

艾真体—分布式人工智能研究的新课题

Agent-A New Research Topic for DAI

蔡自兴

(中南大学信息科学与工程学院 长沙410083)

Abstract In this paper the feature and classification of the Distributed AI(DAI) are introduced, then the meaning and essential of the agent are discussed, and a suggestion for translating term of agent into Chinese is proposed. The structures and classification of the agents are investigated at last.

Keywords Distributed AI, Agent, Multi-agent system(MAS)

1 引言

随着计算机技术和人工智能的发展,以及互联网(Internet)和万维网(WWW, World Wide Web)的兴起,集中式系统已不能适应科学技术的发展需要。并行计算和分布式处理等技术(包括分布式人工智能)应运而生,并在过去20多年中获得快速发展。

计算机技术的快速发展为人工智能提供了一个很好的试验应用平台。人工智能的许多新概念、新理论和新方法又指导计算机技术向新水平发展。近代计算机通讯、计算机网络、计算机信息处理的发展以及经济、社会和军事领域对信息技术提出的更高要求,促进分布式人工智能(DAI, Distributed Artificial Intelligence)的开发与应用^[1~4]。分布式人工智能系统能够克服单个智能系统在资源、时空分布和功能上的局限性,具备并行、分布、开放和容错等优点,因而获得很快的发展,得到越来越广泛的应用。

近10年来,Agent 和多 Agent 系统的研究成为分布式人工智能研究的一个热点,引起计算机、人工智能、自动化等领域科技工作者的浓厚兴趣^[5~9]。本文在讨论分布式人工智能特点和分类的基础上,从分布式人工智能的角度研究了 Agent 的含义及要求,提出把 Agent 译为艾真体的建议,并说明其理由,以求引起讨论,得到指教和认同。

2 分布式人工智能

分布式人工智能的研究源于20世纪70年代末期。当时主要研究分布式问题求解(DPS, Distributed Problem Solving),其研究目标是要建立一个由多个子系统构成的协作系统,各子系统间协同工作对特定问题进行求解。在 DPS 系统中,把待解决的问题分解为一些子任务,并为每个子任务设计一个问题求解的任务执行子系统。通过交互作用策略,把系统设计集成为一个统一的整体,并采用自顶向下的设计方法,保证问题处理系统能够满足顶部给定的要求。

2.1 分布式人工智能的特点

分布式人工智能系统具有如下特点:

(1)分布性 整个系统的信息,包括数据、知识和控制等,无论在逻辑上或者物理上都是分布的,不存在全局控制和全局数据存储。系统中各路径和结点能够并行地求解问题,从而提高子系统的求解效率。

(2)连接性 在问题求解过程中,各个子系统和求解机构

通过计算机网络相互连接,降低了求解问题通讯代价和求解代价。

(3)协作性 各子系统协调工作,能够求解单个机构难以解决或者无法解决的困难问题。多领域专家可以协作求解单领域或者单个专家无法解决的问题,提高求解能力,扩大应用领域。

(4)开放性 通过网络互连和系统的分布,便于扩充系统规模,使系统具有比单个系统广大得多的开发性和灵活性。

(5)容错性 系统具有较多的冗余处理结点、通讯路径和知识,能够使系统在出现故障时,仅仅降低响应速度或求解精度,以保持系统正常工作,提高工作可靠性。

(6)独立性 系统把求解任务归约为几个相对独立的子任务,从而降低了各个处理结点和子系统问题求解的复杂性,也降低了软件设计开发的复杂性。

2.2 分布式人工智能的分类

分布式人工智能一般分为分布式问题求解和多 Agent 系统(MAS, Multi-agent System)两种类型。DPS 研究如何在多个合作的和共享知识的模块、结点或子系统之间划分任务,并求解问题。MAS 则研究如何在一群自主的 agent 间进行智能行为的协调。两者的共同点在于研究如何对资源、知识、控制等进行划分。两者的不同点在于, DPS 往往需要有全局的问题、概念模型和成功标准;而 MAS 则包含多个局部的问题、概念模型和成功标准。DPS 的研究目标在于建立大粒度的协作群体,通过各群体的协作突破问题求解,并采用自顶向下的设计方法。MAS 却采用自底向上的设计方法,首先定义各自分散自主的 agent,然后研究怎样完成实际任务的问题求解;各个 agent 之间的关系并不一定是协作的,也可能是竞争甚至是对抗的关系。

上述对分布式人工智能的分类并非绝对和完善。有些人认为 MAS 基本上就是分布式人工智能, DPS 仅是 MAS 研究的一个子集,他们提出,当满足下列三个假设时, MAS 就成为 DPS 系统:(1)agent 友好;(2)目标共同;(3)集中设计。显然,持这种看法的人极大地扩大了 MAS 的研究和应用领域。正是由于 MAS 具有更大的灵活性,更能体现人类社会智能,更适应开放的和动态的世界环境,因而引起许多学科及其研究者的热烈兴趣和高度重视。

3 艾真体及其要素

Agent 在英语中是个多义词,主要含有主动者、代理人、

蔡自兴 教授,博士导师。

作用力(因素)或媒介物(体)等^[6,7]。在信息技术,尤其是人工智能和计算机领域,可把 agent 看作能够通过传感器感知其环境,并借助执行器作用于该环境的任何事物。对于人 agent,其传感器为眼睛、耳朵和其它感官,其执行器为手、腿、嘴和其它身体部分。对于机器人 agent,其传感器为摄像机和红外测距器等,而各种马达则为其执行器。对于软件 agent,则通过编码位的字符串进行感知和作用^[10]。图1表示 Agent 通过传感器和执行器与环境的交互作用。

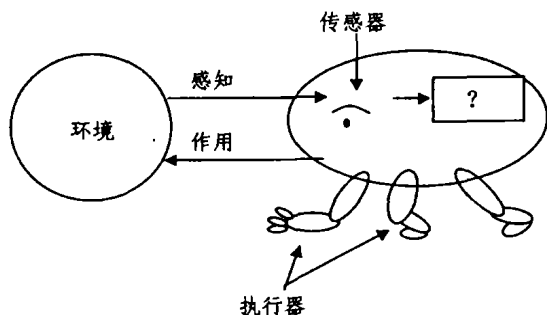


图1 Agent 与环境的交互作用

3.1 Agent 的译法

目前国内对 agent 尚无公认的统一译法。有的译为主体、智能主体或智能体,也有的使用原文而不译为中文。还有些人把 agent 译为代理、媒体、个体或实体。那些沿用英文原文的人,采取了比较慎重的态度,以便国内同行们继续研究它的译法,争取翻译得更加确切和完善。因此,大家可就 agent 的译法畅所欲言,经过讨论或争论,求同存异,最终获得共识。

本着上述认识,特提出把 agent 译为“艾真体”的建议,其理由如下:

(1)一种比较普遍的观点认为,agent 是一种通过传感器感知其环境,并通过执行器作用于该环境的实体。这个实体也可叫做“真体”。因此,可以把艾真体定义为从感知序列到实体动作的映射。

(2)agent 的读音为“艾金特”,其相近发音为“艾真体”。

(3)“艾真体”能够在十分广泛的领域内得到认可。例如,它可以表示具有某些智能行为的某种个体或主体;也可以表示控制系统中的对象、过程或装置;还可以表示程序和系统或子系统等。艾真体所处的环境可以是实时环境,也可以是虚拟世界。

(4)历史上,把英文或其它外文名词术语按发音或其近似发音翻译成中文的成功先例很多。例如,把 motor 译为摩托、马达, taxi 译为的士, bus 译为巴士, tractor 译为拖拉机, modern 译为摩登, robust 译为鲁棒等。世界各种语言都把 robot 音译为“罗伯特”,而只有中文译为“机器人”。这种译法未能表示 robot 的真切含义,导致了国人对机器人的误解。可见,如果找不到一个确切和公认的译法,那么,采用音译或准音译,仍不失为一良策。

鉴于以上理由和其它一些理由,建议把“agent”译为“艾真体”,并在本文的后继部分使用这一译法。因此,可把多 agent 系统(MAS)译为多艾真体系统,把 intelligent agent 译为智能艾真体。

3.2 艾真体的要素

艾真体必须利用知识修改其内部状态(心理状态),以适应环境变化和协作求解的需要。艾真体的行动受其心理状态驱动。人类心理状态的要素有认知(信念、知识、学习等)、情感

(愿望、兴趣、爱好等)和意向(意图、目标、规划和承诺等)三种。着重研究信念(belief)、愿望(desire)和意图(intention)的关系及其形式化描述,力图建立艾真体的 BDI(信念、愿望和意图)模型,已成为艾真体理论模型研究的主要方向。

信念、愿望、意图与行为具有某种因果关系,如图2所示。其中,信念描述艾真体对环境的认识,表示可能发生的状态。愿望从信念直接得到,描述艾真体对可能发生情景的判断。意图来自愿望,制约艾真体,是目标的组成部分。



图2 BDI 关系图

布拉特曼(Bratman)的哲学思想对心理状态研究产生深刻影响。1987年,他从哲学上研究行为意图,认为只有保持信念、愿望和意图的理性平衡,才能有效地实现问题求解。他还认为,在某个开放的世界(环境)中,理性艾真体的行为不能由信念、愿望及两者组成的规划直接驱动,在愿望和规划间还存在一个基于信念的意图。在这样的环境中,这个意图制约了理性艾真体的行为。理性平衡是使理性艾真体的行为与环境特性相适应。环境特性不仅包括环境客观条件,而且涉及环境的社会团体因素^[11]。对于每种可能的感知序列,在感知序列所提供证据和艾真体内部知识的基础上,一个理想的理性艾真体的期望动作应使其性能测度为最大。

在过去的20多年中,在艾真体和 MAS 的建模方面进行大量研究工作,几乎所有研究工作都以实现布拉特曼的哲学思想为目标。不过,这些研究都未能完全实现布拉特曼的哲学模型,仍然存在一些尚待进一步研究解决的问题,如艾真体模型与结构的映射关系、建造艾真体系统的计算复杂性以及艾真体问题求解与心理状态关系的表示等问题。

3.3 艾真体的特性

艾真体与分布式人工智能系统一样具有协作性、适应性等特性。此外,艾真体还具有自主性、交互性以及持续性等重要性质。

(1)行为自主性 艾真体能够控制它的自身行为,其行为是主动的、自发的和有目标和意图的,并能根据目标和环境要求对短期行为做出规划。

(2)作用交互性 艾真体能够与环境交互作用,能够感知其所处环境,并借助自己的行为结果,改变该环境。此外,艾真体之间能够交换信息,艾真体也能与人进行交互作用和任务协商,以实现各艾真体间的任务分配与协调。

(3)运行持续性 艾真体的程序在启动后,能够在相当长的一段时间内维持运行状态,不随运算的停止而立即结束运行。

(4)结构分布性 在物理上或逻辑上分布和异构的实体(或真体),如主动数据库、知识库、控制器、决策体、感知器和执行器等,在多艾真体系统中具有分布式结构,便于技术集成、资源共享、性能优化和系统整合。

艾真体可用以模拟现实世界和社会中人的理性行为,也能够对不断变化的真实环境进行行为规划、建模和预测,并借助通讯实现艾真体间的协商和协作。

4 艾真体的结构和分类

4.1 艾真体的结构

艾真体系统是个高度开放的智能系统,其结构如何将直

接影响到系统的智能和性能。例如,一个在未知环境中自主移动的机器人需要对它面对的各种复杂地形、地貌、通道状况及环境信息做出实时感知和决策,控制执行机构完成各种运动操作,实现导航、跟踪、越野等功能,并保证移动机器人处于最佳的运动状态。这就要求构成该移动机器人系统的各个艾真体有一个合理和先进的体系结构,保证各艾真体自主地完成局部问题求解任务,显示出较高的求解能力,并通过各艾真体间的协作完成全局任务^[10]。

人工智能的任务就是设计艾真体程序,即实现艾真体从感知到动作的映射函数。这种艾真体程序需要在某种称为结构的计算设备上运行。这种结构可以是一台普通的计算机,或者可能包含执行某种任务的特定硬件。还可能包括在计算机和艾真体程序间提供某种程度隔离的软件,以便在更高层次上进行编程。一般上,体系结构使得传感器的感知对程序可用,运行程序并把该程序的作用选择反馈给执行器。可见,艾真体、体系结构和程序之间具有如下关系:

艾真体 = 体系结构 + 程序

计算机系统为艾真体的开发和运行提供软件和硬件环境,使各个艾真体依据全局状态协调地完成各项任务。

(1)在计算机系统中,艾真体相当于一个独立的功能模块,独立的计算机应用系统,它含有独立的外部设备、输入/输出驱动装备、各种功能操作处理程序、数据结构和相应输出。

(2)艾真体程序的核心部分叫做决策生成器或问题求解器,起到主控作用,它接收全局状态、任务和时序等信息,指挥相应的功能操作程序模块工作,并把内部工作状态和执行的重要结果送至全局数据库。艾真体的全局数据库设有存放艾真体状态、参数和重要结果的数据库,供总体协调使用。

(3)艾真体的运行是一个或多个进程,并接受总体调度。特别是当系统的工作状态随工作环境而经常变化时以及各艾真体的具体任务时常变更时,更需搞好总体协调。

(4)各个艾真体在多个计算机 CPU 上并行运行,其运行环境由体系结构支持。体系结构还提供共享资源(黑板系统)、艾真体间的通讯工具和艾真体间的总体协调,使各艾真体在统一目标下并行协调地工作。

4.2 艾真体的分类

根据上述讨论,可把艾真体看作从感知序列到实体动作的映射。根据人类思维的不同层次,可把艾真体分为下列几类^[10, 12, 13]。

(1)反应式艾真体 反应式(reflex 或 reactive)艾真体只简单地对外部刺激产生响应,没有任何内部状态。每个艾真体既是客户,又是服务器。根据程序提出请求或做出回答。图3表示反应式艾真体的结构示意图,图中,艾真体的条件-作用规则使感知和动作连接起来。把这种连接称为一条条件-作用规则。

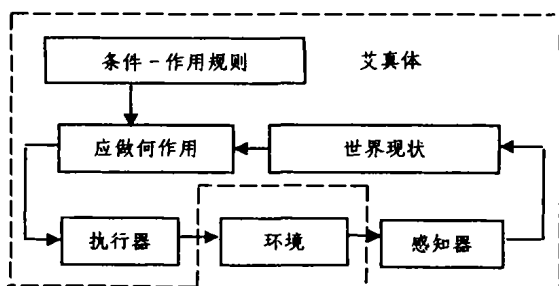


图3 反应式艾真体结构

(2)跟踪世界的艾真体 上述简单的反应式艾真体只有在现有感知基础上才能做出正确的决策。随时更新内部状态信息要求把两种知识编入艾真体的程序,即关于世界如何独立地发展艾真体的信息以及艾真体自身作用如何影响世界的信息。图4给出一种具有内部状态的反应式艾真体的结构图,表示出现有的感知信息怎样与原有的内部状态相结合以产生现有状态的更新描述。与解释状态的现有知识的新感知一样,也采用了有关世界如何跟踪其未知部分的信息,还必须知道艾真体对世界状态有哪些作用。具有内部状态的反应式艾真体通过找到一条条件与现有环境匹配的规则进行工作,然后执行与规则相关的作用。

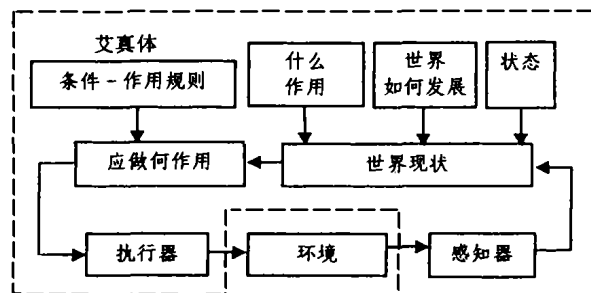


图4 具有内部状态的艾真体结构

(3)基于目标的艾真体 仅仅了解现有状态对决策来说往往是不够的,艾真体还需要某种描述环境情况的目标信息。艾真体的程序能够与可能的作用结果信息结合起来,以便选择达到目标的行为。这类艾真体的决策基本上与前面所述的条件-作用规则不同。反应式艾真体中有的信息没有明确使用,而设计者已预先计算好各种正确作用。对于反应式艾真体,还必须重写大量的条件-作用规则。基于目标的艾真体在实现目标方面更灵活,只要指定新的目标,就能够产生新的作用。图5表示基于目标艾真体的结构。

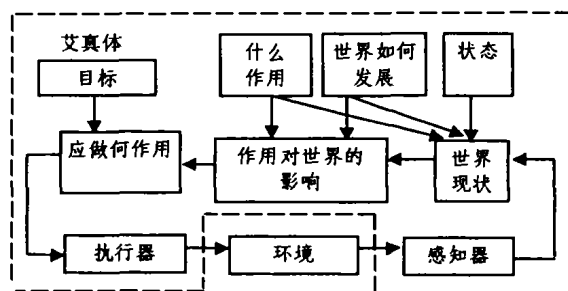


图5 一个具有显式目标的艾真体

(4)基于效果的艾真体 只有目标实际上不足以产生高质量的作用。如果一个世界状态优于另一状态,那么它对艾真体就有更好的效果(utility)。因此,效果是一种把一种状态映射到实数的函数,该函数描述了相关的满意程度。一个完整规范的效果函数允许对两类情况做出理性的决策。第一,当艾真体只有一些目标可以实现时,效果函数指定合适的交替。第二,当艾真体存在多个瞄准目标而没有哪个一定能够实现时,效果(函数)提供了一种根据目标的重要性来掂估成功可能性的方法。因此,一个具有显式效果函数的艾真体能够做出理性的决策,不过,必须比较由不同作用获得的效果。图6给出一个完整的基于效果的艾真体结构。

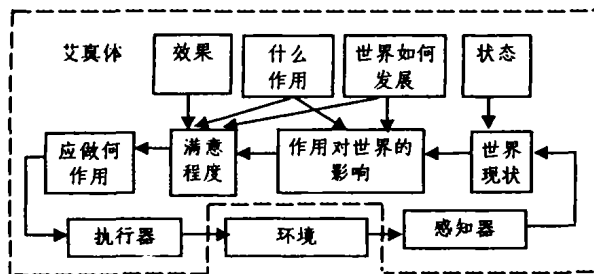


图6 基于效果的艾真体结构

(5) 复合式艾真体 复合式艾真体即在一个艾真体内组合多种相对独立和并行执行的智能形态，其结构包括感知、动作、反应、建模、规划、通信和决策等模块^[13]，如图7所示。艾真体通过感知模块来反映现实世界，并对环境信息做出一个抽象，再送到不同的处理模块。若感知到简单或紧急情况，信息被送入反射模块，做出决定，并把动作命令送到行动模块，产生相应的动作。

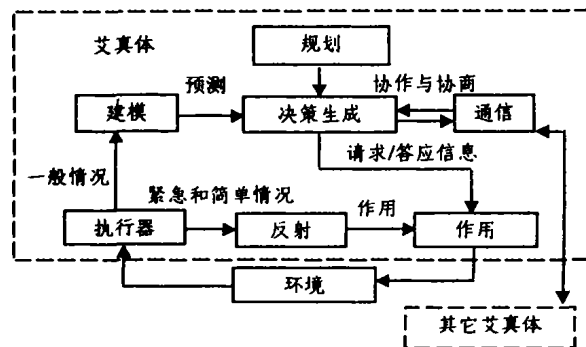


图7 复合式艾真体的结构

结束语 本文所讨论的艾真体和多艾真体系统是分布式人工智能的重要研究方向，具有重要的理论意义和应用价值。特别是当前国内外分布式计算和网络技术的快速发展，使得

艾真体和多艾真体系统具有广阔的应用背景，在工业和商业等领域得到广泛的应用。

文中对 agent 的中文译法给出的建议，即译为艾真体，是在与许多专家和高校师生讨论后得出的。在中文文献中，长期使用一个外文术语是欠妥的；当该术语的出现频度很高时，更是如此。希望并建议能够引起讨论，集思广益，并在此基础上得到共识。

参考文献

- 1 Bode A H, Gasser L. Readings of Distributed Artificial Intelligence. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1998
- 2 Mataric M. A Distributed Model for Mobile Robot Environment Learning and Navigation: [Technical Report]. AI Lab, MIT, Cambridge, MA, 1990
- 3 石纯一, 王克宏, 等. 分布式人工智能进展. 模式识别与人工智能, 1995, 8(s): 73~92
- 4 祝明发. 分布式人工智能. 计算机研究与发展, 1990, 27(10): 7~18
- 5 Nilsson N J. Artificial Intelligence: A New Synthesis. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1998
- 6 Lux S D. Understanding cooperation: an agent perspective. In: Proc. of the First Intl. Conf. on Multiagent Systems, San Francisco, 1995
- 7 史忠植. 智能体及其应用. 北京: 科学出版社, 2000
- 8 王怀明, 吴泉源, 高洪奎, 等. 基于 Agent 的分布式计算环境. 计算机学报, 1996, 19(3): 197~201
- 9 Wooldridge M, Jennings N R. Intelligent Agents: Theory and Practice. The Knowledge Engineering Review, 1995, 10(2): 115~152
- 10 Russel S J, Norvig P. Artificial Intelligence, A Modern Approach. New Jersey: Prentice Hall, 1995
- 11 Shoham Y, Tennenholtz M. On Social Laws for Artificial Agent Societies: Off-line Design. Artificial Intelligence, 1995, 73: 231~252
- 12 吴喜明. 基于智能体的分布式智能机器人体系结构的研究: [浙江大学博士学位论文]. 浙江杭州, 1995
- 13 史忠植. 高级人工智能. 北京: 科学出版社, 1998

(上接第119页)

(2) 公司每季度促销与收入的情况(1997年)

在这个功能数据分析中, 包括两方面的数据分析, 第一个是公司的季度收入情况分析, 代码如下:

```
select
[quarter] as 'quarter', store_sales as 'store sales'
from
store_sales_fact_1997, time_by_day
where
(store.store_id=sales_fact_1997.store_id) and
(time_by_day.time_id=sales_fact_1997.time_id)
order by [quarter]
compute sum(store_sales) by [quarter]
```

第二个数据分析是公司每季度的促销情况分析, 程序为:

```
select
datepart(qq, end_date) as promotiondate, cost as promotioncost
from promotion
where (datepart(yy, end_date)=1997)
order by datepart(qq, end_date)
compute sum(cost) by datepart(qq, end_date)
```

5.2 程序实现

根据前面的分析, 用 Visual Basic 语言程序实现了数据仓库的数据管理和数据分析功能, 可以作为数据分析的工具。程序功能体现在两个方面: 建立于数据仓库的连接和数据分析, 包括 OLTP 数据显示、OLAP 数据分析和 EIS 图表分析等功能。在主程序界面上, 分成数据仓库的登陆区域及数据分

析和结果显示区域, 程序实现的系统平台是 Microsoft Windows 2000 Server (或 NT), 数据库支撑平台是 Microsoft SQL Server Developer。

结束语 本文对数据体系结构的理论进行了介绍和研究, 并对数据仓库的具体构建进行了实践探索, 这仅是结合实际情况进行的一点应用方面的尝试, 数据仓库的应用性很强, 数据信息处理的方法和技术也很多, 结合实际情况, 使用相应的开发工具和软件, 可以开发出实用的应用系统。

参考文献

- 1 inmon W H. Building the data warehouse. Cole Publishing Company, 2000
- 2 Amo W C. SQL Server OLAP Developer's Guide. Microsoft Corporation (USA), 1998
- 3 Sperle E. The Enterprise Data Warehouse, Volume I: Planning, Building and Implementation, McGRAW-HILL book Company, 2000
- 4 Hunter P. Microsoft SQL Server 7.0 Data Warehousing, Prentice-Hall, 1999
- 5 Microsoft Corporation. Microsoft SQL Server 简介 (SQL Server, 包含 OLAP 服务). 北京: 微软(中国)有限公司
- 5 萨师煊, 王珊. 数据库系统概论(第三版). 北京: 高等教育出版社出版, 2002