

文章编号: 1001-0920(2007)07-

棋牌游戏与事件对策

徐心和, 郑新颖

(东北大学 人工智能与机器人研究所, 沈阳 110004)

摘要: 博弈的原意便是下棋, 博弈论的概念也源于棋类游戏, 而博弈论的现有成果还难以描述和处理棋牌游戏这一类复杂的动态过程. 为此, 在分析棋牌游戏特点的基础上, 指出它们属于离散事件的动态过程; 在阐述离散事件动态系统(DEDS)特点与方法的基础上, 应用 DEDS 的有关理论为象棋博弈过程建模, 并提出了事件对策的概念与形式框架, 探讨了事件对策理论在战争模拟中的应用, 为迅速发展的机器博弈研究创造了良好的理论条件.

关键词: 棋牌游戏; 离散事件动态系统; 博弈论; 事件对策理论; 战争模拟

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A

Card and board games and event game theory

XU Xin-he, ZHENG Xin-ying

(Institute of Artificial Intelligence and Robotics, Northeastern University, Shenyang 110004, China. Correspondent: XU Xin-he, E-mail: xuxinhe@ise.neu.edu.cn.)

Abstract: The initial meaning of game is playing chess. The game theory origins from chess game. But its current research achievements can hardly describe and process the dynamical course of card and board games. With the help of analysis on their characteristics, the opinion that the card and board games belong to the discrete event dynamical process is presented. Based on the features and methods of discrete event dynamical systems (DEDS), the game process of Chinese chess is modeled by using DEDS. Meanwhile, the concept and formal frame of event game are proposed. The war modeling and simulation with event game theory are analyzed, which bring a significant theory frame for the developing research on the computer games.

Key words: Card and board game; Discrete event dynamic systems; Game theory; Event game theory; War simulation

1 引言

博弈论是研究利益相互制约的双方策略选择的理性行为及相应结局, 又称对策论, 游戏论. 系统的博弈论研究是从研究国际象棋开始的, 冯·诺依曼通过对二人零和一类博弈游戏的分析, 提出了极大极小值定理^[1], 这是博弈论产生的第 1 个里程碑. 如今, 博弈论已广泛运用于经济学、社会学、心理学、政治学等各类社会科学, 并对进化生物学和计算科学等自然科学产生了重要的影响.

象棋、围棋等一类博弈游戏, 是非合作博弈中典型的完全信息二人零和有限博弈. Zermelo 定理早已证明这种博弈存在纯战略纳什均衡^[2], 但按照现有的博弈论理论却无法求出其均衡解. 棋牌类博弈过程是典型的离散事件动态系统(DEDS). 如何用形式化模型来描述这一过程, 如何通过优化技术来遴选合适“着法”, 在国内外尚属空白. 本文通过对棋

牌类游戏的分析, 结合离散事件动态系统以及对策论的相关概念, 提出了事件对策的概念与框架, 它不仅是博弈论新的分支, 同时对于离散事件动态系统也是一种新的发展, 对于解决离散的动态博弈问题, 具有广阔的应用前景.

为了透彻分析棋牌游戏的系统属性, 本文从对比的角度阐述了 DEDS 的特点与方法, 指明棋牌游戏属于 DEDS, 提出了事件对策的概念与形式框架, 并应用于象棋博弈过程的建模; 然后探讨了事件对策理论在战争模拟中的应用; 最后简单地给出了这一方向的研究前景.

2 离散事件动态系统

2.1 DEDS 与 CVDS 的对比

在传统的系统与控制理论领域中, 主要研究对象限于一类本质上属于物理世界范畴的连续变量动态系统, 简称为 CVDS (Continuous Variable

收稿日期: 2006-07-10; 修回日期: 2006-11-01.

作者简介: 徐心和(1940—), 男, 河北山海关人, 教授, 博士生导师, 从事自动控制原理与应用、模式识别与智能控制等研究; 郑新颖(1982—), 女, 辽宁阜新人, 硕士生, 从事计算机博弈的研究.

表 1 CVDS 与 DEDS 的主要区别

比较项目	CVDS	DEDS
系统状态变量	连续	离散
驱动系统演化的变量	时间	事件
系统演化规律	各种自然定律	各种人为规律
系统的描述	微分方程、差分方程、传递函数等	Petri 网、有限自动机、事件图、极大极小代数等
系统的求解	计算传递函数、求解状态方程	模型迭代、符号运算、计算机仿真、状态空间搜索
稳定概念	系统状态与输出的有界性与收敛性	资源内部积累的有界性及运行的周期性
求解难点	模型的非线性、时变性与不确定性	模型和运算的复杂性、组合爆炸
控制内容	物理参数与化学指标等	时间、节奏、路径等
控制方式	调整各种物理、化学参数设定点	调整调度规则,限制可控事件发生
信息类型	数字量、开关量	字符串、逻辑量、网络图、数字量
性能指标	稳态精度、响应特性、综合指标	设备利用率、平均队长、平均服务与等待时间、系统产出率等

Dynamic System)。而离散事件动态系统是区别于 CVDS 的另一类系统,简称 DEDS。DEDS 由离散事件驱动,是本质离散的状态与事件按照一定的运行规则相互作用,进而导致系统状态不断演化的一类动态系统^[3]。实际的 DEDS 大多属于人造系统的范畴,不管是系统的运行机制还是系统的研究方法,都与 CVDS 有着重要的区别,详见表 1。

2.2 DEDS 的建模和主要研究方法

在 DEDS 的研究中,常将 DEDS 的模型和分析方法区分为 3 个基本层次,即逻辑层次、代数层次和统计性能层次^[3]。DEDS 的逻辑层次着眼于在逻辑时间层面上研究 DEDS 中时间和状态的符号序列关系;DEDS 的代数层次着眼于在物理时间层面上研究 DEDS 的代数特性和运动过程;DEDS 的统计性能层次着眼于在性能层面上研究随机情况下 DEDS 的各种平均性能及其优化。尽管这 3 个层次模型所面对的都是 DEDS,但由于研究侧重点和描述手段不同,目前看来还不具备相互取代的前景,将会长期共存并组成 DEDS 的模型体系,以适应不同的研究问题和研究目标^[3]。

对于离散事件动态系统的建模和分析,由于所采用的数学工具不同,现今已形成了多种方法。其中较为重要和应用较多的方法有排队网络方法、摄动分析方法、有限自动机/形式语言方法、佩特里网

(Petri Net)方法、极大极小代数方法、有限递归过程方法、通信序贯过程方法和离散事件系统仿真方法等。对于上述方法,可从不同角度进行分类,以适应不同层面和不同类型的问题。表 2 列出了 3 种层次的分类方式^[4]。

3 棋牌游戏分析

3.1 棋牌游戏的基本特点

棋牌类游戏是人们日常生活中喜闻乐见的游戏形式,一般具有以下几个特点:1)棋牌类游戏都具有确定和简明的游戏规则,规定游戏如何开始、进行、结束等;2)游戏中的每个参与者(局中人)应有不止一个策略(行动方案)可供选择,局中人的策略选择直接影响游戏结果;3)游戏结束时其结果经常表示为某种利益(物质的或精神的)的分配,这决定了棋牌类游戏具有很强的博弈色彩,任何参与者都想争个高下;4)在对局中,对弈者的经验显得非常重要,对局者可根据棋局的状态推测出对方的目的;5)丰富多彩的游戏包含了丰富多彩的内容,例如记数、机会、策略和变形等,而这些内容往往又与人们日常生活中的某些问题相似或相关联,从而引起了人们的兴趣。

从博弈论的角度看,棋牌类游戏一般可分为两大类,一类如象棋、围棋等游戏是具有完全信息的博弈,即在博弈的每一时刻,局中人完全知道自己和对手在这一时刻以前所采用的策略,也能确定这一时刻以后对手可能选择的对策有哪些。另一类如扑克和麻将等具有不完全信息的博弈。前一种博弈的求解(寻找最优策略)一般与概率论无关,而后一种博弈的求解是与概率论密切相关的。

需要说明的是,除单人和个别少数游戏外,其他均为动态博弈,即局中人的决策或行动是按照规则有先后顺序的。另外,由二人参与的游戏,都可看成

表 2 DEDS 建模和分析方法的分类

层次划分	可时序化	不可时序化
逻辑层次		有限自动机/形成语言方法 佩特里网方法
代数层次	极大极小代数方法	
性能层次	排队网络方法 摄动分析方法 仿真方法	

是二人零和博弈^[5].

3.2 棋牌游戏的系统属性分析

棋牌游戏系统主要由两部分构成,即局面和着法.着法是驱动棋牌游戏系统状态演变的基本因素.局面的状态都发生在离散时间点,即在着法给出时局面才能发生跃变,其他时刻则保持不变,并且在空间中具有一种不连续的固有属性.着法的变化域和局面的状态空间也都具有离散性.基于以上因素,有理由认为棋牌类游戏系统属于离散事件动态系统,着法即为触发 DEDS 状态变化的事件.

4 事件对策系统研究

4.1 现有博弈论的局限性分析

纵观目前博弈论研究的问题,主要还是集中在完全信息和非完全信息的一步对策中,尚都属于静态对策范畴,如囚徒困境、智猪博弈、性别战等^[6].对于棋牌类游戏等动态过程如何用形式化模型描述,如何通过某种规范化技术来寻求其最优解(近优解),是博弈理论当前需要解决的问题.特别是对于象棋、围棋博弈等大策略集博弈问题,按照现有的博弈理论,对每个参与者的策略集进行遍历性的搜索和比较,纳什均衡解是很难求出的,甚至是求不出来的^[7].所以,如何在大策略集中寻找最优解的技术和方法,将是博弈理论需要发展的重要方向.

4.2 事件对策系统的基本特点及组成要素

事件对策系统是指一类具有两个非合作的智能主体的离散事件动态决策过程.事件对策系统一般都具有以下特点:首先,事件对策系统的状态值在离散时间点上发生变化,系统状态的变化是由事件驱动的,其他时刻保持不变;其次,事件是构成事件对策系统的主体,事件集是由多个(一般为两个)决策者相互制约的决策过程构成的.另外,事件对策系统分析的目的在于,如何在“策略相互制约”的局势中寻找每个智能主体的最佳策略(行动),使得在这一系列事件驱动下,系统达到的状态能够让每个智能主体都能获得尽可能大的盈利(或减少最大的损失)^[8].

基于这些特点,一个事件对策系统 E 可定义为一个 7 元组^[9]

$$E = (P, Q, \Sigma, R, \delta, q_0, F). \quad (1)$$

其中: P 表示对策参与者集合, $P = \{P_1, P_2\}$, P_1 和 P_2 均为理智而能动的决策者,他们总是在相机行事,为了自己利益的最大化而根据系统状态选择自己的策略(行动); Q 表示系统的有限状态集合; Σ 由双方的策略(行动)有限子集合构成, $\Sigma = \{\Sigma_1, \Sigma_2\}$,它是状态 Q 的函数; R 为博弈规则,给出参与者的行动顺序、时限、信息披露的内容与方式等博弈规

则; δ 为状态转移函数,表示在参与者行动事件的作用下状态演化规律,故有 $Q \times \Sigma \rightarrow Q$; q_0 为系统的初始状态,显然 $q_0 \in Q$; F 为参与者的收益集,它与系统当前的状态 q_k 相关联,故有

$$F(q_k) = \{F_1(q_k), F_2(q_k)\}. \quad (2)$$

4.3 中国象棋系统分析

中国象棋作为棋类游戏的代表,自然属于离散事件动态系统.根据事件对策理论,不难分析中国象棋的对应元素和动态模型^[10].

P_1, P_2 分别代表红方和黑方,他们总是在相机行事,根据棋局状态 q_k 选择自己当前的策略(着法) σ_{k+1} ;状态集合 Q 中包含了中国象棋所有有效的局面,虽然这一数目非常庞大,估计为 10^{52} ,但仍然是有限的; Σ_1, Σ_2 分别为红黑双方的可能着法集合,它是棋局状态的函数,如 $\sigma_{k+1} = f(q_k)$; R 规定了“红先黑后,轮流走棋”,属于完美知识博弈;状态转移函数 δ 表示随着着法(提-动-落-吃) σ_{k+1} 而使系统状态演化为 q_{k+1} (见图 1); q_0 为初始局面; F 为红黑双方的收益,它对应于审局函数值,故有 $F(q_k) = \{F_1(q_k), F_2(q_k)\}$,最终表现为胜、和、负.

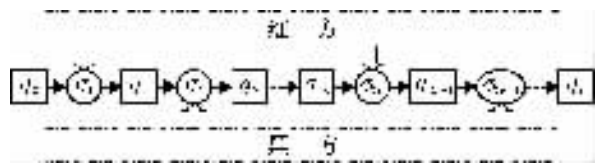


图 1 象棋博弈状态演化过程图
中国象棋博弈过程的状态方程

$$q_{k+1} = q_k \cdot \sigma_{k+1}, q_0 = q(0); \quad (3)$$

$$q_F = q_0 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdots \sigma_F = q_0 \cdot \Sigma_m. \quad (4)$$

式中 q_F 为终局,或红胜,或黑胜,或和棋.显然,着法序列 $\Sigma_m = \{\sigma_1 \sigma_2 \cdots \sigma_F\}$ 便是记载博弈过程的棋谱,其中奇数项序列 $\Sigma_{m1} = \{\sigma_1 \sigma_3 \cdots\}$ 为红方系列着法,而偶数项序列 $\Sigma_{m2} = \{\sigma_2 \sigma_4 \cdots\}$ 便是黑方的系列着法.

5 事件对策理论应用探讨

事件对策理论来源于棋牌游戏,立足于博弈论以及控制理论中的离散事件动态系统.

象棋是战争的模拟,既然事件对策理论可以描述象棋的博弈过程,那么就有理由应用于战争模型的表述、分析和仿真中.

可以将机动性好、杀伤力大的“车”比作空军;将八面威风但活动范围受限的“马”比作海军;将在一定射程之外才具有杀伤力的“炮”比作炮兵和导弹部队;将人数众多但推进速度迟缓、在攻占城池时才显强大威力的“兵”、“卒”比作步兵;无法进入对方领地的“象(相)”比作空防部队;始终守护在首长身边的“士”应该是警卫部队;“将”、“帅”作为最高统帅当然

是无价之宝和保护重点. 这些比喻尽管有些牵强, 但就其结构、机制与谋略等很有相似之处^[11].

当然, 战争绝对不象下棋那样简单, 棋盘要大得多, 兵种和同兵种的战斗单元要多得多. 一次行动可能是多个战斗单元的同时行动, 而且是随机过程, 而不是确定性系统; 强调单元(人)的能动作用; 只能提供非完整信息, 许多情况是未知的, 需要估计和观测, 需要建立统计模型, 研究可靠性和置信度等. 然而共同点还是主要和基本的. 两军对垒, 排兵布阵, 努力杀伤对方有生力量, 进而攻城拔寨. 二者都属于动态博弈, 因为对抗不是一次完成的; 情况千变万化, 非常复杂, 导致博弈树十分庞大; 两军拼杀你死我活, 展开的都是“变性”博弈树, 需要 MaxMin 搜索和 $\alpha\beta$ 剪枝. 因此, 无论在战争模拟和军事仿真, 还是在实战指挥过程中, 都可以应用事件对策理论和象棋博弈的研究成果——搜索“最佳路径”和“最佳着法”. 既然象棋可以由计算机博弈到人类“英才”的水平, 那么战争就可以让计算机参与决策.

博弈问题无所不在, 小到孩童的游戏与争论, 大到商家的谈判与竞争, 直到国家的外交与各种突发事件的处理, 认真思考都会找到事件对策理论的应用场合. 当然, 作为人工智能领域的问题, 就不会那样简洁地表达和解决. 正是不断面对各种鲜活的实际问题, 才能不断发展事件对策的相关理论, 取得更为实际的应用成果.

6 结 语

事件对策系统的存在是客观的, 事件对策的提出则是对一类棋牌游戏博弈问题深化认识和应用离散事件动态系统理论的结果.

微分对策的出现就是将现代控制理论中的一些概念、原理与方法引入博弈论中, 形成一个分支, 并取得了突破性的成果^[12]. 事件对策论无疑是博弈论的一个新分支, 事件对策理论的引入对于博弈论也是一个新的发展. 目前需要研究的问题还很多, 如事件对策那什均衡的存在性证明与求解方法, 大策略集问题求解算法复杂性问题. 面临应用问题时就更需要理论的不断补充和完善.

通过棋牌游戏计算机博弈的研究, 可以将其中的分析技术和求解方法应用于事件对策系统中. 因此, 机器博弈活动的开展为事件对策理论的发展创造了十分有利的条件.

参考文献(References)

[1] 尚宇红. 博弈论前史研究[D]. 西安: 西北工业大学,

2003.

(Shang Yu-hong. The investigation of the history of game theory[D]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University, 2003.)

- [2] Gibbons R. A primer in game theory[M]. Princeton: Princeton University Press, 1992.
- [3] Murata T. Petri nets[J]. Properties and Applications, Proc of the IEEE, 1998, 77(4): 514-523.
- [4] 郑大钟, 赵千川. 离散事件动态系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
(Zheng Da-zhong, Zhao Qian-chuan. Discrete event dynamic systems[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2001.)
- [5] 李光久. 博弈论基础教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
(Li Guang-jiu. The foundational lectures of game theory[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.)
- [6] 王则柯. 新编博弈论平话[M]. 北京: 中信出版社, 2003.
(Wang Ze-ke. New comment about game theory[M]. Beijing: China Citic Press, 2003.)
- [7] 梁志峰. 大战略集博弈的适应性均衡及其求法[J]. 湖南科技大学学报, 2004, 7(6): 82-86.
(Liang Zhi-feng. The adaptive equilibrium and its solution to large - strategy - sets games[J]. J of Hu'nan University of Science & Technology, 2004, 7(6): 82-86.)
- [8] Nash J F. Equilibrium points in N -person games[J]. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 1950, 36(5): 48-49.
- [9] 林怡青, 毛宗源. 离散事件动态系统的结构[J]. 控制理论与应用, 2002, 19(5): 689-698.
(Lin Yi-qing, Mao Zong-yuan. Structure of the DEDS [J]. Control Theory and Applications, 2002, 19(5): 689-698.)
- [10] 徐心和, 王骄. 中国象棋计算机博弈关键技术分析[J]. 小型微型计算机系统, 2006, 27(6): 961-969.
(Xu Xin-he, Wang Jiao. Key technologies analysis of Chinese chess computer game[J]. Mini-micro systems, 2006, 27(6): 961-969.)
- [11] 邓孟. 象棋演绎的战争理念[EB/OL]. (2006-05-17).
Deng Meng. The martial theory of Chinese chess[EB/OL]. (2006-05-17). <http://bbs.cctv.com/book/8019850/1.html>.
- [12] 张嗣瀛. 微分对策[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
(Zhang Si-ying. Differential games [M]. Beijing: Science Press, 1987.)