

文章编号: 2095-2163(2019)02-0212-04

中图分类号: TP391

文献标志码: A

基于电阻电路评估策略的分阶段海克斯棋博弈方法的研究

张志礼, 丁 濛, 段金龙, 罗锋骏, 勾亮亮

(北京信息科技大学 计算机学院, 北京 100101)

摘要: 为了提升海克斯棋博弈的智能水平,使得落子更为合理有效,针对海克斯棋自身的特点,结合基尔霍夫电流定律,设计并实现了基于电阻电路评估策略以及分阶段搜索的海克斯棋博弈算法。由于在开局需要搜索的点较多,用UCT的效果很差,因此在开局的时候,采用 α - β 剪枝与电阻电路评估策略结合的方法更为有效,当需要搜索的点较少时,再采用UCT与电阻电路评估策略结合的方法,可以在后期很好地把控全局。实验结果表明:电阻电路评估策略可以较为有效地解决海克斯棋的落子问题,使得落子更加准确,提升了海克斯棋博弈的智能水平。

关键词: 海克斯棋; 电阻电路评估策略; 计算机博弈

Research of game method on staged hex game based on evaluation strategy of resistance circuit

ZHANG Zhili, DING Meng, DUAN Jinlong, LUO Fengjun, GOU Liangliang

(School of Computer, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100101, China)

[Abstract] In order to improve the intelligence level of the hex chess game and make the drop more reasonable and effective, aiming at the characteristics of hex chess itself, combined with Kirchhoff's current law, the paper proposes the design and implementation of the game method based on the resistance circuit evaluation strategy and staged search hex game algorithm. Since there are many points that need to be searched at the beginning of the game, the effect of using UCT is very poor. Therefore, when starting, the method of combining α - β pruning and resistance circuit evaluation strategy is more effective. When there are fewer points to search, the combination of UCT and resistance circuit evaluation strategies can be used to control the overall situation in the later stage. The experimental results show that the resistance circuit evaluation strategy can solve the problem of hex game's falling one more effectively, which makes the drop more accurate and improves the intelligence level of the hex chess game.

[Key words] hex game; resistance circuit evaluation strategy; computer game

0 引言

海克斯棋^[1],亦称六贯棋,最初是在丹麦报纸 Politiken 发表的一篇文章里出现,当时称为 Polygon。1948年,John Nash 却又将其重新独立发明出来,而热衷于此的玩家们随即就将其称作 Nash。稍后于1952年 Parker Brothers 发行了一个版本,将其称为 Hex,从此这个名字就固定了下来。六贯棋是在六边形格的棋盘上竞技的图版游戏,亦是数学游戏,通常使用 10×10 或 11×11 的菱形棋盘,而 John Nash 采用的却是 14×14 的棋盘。

海克斯棋的规则为:

(1)由2个人共同参与,棋盘为平行四边形,有2种颜色,通常是红、蓝或黑、白。4个边平行填上双方的颜色。

(2)双方轮流走棋,先后手自行选择,每次只能下一个棋子,每次占领一处空白格,在空白格放上自己颜色的棋子。

(3)整个比赛中,双方均不能吃掉对方或己方的棋子。

(4)最先将棋盘属于自己的颜色的边连成一线的一方为胜。

在棋类博弈比赛中没有统一的棋盘和棋谱格式,为了能够标准化导出棋谱并保留博弈数据,2018年中国大学生计算机博弈大赛为每种棋类项目发布了统一标准^[2],本次研究则严格按照中国大学生计算机博弈大赛棋谱标准说明书要求编写了海克斯棋博弈软件。此外,比赛程序 BistuHex2 提出了 UCT、 α - β 剪枝和电阻电路评估策略配合使用的搜索方法,在往届中国大学生计算机博弈比赛中取得优异

基金项目: 北京信息科技大学2018年人才培养质量提高经费支持(5111823402);2017年度教育教学改革研究专项招标课题(2017JGZB08)。

作者简介: 张志礼(1996-),男,本科生,主要研究方向:计算机博弈;丁 濛(1982-),男,博士后,讲师,主要研究方向:图像处理;段金龙(1997-),男,本科生,主要研究方向:计算机博弈;罗锋骏(1996-),男,本科生,主要研究方向:计算机博弈;勾亮亮(1997-),男,本科生,主要研究方向:计算机博弈。

收稿日期:2018-12-06

成绩。对此,本文拟展开研究论述如下。

1 评估策略设计与应用

海克斯棋获胜的方法是将棋盘属于自己的颜色的边连成一线,而且每个棋子的行棋都要考虑攻防兼备,因此双方每次落子都至关重要,棋类游戏的搜索算法大同小异,这时,一个较优的评估策略,及其与搜索算法的合理结合,则成了决胜的关键。BistuHex2 程序是利用 UCT 算法、 α - β 剪枝算法与电阻电路评估策略^[3]进行分阶段式配合使用,评估策略是利用电路电阻的特点,将其用来作为海克斯棋局面的评估函数,以棋局的局面特征作为输入,评估值及较优的可走棋子作为输出,为搜索算法进一步缩小搜索范围,并提供判断局面优劣的依据。

1.1 UCT、 α - β 剪枝与评估策略分阶段式结合

UCT 算法(Upper Confidence Bound Apply to Tree),即上限置信区间算法,是一种博弈树搜索算法,该算法将蒙特卡洛树搜索(Monte-Carlo Tree Search, MCTS)方法与 UCB 公式结合,在超大规模博弈树的搜索过程中相对于传统的搜索算法有着时间和空间方面的优势。之前使用的程序仅基于 UCT,搜索时间长、范围广,而且不准确,当前使用程序为 BistuHex2,则是将 UCT、 α - β 剪枝与电阻电路评估策略进行分阶段式结合。

通过上述评估算法可以得出许多可以减少己方电阻的点。将这些点作为 UCT 模拟的对象,就避免了盲目搜索,极大地提高了搜索效率。在开局时,需要搜索的点很多,用 UCT 模拟的效果很差,因此在开局的时候采用 α - β 剪枝算法与基于电阻电路评估策略结合的方法,使得程序在开局时依然可以非常强大。当评估算法获得的点较少时,再采用 UCT 搜索算法与基于电阻电路评估策略的结合,可以在后期有效地把控全局。

1.2 电阻电路评估策略

评估策略是用电路和电阻的思路结合海克斯棋的特点进行设计,对海克斯棋来说,一个合理的估值函数应该估计黑棋方建立一条获胜黑链的程度比白棋方要建立一条获胜的白链更接近。

衡量玩家建立链条的接近程度的一种流行方法是计算该玩家需要添加的最小数量的棋子以连接棋盘的两侧,但是这种方法没有考虑潜在链的数量。试图通过 Hex 位置的电路表示来修复这个缺陷。将 4 个多边形边界带视为附加单元,如图 1 所示。

假设黑色边界永久地被黑色棋子部分占据,并

且白色边界永久地被白色棋子占据。对于每个海克斯棋的位置,将其与电路相关联。对于电路板的每个位置 c ,按以下方式分配电阻 r ,对此可阐释如下。

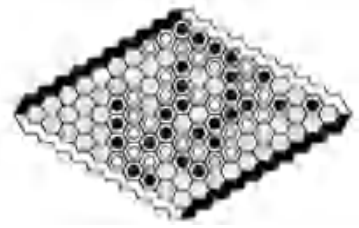


图 1 白色棋子连接白色的两边边界,赢得了比赛

Fig. 1 The chain of white pieces connects white boundaries, White has won the game

(1) 对于黑色电路,研究可得规则表述为:

- ① 如果该位置为空, $r_B(c) = 1$ 。
- ② 如果该位置被黑色棋子占据, $r_B(c) = 0$ 。
- ③ 如果该位置被白色棋子占据, $r_B(c) = +\infty$ 。

(2) 对于白色电路,研究可得规则表述为:

- ① 如果该位置为空, $r_W(c) = 1$ 。
- ② 如果该位置被白色棋子占据, $r_W(c) = 0$ 。
- ③ 如果该位置被白色棋子占据, $r_W(c) = +\infty$ 。

接下来,对于每对相邻位置 (c_1, c_2) ,将电路与电阻相关联,对此可阐释如下。

(1) 对于黑色电路,研究可得数学计算公式如下:

$$r_B(c_1, c_2) = r_B(c_1) + r_B(c_2), \quad (1)$$

(2) 对于白色电路,研究可得数学计算公式如下:

$$r_W(c_1, c_2) = r_W(c_1) + r_W(c_2), \quad (2)$$

现在向相对的边界施加电压并测量两者之间的总电阻,研究得到的测试电路详见图 2。

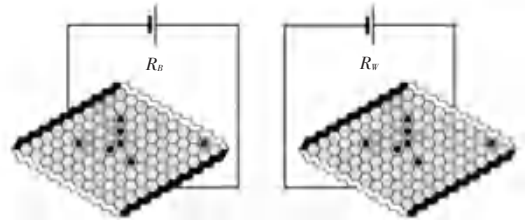


图 2 黑色棋电路和白色棋电路

Fig. 2 Black's and White's circuits

根据基尔霍夫电流定律,总电阻估算了为连接电路板的两侧而需要添加到电路板的棋子数,以及可以完成的方式。为此,定义一个估值函数,相应计算公式如下:

$$E = R_B / R_W. \quad (3)$$

其中,如果存在获胜的黑链, $E = 0$; 如果存在获胜的白链, $E = +\infty$; E 越小,表示黑色棋子位置越好,白色棋子位置越差。

已知 UCT 的公式也会得出一个值,让 E 和此值

按照一定的比例计算得出一个可以衡量落子好坏的值,并用此值去寻出最优点进行落子。

2 评估策略实现流程

评估策略先接受当前状态的棋盘,根据棋盘上棋子情况选出所有可走棋子,用电阻电路评估策略

选出对己方较为有利的可走棋子,而且每个可走的棋子点都由评估策略算出权值,而后判断当前选出的可走棋子个数,如果小于 30,选用 α - β 剪枝算法得出最优点行棋,否则,选用 UCT 算法得出最优点行棋,从而转入输出环节操作。分析后可得设计步骤如图 3 所示。

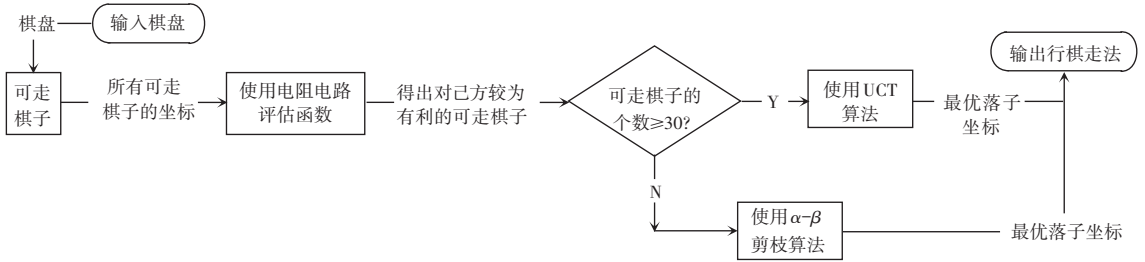


图3 评估策略流程图

Fig. 3 The flow chart of evaluation strategy

3 海克斯棋交互界面设计与实现

3.1 海克斯棋棋谱标准简介

参照海克斯棋棋谱标准可知^[2],海克斯棋盘由 11×11 个六边形单元格组成,如图 4 所示,坐标原点位于左下角,横坐标从 A 到 K,纵坐标从 1 到 11。



图4 海克斯棋棋盘

Fig. 4 Hex chess board

在此基础上,将给出海克斯棋棋谱的具体要求如下:棋谱文件为纯文本文件,文件名的格式为:“HEX-先手参赛队 R vs 后手参赛队 B-先(后)手胜-比赛时间地点-赛事名称”,文件的扩展名为 txt。棋谱中的所有指令和定界符号的字符都应是英文输入法输入的字符,参赛队名等参数也可以使用中文汉字,棋谱所采用的字符集为 GB2312,海克斯棋谱输出格式样例如下:

{[HEX][先手参赛队 R][后手参赛队 B][先手胜][2017.07.29 14:00 重庆][2017 CCGC]; R(E,7);B(E,6);R(F,7);B(G,7);R(D,6);B(F,6);R(C,6);B(G,6)}

3.2 交互界面的实现效果

界面程序能够实现基本的人人交互博弈、人机交互博弈以及 AI 与 AI 交互博弈,其中的人人交互博弈界面效果如图 5 所示,而且也能够导出标准化

棋谱,棋谱效果如图 6 所示。



图5 交互博弈界面效果

Fig. 5 Interactive game interface effect



图6 棋谱

Fig. 6 Chess

4 实验结果与分析

本文将基于 UCT、 α - β 剪枝和电阻电路评估函数的海克斯棋程序与基于 UCT 的海克斯棋程序进行了对弈。测试 50 局,各先手 25 局,后手 25 局。测试结果见表 1。

表1 对弈比赛结果统计

Tab. 1 Game result statistics

算法程序	先手胜数	先手胜率/%	后手胜数	后手胜率/%
基于 UCT 的海克斯棋程序	0	0	0	0
基于 UCT、 α - β 剪枝和电阻电路评估函数的海克斯棋程序	25	100	25	100

(下转第 220 页)