

# 基于 MAS 的 U-B-M 三层总体框架下信息集成平台的研究与应用

杨 力,许泽明,曹谢东,袁海燕  
(西南石油大学 计算机科学学院,四川 成都 610500)

**摘 要:**随着企业应用规模的不断扩大,企业信息孤岛和应用孤岛现象越来越严重,企业迫切需要对各种信息和应用进行有机集成.为此,通过对企业信息系统的分析,把 MAS 技术应用到企业分布式集成中,提出了 U-B-M 的三层 MAS 集成总体框架和信息集成模型,该模型把 Agent 与 XML 相结合,利用 SOAP 协议进行通信,为异构数据源的整合提供了新的手段.并把研究成果运用到气田信息整合处理平台中,大大提高了气田的生产安全管理水平,取得了良好的经济效益和社会效益.

**关键词:**多 Agent 系统;多 Agent 信息集成;分布式应用;数据中心;XML

**中图分类号:** TP18, TP311. 133. 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-4785 (2007) 05-0058-05

## Integrating diverse information platforms with MAS-based U-B-M three-layer frameworks

YANG Li, XU Ze-ming, CAO Xie-dong, YUAN Hai-yan  
(School of Computer Science, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China)

**Abstract:** Increasing use of enterprise application systems can lead to isolated islands of information and applications. When critical data becomes unavailable, it is extremely urgent for enterprises to organically integrate orphaned information and applications. Available architectures for information integration were researched, and it was found that applying MAS technology with the U-B-M three-layer integral framework and information integrating model best provides this integration. This model combines Agents and XML, providing a new method to integrate heterogeneous data sources by using SOAP as a communication media. The methodology was tested on the information integration process platform of Chanxi Oil & Natural Gas Gathering and Delivery Unit and greatly improved production safety and management efficiency for their gas fields.

**Key words:** MAS; multi-Agent information integration; distributed application; data center; XML

随着计算机技术、通信网络技术和企业信息化的快速发展,企业使用的软件,如企业资源计划(ERP)、生产运行和技术管理、办公自动化(OA)、地理信息(GIS)、客户关系管理(CRM)等应用和管理系统也越来越多.这些系统都是根据当时的业务需求而建设的,虽然各有侧重点,但它们之间也包含着重复的信息和数据.各系统相互独立,分布运行,无法进行信息的交流和共享,众多关键的信息被封闭

在相互独立的系统中,在企业内部形成了一个所谓的“信息孤岛”和“应用孤岛”.目前对系统集成研究有很多方面,但工作主要集中在3个问题上:自治性(autonomy)、异构性(heterogeneity)和分布性(distribution).分布性、异构性、自治性是分布式应用集成的难点和重点,虽然现有技术如DCOM+、CORBA、J2EE在一定程度上能够对分布性和异构性系统进行集成,然而企业各系统间存在必要的联系和交互,同时保持一定的自治性,以上的技术就显示出了它们的局限性,而多 Agent 的社会性、移动

收稿日期:2006-12-01.

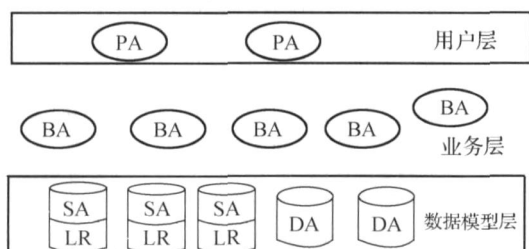
基金项目:中国高技术发展研究计划资助项目(2003AA414030).

性、自治性、主动性等特性,能够很好地解决目前企业信息集成的难点,可以把企业分布式应用系统或功能块看作一个个 Agent,通过各 Agent 的交互与移动,同时配合其他数据交换技术实现数据和功能的集成,为此,通过把 MAS 技术引入到企业信息集成中,提出了信息集成 U-B-M 三层总体框架,并在此框架下提出了通用的、开放的基于 MAS 气田信息整合平台,其应用取得了良好的经济和社会效益,为分布式应用集成提供了一种新的方法和手段。

## 1 基于多 Agent 的 U-B-M 三层集成总体框架

在企业分布式应用集成中,对性能的要求重点放在开放性、柔性、可扩展性上。因此,可将联邦式和层次式结构结合,构造一种分层的联邦多 Agent 体系结构,从功能上将 Agent 进行分层,使得设计接口、业务逻辑和资源管理划分出清晰的界限,以提供最大限度的开放性和可扩展性。

如图 1 所示,构造了基于多 Agent 的 U-B-M 三层集成体系,整个系统可分为用户层(U)、业务层(B)、数据模型层(M)。在该体系结构中,Agent 与 Object 相比,是一种比较高级的、粗粒度的、可重用的、可能包含心智状态(BDI)的,能通过与外界(包括其他 Agent 和其拥有者)通信进行感知,并根据感知结果及内部状态的变化独立决定和控制自身行为的、相对独立的软硬件综合实体。



注: PA—个人助理 Agent; BA—业务处理 Agent; SA—语义描述 Agent; LR—遗产资源

图 1 U-B-M 三层集成框架

Fig. 1 U-B-M three-tier integration framework

用户层由一组 PA 组成,用户透过 PA 与系统中其他 Agent 进行通信和协同工作。PA 属于接口型 Agent,它主要充当用户的敏捷助手、用户查询信息的导航、信息记忆、筛选和评价的助手、电子商务的买卖代表等角色。PA 的外在表现形式和功能主要由用户的业务特征和工作习惯决定。

本层的设计重点在于:用户级视图的功能分析、用户业务特征和工作习惯的研究、PA 学习和训练方法以及知识来源的确定、人机相互激励环境的建立等。由于界面层的相对独立性,已抽象和定义好的界面框架和 PA 可以方便地应用于其他问题域。

业务层由异质多 Agent 系统构成,其中每一个 BA-Agent 对应于企业中的粗粒度的、具有一定稳定性和原子性的业务处理元过程或企业组织结构中的一个部门。业务层是企业经营活动的反映,它位于数据模型层和用户层之间,用于连接用户层和数据模型层。它负责解释执行用户层传来的消息,使数据模型层诸 Agent 协调运作,完成用户所要求的状态变化。可借助面向对象的方法获取业务层的模型,OOA 所建立的问题域动态模型是设计业务层的重要依据。本层的设计重点在于:企业经营活动的模型化、BA 之间的层次结构、BA 连接的拓扑结构对企业组织结构和业务流程变更的自适应调整算法等。其目标在于不仅满足企业现行业务流程,更适应企业流程再造的需要。

数据模型层是企业固有数据模型的反映,反映真实世界实体及其联系。数据模型层的建立是从用户需求分析入手,将现实问题空间映射至计算机空间。面向对象分析方法非常适合于建立问题域模型,关于以面向对象方法建立问题域模型有较多的论述。模型层包括如图 1 所示 2 类 Agent: DA, SA 和 LR 的结合体。DA 是新构筑的数据模型 Agent,信息集成是自然之事; LR 是“遗产”信息资源, SA 是集成异质信息资源的重要桥梁。本层的设计重点在于:分析并获取问题域模型、SA 的设计和抽象、如何将对象模型转变为 Agent 模型。

采用上述 3 层结构,清晰地表达了系统的结构,各层的功能和重点都非常明确。数据模型层是信息集成的基础,各种异质信息资源在此层进行融合;业务层是企业业务流程的反映,业务处理的柔性、技术与组织的融合是本层的核心;用户层是人与系统的结合点。

## 2 总体结构下信息集成平台

### 2.1 集成模型的目标和特点

一个开放的集成框架需要实现对分布的各个遗留系统的集成管理及其协同工作,实现单一系统无法完成的功能。这样可以保留已有的投资,实现遗留

系统的价值,同时可以加快企业信息化速度.目标就是构建这样的一个系统,它基于目前成熟的技术,为各子系统提供公共的、一致的环境,提供顺畅的协作机制,实现各个子系统的互操作,同时减少开发分布应用的复杂性,由于采用了最新的技术,本系统具有以下特点:1)采用组件技术进行开发,提供灵活稳固的通信接口,实现“即插即用”式的集成.容易组织和协调框架内各个子系统之间的关系,使各个子系统可以协同工作;2)采用 XML 技术,不仅可以实现 Agent 之间通信接口的一致性,而且可以实现语义的一致性,解决异构系统中的语义问题,实现以数据为中心的集成;3)采用 Agent 技术,可以提高系统的灵活性和扩展性,集成系统可以在总体规划下,各子系统的信息集成分步实施,逐步完善,不断扩展;4)AP 作为 Agent 的通信协议,使得 XML 技术和集成框架更紧密地融合.真正实现数据集成,同时还可以减少因同时使用多种技术所带来的冲突,降低应用系统开发的复杂性.

2.2 基于 Agent 和 XML 技术集成框架的系统结构

图 2 的功能主要有 3 个方面:1)数据集成和子系统交互功能,即收集各个遗留系统的信息,实现各个遗留系统的相互控制;2)系统综合数据的分析和决策功能,完成对收集的子系统信息进行分析 and 决策,综合历史数据和决策信息的存储;3)用户交互功能,显示实时信息,数据分析结构及决策信息,并对用户任务进行分解,实现用户对各个系统进行控制.信息系统集成的功能由多个 Agent 协作完成,它们分别是信息收集 Agent,负责和遗留系统或者新开发系统的访问和控制;核心管理 Agent,负责各活动

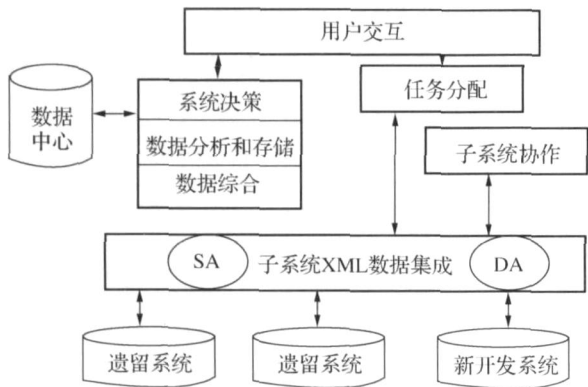


图 2 集成功能框架

Fig. 2 Function integration framework

Agent 的管理,如注册、注销、句柄管理等,集成 Agent 主要完成子系统数据的分析整理、存储和决策支持的工作;而用户 Agent 可以看作是用户助手,完成用户和集成系统的交互,他们在物理上是可以分布的.如图 3.

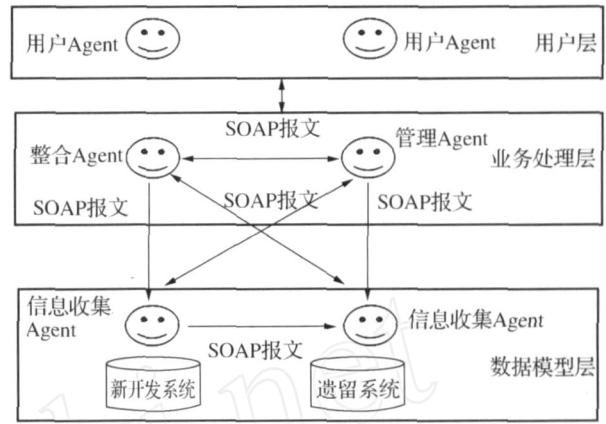


图 3 Agent 分布

Fig. 3 Agent distribution

3 基于 MAS 的 U-B-M 集成框架在气田信息整合平台中的应用

3.1 开发平台的选择

Joseph P. Bigus 和 Jennifer Bigus 研制了一个构建智能 Agent 环境 CIAgent (constructing intelligent Agents). CIAgent 全部采用 Java 语言编写,可以在 JDK1.1 环境下运行. CIAgent 智能主体环境具有下列特点:1)很容易在已有的 Java 应用系统中加入主体;2)提供生成主体的图形构建工具. JDK1.1 包含 java. beans 软件包,具有可视建造工具,并且可以嵌套定义;3)主体能支持相当强的事件处理能力;4)可以将领域知识加到主体知识库中;5)主体具有一定的学习功能;6)多主体是永久的,可以随时将它写入文件或装入运行.

本开发工具的一个最大优点是源代码是开放的,通过深入分析源代码,确保在应用开发时正确地使用开发包,同时为用户扩展它的功能提供了方便.同时对本开发工具进行了扩充,增加了网络通信模块,解决了网络环境下多 Agent 之间的交互.另外,基于 Java 的开发包有利于集成异种平台上的数据库系统.

3.2 主要代理和功能

气田信息集成不仅要为预测和快速决策提供有效的基础信息支撑,而且要满足生产调度实时性的

需求,同时要为用户(特别是高层管理人员)提供统一的数据视图,使用户通过统一接口,访问多个自治、分布、异构的数据源.因此,根据气田信息中历史数据、实时数据、静态数据的不同应用特点,考虑系统的性能和灵活性,把 U-B-M 集成框架应用在气田信息整合平台中,提出了一种基于 MAS 的 U-B-M 三层数据中心气田信息整合平台体系结构.

基于 MAS 的气田信息整合平台,不仅能将现有自治、异构和分布的信息系统集成在一起,为用户提供统一的全局视图,而且能较好地适应数据源的变化.基于 MAS 的气田信息整合体系结构如图 4 所示,将气田信息整合系统中的 Agent 分为 4 种:

1) 数据访问代理 (data access Agent , DAA)

DAA 由数据服务提供者(数据源)实现,负责对数据源的访问.对于不同数据源或同一数据源的不同数据服务,可实现不同的 DAA.数据服务提供者必须描述数据输入、输出和数据格式以及使用该服务的安全性需求.

DAA 在数据集成体系结构中属于数据信息收集 Agent.

2) 应用服务 Agent (application service Agent , ASA). ASA 面向具体的应用系统,负责对应用系统功能的调用.所有的应用服务可以使用不同语言在不同平台上实现.为了不影响系统,也可将应用服务部署在数据交换中心.

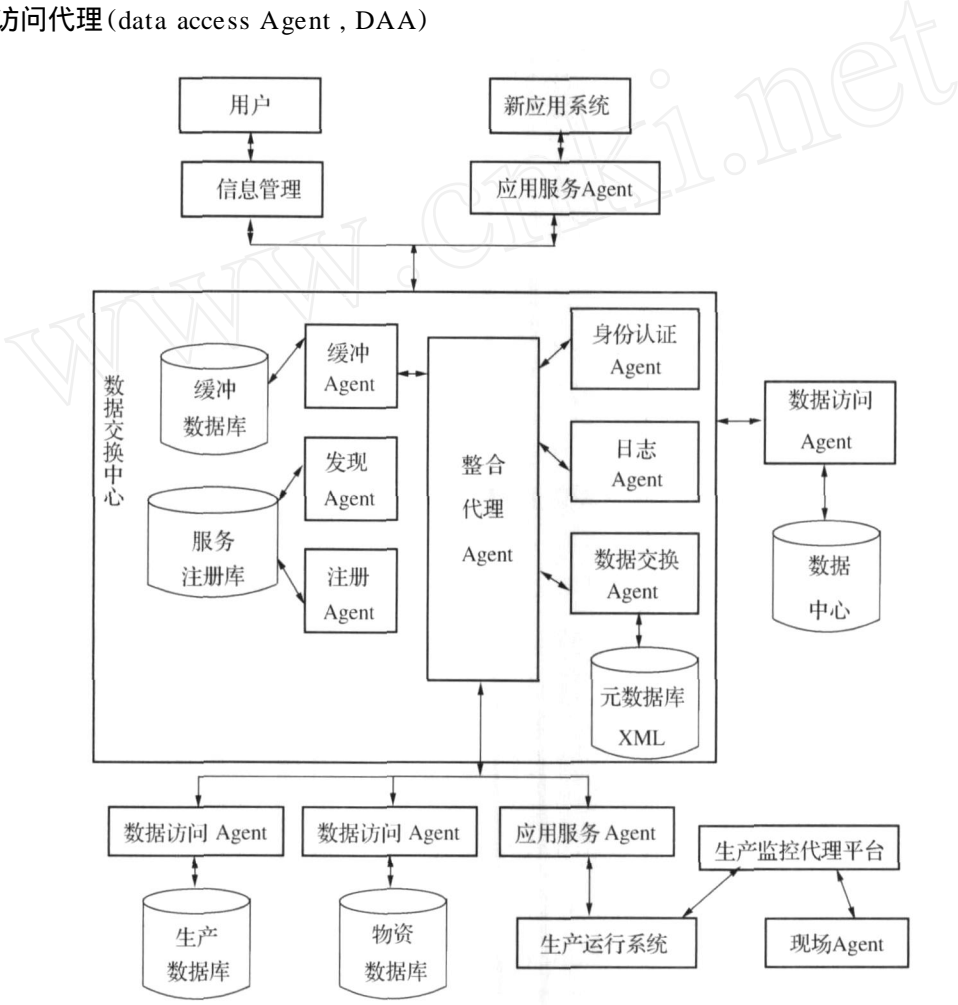


图 4 基于 MAS 气田信息整合系统结构

Fig. 4 architecture of fields information integration used on MAS

ASA 属于信息收集 Agent.

1) 整合代理 Agent. 整合代理是应用请求外部数据的入口,它屏蔽了应用之间的差异和数据的物理分布,为用户和应用提供透明、统一的数据访问.

2) 系统服务代理 Agent (system service Agent , SSA). 它包括注册 Agent、发现 Agent、缓冲 Agent、身份认证 Agent、交换处理 Agent 和日志 Agent 等,与具体的应用系统无关.属于管理 Agent.

主要的系统服务代理及其功能如下:

1) 注册服务代理 Agent. 注册服务代理 Agent 为 DAA 和 ASA 提供服务注册功能, 使服务提供者能将相应的代理信息注册到注册库中.

2) 发现代理 Agent. 发现代理通过查找服务注册库, 为 SSA 提供动态发现 DAA 和 ASA 的功能, 使系统能适应应用或数据源的变化.

3) 缓冲代理 Agent. 缓冲代理一方面由整合代理调用, 更新缓冲记录, 另一方面周期性地淘汰已老化的缓冲记录.

4) 身份认证代理 Agent. 用于实现对用户或应用的身份认证, 控制用户或应用系统对数据的访问.

5) 日志代理. 用来记录系统的行为, 包括用户或应用的登录日期和时间、IP 地址、查询请求等.

6) 数据交换代理. 借助元数据库 (包括映射关系和交换规则), 通过调用相应的应用或数据访问代理, 实现不同 DAA 和 ASA 的动态组合.

7) 生产监控代理平台. 负责对现场生产信息进行采集、传输与监控, 把生产信息实时存放于生产运行系统中, 同时把报警信息反馈到安全管理部门和生产部门, 实现相关部门的联动.

## 4 结束语

以气田信息整合应用为背景, 本文把 MAS 与 XML 技术相结合提出了一种新的 U-B-M 三层集成框架和信息集成平台, 克服了传统分布式应用集成分布性、异构性、自治性的难点, 并把它们应用到气田生产实际中, 实现气田分散、异构信息的共享, 为用户提供统一的数据视图, 实现现有数据源和应用系统的整合. 该集成平台能适应数据源模式的动态变化, 具有极强的通用性、开放性和柔性, 为其他行业分布式应用集成提供了新的方法和模板.

## 参考文献:

- [1] 李俊, 张玲辉. 一个智能用户接口 Agent 设计与实现[J]. 软件学报, 1999, 10 (8): 21 - 25.  
LI Jun, ZHANG Linghui. Design and implementation of an intelligent user interface Agent [J]. Journal of Software, 1999, 10 (8): 21 - 25.
- [2] HEECHEOL, CHARLES P, MARK R. A java Agent infrastructure with message routing [M]. Stanford: Stanford Center for Design Research (CDR), 1995.

- [3] 李毅. 多 Agent 系统的一种交互策略模型[J]. 软件学报, 1999, 10 (7): 702 - 708.

LI Yi. An interactive strategy model of multi-Agent system [J]. Journal of Software, 1999, 10 (7): 702 - 708.

- [4] 李荷华. 基于多 Agent 的企业信息集成平台研究[J]. 计算机工程, 2005, 31 (4): 32 - 45.

LI Hehua. Research of enterprise information integration platform based on multi-Agent [J]. Computer Engineering, 2005, 31 (4): 32 - 45.

- [5] 杨力. 基于移动代理的数字气田生产运行系统应用研究[J]. 计算机应用研究, 2006, 23 (7): 172 - 175.

YANGLi. Application research of digital gas fields production management information system based on mobile Agent [J]. Application Research of Computers, 2006, 23 (7): 172 - 175.

- [6] BARTHES J P A, TACLA C. Agent supported portals and knowledge management in complex R & D projects [A]. The Sixth International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design [C]. Amsterdam, 2001.

作者简介:



杨力, 男, 1975 年生, 讲师, 主要研究方向为人工智能与分布式计算. 主持包括国家“十五”科技攻关项目在内的多个大型项目, 其中一项获得四川省科技进步二等奖. 在计算机类核心期刊上发表论文多篇.

E-mail: scncyl @126.com.



许泽明, 男, 1951 年生, 副教授, 主要研究方向为计算机基础理论. 完成国家、省、部级项目多项, 获得多项教改和教学成果奖励, 发表论文多篇, 先后出版计算机类教材或教学参考书共 18 部.



曹谢东, 男, 1954 年生, 教授, 硕士生导师, 中国人工智能学会智能系统工程专业委员会副主任, 主要研究方向为人工智能与分布式计算. 完成国家、省、部级项目多项, 其中 2 项获四川省科技进步三等奖. 专利 1 项, 发表论文 60 余篇, 出版专著 3 部.