人来说，只要斜着下棋、构造活眼就可以几乎 100% 战胜这个随机下棋 bot。

3.1 min-max 搜索和 $\alpha - \beta$ 剪枝

别卷了，还没写，你家程设就 2 分。

4 感谢

感谢孙亚辉老师、潘俊达助教在学习生活上的指导和关心。

感谢中国人民大学图灵实验班提供交流的平台与机会。

感谢冯友和、赵培宇同学组成的团队。

感谢彭文博同学于 2023/3/2 军理课后请本队吃的 KFC 疯狂星期四。

感谢北京大学 ghaslcon 同学提供的帮助。