Project GobangCat
实验报告

2023 计算机1 班 陈筑江

项目地址：https://github.com/TwilightLemon/GobangCat

前言：这是一只不怎么会下五子棋的人工智能猫咪，棋法古怪，棋力看心情。

一、需求

游戏体验：

- [x] 1.基本游戏功能（下子、悔棋、重开）
- [x] 2.可自由选择玩家、先手
- [x] 3.AI能打过我
- [x] 4.可选难度
- [x] 5.趣味性

开发体验：

- [x] 1.代码风格规范统一，易读
- [x] 2.代码结构清晰，模块化
- [x] 3.易于维护、拓展、调试、复用

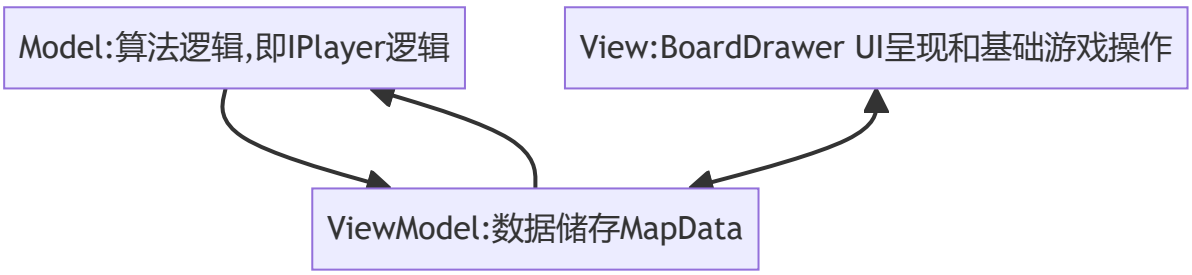
二、设计与实现

遵从几个基本设计原则：

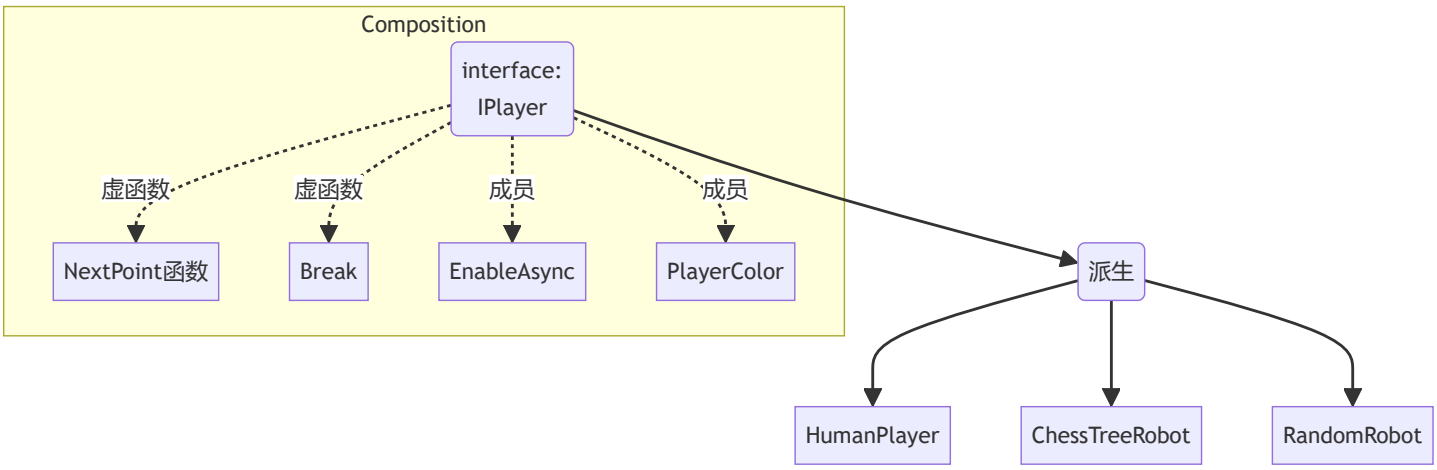
- 源码组织 - 模块化、低耦合、高内聚
-
  - 按照功能分模块，依类别建立文件夹
- 代码风格 - 一致性、可读性、可维护性
-
  - 命名规范 - 驼峰命名法(略偏向C#/Java)
-
  - 链式调用，例如：

```
Players[1] = (new ChessTreeRobot())
->SetPlayer(PieceStatus::Black)
->SetEnableTreeSearch(true)
->SetEvaluator(EvaluatorType::ModelChecking)
->SetDynamicSetter([](int& depth,int &root, int &child) {...});
```

- MVVM设计模式

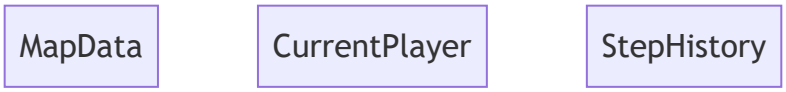


- 面对对象原则 - 封装、继承、抽象、多态

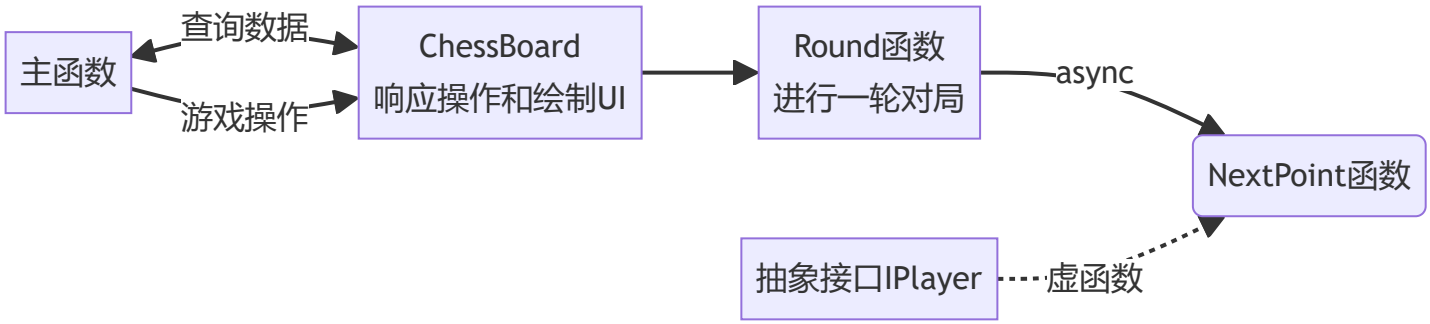


1.整体结构

主要全局变量 (Model Data)

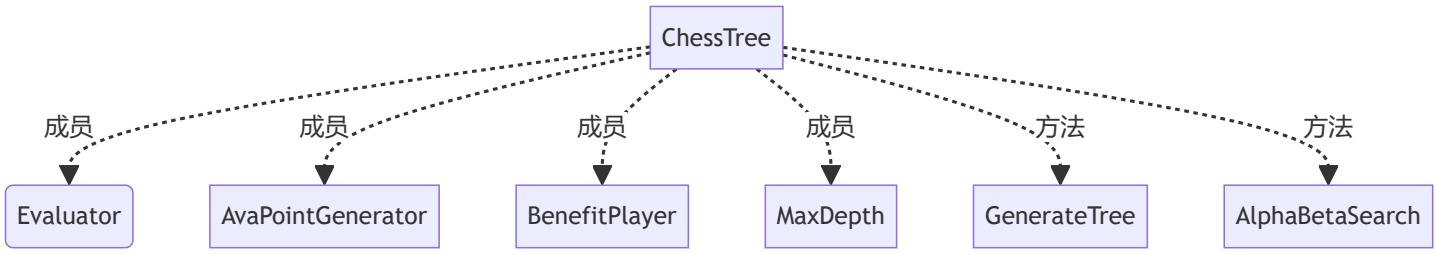


游戏基本逻辑构架

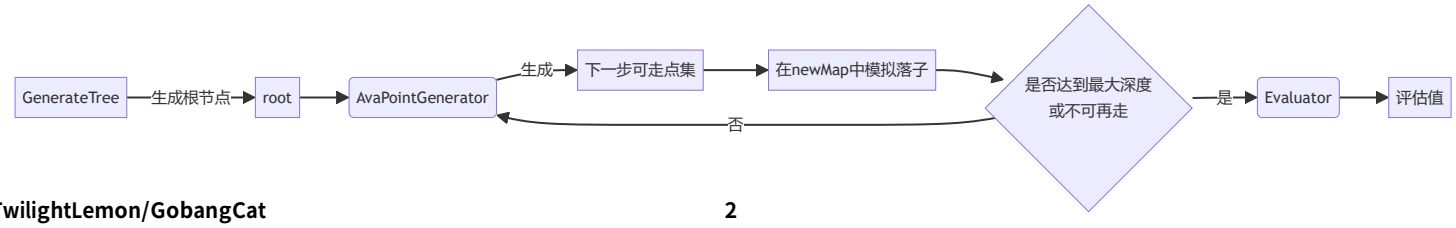


2.ChessTree:博弈树搜索算法

组成

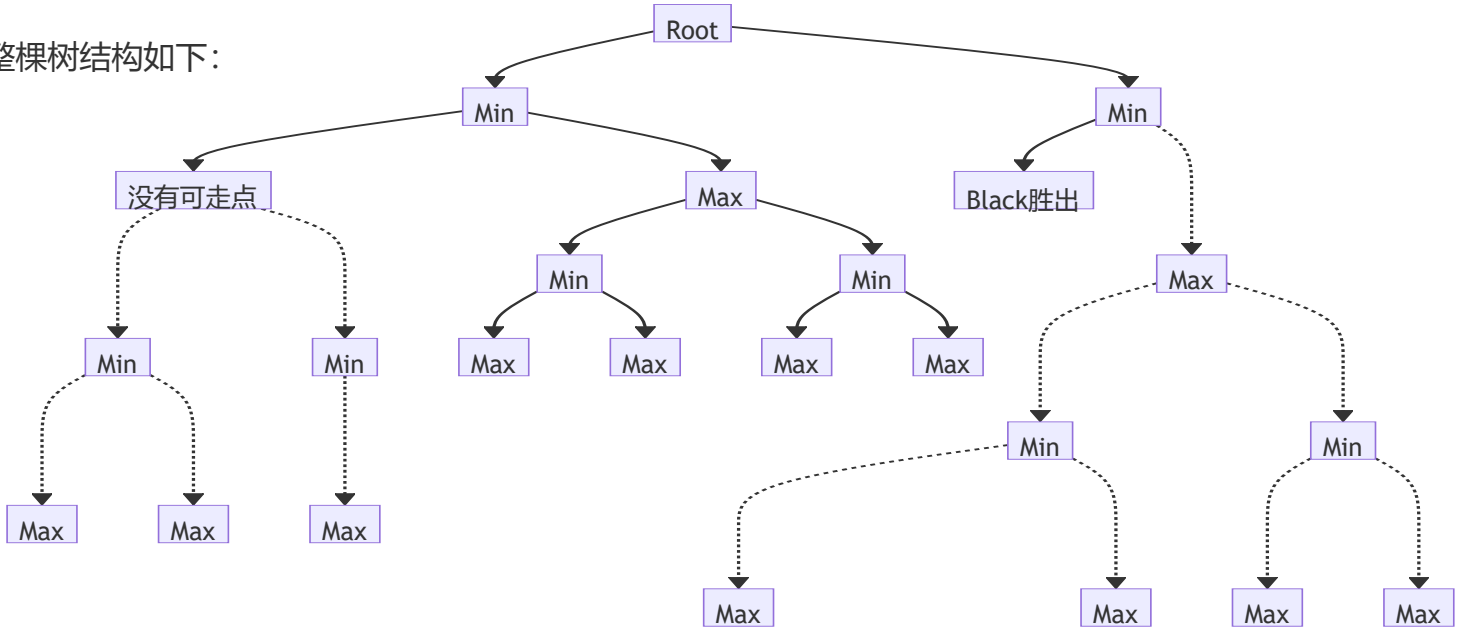


如何走？ (深度优先)

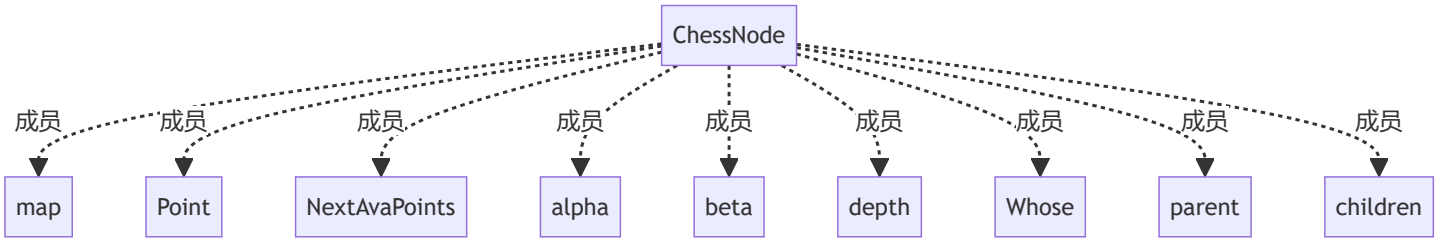


博弈树结构——动态而不确定

整棵树结构如下：



节点结构如下：



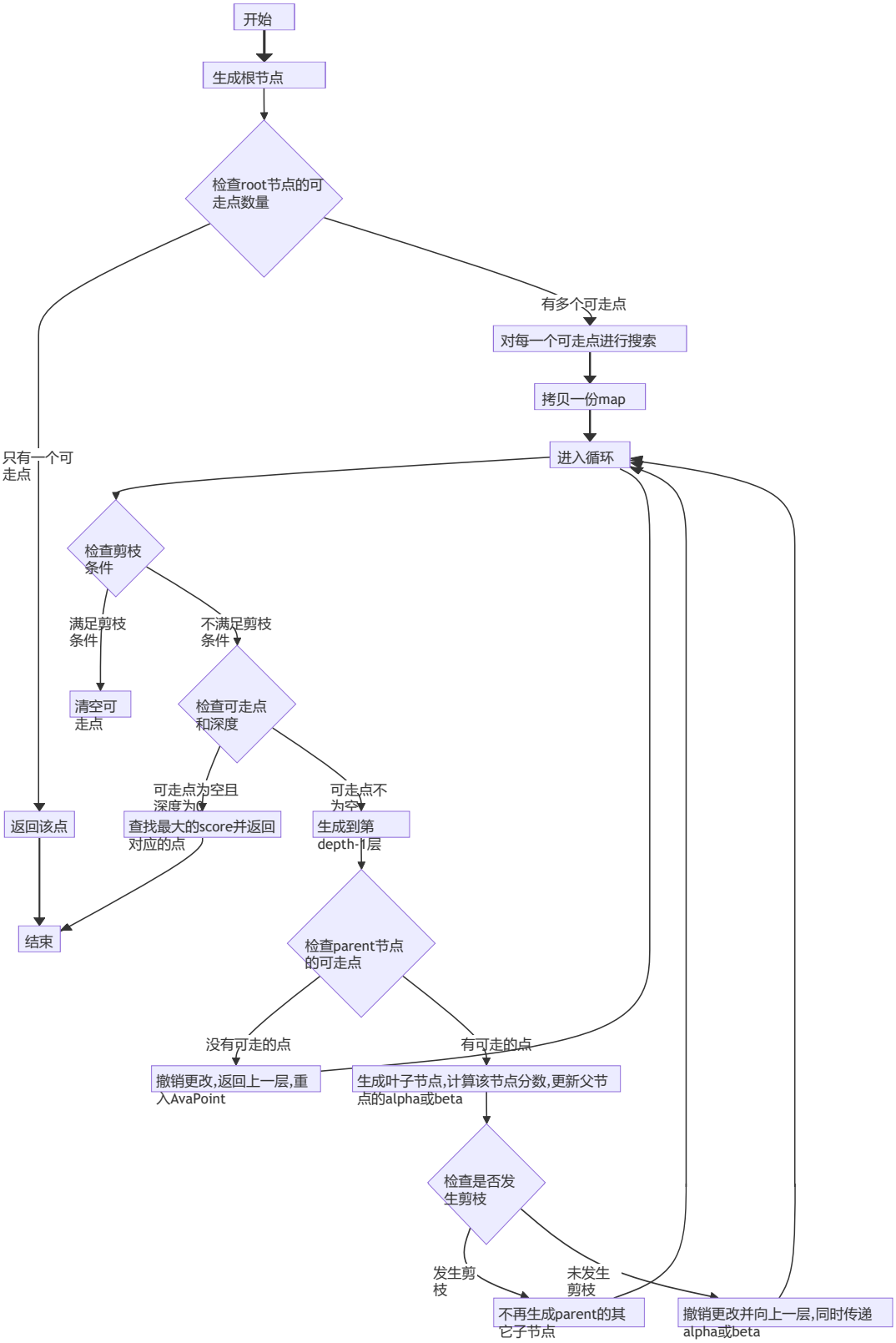
动态生成和遍历树——根->枝->叶

α-β搜索规则：

- 1.root由对手下子得到，则下一层为我方，选择最有利我方的节点，故root为Max节点
- 2.上一层为我方下，则本层由对手下，选择对我方最不利节点，故为Min节点，依此类推
- 3.每生成下一个子节点，传递alpha和beta值，用于剪枝
- 4.直到达到最大深度或无子可下，由Evaluator评估后更新alpha或beta值
- 5.回溯更新：对于Max节点，alpha=max{本节点alpha,child.alpha,child.beta}；对于Min节点，beta=min{本节点beta,child.alpha,child.beta}
- 6.剪枝条件：alpha>=beta，不再生成子节点
- 7.搜索完成之后，检索root的子节点，选择alpha值最大且未被剪枝的节点

具体在算法中有两处响应剪枝:

- 生成叶节点时触发
- 回溯更新时触发



这是整个ChessTree的搜索过程，其核心有三点：

1.每次生成枝节点即根据模拟棋局生成下一步可走点

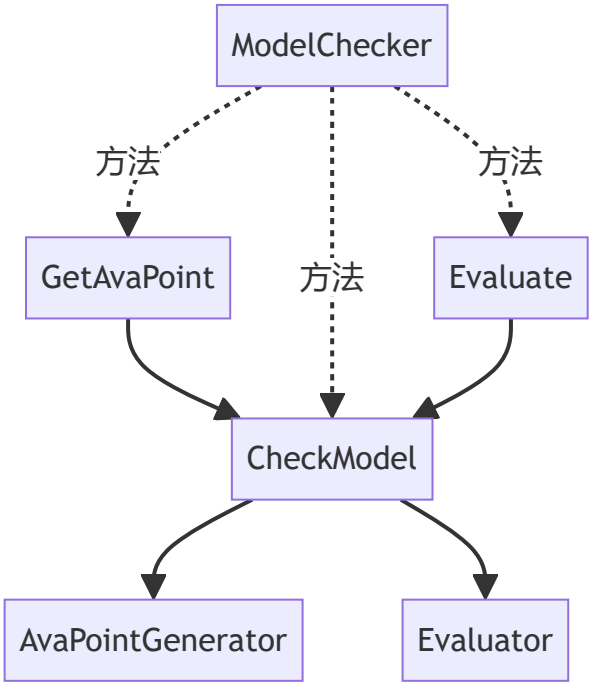
2.没有可走点则将棋局与树还原至父节点状态，视为叶节点处理

3.回溯更新的细节处理

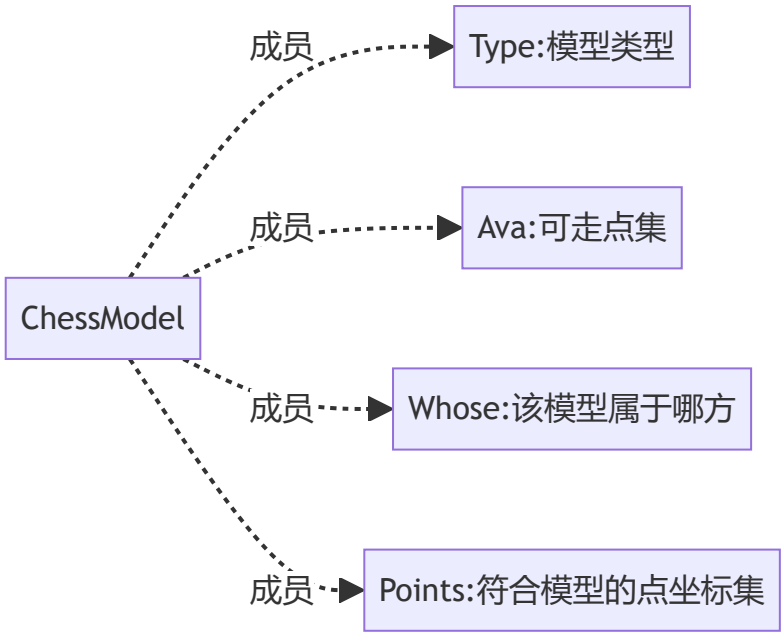
具体算法实现在\DataHelper\ChessTree.cpp 中，由于节点的不确定性故使用了多个嵌套循环结构。

3.ModelChecker:走子预判和评估

组成

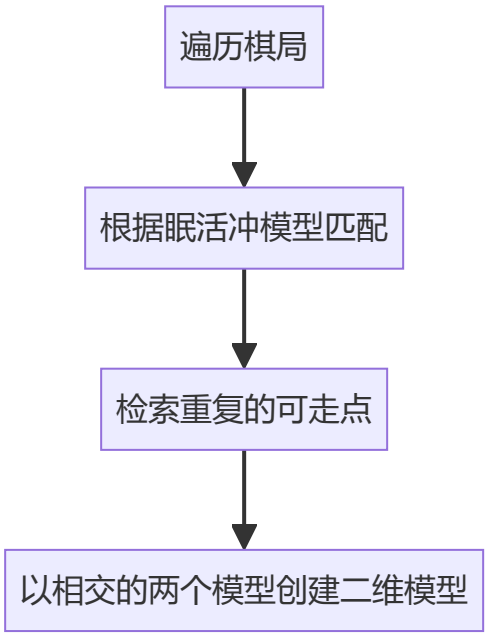


两个方法都会通过CheckModel来检查匹配到的模型，
每个模型结构如下：



这些模型指示双方可走的点位以及危险等级。

CheckModel方法:传统的眠活冲模型以及二维模型检测

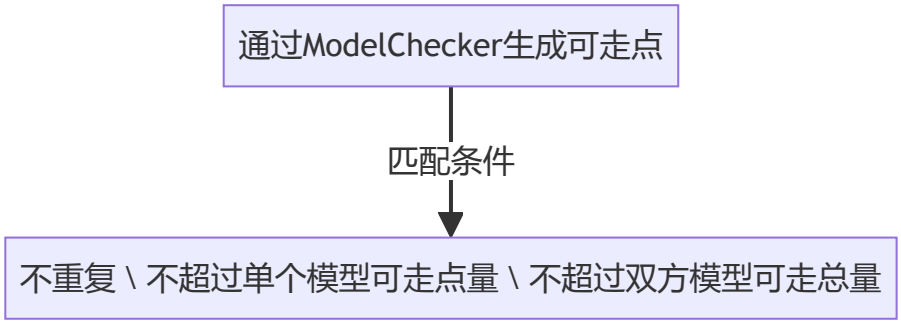



```
auto Check=[&](vector<Point>& p,ModelType type,
            const vector<vector<int>>& rules){...};
auto CheckWin=[&](vector<Point>& plist){

    //匹配五子连珠
    vector<vector<int>> ruleWin={{1,1,1,1,1}};
    Check(plist,ModelType::Win,ruleWin);
};
auto CheckH4=[&](vector<Point>& plist){...};
auto CheckM2=[&](vector<Point>& plist){

    //匹配眠二
    vector<vector<int>> ruleM2={
            {0,0,3,1,1,-1},
            {0,0,1,3,1,0},
            {0,1,0,0,1,-1},
            {1,0,0,0,1,2}};
    Check(plist,ModelType::M2,ruleM2);
};
```

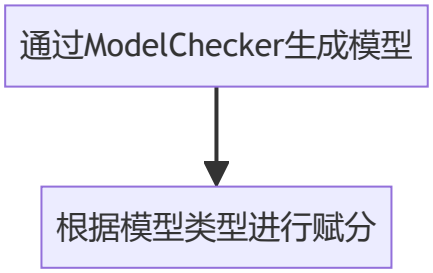
一些细节:

```
for (const auto &item: Checked) {
        //平行的重复点不是Cube模型
        int vec_x = item.Ava.x - item.Point.x, vec_y = item.Ava.y - item.Point.y;
        int inc_x = p.x - model.Points[0].x, inc_y = p.y - model.Points[0].y;
        //要求两模型为同一玩家
        if (item.Whose == model.Whose && item.Ava.Equal(p) && (vec_x * inc_y != vec_y * inc_x))
                found = true;
                foundModel = item;
                break;
        }
}
```

GetAvaPoint方法:根据模型生成可走点



Evaluate方法:根据模型评估局势

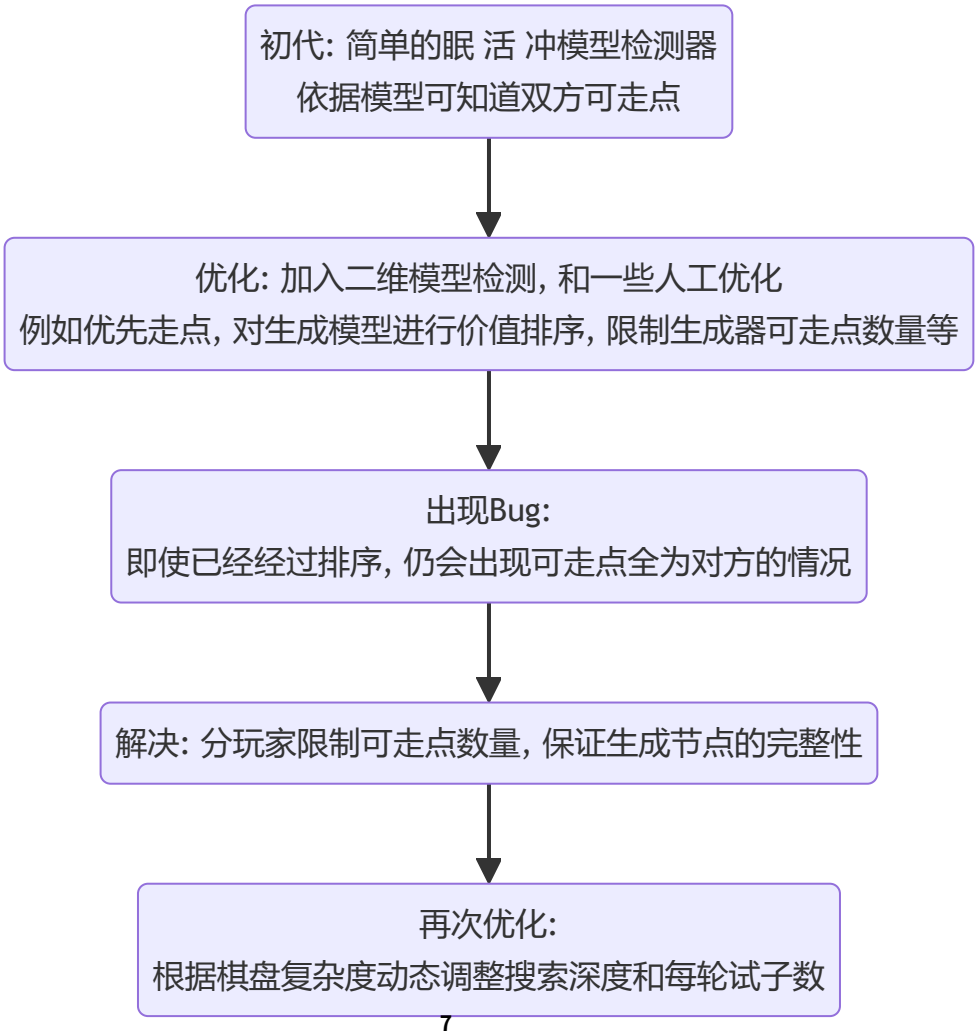


三、优化

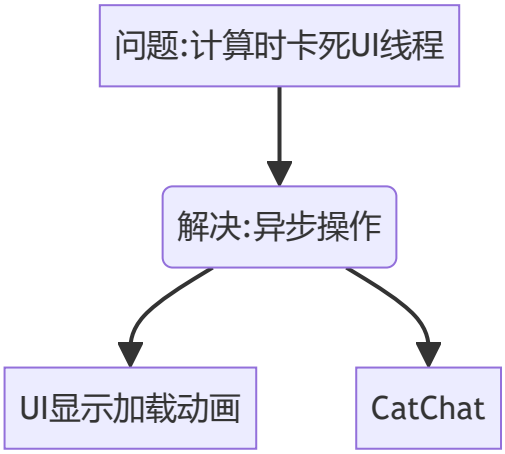
1.棋盘数据和树的构建

2.评估函数和可走点生成器

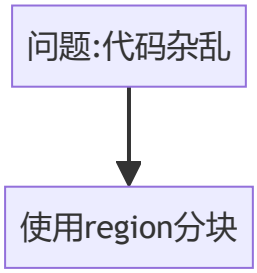
内置不同的评估函数(和可走点生成器)，以达到不同难度的AI
这里着重介绍ModelChecker, CountingEvaluator就是个简单的计数计分，不再赘述

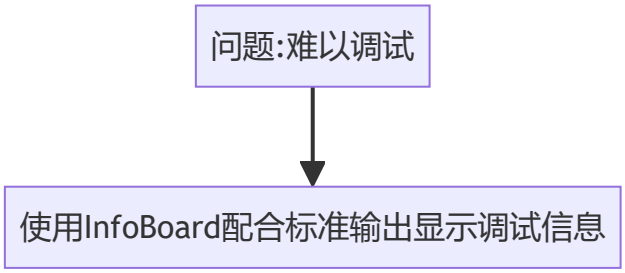


3.易用性改善



4.可维护性改善





四、一点点感悟

- 在本次课程设计的项目中，有许多东西都是我的第一次尝试：第一次接触c\c++、第一次写自己的算法、第一次使用Jetbrain家的IDE...在此前我几乎都是用的VS和.NET C# WPF 之类的技术栈(这就导致我的C++有浓浓的C#味)，而没有过多关心算法和构架的设计。
- 通过课程，我也能较为熟练地使用c\c++，学习到了人工智能的相关知识，例如博弈树搜索、Alpha-Beta剪枝和蒙特卡洛树搜索。
- 增强了自学能力和debug能力，在这期间我没有参考过任何现成的代码，只看了有关算法的介绍和流程就开始写，然后就不断重构又再学习再写。最后我的算法经过copilot分析发现是一种偏向于"蒙特卡洛α-β算法"的"混合体"。原本最后想尝试接入神经网络的，粗浅学习之后就连夜手搓了一个，但是由于个人能力和硬件设施(毕竟只是一个i5平板跟本跑不起)的限制,最终没能面世便被我用git还原了。
- 课程外的一些知识也使我受益匪浅，例如如何设计模块和组织模块之间的分工。我在该项目中也运用了这些知识，让我在重构算法或某个部分时，无需牵扯到其它模块导致难以预料的debug困难。
- 此外我也在项目中运用了原有的经验和知识，例如异步、面对对象和UI动画（很简陋）。这些对于一个WPF开发者来说是家常便饭的东西放到C++上却没那么好写了，但是我也在不断学习提升，最终达到了较好的效果。