

# 智能体理论研究述评

辛润勤, 罗荣桂

(武汉理工大学 管理学院,湖北 武汉 430070)

摘 要:对单智能体以及多智能体的概念及其发展现状进行了综述和评论,并对其发展方向进行了展望。介绍了人工智能的主流学派;单智能体的概念、特性、分类、结构及其存在的问题;多智能体的起源、处理问题的优点、相关应用及其存在的问题。

关键词:人工智能;单智能体;多智能体

中图分类号:TP18

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2007)08-0210-04

## 0 前 言

1956年著名的“达特茅斯(Dartmouth)会议”标志着人工智能学科的诞生<sup>[1]</sup>,对人工智能的研究由此展开,先后出现了3个主流学派:符号主义方法——逻辑学派,它是以Herbert Simon和Allen Newell为代表;联结主义方法——仿生学派,它是以J.J.Hopfield为代表;行为主义方法——控制论学派,它是以R.A.Brooks为代表,控制论研究的主要方向是机器人和智能控制,机器人是“感知——行为”模式,是没有知识的智能,强调直觉和反馈的重要性;智能行为体现在系统与环境的交互之中,功能、结构和智能行为不可分割。

传统的经典调度算法如神经网络方法、专家系统、遗传算法,由于建模、计算量、复杂性约束、算法能否实现等问题,不能很好地执行任务;任务的及时性和动态性要

求,使这些经典调度算法显得更加不能适应。20世纪80年代出现的人工智能,由于它是一种自治、自发、交互性和环境适应性的新型智能体模型,具有移动性、交互、推理、规划、学习和适应能力,从运行的环境中获取信息,通过自己的动作行为对环境施加影响,能够较好地执行任务,从而解决了传统的经典调度算法出现的问题,因而从20世纪90年代起智能体就成为新的热点。当前,以实际问题驱动的智能体研究成为主流,为认知科学提供了一个新的实体模型和实在形式。

本文主要介绍了单智能体的概念、特性、分类、结构及优缺点;多智能体的起源、处理问题的优缺点、应用及其存在的问题,并对今后单智能体和多智能体的研究方向作出了展望。

## 1 单智能体

- dustrial policy in regions of Europe [J]. European Planning Studies,1999,(7): 6.
- [29] Von Hippel E. 'Sticky information' and the locus of problem solving[J]. Management Science, 1994,(4):429- 439.
- [30] 彭灿. 区域创新系统内部知识转移的障碍分析与对策[J]. 科学学研究, 2003, (2): 107- 111.
- [31] 朱华晟.浙江产业集群——产业网络、成长轨迹与发展动力[M].杭州: 浙江大学出版社, 2003.
- [32] 盖文启.创新网络——区域经济发展新思维[M].北京: 北京大学出版社, 2002.
- [33] 魏江.产业集群——创新系统与技术创新[M].北京: 科学出版社, 2003.
- [34] 王子龙, 谭清美, 许萧迪.区域创新网络中的政府职能分析[J].科学管理研究, 2003, (6).
- [35] 黎继子, 蔡根文.技术创新网络与隐性知识流转分析[J]. 研究与发展管理, 2004, (10).
- [36] 蔡宁, 杨门柱.产业集群竞争优势的演进: 从聚集经济到创新网络[J].科学管理, 2004, (7).
- [37] 李青, 李文等.区域创新视角下的产业发展: 理论与案例研究[M].北京: 商务印书馆, 2004.
- [38] 王伟光.中国工业行业技术创新实证研究[M].北京: 中国社会科学出版社, 2003.
- [39] 王德禄.区域创新: 中关村走向未来[M].济南: 山东教育出版社, 1999.

(责任编辑: 高建平)

收稿日期: 2006- 12- 1

作者简介: 辛润勤(1981-), 男, 湖北孝感人, 武汉理工大学管理学院系统工程硕士研究生, 研究方向为复杂问题的系统建模与仿真分析; 罗荣桂(1942-), 男, 武汉理工大学管理学院教授、博导, 研究方向为复杂系统建模、柔性构建。



## 1.4 单智能体的优缺点

传统的经典调度算法如神经网络方法、专家系统、遗传算法,存在这样或那样的缺点:对于复杂的问题,最优化方法的模型建立困难、运算量大、算法难以实现;启发式方法需求的个性化及市场的敏捷性使得生产过程中加入了许多不确定性及复杂性约束,这些都是其无法适应的原因;专家系统存在获取的难度大且扩展性较差的缺点;神经网络的网络结构及算法参数不易确定;遗传算法的适应度函数选取困难等。而单智能体可以通过自身的特性如自主性、社会能力、反应性等等可以很好地解决调度中出现的这些问题,因此单智能体已经受到越来越多的重视,有广阔的发展空间。

虽然对单智能体进行了很多年的研究,也取得了一些进步,如单智能体应用到机器人、经济仿真方面,但是还有许多问题需要解决:没有面向单智能体的开发方法来把设计好的组件有效地组织起来;没有可重用的开发工具,以便能提供一些高层的基础设施支持,使设计者能够集中精力设计智能体的相关特性;缺乏良好的用户界面;没有标准的评估方案;缺乏社会范围内的支持。而且随着社会的进步发展,项目和任务的动态性、实时性要求越来越严格,单智能体也逐渐不能适应这些项目和任务了。

因此,有些研究员提出通过多个智能体之间的协调组合来解决单个智能体所不能解决的问题,多智能体可以弥补单智能体的缺点:它可以解决那些对于单智能体来说太大而不能解决的问题,主要是由于资源限制或在关键时间上可能失败的风险;提供一个解决方法来有效地利用空间分布的信息资源;可以提高计算效率、可信性、伸展性、鲁棒性、适应性等维度上的效率<sup>[9]</sup>。这就是多智能体越来越受到研究员青睐的主要原因。

## 2 多智能体

所谓多智能体就是由多个智能体组成的一个整体,这些智能体成员之间相互协调,相互服务,共同完成一个任务,其自身的目标和行为不受其它智能体成员的限制,它是独立自主的,可以通过竞争或者协调协作的方式去解决成员之间的矛盾和冲突。

复杂适应系统 (Complexity Adaptive System, CAS) 是具有代表性的复杂系统,其理论是遗传算法的提出者——霍兰(1994)在美国桑塔费研究所(Santa Fe Institute, SFI)成立10周年时正式提出的。CAS理论的基本思想是把系统中的成员称为具有适应能力的智能体(Adaptive Agent),简称为智能体。智能体在这种持续不断的相互作用的过程中,不断地“学习”或“积累经验”,并根据学到的经验改变自身的结构和行为方式。复杂适应系统理论的核心概念是智能体,其方法学基础是基于智能体的建模方法。其建模侧重点是解决如何建立系统的形式化模型,建立一种抽象的表示方法以获得对客观世界和自

然现象的深刻认识。

Swarm是由美国桑塔费研究所(Santa Fe Institute, SFI)为分析复杂适应系统建立模型而设计的软件平台,其建模思想就是让一系列独立的智能体通过独立事件进行交互,帮助研究由多个个体组成的复杂适应系统的行为。Swarm是一个用于研究复杂适应系统的多智能体软件仿真平台,也是一个高效率、可信、可重用的软件工具集。

### 2.1 多智能体的应用

多智能体(Multi Agent System, MAS)的特性:每个单智能体拥有不完全的信息或能力来解决问题;不是全局控制;数据是分散的;计算不是同步的。

目前多智能体系统已经被应用到广泛的领域:应用最早的领域是DVMT(Distributed Vehicle Monitoring)把每个监测器作为智能体,将这些智能体分布在不同的区域,监测通过它们区域的车辆,试图提出关于通过全部区域的车辆的合理解释并测出车辆的运动轨迹<sup>[9]</sup>;ARCHON(Architecture For Cooperative Heterogeneous On-line systems)是每个过程控制作为智能体,通过智能体之间的交互,从而来解决复杂的问题,它主要是提供一个应用平台,如电力传送管理、粒子加速控制、监测和诊断核工厂的错误、气候控制等等<sup>[9]</sup>;YAMS(Yet Another Manufacturing System)是把每个工厂当作一个智能体,通过协商来有效地管理这些工厂的生产流程<sup>[10]</sup>;OASIS(Optimal Aircraft Sequencing using Intelligent Scheduling)是澳大利亚(悉尼)人工智能研究中心提出来的,它是通过空中交通智能体来提供自然有效的途径对现实的交通进行建模,来解决空中的交通管理问题<sup>[11]</sup>;ADEPT(Advanced Decision Environment for Process Tasks)是将市场、销售、调研、研发、生产和会计部门分别作为一个智能体,把经营过程看成这些智能体相互协商提供服务<sup>[12]</sup>;GUARDIAN系统是一个灵活结构、自治的智能体系统,它把检查、推理和控制分别作为一个智能体,通过多种算法进行协调来实时对病人进行检测和治疗,经过多次的实验,它取得了很好的效果<sup>[13]</sup>。

### 2.2 MAS的优缺点

MAS之所以受众多的研究者所青睐,除了它拥有单智能体所具有的优点和特性,是因为它在处理比较复杂的问题时还具有以下优点<sup>[14]</sup>:MAS系统的结构简单,工作方式明白易懂,每个智能体具有独立性和自主性,能够解决给定的子问题,自主地推理和规划并选择恰当的策略,可以影响周围的环境;有好的模块性、易扩展、设计简单灵活,克服了建造一个庞大知识库所造成的知识管理和扩展的困难,能有效降低系统构造成本;按面向对象的方法构造多层次的、多元化的智能体,其结果降低了系统的复杂性,也降低了各个智能体问题求解的复杂性;智能体之间相互通讯,相互协调,并行地求解问题,能有效地提高问题求解效率。

虽然多智能体能够解决各种各样的问题,但是由于智能体的不成熟和多智能体系统的复杂性,多智能体系统也

存在一些问题: 缺乏对智能体成员的行为、协作等进行描述、设计、编程且可以广泛使用的 MAS 工具; 不同的系统拥有各自的运行环境, 相互之间的兼容问题; 智能体成员以及与 MAS 系统之间的意图、目标的一致性以及如何相互影响、任务和资源如何分配和管理等。

### 3 结束语

尽管经过几十年的研究, 但是, 智能体技术还是处于起步阶段, 各种有关智能体的概念、结构、标准等的研究和争论都还十分激烈; 在应用方面则还是比较简单低级的应用; 由于智能体的自治性, 用其开发的整个系统不是很稳定; 整个系统的性质和行为在设计阶段时不能确定, 只有在系统运行时才能体现出来。

Woodriddle & Jennings(1998)<sup>[19]</sup>从政治、管理、概念、分析和设计、微观角度(Agent)、宏观角度(社会)、实现这 7 个方面阐述了智能体在开发应用时存在或容易出现的种种误区。总结起来, 大概有这些问题: 缺乏良好的用户界面、缺乏一个系统的方法使设计者清楚地说明和构造多智能体、系统的不稳定性、安全性、协调交互机制、通信方式、学习机制的可靠性及学习延时性、实时性等等。这些问题都是未来智能体进一步的研究方向。

#### 参考文献:

- [1] 贲可荣, 张彦铎. 人工智能. 清华大学出版社. 2003, 4- 8.
- [2] Maes. Agents that Reduce Work and Information Overload [J]. Communication of the ACM, 1994, 37(7):31- 40.
- [3] Gilbert, Aparicio, Atkinson. IBM Intelligent Agent Strategy [Z]. IBM Corporation, 1995, 51- 87.
- [4] Yoav Shoham. Agent - oriented programming. Artificial Intelligence, 1993:51- 92.
- [5] Jennings, Faratin, Johnson. Agent- Based Business Process Management [J]. Journal of Cooperative Information Systems. 1996: 105- 130.
- [6] K P Sycara. Multiagent Systems [J]. AI Magazine. 1998:79- 90.
- [7] Hyacinth S Nwana. Software Agents: An Overview [J]. Intelligent Systems Research, 1996:1- 40.
- [8] Durfee, Lesser. Negotiating Task Decomposition and Allocation Using Partial Global Planning [J]. Distributed Artificial Intelligence. 1989:229- 244.
- [9] Jennings, Corera. Developing Industrial Multi - agent Systems [C]. The First International Conference. 1995, 423- 430.
- [10] Parunak. Manufacturing Experience with The Contract Net [J]. Distributed Artificial Intelligence. 1987:285- 310.
- [11] Ljunberg, Lucas. The OASIS Air - Traffic Management System [C]. The Second Pacific Rim International Conference On AI. 1992, 15- 18.
- [12] Jennings, Faratin, Johnson. Agent - based Business Process Management [J]. Multi - agent Systems. 1995: 105- 130.
- [13] Larsson, Hayes- Roth. Guardian: An Intelligent Autonomous Agent For Medical Monitoring and Diagnosis [J]. Intelligent Systems. 1998: 58- 64.
- [14] Armando Brandtlesse, Alessandro Btun, Alberto Portidi- Staudacher. A Multi - Agent Approach for the Capacity Allocation Problem [J]. Production Economics, (2000): 269- 285.
- [15] Woodriddle, Jennings. Pitfalls of Agent- Oriented Development. ACM Press, 1998: 385- 391.

(责任编辑: 汪智勇)

## Overview on Agent Theory

Abstract: The authors review the concept and development status of single- agent and multi- agent, and prospect its development. The main contents are the mainstream school of artificial intelligence, the concept, characteristics, classification, structure, existing problems of the single agent, Multi- Agent origins, the merits of dealing with issues, and related applications and existing problems.

Key Words: Artificial Intelligence(AI); agent; Multi- Agent System(MAS)