

一种基于 Jini 的多 Agent 系统框架实现

An Implementing Mechanism of Multi-Agent System Framework Based on Jini

蒋建文¹ 高 镔² 韩江洪¹ 林 勇³

(合肥工业大学计算机学院 合肥230009)¹(合肥工业大学 CIMS 研究所 合肥230009)²

(合肥工业大学电气工程学院 合肥230009)³

Abstract With the development of network and some new technology, more and more methods are provided to implement Agent system. SUN's Jini based on RMI can be fundamental used to constitute distributed object system. In this paper, the realization of multi-Agent system (MAS) based on Jini is advanced. The structure and characters of Jini are introduced and the basic structure and organization mode and communication method of MAS are presented. Furthermore, how to build MAS on Jini is discussed. The researching and implementing of MAS are simplified.

Keywords Jini, Agent, Multi-Agent System

1 引言

Agent(智能主体)是分布式人工智能的一个重要的研究方向,但是随着网络和计算机通信技术的发展,很多领域都开始将 Agent 系统引入到本行业之中,以期智能地解决本领域内问题提供一个途径,所以尝试用不同的方法建立 Agent 系统,将为 Agent 系统在不同领域内的应用提供便利。本文将介绍如何利用分布式系统 Jini 建立起 Agent 系统。这将为在具有 Java 平台的系统上实现 Agent 提供良好的解决办法。

一般认为,Agent 是一种处于一定环境下包装的计算机系统,为了实现设计目标,它能在那种环境下灵活地、自主地活动。从广义的角度来讲,Agent 是具有自治性、社会能力、反应能力和自发行行为特性的智能个体^[1]。MAS(Multi-Agent System,多主体系统)不仅研究单个代理复杂的体系结构以及这样的代理之间的简单交互,而且研究大量相对简单的代理之间的复杂交互,即建立复杂的多 Agent 系统模型,MAS 提供了分散控制、应急和并行处理。在一个 MAS 中,每个 Agent 有相应的目标并独立自主地运行或者与其它的 Agent 相互合作去实现目标,合理地组织和管理 Agent 是实现 MAS 的根本保证^[2]。

MAS 的关键是实现复杂系统的智能分散以及实现智能的无序到有序。

Agent 与对象存在很大的相似性,可以用现有的分布式对象技术实现 MAS。目前,SUN 公司开发的 Jini 技术已经在办公室组网和家庭网络等方面得到越来越多的应用。它提供的多种对象服务用于 MAS 可以简化 MAS 系统的实现。

本文对 Jini 技术的结构及其提供的服务作了一定介绍,分析了 MAS 中 Agent 的结构和组织,提出了利用 Jini 技术来实现 MAS 框架,不但简化了 MAS 的实现,而且为 MAS 的组织和管理提供了一种有效途径。

2 多 Agent 系统 MAS

2.1 多 Agent 系统的构成

多 Agent 系统,即 MAS 是分布式人工智能(DAI)中的一

个重要研究领域^[3,4]。在不同的环境中,Agent 有不同的表现形式,可以为硬件或软件实体,也可以是两者的结合。一个多 Agent 系统一般由以下几个部分组成:

- 1)多个已存在的 Agent;
- 2)多 Agent 之间的联合意图,即多个 Agent 联合行动以实现共同目标;
- 3)常识,即 Agent 之间的公共知识;
- 4)公共行为规范,即多个 Agent 在联合行动中应遵守的公共规则和采取的行动。
- 5)Agent 赖以生存的环境,即为 Agent 行为提供基本保障的设施,如网络、软硬件平台等。

在 MAS 中,每个 Agent 自主地运行,但是由于每个 Agent 仅拥有不完全的信息和问题求解能力,因此多个 Agent 必须相互通信、协同工作。Agent 之间协同工作是 MAS 的研究重点。其中主要解决的问题有:

- 1)多 Agent 的组织 包括建立合理的 MAS 结构,Agent 的创建、命名、注册、复制、移动、删除等生命周期内的服务,Agent 联盟的建立与撤消等。
- 2)多 Agent 的通讯 包括建立合理的通讯机制(如黑板结构、协作 Agent 等),选择合适的通讯语言和信息表示方式,实现异构环境下多 Agent 的互操作性。
- 3)多 Agent 的协调 在 MAS 中,Agent 的协调包括 Agent 的协作以及冲突消解,保证 Agent 联盟能够顺利完成任务,实现既定目标。MAS 的主要目的是实现系统智能的分散化,并在系统的运行过程中,逐步实现智能的无序到有序,使系统趋向最优的性能。MAS 系统具有开放性、不可预见性、非线性特点。为了实现 MAS 的目标,须充分利用现有的技术、规范和各种标准,合理地组织和管理 Agent。

2.2 利用面向对象方法来实现 MAS

面向对象方法是八十年代初提出的一种新型程序设计方法,面向对象方法比较符合人们对客观世界的认识。Agent 与对象有着许多的相似之处:Agent 与对象都是独立的实体,都具有封装和信息隐藏特征,对象封装了状态和行为,Agent 则封装了状态、行为、知识和规则等;它们都具有继承的特性,一个对象可以继承另外一个对象的属性和行为,一个 Agent 也

可以继承另一个 Agent 的状态和行为;都存在消息传递。一个对象可以通过消息激活另一个对象的行为,实现彼此的协作。Agent 则通过消息向另一个 Agent 发出请求,实现与另一个 Agent 的协作。

面向对象的方法提供了系统分析、设计和实现的完整体系框架结构,按照人类认识世界的方法来分析和解决问题。对象和类是面向对象方法中的核心概念。对象是在一般的过程基础上,封装了状态和行为的实体,分布式对象通过 IDL 等语言实现相互间的功能调用。利用面向对象的方法在对象的基础上,进一步封装智能行为和知识规则构成 Agent 实体。由此形成的多 Agent 系统和面向对象的系统有许多相似的特征:都具有分布异构的特点;都强调实体之间的配合与协调;都可以实现软件的复用。

从 Agent 与对象的联系特征来看,面向对象的方法用于 MAS 可以充分利用现有技术,减少开发 MAS 的工作量,简化了 MAS 的实现。

3 Jini 技术

3.1 分布式对象技术

分布式对象技术始于90年代,现已发展成为分布式异构环境下建立应用系统集成框架和标准构件的核心技术。当今国际上有三大分布式对象标准,一是 OMG 组织的 CORBA;二是由 Microsoft 推出的分布式组件对象模型 DCOM;三是由 Sun 公司推出的,用 Java 语言开发的分布对象模型 RMI,即远程方法调用。Jini 技术是 SUN 在 Java 和 RMI 基础之上推出的新的分布式计算系统。

1999年 SUN 公司推出了 Jini 技术,它将 Java 技术所建立起来的基于开放性标准以网络为中心的计算机模式向前推进,创造了一套崭新、完整的网络访问方法。在 CORBA 及 DCOM 中,分布式特性是基于一种或多种语言的固定附件,而 Jini 利用了 Java 的优势,避免了数据转移中的各种问题。利用 Jini 技术,可以屏蔽对象通信的细节,完成对象的注册、定位和激活,并可以完成对象的状态管理工作。可以作为 MAS 系统的支撑技术。

3.2 Jini 的基本结构

Jini 是在 Java 基础上建立的一个具有可靠性、可维护性、可扩展性和自发性的软件层,它是一种以动态分布系统为基础的体系架构,它的基础是 Java,所以 Jini 技术独立于平台,它为对象的网络连接、信息共享和互操作方面,确立了一套基本规则。Jini 提供了一种网络上的服务可以彼此寻找并互相利用的基本结构,它具有动态性、可伸缩性和很强的自修复能力。

Jini 体系结构最重要的概念是服务,服务是指网络中可被其他 Jini 参与者所使用的实体,即每一个 Agent 都可以看作是一个服务。

Jini 提供了 5 个基本概念:发现 (Discovery)、查找 (Lookup)、租借 (Leasing)、远程事件 (Remote Event) 和事务 (Transaction)^[5]。

发现:是用于寻找网络中群体并加入它们的过程,是 Jini 完成自发创建群体功能的部分。

查找:通过查找,发现和确定服务,同时还起到连接系统和系统使用者的作用。

租借:在 Jini 环境中,对服务的访问基于租借。它保证了一个群体在某些关键服务失败的情况下,一段时间之后可以

恢复。

远程事件:是 Jini 服务彼此通报状态的变化所采用的范型。一个对象允许其它对象注册对该对象感兴趣的事件,并能收到该事件发生的通知。

事务:是 Jini 使包含多个服务的计算到达一个“安全”状态的机制。Jini 事务接口提供两阶段提交所需的服务协议。

在 Jini 系统中,一个实体首先要通过发现/加入协议加入到系统之中,定位一个 Jini 技术的查找服务。它可以作为能为其他实体利用的服务,也可以是只能使用其它服务的空服务。在利用其它服务时,它可以从查找服务中下载一个可被用来与选定的服务进行交互的 Java 对象,该对象被用来处理任何有关服务的细节,通过它建立与服务的直接联系,即可使用服务或进行协作,如图1所示。

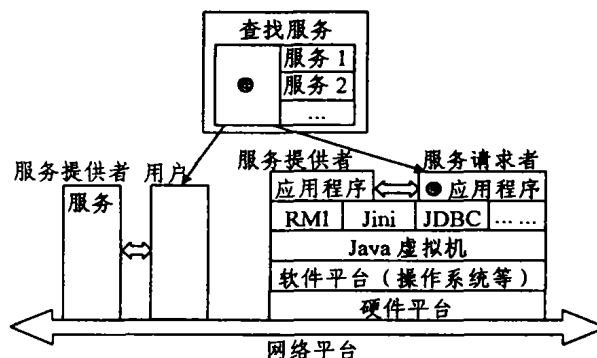


图1 Jini 体系结构图

Jini 是建立在 RMI 基础上的一组服务和规范,而且它还具有自发连网和自修复的能力。它是一种编程模型,它使开发者可以创建并管理他们自己的操作环境,并连接到一个普通的网络上。通过 Jini 技术,可以将 Agent 作为服务加入到系统之中,利用查找服务寻找资源或与其它 Agent 建立协作关系。而查找服务可以实现 Agent 的动态管理,包括 Agent 的加入和移走,完成 Agent 的生命周期管理。而 Jini 的租借机制使得系统避免了因网络延迟或故障造成的操作失败,提高了 Agent 系统的茁壮性。

4 基于 Jini 的 Agent 服务器

MAS 是多个 Agent 采用集中或分布式组合在一起,它们之间相互协作、相互通信,按照系统的规划顺序地完成复杂的任务或目标^[6]。要实现 Agent 之间的联系及协调 Agent 之间的任务调度,就需要建立一个 Agent 服务器,借助于 Jini 技术来实现 Agent 的管理和任务规划。Agent 服务器的结构如图 2。

Agent 服务器应具有以下一些功能:Agent 管理器;其它有关 Agent 的基本服务,如租借服务、查找服务、事件服务、组服务、数据库管理服务和永久对象服务等。

1) Agent 管理器 负责管理和协调 Agent 的各种基本服务,并在 Jini 的基础上实现 Agent 的管理,任务的划分和分配,共享资源的分配和管理,冲突的协调和行为的一致等。

2) 查找服务 主要完成 Agent 的动态管理,记录每一个加入系统并处于“可用”状态的 Agent,它不仅存储指向各 Agent 的“指针”,还存储代码指向这些 Agent 的代码“指针”。查找服务是网络上所有 Agent 的公告牌。

3) 租借服务 是 Jini 保证系统安全的一个重要手段,它保证了群体中的服务退出系统或因故无法被利用时,系统能

够及时获悉,这样,出现故障的 Agent 就能很快地被系统发觉,并做出相应的补救措施。

4)永久对象服务 提供了用于维持和管理对象的永久状态的一系列通用接口。

对象最终具有管理其状态的责任,但是它可以委派永久对象服务来完成实际的工作。Agent 要保留在查找服务里面不被剔除,就要向查找服务不断地发出租借信息。对于处于未激活状态的 Agent,可利用永久对象服务代理其向查找服务发送租借信息,以保证其处于“可用”状态。等待某一事件发生时,再将其激活。

这里的永久对象服务除了代理 Agent 发送租借信息外,还要加上 Agent 特有的状态维护。

5)安全服务 基于 RMI 的安全服务机制,扩充了关于 Agent 的安全服务机制。由于 Agent 和服务端都不能完全准确地预见到相互的行为及后果,这种不确定性带来了严重的安全问题。在 Agent 系统中,安全机制是双向的,一方面保证 Agent 本身不受破坏,另一方面也保证服务端不受 Agent 的破坏。

6)事件服务 提供了非常灵活、有力的可以配置的基本能力。Jini 通过事件代管程序,使事件能够可靠地到达目的地。

事件服务设计可以扩充且适宜于分布式环境。不需要一个中央服务器或者依赖于全局服务。事件服务接口允许应用提供不同性质的服务以满足不同的应用需求。

基本的事件服务包括 Agent 对外界环境的感知和对外界环境的响应。其中包括与其它 Agent 的联系与协作过程的管理。

7)组服务 负责对于 Agent 的组进行管理,记录组的标识以及组内的成员。

8)数据库管理服务 管理基本的数据库,对其中的数据查询和修改等操作。

结束语 利用 Jini 技术作为平台来构建 Agent 系统,充分利用了面向对象技术的优势,为多 Agent 系统的实现提供了一条捷径。同时也继承了 Jini 这种新的分布式系统的优势,提高了系统的安全性和可靠性。

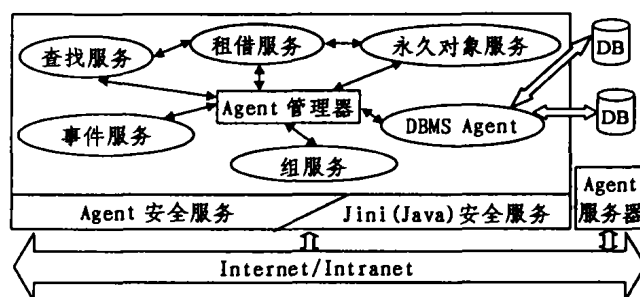


图2 Agent 服务器结构图

随着网络和信息技术的发展,Agent 技术已从人工智能领域慢慢地向其它领域渗透。借助于 Agent 技术解决本领域内的问题已成为多学科交叉研究的热点,诸多领域内已出现了 Agent 应用的先例,如在经济学领域和机械制造业等。随着技术的发展和研究的不断深入,将 Agent 技术应用到家庭网络之中,实现个性化和智能化的家居管理和家庭信息化服务,将会成为现实。

参考文献

- 1 史忠植. 智能主体及其应用. 北京: 科学出版社, 2000. 12
- 2 赵龙文, 侯义斌. 多 Agent 系统及其组织结构. 计算机应用研究, 2000, 32(7): 12~14
- 3 Graham J R, Decker K S. Towards a Distributed, Environment-Centered Agent Framework
- 4 周健, 吴泉源, 腾猛, 王怀民, 孙海燕. 一种基于分布对象技术的 Agent 计算框架. 计算机研究与发展, 2000, 37(1): 45~49
- 5 Edwards W K. Jini 核心技术. 北京: 机械工业出版社, 2000. 7
- 6 高济, 林东豪. 基于 Agent 技术的虚拟组织集成框架 IFVO. 计算机研究与发展, 1999, 36(12): 1410~1416

(上接第84页)

系统利用这个 SQL 语句对数据库1进行访问,产生的查询结果传给结果汇总模块。结果汇总模块利用 XML 模板把查询的结果转换为 XML 文件的形式:

```
<result>
  <Name>name1</Name>
  <Age>age1</Age>
  <Address>address1</Address>
  <Name>name2</Name>
  <Age>age2</Age>
  <Address>address2</Address>
  .....
</result>
```

最后,结果汇总模块一方面把这些 XML 文档返回给 XML 文档库,另一方面把这些 XML 形式的数据提供给给用户系统。

结论 现在,XML 在许多领域已得到应用,W3C 也在不断地修改和制定 XML 的各种标准,以期 XML 趋于更加完善。Microsoft, IBM, Oracle 等大公司已经推出了 XML 的产品。电子商务、电子政务的迅速发展,WWW 上不断出现大量的数据信息,互联网上大量的数据传输和交换需求,这些都使 XML 有着广泛的应用前景。已经有组织对 XML 的研究提出了新的观点,他们不但把 XML 看作是数据描述的标准、数据交换的标准,更把它看作是建立新的存储技术的基础。

本文结合 XML 的特点和异构数据源联合使用的特殊要

求,提出了一个在企业内部和电子商务中急需解决的异构数据源联合使用问题的解决模型。由于 XML 的特点,本系统模型具有良好的可扩充性,它可以集成新的数据源,而不用对系统做大的变动,只需在全球 XML 视图加入对新的数据源的 DTD 数据模型的描述,所以全局 XML 视图具有动态性。另外,在模型中引入 XML 文档库也增加了系统的效率。本文提出的模型还可以在一些方面进行完善,比如事物处理、一致性约束等,这些都是以后努力的方向。

参考文献

- 1 孟小峰,曹巍,王珊. Web 查询技术研究. 计算机科学, 2001, 28(2)
- 2 王静, 孟小峰. 半结构化数据的模式研究综述. 计算机科学, 2001, 28(2)
- 3 Deutsch A, Fernandez M, Florescu D. A query language for XML. In: Proc. on the Eighth Intl. World Wide Web Conf. (WWW8), Toronto, 1999
- 4 Bourret R. XML and Databases. Available at: <http://www.robouret.com/xml>.
- 5 Wiederhold G. Mediators in the architecture of future information system. IEEE Computer. March 1992
- 6 刘艳梅. 基于 COM/DCOM 组件标准实现异构数据库的联合使用. [博士论文]. 北京: 北京理工大学, 2000(7)
- 7 Microsoft Platform SDK July 2000 Edition—XML. Available at <http://www.microsoft.com>.
- 8 王宁, 王能斌. 异构数据源集成系统查询分解和优化的实现. 软件学报, 2000(1)