

基于大数据流的 Multi-Agent 系统模型研究

刘 俊

(贵州大学 信息工程学院, 贵州 贵阳 550003)

摘 要:在智能决策支持系统(IDSS)中,由于许多推理模型和方法以巨大的数据量为基础,决策响应速度成为系统的瓶颈。结合软件开发实际,提出了一种基于速度优化的 Multi-Agent 模型,将系统 Agent 分为智能交互界面 Agent、数据分析处理 Agent、数据访问控制 Agent 三类,通过各 Agent 的分工与协作来实现系统数据的快速交互;并在 ERP 采购成本分析子系统中进行建模研究,结果表明该模型能大大缩短系统决策响应时间。

关键词:大数据流;多 Agent 系统;智能决策支持系统

中图分类号:TP18

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)05-0166-04

Study on Multi-Agent System Model Based on Heavy Data Stream

LIU Jun

(School of Information Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003, China)

Abstract:In intelligent decision support system (IDSS), many reasoning models and methods based on the tremendous amount of data, the response speed of decision-making as a bottleneck. Considered the practice of software development, proposed a MAS model based on various optics. The agent was divided into intelligent interface agent, data processing agent and data access control agent. Through agent division and cooperation make the data exchanged rapidly, its application in ERP purchase cost analysis sub-system show that it can make the response time of system decision-making to be shorter.

Key words:heavy data stream;multi-agent system;intelligent decision-support system

0 引言

多 Agent (Multi-Agent) 技术是分布式人工智能研究的一个重要分支,是当今人工智能中的前沿学科。近年来,一些学者将 Agent 用于构建 DSS 的研究,有关 Agent 和多 Agent 系统 (Multi-Agent system, MAS) 的应用研究已成为国内外一个生机勃勃的研究领域,并在经济管理等方面取得了一定的成绩^[1]。目前,针对各种应用领域,出现了各式各样的 Agent,在复杂系统的开发和实现中起到的作用越来越重要。MAS 技术和网络技术为建立 IDSS 提供了新途径,Agent 技术使建立一个实现网络化、智能化、集成化的人机协调的决策支持系统成为现实。

但是,通过 Multi-Agent 的运用,也不难看到基于 Multi-Agent 的 IDSS 开发的软件系统的智能性并不高,适应性也不强,实际应用效果也不太好。在 IDSS

中,许多推理模型和方法,如人工神经网络、遗传算法、动态规划等都是以巨大的数据量为基础的,这样在 IDSS 中决策响应速度就成了系统的瓶颈。结合软件开发实际,文中提出了一种基于速度优化 Multi-Agent 模型,通过细化的 Agent 分工与协作,实现数据的快速交互。

1 Multi-Agent 模型

1.1 MAS 概述

MAS 是一个松散耦合的 Agent 网络^[2],这些 Agent 通过交互解决超过单个 Agent 的能力的问题。MAS 是通过 Agent 之间的合作来完成任务求解的,主要内容为并发的 Agent 的构造、协调、协作等问题。MAS 具有如下特征:

- 1) 数据和知识是分散的;
- 2) 没有系统全局控制;
- 3) 每个 Agent 均有解决问题的信息和能力;
- 4) Agent 是分布的,信息处理是异步的;
- 5) 系统是开放的。

MAS 的体系结构主要是指系统中的各 Agent 之

收稿日期:2006-08-16

基金项目:贵州省攻关项目(04061)

作者简介:刘 俊(1981-),男(侗族),贵州福泉人,硕士研究生,研究方向为人工智能与多 Agent 技术;导师:曹 斌,教授,研究方向为商业智能与系统控制。

间的信息关系和控制关系,即各个 Agent 以什么样的形式组织起来,以及每个 Agent 具有什么样的结构来共同完成系统任务的求解,通过定义 Agent 之间的权威关系,为 Agent 提供一种交互框架。通常按系统中 Agent 的集成情况将 MAS 划分为集中式结构、分布式结构、混合式结构三种体系结构。

(1) 集中式结构。

将系统分成多个组,每个组采取集中式管理,即每个组 Agent 提供一个具有全局知识的控制 Agent,通过它来实现 MAS 合作的局部控制,如任务规划和分配等,并且有一个消息传递 Agent 来承担消息传递任务,而整个系统采用同样的方式由多个成员 Agent 组进行管理。集中式结构能保持系统内部信息的一致性,实现信息的管理、控制和调度。这种方式的缺点是:随着各 Agent 复杂性和动态性的增加,控制的瓶颈问题也愈加突出;另外一旦控制局部和全局区域的管理 Agent 崩溃,将导致整个区域或系统崩溃。

(2) 分布式结构。

各 Agent 组之间和组内各 Agent 之间均为分布式结构,各 Agent 组或 Agent 无主次之分,处于平等地位。Agent 是否被激活及激活后作什么动作取决于系统状况、周围环境、自身状况及当前拥有的数据。此结构中可以在多个中介服务机构,为 Agent 成员寻求协作伙伴时提供服务。这种结构的优点是:增加了灵活性、稳定性,并且控制的瓶颈问题也能得到缓解。但仍有不足之处,因为每个 Agent 组或 Agent 的运作受限于局部和不完整的信息,很难实现全局一致的行为。

(3) 混合式结构。

混合式结构一般是由集中式和分布式两类结构组成,它包含一个或多个管理服务机构,此结构只对部分成员 Agent 以某种方式进行统一管理,参与解决 Agent 之间的任务划分和分配,共享资源的分配和管理、冲突的协调等。其它成员之间是平等的,它们的所有行为由自身做出决策。这种结构平衡了集中式和分布式两种结构的优点和不足,适应分布式多 Agent 复杂、开放的特性,因此是目前多 Agent 普遍采用的系统结构。

大数据流系统是一种变形的混合式结构,目的是确保数据交互的速度。

1.2 基于大数据流的 Multi-Agent 的模型结构

文中根据 IDSS 系统大数据流的特点,从软件的设计角度出发,基于系统设计的框架体系,提出系统的 MAS 模型,如图 1 所示。文中将 Agent 分为四类:用户 Agent,智能交互界面 Agent,数据分析处理 Agent,多库访问控制 Agent。每个层次之间既相互独立又相互联系。独立是指每个层次可以单独设计,有自己独

立的功能;联系是指层次之间可以相互通讯,通过彼此的交互与协作来完成更高级的功能。同时,处于同一个层次内的 Agent 也通过交互与协作完成共同的目标。

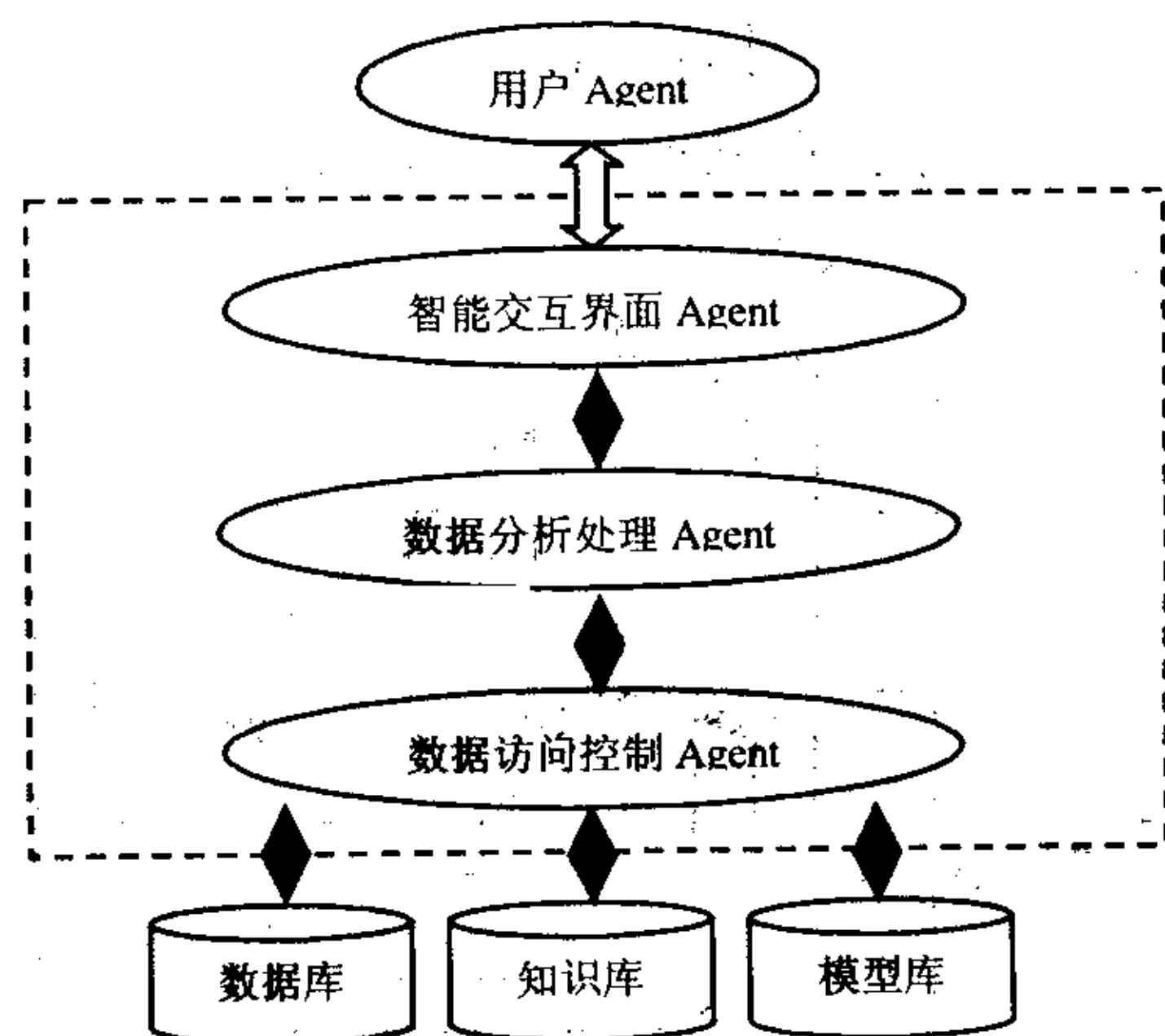


图 1 MAS 体系结构图

1.3 智能交互界面 Agent

智能交互界面 Agent (Interface Agent) 充当人和机器信息沟通的桥梁,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路径,从而构成一个基于网络的分布式人机共存环境。智能界面 Agent 在系统中充当人机交互界面的角色,它代替传统的人机交互界面,强调 Agent 的自主性和学习性,在和用户交互共同作用的决策过程中,通过不断地学习,获得用户的某些特征知识,从而可以在决策的过程中,自主地做出与用户意志相符合的策略。

智能界面 Agent 主要有四类知识:

1) 与问题有关的知识:即智能界面 Agent 的服务对象、目标和内容等;

2) 关于用户偏好的知识:智能界面 Agent 除了考虑用户的客观需求外,还要考虑到用户主观偏好;智能界面 Agent 的知识在与用户交互过程中应不断调整以适应外界环境的变化。

3) Agent 自身的知识:通过对自身知识的推理,能够向用户提供适当的帮助和建议。

4) 其它 Agent 的知识:存储其它 Agent 的知识是为了与其它 Agent 进行通讯和交互,以共同完成任务。

智能界面 Agent 可用于建造用户界面或成为人机交互的隐喻,Agent 能够独立地持续运行,代表用户利益采取决策并可与其他 Agent 或用户通讯。此 Agent 可以替用户承担一些简单的在线、重复和费时的工作而无须用户介入,例如,可以理解和接受用户用语言发出的命令,并替用户执行诸如数据库搜索或替用户记录和處理信息;负责在网际范围内的数据库中不知疲倦地替用户分类、分析、维护和查找信息等。

1.4 数据分析处理 Agent

数据分析处理 Agent 的功能是帮助人们进行复杂决策和其他知识处理。数据分析处理 Agent 将 AI 领域的机器学习、推理、知识表达等融合为一体,每个数据分析处理 Agent 实例都具备足够的智能决策来完成其自身的工作,并且在共同利益下还能够协同其它的 Agent 来执行任务(如图 2 所示)。

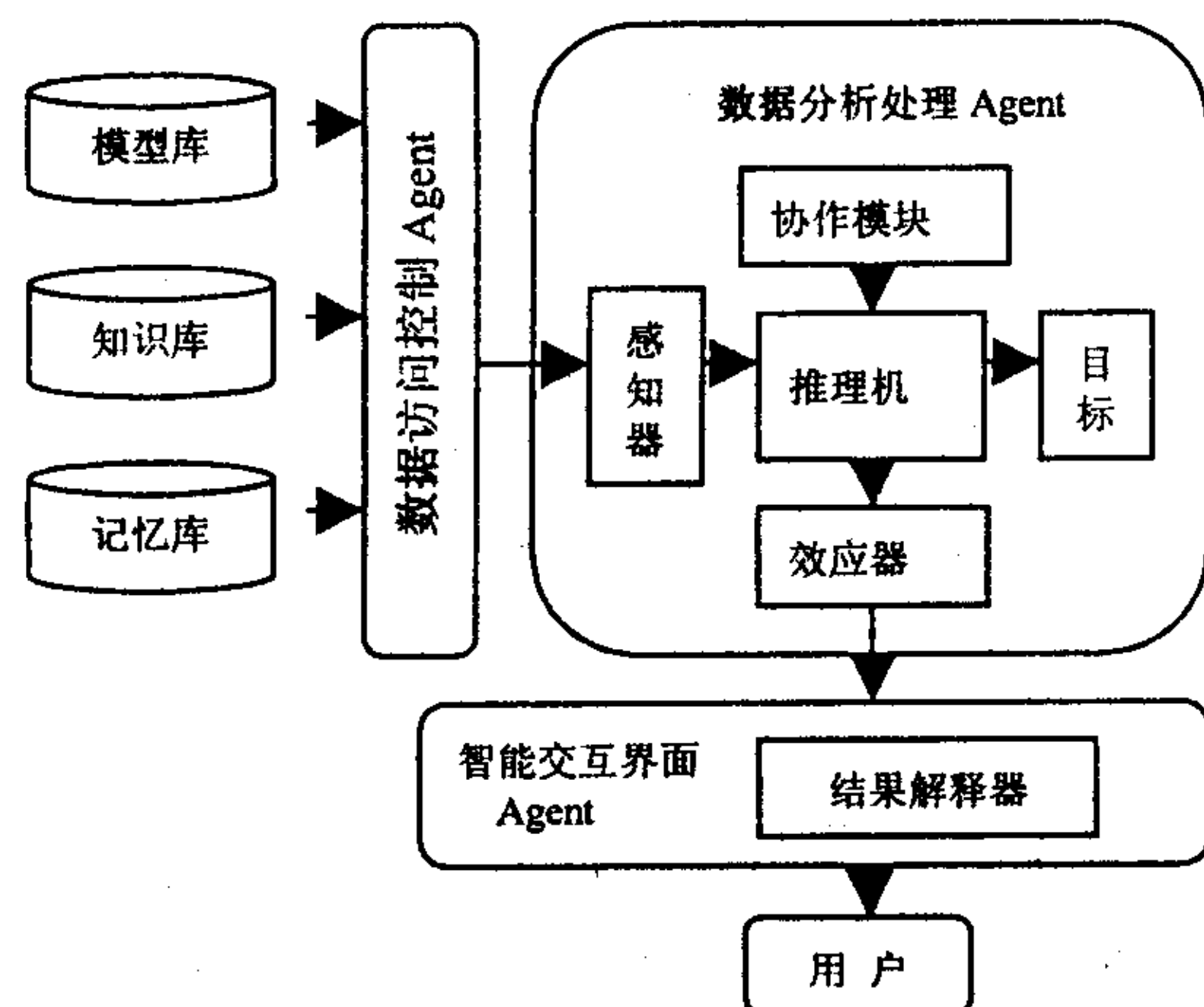


图 2 数据分析处理 Agent 工作原理

数据分析处理 Agent 在实现上由感知器、推理机、效应器、协作模块和目标模块组成。其中感知器负责感知外界信息,尽可能全面地了解外界情况,数据分析处理 Agent 中具有一个推理机模块,该模块赋予数据分析处理 Agent 以较高的智能,它是数据分析处理 Agent 进行复杂决策和知识处理的关键所在。数据分析处理 Agent 可以利用知识、模型、规则进行推理,做出决策,独立地完成任务。效应器负责执行数据分析处理 Agent 为完成任务而采取的具体动作行为。目标模块记录了数据分析处理 Agent 的任务目标。协作控制器则负责为达到目标与其它 Agent 进行协作,以达到该环境下的最优目标。

1.5 数据访问控制 Agent

数据访问控制 Agent 分为数据准备和数据交互两个子 Agent 组(如图 3 所示),数据准备子 Agent 组进行数据的准备工作,主要功能如下:

- 1) 从海量的数据中进行挖掘数据、数据清洗、数据分类、数据转换等;
- 2) 异种数据库之间的交互与协同;
- 3) 分布式数据处理。

数据交互子 Agent 组主要为上层的数据分析处理 Agent 和下层的四库系统进行数据交互充当一个桥梁,通过与数据库、知识库、模型库的交互,为数据分析处理 Agent 提供数据,并把相关数据更新到后台库。数据访问控制 Agent 的功能如下:

- (1) 从数据库中提取数据和知识,并把新的数据和

知识更新到数据库;

(2) 对数据进行分类、转换等处理,以便数据分析处理 Agent 能够进行分析处理;

(3) 对数据库的完整性、唯一性进行约束,对数据库的并发访问进行控制,确保数据的正确性和完整性;

(4) 对大数据流进行分流和缓冲处理。

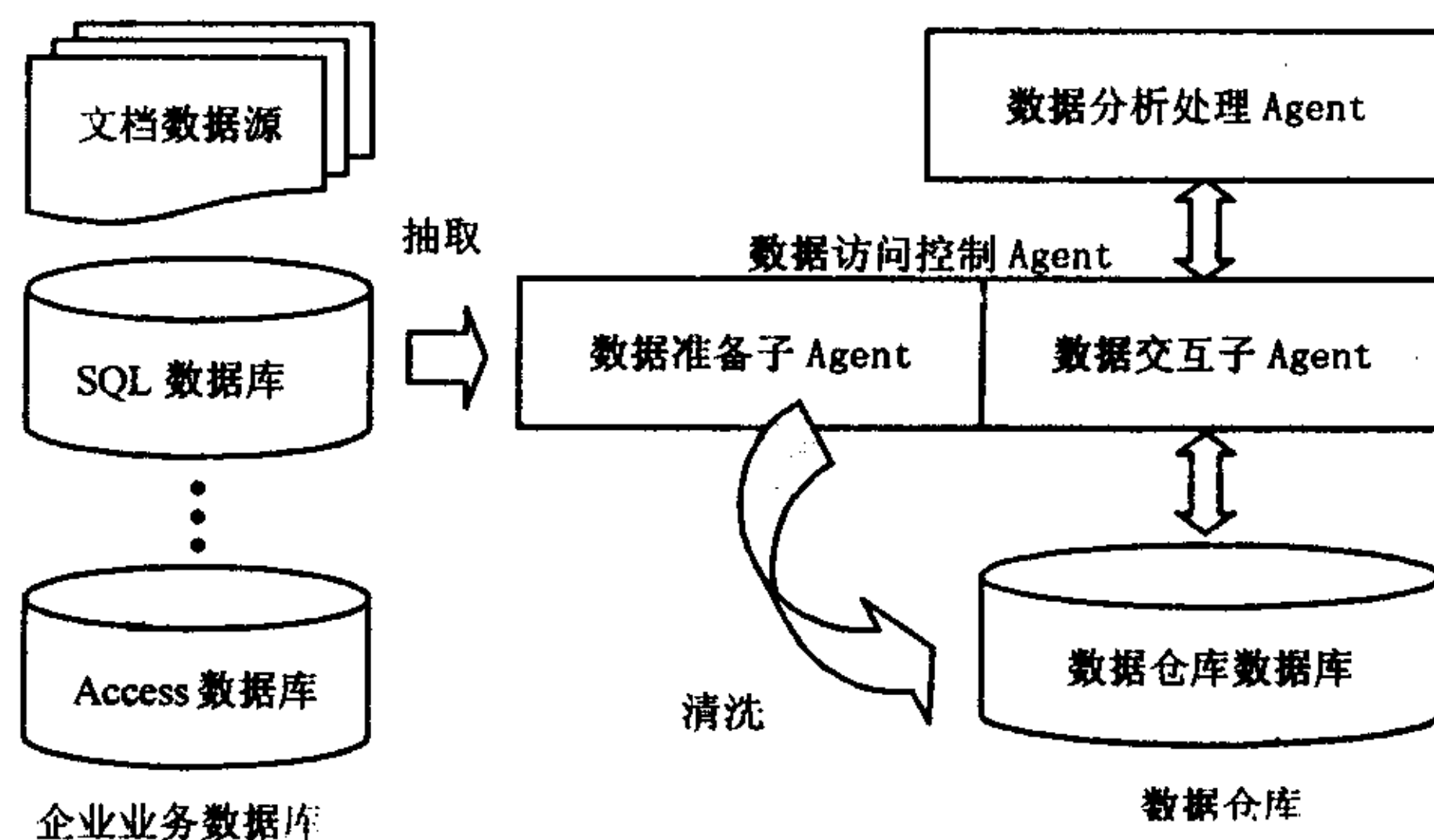


图 3 数据访问控制 Agent 工作机制

2 基于大数据流的 ERP 采购成本分析子系统建模

2.1 ERP 中采购成本分析概述

成本管理是 ERP 中的重要组成部分,商品销售成本的最大部分是由所采购的原材料和服务所占据的,而采购值大约占 50%^[3]。采购成本不但包括原料自身的成本,还要考虑到由价格、采购路线、交货及时性、影响报价的特殊因素、采购订单中的数量与质量、供应商的稳定性与可靠性、人员的分配等带来的一系列附加成本。但这些成本之间往往是相互影响和制约的,需要对各种因素进行协调以达到采购成本与服务水平的最佳平衡点。所以采购成本分析需要对大量的数据进行处理,通过人机交互,将机器推理和用户实践经验相结合,进而产生一个相对优化的采购方案,帮助企业进行采购决策,减少企业采购成本和降低库存量,提高企业的市场竞争力。系统推理常常需要采用多个推理模型对大量历史数据进行挖掘和分析,系统的响应速度就成为一个瓶颈。

2.2 系统模型设计

在面向对象系统设计中,人们按照系统功能结构将系统分为三层结构,即表示层、业务处理层、数据交互层,这样加强了系统的柔性,但是这种设计并没有提高系统的处理速度。

而基于 Agent 的系统设计由于其独有的自主性、交互性和记忆性,大大地加强了数据共享和数据交互速度。ERP 中采购成本分析的系统模型如图 4 所示,系统分为用户层、人机交互层、数据分析处理层、数据访问控制层、多库系统层五个层次,保留了面向对象的

模块化思想,每个模块可以单独进行设计和实现,便于系统的更改与后期维护。

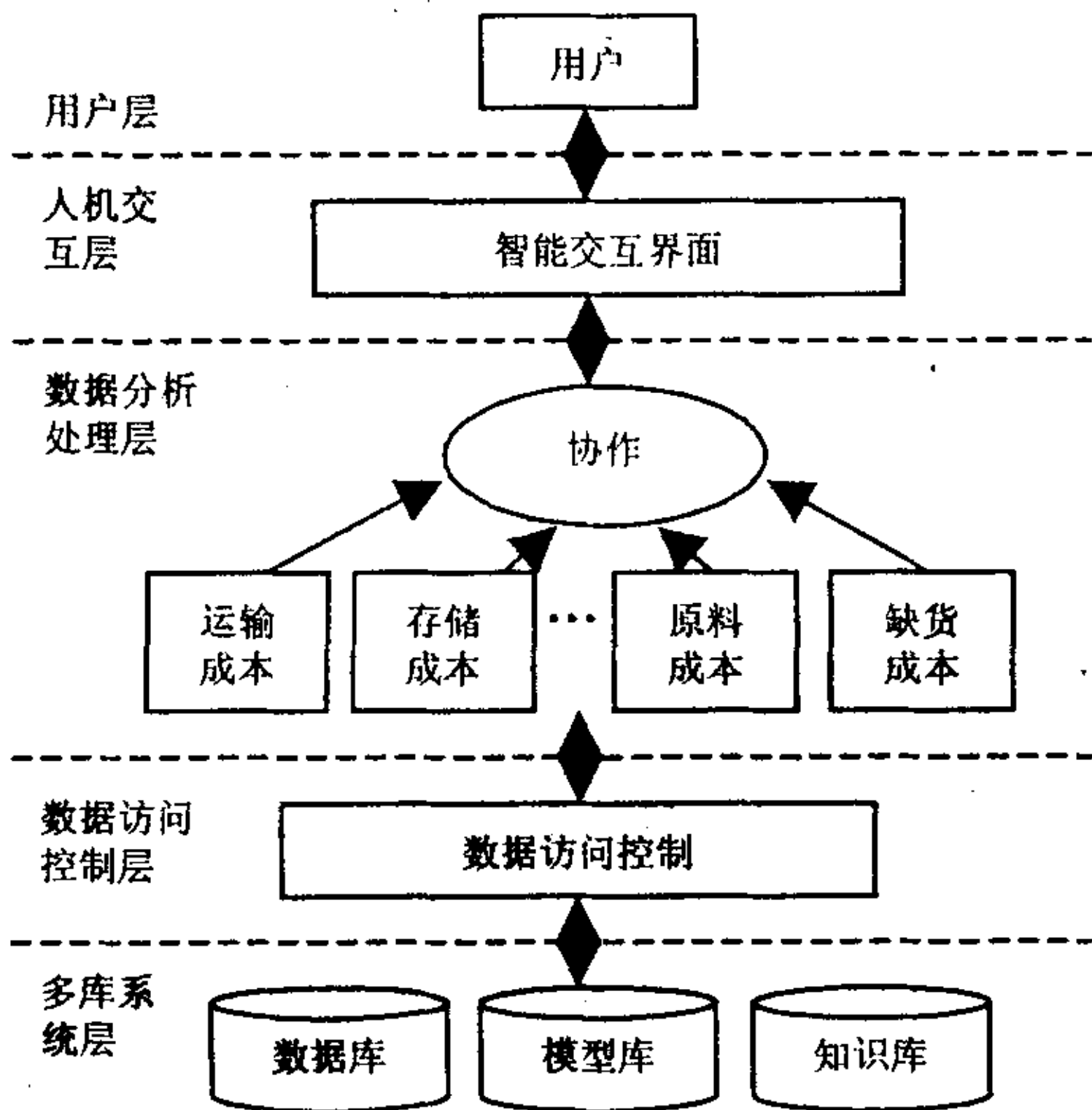


图 4 ERP 采购成本分析子系统层次模型

2.3 Multi-Agent 的协作与通信

在数据分析处理 Agent 中,由于各子 Agent 之间共享部分结果和全局目标,文中采用基于结果共享的协作方式(如图 5 所示)进行群体 Agent 协作求解。

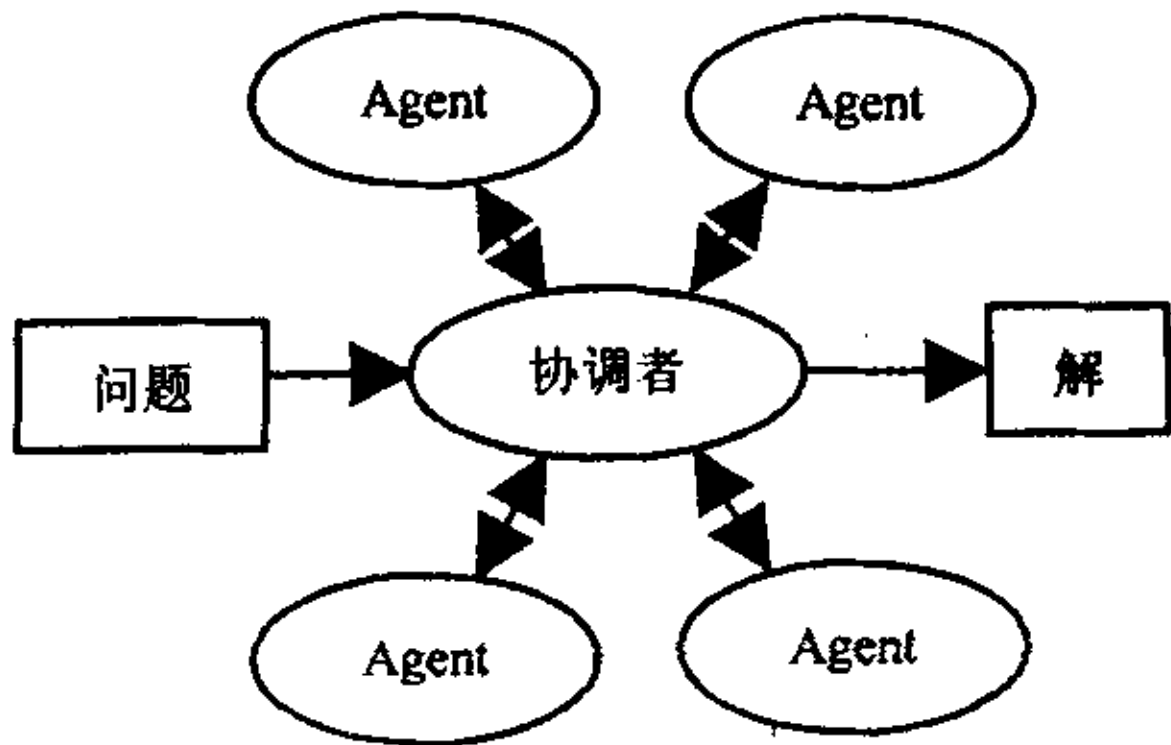


图 5 基于结果共享的协作方式

各子 Agent 分配到任务后,就当前环境状态下进行子问题求解,并把求解环境和结果反馈给协调者,由协调者进行判断是否达到全局目标和各子 Agent 之间是否存在冲突,存在冲突则由协调者根据相关规则进行协调,各子 Agent 在新环境下重新进行求解。

基于采购成本分析系统的特殊性,在智能交互界面 Agent、数据分析处理 Agent 和数据访问控制 Agent 之间采用点对点的直接通信方式;在数据分析处理子

Agent 之间采用基于黑板模式(Black-Board Mode)的广播通信,各子 Agent 之间通过黑板共享数据和结果信息^[4,5]。

2.4 系统决策与效率分析

推理模块是智能决策支持系统的核心部分,推理模块通过多库的协同交互工作,对用户所要求的任务进行分析和推理,为用户提供决策支持和帮助。在模型库中存储了决策所需的各种模型。在 ERP 采购成本分析系统中,主要用到的模型有:回归模型、动态规划、聚类分析模型、模糊推理模型、神经网络、遗传算法等模型。

从系统运行结果来看,根据粗略计算,系统决策响应时间平均能提高 30% 以上,而且系统更趋稳定,后期维护也更方便和简单。

3 结束语

文中对具有大数据流的 MAS 建模进行研究,在 ERP 采购成本分析子系统的 Multi-Agent 建模中取得良好的效果,但数据分析处理子 Agent 之间的协作求解还需要进一步的研究,包括 Agent 之间的协作方式和冲突消解策略,这也是影响决策速度和决策准确性的重要方面。

参考文献:

- [1] 杜玉强,王明哲.基于 Agent 的决策支持系统的构建[J].微机发展,2003,13(2):66-68.
- [2] Oragani A S, Giorgini P. Multi-agent Environment[C]//Lecture Note in Artificial Intelligence, ECAI'96 Workshop. [s.l.]:[s.n.],1996:103-116.
- [3] 威尔.采购与供应链[M].梅绍祖,阮笑雷,巢来春译.北京:清华大学出版社,2002.
- [4] 刘向军.MAS 通讯与协作机制构建[J].机械设计与制造工程,2002,31(3):21-23.
- [5] 李建民,石纯一.DAI 中多 Agent 协调方法及其分类[J].计算机科学,1998,25(2):9-12.

(上接第 165 页)

- 北京:电子工业出版社,2001.
- [2] 郭玉东.Linux 操作系统结构分析[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [3] 毛德操,胡希明.Linux 内核源代码情景分析[M].杭州:浙江大学出版社,2001.
- [4] Oracle Ltd. Oracle Content Management Software Development Kit(SDK)Developer Reference Release 9.0.3[EB/OL].

2002. <http://www.oracle.com/technology/documentation/ifs.html>.

- [5] Rusling D A. Linux 编程白皮书[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [6] Bach M J. Unix 操作系统设计[M].北京:机械工业出版社,2000.