

文章编号: 1000-582X(2003)01-0054-04

# 面向组织动态联盟的多 Agent 的 GDSS 体系结构<sup>\*</sup>

李琴, 石为人, 金艳

(重庆大学自动化学院, 重庆 400044)

**摘要:** 重大战略决策系统是一个开放的复杂巨系统, 其结构复杂、非结构化程度高, 实现难度大, 是群决策支持系统研究的难点之一。为了更加有效地利用和组织参与决策的部门, 通过分析多 Agent 和动态联盟的特点, 提出将多 Agent 与动态联盟相结合的思想, 建立了面向组织动态联盟的 Multi-Agent 的群体决策支持系统的体系结构。系统采用战略层、战术层和操作层的三层体系结构是有效组织多部门决策的重要手段。各部门决策层由多 Agent 构成完整子决策系统, 使得部门决策层既可以单独使用, 也可以作为动态联盟组织的一部分参与重大战略决策, 提高了系统的灵活性。

**关键词:** 动态联盟; 多智能体; 群体决策支持系统

**中图分类号:** C934

**文献标识码:** A

重大战略决策系统是一个开放的复杂巨系统, 其决策过程涉及多方面、多部门, 其决策问题的非结构化程度和复杂性也较高, 为多部门集成的群体决策过程提供决策支持, 是非常复杂, 而且是十分必要的。

随着分布式人工智能技术的发展, 多 Agent (Multi-Agent System, MAS) 技术的研究成为分布式人工智能研究的一个重要分支, 它的目标是将大的复杂系统 (软硬件系统) 建造成小的、彼此相互通讯及协调的、易于管理的系统。基于多 Agent 系统具有分布性、协调性、自组织能力、学习和推理能力等优点, 笔者提出将多 Agent 技术引入政府部门重大战略决策支持系统的构建过程, 该方法为有效实现群决策支持系统提供了新的思路。

鉴于不同的决策问题涉及不同的决策部门群, 为了更加有效地利用和组织参与决策的部门, 在文中引入动态联盟的思想, 即根据决策目标的不同, 动态地将常态时处于自治状态的部门决策系统组成临时的部门联盟, 在同一目标的驱使下, 联盟成员共同协调合作完成战略决策的全过程, 为此提出了建立面向部门动态联盟、基于多 Agent 的群决策支持系统 (GDSS) 的系统框架。

## 1 面向 Agent 技术 AOT 与多 Agent 系统<sup>[1-2]</sup>

Agent 技术最早于 20 世纪 70 年代出现在人工智

能领域。80 年代中后期, 从事分布式人工智能 (DAI) 计算机科学的研究人员开始对 Agent 进行研究, 在此期间关于 Agent 的研究和应用得到了迅猛的发展。90 年代以来逐步成为人工智能的目标和核心。

迄今, Agent 还没有一个统一和权威的定义, 但其基本思想是“使软件实体能够模拟人类的社会行为和社会观, 即人类社会的组织形式、协作关系、进化机制, 以及认知、思维和解决问题的方式”<sup>[1]</sup>。Agent 技术是传统对象技术的发展和飞跃, 具有强大的开放性、灵活性、适应性和协作性, 它是人工智能技术实用化的集中体现。其最大特点是具有一定的智能及良好的灵活性, 特别适合对复杂、协同和难以预测的问题进行处理。

Agent 技术的两个主要发展方向是构筑结构复杂、知识丰富和功能强大的单 Agent 系统和由多个机构简单的 Agent 组成一个多 Agent 系统 (MAS)。通过多个 Agent 之间的协作, 使整个系统具有丰富的知识和强大的功能。本文构建系统的思想是由多个机构简单的 Agent 组成的一个多 Agent 系统 (MAS)。

## 2 AOT 与动态联盟结合<sup>[3-4]</sup>

部门动态联盟是指由多个与决策问题相关, 具有独立决策能力的政府决策部门进行临时性的合作, 共

\* 收稿日期: 2002-09-05

基金项目: 重庆市应用基础研究项目 (6802)

作者简介: 李琴 (1977-), 女, 江西人, 重庆大学自动化学院硕士研究生。主要研究方向: 网络信息服务, 智能信息处理。

同完成一个复杂的战略决策任务的联合体。处于盟主地位的战略决策层发起动态联盟组建过程,决策联盟体的每个成员都专注于自己的核心能力,并采用外部协作的战略方针对目标决策问题进行求解。建立政府部门动态联盟的目标是以最广泛的信息搜集渠道、最快的反应速度,及时准确地完成复杂决策问题的求解。动态联盟随决策问题的产生而产生,随决策问题的完成而解散。

动态联盟是一个体系结构,因此它包含单元技术, Agent 以其智能性、群体性、开放性、灵活性、适应性和协作性成为动态联盟体系实现的理想的单元技术。而 GDSS 取得成功的必要条件之一是与组织成员的集成。在联盟中具有不同作用的成员聚集在一起,使用 GDSS 完成决策,因此如何建立动态联盟部门组织与管理机制将直接影响动态联盟组织的决策效率和决策质量。动态联盟的建立要从系统论的高度,强调集成与优化、系统发展模式 and 协同关系。

### 3 系统体系结构和功能

政府部门的重大战略决策常需要通过处在不同空间位置、在管理组织的层次结构中又处在不同层次上的管理人员共同参与,通过全体参与者对备选方案的评估和调整,共同选择最合适的方案。本系统采用分布式人工智能技术 DAI 可将决策问题化解为多个具有层次结构的分问题,运用大系统分解协调方法求得满意解,从而减少系统建模求解的复杂性。

在各网络结点上建有相互独立、自主的 Agent 决策群,支持部门内部的决策过程,同时动态地作为联盟的成员单元。当出现重大战略决策问题时,由处于盟主地位的战略决策层 Agent 系统向与相关决策目标的部门决策层系统发出号召,组成一个有时限性的决策联盟体。战略决策层 Agent 群负责将总目标分解为分目标集,根据各部门决策层的特点将分目标下发到部门决策层,各部门决策层又可根据目标集的复杂程度,将目标集进一步分解并下发。在目标求解过程中,遇到不确定的情况,可将信息发布到公共黑板上在盟体成员间进行讨论,或者将消息发送到其他决策部门,以寻求帮助与合作。分目标完成后交由上一级决策层,进行评估和汇总。最后由战略决策层进行整合,产生最终决策结果。所有联盟体成员在同一决策目标的驱动下,通过多重 Agent 间的交互作用实现社会化组织的智能合作。内部成员间的交互与合作采用面向对象式直接消息传递和黑板系统的间接通信相结合的方式,解决系统复杂性和实时性方面的要求。

鉴于战略规划问题的复杂性和非结构性,不同层次的管理者对战略的认识和决定不能完全由计算机自动实现,而是需要随机应变,视其它管理者的改变而改变,故在战略决策层和部门决策层都要有人机交互。本系统采用以人为中心,将用户纳入系统中的人机交互方式来实现战略规划过程,形成一种人机互相激发、优势互补、共同寻求问题求解的有效途径。

#### 3.1 面向动态联盟的多智能体系统体系结构<sup>[5]</sup> (见图 1)

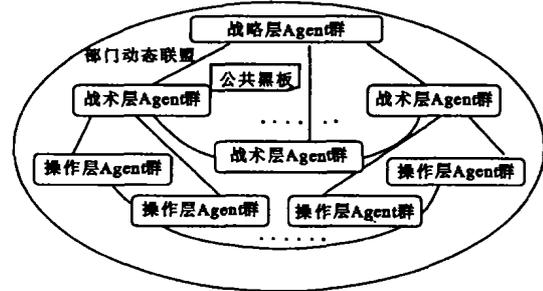


图 1 决策支持系统的总体框架

部门动态联盟组织分成战略层、战术层和操作层。战略决策层 Agent 群与实际生活中的政府领导层对应。作为动态联盟的盟主,它负责联盟的组建、发起和组织协调工作。战略决策层存有各部门决策单元的能力和特点数据,并在多次任务执行过程中通过学习修改数据内容,使其更加丰富和完善。战略决策层负责决策总目标的分解,依据分目标的特性和决策单元的特点,选出合适的战术层决策单元和操作层决策单元,并负责决策结果的最终合成。战术层负责对战略决策层分解的分目标提出相应的达标方案,并下达给操作层。操作层根据战术层的提案作出相应的执行动作。此时战略层开放公共黑板,全体成员借助黑板进行开会讨论,讨论过程中各成员可推荐新的或指出不合适的决策单元,论证通过后确定联盟的组织结构。这样形成问题层层分解,任务层层下发的紧密的组织结构。

每个网络结点的决策单元负责大规模复杂决策问题的一部分,有助于提高分析深度,改善决策质量。当联盟形成后,公共黑板为联盟成员提供资源共享和集体商讨的空间,是 Agent 之间间接通信的方式。联盟成员利用联盟系统内的数据和模型信息,具有最高的优先权,这有利于保证方案与决策行为的最优化。

#### 3.2 部门层 Agent 决策支持系统的体系结构<sup>[6-7]</sup>

部门决策支持系统作为动态联盟的成员单元,采用开放式体系结构(图 2),既可以单独使用,也可以作为动态联盟组织的成员联合使用。作为动态联盟的成

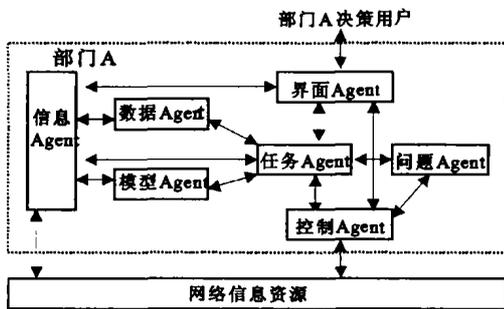


图2 部门决策支持系统结构

员时,它封装成一个整体,通过消息传递的形式与其它决策群体交互,并可上传和获取公共黑板上的信息资源。该决策支持系统是由界面 Agent、任务 Agent、信息 Agent、数据 Agent、模型 Agent、规则 Agent 构成一个 Agent 群,它们是与实际生活中的一个职能部门相对应的局部决策单元。

各类 Agent 在实际决策过程中的作用与结构是:

界面 Agent 负责与决策用户进行交互,充当用户与机器的信息沟通桥梁(见图3)。其内容包括对用户决策问题的描述,将问题描述信息传递给任务 Agent。同时接收和描述其他 Agent 希望决策用户干预的问题,反馈给决策用户。

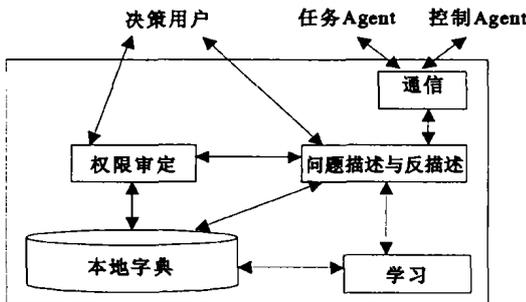


图3 界面 Agent 的结构

任务 Agent 一方面从界面 Agent 处得到决策用户的问题描述,对决策问题进行分析、求解并对问题结果进行评价(见图4)。另一方面,执行控制 Agent 指派的任务通知。在任务的执行过程中,任务 Agent 通过学习和经验的积累通知问题 Agent 更新或添加问题库的领域内容。任务 Agent 可以从模型 Agent、数据 Agent、信息 Agent 获取问题求解所需信息。遇到需要用户干预的情况,它可以通过界面 Agent 向用户获取决策指示。具体处理过程为:将要分解的决策问题(特别是一些含有非结构化成分或复杂程度较大的决策问题)在空间上进行分解,直到得到一组结构化、可映射到结构化或仍一定非结构化程度的子问题,然后将这些子问

题交由问题求解模块进行求解。

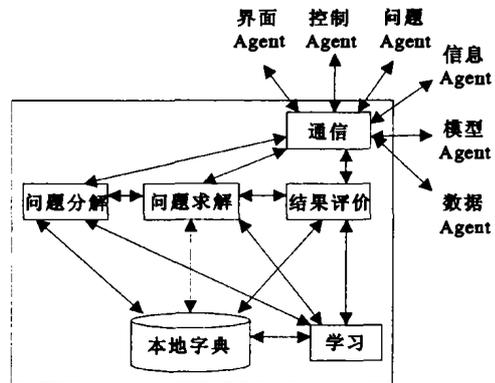


图4 任务 Agent 的结构

控制 Agent 接收动态联盟盟主的联盟号召及其决策任务分配,以及其它部门决策群的协作请求,并查阅问题 Agent 进行任务可行性判断,筛选可以接受的任务请求,通知任务 Agent 执行任务,否则反馈拒绝请求的消息(见图5)。若遇到不能判断的情况,将消息发送界面 Agent 通知决策用户进行干预。

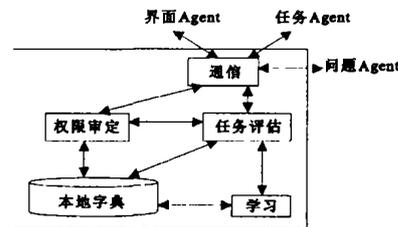
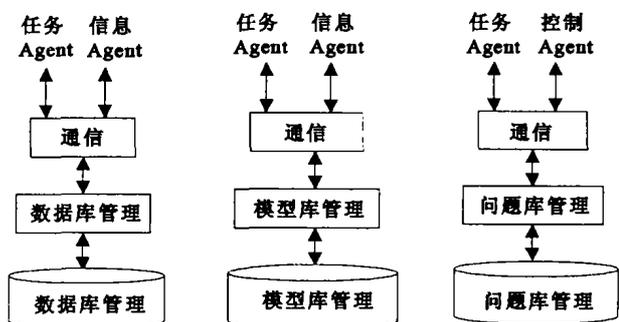


图5 控制 Agent 的结构

信息 Agent 是用来进行信息检索的智能体,采用信息 Agent 可以对网络以及决策用户的信息进行数据挖掘,并对这些信息进行管理、控制和分类。具体内容为,根据任务 Agent 的要求从网络信息资源中获取用于本部门决策信息,并将其反馈给任务 Agent,同时更新或添加到数据 Agent 和模型 Agent 中。

数据 Agent、模型 Agent、问题 Agent 分别存放数据



(a)数据 Agent 的结构 (b)模型 Agent 的结构 (c)问题 Agent 的结构

图6 数据、模型、问题 Agent 结构

库、模型库、问题库,并对各库进行库管理,并通过通信方式支持其它 Agent 的工作(见图 6)。其中数据库中还存在有其它部门或战略决策层 Agent 群的承诺、能力、信用登记等信息,并可通过信息 Agent 不断的学习进行补充和修改。

#### 4 结束语

面向部门动态联盟的多 Agent 决策支持系统是将 Agent 技术与动态联盟技术相结合,支持政府组织的重大战略决策过程。从文中给出的结构图可以看出,Agent 是构成动态联盟决策单元的基本构成单位,部门决策支持系统作为一个相对独立的 Agent 群整体,分布于网络的不同结点处,既可以作单独的决策实体使用,又可以作为动态联盟组织的成员联合使用。由于各决策单元的智能性与独立性,使系统的可靠性和鲁棒性得到增强,提高了系统运行的效率。动态联盟思想的引入使决策过程以最快捷、经济、有效的方法进行组织,庞大的决策体系本着在需要时才创建,问题解决后随即解散,减少了对大型系统维护的工作量。

如何使动态联盟体系结构更加合理,优化动态联

盟的组织管理机制,提高决策单元的决策能力,提高单个 Agent 的智能性、学习能力和协调能力等都有待于进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 曾广周,王晓琳. 一类面向 Agent 的软件开发方法研究[J]. 小型微型计算机系统, 1998,19(7):64-68.
- [2] JEMNINGS N Rennings N R, Wooldridge M. Applications of Intelligent Agents [EB/OL]. <http://www.cs.umbc.edu/agents/introduction/jennings98.pdf>
- [3] 徐晓飞,战德臣. 动态联盟的建立及其集成支撑环境[J]. 计算机集成制造系统—CIMS, 1998,4(1):9-13.
- [4] 黄明,张艳,刘晓冰. 基于 Agent 的动态联盟体系结构设计[J]. 大连铁道学院学报. 2001,22(1):48-51.
- [5] 冯珊,黄景平. 用于复杂系统建模与仿真的面向智能体技术[J]. 计算机仿真学报, 1999,11(3):161-166.
- [6] 刘宏,袁捷. 一种基于 Agent 的决策支持系统生成器新框架. 计算机工程, 1999,25(12):65-67.
- [7] 刘金琨,王树青. 基于 Agent 技术的人机智能决策支持系统研究[J]. 系统工程理论与实践, 2000,20(2):15-20.

## The GDSS Framework of Organization-Oriented Dynamic Alliance Based on Multi-Agent

LI Qin, SHI Wei-ren, JIN Yan

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** The important strategy decision-making system, one of the difficult problems of the research of Group Decision Support System, is an open complex huge system, which is almost non-structure and hard to construct. In order to organize and take advantage of decision-making departments more effectively, this paper presents the thought of combining Multi-Agent System with Dynamical Alliance and set up the GDSS Framework of Organization-Oriented Dynamic Alliance based on Multi-Agent after analyzing the characteristics of MAS and Dynamical Alliance. Different departments can be organized more effectively on the three-layer system structure composed of the strategy layer, the tactics layer and the operation layer. The decision-making layer of each department is composed of the integrate decision-making subsystem, which means that the decision-making layer of each department can be used solely or be a part of Dynamic Alliance to make the important strategy decision and the system gets more flexible.

**Key words:** dynamical alliance; multi-Agent; GDSS

(责任编辑 吕赛英)