

人工智能 多 Agent 系统 分布式专家系统 (4)

11-12, 封面 多 Agent 系统与分布式专家系统研究

Research on Multi-Agent Systems and Distributed Expert System

王万森 王旭仁 吴敏华 TP18
(首都师范大学计算机系 北京 100037)

Abstract The multi-agent systems are a new important problem on artificial intelligence. This paper discussed the theory and method of distributed artificial intelligence and distributed expert systems based on multi-agent systems.
Keywords Agent, Multi-agent systems, Distributed artificial intelligence, Distributed expert systems

1 引言

专家系统是人工智能中最活跃的一个分支,已在众多领域取得了巨大的社会效益和经济效益。但是,传统专家系统方法还存在着许多局限性,尤其是随着计算机网络和计算机应用的发展,专家系统又面临着两个严重问题。一是如何改变过去的单机模式,更好地适应网络环境;二是如何打破以往的封闭模式,更好地实现大型复杂问题的分布式处理。

为此,人们不得不去寻找一种适合于网络环境的、能把问题分布到不同节点上进行合作求解的问题求解方式,即分布式人工智能(Distributed Artificial Intelligence,简称DAI)。DAI的研究重点是如何协调那些在物理上或逻辑上分散的智能体的智能行为,使它们能够协同工作^[1]。

目前,分布式人工智能的研究分三个方向。一是分布式问题求解(Distributed Problem Solving,简称DPS);二是多Agent系统(Multi-agent Systems,简称MAS);三是并行人工智能(Parallel Artificial Intelligence,简称PAI)。本文重点讨论多Agent系统。

2 Agent原理和多Agent系统

2.1 Agent的一般原理

Agent通常是指在一定环境下持续自主运行的实体,它能作用于自身和环境,并能对环境作出反应。Agent具有自主性、交互性、协作性和通讯性。

目前,Agent研究已在计算机学科的许多领域得到了广泛应用。在软件工程界人们提出了面向Agent程序设计范型。在Internet上人们提出了基于Agent

的计算模式^[2]。在人工智能领域人们提出了基于Agent的分布式人工智能和分布式专家系统^[3,4]。

从总体上看,Agent系统可分为单Agent系统和多Agent系统两种类型^[5]。其中,单Agent系统又可分为局部Agent和网络Agent两种,多Agent系统也可分为基于DAI的Agent和移动Agent两种。局部Agent主要用于完成本地的咨询性任务。网络Agent主要用于收集和管理Internet上的有关信息。基于DAI的Agent主要用于人工智能。移动Agent主要用于大型网络中的复杂服务。分布式人工智能的研究重点是基于DAI的Agent。

在Agent研究中,人们引入了许多心理学和人类行为学的概念^[6],用拟人的方法,从意识立场出发提出了一种Agent的思维状态模型。该模型包括Agent的思维属性和Agent之间的相互联系及活动关系^[7]。其中,Agent的基本思维属性由信念(Belief)、愿望(Desire)和意图(Intention)构成。Agent的这种思维状态描述方式被称为BDI Agent模型。

在BDI Agent模型中,信念用来描述一个Agent对当前环境和自身可能采取的行为路线的估计,愿望用来描述一个Agent对未来环境及自己可能采取的行为路线的喜好,意图用来描述一个Agent为达到某个目标所作出的承诺。一个Agent的目标是该Agent的全部愿望的一个子集,并且该Agent认为这些愿望是可以达到的。愿望和意图的相同之处在于它们所描述的都是Agent希望作某事的状态,它们之间的区别是,Agent对自己的愿望不一定要去履行它,但对自己的意图却一定要寻求合适的手段去达到它。

2.2 DAI的多Agent系统

王万森 教授,享受国务院政府特殊津贴专家,副系主任,主要研究方向有:人工智能,专家系统,多Agent系统。

2.2.1 Agent的基本结构 Agent的基本结构可从功能角度分为反应式 Agent(Reactive Agent)和认知式 Agent(Cognitive Agent)两种。

(1)反应式 Agent,是一种非智能型 Agent,它没有内部状态,仅是简单地对外部刺激做出反应,其基本结构如图 1 所示,在该图中,感知模块接受外部刺激,并把感知信息传给反应模块。反应模块接收由感知模块传来的信息,并根据条件-动作规则做出反应,其反应信息传给动作模块,动作模块接收动作信息,并将所接收的动作作用于外部环境。

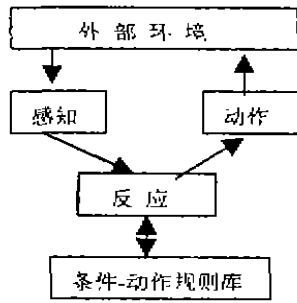


图 1 反应式 Agent 的基本结构

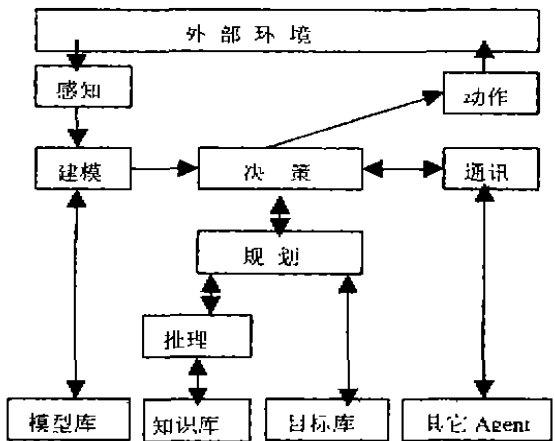


图 2 认知式 Agent 的基本结构

(2)认知式 Agent,是具有内部状态的智能型 Agent,它除具有反应式 Agent 的感知和动作功能外,还具有知识表示、推理、决策、规划、通讯等功能,其基本结构如图 2 所示。其中,建模模块的主要任务是根据当前感知信息和模型对近期情况作出预测,并负责维护和更新模型库。决策模块主要负责各模块间的协调工作,即对建模模块的预测、通讯模块的请求或应答信息、规划模块的行动计划等进行冲突消解或检查,并决定当前的动作和通讯。规划模块的主要任务是根据需

要从目标库、知识库等中提取有关信息进行处理,产生出近期行动规划,并将此规划交给决策模块。通讯模块主要负责与其它 Agent 的联系,它把其它 Agent 的请求或应答信号传给决策模块,或把决策模块生成的协作协商信息送给其它 Agent。

认知 Agent 又可根据其知识库中的知识表示形式分为抽象思维 Agent 和形象思维 Agent 两种。如果 Agent 中的知识是以符号形式表示的,则此类 Agent 称为抽象思维 Agent。如果 Agent 中的知识是以神经计算形式表示的,则此类 Agent 称为形象思维 Agent。

此外,反应式 Agent 和认知 Agent 仅是 Agent 的两种最基本结构,实用中的 Agent 还可以同时具备反应式 Agent 和认知 Agent 的两种功能,这样的 Agent 称为复合式 Agent。

2.2.2 多 Agent 协调与协作 多 Agent 协调(Multi-agent Coordination)和多 Agent 协作(Multi-agent Cooperation)是多 Agent 系统研究的核心问题之一。多 Agent 协调是指具有不同目标的多个 Agent 通过对其目标和资源使用的合理安排与调整,去最大程度地实现各自目标。多 Agent 协作是指相互合作的多个 Agent 通过调整各自的行为,去完成共同目标。可见,协调是 Agent 对环境的适应,协调的原因往往是因为有其它 Agent 的意图存在,使 Agent 被迫改变自身的意图,而多 Agent 协作则是 Agent 一种主动行为。非对抗性 Agent 之间的协作实际上是 Agent 协调的一种特例。

多 Agent 系统实现协调的方法大致可分为显式协调和隐式协调两种^[1]。前者是多 Agent 系统早期所使用的一种协调方法,它要求系统的 Agent 内应具有明确的协调机制,这种协调机制能够对可能的交互进行推理,必要时还可以进行协商。隐式协调是多 Agent 系统中的一种新的协调方法,它为 Agent 规定了一套规则,并要求每个 Agent 都必须遵循这套规则。

3 分布式专家系统

目前,专家系统范型可分为三类。一类是传统专家系统,另一类是面向对象专家系统,第三类是分布式专家系统。传统专家系统的基本结构包括知识库、推理机、数据库、知识获取、用户界面。面向对象专家系统将知识库和推理机融为一体,用对象的属性来表示知识,用对象的方法来实现推理^[3-10]。分布式专家系统由一系列相对独立的 Agent 构成。在这三种类型的专家系统中,传统专家系统和面向对象专家系统都是单专家、单知识源的封闭式系统结构,而分布式专家系统(Distributed Expert Systems,简称 DES)则不同,它是一种

(下转封四)

(上接第 12 页)

可以实现分布式处理和具有多专家、多知识源协同能力的分布式系统结构。

对分布式专家系统, Agent 既是系统的基本构成单位, 又是系统的独立运行实体。分布式专家系统中 Agent 的类型, 可从体系结构的角度分为管理类 Agent 和应用类 Agent^[1] 两种。管理类 Agent 用于实现 Agent 之间的通讯和各种系统管理功能, 应用类 Agent 用于实现数据库、知识库等系统设施和完成计算、推理、控制、决策等系统功能。在分布式专家系统中, 单个专家的功能由单个 Agent 来实现, 多专家之间的协调、协作由多 Agent 系统的协调协作功能来实现。分布式专家系统的智能一方面体现在单个 Agent 的智能上, 另一方面也体现在多 Agent 的协调协作机制上。在知识表示和知识获取方面, 分布式专家系统可以把系统的使用者也看作系统的一部分, 即让用户作为一个具有较强能力的 Agent 去参与系统活动。这样的系统实际上是一种人机共栖的集成系统。这种集成系统具有较强的适应能力, 它能够使系统在一个不完备集中开始运行, 并最终达到所需目标。因此, 在用分布式专家系统解决具体问题时, 就下一定要求事先给出问题的完整结构和最终目标, 也不需要过分强调知识获取与知识表示对专家系统的决定性作用, 它比传统专家系统前进了一大步。

在推理方面, 分布式专家系统采用的推理过程是“感知-推理-动作”循环模式。而传统专家系统采用的推理过程则是在严密逻辑结构下的“匹配-动作”循环模式, 和传统专家系统的刚性推理机制相比, 其推理机制体现了柔性控制和知识进化的特征。

在学习方面, 分布式专家系统的学习方式主要包括集中的独立式学习和分布式的汇集式学习两种形式^[2]。其中, 集中的独立式学习是指单个 Agent 所具

有的如解释学习、归纳学习等学习能力。分布的汇集式学习是指多 Agent 之间所采用的群体归纳 (Group Induction) 学习方式^[3]。群体归纳的学习过程为: 首先由单个 Agent 通过各自的观察形成假设, 然后由诸 Agent 各自为修正这一假设寻找新的证据和进行评价, 直到此概念能被所有 Agent 的观察所证实和所有 Agent 的信念所支持为止。此外, 分布式专家系统中的 Agent 还可以随时从其它 Agent 或从用户这个具有较强能力的 Agent 中学到所需知识。

参考文献

- 1 史忠植. 高级人工智能. 科学出版社, 1998 第一版
- 2 周立柱, 等. Internet 环境中的软件 Agent. 计算机科学, 1999, 26(3)
- 3 王文杰. 多主体系统对其他主体的研究. 计算机研究与发展, 1998, 35(11)
- 4 吴建林, 等. 专家系统与多 Agent 协作系统. 计算机科学, 1998, 25(4)
- 5 周立柱, 等. Agent 行为及其新的服务方式. 计算机科学, 1999, 26(3)
- 6 路军, 等. “信息-愿望-意向”Agent 的研究与进展. 计算机科学, 1999, 26(2)
- 7 马光伟, 等. Agent 思维状态模型. 软件学报, 1999, 10(4)
- 8 李建民, 等. DAI 中多 Agent 协调方法及其分类. 计算机科学, 1998, 35(2)
- 9 王万森. 面向对象规则库设计的研究. 计算机研究与发展, 1996, 33(1)
- 10 王万森. 用面向对象方法建立框架库的研究. 计算机科学, 1996, 23(3)
- 11 林守勋, 等. 多 Agent 协同工作环境 MACE. 计算机学报, 1998, 21(2)
- 12 鲍钟峻, 等. 采用多 Agent 模型的协同编著系统的设计与实现. 计算机研究与发展, 1998, 35(11)

计算机科学

(1974 年 1 月创刊)

第 26 卷第 11 期

1999 年 11 月 25 日出版

中国标准刊号: ISSN 1002-137X
CN50-1075/TP

定价: 7.50 元 国外定价: 5 美元

邮发代号: 78-68

发行范围: 国内外公开

主管单位: 国家科学技术部

主办单位: 国家科技部西南信息中心

编辑出版: 《计算机科学》杂志社

重庆市渝中区胜利路 132 号 邮政编码: 400015

电话: (023) 63500828 传真: (023) 63502473

主 编: 朱宗元

印刷者: 国家科技部西南信息中心印刷厂

总发行处: 重 庆 市 邮 政 局

订购处: 全 国 各 地 邮 政 局

国外总发行: 中国国际图书贸易总公司 (北京 399 信箱)

国外代号: 6210M