

基于 Agent 技术的网格资源管理层次模型研究

Grid Resource Management Layer Model Based on Agent

崔亚楠 黄文明 朱 英 陈庆全 (桂林电子科技大学 计算机与控制学院 广西 桂林 541004)

摘要: 由于网格的资源具有分布性、异构性、自治性动态性等特点, 因而其资源管理较之一般系统的资源管理具有更大的复杂度, 网格资源管理主要负责对网格资源进行组织、分配、调度, 关系到资源分配、调度的效率, 进而影响网格的整体性能。对当前网格资源管理的模型进行了分析, 并分析了 Agent 技术应用于网格计算的技术优势, 提出了基于 Agent 技术的网格资源管理层次模型, 从而为使用者提供一个分布的、易于扩展的、高效实用的网络计算环境。

关键词: 网格 网格资源管理 层次模型 Agent 技术

1 引言

网格是近年国际上兴起的一种重要的信息技术, 其目标是把因特网整合为一台巨大的超级计算机, 实现计算资源, 存储资源, 信息资源, 知识资源等的全面共享, 消除信息孤岛, 网格有望成为“第三代互联网”。网格是一个高度动态变化的环境, 系统资源不断的扩大, 应用不断的增长, 系统的整体结构和整体性也在不断的发生变化, 并且随时有不可预测的系统行为发生, 这就要求资源管理提供一个适应性的广域环境以支持用户对不同资源的需求。网格计算的应用前景是十分广阔的, 如能源、交通、气象、水利、农林、教育、环保等, 以及涉及科研、开发、教育的诸多部门、单位和企业, 对高性能计算网格及信息网格的需求都是非常巨大的。

目前, Agent 技术正迅速崛起和广泛应用。为了解决复杂、动态、分布式智能应用, 移动 Agent 技术作为一种的全新的计算手段被提出, 它可以在异构的软、硬件网络环境中自由移动^[1]。Agent 技术的引入, 必将能使网格资源管理有效地降低网络负载、提高通信效率、动态适应变化了的网格环境, 并具有很好的安全性和容错能力, 从而能实现网格计算资源的动态

自适应性管理。本文分析了网格资源管理的三种模型, 并结合 Agent 技术, 提出了一种基于 Agent 的计算网格资源管理方案, 可为网格的计算资源和服务提供一个统一的高层管理框架, 并为网格资源管理提供了一种有效的方法和途径。可以把网格看成是一种 Agent 系统的集合, 它负责提供网格服务, 将资源分配给各个成员。每个网格服务代理为用户提供真正的网格服务。网格服务代理可以代表应用、资源或是网格计算服务。

2 网格资源管理技术

资源管理是计算网格的关键技术之一, 是管理所有的网格资源, 包括计算机软件、硬件、设备和仪器等, 屏蔽各种资源的异构性和复杂性, 从而实现有效快速安全的资源共享。网格计算环境资源的广域分布、异构、动态、有多个管理域、存在不同的存取方式和共享等模式决定了其资源管理和调度十分复杂, 因而其管理方法及技术的研究已成为一个颇具挑战性的研究课题。目前还没有一种科学高效的管理模式能够处理所有的网格计算应用需求。大量的网格项目试图提

基金项目: 广西教育厅项目(2004(20)); 桂林电子科技大学 06 年度学科软环境项目; 广西研究生教育创新项目(2007105950812M18)

收稿时间: 2008-07-18

供一个合适的资源管理方法,使网络中的信息和资源的广泛共享成为可能,从而有效的解决现实当中“资源闲置”和“资源缺乏”问题。

2.1 网络资源管理的目的

总结网络资源管理的目的主要有以下三点^[1]:

(1)为用户提供访问资源的简单接口,将实际使用资源的具体细节隐藏起来,用户看到的是个经过抽象的资源。

(2)协调资源的共享使用,既要支持多个请求者请求使用同一个资源的需要,也要支持请求者使用多个资源的需要。

(3)资源管理者还要代替请求者去使用资源,并建立安全的网格资源使用机制。

2.2 当前主要的网格资源管理体系的模型

目前主要的网格资源管理体系结构模型是分层模型、计算经济模型、抽象所有者模型。分层模型产生于网格论坛的第二次会议^[2],它较好地解决了网格计算环境给资源管理所带来的一些挑战性问题,如站点的自治性,底层的异构性以及联合分配等问题,在实际的网格项目中被广泛的采用,是当前的大部分网格系统中所使用的资源管理模型。

2.3 当前三种资源管理模型的特点^[3]

(1)分层模型是当前的大部分网格系统中所使用的资源管理模型,它的特点:有利于对具有站点自治性和底层异构性资源进行管理,并具有较强的适用性;能定义可扩展的资源规范语言来解决在线控制问题并使政策具有可扩展性;能在一定程度上实现资源的联合分配。

(2)抽象所有者模型的特点:使用作为资源所有者的抽象代表的资源经纪人与用户进行交互协商;资源共享过程中遵循类似于快餐店的订购与交货模式。

(3)计算经济模型的特点:基于供求原则的投资回报机制也促进了计算服务质量的提高和资源的升级,经济是调节供求关系的最重要的机制;为访问网格资源的用户提供公平的价格机制,并允许对一切资源进行交易。

三种网格资源模型都存在各自的不足之处:资源存储方式有待改进,当前模型中主要采取集中存储或本地存储两种方式,前者容易造成单点失效和通信瓶颈问题,后者不利资源的查找并占用很多的宽带资源;

没有考虑资源结点所提交的资源信息的真实性,影响系统的利用效率;对资源结点的加入采取随机的方法,而没有考虑到现实网络的布局;虽然认识到了资源服务质量的重要性,但没有对资源的服务质量进行定性的描述;同类资源联合查找效率不高等。

3 Agent 技术

Agent 技术的诞生和发展是人工智能和网络技术相结合的产物。目前 Agent 技术在基于网络的分布式计算这一计算机技术的主流领域中正发挥着越来越重要的作用,它为解决分布式应用问题提供了一种有效的途径。美国斯坦福大学的 Hayes Roth 认为,“智能 Agent 能持续执行三项功能:感知环境中的动态条件;执行动作影响环境条件;进行推理以解释感知信息,求解问题,产生推断和决定动作。”如同网格一样,目前 Agent 在研究领域尚没有一个理想的定义,但人们普遍认为:Agent 是运行于动态环境的、具有高度自治能力的实体,它能够接受其它实体的委托并为之服务。简单的说,Agent 是一类在特定环境下能感知环境,并能自主的运行以代表其设计者或使用者实现一系列目标的计算实体或程序。

根据目前对 Agent 的研究 Agent 一般具有以下特性^[2]:

(1)自治性(Autonomy):Agent 能自行控制其状态和行为,能够在没有人或其他程序介入时自动操作和运行。这是 Agent 区别于普通软件程序的基本特征,也是其区别于对象(Object)的一个重要特征。

(2)主动性(Voluntary):Agent 能够主动表现出目标驱动的行为,可以自行选择合适的时机来采取动作。

(3)反应性(Reactivity):Agent 能感知环境(可能是物理世界),并能够对环境中发生的变化或是通过界面进行交互的用户或其他 Agent 做出反应。

(4)社会性(Social Ability):也称为可通信性(Communi-cability),Agent 能够利用某种 Agent 通信语言与其他 Agent 或程序交换信息、协同合作。

除此以外,Agent 通常还具有可移动性、合理性、忠诚性、友好性等特性。

软件 Agent 属于人工智能的范畴,在一定程度上模拟了人类社会的行为和关系,具有一定的智能并能够自主运行,向其他软件实体提供相应的服务。软件

Agent 具有极大的灵活性和适应性,更加适合于开放、动态的网络环境,也更能体现人类的社会职责。

4 网格资源管理分层模型结构^[5-7]

网格资源管理系统的分层模型是在 GGF(Global Grid Forum)第一次会议上提出的,其基本思想就是将整个网格资源管理系统分成若干个功能层,高层次的组件利用低层次的组件提供的服务来实现自身的功能,并向更高的层次提供服务。本文将 Agent 技术引入层次模型中,充分考虑了网格的特性。

提出的基于 Agent 的网格资源管理模型具有 5 层结构(图 1 分层网格资源管理模型组织结构图),包括广域资源层、移动代理资源管理层、协商服务层、作业 Agent 层和终端用户层。

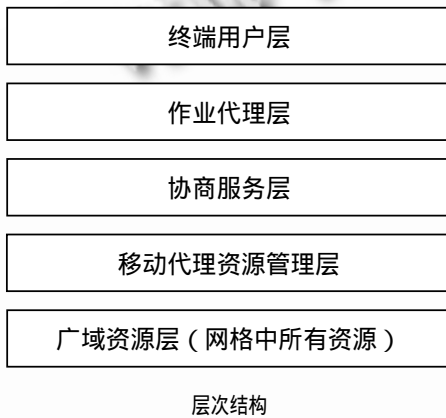


图 1 分层网格资源管理模型结构组织图

(1) 终端用户层包含各类终端用户或其他软件应用,主要为用户提供接口,支持用户对作业的创建、提交、控制、调度等,允许用户对作业所需要的资源进行描述,作业是由一系列子作业或者任务组成,子作业又可以由其后代子作业或者任务组成,任务之间可能会有依赖关系也就是说,整个作业可以被看成一棵多叉树,其根节点代表作业,每个非叶子节点代表子作业,任务就是这样一棵树的叶子节点,最简单的作业只包含一个任务。

(2) 作业代理层负责接收终端用户提交的作业并建立作业 Agent(JA),JA 又为资源需求创建资源请求协商 Agent,代理层也要负责用户身份认证,如确定

该用户是否有权使用网格,用户的名称和密码是否正确等认证通过后会给用户颁发通行证,这样用户才有权限使用网格内的资源,把作业提交到网格中。

(3) 协商服务层主要是给资源的请求者和提供者提供一个协商的平台,并提供相应的服务,并请求记忆库进行联系,如果原来已经有过同样的资源请求则可以直接联系资源提供商 Agent 请求资源。它是整个资源管理系统的核心部分,负责用户和资源的交互,包括资源定位、资源匹配、资源调度、资源监控等操作;根据作业请求在整个网格内对资源进行查找定位,找到合适的资源后分配给请求作业它的主要任务是找到作业对资源的最佳映射。主要包括三个模块:网格调度器、网格监控器和网格信息服务器。

(4) 移动代理资源管理层就是指整个资源管理系统,主要负责整个网格范围内的资源管理采用集中式管理方法。移动代理资源管理层包含两类 Agent,一类是资源 Agent(RA),一个 RA 可以管理一个或多个同类资源,并负责调度这些资源。另一类是资源提供协商 Agent(RPNA),它们是由 RA 创建的,用来代表资源提供者进行价格协商。

(5) 广域资源(Resource)层包含网格系统中的所有异构资源,构成一个或者多个自制系统,为移动代理资源层提供服务。

以上五层结构能充分体现网格资源管理的层次性,层层相互关联,从而达到传递信息紧密管理的目的,让网格中的资源充分体现其价值,让用户更能经济的随意使用网格中的资源。

5 Agent 技术引入资源管理

由于 Agent 技术强调软件的分布性、自治性和智能性,通常用来构建大规模的分布式软件系统。软件 Agent 是模型化的复杂软件系统的高级抽象,展示高度的动态行为。软件 Agent 是一种复杂的计算机程序,采取自治的行为,协同应用与环境交互,完成给定的目标。

在网格计算中引入 Agent 技术将会有如下优点^[4]:

(1) 实现了作业和资源的管理及自适应。在地域上,分布的异构网格计算环境中能够自主地将计算任务从一个节点迁移到另一个节点,并可与其它 Agent

或资源交互以实现作业和资源的管理和自适应。

(2) 减少各个资源调度中心之间的通信量。Agent 可以迁移到网格计算环境的各级客户服务器或中央服务器上, 与之进行本地高速通信, 它不再占用网络资源, 从而大大降低了网格的通信量, 并提高了网络资源的利用效率; Agent 通过将服务器请求 Agent 动态迁移到其它 Server 端执行, 使得此 Agent 较小依赖网络传输环节而直接面对要访问的服务器资源, 从而避免了大量数据间的网络传送, 降低了系统对网络带宽的依赖。

(3) 提高了网格计算的可靠性和执行效率。Agent 通过在局域网服务器之间双向移动来传递对应的资源信息、负载信息、通信量和任务执行序列等信息。这些信息作为资源管理、负载平衡、通讯调整、任务调度等的参考依据, Agent 根据这些数据智能地判断管理的情况并做出相应处理。这将大大改善系统的性能和智能化水平, 提高网格计算的可靠性和执行效率。

(4) 提高了网格任务的并行求解能力。在网格计算中, Agent 不需要统一的调度。由用户创建的 Agent 可以在不同计算节点运行, 等任务完成再将结果传送给用户。同一个用户或同一个计算节点可创建多种 Agent, 同时在一个或多个节点运行, 形成并行求解的能力。

(5) 更好的适应网格资源的动态性。移动 Agent 支持离线计算, 它可以很好的支持移动计算的分布式应用, 并且移动 Agent 具有动态适应性, 能与环境交互, 感知环境变化, 并快速、自主地做出反应。

(6) Agent 由于具有协作性和移动性, 并且具有面向对象的特征, 在考虑实现安全措施时候会有更多的弹性。

网格计算中基于 Agent 的资源管理、任务调度, 集成起来将会形成高性能的网络及其应用架构。基于 Agent 的资源管理策略不但可以优化资源管理, 而且可以科学地解决资源冲突、拥塞、网络时延、降低网络负载等。对于网格资源, 创建一个资源库去存储资源的相关信息并利用相应的方法和工具对之进行管理; 对于用户, 它提供了一个可视的、规范的接口,

使得用户能简便地在网格环境中共享资源, 实现多编程环境下的协同应用求解, 充分发挥网格的计算潜力。在这里, Agent 主要为用户提供一个资源的逻辑视图, 很好地解决资源管理问题。

6 网格资源管理分层模型

通过对以上三个网格资源管理模型的分析以及 Agent 技术引入资源管理模型中的优点, 为了克服当前三个网格资源管理模型存在的不足, 满足当前用户对网格资源管理技术的急切需求, 本文设计了一个能够动态自动协商, 带有智能性的分层网格资源管理模型, 其框架结构如图 2 所示。将 Agent 引入到该模型中, 由 Agent 的社会性可以使 Agent 成为网格资源用户和网格资源沟通的桥梁, 从而保证该模型能够使其应用层模型具有智能性、作业分级、高可靠性、可交互性等特性。

资源管理层次模型框架结构图 2 所示:

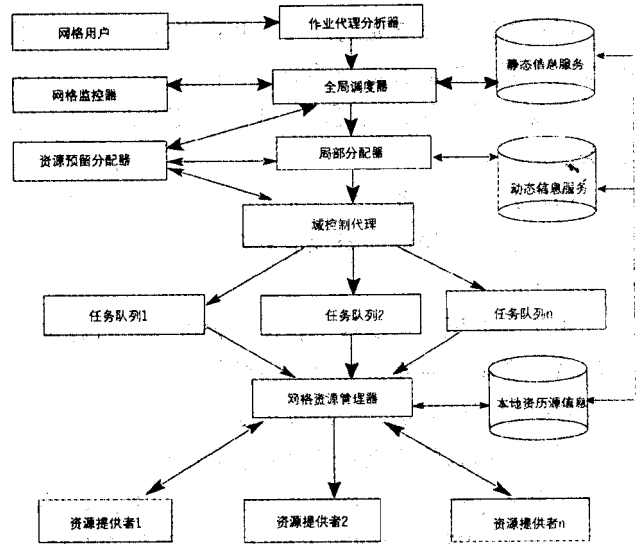


图 2 资源管理层次模型框架结构图

本资源管理层次模型的具体管理方案如下:

(1) 用户通过 GUI 或者 Web 浏览器登录网格, 在网格入口进行身份确认及权限确认, 确认通过后用户进入网格, 用户向网格提交作业给作业代理分析器, 此代理就建立一个作业 Agent 并调用许可控制代理,

许可控制代理检查作业的资源请求,并判断添加此作业到系统当前的工作池中是否安全;若安全则将作业按最大并行度将作业中的任务划分为若干任务组,提交给全局资源分配器。对多任务组中的每个任务,全局资源分配器在静态资源库进行资源信息发现、咨询来决定当前的状态以及可用的资源即进行一次搜索多个满足该需求的集群,组成候选集群组提交给局部资源分配器和资源预留分配器。

(2) 全局调度器计算映射集合,并将这些映射传递给局部资源分配器和资源预留分配器,资源预留分配器对用户资源预约的任务传递给域控制代理,而局部资源分配器在动态资源库中读取候选集群组中每个集群的有关信息,并将相应任务分配给最符合条件的域控制代理。

(3) 该集群应用本地资源管理器执行任务,在整体上,本地资源管理器每隔一定时间向静态资源库发送静态资源更新信息。另外,局部资源分配器读取动态资源库前,动态资源库会从本地资源信息库读取更新信息。

(4) 控器跟踪作业的进程,并目当性能低于预期标准时重新调度。在适当的时候,作业控制代理和另一个分配代理合作,此代理与域控制代理协调并开始任务的运行。

(5) 资源提供者向资源管理器提供资源,经过认证以后,资源管理器将资源信息存储到本地资源信息服务库中。

由结构框架图可以看出,网格调度器、资源预留分配器、资源信息库是整个系统的核心部分,调度器主要看的是调度算法,资源预留是对用户提前提交的任务保存,信息库的更新速度对于网格资源管理相当重要,总之,各个部分是相互协调不可分割的,都发挥了各自的功能整个网格资源才能够得到充分的利用。所以本模型存在以下特点:

智能协商。本模型的 Agent 是具有智能性的,在资源管理和协商操作中由 Agent 来实现。Agent 通过注册的方式加入或退出自动协商环境,使得整个系统获得较高的自制性和智能性。

动态自动协商。由本地资源管理层可以根据用户提供的资源随时更新本地资源信息库。通过域控制代理和协商服务器,快速调整协商的策略和行为,提

高自动协商的效性。

资源预约机制。通过资源预留分配器,用户可以提前预留网格中已经存在或者不存在的资源,这种资源一旦空闲或者有就可以使用,提高了时间效率。

庞大的资源分域管理。资源可以通过分域分类划分从而减少了资源管理的复杂度。

7 结语

本文在研究网格资源管理技术和分析当前主要的三种网格资源管理模型的基础上提出了五层网格资源管理结构,并在对 Agent 技术进行深入的分析的基础上建立了基于 Agent 技术的分层网格资源管理模型,使其能够对网格资源进行有效的管理从而实现资源的共享、资源发现、资源预留和任务调度等功能,实现网格资源管理的智能化服务,给使用者提供一个分布的、高效的网络计算环境。本方案具有简单性,易于实现,对计算网格的异构性、动态性和广域性等,为计算网格的资源管理提供了一种有效的方法和途径。

参考文献

- 1 徐志伟,冯百明,李伟.网格计算技术.北京:电子工业出版社,2004:94-102.
- 2 都志辉,陈渝,刘鹏.网格计算.北京:清华大学出版社,2004.
- 3 Cao J, Spooner D P, Funereal J D. Agent based resource management for grid computing. Proc of the 2nd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2002:323-324.
- 4 孙华志,马希荣.基于多 Agent 技术的网格资源管理模型的研究与构建.计算机科学,2005,(32):45-47.
- 5 杨冬菊,胡正国,郑继川,张小芳.基于层次结构的网格资源管理系统.计算机应用研究,2002,(11):141-143.
- 6 万芳,李明.基于 Agent 技术的网格资源管理.安徽建筑工业学院学报(自然科学版),2006,2(1):62-65.
- 7 魏伟,李艳玮,郑伟勇.基于移动 Agent 动态自适应网格资源的管理模型.华东交通大学学报,2006,10(5):109-111.