

基于深度学习的智能围棋裁判系统

彭晓蓉 王清栋 刘皓 马一豪 刘濮箫
西南民族大学, 中国·四川 成都 610000

摘要: 本项目致力于研发一款集成图像识别与深度学习技术的智能围棋裁判系统, 旨在提高围棋比赛裁判的效率和准确性。系统通过高精度摄像头捕捉棋盘图像, 并运用图像处理算法进行矫正与灰度转换, 确保数据清晰。深度学习模型经过训练, 能准确识别并跟踪棋子位置, 实现实时胜负判断。该系统不仅优化了围棋赛事的裁判工作, 也促进了围棋教育和在线平台的发展, 有助于推广围棋文化。

关键词: 围棋教育; 图像识别; 图像处理; 深度学习

An Intelligent Go Referee System Based on Deep Learning

Xiaorong Peng Qingdong Wang Hao Liu Yihao Ma Puxiao Liu
Southwest Minzu University, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: This project is committed to developing an intelligent go referee system that integrates image recognition and deep learning technology, aiming to improve the efficiency and accuracy of go game referees. The system captures chessboard images through high-precision cameras and uses image processing algorithms for correction and grayscale conversion to ensure clear data. After training, deep learning models can accurately recognize and track the position of chess pieces, achieving real-time victory and defeat judgment. This system not only optimizes the referee work of go competitions, but also promotes the development of go education and online platforms, helping to promote go culture.

Keywords: go education; image recognition; image processing; deep learning

1 项目背景与国内外研究现状

智能围棋裁判系统结合图像识别与深度学习技术^[1], 旨在提升围棋赛事裁判的质量和效率, 同时推动围棋文化的全球普及和教育革新。系统能减少人力资源消耗, 确保比赛结果的客观性和准确性, 提高赛事的专业性和公信力。在教育领域, 系统提供实时棋局分析和个性化指导, 提高学习效率。在线平台的结合使用, 提供互动体验, 促进围棋文化交流。社会价值上, 系统推广有助于提升围棋的普及率和参与度, 增强比赛公正性, 吸引关注, 促进文化传承, 尤其是激发年轻一代的兴趣。技术发展上, 系统的成功应用为其他领域提供经验, 推动人工智能技术在更多领域的创新应用, 成为科技创新和文化传承的桥梁^[2]。智能围棋裁判系统在自动化裁判、教育、文化推广、技术创新等方面具有显著应用价值和社会影响, 预期将带来积极的变革, 为围棋文化的传播和发展开辟新路径^[3]。

综上所述, 智能围棋裁判系统的开发在围棋赛事的自动化裁判方面具有显著的应用价值, 同时在教育、文化推广、技术创新等多个层面展现出深远的社会影响。随着系统的不断完善和推广, 预期将在围棋界乃至更广泛的领域产生积极的变革, 为围棋文化的传播和发展开辟新的道路。

2 项目研究内容与技术路线详述

本项目旨在通过研发一款集成图像识别和深度学习技

术的智能围棋裁判系统, 彻底改变传统的围棋比赛裁判方式, 实现高效、准确、自动化的棋局分析与胜负判定。

①高精度图像采集与优化: 研究并设计专用的图像采集设备, 以实现高分辨率摄像头对棋盘图像的清晰捕捉。同时, 考虑到不同比赛环境的光照变化, 设备将配备环境适应性传感器。

②图像处理与分析的深入研究: 旨在提高图像识别的准确性和鲁棒性。包括但不限于图像增强技术以改善光照不均, 噪声过滤以去除图像中的随机干扰, 边缘检测和角点检测算法以识别棋盘边界和棋盘上的棋子^[4]。

③深度学习模型的构建与训练: 利用深度学习算法, 尤其是卷积神经网络(CNN), 构建强大的模型来识别棋盘上的棋子分布和状态。研究将聚焦于训练模型以识别和分类棋子的颜色、类型和精确位置, 同时探索循环神经网络(RNN)和长短期记忆网络(LSTM)在处理棋局序列和预测棋局走势中的应用^[5]。

④棋局胜负智能判定的算法开发: 结合围棋规则和深度学习技术, 开发智能算法来判断棋局的胜负。这不仅包括领地计算、棋子提子判断和劫争处理, 还涉及对棋局中潜在威胁和机会的评估, 以及对棋局未来发展的预测。

⑤实时交互用户界面的设计与实现: 设计并实现一个用户友好的界面, 使裁判、选手和观众能够实时互动, 查看比赛进程、历史记录和即时结果。

本项目的技术路线具体如下（见图 1、图 2、图 3）：

①硬件设备定制与测试：根据围棋比赛的实际需求，定制和优化图像采集设备，并通过一系列测试确保图像数据的高保真性和稳定性。

②图像数据预处理与优化：采用先进的图像处理技术，对采集的原始图像进行去噪、对比度增强和畸变校正，以提高后续识别的准确性。同时，研究将探索实时图像处理技术，以减少数据处理时间^[6]。

③深度学习模型训练与评估：通过大量标注的围棋图像数据集，训练深度学习模型^[7]，并采用交叉验证、模型融合等技术评估和优化模型性能，确保其在各种棋局条件下都能准确识别棋子分布和状态^[8]。

④胜负判定算法的开发与验证：基于围棋规则和深度学习模型的输出，开发智能算法来自动判定棋局的胜负，并通过对历史棋局的分析和专家验证来验证算法的准确性^[9]。

⑤实时数据传输与展示系统的构建：构建实时数据传输系统，将比赛数据实时更新至用户界面，提供实时的棋局分析和回放功能。研究将考虑如何将系统与现有的赛事系统和在线围棋平台集成，提供无缝的数据交换和共享。

⑥系统集成与优化：将各个模块集成为一个完整的系统，并在实际比赛中进行测试和优化。这包括系统性能的监控、错误处理机制的建立以及用户反馈的收集和分析，以确保系统的稳定性、可靠性和用户满意度。

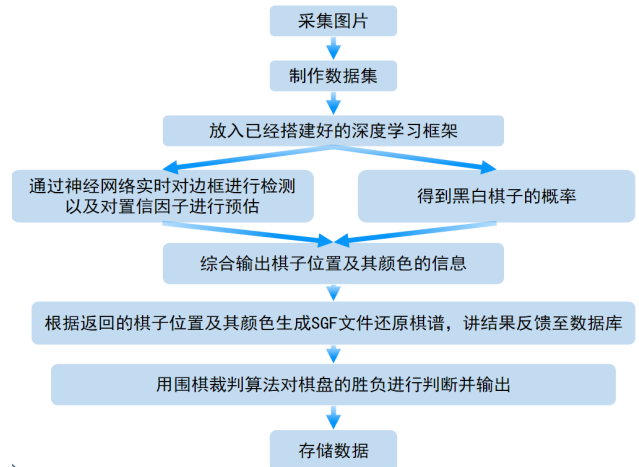


图 3 算法流程图

本项目具体的神经网络架构与功能如下：

如图 4 所示，本研究开发的神经网络 1 旨在识别棋盘特征，确认传入图片是否为棋盘。网络的多层结构分别负责不同层次的特征识别：第一层识别大边缘物体，如棋盘和棋盘边缘；高层识别棋盘角和棋子轮廓；顶层则进行复杂形状匹配，输出棋盘角点和边框位置^[10]。图 5 展示的神经网络 2 用于确定黑白棋子及其位置坐标，其第一层识别棋盘交点和角，定义棋子的有效范围；高层精确识别棋子及无棋子交叉点；顶层处理复杂棋盘情况，输出棋子位置和颜色信息^[11]。

深度学习的前期工作：

①数据集准备：收集围棋图片，包括自行拍摄和网络下载，以构建训练数据集。

②图像预处理：将图片缩放到统一的 224 × 224 像素尺寸，并保存为标准尺寸图像一类别对。

③模型构建与训练：基于预处理的数据集，构建并训练卷积神经网络（CNN）模型。

深度学习的后期工作：

①网络结构：CNN 由输入层、多个隐藏层和全连接层组成，其中隐藏层交替进行卷积和子抽样操作，形成“双尖塔”结构。

②卷积与子抽样：第一隐藏层由 8 个特征映射组成，每个神经元具有 5 × 5 的接受域；第二隐藏层进行子抽样和局部平均；第三和第四隐藏层继续卷积和子抽样；第五隐藏层完成卷积，由 120 个神经元组成。

③出向量：最后全连接层输出向量，完成图像特征的学习与识别。

卷积网络训练细节：

卷积层：在卷积层中，每个神经元通过其感受也与输入图像的局部区域进行卷积操作，提取特征。

子抽样：子抽样层通过减少空间分辨率来降低参数数量，同时保持特征映射数量的增加。

激活函数：使用 sigmoid 激活函数，通过可训练的偏置和系数控制神经元的操作点。

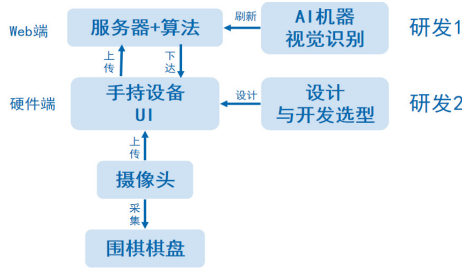


图 1 设计流程图

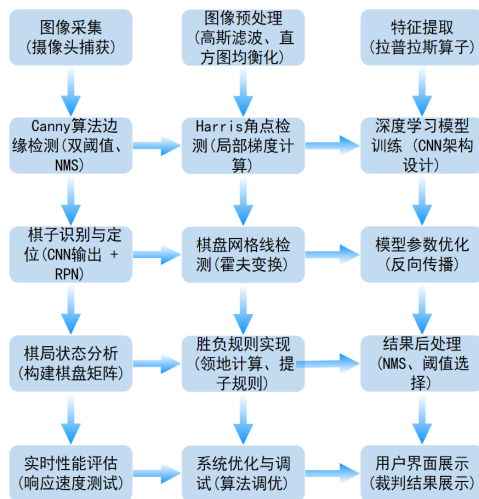


图 2 技术流程图

模型训练的策略:

数据集多样性: 确保训练数据集包含多样化的棋局图片, 以提高模型的泛化能力。

模型优: 通过交叉验证和模型融合技术, 优化模型性能, 确保在各种棋局条件下的准确识别。

通过上述深度学习模型的训练与优化, 本研究的智能围棋裁判系统能够有效地识别棋盘和棋子, 为围棋比赛提供自动化的裁判服务。未来的工作将集中在进一步提高模型的鲁棒性和实时性, 以及优化用户界面和系统可扩展性。

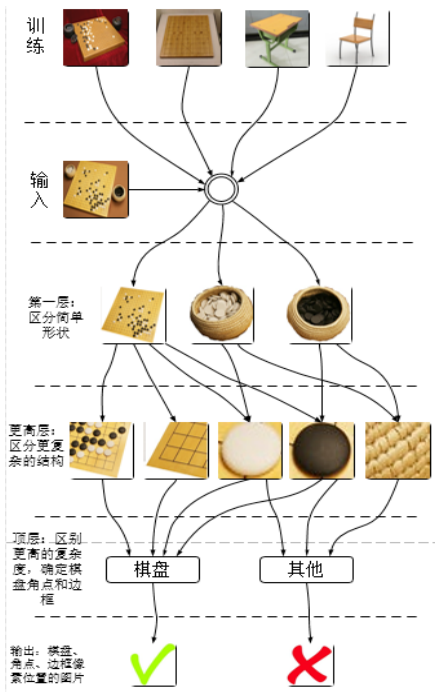


图 4 神经网络 1

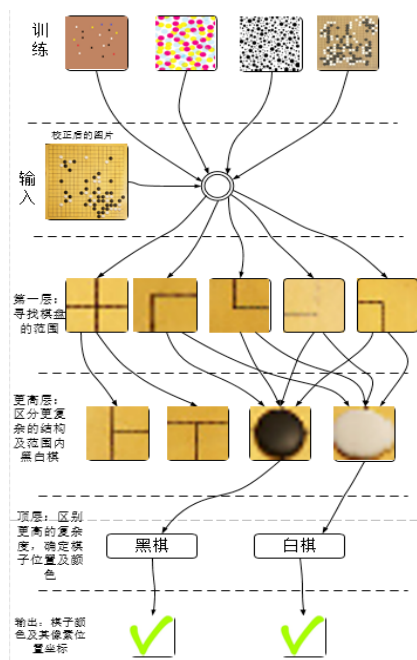


图 5 神经网络 2

3 项目创新点

①图像识别技术的应用: 本项目通过采用高精度摄像头和图像识别技术, 实现了对围棋棋盘上棋子的自动检测和识别。与传统的人工裁判相比, 这种技术的应用大幅提高了识别的准确性和效率, 减少了人为错误的可能性。

②深度学习模型的集成: 项目中的深度学习模型, 尤其是卷积神经网络 (CNN), 经过特别训练, 能够识别和分析围棋棋局的复杂模式。这种模型的应用使得系统能够在处理图像时, 更好地理解围棋的规则和策略, 从而做出更为精确的胜负判断。

③自适应图像校正: 针对不同光照和棋盘背景变化, 项目开发了自适应图像校正算法。这一算法能够自动调整图像参数, 确保在多变的比赛环境中仍能保持高准确度的棋子识别, 增强了系统的鲁棒性和适应性。

④实时数据更新与交互: 系统具备实时数据更新的能力, 可以将比赛进程和结果即时反馈给裁判、选手和观众。这种实时交互功能不仅提升了比赛的透明度, 也增强了观众的参与感和比赛的观赏性。

⑤一体化解决方案: 本项目提供了从赛事报名、编排到结果公布的一体化解决方案, 极大地简化了围棋赛事的组织流程。这种一体化的设计为围棋赛事的管理和运营提供了极大的便利, 推动了围棋赛事的现代化。

⑥教育与培训的拓展: 除了在赛事中的应用, 智能围棋裁判系统还可作为围棋教育和培训的辅助工具, 帮助学习者通过分析历史棋局和模拟比赛来提高棋艺, 促进围棋文化的传承和发展。

通过这些创新点, 项目不仅提升了围棋比赛的专业水平, 还为围棋教育和文化推广提供了新的可能性, 具有重要的社会价值和广阔的应用前景。

4 项目的应用前景和社会价值

随着智能围棋裁判系统的成功开发, 其应用前景不仅限于提升围棋赛事的裁判质量和效率, 更在于推动围棋文化的全球普及和教育革新。该系统通过结合图像识别和深度学习技术, 为围棋赛事提供了一种全新的自动化裁判解决方案, 这不仅能够显著减少人力资源的消耗, 还能够确保比赛结果的客观性和准确性, 从而提高赛事的专业性和公信力^[12]。

在围棋教育领域, 智能围棋裁判系统的应用将极大地丰富教学手段和方法。系统能够提供实时的棋局分析和反馈, 帮助学生更好地理解围棋策略和布局, 从而提高学习效率和棋艺水平。此外, 系统还可以作为教师的辅助工具, 通过分析学生的棋局, 为其提供个性化的指导和建议, 使教学更加精准和高效。

社会价值方面, 智能围棋裁判系统的推广将有助于提升围棋运动的普及率和参与度。通过减少比赛中的人为错误, 系统将增强比赛的公正性和权威性, 从而吸引更多的观

众和赞助商关注围棋赛事。同时,系统的普及也将促进围棋文化的传承,尤其是在年轻一代中,激发他们对围棋这一传统文化遗产的兴趣和热爱,对于培养未来的围棋人才和推动围棋运动的可持续发展具有重要意义。

综上所述,智能围棋裁判系统的开发不仅在围棋赛事的自动化裁判方面具有显著的应用价值,而且在教育、文化推广、技术创新等多个层面展现出深远的社会影响。随着系统的不断完善和推广,预期将在围棋界乃至更广泛的领域产生积极的变革,为围棋文化的传播和发展开辟新的道路。

5 项目存在的问题及改进方向

尽管智能围棋裁判系统在图像识别和深度学习技术方面取得了显著进展,但在实际应用中仍面临一系列挑战,需要进一步的研究和改进。

①图像识别的鲁棒性提升:系统在光照条件差或棋盘反光情况下的识别精度需提升。改进方向包括开发先进的图像预处理算法,如基于深度学习的直方图均衡化和去噪技术,以及结合多模态感知技术提高识别准确性。

②深度学习模型的泛化能力增强:模型在罕见或非常规棋局的泛化能力需加强。改进措施包括扩充训练数据集,采用迁移学习和领域适应技术,以及探索元学习策略提升模型适应性和学习能力。

③系统的实时性和计算效率优化:系统需快速处理大量图像数据。优化方向有算法计算结构优化,采用轻量化网络和模型编制技术,利用并行计算和硬件加速技术提升处理能力,以及研究模型在边缘计算设备上的部署。

④用户界面的友好性和交互性改进:界面设计需注重用户反馈,采用人性化设计原则,提供直观操作流程和信息展示。考虑引入人工智能辅助交互设计,如智能提示和推荐系统,提升界面友好性和易用性。

⑤系统的可扩展性和维护性提升:系统应具备良好的可扩展性和维护性以适应未来升级和功能扩展。工作集中在设计模块化架构,采用微服务和容器化技术提高灵活性,建立系统更新和维护机制。

综上所述,智能围棋裁判系统的未来发展需要在图像

识别的鲁棒性、深度学习模型的泛化能力、系统的实时性和计算效率、用户界面的友好性和交互性,以及系统的可扩展性和维护性等方面进行持续的改进和创新^[13]。通过这些努力,预期能够使系统在各种环境下都能提供更加准确、高效和用户友好的服务,从而更好地服务于围棋赛事和围棋文化的推广。

参考文献:

- [1] [美]冈萨雷斯.数字图像处理(第2版)[M].北京:阮宇智,阮秋琦译.电子工业出版社,2007.
- [2] 张长江.数字图像处理及其应用[M].北京:清华大学出版社,2013.
- [3] 张岩.MATLABA图像处理超级学习手册[M].北京:人民邮电出版社,2014.
- [4] JEFF LANGR. AgileJava中文版[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [5] LukeWelling, LauraThomson,威利,等.PHP和MySQL Web开发[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [6] 范立南,韩晓微,张广渊.图像处理与模式识别[M].北京:科学出版社,2007.
- [7] Russell L Shackelord.计算与算法导论[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [8] 黄蕙.基于链编码的棋谱识别算法研究论文[D].上海:华东师范大学,2007.
- [9] 陈丹凌.围棋算法研究——对象模型与模式匹配论文[D].上海:华东师范大学,2005.
- [10] 刘宇.Monte_carlo方法在计算机围棋中的应用论文[D].成都:电子科技大学,2007.
- [11] [美]Abraham Silberschatz, Henry F Korth. S Sudarshan. Database System Concepts, Sixth Edition[J].2001.
- [12] 刘峻.围棋布尔代数及其应用论文[D].大连:大连理工大学,1998.
- [13] 谷蓉.计算机围棋博弈系统若干问题的研究论文[D].北京:清华大学,2003.

作者简介:彭晓蓉(2003-),女,土家族,中国重庆人,在读本科生。

基金项目:西南民族大学大学生创新创业训练计划项目(项目编号:S202410656117)。