

决策支持系统

Multi-agent

人工智能

13

计算机科学1999Vol 26No. 8

## 50-52 基于 Multi-agent 技术的决策支持系统

Decision Support System Based on Multi-agent Technology

梁义芝

刘云飞

TP399

(海军大连舰艇学院软件中心 大连 116018) (海军大连舰艇学院电教中心)

**Abstract** This paper introduces the basic ideas and methods, which are based on multi-agent technology to build the model base and human-computer interface system of DSS. By building model agent and its management system, this kind of DSS can realize the integration of model and data, model and method, and also realize the integration, sharing and reuse of model.

**Keywords** Multi-agent, Decision support system, Model base, Human-computer interface

## 1. 引言

agent 最早提出于60年代,由于当时的硬件水平与计算机科学理论水平的限制,agent 的能力不强,几乎没有影响力。近几年来,计算机的软件技术(特别是面向对象技术)、硬件技术、并行计算和分布处理技术的研究都取得了很大进展,使得分布的、合作的多 agent 系统研究有了一定的理论基础和物质基础,AI 研究者又开始了对多 agent 系统的研究工作,并在分布式人工智能与并行分布计算领域取得了一些经验与成果,由此产生了一系列新的思想、方法、技术和语言用以规范、验证、设计和实现复杂的分布式软件系统,如基于 agent 的软件工程(ABSE)、面向 agent 的程序设计(AOP)、智能通讯语言等等。这些思想、方法、技术和语言的提出与应用,为人工智能的研究注入了新的活力,同时极大地丰富了软件开发方法和技术,被认为是促进软件开发、克服软件危机的一个重要突破口,决策支持系统作为与 AI 一样在发展过程中遇到不同程度的困难的研究领域,正是 agent 系统可以大有作为的地方,可以说 agent 集当前计算机各学科的最新研究成果于一身,同时又有有力地推动了各学科的进步与发展。

## 2. 关于 agent

agent 虽然是当前使用最为广泛的一个术语,但由于其含义通常随应用环境的变化而不同,还没有形成一个统一的、能被大多数人所接受的概念,也难以找到一个贴切的双语名词,使其能体现 agent 这个词所能包含的所有内容。目前在 AI 领域,一个能为大部分研究人员所接受的定义,是将 agent 看作

是在某一环境中持续自主发挥作用、有生命周期的计算实体。它应该具备知识、目标和能力,即:**知识**:是 agent 关于它所处的世界或它所要求解问题的描述,可将知识分为领域知识、通讯知识(协议、类型等)和控制知识(agent 间关系等);**目标**:agent 所采取的一切行为都是面向目标的,目标可以编入算法或显式给定,也可通过通讯获得;**能力**:agent 所具有的推理、决策、规划、控制等能力。

单个 agent 可以是类似于基于物理符号假设的 AI 实体,由多个 agent 组成的分布的、合作的多 agent 系统是当今 agent 研究的主要内容。作为多 agent 系统中的 agent 一般应具有以下特征:

①**自主性**:agent 能在没有人类或其他 agent 直接干预和指导的情况下持续运行,并能控制其内部状态和动作;

②**社会性**:agent 拥有其它 agent(包括人)的信息和知识,并能通过某种 agent 通讯语言 ACL 与其它 agent 进行交互、协同和合作;

③**反应性**:agent 可以理解周围的环境,并对环境的变化作出实时的响应;

④**能动性**:agent 可以主动地作出有目标的动作;

⑤**理性**:agent 没有冲突的目标,其动作和行为总是基于已有的目标,而且不会故意阻止其目标的实现;

⑥**忠诚性**:agent 的通信内容从不涉及为假的信息;

⑦**友好性**:agent 总是尽可能完成其它 agent 的请求;

此外,agent 还应具有一些人类才具有的特性,

如信念、意愿、承诺、情感等,也就是说可以将人类自身的一些知识、思想和概念应用于 agent。

目前我们所要做的主要工作是要刻画和描述 agent 的概念和特征,认识 agent 的结构,分析、理解和预测 agent 的行为以及 agent 间的交互、通讯、协同和合作。

### 3. 基于 Multi-agent 技术的 DSS 的模型库系统

DSS 的模型库系统主要涉及模型表示和模型管理方式,目前已有的模型表示方式主要有这样几种:模型表示的实体关系模型;结构化构模;面向对象的模型表示法;模型的数据表示法;模型的框架表示;模型抽象;构模语言表示模型。

模型表示方法恰当与否,直接影响模型定义、模型操纵与模型求解等具体功能。一个好的模型表示方法应支持模型与方法的集成,模型与方法的独立,支持渐近式构模,支持模型的集成、共享与重用。上述模型表示方法或实用性差(限制严格)或不支持集成或不支持模型共享与重用。

模型管理方式主要涉及模型的集成、模型与数据库的连接和模型操纵等,目前的模型管理方法存在的主要问题是模型与数据特性不匹配、模型与方法分离以及不能很好地支持模型的集成、共享与重用。

将 Multi-agent 技术引入 DSS 模型库系统,用 agent 来描述模型,一个 agent 可以描述一个简单模型,复杂模型由多个 agent 通过磋商与合作的方式形成,模型库系统即是一个多 agent 系统。利用 agent 本身具有的知识(领域知识、通讯知识、控制知识)、目标及推理、决策、规划、控制等能力,利用 agent 的自主性、社会性、反应性、能动性等特性,可使基于 Multi-agent 建造的 DSS 模型库系统较好地实现模型与数据、模型与方法的集成,实现模型的集成、共享与重用,并可大大减少模型库管理系统的工作,模型管理只是更高层次的协调与监控。

#### 3.1 模型 agent 描述

用于 DSS 模型构造的 agent (称为“模型 agent”)可有如图1所示的基本结构。

模型 agent 是一个十元组:(Aid,感知机,通讯机制,信息处理器,系统状态,知识库,推理机,目标,模型处理器,效应器),其定义如下:

〈模型 agent〉 ::= (Aid)〈感知机〉〈通讯机制〉  
 〈信息处理器〉〈系统状态〉〈知识库〉〈推理机〉〈目标〉  
 〈模型处理器〉〈效应器〉

(Aid) ::= (模型 agent 名)

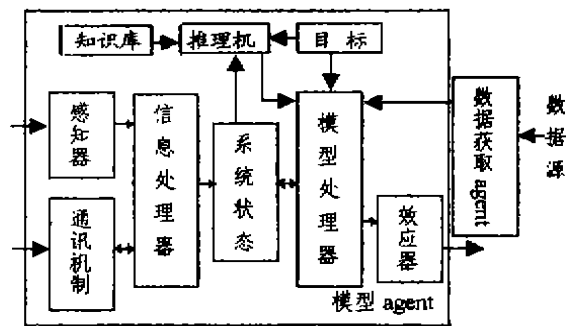


图1 模型 agent 的基本结构

- 〈感知机〉 ::= (激活条件)〈信息流〉
- 〈通讯机制〉 ::= (通讯原理)〈通讯内容〉
- 〈信息处理器〉 ::= (信息过滤器)〈类比匹配机制〉〈内部执行机制〉
- 〈系统状态〉 ::= (系统当前状态)〈模型运行条件〉
- 〈知识库〉 ::= (内部库)〈外部库〉
- 〈推理机〉 ::= (能力环境分析器)〈分析推理机〉
- 〈目标〉 ::= (总目标)〈任务表〉
- 〈模型处理器〉 ::= (模型运行激发环境)〈模型内核〉〈信息输出〉
- 〈效应器〉 ::= (信息接受器)〈事务处理描述〉

若是非常简单的模型则可省略“知识库”与“推理机”,由“目标”和“系统状态”直接触发模型处理器运行。

#### 3.2 模型 agent 管理

模型库管理系统通过对多个模型 agent 的管理完成其模型管理功能,模型库管理系统也是由多 agent 系统构成,由担负管理职能的管理 agent 完成对问题的决策、查询及对其它 agent 的控制和监督;由具有通用任务实施功能的功能 agent 协助管理 agent 完成诸如通讯管理、事件监督等系统任务。管理 agent 与功能 agent 构成一个管理群体实现对模型 agent 的管理,以完成模型生成、模型合成及模型运行,并实现各种系统集成及模型的重用与共享。其管理层次如图2所示。

多 agent 系统中需解决的难点问题任务是任务分解、任务分配和 agent 之间的磋商。由于模型库系统中的模型均是可以完成某一种任务的模型,使用时一般不需要改变其结构与功能,因此用多 agent 设计的模型库系统可以比一般的多 agent 系统简单。将问题划分到子问题,由单个的 agent 尽可能完全地负责某个子问题,使用时 agent 间可以用有共同

目标的合作方式进行协商合作,以实现模型的动态连接与重组,这样可以减少通讯量以及协商的难度,同时将每个 agent 限制在其问题领域中,agent 的领域间不重叠,也可避免冗余推理。

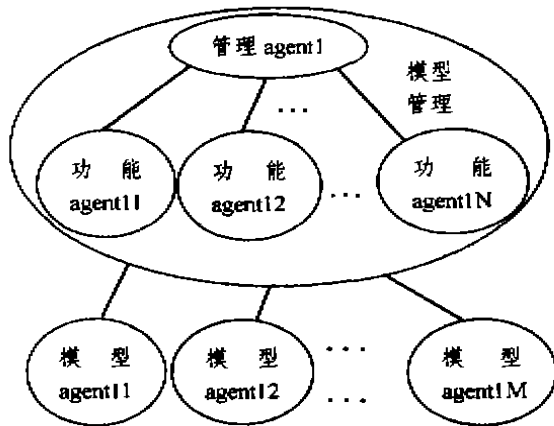


图2 多agent模型管理层次

由于agent的独立性和自主性,所有的agent都可以异步地加入或离开一个系统,构造或维护单个agent时也不影响系统的其它部分,这对模型库系统是非常重要的。

#### 4. 基于 Multi-agent 技术的 DSS 人机交互系统设计

决策支持系统为决策者提供辅助决策,必须是辅助和支持决策者而不是替代他们进行决策,因此决策支持系统强调决策过程的非自动化,它比一般的软件系统更需要一个界面友好的人机交互系统,近几年有关人机界面的研究与使用成果很多,人机界面系统已经从多媒体界面发展到多通道界面,并且特别注重输入界面的研究,这些都极大改善DSS中人与系统的关系。

多通道界面允许使用者用语言、手势、视线等方式与系统交互,并且这些方式可以同时使用,即可有多个通道(可接受多种输入方式)将决策者的决策信息传入DSS多通道界面系统中,系统通过多通道整合明确用户意图,形成界面交互命令并将命令传给DSS,以参与决策过程。

多通道界面的软件结构体现了结构化人机对话的设计思想,即对话、应用及界面分离的原则,将对话分解为一系列基本的交互事件,这些基本事件的不同组合就形成不同的对话过程,同一对话过程输

入不同的对话内容就形成不同的输入。在这样的系统中,每一个基本事件就可以是一个agent,对话系统成为一个多agent系统(对话agent的模式可参考模型agent,不再详述)。用agent来表示事件可实现事件的并发处理,并使事件的加入、修改、删除与组合变得非常容易,PAC模型典型地表达了这样的思想,其特点是:

(1)模型中的agent是自主对象,具有一定的内部状态,可以实现并发处理;

(2)agent是具有-定功能的模块单元,一个agent可被另一个agent替代而不影响交互系统的其它部分,这样系统的开放性较好。

用agent将DSS的人机交互系统设计成一个具有多通道界面的人机交互系统应是目前DSS的一个努力与发展方向,随着多agent系统理论与方法的不断完善,其应用会更加广泛。

#### 参考文献

- 1 Demazeau Y, et al. Decentralized Artificial Intelligence. In: Demazeau Y, ed. Proc. of the First European Workshop on Modelling Autonomous Agent in a Multi-agent World. Cambridge, England, 1989. 16~18
- 2 Coutaz J. An Object Oriented Model for Dialog Design. In: Proc. Interact' 87. North Holland, 1987
- 3 Wooldridge M, et al. Intelligent Agents: Theory and Practice. Knowledge Engineering Review, 1995, 10(2)
- 4 Wooldridge M. Time, Knowledge, and Choice. Intelligent Agent: Theories, Architectures, and Languages. Springer-Verlag, 1995
- 5 Shoham Y. Agent-oriented programming. Artificial Intelligence, 1993, 60
- 6 Goodwin R. Formalizing properties of agents. [TRC-MU, CS-93-159]. Carnegie Mellon University, Stanford, 1992
- 7 黄梯云,等. 模型管理系统及其发展. 管理科学学报, 1998
- 8 Geoffrion A M. The SML language for structured modeling, level 1 and 2. Operations Research, 1992, 40(1)
- 9 Jian M. An object-oriented framework for model management. Decision Support Systems, 1995
- 10 Hong. Inheritance and instantiation in model management. In: Hawaii Intl. Conf. on System Science. Western Periodicals Company, 1990
- 11 Dolk D R, Konsynski B R. Knowledge representation for model management systems. IEEE Transactions on Software Engineering, 1984, 10(6)
- 12 Dutta A, Basu A. An artificial intelligence approach to model management in decision support system. IEEE Computer, 1984, 9
- 13 Liang T P. Development of a knowledge-based model management system. Operations Research, 1988, 26(6)