

以服务为中心的网格体系结构 OGSA

都志辉 陈 渝 刘 鹏 王小鸽 杜 江 周念生

(清华大学计算机系 北京 100084)

OGSA--A Service Based Grid Architecture

DU Zhi-Hui CHEN Yu LIU Peng WANG Xiao-Ge DU Jiang ZHOU Nian-Sheng

(Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084)

Email: duzh@tsinghua.edu.cn

Abstract OGSA (Open Grid Services Architecture) is called the next generation grid architecture. It evolves from the early five levels hourglass model architecture. OGSA consists of two key technologies: grid technology and Web Service technology. OGSA gives emphasis to services and all things in OGSA are services. After explaining the basic idea of OGSA, this paper introduces the composition of OGSA-based hosting environment and virtual organization. To demonstrate the process of how an application is executed in an OGSA-based environment, the paper gives an example of data mining which illustrates the basic functions and working mechanism of OGSA. A brief comparison to related grid architecture is also given in the paper. The paper concludes that OGSA is not mature and it needs improvement together with related technology and grid applications.

Keywords Grid computing, Grid architecture, OGSA (Open Grid Services Architecture), Web Services

1 网格与网格体系结构

网格(Grid)概念产生于20世纪90年代中期^[1],是从电力网(Power Grid)概念借鉴过来的。网格的最终目的是希望大家能够像使用电力一样方便地使用分布在网络上强大而丰富的计算能力。网格计算(Grid Computing)就是基于网格的问题求解,它是在1995年的I-WAY^[4]项目中提出来的。

网格是目前越来越重要的研究领域,被称为是下一代的Internet^[2],网格是一种关系科研、经济、社会、国防的重要国家基础设施,在国内外都引起了广泛的关注。网格的发展经历了3个阶段^[3]:第一阶段是网格的萌芽阶段,开始于90年代早期,研究内容是关于千兆网试验床以及一些元计算^[5]方面的工作;第二阶段是一些早期的试验,时间大概从90年代中期到晚期,出现了一些比较重要的开创性和奠基性的研究项目,比如I-WAY, Globus^[6], Legion^[7]等;目前是网格计算的迅速发展阶段,关于网格的研究、开发和应用项目大量出现,出现了影响很大的组织全球网格论坛GGF(Global Grid Forum)^[8],同时网格计算也不再仅仅局限于科学研究,工业界与学术界联盟,正致力于使网格计算在更广泛的领域得到推广和应用。

随着网格计算研究的深入,人们越来越发现网格体系结构的重要。网格体系结构是关于如何建造网格的技术,包括对网格基本组成部分和各部分功能的定义和描述,网格各部分相互关系与集成方法的规定,网格有效运行机制的刻画。显然,网格体系结构是网格的骨架和灵魂,是网格最核心的技术,只有建立合理的网格体系结构,才能够设计和建造好网格,才能够使网格有效地发挥作用。

本文介绍一种新型网格体系结构—开放网格服务体系结构OGSA (Open Grid Services Architecture)^[9~11],它被称为

“下一代的网格体系结构”。这一结构的意义,就在于它将网格从以科学与工程计算为中心的学术研究领域,扩展到更广泛的以分布式系统服务集成为主要特征的社会经济活动领域。

2 OGSA 的基本思想

OGSA最突出的思想就是以“服务”为中心。在OGSA框架中,将一切都抽象为服务,包括计算机、程序、数据、仪器设备等。这种观念,有利于通过统一的标准接口来管理和使用网格。

Web Service^[12]提供了一种基于服务的框架结构,但是,Web Service面对的一般都是永久服务,而在网格应用环境中,大量的临时性的短暂服务,比如一个计算任务的执行等。考虑到网格环境的具体特点,OGSA在原来Web Service服务概念的基础上,提出了“网格服务(Grid Service)”的概念,用于解决服务发现、动态服务创建、服务生命周期管理等与临时服务有关的问题。

基于网格服务的概念,OGSA将整个网格看作是“网格服务”的集合,但是这个集合不是一成不变的,是可以扩展的,这反映了网格的动态特性。

网格服务通过定义接口来完成不同的功能,服务数据是关于网格服务实例的信息,因此网格服务可以简单地表示为“网格服务=接口/行为+服务数据”。图1(引自文[3])是对网格服务的简单描述。在目前OGSA的定义中,只有Grid-Service接口是必需的,而其它的接口比如Notification-Source、NotificationSink、Registry、HandleMap等都是可选的。

在目前,网格服务提供的接口还比较有限,如表1所示,OGSA还在不断的完善过程之中,下一步将考虑扩充管理、安全等等方面的内容。

都志辉 副教授,研究方向为并行计算、网格计算,陈 渝 博士后,主要研究方向为网络安全与容错。刘 鹏 博士研究生,主要研究方向为网络可视化。王小鸽 副教授,研究方向为并行算法、嵌入式操作系统。杜 江 本科生,主要研究方向为网格计算。周念生 本科生,主要研究方向为网格计算。

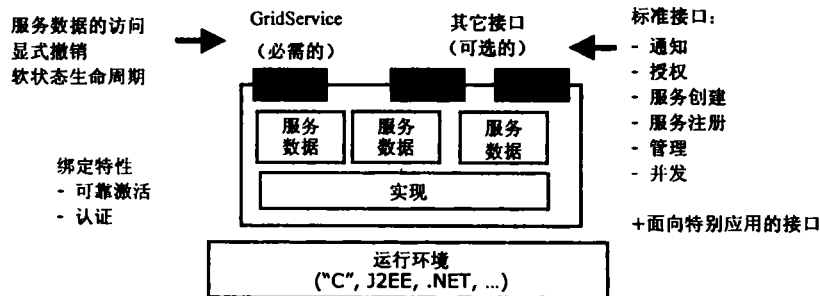


图 1 网格服务组成

表 1 网格服务的接口

接口	操作	描述
GridService	FindServiceData	查询网格服务实例的各种信息
	SetTerminationTime	设置并得到网格服务实例的终止时间
	Destroy	终止网格服务实例
Notification Source	SubscribeToNotificationTopic	向通知发送者进行登记
	UnSubscribeToNotificationTopic	取消登记
NotificationSink	DeliverNotification	异步发送消息
Registry	RegisterService	网格服务句柄的软状态注册
	UnRegisterService	取消注册的网格服务句柄
Factory	CreateService	创建新的网格服务实例
PrimaryKey	FindByPrimaryKey	返回根据特定键值创建的网格服务句柄
	DestroyByPrimaryKey	撤销特定键值创建的网格服务实例
HandleMap	FindByHandle	返回与网格服务句柄相联系的网格服务实例

在 OGSA 中,可以基于简单的基本服务,形成更复杂、更高级、更抽象的服务。比如一个复杂的计算问题所需要的服务,包括网络、存储、数据查、计算资源等各方面的服务,可以将这些基本的服务组织起来,形成一个高级的抽象服务,方便地为应用提供支持。图 2 是网格服务组成关系的示意图。一个高级的抽象服务可以由 A、B、C 个不同的服务组成,而 A 和

C 又分别是由其它的更具体的服务组成的,D、E、F 共同完成 A 服务的功能,而 G 和 H 完成 C 服务的功能。

以网格服务为中心的模型具有如下好处^[2]:(1)由于网格环境中所有的组件都是虚拟化的,因此,通过提供一组相对统一的核心接口,所有的网格服务都基于这些接口实现,就可以很容易地构造出具有层次结构的、更高级别的服务,这些服务可以跨越不同的抽象层次,以一种统一的方式来看待;(2)虚拟化也使得将多个逻辑资源实例映射到相同的物理资源上成为可能,在对服务进行组合时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^[13]中进行资源管理。通过网格服务的虚拟化,可以将通用的服务语义和行为,无缝地映射到本地平台的基础设施上。

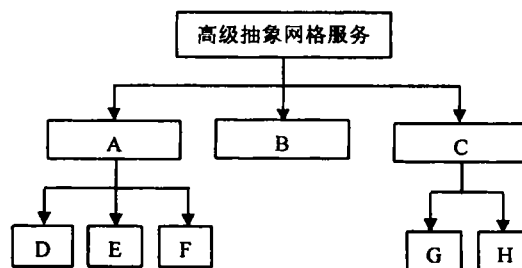


图 2 OGSA 的复杂服务构成示例

3 基于 OGSA 框架的应用服务环境的构造

在 OGSA 框架下,应用的运行环境是怎样的? 一个应用的运行过程又是怎样的呢? 下面介绍基于 OGSA 的 3 种运行环境。

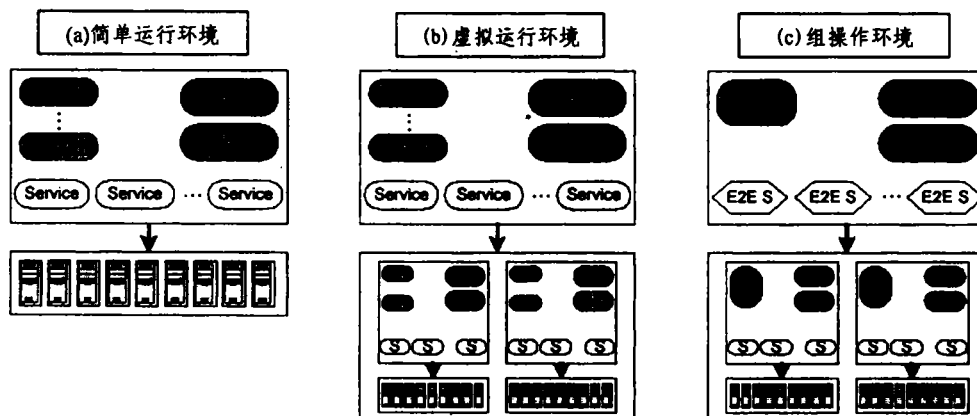


图 3 从简单到复杂的 3 种运行环境

在 OGSA 中,提供了 3 种运行环境,分别是简单运行环境、虚拟运行环境以及组操作环境(如图 3 所示,引自文[9])。

这3种环境的关系是从简单到复杂,包含的服务从具体到抽象。用户直接提出的服务要求,一般都比较抽象和复杂,但是这些要求可以转化为多个相对基本的要求或者服务,这样层层分解,直到找到基本的可以满足的服务为止,这和上一节介绍的 OGSA 的高级抽象服务的构成方法是一致的。

OGSA 的 Factory, Registry, GridService, HandleMap 等接口支持临时服务实例的创建,可以发现并且描述与虚拟组织有关的服务实例,图3展示了如何用这些接口构造不同的虚拟组织服务结构或者应用运行环境。

首先对于简单运行环境,可以认为就是在一个简单的管理范围内一些资源的集合,比如一个 J2EE 应用服务,Microsoft .NET 系统或者 Linux 机群。在 OGSA 中,这一环境的用户接口将被构造成一个 Registry,一个或者多个 Factory,一个 HandleMap 服务。每一个 Factory 在 Registry 中记录,用于客户端发现可用的 Factory。当一个 Factory 收到客户端要求创建网格服务实例的请求时,Factory 就会激活相应运行环境的接口来创建新的实例,并且赋给它一个句柄,用 Registry 来注册该实例。这些不同服务的实现可以直接映射到局部操作。

所谓虚拟运行环境,是指与虚拟组织相关连的资源可能跨越异构、地理分布的多个运行环境(例子是跨越2个不同的运行环境),但是这一虚拟运行环境为客户端提供相同的访问接口。相对于简单运行环境,虚拟运行环境中的一个或者多个更高级的 Factory 可以用于代理创建低级的 Factory 请求。类似地,可以创建一个高级的 Registry,它知道已经创建的高级 Factory 和服务实例,以及特别的虚拟组织服务策略,它们用

于管理虚拟组织的服务。客户端可以使用虚拟组织的 Registry 功能来发现 Factory 和其它与虚拟组织相关的服务实例,然后使用 Registry 返回的句柄直接和服务实例进行交互。高级的 Factory 和 Registry 实现了标准的接口,因此从用户的角度看,在使用上和其它的 Factory 和 Registry 是没有区别的。

组操作环境是一种更高级的形式。在这一环境中,可以提供给虚拟组织参加者以更复杂的、虚拟的、组或者端到端的服务。在这种情况下,Registry 跟踪并且公布创建高级服务实例的 Factory。这种服务实例是通过将底层 Factory 创建的多个服务实例组合起来实现的。

这3个例子,展示了如何通过网格服务机制来集成分布式的资源,这些资源可以是跨越多个虚拟组织边界的,也可以是在一个商业化 IT 基础设施的内部。不管是哪种情况,注册后的网格服务组,可以跨越多个分布式的资源池,支持满足服务质量要求的功能。可以借助于一些应用和中间件来开发这些服务,在本地/远程透明以及局部优化的基础上,实现跨越异构平台的资源管理。和多个虚拟组织相联系的服务集合可以映射到相同的底层物理资源上,这些资源在逻辑上可以是不同的,但是在更低的物理层次上共享资源。

4 基于 OGSA 的应用例子

下面给出一个数据挖掘的例子(如图4所示,引自文[11]),它展示了基本的远程服务发现、激发、生命周期管理等功能。

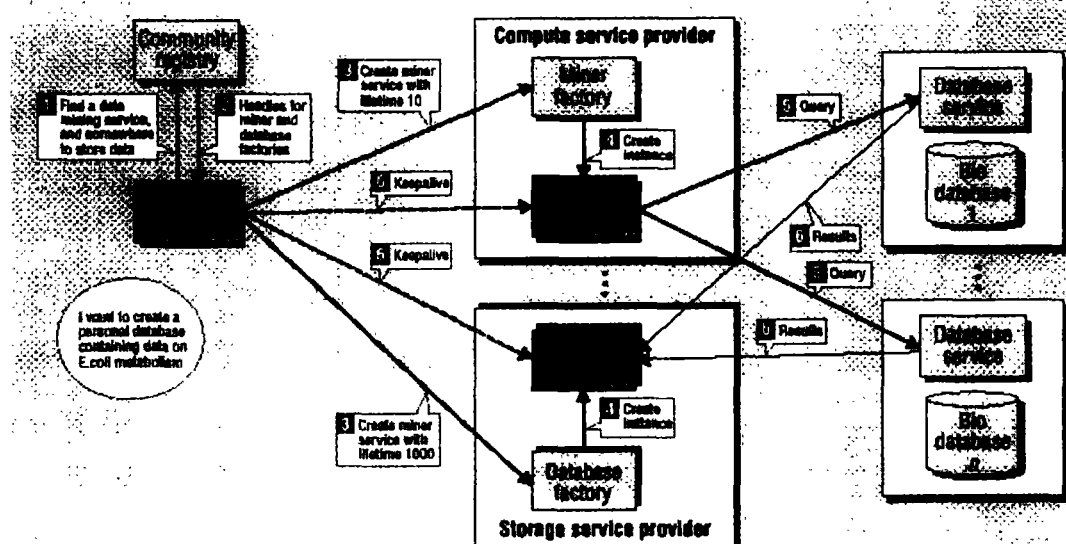


图4 基于 OGSA 的应用实例

(1)查找符合要求的服务。用户,或者是代表用户的程序,在虚拟组织所维护的注册表中查找数据挖掘功能(包括相应存储空间能力)的提供者。在查找过程中,用户可以对费用、性能、服务提供地点等各个方面提出要求。

(2)得到服务句柄。注册服务根据用户提出的要求,在众多的服务提供者中进行筛选,最后返回满足要求的服务提供者。这里可能有多个服务满足要求,用户可以在这些服务中进行进一步挑选。

(3)创建服务实例请求。用户根据返回的服务句柄,向服

务方提出请求,创建特定的服务实例,指定相关的参数,比如实例存活的时间(服务生命周期,2个实例请求分别是10和1000个特定的时间单位),进行何种类型的数据挖掘操作等等。这些请求需要和服务方进行协商,注意并不是所有的要求服务方都会支持和接受。

(4)服务方创建满足要求的实例。假设应用方的要求可以被服务方满足,并且符合服务方的使用策略,则服务方就会根据要求创建相应的服务实例。图中是数据挖掘方和存储能力提供方都创建了应用方要求的服务实例。

(5)新创建的数据挖掘服务实例以“用户”的身份,在不同的数据库中执行查询任务,这种基于用户身份的代理策略是由 OGSA 的安全机制支持的。

(6)得到结果。将查询结果存放在(4)申请到的存储空间中。由于服务实例在创建时有生命周期的限制,不可能无限存活下去,因此在最终的任务完成之前,必须保持服务的存活,这就需要用户方不断向 2 个服务实例发送 Keepalive 保持存活消息。

以上就是一个简单的基于 OGSA 框架的应用例子,例子虽然简单,但是基本描述了应用在 OGSA 框架下的工作过程和执行机制。

5 其它的网格结构形式

在 OGSA 之前,关于网格体系结构已经有了一定的研究,可以分为 4 种主要形式^[14]:(1)是抽象层次结构,(2)是积木块结构,(3)是概念空间结构,(4)是混合结构。

在抽象层次结构中,最重要最有代表性的就是五层沙漏结构^[13,3]。五层沙漏结构提出的比 OGSA 要早,它是一种以“协议”为中心的结构,强调协议在网格的资源共享和互操作中的地位。为此根据与底层具体物理资源的距离,从下到上将网格划分为五层,分别是构造层,连接层,资源层,汇聚层和应用层。五层结构的一个重要特点就是“沙漏”形状,其原因就在于各层协议的数量是不同的,对于最核心的部分,要求既能实现上层各种协议向自身协议的映射,同时要实现自身协议向下层其它各种协议的映射,因为核心协议在所有支持网格计算的地点都应该得到支持,所以核心协议的数量不应该太多,这样核心协议就形成了协议层次结构中的一个瓶颈,在五层结构中,资源层和连接层共同组成这一核心的瓶颈部分。如图 5 所示。

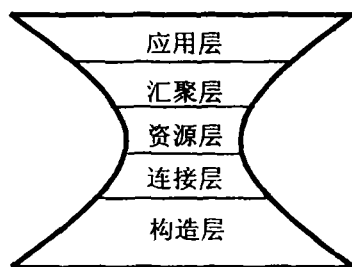


图 5 五层沙漏模型的协议分层

五层结构曾经为网格体系结构的发展作出重要的贡献,使人们认识到了“网格体系结构”是非常重要的。要开发网格就必须得先设计好合理的网格体系结构。OGSA 中“服务”的概念,就是在五层结构所提出的“协议”概念的基础上发展而来的。

人们在研究中发现,在许多情况下,复杂的服务或者应用很难分解为标准而低级的基本协议,而且人们在解决问题时也不习惯于按照协议的方式来进行,因此就提出了积木块结构的思想,通过对网格应用与服务中最常见的基本构造块的定义,来设计网格体系结构,这和我们传统的功能模块的思想是非常类似的。积木结构和层次抽象结构具有一定的对应关系,比如底层的构造块往往和层次结构的底层相对应,高级的功能块往往和层次结构的高层相对应。

另外一种网格体系结构的设计方法就是根据元数据、资

源、服务、协议等概念的不同形成不同的概念空间,根据这些概念之间的关系形成网格体系结构,这一方法在数据网格中具有具体的实例。这一结构的层次结构不是十分清晰,各部分的关系形成一个网状图,它强调的是各部分在概念上的关联。

混合结构就是以上各种结构的组合。OGSA 是结合 Web Service 技术,综合网格计算研究成果的基础上提出来的,它还在发展之中,Globus 3.0 将对 OGSA 进行比较全面的支持,这些相关工作对 OGSA 的发展无疑是十分重要的。

结论 网格计算是一个正在迅速发展的研究领域,网格体系结构可以说是网格建设中的核心技术。本文介绍了当前最新也是最重要的一种网格结构形式 OGSA,它借鉴了已有结构与技术的优点,在统一的 Web Service 框架下,提出了以服务为中心的结构形式。这种结构的最大特点就是将网格计算从传统的科学与工程计算为中心的研究领域扩展到企业、团体等社会与经济活动之中,大大扩展了网格计算的应用领域。

不管是网格计算还是 OGSA 都还远不成熟,因此需要随着研究的深入不断发展。相信在大量基于 OGSA 的应用与开展开后,OGSA 会不断得到完善和提高,这也会直接推动网格计算的发展。

参考文献

- 1 Foster, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1999. <http://mkp.com/grids>, <http://www.gridforum.org/>, <http://www.ccgriid.org/>
- 2 IAN FOSTER. Internet Computing and the Emerging Grid. Nature Web Matters, Dec. 2000. <http://www.nature.com/nature/webmatters/grid/grid.html>
- 3 Foster 作的关于网格计算的演讲材料. Available at: <http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/Talks/WWWGridsMay2002.ppt> <http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/Talks/GridTutorial.ppt>
- 4 I-WAY Project. <http://www.iway.org/>, <http://archive.ncsa.uiuc.edu/General/Training/SC95/I-WAY.nextgen.html>
- 5 Smarr L, Catlett C. Metacomputing. Communication of the ACM, 1992, 35(6): 44~52
- 6 Foster, Kesselman C. Globus: A Metacomputing Infrastructure Toolkit. International Journal of Supercomputer Applications, 1997, 11(2): 115~128, The Globus project: <http://www.globus.org/>
- 7 Grimshaw A, Ferrari A, Knabe F, Humphrey M. Legion: An Operating System for Wide Area Computing. Dept. of Comp. Sci., U. of Virginia, Charlottesville, Va. Available at <ftp://ftp.cs.virginia.edu/pub/techreports/CS-99-12.ps.Z> and The Legion Project: <http://legion.virginia.edu/>
- 8 Global Grid Forum HomePage. <http://www.globalgridforum.com/>
- 9 OGSA 结构描述. <http://www.gridforum.org/ogsi-wg/drafts/ogsa-draft2.9-2002-06-22.pdf>, <http://www.Globus.org/ogsa/>
- 10 OGSA 规范. <http://www.gridforum.org/ogsi-wg/drafts/GS-Spec-draft03-2002-07-17.pdf>
- 11 Foster I, Kesselman C, Nick J M, Tuecke S. Grid services for distributed system integration. Computer, 2002, 35(6): 37~46
- 12 Web Service 工作组. <http://www.w3.org/2002/ws/>
- 13 Foster I. The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations. CCGRID2001 (First IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid), 6~7
- 14 网格体系结构工作组. <http://www.globalgridforum.com/5-ARCH/GPA.htm>, <http://grid.lbl.gov/GPA/ExampleArchitectures.ppt>