

基于网格计算的关键技术研究

秦金磊, 朱有产, 李玉凯

(华北电力大学 信息与网络管理中心, 河北 保定 071003)

摘要:在网格计算环境下, 如何解决其中的关键技术是实现一个高效快速网络的重要因素。文中对现有的网络结构进行了分析, 指出了五层沙漏结构的特点, 以及 OGSA 模型的一些优点, 在此基础上比较了它们的异同; 任务的协同是网格计算的核心, 要解决好此问题, 主要涉及到 5 个关键技术, 文中对此进行了详细地分析; 同时 3 种资源管理模型——层次模型、抽象所有者模型和经济/市场模型也是一个不可或缺的方面, 文中对此也作了总结; 最后, 指出进一步研究的重点和方向。

关键词:网格计算; 体系结构; OGSA; 资源管理

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)11-0103-03

Research of Key Technologies Based on Grid Computing

QIN Jin-lei, ZHU You-chan, LI Yu-kai

(Center of Information and Network Management, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: In the environment of grid computing, in order to realize one high efficiency and rapid grid how to solve its key technology is an important factor. In this paper the current architecture of grid is analyzed, and some characters of five-layer sandglass and some merits of open grid services architecture (OGSA) are pointed out, and their similarities and differences are compared under this condition. In addition, the core of grid computing is cooperation of tasks, and in order to resolve this problem, five key technologies referenced in this paper are analyzed in detail. Meanwhile, three kinds of resource management models——layer model, abstract/owner model and economy/market model are also an indispensable aspect, which are generalized in this paper. Finally the emphasis and direction in the future are pointed out.

Key words: grid computing; architecture; OGSA; resource management

0 引言

网格(Grid)^[1]的出现是现代互联网技术迅猛发展的必然结果, 它代表了一种先进的技术和基础设施。传统的 Internet 实现了计算机硬件的连通, Web 实现了网页的互连, 而 Grid 试图实现互联网上所有资源的全面连通。它要把整个互联网整合成一台巨大的虚拟超级计算机, 实现计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源以及其它各种资源的全面共享^[2]。据《ForbesASAP》预测, 网格技术将在 2005 年达到高峰, 并带来因特网的新生。如果网格技术能促使市场按预期的 17% 年增长率持续成长的话, 那么在 2020 年将会形成一个年产值 20 万亿美元的大产业。由此可见, 网格将掀起第三次互联网革命的浪潮。

文中旨在探讨网格的基本概念和体系结构, 阐述目前的关键技术, 重点研究网格资源管理模型, 并分析了下一步研究的重点和方向。

1 网格基础

1.1 网格涵义

什么是网格? 网格就是一个集成的计算资源环境, 或者说是一个计算资源池^[3]。网格能够充分吸纳各种计算资源, 并将它们转化成一种随处可得的、可靠的、标准的、同时还是经济的计算能力。网格计算(Grid Computing)就是基于网格问题的求解^[3]。

1.2 网格分类

根据问题求解的特点和应用环境, 可以将网格计算分为如下几种类型^[4]:

- * 计算 & 数据网格, 如: IPG, TeraGrid, Data Grid, GIG, ASCI Grid 等;
- * 信息 & 知识网格, 如: Semantic Web, Knowledge Management, Ontology 等;
- * 商业应用网格, 如: CDN, RTEC, Web Service 等;
- * 其它模式, 如: Parasitic Computing, P2P 等。

不管是哪种类型的网格, 其基本的组成主要是资源、中间件、工具软件 and 应用程序等几个部分。

1.3 网格要求

对于网格提供的计算能力, 有 4 个基本的要求, 它们分别是可靠性要求、标准化要求、易访问性要求和价格低

收稿日期: 2006-01-19

作者简介: 秦金磊(1979-), 男, 河南武陟人, 硕士研究生, 研究方向为分布式系统、Java 技术、网格计算; 朱有产, 教授, 研究方向为网络管理、网格计算、分布式系统、数据库。

廉的要求^[3]。

网络的可靠性是指网络提供的计算能力必须是持续、稳定和安全的,不应该因为网络内部个别资源的变化而对网络的应用产生影响。网络还应该满足各种形式的安全要求,如果没有安全保障,这种计算服务就不能得到广泛的推广。

网络的标准化要求是指网络资源之间应该有一个统一的可以互相访问的接口或者协议标准,只有这样才能实现网络资源之间互操作从而实现充分的资源共享。

网络的易访问性要求是指用户可以在任何时间,任何地点,以自己习惯的统一的形式访问和使用各种网络资源。

2 网格体系结构

到目前为止,比较重要的网格体系结构有两个,一个就是 Foster 等在早些时候提出的五层沙漏结构^[3],然后就是在以 IBM 为代表的工业界的影响下,在考虑到 Web 技术的发展与影响后,Foster 等结合 Web Service 提出的开放网格服务结构 OGSA (Open Grid Services Architecture)^[5]。下面将着重介绍这两种结构。

2.1 五层沙漏结构

所谓的“五层”是指从下而上依次为构造层、连接层、资源层、汇聚层、应用层。它的一个重要特点是沙漏形状,造成该形状的原因主要是由于各层协议数量的不同。对于最核心的部分(由资源与连接层组成),核心协议不仅要实现向上层各种协议的映射,同时还要实现向下层其它协议的映射。由于核心协议要在所有支持网格计算的地方都要得到支持,所以协议的数量不应该太多,这样核心协议就在协议层次结构中形成一个瓶颈,如图 1 所示。

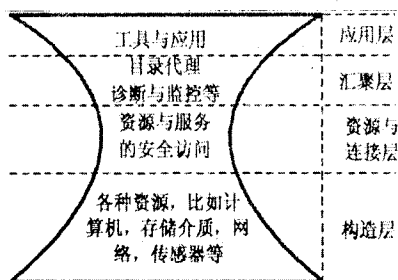


图 1 沙漏形状的五层结构图

* 构造层:其基本功能是控制局部的资源,向上提供访问这些资源的接口。构造层的资源是非常广泛的,可以是计算资源、存储系统、目录、网络资源以及传感器等。

* 连接层:其基本功能就是实现相互的通信。它定义了核心的通信和认证协议,用于网格的网络事务处理之中。通信协议用于在构造层资源之间交换数据,认证协议提供加密的安全机制,用于识别用户和资源。

* 资源层:其主要功能是实现对单个资源的共享。由于资源与连接协议形成了沙漏结构的瓶颈部分,故这个协议集要尽量小和标准化。

* 汇聚层:其主要功能是协调“多种”资源的共享。该层的协议描述了资源的共性,而未涉及资源的具体特征,说明了不同资源集之间是如何相互作用的。

* 应用层:该层是在虚拟组织环境中存在的。它关心的是有什么样的资源可以由下面来提供,解决不同虚拟组织的具体问题。

2.2 开放网格服务结构(OGSA)

开放网格服务结构 OGSA(open grid services architecture)同样具有上述的五层结构,但 OGSA 主要是以服务为中心。这里的服务是指具有特定功能的网络化实体,包括各种计算资源、存储资源、通信资源、软件资源等。这种把资源抽象为服务的方式,将有利于实现灵活的、一致的、动态的共享机制。为此,OGSA 以 Web Service 为基础定义了“网格服务”(Grid Service),该服务提供了一组接口,用于解决服务发现、动态服务创建、生命周期管理、通知等问题。

OGSA 模型以网格服务为中心具有以下优点^[3]:

(1)由于网格环境当中的组件都是虚拟的,就可以设计一组核心接口,使所有的网格服务都基于这些接口来实现,从而能容易地构造出具有层次性的、级别性的服务(如图 2 所示)。

(2)虚拟化可以将相同的物理资源虚拟成多个逻辑资源,因此在对服务进行组合的时候不必考虑具体的实现,可以以底层资源组成为基础,在虚拟组织中进行资源管理。

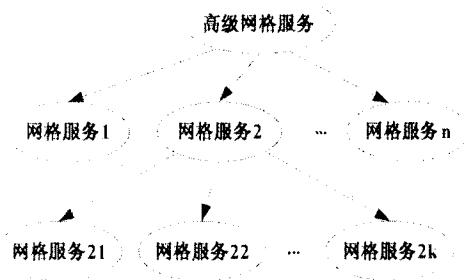


图 2 OGSA 的服务结构示意图

2.3 结构的异同

结合上面的论述,可以发现两种结构都具有 5 个层次,不同的方面有如下几点:

(1)五层沙漏结构主要是以协议为中心的“协议结构”,而 OGSA 是以服务为中心的“服务结构”;

(2)在五层沙漏结构中强调的是对物理资源的共享,OGSA 是要实现对虚拟的服务的共享;

(3)在互操作性方面,五层沙漏结构是按照支持虚拟组件互操作的协议要求来构造的,而 OGSA 则是通过与协议消息相对应的服务来实现的。

3 网格关键技术

网格计算的核心是任务的协同,要解决此问题必须处理好以下几个方面的关键技术^[6]。

3.1 用户界面

用户界面设计的好坏直接关系到用户使用系统的效率。面对网络上各种纷繁复杂的数据和资源,如何保证用户管理网格资源、构建问题解决环境、进行网格程序设计、调用闲置网格资源,使用户界面达到与平台无关、与地理位置无关、安全、易用等目标,是设计网格用户界面需要仔细考虑的问题。

3.2 通信技术

网络通信技术是在网格计算环境中,提供高性能通信的必不可少的技术。要做到“即连即用”,必须要有高质量通信技术作保证。带宽和延迟是网络最重要的两个属性。用户要获得可靠的、延迟小的通信服务也离不开宽带高速的网络。为进一步减少延迟可以使用计算与通讯过程重叠等方法。

3.3 安全机制

网格计算环境中的安全问题要比一般 Internet 安全问题更加复杂。除了两个基本方面的问题:身份验证问题,用来确保各种资源只允许被授权用户使用;通信安全问题,用来提供认证数据保密性与完整性之外,容错和自动修复也是网格计算系统所要考虑的问题。对于许多大型的计算问题,如果没有容错和自动修复措施,任何中途出现的故障,如:某个网格结点断电或停止工作,就会使前面的计算前功尽弃。Internet 能够实用并流行,就在于用 TCP/IP 中的检错、消错、避错等机制,提供了可靠的服务。

3.4 任务管理

网格计算的目的是要将一个任务分成几个子任务,并为每个子任务分配一个执行效率最高的资源,以便来完成。对任务的分解往往包含优先约束关系,对这类计算任务就需要进行有效的任务调度。任务管理包括完成任务的提交、查询、为任务指定所需资源、删除任务并监测任务的运行状态等。任务调度则是按照用户提交的任务类型、所需资源、可用资源等情况安排运行日程和策略。

3.5 资源管理及模型

网格上的资源具有动态、异构等特性,如何使各种资源能够在网格环境中实现协同共享也是一个非常重要的方面。资源管理包括资源的发现、描述、定位、注册、分配、监测、更新和信息发布等。要实现高性能计算和共享异构网格资源,必须提供统一的资源管理机制。统一资源管理模型负责用户与网格计算环境的交互,提供与网格计算系统的统一出入口。目前通常用单一映像文件系统来组织网格计算的资源,单一映像文件系统将地理上分散的异构资源映像成一个单一入口的虚拟机器。一般使用虚拟目录服务技术,将各种分散的地理资源映射到逻辑的文件系统上^[7]。

目前,网格资源管理系统模型按照体系结构主要分为 3 类:层次模型、抽象所有者模型和经济/市场模型。这 3 类模型都不同程度地满足了实际的需要,体现了不同的技术构思。

1) 层次模型是在 GGF(Global Grid Forum)^[8] 第二次会议上提出的,基本思想就是将整个资源管理系统分成若干个功能层,较高层次的组件利用较低层次的组件提供的服务实现自身的功能。该模型由被动和主动组件构成,被动组件包括资源、任务、作业和调度;主动组件包括调度器、信息服务、域控制代理、发布代理、用户、许可控制代理、监视器、作业控制代理。

2) 抽象所有者模型由两种主体构成:客户和抽象所有者(Abstract Owner, AO)。客户就是一般意义上的资源消费者。AO 作为抽象的资源提供者,可以直接拥有物理资源,只是在物理资源上增加资源管理者,具有协商、调度和传递资源的功能;也可以是资源所有者代理,此时由管理者、销售代表和运输代表组成。现在还没有出现典型的采用抽象所有者模型的网格资源管理系统。

3) 经济/市场模型综合了层次模型和抽象所有者的核心特征,即可以利用层次模型中相对成熟的技术又明确强调了以经济为基础的资源管理和调度,具有典型的计算经济特征。该模型主要由 4 部分组成^[8]:

(1) 网格用户的各种应用:包括串行应用、参量应用、并行应用和协同应用等。

(2) 网格资源代理:它由作业控制代理、调度器、网格浏览器、交易管理器和发布代理构成,负责资源发现、选择、绑定、初始化计算、资源动态更新等功能。

(3) 网格中间件:它为网格资源代理提供基本的网格服务支持,包括远程进程管理、协同分配资源、存储访问、信息服务、安全认证、QoS、资源预留、资源交易和作业执行等。

(4) 网格资源控制域:是网格结点的内、外部环境,是资源提供者直接交互处和经济市场模型的最佳体现处。包括资源分配管理和交易服务主要模块,前者可以对资源进行动态监测、调度,向网格中间件的网格信息服务模块传送网格资源信息;后者能通过网格中间件和网格资源代理各自的交易管理模块通信,使用交易协议等规则与用户协商决定交易结果,来获取最大资源使用率。

网格计算的目的是让用户像使用电力一样来使用网格计算环境上的各种服务,给用户提供一种与具体计算设施无关、与地理位置无关的通用的计算能力。通过该计算环境,使资源提供高效便捷的服务。为此,必须解决上述的 5 个问题。

4 结束语

网格计算是一门新兴技术,它力图将网络上各种资源融合在一起形成一台性能超强的虚拟计算机,任何授权的用户都可以方便自如地使用,来完成各种任务。文中详述了网格中的一些概念和关键技术,对以后的网格设计与实现提供了方向,其中任务调度和资源管理算法的实现也是今后工作一个重点。

(下转第 108 页)

“位权定位法”正是利用了上面的 3 个特点,具体转换方法如下^[5]:

第一步:定位。

根据被转换十进制数的大小,确定一个最接近又小于被转换数的位权 2^n 。可知:转换结果是个 $n+1$ 位二进制数,其最高位系数为 1,其余各位系数待定。

第二步:确定系数。

① 根据已确定的位权 2^n ,作减法:

被转换数 - 位权 2^n = 差值。

② 依次取位权 $2^{n-1}, 2^{n-2}, 2^{n-3}, \dots$ 作为减数,取上一次之差值作为被减数,不断重复确定各位系数,直到差值为 0 为止。如够减,则该位系数为 1,被减数减去减数,差值作为下次被减数;如果不够减,则该位系数为 0,保留被减数。

将被转换十进制数分为整数和小数分别转换,最后合成。转换小数部分时,权值依次为 $2^{-1}, 2^{-2}, 2^{-3}, \dots$,不断重复步骤 ②,位权递减到多少,要依小数精确到几位来确定。

2.2 算法流程图

算法流程图如图 3 所示。

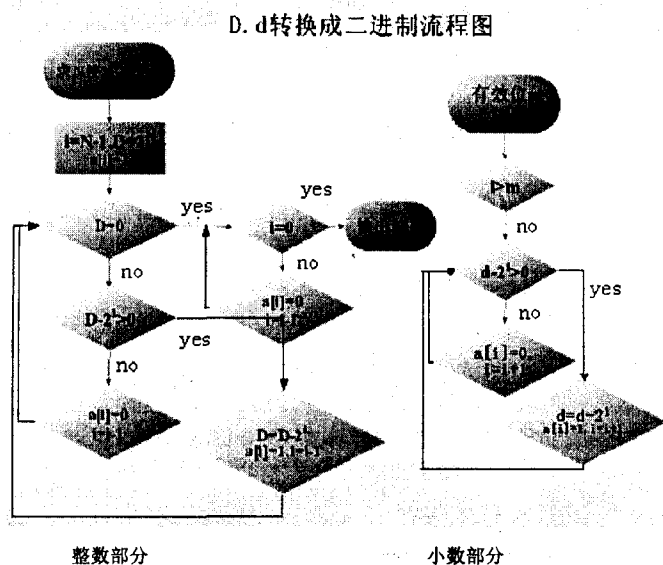


图 3 位权定位法流程图

2.3 “位权定位法”的应用

例如:将十进制数 125.125 转换为二进制数。

第一步:定位。

因为 $2^7 > 125.125 > 2^6$, 所以二进制数的最高位定在第 7 位。

第二步:确定系数。

减位权直到 0 为止: $125.125 - 64 - 32 - 16 - 8 - 4 - 1 - 0.125 = 0$ 。由理论可知,减数中出现的位权,表明够减则该位为 1,其余各位为 0。

结果为: $(1111101.001)_2$ 。

3 结 论

由所举例题可知,“定位取值法”与传统经典的转换方法相比不仅简单容易,而且在转换的数值比较大时,不易出错,正确率非常高且容易掌握。

在传统的转换方法中,将十进制数分为整数部分和小数部分分别转换,再将整数和小数转换的结果中间用小数点连接即完成转换。位权定位法不用分开转换,直接减去相应的位权即可,最后将出现位权的相应位写 1,其余位补 0 即可,此数制转换的方法简便、不用连接,直接就得出结果。

参考文献:

- [1] 王 磊,王希雷,王 键.数制转换[J].计算机工程与应用,2003(32):95-97.
- [2] 安徽省中等职业学校计算机应用基础教材编写组.计算机应用基础[M].第 6 版.合肥:安徽教育出版社,2005:25-30.
- [3] 罗学梅,王 薇,王朝阳.数制之间相互转换的并行算法[J].山东科技大学学报:自然科学版,2003,22(4):50-51.
- [4] 陈国良.面向 21 世纪课程教材并行计算——结构、算法、编程[M].北京:高等教育出版社,2000:63-72.
- [5] 吴哲辉,曹立明,蒋昌俊.算法设计与分析[M].北京:煤炭工业出版社,1993.

(上接第 105 页)

参考文献:

- [1] Foster I, Kesselman C. The grid: Blueprint for a future computing infrastructure[M]. San Francisco, USA: Morgan Kaufmann Publisher, 1999.
- [2] 孙培德,胡月仙.网格计算的研究进展及应用前景[J].计算机时代,2003(1):1-5.
- [3] 都志辉,陈 渝,刘 鹏.网格计算[M].北京:清华大学出版社,2002.
- [4] 虞益诚.基于资源管理的网络技术探究[J].计算机应用与

软件,2005,22(7):69-71.

- [5] Foster I, Kesselman C, Nick J M, et al. Grid services for distributed system integration[J]. IEEE Computer, 2002, 35(6):37-46.
- [6] 罗作民,张 景,李军怀,等.网格计算及其关键技术综述[J].计算机工程与应用,2003(30):18-22.
- [7] 桂小林.基于 Internet 的元计算系统的关键技术研究[D].西安:西安交通大学,2001.
- [8] 贾明飞,董渭清,桂小林,等.网格资源管理系统模型研究[J].微电子学与计算机,2003(3):36-40.