

文章编号:1001-9081(2005)11-2480-03

基于 Globus 平台的网格应用模型研究与实践

李徐焰,郝克刚,葛 玮

(西北大学 计算机科学系,陕西 西安 710069)

(lxyan2003@tom.com)

摘 要:研究了网格计算客户端,网格资源的发现、分配及资源描述。考虑到市场机制和当前网络资源和网格资源的应用现状,从网格计算应用的角度结合了网格基于市场机制的目录架构,优化了资源自适应协议,并在实际中实现了它们的功能。

关键词:网格;资源分配机制;资源自适应协议;面向市场的网格目录服务;网格资源和服务管理中图分类号:TP393 文献标识码:A

Research and practice of grid application model based on Globus

LI Xu-yan, HAO Ke-gang, GE Wei

(Department of Computer Science, Northwest University, Xi'an Shaanxi 710069, China)

Abstract: The client, the discovery and allocation of resource, and the description of resource in grid were researched. According to market mechanism and the present situation of resource utility in the grid, a market-oriented grid directory service and self-organizing resource discovery protocol were presented and implemented.

Key words: grid; resources allocation; SORD(Self-Organizing Resource Discovery); GMD(Grid Market Directory); GPM(GMD Portal Manager)

0 引言

网格计算^[1]是将地域上分布的计算、存储等资源连接起来,透明地提供单个服务器所不具备的计算能力和存储能力。广域网环境下丰富的各类资源为创建这样一个环境提供了基础,网络带宽技术的飞速发展使这种设想的实现提供一种可能。然而,广域网环境下资源本身的异构、所属组织和管理方式的不同、复杂多样的网络连接等问题为把它们当作一个整体来使用提出了许多挑战。随着网络和分布式计算技术的发展,使得基于网格计算的系统成为下一代最有希望的计算平台。宏观上讲,网格是信息社会的网络基础设施,它把整个因特网整合成一台巨大的超级虚拟计算机,实现互联网上所有资源的互联互通,完成计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源等资源共享。从微观上看,网格计算的基本思想是将地理分布的资源聚合起来,通过共享为用户提供某种透明的服务来解决科学研究、工程计算和商业应用中的大规模计算的问题。

当前网格计算技术的核心问题是如何去低成本地发现网格服务所需要的资源,如何使更多的网格计算最终用户方便地把网格技术应用于科学计算、气象预报和工农业生产。

本文通过对 Globus 的资源发现与分配机制^[4],包括 globus MDS,UDDI 以及 ICENI 等有关资源发布与注册的服务的研究,提出了一个加强型的面向市场的网格目录服务(Grid Market Directory,GMD)^[2]扩展架构,通过 GMD 来为资源提供商发布和注册它们的服务。在资源发现和分配管理上本文提出了优化的自组织的资源发现分配协议^[3]。为了能够在网格客户端和服务端快速准确地传递消息或者数据,本文用 XML 来封装

数据。运用 XML 格式灵活、语义简洁性特点来描述网格资源信息,传递服务信息,可降低网格计算应用实现的复杂度。

1 模型的建立

我们运用当前软件工程的基于构件的开发思想,通过把网格服务的 GSP 的注册和发布与资源的发现与分配分离,降低系统的实现复杂性,使网格应用的实现成为可能。

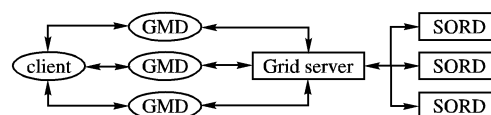


图1 基于 SORD 的网格应用模型

GMD 实现了网格资源的注册、发布、浏览与管理。GMD 通过与网格服务器的实时通讯为网格服务提供商和网格服务用户提供认证,它用 XML 文件的方式来传递网格用户与网格服务器的授权信息,它的实施遵守 Globus 的 x.509 安全协议。网格用户通过 GMD 来提交自己的作业,GMD 通过调用 Globus 的 API,最后通过 Co-allocator 组件来对作业进行运算。网格计算技术核心是如何用最优、最经济的方式发现稳定的可利用资源。所以我们使用了一个自组织的资源发现协议,该协议有效地提高了分布的异构资源的利用率。基于 SORD (Self-Organizing Resource Discovery) 的网格应用模型能够在一定范围内实现网格服务的有效管理和网格任务的快捷提交,可以大大提高网格资源的有效利用率,降低整个网格系统内的经济成本。

基于 SORD 的网格应用模型使用了两个关键技术,GMD 和 SORD。

收稿日期:2005-05-31;修订日期:2005-08-10 基金项目:国家 863 计划项目(2004AA115090)

作者简介:李徐焰(1979-),男,安徽安庆人,硕士研究生,主要研究方向:软件工程、网格计算、工作流技术、中间件计算、分布式计算;郝克刚(1936-),男,陕西西安人,教授,博士生导师,主要研究方向:软件工程、分布式计算、工作流技术;葛玮(1960-),男,陕西西安人,副教授,主要研究方向:软件工程、分布式计算、工作流技术。

1.1 面向市场的网格目录服务(GMD)

GMD 为网格计算的整体服务提供了统一的入口^[1,2],它与 Globus 的不同点就在于资源的提供者注册资源的方式不一样。在 Globus 中 GSP 必须详细地在 GHS 中注册它们的资源信息,包括资源类型、大小、位置、操作系统类型等。然而在 GMD 中没有这方面的要求,只要求 GSP 在相应的 GMP 中注册就可以了,它是网格计算现有 MDS 技术的补充。

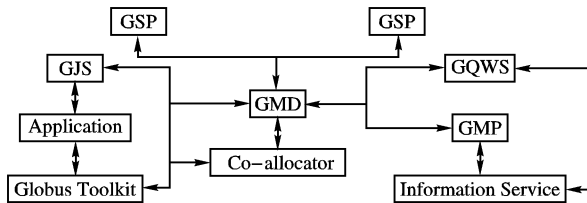


图2 GMD 模型架构

GMD 提供三种服务:服务的发布与资源的注册、资源的查找与作业的提交及服务提供者的管理。所以 GMD 包括 GPM, GJS, GQWS 等组件。

GPM(GMD Portal Manager)是 GMD 服务的管理者,它实现了服务的发布、控制、管理与浏览,它允许服务的提供者和消费者使用浏览器——一个图形化的客户端来访问 GMD。

GQWS(GMD Query Web Service)是提供网格资源信息查询服务的,它允许应用程序、资源代理来查询合适的服务,来达到作业的执行。

GJS(GMD Job Service)是提供网格作业服务的接口,它通过调用 GLOBUS 的 API 来完成作业的提交。

GPM 和 GQWS 两个组件都是通过 HTTP 服务器来接受客户端的请求。此外,还有一个数据库来记录网格服务和资源提供者的信息。

1.2 自组织的资源发现协议(SORD)

网络技术最核心的就是资源的发现与分配。针对网格资源的特点,我们结合 P2P 计算的思想提出了优化的网格自适应资源发现协议。把每个网格计算的节点都理解为有最大限度的自治性,它们能够自动地识别最优的节点或者是节点集合,去应答服务请求或者是为服务请求提供网格计算服务。我们在设计中运用到了两层的控制机制:第一层是查询层,第二层是广播层。当一个客户端请求不能够被接收到它的节点处理时,查询控制机制就触发 QTTL 来决定该请求如何解决。QTTL 是一个计数器,它决定了一次查询能够向前的次数。当一个新的节点注册或者一个新的服务发布时,广播机制就开始工作。每一次资源状态的改变都会向广播层发送消息,通过广播机制向各个邻节点发送该节点的可利用状态信息。广播的深度是由 ATTL 决定的,ATTL 是一个广播的深度计数器。

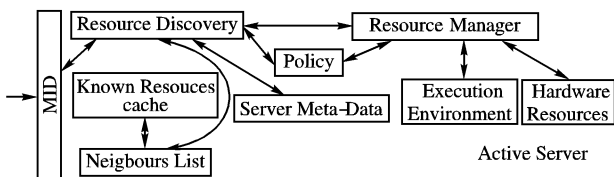


图3 资源管理和发现架构(SORD)^[3,5-7]

在该网格计算应用环境中,资源的可利用信息是通过查询-应答和广播来实现的。每个节点通过查询得到的各邻节点的资源状态信息被存放在该节点的缓冲区中,用不同的缓冲区来存放不同类型的资源信息。当请求来到时,查询-广播协议就激活可利用资源缓冲区来收集资源的状态信息。不同的节点用不同的列表去记录它们的变化,生成不同的虚拟拓

扑结构。

自组织资源发现架构是用分布式发现算法实现的,它从系统的各种缓冲区中去发现资源信息和存取资源信息。我们用了三种类型的缓冲区:1)已知资源缓冲区。这个缓冲区里存储了各已知节点的已知资源状态信息。2)邻节点列表缓冲区。用来存储邻居节点的可利用资源的信息。3)元数据服务缓冲区。记录了本地可利用资源的状态信息。用户通过向 SORD 发送相关事件,去发现最优的服务来驱动协议句柄,最后到达主机资源管理者。资源管理者负责执行特定的请求,发现本地执行环境的可利用硬件资源。

2 GMD 和 SORD 的实现

GMD 是分三个模块实现的,包括网格资源和服务的管理(GPM)模块、服务和资源查询模块(GQWS)和作业提交(GJS)模块。

2.1 GPM 模块

GPM 是 GMD 的基本组成部分,它有三个不同的访问接口:服务浏览、服务管理和资源提供者管理。

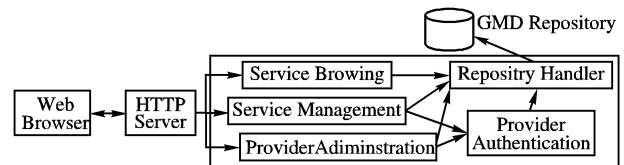


图4 GPM 的实现

服务浏览是指 GPM 允许一定权限的用户可以浏览所有的已经注册的服务或者仅仅是由一些特定服务提供商提供的服务。在 GMD 中,服务是按照服务类型分类的,例如地质工程、分子计算、气象预报和 CPU 服务。因此用户可以按照自己所关心的特定应用领域的需要去浏览,基于服务质量的和基于成本的,所关注的是不同方面的问题。

服务提供者管理模块负责对服务者的账号管理,包括注册和删除。服务提供者的账号信息是实时在线的,只要服务被注册,账号就立即生成。这个账号包括提供者的姓名、登录名、密码、联系地址、IP 号以及其他一些辅助信息。

服务管理是指注册服务提供者可以在 GMD 上维护它们的服务信息。每一个服务管理页面,是按照每一个服务提供者的信息不同而动态产生的,可以动态地添加、更新和删除服务。它包括以下属性:服务名、服务类型、硬件价格(耗用 CPU 时间)、软件价格、主机名、位置(应用程序部署路径)。安全问题也是 GPM 考虑的核心,它采用身份认证和服务确认机制,结合 GLOBUS 的认证方式,在服务注册和服务执行时依靠身份认证和密钥来保证 GPM 的用户信息的安全性。

2.2 GQWS 模块

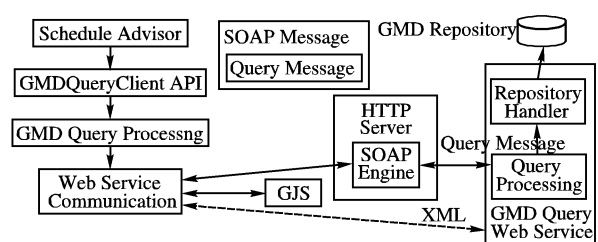


图5 GQWS 与 GMD 客户端的通讯

GQWS 提供的基于网络的查询服务允许应用程序去查询已经在网格环境中注册的服务,它支持的 Web 查询服务是基于 SOAP 协议的,通过 XML 的表达的 Web 服务可以被来自不

同的应用程序调用。

GQWS 由两个模块组成:查询处理和知识库管理。它们之间以及它们与客户端间通过 XML 传递数据。查询信息是封装在 SOAP 消息里面,通过 HTTP 在服务器和 GMD 客户端间传递。SOAP 引擎获得查询信息并把它提交给 GQWS。

我们通过 GQWS 查询当前网格环境中的可用资源,按照市场机制向 GJS 提供计算服务。OGSA 里面提出了瞬间服务实例的概念,就是非常轻量级的实体,用于管理短生命期的活动行为。在 GJS 服务中,每个网格计算服务被当作一个瞬间服务实例管理的行为,当用户提出计算请求时,就为其实例化一个瞬间网格服务实例(例如计算服务),负责启动、管理计算进程,处理用户请求的数据,并和用户进行交互,计算结束后汇报给用户,然后销毁服务实例。在实现上提供一种特殊持久化网格服务——“工厂”,对其进行管理。工厂作为持久网格服务运行在网格服务容器里,负责接受用户请求并为其生成服务实例^[8]。

2.3 SORD 协议

SORD^[3] 协议允许分离节点间的通讯、交换信息和定位请求的资源,目的是为了提供一个集中的机制来发现异构的相互关联的资源。该协议定义了各种网络节点间的通讯方式,它由一系列的资源交流信息和一系列的节点间消息交换的控制规则组成。新的节点在注册或者登录到网格应用环境时,会至少在内部缓存中保留当前网络中的一个节点的地址。通过使用查询/应答和广播消息方式,新的节点能够获得在网格环境中的其他节点的信息及它们的资源。

SORD 协议是使用 XML 的数据格式在节点间实现通讯的。消息交换是以事件的方式从发起者到接收者。事件的数据元素由一条 SORD 消息组成,它包括事件类型、事件活动的时间、主机地址、资源,其中事件类型包括初始化资源发现程序、查询、应答和广播。

3 试验评估

为了评价该网格模型的性能,我们用查询资源和服务的响应时间来度量。影响响应时间的主要因素是网络带宽、机器速度、HTTP 服务的实现、SOAP 引擎及数据库。我们在一台 P4(1.8G)的机器上运用 GMD 客户端程序,整个网格节点包括西北大学计算机系 3 大实验室的部分主机,参加试验的有可视化所的 12 台主机、网络实验室的 10 台,软件工程研究所的 18 台主机,所有网格节点的配置都在 P3 以上。在软件环境上,我们在 GT3 的平台基础上利用 Apache tomcat 3.2.4 来提供 HTTP 服务,用 Apache SOAP2.2 来作为 SOAP 引擎,数据库采用 MySQL 3.23。我们对 4 种情况进行了实验。通过用主机 ping 各个网格节点的方法得到了从主机到各个节点的平均路由转发时间为 0.5s。

第一种情况(表 1),通过计算查询 GMD 提供的服务提供者的服务列表的响应时间,这些服务是由不同的提供者提供的,但是服务相同。

第二种情况(表 2),通过计算查询 GMD 提供的服务提供者的服务列表的响应时间,这些服务是由不同的提供者提供的,与前一个实验不同的是,各服务提供者提供的服务各不相同。

第三种情况(表 3),通过对服务成本的查询来计算查询的响应时间。在这个实验中,不同位置的网格节点使用的查询处理时间不同,所以成本不同。

第四种情况(表 4),通过运行大任务来测试 SORD 协议支持的网格资源发现和分配机制的效率。

表 1 不同的提供者提供的,但是服务相同

服务提供者数	提供服务数	响应时间/ms
10	1	111
50	1	121
100	1	124
500	1	134

表 2 不同的提供者提供的服务各不相同

服务提供者数	提供服务数	响应时间/ms
100	2	131
100	5	156
100	10	189
100	15	236

表 3 服务成本的查询来计算查询的响应时间

提供者数	服务数	总服务数	响应时间/ms
2	100	200	31
6	200	1 200	89
10	200	2 000	93
22	100	2 200	94

表 4 SORD 协议评估

消息类型	发送消息/ms	信息收集、评估	消息大小/b
初始化	40	300	1 005
查询	36	280	714
应答	34	210	597
广播	45	330	1 560

实验结果显示,响应时间不是随着注册的服务者数量增加而线性或者指数级地变化,因此系统能够处理大规模的服务提供者注册和提供大任务的计算服务,并且对大作业的完成效率和正确率都很高。

参考文献:

- [1] The Gridbus project. <http://www.gridbus.org> [EB/OL], 2005 - 06 - 25.
- [2] YU J, VENUGOPAL S, BUYYA R. A Market-Oriented Grid Directory Service for Publication and Discovery of Grid Service Providers and their Services [Z]. The University of Melbourne Australia, 2004.
- [3] LIABOTIS I, PRNJANT O, SACKS L. Sacks Self-Organizing Resource Discovery Protocol for ALAN [Z]. Department of Electronic & EE, University College London, 2004.
- [4] The Globus Toolkit [EB/OL]. <http://www.globus.org>, 2005 - 06 - 31.
- [5] 曹洪强,肖依,卢锡城,等. 一个基于市场机制的计算网格资源分配方法[J]. 计算机研究与发展, 2002, 39(8): 913 - 916.
- [6] 杨广文,武永卫,朱晶. 一种全局统一的层次化网格资源模型[J]. 计算机研究与发展, 2003, 40(12): 1763 - 1769.
- [7] 郭权,李汶,王希诚. 一种动态自适应的计算网格资源管理方法[J]. 计算机工程, 2004, 30(21): 5 - 6.
- [8] 王彬,余华山,许卓群,等. 科学计算资源网格服务化研究与实践[J]. 计算机研究与发展, 2004, 41(21): 2128 - 2134.
- [9] 周健,戴梅萼,王作远,等. 计算网格资源管理优化技术和相关算法的研究[J]. 计算机应用, 2004, 24(8): 10 - 12.