

# DQP: 网格上的一种分布式查询处理器

袁克卿, 罗四维, 刘广志

(北京交通大学 软件学院, 北京 100044)

**摘要:** 网格计算是近年来兴起的一个研究热点, 它旨在使互联网上所有资源(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)实现全面共享与协同工作, 使整个因特网整合成一台巨大的超级计算机, 为用户提供“即连即用”式的服务。文中介绍了网格计算的概念、特点, 以及开放网格服务体系结构(OGSA), 详细介绍了 OGSA-DQP 的功能、架构、实现方法以及执行流程。

**关键词:** 开放网格服务体系结构; 分布式查询处理器; 网络分布式查询服务; 网络查询评估服务

**中图分类号:** TP393

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3751(2006)03-0092-03

## DQP: A Distributed Query Processor on Grid

YUAN Ke-qing, LUO Si-wei, LIU Guang-zhi

(School of Software, Beijing Jiaotong Univ., Beijing 100044, China)

**Abstract:** Grid computing is one of the most attractive research fields currently, which enables all the geographically distributed resources, such as computational resources, storage systems, communication resources, software resources, information resources, knowledge resources, etc., widely sharing and collaboration. It also offers consistent and inexpensive access to resources irrespective of their physical location or access point. In this way it makes the whole Internet just like a supercomputer. The paper not only explains the grid computing's concepts, characteristic, open grid service architecture, but also introduces the OGSA-DQP's functions, architecture, implementing approaches and execution flows.

**Key words:** OGSA; DQP; GDQS; GQES

### 0 引言

“网格”是一个新出现的概念, 代表了一种先进的技术和基础设施, 是继 Internet 之后的又一次重大的科技进步<sup>[1]</sup>。网格就是一个集成的计算与资源环境, 或者说是一个计算资源池。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、可靠的、标准的同时还是经济的计算能力。除了各种类型的计算机, 这里的计算资源还包括网络通信能力、数据资料、仪器设备, 甚至是人等各种相关的资源。

### 1 网格的特点

#### 1.1 分布与共享

分布性<sup>[2]</sup>是网格的一个最主要的特点。网格的分布性首先是指网格的资源是分布的。组成网格的是计算能力不同的计算机、各种类型的数据库乃至电子图书馆, 以及其它的各种设备与资源, 是分布在地理位置互不相同的多个地方, 而不是集中在一起的。分布的网格一般涉及的

资源类型复杂, 规模较大, 跨越的地理范围较广。

因为网格资源是分布的, 一次基于网格的计算一定是分布式计算而不是集中式计算。网格资源虽然是分布的, 但是它们却是可以充分共享的。即网格上的任何资源都可以提供给网格上的任何使用者。共享是网格的目的, 没有共享便没有网格。解决分布资源的共享问题, 是网格的核心内容。这里共享的含义是非常广泛的, 不仅指一个地方的计算机可以用来完成其它地方的任务, 还可以指中间结果、数据库、专业模型库, 以及人才资源等各方面内容。

分布是网格硬件在物理上的特征, 而共享是在网格软件支持下实现的逻辑上的特征, 这两者对于网格来说都是十分重要的。

#### 1.2 自相似性

自相似性在很多自然和社会现象中大量存在, 一些复杂系统都具有这种特征, 网格就是这样。网格的局部和整体之间存在着一定的相似性, 局部往往在许多地方具有全局的某些特征, 而全局的特征也有一定的体现。可以认为国家级的网格是在省一级的网格的基础上建造起来的, 国家级主干网要有更大的带宽, 只有这样才可以将不同省份的子网格连接起来提供满意的通信服务; 国家级和省级网格都会有各自的计算中心, 只不过计算能力上有差异而已; 他们也都需要管理节点, 只不过国家级的管理节点管

收稿日期: 2005-06-15

作者简介: 袁克卿(1980—), 男, 河北保定人, 硕士研究生, 研究方向为网格计算; 罗四维, 教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为人工神经网络及其应用、计算机并行处理技术等。

理功能更多、更强大而已。

### 1.3 动态性与多样性

对于网格来说,决不能假设它是一成不变的。原来拥有的资源或者功能,在下一时刻可能就会出现故障或者不可用;而原来没有的资源,可能随着时间推移会不断地加入进来。

网格的动态性包括动态增加和动态减少两个方面的含义。网格资源的动态变化特点要求网格管理必须充分考虑并解决好这一问题,对于网格资源的动态减少或者资源出现故障的情况,要求网格能够及时采取措施,实现任务的自动迁移,做到对高层用户透明或者尽可能减少用户的损失。

网格资源是异构和多样的。在网格环境中可以有不同体系结构的计算机系统和类别不同的资源,因此网格系统必须能够解决这些不同结构、不同类别资源之间的通信和互操作问题。

### 1.4 自治性与管理的多重性

网格上的资源,首先是属于某一个组织或者个人的,因此网格资源的拥有者对该资源具有最高级别的管理权限,网格应该允许资源拥有者对他的资源有自主的管理能力,这就是网格的自治性。

网格的管理具有多重性,一方面它允许网格资源的拥有者对网格资源具有自主性的管理,另一方面又要求网格资源必须接受网格的统一管理。

## 2 开放网格服务体系结构

开放网格服务体系结构(OGSA, Open Grid Services Architecture)是 Global Grid Forum 4 的重要标准建议,是继五层沙漏结构之后最重要,也是目前最新的一种网格体系结构,被称为是下一代的网格结构。

OGSA 是以服务为中心的“服务结构”,在 OGSA 中,服务所指的概念很广,包括各种计算资源、存储资源、网络、程序、数据库等等,简而言之,一切都是服务。在 OGSA 中,实现的是对服务的共享。

为了使服务的思想更加明确和具体,OGSA 定义了“网格服务”的概念。网格服务是一种 Web Service,该服务提供了一组接口,这些接口的定义明确并且遵守特定的惯例,解决服务发现、动态服务创建、生命周期管理、通知等问题。在 OGSA 中,将一切都看作是网格服务,因此网格就是可扩展的网格服务的集合,即网格 = {网格服务}。网格服务可以以不同的方式聚集起来满足虚拟组织的需要,虚拟组织自身也可以部分地根据它们操作和共享的服务来定义。简单来说,网格服务 = 接口/行为 + 服务数据。

## 3 OGSA - DQP

OGSA - DQP(Distributed Query Processor)是符合基于 OGSA 的网格标准,并在 Globus Toolkit 3.0 上进行开发。

### 3.1 背景

现在,越来越多的商业和科学应用增加了对分布式资源的访问。人们已经将网格技术引入到这一领域以促进有效地共享异构分布式环境中的各种资源。面向服务的架构可以通过资源虚拟化来为资源共享提供一个方便的范例,此外,OGSA/OGSI 被作为标准提出来并提供了网格计算的面向服务的观点。总之,上述发展使得对中间件的需求变得越来越突出,它为用户级的开发者提供了对网格技术更为抽象的认识。

自从网格出现以来,网格计算就已经提供了数据访问的机制,这些机制要比商业数据库技术更低级。然而,网格环境下的数据看起来似乎至少跟当前商业环境中的数据一样复杂。因此,如果网格下的应用涉及大量的拥有复杂结构和复杂语义的数据的话,那么高级的数据访问和集成服务就变得非常必要了。

### 3.2 功能

OGSA-DQP<sup>[3]</sup>本质上是一个高吞吐量的分布式数据流引擎,它依赖于对网格资源的面向服务的提取并假定数据资源可以通过基于服务的接口进行访问。OGSA-DQP 陈述了一个框架:

——支持通过网格数据库服务(GDSs)和其他网格上可用的 Web 服务来支持公开的查询,并因此可以分析合成数据访问。

——借鉴并行数据库的技术来为复杂的密集型数据请求提供潜在的并行机制,这样查询的各个部分就可以在不同的主机上高效地并行执行。

——通过查询优化来使对复杂、繁重、专门的配置和资源利用实现自动化决策。

——使用 GDSs 的已形成的标准来提供对数据库元数据的一致性访问和与网格数据库的交互。

——使用 OGSA 的工具来动态获得必要的资源,以达到有效评估分布式查询的目的。

OGSA-DQP 使用了 OGSA/OGSI 的参考实现即 Globus Toolkit 3(GT3),GT3 通过把资源虚拟化为网格服务(Grid Services)来实现了一种基于服务的架构。OGSA-DQP 也是建立在 GGF 的数据库访问和继承服务标准的参考执行上的,即 OGSA-DAI。

### 3.3 架构

OGSA-DQP 提供了两个服务来实现它的功能<sup>[4]</sup>:网格分布式查询服务(GDQS)和网格查询评估服务(GQES)。GDQS 为用户提供了主要的交互接口,收集了必要的元数据以及协调潜在的查询编译/优化引擎和 GQES 实例。GDQS 负责与客户的交互,查找和重获服务描述,解析、编译、分割和调度分布式数据源上的查询的执行,将 GQES 协调到计划的执行中。GQES 实例是动态创建和执行的,它评估由 GDQS 优化器构建的查询的分割。GQES 负责实现物理查询代数,实现查询执行模型和语义,运行一个由 GDQS 生成的一个查询执行计划的分割,

与其它 GQES, GDS 或者 Web 服务进行交互而不是客户端。

### 3.4 实现方法

OGSA-DQP 使用了一种中间件<sup>[5]</sup>的方法, 它被看作是 OGSA-DAI wrappers 的中间者。如图 1 所示, OGSA-DQP 是基于 OGSA-DAI 的, OGSA-DAI 负责与 DBMS(数据库管理系统)进行交互, 从而完成对数据的相关操作。

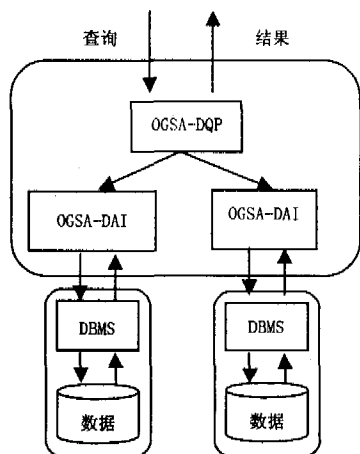


图 1 DQP 实现方法图

### 3.5 DQP 的执行流程

如图 2 所示, 流程图中涉及了一些专用名词:

网络数据服务—Grid Data Service (GDS) 是一种可以访问数据源(一个关系数据库或 XML 数据库, 甚至是一种原始文件形式的数据存储)的服务。

工厂—Factory 是一种服务, 它建立一个 GDS 实例来访问特定的数据源。

网络数据服务注册器—Grid Data Service Registry (GDSR), 它是一种服务, 用以寻找你所关注的 GDS 或由工厂(factory)根据需要建立的 GDS。

网络数据传输—Grid Data Transport, 它使得数据可以在网络数据服务之间以及在客户端处理与网络数据服务之间进行传输。

步骤如下:

(1) 一个 GDSF<sup>[4]</sup>(网络数据服务工厂)将它自己注册到一个或者更多的注册器中。

(2) 一个客户通过向 GDSR(网络数据服务注册器)发出一个查找服务数据请求来发现其相应的 GDSF。

(3) 客户使 GDSF 来创建一个 GDS 实例。

(4) GDQS 将查询所涉及的数据源的逻辑和物理模式以及计算资源的相关信息引入到元数据库中, 以备查询编译器 and 优化器使用。

(5) 通过 GDS 端口来提交一个执行请求。这个请求被编译和优化为一个分布式查询执行计划, 这个计划被分割到不同的 GQES 中以备之后执行该子计划。之后, GDQS 利用这些信息来在被指定的执行节点上创建

GQES 实例。

(6) 查询计划被分割并分配到各个 GQES 实例当中。

(7) 通过其他的 GDS 实例来获取数据, 最后查询结果开始传送给客户端。

(8) 经过 GQES 实例, 最后将查询结果传送到客户端。

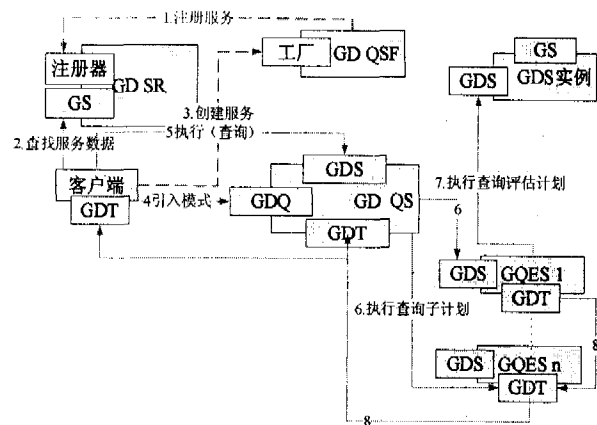


图 2 DQP 执行流程图

## 4 结束语

OGSA-DQP 发展到现在已经经历了 1.0, 2.0 两个版本, 随着商业应用中对这种中间件需求的增加, OGSA-DQP 必将向着功能更加强大、使用更加方便的方向发展。

### 参考文献:

- [1] 徐志伟, 冯百明, 李 伟. 网络计算技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [2] 都志辉, 陈 渝, 刘 鹏. 网络计算[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [3] Alpdemir M N, Mukherjee A, Gounaris A, et al. OGSA-DQP: A Service for Distributed Querying on the Grid[A]. Bertino E. In Proceedings of the Advances in Database Technology - Heraklion, Crete, Greece, EDBT 2004 [C]. Lecture Notes in Computer Science Volume 2992 [s.l.]: Springer-Verlag, 2004. 858-861.
- [4] Alpdemir M N, Mukherjee A, Gounaris A, et al. Service-Based Distributed Querying on the Grid[A]. Orlowska M E, Weerawarana S, Papazoglu M P, et al. In Proceedings of the Service-Oriented Computing - Trento, Italy, ICSOC 2003 [C]. Lecture Notes in Computer Science Volume 2910 [s.l.]: Springer-Verlag, 2003. 467-482.
- [5] Alpdemir M N, Mukherjee A, Gounaris A, et al. An Experience Report on Designing and Building OGSA-DQP: A Service Based Distributed Query Processor for the Grid[A]. Foster I. In Proceedings of the Global Grid Forum Workshop on Designing and Building Grid Services - GGF 9 [C]. Chicago, Illinois, USA: [s.n.], 2003.