

文章编号: 1674-6864(2012)06-0042-04

# 苏拉卡尔塔博弈系统中评估函数的研究

李淑琴 李静波 韩裕华 陶思拓

(北京信息科技大学 计算机学院 北京 100101)

**摘 要:** 苏拉卡尔塔棋是一种两人玩的游戏,属于计算机棋类博弈的一种。计算机博弈系统一般包括棋盘表示、估值函数及搜索算法3大模块。其中评估函数的好坏对整个计算系统的性能起着重要的作用。根据苏拉卡尔塔棋自身的特点,从棋子的数量、移动范围、攻击范围、子力攻击力、盘面分值和占弧价值6个方面对局面评估函数进行了研究,并对评估函数的参数进行了优化。在此基础上,采用Alpha-Beta搜索策略,设计实现了一个苏拉卡尔塔博弈系统。该系统在2012年全国大学生计算机博弈大赛上获得季军的好成绩,验证了该评估算法的有效性。

**关 键 词:** 计算机博弈; 苏拉卡尔塔; 搜索算法

**中图分类号:** TP 391.9 **文献标志码:** A

## The assessment function in the Surakarta game system

LI Shu-qin, LI Jing-bo, HAN Yu-hua, TAO Si-tuo

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

**Abstract:** Computer game is one of the important research direction in artificial intelligence. As a two-player games, the Surakarta Chess is one kind of chess game in the machine games. Computer game system includes game show, search engine and evaluation functions. Evaluation function plays an important role in the performance of the entire computing system. Through studying the situation evaluation function from six characteristics of the Surakarta Chess including number of chess, moving range, chess attack range, piece force, disk value and occupation value, and using the Alpha-Beta research strategy, a Surakarta game system is designed by optimizing the parameters of the evaluation function. Winning the third prize in the 2012 National Undergraduate Computer Game Competition, the system in the text is basically feasible.

**Key words:** computer game; Surakarta; search algorithm

## 0 引言

人工智能、生物工程和空间技术一起被并列为21世纪三大尖端技术<sup>[1]</sup>。作为人工智能研究的一个重要分支,计算机博弈是检验人工智能发展水平的一个重要方面。它的研究为人工智能带来了很重要的方法和理论,产生了广泛的社会影响和学术影响<sup>[2]</sup>。

计算机博弈系统主要包括棋局表示、搜索引擎以及局面评估函数3部分。棋局表示是对比赛过程中形成的棋局的描述,涉及数据结构的选择,其中包括棋盘、棋子、障碍、空格、棋局、走棋表示的编码与

存储。搜索引擎如何找到最优着法,这是计算机博弈的核心部分。局面评估就是对棋局进行评估,是搜索算法的前提。棋局评估是计算机博弈的一个难点,它不仅需要棋类对弈的基本知识,而且用到直接量化、模式量化、随机评估、模糊评估等一系列手段<sup>[3-4]</sup>。例如象棋<sup>[5]</sup>,可以给每个棋子和棋位打分,而对于围棋则要进行定式的抽取和模式的匹配。

目前,世界各国的学者已经成功地将计算机博弈技术引入到国际象棋、中国象棋、五子棋、围棋等棋类中,其计算机的对弈水平也基本达到或超过了世界冠军的水平。苏拉卡尔塔是计算机博弈中的一种,目前对苏拉卡尔塔博弈的研究远远落在国际象

收稿日期: 2012-10-10

基金项目: 北京市教委教育教学-本科生科学研究计划项目(PXM2012\_014224\_000055)

作者简介: 李淑琴(1963—),女,北京人,博士,教授,研究方向为计算机博弈、人工智能。

棋、围棋等棋种之后,特别在国内,对苏拉卡尔塔博弈的研究还属于起步阶段。本文主要针对苏拉卡尔塔棋进行局面评估方法的研究。

## 1 苏拉卡尔塔棋简介

苏拉卡尔塔是双人游戏,源自于印尼爪哇岛的苏拉卡塔(Surakarta)。棋盘由 $6 \times 6$ 正方形网络与角落上的8个圆弧所组成,游戏开始时,黑白方各12个棋子排成2行。棋盘如图1所示。

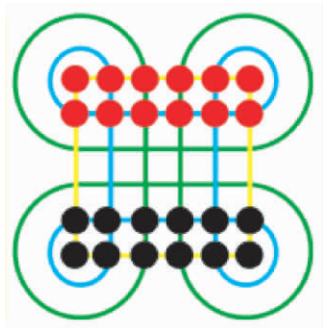


图1 苏拉卡尔塔棋盘

下棋规则为:

- 1) 参赛者掷硬币决定由谁先开始,每次只能移动1个棋子,2人轮流走棋。
- 2) 当所去的方向无棋子时,每个棋子可以向8个方向(上、下、左、右、左上、左下、右上、右下)移动1格。
- 3) 若要吃掉对方棋子,必须横、竖行走并经过至少1条与路径相切的弧线,并且移动路径中不可以有本方棋子阻挡。
- 4) 黑子可以吃掉白子,同样,白子沿同一路径的相反方向也可以吃掉黑子。
- 5) 当一方棋子全部被吃掉时棋局结束,有剩余棋子方获胜。
- 6) 若每局超过30 min,双方停止比赛,剩余棋子多的一方获胜。

## 2 苏拉卡尔塔棋盘分析及表示

苏拉卡尔塔棋的棋盘乍看十分复杂,其实它具有对称性,如图2所示。如果将棋盘划分为对称的4块区域,对整块棋盘分析就可简化成对局部区域分析。本文选取其中的1块右上区域进行分析,如图3所示。

这一区域中共含有9个点和2段弧。由于此区域是轴对称的,所以9个点根据其在区域中的位置又可分为6种,分别对应图中点A至点F。在此区

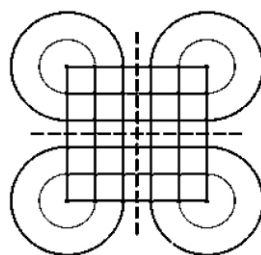


图2 棋盘的划分

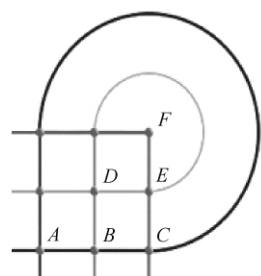


图3 棋盘各点标

域中,外弧和内弧都发生了1次与自身的交汇,交汇点为点A和点D。外弧和内弧之间发生了2次交汇,交汇点为点B和点B的对称点。

由于棋盘中的4块区域是相同的,所以点A和点D在棋盘中分别有4个,点B在棋盘中共有8个。这些点在棋局中的作用至关重要。按照棋子的重要性排序: $B > A = D > E = C > F$ 。

1) B点是棋盘上攻击力最强的位置,也是棋盘中最重要点。因为B点逆时针穿过外弧可以攻击左上方区域外弧上的对方棋子,顺时针穿过内弧可以攻击右下方区域内弧上的对方棋子。若在所示区域外无子粒阻挡,则该子的攻击范围可以覆盖外弧双线,并且B点所在位置还可以防止对方绕经我方内弧吃我方右上的棋子。

2) A点和D点的重要性仅次于B点。位于D点的棋子(如图3)顺时针穿过内弧可以攻击左上方区域内弧上的对方棋子,逆时针穿过内弧可以攻击右下方区域内弧上的对方棋子。若在所示区域外无子粒阻挡,则该子的攻击范围可以覆盖整条内弧。相应的,若棋子位于A点则会在外弧上起到类似的效果。

3) C点和E点虽然没有A点D点重要,但是它们在棋局中的作用是不能忽视的。以上这些点发挥最大攻击威力的前提是在所示的区域内无其他子粒的干扰。点D和点E有我方棋子,点D处的棋子受点E处的棋子阻挡,将无法通过内弧攻击对方棋子。因此,C点和E点能起到“进可攻,退可守”的

作用。

4) 点  $F$  所处的位置很特别,它不会受到任何点的攻击,但也不能攻击任何其他点。类似的这些点的存在看上去貌似不会对棋局造成太大的影响,但其实不然,因为只需要移动一步,就能使点上的棋子走到内弧进入攻击状态,或者将内弧上受到威胁的棋子转入安全的状态。在棋盘上,唯一不会被攻击的位置在  $F$ ,即棋盘上最大正方形的 4 个角落。

经过上述对于关键点的分析,可以定义棋盘各个点的价值,点越重要对应的点分值越高,值为 0 的点是棋盘上唯一不能攻击到的点。则各点价值对应的棋盘价值矩阵为

$$V = \begin{bmatrix} R_1 & 5 & 20 & 20 & 20 & 20 & 5 \\ R_2 & 20 & 30 & 50 & 50 & 30 & 20 \\ R_3 & 20 & 50 & 40 & 40 & 50 & 20 \\ R_4 & 20 & 50 & 40 & 40 & 50 & 20 \\ R_5 & 20 & 30 & 50 & 50 & 30 & 20 \\ R_6 & 5 & 20 & 20 & 20 & 20 & 5 \end{bmatrix}$$

系统实现时,用 1 个二维数组表示来表示棋盘,棋盘数字用 1 表示白子(或红子),用 2 表示黑子,用 0 表示对应的位置无子。初始棋盘图 1 表示为

$$\text{MapType map} = \begin{bmatrix} \{1, 1, 1, 1, 1, 1\} \\ \{1, 1, 1, 1, 1, 1\} \\ \{0, 0, 0, 0, 0, 0\} \\ \{0, 0, 0, 0, 0, 0\} \\ \{2, 2, 2, 2, 2, 2\} \\ \{2, 2, 2, 2, 2, 2\} \end{bmatrix}$$

### 3 局面评估函数的因素分析

评估函数的设置不仅需要棋类对弈的基本知识,而且用到直接量化、模式量化、随机评估、模糊评估等一系列手段。例如象棋,可以给每个棋子和棋位打分,而对于围棋则要进行定式的抽取和模式的匹配。对苏拉卡尔塔棋盘的分析,本文的评估函数主要对黑方和白方分别考虑棋子的数量、移动范围、攻击范围、子力攻击力、盘面分值和占弧价值 6 个方面的因素。

#### 1) 棋子的数量

棋子的数量指当前局面各方所剩棋子的数量。一般情况下谁的剩余子粒多,谁的优势就大。

#### 2) 移动范围

移动范围指棋子可以移动的范围。有 8 个方

向,上、下、左、右、左上、左下、右上、右下,走棋的时候不是每个方向都能走的,当别的方向有己方和敌方的棋子的时候,这时候就需要结合着法函数判断棋子的走向。

#### 3) 攻击范围

攻击范围与移动范围有关,首先得出移动范围,攻击范围的初始值等于移动范围,在移动方向上移动范围的下一个棋子若是敌方棋子则攻击范围 +1。

#### 4) 子力攻击力

子力攻击力指吃对方棋子的能力。苏拉卡尔塔棋的一大特点就是如果敌方先吃了我方 1 个子,而我方有机会反吃对方的子,但我方如果不吃,那会变得劣势,在相同的条件下先手就显得尤其重要,争取在每次和对方的对换中吃掉更多的子,这样才能占到便宜。谁的剩余子粒多,谁的优势就大,根据这一点可以有效地进行评估。所以在可以攻击对方子力的情况下,要首先攻击对方子力。在其他情况下,子力攻击力还需根据攻击范围来计算,在上边苏拉卡尔塔的分析中详细介绍了攻击范围与攻击力的关系,从数学来说子力攻击力等于攻击范围之和。

#### 5) 盘面价值

盘面分值是将所有还在棋盘上棋子的价值求和。即把黑方(白方)棋子所占的棋盘的位置对应的价值相加得到局面评估值,棋盘的位置价值参数请见表 1。

#### 6) 占弧价值

占弧价值是指占领弧的条数。根据苏拉卡尔塔棋的特点,占弧越多,攻击的有效性就越大。占弧价值的计算公式为

$$\text{ArcValue} = O \times 5 + E \times 5$$

其中,  $O$  是我方(对方)所占弧的条数,  $E$  是对方(我方)没占弧的条数,计算出来的  $\text{ArcValue}$  即是我方(黑方)的占弧价值。

## 4 局面评估函数的实现

综合考虑上述 5 个因素,可以得出我方(假设我方为黑方)局面的评估值。

### 4.1 评估函数实现算法

评估函数具体实现算法如下。

第 1 步 遍历棋盘各个点,计算我方棋子的数量  $\text{Blacknum}$  值;

第 2 步 计算我方棋子的移动范围  $\text{BlackMoveRange}$  值;

第 3 步 计算我方棋子的攻击范围

BlackAttackRange 值;

第4步 计算我方棋子的子力攻击力

BlackAttack 值;

第5步 计算我方的盘面价值 BlackPValue 值;

第6步 计算我方占弧价值 BlackArcValue 值;

第7步 计算我方最终的评估值 BlackValue。

$$\text{BlackValue} = \text{Blacknum} \times 6 + \text{BlackMoveRange} \times 1 + \text{BlackAttack} \times 2 + \text{BlackPValue} \times 1 + \text{BlackArcValue} \times 1$$

第8步 类似我方计算对方的评估值 WhiteValue。

第9步 计算  $\text{Eval} = \text{BlackValue} - \text{WhiteValue}$ ;

第10步 IF  $\text{Eval} > 0$  表示我方此时占优势

Else 对方占优势。

根据当前棋盘信息 结合评估函数得出的分值, 通过 Alpha-Beta 搜索函数返回当前局面对于我方有利的分值从而形成着法。

#### 4.2 Alpha-Beta 搜索算法及占弧算法的实现

本文采用  $\alpha$ - $\beta$  剪枝算法实现搜索。Alpha-Beta 搜索函数如下:

```
int AlphaBetaSearch ( int depth ,int alpha ,int
beta ,int color) {
    if( GameOver() || depth <= 0) { //如果棋局
        结束或者到达叶子节点 返回当前局面的估值
        return Eval();
    }
    //为 color 一方产生所有招法
    int count = CreateMoves( color );
    //遍历所有招法
    for( 每一个招法) {
        //执行该招法
        Makemove ( ); value = -AlphaBetaSearch
        ( depth-1 ,beta ,alpha ,color^3);
        //撤销该招法
        Undo ( );
        if( value > alpha) { //保留极大值
            alpha = value;
        }
        if( value >= beta) { //进行 beta 剪枝
            break;
        }
    }
    return alpha;
}
```

其中的招法本文主要采用占弧法,主要算法流程如图4所示。

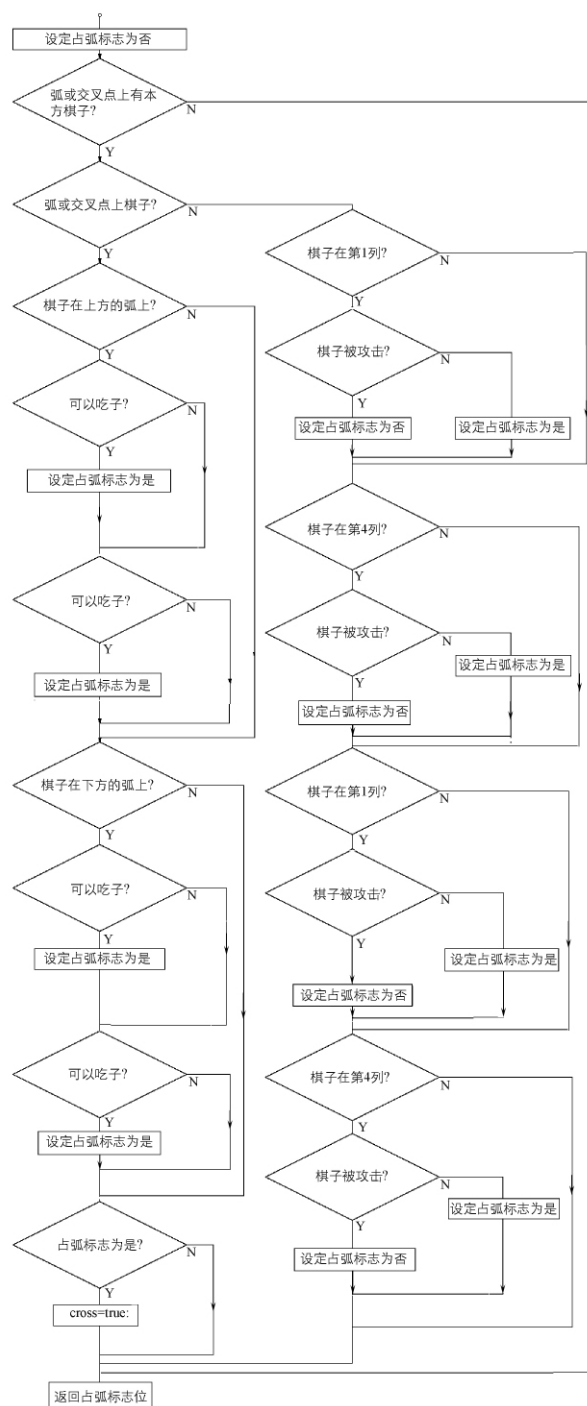


图4 占弧流程

## 5 结束语

本文重点根据苏拉卡尔塔棋自身的特点,从棋子的数量、移动范围、攻击范围、子力攻击力、盘面分值和占弧价值6个方面对局面评估函数进行了研究,并对评估函数的参数进行优化与调整。在此基  
(下转第61页)

- 学 2009 27(2): 305 – 309
- [2] Rittershofer A. Supporting self-regulated e-learning with visual topic-map-navigation [J]. Lecture notes in computer science 2005 3426: 355 – 363
- [3] Dicheva D, Dichev C. TM4L: creating and browsing educational topic maps [J]. British Journal of Educational Technology, 2006, 37(3): 391 – 404
- [4] Olsevicova K. Topic maps e-learning portal development [J]. Electronic Journal of e-learning 2006 4(1): 59 – 66
- [5] Jiang L, Zhao C L, Wei H M. The development of ontology-based course for computer networks [C] // Proc of 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering. USA: IEEE Computer Society 2008: 487 – 490
- [6] 王石林. 主题地图及其在软件工程专业知识管理中的应用研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学 2006
- [7] Chen X L, Hou X. Teaching system modelling based on topic map [C] // Song L, Xiong H. Proc of CSEE 2011, Berlin: Springer 2011: 197 – 204
- [8] Bankel J, Berggren K F, Crawley E, et al. Benchmarking engineering curricula with the CDIO syllabus [J]. International Journal of Engineering Education 2005 21(1): 121 – 133
- [9] 刘建宾. 软件工程 SE-CDIO 人才培养模式的探索 [J]. 清华大学教育研究 2012 31(增 1): 66 – 70
- [10] ISO/IEC JTC1/SC34. ISO/IEC 13250 – 3: 2006. Information technology—Topic Maps—Part 3: XML syntax [S]

(上接第 45 页)

础上,采用 Alpha-Beta 搜索策略,设计实现了一个苏拉卡尔塔博弈系统。将来的工作是研究对弈的开局及残局库,使用位表示棋盘优化棋盘数据存储方式等,进一步提高苏拉卡尔塔博弈的性能。本文研制的系统在 2012 年全国大学生计算机博弈大赛上获得季军的好成绩,验证了该评估算法的有效性。

## 参考文献:

- [1] 王小春. PC 游戏编程: 人机博弈 [M]. 重庆: 重庆大学出版社 2002
- [2] 徐心和,徐长明. 计算机博弈原理与方法学概述 [M]. 沈阳: 东北大学机器博弈研究室 2009
- [3] Guo Qinqin, Li Shuqin, Bao Hua. The Research of Searching Algorithm in Amazons Game [C] // 2011 Chinese Control and Decision Conference (CCDC). XianYang [s. n. ] 2011: 1859 – 1862
- [4] 郭琴琴,李淑琴,包华. 亚马逊棋机器博弈系统中评估函数的研究 [J]. 计算机工程与应用 2012 48(34): 50 – 54
- [5] 象棋百科全书 [EB/OL] [2012 – 09 – 20]. [http: // www. xqbase. com](http://www.xqbase.com)