

文章编号: 1004-0609(2004)S1-0391-03

基于 FIPA 与 web service 的材料信息多 Agent 系统模型^①

李义兵, 何红波, 周继承, 孙海涛, 李 斌
(中南大学 物理学院, 长沙 410083)

摘 要: 随着材料科学的迅猛发展, 材料信息量以空前的速度增长。Internet 的普及使材料信息的获取更加快捷、方便, 现在 Internet 上已有许多免费的材料信息数据库。但由于这些材料数据库分布在各个不同的服务器上, 操作系统、存储方式都各不相同, 这给材料信息的查询、分析带来很大的困难。Web Services 是一种面向服务的体系结构, 其优点是实现了真正意义上的平台独立性和语言独立性。将基于 FIPA 和元数据的 Agent 技术与 Web service 技术应用到材料信息的集成系统的建设, 分析了分布式材料信息中 Agent 的分类与结构, 利用 JADE(Java Agent Development Environment) 设计了一个面向分布式材料信息的多 Agent 原型系统 Material-Agents, 并开发了一种脚本语言 Material-script。

关键词: agent; 分布式材料信息; material-agents; 材料元数据; FIPA; JADE

Model of material multi-agent system based on FIPA and web service

LI Yi-bing, HE Hong-bo, ZHOU Ji-cheng, SUN Hai-tao, LI Bing

(School of Physics Science and Technology, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: With the fast development of material science and technology, the information of material increases rapidly. Internet makes the acquirement of material information more easily and quickly. The material databases are heterogenous and distributed. This makes the query and analysis of material information very difficult. Web service is a service oriented architecture. It is platform independent and language independent. The agent technology based on FIPA and metadata and web service technology were applied into constructing integrated framework of material information system. Firstly, the classification and structure of agent in distributed material information were analyzed. Then the proto system material-agents for the distributed material information multi-agent system was designed using JADE(java agent development environment); a script language material-script was also developed.

Key words: agent; distributed material information; material-agents; material-metadata; FIPA; JADE

目前材料数据库的建设和发展非常迅速, 信息量呈指数增长。材料计算机辅助设计是在信息技术与人工智能技术基础之上发展起来的一门新兴学科^[1]。材料计算机辅助设计的发展依赖于材料数据库的建设^[1]。如何快捷、方便、准确地获取材料数据库中的数据已成为材料设计中十分重要的问题。

材料数据库分布在 Internet 上, 有公用免费的, 也有收费的。如西文材料数据库(ONDISC)是美国 DIALOG 公司出版的文摘型数据库, 内容包括工程材料文摘(EMA)数据库(陶瓷、聚合物及其

复合索引)、材料商情数据库(金属、非金属材料及其制造设备)、金属文摘及其合金索引。我国也建设了许多网上的数据库。如航空材料数据库(GB), 数据库内容包括: 金属材料(结构钢、不锈钢、高温合金、铝合金、镁合金、钛合金、铜合金、粉末冶金、精密合金), 非金属材料(塑料、橡胶、复合材料、密封材料、绝缘材料、涂料、油料、纺织材料等)。数据包括材料特性、用途、标准、成分、物理性能、化学性能、力学性能、工艺性能等。中国科学院在材料科学方面也有材料数据库、光学镜头数

① 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60171043)

作者简介: 李义兵(1965-), 男, 教授, 博士生导师。

通讯作者: 何红波, 电话: 0731-2656691; E-mail: mri@mail.csu.edu.cn

数据库、纳米材料数据库等。在钢铁材料方面,建设了新型钢铁材料数据库,材料腐蚀数据库等^[2]。

这些材料数据库的格式各异,如何建立一个供材料设计软件自动查询与分析的系统已成为当务之急。为此,本文作者利用最新的 web service 技术和面向 Agent 的编程技术实现了一个分布式材料信息获取的原型系统。

1 ETL 技术与材料元数据

要建立统一的分布式材料数据库,首先要对分布在 Internet 上的各种数据库进行转换、装载。作者首先应用 ETL 技术进行材料数据库的转换。ETL 为 Extract-Transform-Load 的缩写,为数据抽取(Extract)、转换(Transform)、装载(Load)的过程。它是指(Extract)从源系统中提取数据,(Transform)转换数据为一个标准的格式,(Load)加载数据到目标数据存储区^[3-5]。

对业务数据本身及其运行环境的描述与定义的数据,称之为“元数据(metadata)”。元数据是描述数据的数据。元数据的典型表现为对象的描述,即对数据库、表、列属性(类型,格式,约束等)以及主键/外部键关联等等的描述。特别是在现行应用的异构性与分布性越来越普遍的情况下,统一的元数据就愈发重要了。本系统中元数据的应用集中表现为:

- 1) 定义数据源的位置及数据源的属性;
- 2) 确定从源数据到目标数据的对应规则;
- 3) 确定相关的业务逻辑;
- 4) 在数据实际加载前的其他必要的准备工作。

Web services 是一种全新的系统构架和分布计算标准。Web services 提供了一种开放、可互操作的高效实现框架。不同的应用,只要为其裹上一层 SOAP(协议)外衣,它们之间就可以很好地进行通信。而且,请求服务的客户方和被请求的服务方之间的关系是相对松散耦合的。Web 服务的这种松散耦合的特性和广泛通信的能力,为不同的分布式的相关应用之间的应时应需结合开辟了一种新途径。

2 Agent 与 Material-script

智能体(Agent)理论和技术研究最早源于分布式人工智能(DAI),但从 20 世纪 80 年代末开始,Agent 理论和技术的研究便从 DAI 领域拓展开,

并与许多其它领域相互借鉴和融合^[1]。Agent 是一个具有自治性、自适应性、协同性和智能性的内部驱动的软件实体。每一个 Agent 都是具有特定完整功能的、独立的、高度智能化的个体。它掌握一定的知识,有自己的目标和解决问题的能力。本系统中的 Agent 分为接口 Agent、任务 Agent、资源 Agent 3 种,它们之间的关系见图 1^[6-8]。KQML(知识查询与处理语言)定义了一种 Agent 之间传递消息的标准语法以及一些“动作表达式”,如 Tell, Perform, Reply 等。

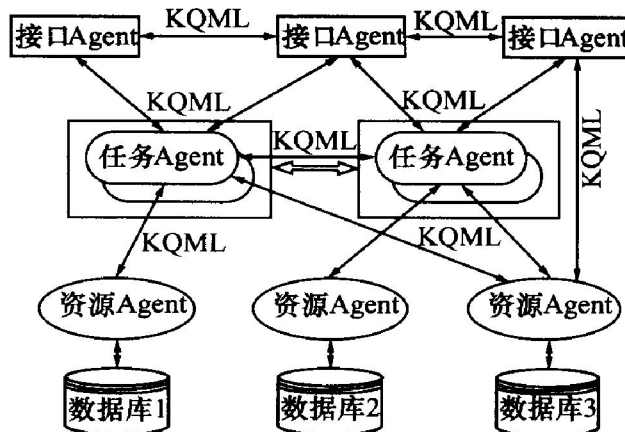


图 1 Agent 系统之间的结构

目前 Agent 有两大平台规范: OMG 组织于 1997 年提出的 MASIF (Mobile agent system Interoperability Facilities) 和 FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agent) 于 2002 年提出的标准。本文采用 FIPA 标准。FIPA 的基本内容包括: 1) 中间件支持, 包括 Agent 的注册、定位服务、通信服务、移动性及安全性支持; 2) Agent 通信语言: 包括语义、交互协议、责任等; 3) 和本地软件的交互, 将遗留系统或数据库包装起来; 4) Agent 与人的交流: 定义了交流内容与交流方式^[3,5]。

常用的基于 Java 和 FIPA (Foundation for intelligent agents) 的 Agent toolkit 有 FIPAOS (FIPA open source)^[10,12], JADE (Java agent development environment)^[11] 和 ZEUS^[1] 等。本文的开发环境选择 JADE。图 2 为 FIPA 参考结构。

本文开发了一种脚本语言 Material-script 使用户能以简单的方式与系统交互。Material-script 是一种面向用户的简单易学的脚本语言。例如要查询金元素的各种性能, 可采用如下脚本:

Query bulk modulus and the lattice constant of element Au

Results: bulk modulus of Au 164 GPa, the lat-

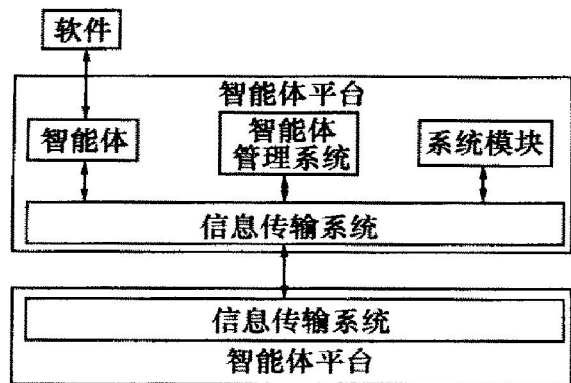


图 2 FIPA 参考结构

tice constant of Au is $a = 0.407 \text{ nm}$.

其中 Query, and, of 均为 Materialscript 的关键词。

3 结论

介绍了一个分布式材料信息获取原型系统的结构与原理。该系统已实际调试通过。在进一步完善 Materialscript 之后就可提供给广大材料设计工作者使用。

本系统的主要特性如下:

1) 采用多 Agent 模型, 用 XML 作为 Agent 间通信语言的格式。

2) Agent 间的通信模型采用结合了中心转发模式(Delegated Computing)和类 RPC 模式的混杂模式。中心转发模式是指 Agent 间通信都通过一个特殊的系统模块(一般称其为 Facilitator)来转发, Facilitator 维护了每个 Agent 对哪些消息感兴趣的信息, 所以当 Agent 发出一个消息时没有必要指定其接受者, Facilitator 会把它转给需要的 Agent。这个模式的好处是降低了 Agent 间的耦合程度, 但缺点是 Facilitator 成了系统的通信瓶颈, 对于有些 Agent 间可能存在的频繁的实时的通信是不适合的。OAA 采用的就是这种模型。而类 RPC 模式是指每个 Agent 和其他 Agent 要进行通信时都必须建立独立的连接, 这种模式的缺点是

Agent 间耦合程度高, 有时候甚至几个互相依赖的 Agent 的启动顺序都很难安排。但这种模式的好处是没有通信的瓶颈。作者采用了结合这 2 种模式的混杂模式。

3) 开放标准。系统是建立在 JMX, Java Bean, XML, JFC, JDBC, HTTP, RMI, CORBA, SNMP, TL1 等技术标准之上的。由于这些新的网络技术的强大功能及易用性, 开发者能以更低开发费用, 提供更好的解决方案。

参考文献

- [1] 周洪范, 张朝纲. 材料数据库的进展与应用[J]. 机械工程材料, 1993, 17(1): 1-4.
- [2] 吕允文. 材料数据库的现状和发展[J]. 化工新材料, 1992(6): 1-4.
- [3] Wooldridge M, Jennings N R. Intelligent Agents Theory and Practice, Knowledge Engineering Review[M]. Cambridge: MIT Press, 1994. 1-50.
- [4] Nwana H S, Software Agent: An Overview[EB/OL]. <http://agents.umbc.edu/introduction/ao>.
- [5] FIPA Agent Management Specification [EB/OL]. <http://www.fipa.org>.
- [6] FIPA Abstract Architecture Specification [EB/OL]. <http://www.fipa.org>.
- [7] Nwana H S. Software agents: an overview[J]. Knowledge Engineering Review, 1996, 11(3): 205-244.
- [8] Bradshaw J. Software Agents[M]. Cambridge: MIT Press, 1997. 69-81.
- [9] Bouzeghoub M, Fabret F, Galhardas H, et al. Fundamentals of Data Warehousing[M]. Germany: Springer-Verlag, 1999.
- [10] Ioannidis Y E, Ramakrishnan R. Efficient transitive closure algorithms[A]. Ramak R. Proceedings of the 14th VLDB Conference[C]. California: Los Angeles, 1988. 71-81.
- [11] JADF (Java Agent Development Framework) [EB/OL]. <http://jade.cse.it>.
- [12] FIPA Open Source [EB/OL]. <http://fipa-os.sourceforge.net>.

(编辑 陈爱华)