

# 博弈树启发搜索算法在五子棋游戏中的应用研究

王建雄

(赣南师范学院图书馆,江西赣州,341000)

**摘要:**博弈是启发式搜索的一个重要应用领域,博弈的过程可以用一棵博弈搜索树表示,通过对博弈树进行搜索求取问题的解,搜索策略常采用 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝技术。在深入研究 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝技术的基础上,结合五子棋游戏特征,设计了五成/双三、估值函数和 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝算法相结合的改进博弈树搜索算法,实现了人机智能对弈的五子棋游戏。

**关键词:**博弈树; $\alpha$ - $\beta$ 剪枝;启发式搜索

**中图分类号:**TP31

**文献标识码:**A

人工智能<sup>[1]</sup>是一门综合性的新兴边缘科学,与生物工程、空间技术并列为三大尖端技术,而机器博弈是其一个重要研究分支,它研究如何利用计算机去实现那些过去只能靠人的智力去完成的工作,博弈为人工智能提供了一个很好的应用场所。

下棋、打牌、战争等一系列竞争性智能活动均称为博弈,最基本博弈为“二人零和、非偶然、全信息”博弈。“二人零和”是指在博弈中只有“敌、我”两方,双方的利益完全对立,其赢的函数之和为零;“全信息”是指博弈双方都了解当前的格局及过去的历史;“非偶然”是指博弈双方都可根据得失大小进行分析,选取我方赢得最大、敌方赢得最小的对策,而不是偶然的随机对策。

博弈过程可以采用与/或树进行知识表达,这种表达形式称为博弈树。由于博弈是对弈双方的智能活动,任何一方不能单独控制博弈过程,因此博弈树是一种特殊的与/或树。通过对博弈树进行搜索求取问题的最优解,可以得到博弈最优选择。

$\alpha$ - $\beta$ 剪枝技术是博弈树搜索中最常采用的策略, $\alpha$ - $\beta$ 剪枝搜索由极大极小搜索函数演变而来,极大极小搜索函数是遍历整个搜索树后得到结果,而 $\alpha$ - $\beta$ 搜索函数利用剪枝技术,边搜索边把那些不符合条件的路径去掉,从而降低函数的搜索复杂度,提高搜索效率。

本文根据五子棋游戏特点,设计了五成/双三函数、估值函数和 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝算法相结合的电脑走棋新算法,该算法首先应用五成/双三函数和估值函数进行判断,没有找到合适棋点后再利用 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝算法搜索,这比直接单纯应用 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝算法具有更高的效率和准确性,下面首先介绍五子棋的相关术语及游戏中的状态。

## 1 五子棋游戏中的常见状态及术语

五子棋游戏规则设定5个子连成一条线为胜,因而在机器智能走棋设计中,首先需要了解游戏规则中涉及的几种状态。表1是五子棋游戏中涉及的常用术语。

表1中的术语在棋盘上呈现的状态如图1所示。

表1 五子棋术语

名称	解释
五连	最后取胜的那5颗或5颗以上同色棋子称之五连
活四	两头没有对方棋子阻挡连续的4颗同色棋子
活三	下一手棋能够形成活四的棋型叫“活三”
双三	落1颗子同时形成两个活三叫做“双三”
冲四	落下1颗子形成五连,而且只有1个五连点的棋型叫“冲四”
冲四活三	落下一手棋,同时形成冲四和活三的棋型叫做“冲四活三”
双冲四	落下一手棋同时形成两个冲四叫做“双冲四”,它有2个五连点
跳冲四	冲四不一定要连着摆,有时候根据需要在隔着一上空格来冲四
眠三	下一手棋能够冲四的棋型叫做“眠三”

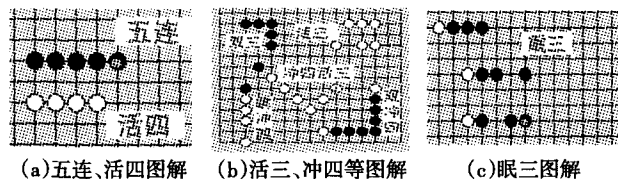


图1 五子棋游戏中的常见状态

## 2 算法设计

根据上述五子棋的游戏规则,利用博弈树的搜索策略,本文在 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝搜索算法的基础上,设计了五成/双三、估值函数和 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝算法相结合的改进博弈树搜索算法,实现了人机智能对弈的五子棋游戏。

### 2.1 $\alpha$ - $\beta$ 剪枝搜索算法的基本思想

图2为极大极小搜索示意图,节点旁标注的数字代表该节点的权值,方形节点和圆形节点分别代表对弈的双方,本文中方形节点代表计算机走,圆形节点代表人走。图2的左图中A为极大值点,即要从B和C当中选最大值;而对于B节点,则要从D、E、F中选取最小的值。假设估出D为10,那么B的值必小于或等于10。又因为已经得出C的值为20,说明节点A的值为 $\max(B, C) = 20$ ,因此已无必要再求节点B的其他子节点如E、F的值就可以得出父节点A的值。这种将节点D的后继兄弟节点和其

子节点剪去的方法称为 Alpha 剪枝。同理,在图 2 的右图中,将节点 D 后继兄弟节点剪去称为 Beta 剪枝,将剪枝的思路加入到极大极小值搜索算法当中就变成了  $\alpha$ - $\beta$  剪枝搜索算法。

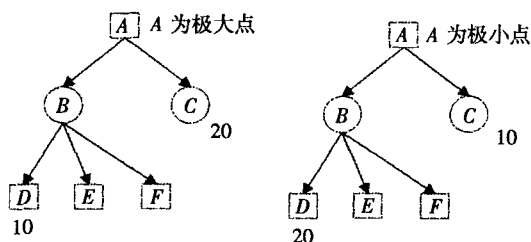


图 2 极大极小搜索示意图

## 2.2 五成/双三函数的设计

五子棋游戏设计中,电脑下棋首先利用五成/双三算法搜索当前棋盘上是否有可能构成五成/双三样式,存在则在那个位置上落子,不存在则利用  $\alpha$ - $\beta$  剪枝搜索算法寻找棋盘中最合适下棋的位置。

五成/双三搜索函数的设计方法如下:

(1) 电脑首先搜索整个棋盘,在可能落子的位置计算假设电脑在这个位置上下棋之后的权值,选取权值最大的记为 AiScore,并保存该权值对应的棋盘位置坐标。

(2) 假设人在这个坐标位置下棋,计算可能出现的各种情况的权值,选取权值最大的记为 HumScore,并记录 HumScore 对应的棋盘位置坐标。

(3) 比较 AiScore 和 HumScore 两个得分的大小:如果 AiScore  $\geq$  HumScore 且 AiScore 得到的分数大于或等于双三棋型的估计分数,说明电脑对人有威胁,因为存在五成或者双三之类的棋型;如果 AiScore < HumScore 且 HumScore 得到的分数大于或等于双三棋型的估计分数,说明人对电脑有威胁,因为如果人在得分最大点下棋时,人就会赢棋。当满足上述任意一点时,电脑就在得分最多的位置上下棋。

(4) 如果不存在上述的情况,程序再调用  $\alpha$ - $\beta$  剪枝搜索函数去寻找合适的位置下棋。

## 2.3 估值函数设计

在  $\alpha$ - $\beta$  搜索函数中,当搜索的深度 Level 小于 0 的时候,就要对所有合理范围的地方进行分数评估。不同的棋型,其优先级不同。例如,当 4 个棋子连成一线并且两端还有空位的棋型(活四)显然要比只有 3 个或更少棋子连成一线更接近胜利。要使计算机能做出这种判断,就要把这种棋型的估值设高。因此就必须对棋局出现的各种棋型设定一个估值,即建立一个全面的棋型估值表(见表 2),通过各种棋型估值来反映其对棋局胜负影响的权值。估值函数设计得越细越好,这样可以加快搜索速度,减少搜索模块调用估值函数的频率。在对棋型进行估值时,要从该棋型 4 个方向上来考虑所下棋子对当前棋局的影响。以该棋子为基点,4 个方向分别为水平、竖直、45°角和 135°角。为方便形象描述棋型,本文中约定以符号“●”代表黑子,“○”代表白子,“x”代表棋盘上的空位,并对棋型死活作如下规定:一方落子后,对该

落子连成的一条线有机会形成另外两种棋型,则该棋型是活型,否则称该棋型是死型。例如对于活三(x●●●x)的定义:不论对方如何落子,仍然至少有一种方法可以形成冲四棋型(○●●●●x)。棋型○x●●●x○中的 3 个●,不能算是活三;棋型○x●●●x○中的 3 个●,也不是活三,尽管它有可能成为活四。因此,在对棋型进行估值时,要考虑可能出现的所有棋型,这样计算机才不会漏判。

表 2 特定棋型的估计

棋型名称	棋型模式	估值分数/分
冲二	○●●xx	20
活二	x●●xx	80
冲三	○●●●x	180
活三	x●●●x	800
冲四	○●●●●x	1 200
活四	x●●●●x	2 000
五成	●●●●●	10 000

依据上述估计列表,就可以对棋盘里面所有合理的走法进行估计。估计要从己方和对方两个角度进行,分别获得估值己方 MyScore 和对方估值 EnemyScore,然后通过计算  $K_1 \times \text{MyScore} + K_2 \times \text{EnemyScore}$  获得最终的估值结果 Score。其中  $K_1$  和  $K_2$  是一对关键系数,比值  $K_1/K_2$  反映计算机对局面的掌控程度,比值越大表示计算机的攻击性更强,反之则表示计算机的防守性更强。

## 2.4 胜负判断

棋局的胜负是根据最后一个落子的情况来判断的。此时需要查看 4 个方向,即以该棋子为出发点的水平、竖直和两条分别为 45°角和 135°角的线,判断在这 4 个方向上的其他棋子是否能和最后落子构成连续 5 个棋子,如果可以,则表示这盘棋局已经分出胜负。

## 2.5 算法实现的总流程

游戏算法的流程如图 3 所示。

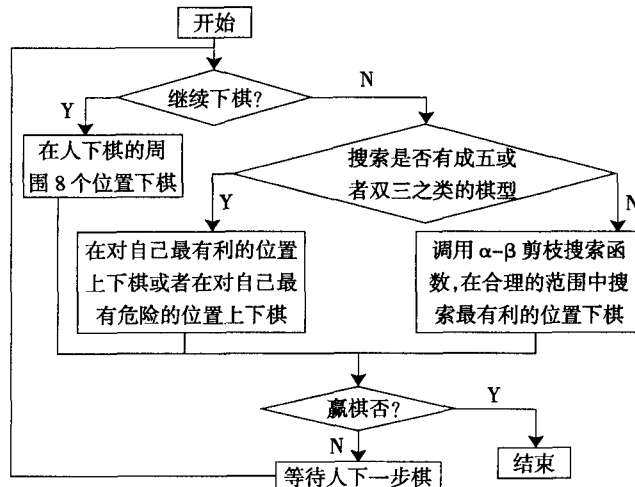


图 3 电脑下棋算法的总流程

## 3 结语

博弈树启发搜索算法虽已存在多年,并在多个棋类游戏设计中使用,但如何提高算法的搜索效率和精度仍是一个热门研

# 《生态学杂志》1988—2010年作者群分析

刘丽娟

(中国科学院沈阳应用生态研究所《生态学杂志》编辑部,辽宁沈阳,110016)

**摘要:**以《生态学杂志》1988—2010年双号年份中刊发的90本期刊的2066篇论文为调查对象,统计分析12个年份中该刊的论文载文量、第一作者的学历与职称、年龄、地区分布及作者的合著情况。结果表明:《生态学杂志》的载文量从2004年开始呈现大幅度的提高,2004—2010年共4年所发论文1294篇,占研究时段总论文数的61.65%。具有副高级职称和中级职称的作者比例呈下降趋势,至2010年其比例分别下降至14.03%和13.27%;而硕士研究生的作者比例上升最快,2010年增加到41.84%。合著率呈明显上升趋势,从1988年的44.57%增加到2010年的99.23%;合作度也从稳步上升趋势,从1988年的1.82人/篇上升至2010年的4.44人/篇。第一作者的平均年龄呈下降趋势,35岁及其以下的作者达1284人,占第一作者总人次的62.15%,构成了《生态学杂志》的稳定作者群。从作者地域分布来看,辽宁省分布的最多(15.54%);北京位居第二(13.79%);而西藏分布最少。同时就存在的相关问题提出了针对性的解决措施。

**关键词:**生态学杂志;载文量;作者群;统计分析

**中图分类号:**G250.252

**文献标识码:**A

《生态学杂志》创刊于1982年2月,是由中国科学技术协会主管、中国生态学学会主办、中国科学院沈阳应用生态研究所承办的综合性学术期刊,创刊时为季刊,1984年改为双月刊。此后,随着全球信息化的迅速发展,为适应现代科技期刊的要求,缩短发稿时滞,增加信息含量,《生态学杂志》于2005年改为月刊。《生态学杂志》一直具有较高的影响力,2009年影响因子为1.396,在国内61种生物学类期刊中排名第5位,在全国1946种科技核心期刊中排名第52位<sup>[1]</sup>。该刊主要刊登生态学领域有创造性,有较高学术价值的论文,反映我国生态学的学术水平和发展方向,多年来一直深受广大读者与作者的欢迎。

作者是期刊内容的提供者,具有稳定的作者群是期刊生存的基础<sup>[2]</sup>。对其进行分析,可反映期刊的学术影响力水平,这对

探索科技期刊的发展途径具有重要意义<sup>[3]</sup>。随着科学技术的迅速发展,从载文量<sup>[4]</sup>、作者学历与职称结构<sup>[5]</sup>、合著情况<sup>[6-7]</sup>、作者年龄<sup>[8]</sup>及作者地区分布<sup>[9-11]</sup>等方面对期刊进行的相关研究已较多,但对《生态学杂志》的研究还未见报道。基于此,本文以《生态学杂志》1988—2010年双号年份中刊发的共90期、2066篇论文为调查对象,统计分析12年中论文第一作者的学历与职称、年龄、地区分布及作者的合著情况,旨在了解我国生态学研究队伍的现状,为今后该刊的发展提供一定的参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以《生态学杂志》1988年、1990年、1992年、1994年、1996

究课题。本游戏的设计将五成/双三判断函数和搜索算法相结合,提高了效率。本游戏应用于支持JAVA的手持设备上,为广大的手机爱好者提供了便捷的游戏娱乐,具有良好的实用性。

### 参考文献

- [1] 百度百科.人工智能[EB/OL].[2010-06-28].<http://baike.baidu.com/view/2949.htm>,2010.
- [2] 百度百科.五子棋术语[EB/OL].[2010-06-28].<http://baike.baidu.com/view/679408.htm>,2010.
- [3] 王永庆.人工智能原理与方法[M].西安:西安交通大学出版社,1998.
- [4] Alpha-Beta搜索.象棋百科全书[EB/OL].[2010-06-28].

<http://www.xqbase.com/>.

- [5] 李政仪.J2ME手机游戏开发技术与实践[M].北京:清华大学出版社,2010.
- [6] 刘斌.Java ME实用详解——用Eclipse进行移动开发[M].北京:电子工业出版社,2007.

(责任编辑:李 敏)

**第一作者简介:**王建雄,男,1970年7月生,2009年毕业于江西理工大学(硕士),高级实验师,现为赣南师范学院图书馆技术部主任,江西省赣州市经济技术开发区赣南师范学院图书馆,341000.  
(下转第147页)

## Exploration and Construction of Digital Campus of Medical College and University

ZHU Zhen-hui, ZHU Xue-bo, HU Jian-ce

**ABSTRACT:** According to the main problems currently existing in informatization construction of medical college and university, this paper puts forward the targets and contents of the construction of digital campus.

**KEY WORDS:** medical college and university; digital campus; information platform; integration

(上接第 135 页)信息素养的教育教学工作。

### 5 结语

信息素养是大学生素养教育的重要组成部分,而高职院校培养的学生是未来信息社会的主要群体之一。在高职生中普及信息素养的教育,是国家对技能型、创新型人才培养的要求,也是对高职生职业发展能力培养的要求,普及高职生的信息素养教育意义重大。

#### 参考文献

[1] 刘志丽. 浅论高职院校开设信息检索课的必要性及可行性

[J]. 科技情报开发与经济, 2009, 19(19): 159-161.

[2] 柳较乾等. 高职院校信息素质教育课程体系的构想[J]. 十堰职业技术学院学报, 2009, 22(3): 6-9.

[3] 江西省教育厅教育网 [EB/OL]. [2011-08-01]. <http://www.jxedu.gov.cn/>.

(实习编辑: 薛 艳)

第一作者简介: 刘志丽, 女, 1958 年 6 月生, 1982 年毕业于江西工学院, 教授, 江西工业贸易职业技术学院图书馆, 江西省南昌市红谷滩嘉言路 699 号, 330038.

## Research on and Practice of Popularizing the Education of Information Literacy for the Students of Higher Vocational College

LIU Zhi-li

**ABSTRACT:** This paper makes the investigation on the status of the information literacy of the students of Jiangxi Industrial Trade Professional Technology Institute, and draws the conclusion that the information literacy of the students of Jiangxi Industrial Trade Professional Technology Institute is lower, the literature information resource utilization degree and ability of the students are very meager, and the students hope to get opportunity for cultivating the literature information utilization ability, and in the light of the present situation of information literacy education in Jiangxi Industrial Trade Professional Technology Institute, puts forward a scheme with the features of higher vocational education for cultivating the information literacy and information utilization ability of the students of higher vocational college.

**KEY WORDS:** students of higher vocational college; information literacy education; information resources

(上接第 140 页)

## Research on the Application of Game-tree Search Algorithm in the Backgammon Game

WANG Jian-xiong

**ABSTRACT:** Game is an important application field of heuristic search, and the game process can be expressed by a game search tree. The solution of the problem can be found through searching the game tree, and  $\alpha$ - $\beta$  pruning technique is often used in the searching strategy. Based on in-depth study on  $\alpha$ - $\beta$  pruning technique and connecting with the features of backgammon game, this paper designs the improved game-tree search algorithm that combines five even/double three, the valuation function and  $\alpha$ - $\beta$  pruning algorithm, and achieves a human-machine intelligent chess game of backgammon.

**KEY WORDS:** game-tree;  $\alpha$ - $\beta$  pruning; heuristic search