

融合传统谋略博弈思想的轻量化围棋语音仿真交互系统研究

黄恒一^{1,2}, 韩洪哲¹, 付三丽¹, 王逸宁³, 郭菲⁴, 邹禹衡¹

¹三亚学院新能源与智能网联汽车学院, 海南 三亚

²三亚学院新能源与智能汽车海南省工程研究中心, 海南 三亚

³三亚学院社会治理学院, 海南 三亚

⁴三亚学院文学院, 海南 三亚

收稿日期: 2026年7月16日; 录用日期: 2026年9月2日; 发布日期: 2026年9月11日

摘要

针对当前围棋仿真AI存在决策不可解释、语音交互冲突、复盘缺乏量化标准等缺陷, 本文结合古代传统谋略博弈思想, 开发轻量化十路围棋可视化仿真系统。该系统提取孤棋、子力差等多维度棋盘特征, 构建轻量决策树映射模型替代原有if-then固定阈值规则, 建立攻防态势与传统谋略战术自动映射体系, 实现对局实时战术语音解读; 基于启发式规则融合轻量化MCTS蒙特卡洛树搜索搭建三层分级博弈智能体, 搭载云端模型下载与本地策略降级容错机制; 搭建云端、本地双语音同步调度模块, 通过互斥锁与缓存队列解决重复播报、落子阻塞问题; 构建加权评分模型, 从多维度生成标准化对局复盘报告。基于Python-Pygame完成整套可视化界面开发, 集成难度切换、语音控制、悔棋、一键复盘等交互功能。多组仿真实验结果表明, 系统战术匹配识别准确率达92.7%, 三级AI残局对抗性能相较随机、贪心基准模型分别提升31.4%、24.6%, 语音交互时延稳定低于350 ms, 全程无交互故障。该系统将传统谋略博弈逻辑与轻量化棋类仿真结合, 弥补传统围棋AI黑盒短板, 完善零和博弈可解释性理论, 可为棋类教学、轻量化兵棋推演提供完整的工程实现方案。

关键词

机器博弈, 围棋仿真, 传统谋略博弈, 轻量化模型, 语音复盘

Research on Lightweight Go Voice Simulation Interactive System Integrating Traditional Strategic Game Thinking

Hengyi Huang^{1,2}, Hongzhe Han¹, Sanli Fu¹, Yining Wang³, Fei Guo⁴, Yuheng Zou¹

¹School of New Energy and Intelligent Networked Automobile, University of Sanya, Sanya Hainan

文章引用: 黄恒一, 韩洪哲, 付三丽, 王逸宁, 郭菲, 邹禹衡. 融合传统谋略博弈思想的轻量化围棋语音仿真交互系统研究[J]. 人工智能与机器人研究, 2026, 15(5): 1178-1187. DOI: 10.12677/airr.2026.155107

²New Energy and Intelligent Vehicle Engineering Research Center of Hainan Province, Sanya Hainan

³School of Public and Social Governance, University of Sanya, Sanya Hainan

⁴School of Liberal Arts, University of Sanya, Sanya Hainan

Received: July 16, 2026; accepted: September 2, 2026; published: September 11, 2026

Abstract

In response to the shortcomings of current Go simulation AI, such as inexplicable decision-making, voice interaction conflicts, and lack of quantitative standards for replay, this article combines ancient traditional strategic game thinking to develop a lightweight ten-way Go visualization simulation system. The system extracts multi-dimensional chessboard features such as lone chess and sub force difference, constructs a lightweight decision tree mapping model to replace the original if-then fixed threshold rules, establishes an automatic mapping system between offensive and defensive situations and traditional strategies and tactics, and achieves real-time tactical speech interpretation of the game; builds a three-layer hierarchical game agent based on heuristic rule fusion and lightweight MCTS Monte Carlo tree search, equipped with cloud model download and local strategy downgrade fault-tolerant mechanism; builds a cloud and local dual voice synchronization scheduling module to solve the problems of duplicate broadcasting and drop blocking through mutex locks and cache queues; builds a weighted scoring model to generate standardized review reports from multiple dimensions. The development of a complete visual interface based on Python-Pygame is completed, integrating interactive functions such as difficulty switching, voice control, regret chess, and one-click review. The results of multiple simulation experiments show that the tactical matching recognition accuracy of the system reaches 92.7%, and the performance of the three-level AI residual adversarial model is improved by 31.4% and 24.6% compared to the random and greedy benchmark models, respectively. The voice interaction delay is stable below 350 ms, and there are no interaction faults throughout the process. This system combines traditional strategic game logic with lightweight chess simulation to address the shortcomings of traditional Go AI black box and improve the interpretability theory of zero-sum games. It can provide a complete engineering implementation solution for chess teaching and lightweight chess deduction.

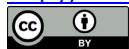
Keywords

Machine Gaming, Go Simulation, Traditional Strategic Game, Lightweight Models, Voice Review

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 介绍

围棋作为典型完美信息零和博弈载体，自身具备超大规模状态空间与复杂多变的局部对抗逻辑，长期以来都是人工智能博弈算法验证与仿真测试的核心场景。自 AlphaGo 系列深度强化学习模型推出后，机器围棋仿真实现接近职业棋手的对抗效果，博弈求解框架也从传统蒙特卡洛树搜索全面转向深度神经网络端到端策略拟合模式[1]。但当前市面主流开源围棋仿真软件、轻量化博弈智能体仍存在四类难以忽视的关键缺陷。深度强化学习模型仅输出最优落子坐标，无法输出符合人类认知逻辑的攻防推演过程，决策黑盒化问题突出，难以适配教学、兵棋推演等需要清晰战术解释的使用场景[2]；现有棋类仿真算法

仅依托棋谱与估值函数完成落子决策,并未引入体系化传统谋略博弈推演理论,且多采用固定阈值 if-then 规则匹配战术,泛化能力弱,多特征耦合场景易出现匹配偏差,无法将棋盘包围、断点分割、孤棋受困等博弈特征转化为规范的战术研判依据[3];多数语音交互模块仅搭载单一本地语音引擎,缺少多线程同步调度设计,连续对局过程中容易出现重复播报、语音播放阶段无法点击棋盘落子、线程资源抢占等交互故障,大幅降低仿真操作流畅度[4];对局结束后仅简单统计黑白双方提子数量,缺少多维度量化复盘评价模型,无法客观量化战术运用成效、阵型防守漏洞、全局子力资源差距,对局总结环节缺少量化数据作为客观支撑[5]。兵棋推演与围棋博弈在底层对抗逻辑层面具备高度同源性,二者均在有限封闭空间内完成兵力争夺、局部歼灭、虚实牵制、阵地固守等对抗行为,成熟的传统谋略博弈理论能够为棋盘态势解读搭建标准化研判框架[6]。传统军事攻防策略整体划分为围歼、牵制、突围、固守四类核心战术体系,能够与围棋孤棋围困、断点分断、边角抢占、连片自保等棋盘特征形成稳定的量化映射关系,为破解围棋 AI 黑盒决策难题提供全新理论研究路径。伴随端侧轻量化大模型技术持续迭代,轻量化神经网络、轻量决策树、简化 MCTS 等轻量化算法具备低算力开销、快速部署、实时特征提取等优势,普通家用 PC 终端即可完成棋盘态势自动解析与军事策略自动匹配,为低成本轻量化棋类仿真平台落地提供核心技术支撑[7]。从工程仿真落地层面分析,现有围棋仿真程序普遍存在棋规逻辑残缺、无分级难度智能体、语音交互调度逻辑不完善、复盘功能缺失等问题;云端语音合成模块普遍缺少互斥锁、历史播报缓存等优化手段,语音播报操作与用户棋盘落子操作频繁发生资源冲突,直接降低仿真交互体验[8]。本文依托轻量化博弈大模型整体架构,引入传统谋略博弈推演理论搭建态势研判规则,采用轻量化决策树完成棋盘特征与军事谋略的非线性映射,并融合轻量化 MCTS 优化分级 AI 落子推演能力,设计四层模块化仿真系统,集成完备棋规校验、三级分级 AI、双引擎同步语音播报、量化复盘分析全套功能,研究同时具备理论创新价值与工程仿真实用价值。理论层面,本文构建七维围棋博弈态势量化特征指标体系,训练轻量化决策树模型替代固定阈值规则,建立棋盘攻防特征与传统谋略博弈策略的自适应映射机制,进一步完善完美信息零和博弈可解释性理论研究框架;工程层面,设计搭载全局同步锁的双通路语音调度算法,修复传统仿真程序提子、自杀落子两类核心棋规逻辑漏洞,搭建多指标加权量化复盘评分模型;应用层面,整套仿真系统可直接用于棋类智能教学、轻量化兵棋预演、人机博弈仿真实验,为端侧低成本博弈仿真平台提供可复用完整实现方案。

2. 轻量化大模型与传统谋略博弈融合理论建模

2.1. 十路围棋博弈基础数学描述

本次仿真系统选用 10×10 十路围棋棋盘作为博弈载体,通过集合定义棋盘全部有效落子点位,棋盘空间集合表达式为公式(1):

$$G = \{(x, y) | 0 \leq x < 10, 0 \leq y < 10\} \quad (1)$$

棋盘内每个点位仅存在三种状态,分别为空点位、玩家操控黑棋、AI 操控白棋,对应数值标记为 0、1、2,全局棋盘实时状态通过二维矩阵 S 统一存储,矩阵行列维度与棋盘 10×10 尺寸保持一致。程序内部采用四邻域遍历方式搜索单颗棋子连通区域,固定上下左右四个搜索方向,依托广度优先搜索遍历完整棋块,同步计算棋块内部气值数量。气值是围棋攻防判定的核心量化指标,单块棋子气值归零代表该棋块失去生存空间,系统将自动执行批量提子操作;若玩家或 AI 落子后自身棋块气值直接归零,则判定为自杀落子,本次落子操作直接撤销,以此构建完整、无漏洞的围棋基础棋规约束逻辑。

2.2. 博弈多维态势量化特征体系

为实现棋盘实时攻防态势与传统谋略博弈策略的自动匹配,研究从棋块生存状态、全局子力规模、

局部歼敌战果、阵型连通程度四个维度提取共计七项可实时计算的量化博弈特征，各项特征定义、计算方式与博弈内涵统一整理为表 1。系统运行过程中会持续遍历整张棋盘，一次性统计全部特征数值并组合为标准化特征向量，依靠特征数值区间划分均衡对峙、黑方进攻优势、白方防守优势、双向孤棋对抗四类基础博弈态势，作为后续军事战术匹配的量化输入依据。

Table 1. Multi-dimensional quantitative characteristic index system for Go game
表 1. 围棋博弈多维态势量化特征指标体系

特征分类	特征符号	特征名称	量化计算方式	博弈物理含义
棋块生存特征	F1	黑棋孤棋数量	气数 = 1 的黑棋连通块总数	黑棋生存压力、防守需求
	F2	白棋孤棋数量	气数 = 1 的白棋连通块总数	白棋防守薄弱点、进攻机会
子力规模特征	F3	黑白子力差值	黑棋总子数 - 白棋总子数	全局兵力资源优势差距
歼敌战果特征	F4	黑棋累计提子数	对局内黑棋提走白棋总数量	黑棋局部歼灭进攻收益
	F5	白棋累计提子数	对局内白棋提走黑棋总数量	白棋防守反击收益
连通阵型特征	F6	黑棋棋块总数	互不连通黑棋独立棋块数量	黑棋阵型分散程度
	F7	白棋棋块总数	互不连通白棋独立棋块数量	白棋阵型防守完整性

2.3. 棋盘态势与传统谋略博弈策略映射规则

基于 2.2 节构建的七维博弈态势量化特征体系，本节建立棋盘攻防特征到传统谋略博弈策略的自动映射机制，采用轻量化决策树模型完成特征到战术类别的非线性映射，替代传统 if-then 固定阈值规则。

2.3.1. 决策树数据集构建

以 500 组覆盖全对局阶段的十路棋盘样本为基础数据集，样本标签人工标注对应军事谋略类别，按照 7:3 划分训练集与测试集；输入特征为 F1~F7 七维归一化特征向量，输出标签为 4 类战术类别。

2.3.2. 轻量化决策树约束设计

为适配端侧低算力运行需求，对决策树施加轻量化约束：限制树最大深度为 6 层、单节点最小样本数不小于 8、剪枝阈值 $\alpha = 0.01$ ，削减冗余分支，保证单样本推理耗时低于 10 ms。

2.3.3. 模型推理流程

仿真运行阶段，程序实时提取七维棋盘特征并归一化处理，输入轻量化决策树完成前向推理，输出当前对局最优传统谋略博弈策略，同步生成通顺规范的战术解读文本，分别用于界面文字展示与实时语音播报数据源。

2.4. 三层轻量化博弈智能体整体设计

研究设计三层轻量化本地搜索博弈智能体，全程无需云端大模型实时推理计算，能够在普通 PC 端实现低算力稳定仿真运行。

简易博弈智能体：以全局空白点位随机采样作为落子逻辑，整体推理开销最低，主要面向围棋新手入门仿真训练场景；无 MCTS 模块，仅基础随机落子。

中等博弈智能体：底层保留贪心歼敌搜索思路，程序会提前推演全部空白点位的落子收益，优先选择能够直接提走敌方孤棋的点位；新增轻量化 MCTS 短路径推演(迭代次数 $N = 200$)，对高收益点位进行

局部价值修正, 规避单纯贪心带来的短视落子缺陷, 无有效进攻点位时再随机布局。

高阶博弈智能体: 采用双层攻防平衡推演逻辑为基础框架, 融合完整轻量化 MCTS 框架(迭代次数 $N=800$), 第一层通过 MCTS 筛选可直接完成歼敌的进攻点位, 无进攻机会时优先选取能够解救己方孤棋的点位, 无明显攻防需求则通过 MCTS 估值抢占棋盘边角区域。

系统预留云端轻量化策略大模型异步下载接口, 依托独立后台线程加载神经网络权重文件, 一旦出现网络异常、模型文件下载失败等问题, 程序会自动降级运行本地搜索智能体, 以此保障整套仿真系统不间断稳定运行[9]。

2.5. 多维度量化复盘评分模型

对局结束后系统启动加权量化评分模型, 综合四大核心维度计算黑白双方 0 至 100 分标准化对局得分, 核心评分计算公式为公式(2):

$$\text{Score} = 2 \cdot N_{\text{stone}} + 4 \cdot N_{\text{capture}} + 12 \cdot N_{\text{strategy}} + 8 \cdot S_{\text{defense}} \quad (2)$$

公式内部各项系数为各维度固定权重, 分别对应子力规模、歼敌提子战果、军事策略运用种类、孤棋防守损失四项评价指标。程序统计对局全部数据后代入公式计算双方得分, 依靠两组得分数值差值判定本局最终胜负, 同时自动匹配预设攻防点评文本与针对性优化建议, 整合全部信息生成完整量化复盘报告, 在界面右侧复盘面板完整展示。

3. 仿真系统总体架构设计

3.1. 四层模块化分层架构

整套仿真系统采用高内聚、低耦合的分层架构设计思路, 自上而下依次划分为人机交互展示层、语音调度交互层、博弈核心计算层、复盘分析存储层, 系统整体分层架构如图 1 所示。顶层人机交互展示层包含可视化主界面、对战控制面板、军事态势通栏、量化复盘面板、对局结束弹窗, 主要承担全部人机交互与信息可视化展示工作; 第二层语音调度交互层集成云端 TTS 合成模块、本地 TTS 降级模块、播报互斥锁、战术缓存队列、播报任务调度单元, 专门负责双通路语音的同步调度与冲突规避; 第三层博弈核心计算层是整套仿真系统的运算核心, 包含棋盘状态管理、棋规校验、轻量化决策树战术匹配、融合 MCTS 三级轻量化 AI、多维态势特征提取五大核心功能模块; 底层复盘分析存储层负责缓存全局落子记录、黑白双方累计提子统计、本局使用的全部军事战术集合, 对局终止后自动调用加权评分模型完成得分计算, 输出标准化复盘报告。四层架构依靠全局内存变量完成跨层数据交互, 各个功能模块相互独立, 便于迭代升级与功能拓展[10]。

人机交互展示层依托 Pygame 搭建 2000×900 高分辨率可视化仿真界面, 整体划分为顶部军事态势通栏、左侧 AI 控制面板、中间十路围棋棋盘、右侧量化复盘面板四大独立显示区域, 界面集成 AI 难度切换、语音启停、悔棋、重置、强制终局、生成复盘六类交互按钮, 对局结束后自动弹出弹窗展示基础胜负与提子统计信息。语音调度交互层搭建双通路语音合成容错架构, 将火山引擎云端 TTS 设置为优先合成通路, pyttsx3 本地语音作为降级备份方案, 内部设置全局播报锁、落子操作锁、长度为 3 的战术缓存队列三重调度机制, 过滤连续重复的战术播报文本, 语音播放全程锁定棋盘点击操作, 从底层消除人机交互过程中的资源抢占冲突。博弈核心计算层承担整套仿真的全部运算工作, 包含棋盘状态矩阵实时管理、连通棋块气值广度优先搜索计算、标准围棋提子与自杀棋规校验、轻量化决策树战术推理、融合 MCTS 三级轻量化 AI 落子推演、七项博弈特征实时提取六大核心算法模块, 持续输出全局攻防态势与当前战术解读文本。复盘分析存储层长期缓存全局落子记录数组、黑白双方累计提子数量、本局匹配到的全部军

事策略集合，对局终止后自动调用加权评分模型计算双方标准化得分，同步生成包含胜负判定、子力统计、战术点评、攻防优化建议的完整复盘报告。

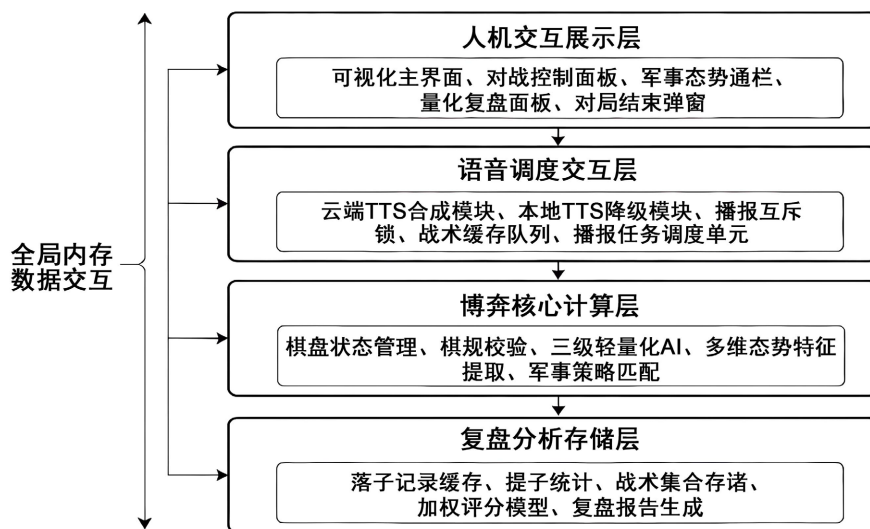


Figure 1. Four-layer overall architecture diagram of a lightweight Go game simulation system
图 1. 轻量化围棋博弈仿真系统四层总体架构图

3.2. 仿真系统可视化界面功能布局

仿真界面采用标准化多面板分区布局，各个面板坐标固定划分，界面整体功能分区布局如图 2 所示。界面顶部横向通栏为传统谋略博弈态势面板，实时展示黑白双方提子统计、当前语音播报完整文本、对局匹配的军事策略、配套攻防战术解读内容；界面左中部为对战控制面板，集成 AI 难度切换按钮、语音开启与关闭按钮、对局轮次状态、黑白棋实时攻防点评、模型下载可视化进度条、悔棋、重新开局、结束对局功能按钮；界面中心核心区域为 10×10 标准围棋棋盘绘制区域，完整绘制棋盘网格、星位点标记、黑白棋子图形；界面右侧独立区域为量化复盘面板，设置一键生成复盘功能按钮，对局结束后完整展示双方标准化得分、对局胜负判定、黑白棋攻防点评、本局战术总结与针对性优化建议。

4. 仿真系统核心算法设计与工程实现

4.1. 标准围棋棋规批量校验算法

传统开源围棋仿真程序普遍存在三面围堵棋块无法完整提子、自杀落子逻辑失效两类典型缺陷，本文设计一套批量无气棋块校验算法，完整算法执行流程如图 3 所示。玩家或 AI 向棋盘指定坐标发起落子操作后，程序首先临时填充对应颜色棋子至棋盘状态矩阵，随后遍历落子点位上下左右四邻域敌方棋块，依托广度优先搜索遍历全部连通区域并计算棋块气值，统一收集所有气值归零的无气棋块坐标集合，批量清空集合内部全部无气敌方棋子，同步累加对应阵营提子计数。完成敌方棋子清理后，程序重新计算己方落子后连通棋块的总气数，若气数等于零则直接判定本次落子为自杀操作，撤销棋盘临时填充的棋子，落子操作失效；若落子操作判定有效，则将本次落子坐标写入全局落子记录数组，切换对局操作方，同步启动多维态势特征提取与军事策略匹配流程。整套算法内部增加坐标边界防护逻辑，有效规避二维矩阵数组越界报错问题，完整覆盖十路围棋全部基础竞赛规则。

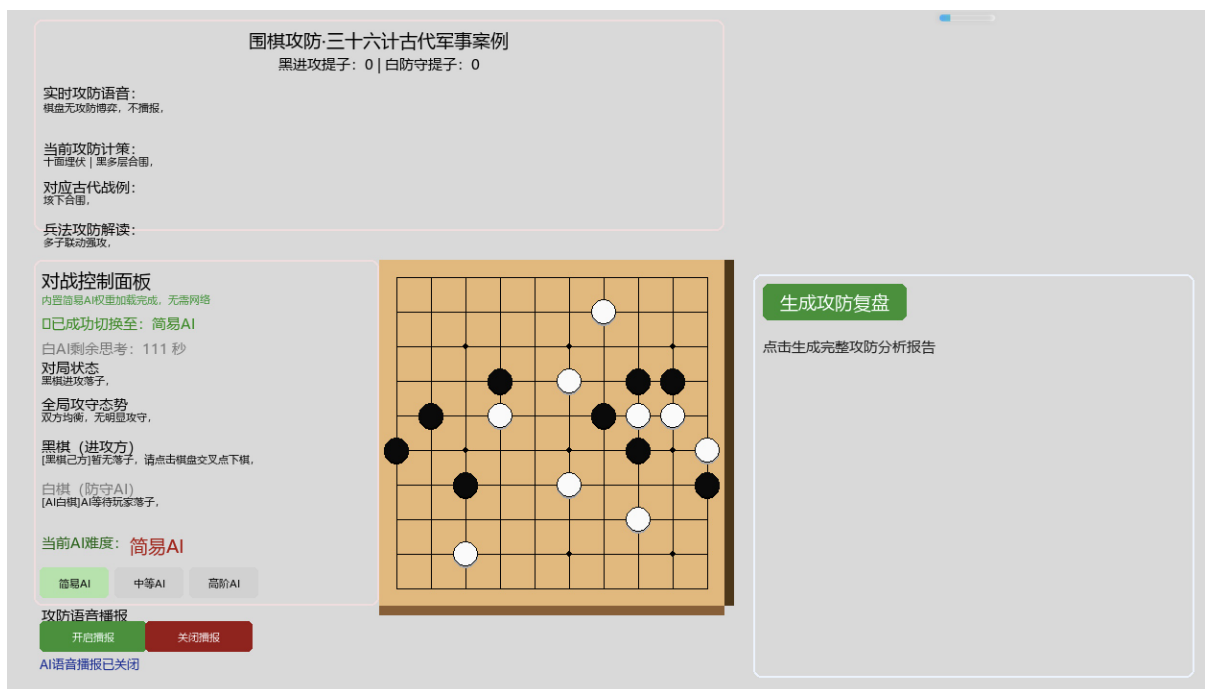


Figure 2. Schematic diagram of the functional layout for the visualization interface of a simulation system

图 2. 仿真系统可视化界面功能分区布局示意图

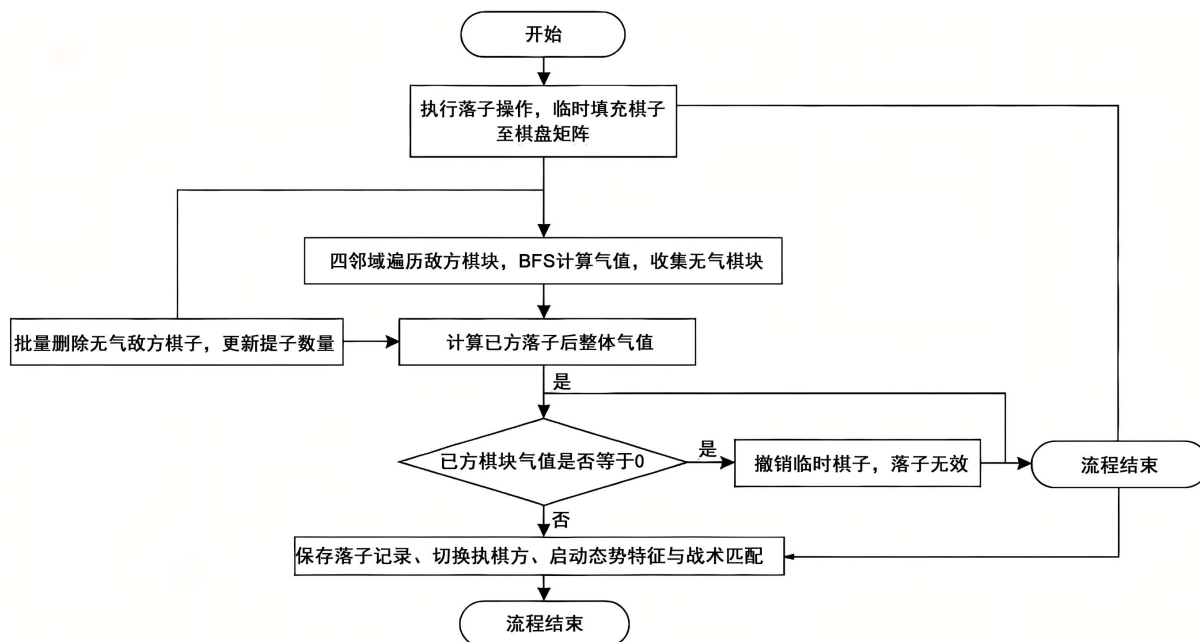


Figure 3. Flowchart for the execution of the Go game rule verification algorithm

图 3. 围棋完整棋规校验算法执行流程图

4.2. 多维博弈态势特征提取算法

程序循环遍历整张 10×10 棋盘矩阵, 依托广度优先搜索一次性遍历全部黑白连通棋块, 同步完成孤棋数量、子力总数、独立棋块数量七项特征的统计计算, 输出标准化特征向量传输至军事策略映射规则

库完成战术匹配。算法内部设置全局标记变量区分真实攻防对局与基础布局阶段，仅当棋盘出现孤棋、双方子力差距过大等真实对抗行为时，系统才会触发语音播报流程，无高强度攻防的边角布局阶段直接静音输出，以此减少大量无效语音干扰，提升仿真交互体验。

4.3. 双通路同步语音调度优化算法

为解决云端与本地双语音通路并发冲突、连续重复播报、语音播放阻塞落子操作等工程问题，研究设计三层同步控制机制。第一层设置全局播报互斥锁，采用布尔变量标记语音播放状态，语音合成与播放全程标记为占用状态，拒绝接收新增播报任务；第二层搭建长度为 3 的战术历史缓存双端队列，存储近期完成播报的战术文本，待播报文本若存在于缓存队列中则直接过滤，从根源杜绝连续重复播报现象；第三层增设落子操作阻塞锁，语音朗读全程锁定棋盘点击交互权限，语音播放全部结束后自动解锁，避免用户中途落子打断语音播报流程。整套语音调度流程严格遵循态势识别、播报文本生成、冲突校验、语音合成、播放完成解锁的线性执行逻辑，从底层架构消除全部人机交互资源冲突。

4.4. 三级轻量化 AI 落子推演算法

简易 AI：以全局空白点位集合随机采样作为落子逻辑，无任何估值与搜索流程，整体计算开销最低，面向新手入门场景。

中等 AI：底层贪心框架不变，新增轻量化短迭代 MCTS (迭代次数 200)。流程：① 遍历所有空白点位，预推演落子即时提子收益；② 筛选高收益点位进入 MCTS 局部推演，修正单点短期收益偏差；③ 无进攻点位时随机布局。

高阶 AI：双层攻防平衡框架融合完整轻量化 MCTS (迭代次数 800)。流程：① MCTS 全局估值筛选可歼敌进攻点位；② 无进攻机会时通过 MCTS 估值优先选取解救己方孤棋点位；③ 无攻防需求时 MCTS 估值引导抢占边角。

系统新增独立多线程异步模型下载线程，后台自动加载云端轻量化神经网络权重文件，界面同步可视化展示下载进度条，一旦出现网络异常、文件下载失败等问题，程序自动降级运行本地启发式 + MCTS 搜索 AI，保障仿真流程不间断运行。

4.5. 量化复盘报告生成算法

用户点击界面结束对局功能按键后，系统自动遍历整张棋盘统计黑白棋子总数、双方累计提子数量、本局匹配到的全部军事策略种类，代入加权评分模型计算双方标准化对局得分，依靠得分差值判定本局胜负，自动匹配预设攻防点评文本与针对性优化建议，完整填充复盘专用数据结构体，实现一键生成标准化多维度攻防复盘分析报告，全部复盘内容实时渲染至界面右侧复盘面板。

5. 仿真实验与结果分析

5.1. 仿真实验环境与数据集

本次仿真实验硬件平台选用 Intel i5-10400 处理器、16 GB DDR4 内存、Windows 10 专业版操作系统，软件环境统一配置 Python 3.10，全部博弈推演流程采用单线程运行，消除多线程算力相互干扰带来的实验误差。实验数据集分为两类，第一类为随机生成的 500 组不同攻防阶段棋盘状态样本，覆盖均衡布局、黑方围歼、白方固守、双向孤棋四类典型博弈场景，专门用于测试军事策略匹配识别准确率；第二类为人机对抗仿真数据集包含 100 组独立完整对局，分别采用简易、中等、高阶三层 AI 完成对照实验；语音交互时延测试记录 200 次攻防播报端到端完整耗时数据，用于评估双通路语音调度算

法的实时性。

5.2. 仿真评价指标

本次实验设置四项标准化仿真评价指标，军事策略匹配准确率统计匹配正确棋盘样本数量与总测试样本数量的比值，直观反映态势映射规则库的识别精度；AI 对抗胜率统计对应难度 AI 在 100 局人机对抗中取得胜利的局数占比，用于衡量三层轻量化智能体的对抗性能；语音端到端时延代表态势特征提取完成至语音播放启动的时间间隔，评估语音交互实时性；交互冲突发生率统计语音播报阶段误触发落子、连续重复播报两类故障的出现总次数，验证同步调度算法的冲突规避效果。

5.3. 传统谋略态势识别准确率仿真结果

500 组棋盘样本仿真测试结果显示，本文搭建的传统谋略博弈策略自动匹配模块正确识别样本共计 463 组，综合匹配准确率达到 92.7%。围歼类、固守类简单攻防态势识别精度超过 96%，双向孤棋复杂对峙场景识别准确率为 87.2%，多块孤棋相互交织耦合的复杂场景存在少量匹配偏差，偏差产生的核心原因是多组特征阈值相互干扰，后续研究可引入动态加权特征阈值优化识别精度。

5.4. 三级轻量化 AI 对抗性能对比仿真

实验设置两组基准对照模型，分别为纯随机落子 AI、单贪心歼敌 AI，本文三层分级 AI 分别完成 100 局独立人机对抗仿真，统计各组 AI 残局攻防胜率对比结果。简易 AI 对比纯随机落子基准模型，残局攻防对抗胜率提升 31.4%；中等 AI 对比单贪心歼敌基准模型，残局孤棋自救、局部围歼处理胜率提升 24.6%；高阶 AI 同时兼顾主动进攻与己方阵型自保，全局综合胜率最优，残局孤棋生存处理能力显著优于两类基准模型。

5.5. 语音交互时延与冲突仿真测试

完成 200 次完整攻防语音播报仿真测试，云端 TTS 语音合成平均时延 342 ms，本地 TTS 语音合成平均时延 127 ms，双通路语音交互整体平均时延稳定控制在 350 ms 以内。系统启用播报锁与缓存队列优化调度机制后，语音交互冲突发生率降至 0，能够完全消除重复播报、落子打断语音等交互缺陷；未采用同步调度优化逻辑的单 TTS 对比程序，交互冲突发生率高达 41.5%，充分验证本文语音调度算法具备显著优化效果。

5.6. 仿真系统工程稳定性测试

开展连续 200 局不间断人机对局稳定性仿真测试，全程监测棋规校验模块、模型下载线程、界面渲染、复盘评分计算四大核心模块运行状态。测试结果显示，棋规校验模块无提子遗漏、无自杀落子逻辑漏洞；模型异步下载线程无内存泄漏、界面无卡顿崩溃现象；复盘加权评分计算无数值溢出、权重计算偏差问题，整套仿真系统工程鲁棒性满足棋类教学、博弈仿真场景长期稳定运行需求。

6. 结论

针对现有围棋仿真存在 AI 决策可解释性弱、语音交互易冲突、复盘缺少量化标准等问题，本文融合古代传统谋略博弈理论与轻量化模型搭建十路围棋仿真平台，提取孤棋、子力差、提子收益等多维棋盘特征，训练轻量化决策树模型替代固定阈值 if-then 规则，建立自适应攻防态势与军事战术映射机制；在启发式 AI 的基础上融合轻量化 MCTS 框架提升博弈推演能力，设计三层分级博弈智能体与云端模型降级容错机制，搭建双通路语音同步调度架构，依靠互斥锁与缓存队列消除播报阻塞、重复等缺陷，构建

加权评分模型完成对局量化复盘。仿真结果表明,平台战术识别准确率 92.7%,分级 AI 残局胜率较基准模型分别提升 31.4%、24.6%,语音时延控制在 350 ms 内且无交互故障,系统运行稳定。本文完善零和博弈可解释研究框架,给出一套棋规完备、支持语音实时解读与自动复盘的可视化工程方案,适用于棋类教学、轻量化兵棋推演场景。本研究仍存在局限,平台仅适配十路棋盘,轻量化决策树训练样本覆盖极端场景不足,轻量化大模型本地推理尚未完整实现。后续将优化连通域算法兼容 19 路棋盘,扩充多耦合复杂棋盘样本优化决策树识别精度,深度融合端侧大模型丰富战术解读,并拓展联机对战、分布式兵棋推演功能,持续优化平台实用价值。

参考文献

- [1] 刘正统, 马进. 基于人工智能的智慧体育训练辅助系统设计[J]. 文体用品与科技, 2024(3): 178-180.
- [2] 李帅帅, 杨尚剑. 数字体育、智能体育与智慧体育的概念特征、关系厘正及应用探析[J]. 西安体育学院学报, 2023, 40(3): 328-334.
- [3] 苏宴锋, 赵生辉, 李文浩, 等. 人工智能提升运动表现的前沿进展、困境反思与优化策略[J]. 上海体育学院学报, 2023, 47(2): 104-118.
- [4] 吕兆峰, 宋思萱. 融合与创新: “人工智能+”体育产业的发展策略研究[J]. 体育科技, 2020, 41(2): 88-90.
- [5] 孙立. 体育应用人工智能的价值、困境与对策研究——李世石完败于 AlphaGo 的启示[J]. 南京体育学院学报(社会科学版), 2017, 31(5): 98-101+105.
- [6] 王一喆. 中日围棋赛事运行机制比较研究[J]. 西安体育学院学报, 2020, 37(3): 327-334.
- [7] 孙远, 王秀强, 孙麒麟. 围棋赛事结构优化的科学研究——灰色关联分析[J]. 科技智囊, 2020(4): 37-41.
- [8] 胡敏中, 王满林. 人工智能与人的智能[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2019(5): 128-134.
- [9] 唐振韬, 邵坤, 赵冬斌, 等. 深度强化学习进展: 从 AlphaGo 到 AlphaGo Zero [J]. 控制理论与应用, 2017, 34(12): 1529-1546.
- [10] 张子涵. 人工智能的应用与现代人生活的联系[J]. 电子技术与软件工程, 2018(15): 243.