

网格技术及其应用

方宁, 沈金龙

(南京邮电学院 计算机科学与技术系, 江苏 南京 210003)

2

网格(Grid)是构筑在Internet上的一项新兴技术,可将高速互联网、电脑、大型资料库、传感器、远端设备等融为一体,提供更多功能及服务。网格除了能为人们提供共享运算、存储及其他资源外,还可提供包括通信、软件、信息硬件及相关知识等资源。本讲座第1讲介绍了网格技术的基本概念,如网格的定义、网格的组成和特征;还介绍了网格的体系结构,如5层沙漏结构。本期讲座继续介绍网格的体系结构,如开放网格服务体系结构及其支撑工具——Globus。第3讲将介绍网格实现技术及网格技术在相关行业的应用。

中图分类号: TP368.6 文献标识码: E 文章编号: 1009-6868 (2005) 02-0051-03

2.2 开放网格服务体系结构

开放网格服务体系结构(OGSA)是以服务为中心的“服务结构”。这里的服务是指具有特定功能的网络化实体,它具有更广的含义,可将各种计算资源、存储资源、网络、程序、数据库等等都列为服务。与5层沙漏体系结构不同,OGSA对服务实现共享。从“资源共享”发展到“服务共享”,可将资源、数据、信息等加以统一,有利于动态的共享机制的实现,并使分布式系统管理具有标准的接口和行为。

在充分考虑网格的异构分布式特性的基础上,OGSA对Web服务进行了扩展,提出了动态服务(即网格服务, Grid Service)的概念,如图4所示。通过定义标准的服务接口把服务内容、资源所在地、物理资源特性等信息屏蔽,不仅解决了异构网格环境的互操作问题,而且真正实现了服务的虚拟化。与Web服务一致,OGSA服务采用Web服务定义语言(WSDL, Web Services Definition Language)来描述。

OGSA对网格服务的标准定义是:提供一组定义好的接口,遵循明确约定的Web服务。接口功能包括:服务发现、动态服务创建、生命期管理、通知等功能;约定内容包括:命名和升级能力约定。OGSA接口和约定提供对临时服务实例 (Transient Service In-

stances)的支持,也就是说,它具有动态服务创建、管理和撤消功能。这些功能可支持视频会议、数据库查询一类的应用。对升级能力的约定主要表现为在实际运行的网格环境中,服务可以独立升级。这要求服务之间具有版本和兼容性检查机制,还要求服务的升级不影响客户的使用。OGSA提供一套机制来识别服务改变,更新客户对服务的了解。

目前,OGSA定义的接口主要支持以下几类操作:

(1)服务发现。应用程序发现可用服务,了解服务的特性,进一步使用这些服务。

(2)动态服务创建。Factory接口负责网格服务实例的动态创建。

(3)生命周期管理。动态服务需要有生命期的控制。OGSA通过撤消和设置终止时间两个操作来控制,其中,终止时间被称作是网格服务实例的软状态生存期管理。软状态协议允许在远端创建状态,如果有保持存活(Keepalive)消息不断发送来,状态被不断保留;如果过了终止时间没有收到保持存活消息,服务实例被

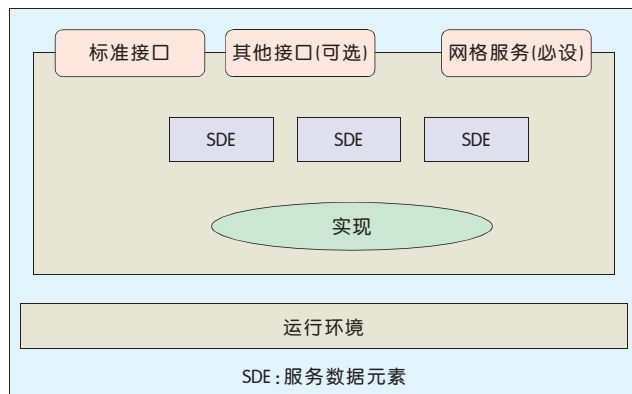
自动终止。

(4)通知。被多个分布式服务用来互相异步通知感兴趣的状态。

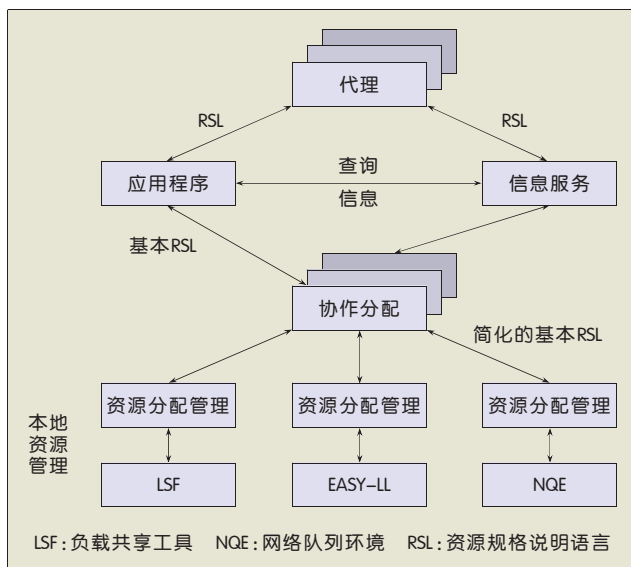
OGSA只关心网格服务实例的语义,例如:如何创建,如何命名,如何决定生存期,如何通信等,不关心实现的编程模型、编程语言、实现工具或执行环境。宿主环境是服务实例实际应用中的执行环境。目前,科学的计算网格服务实例是以本地操作系统进程为宿主环境。Web服务提供的基于容器/组件(Container/Component)的宿主环境为将来的电子商务网格服务提供生存环境,后一种宿主环境提供更高级的编程能力、管理能力、灵活性和安全性。

2.3 OGSA支撑技术

构建OGSA的支撑技术是网格技



▲图4 OGSA网格服务示意图



▲图5 资源管理成员间关系示意图

术(如Globus技术)和Web服务。在科学和工程计算领域中,网格技术已被用来求解方程;Web则是因特网上日趋成熟的标准的访问网络应用工具。

2.3.1 Globus技术

Globus是1996年由美国Argonne国家实验室与南加州大学信息科学学院合作开发的技术,是一种研究网格环境中互操作的中间件技术,是一种基于开放结构、开发源码的社团服务的集合。Globus Toolkit是网格计算领域著名的网格软件系统,为科学和工程上的网格计算应用程序提供基本的支撑环境。Globus Toolkit定义了构建计算网格的一组基本服务和功能,包括安全、资源管理、通信、目录管理等基本服务,被许多网格项目所采用。

Globus开发项目组于2002年2月提出了框架模型OGSA,OGSA是Globus Toolkit 2.2的自然进化。OGSA不仅满足科学计算的需要,而且满足电子商务的需要。其中的许多基本概念,服务生成、注册及可靠安全的请求等在Globus Toolkit 2.2中都存在,OGSA进一步抽象了这些单元,以便能被用于任何级别的虚拟资源中。

Globus项目以提供工具包的形式支持基于网格的应用。Globus提供的

工具包包括:资源管理、信息服务、数据管理3个主要模块,以及网络安全架构(GSI)、通信、故障检测等功能。下面简单介绍资源管理、信息服务和数据管理等模块。

(1)资源管理

Globus中,如何由信息服务来管理可用资源,如何按照应用程序和用户的要求找到可用资源,如何使用这些资源,是资源管理关心的问题。

Globus的资源管理主要侧重解决在异构网每个资源提供者自治的环境下,支持多资源管理策略、多个资源的联合分配和对资源的动态在线控制。其他资源管理软件如Condor、Legion、Gallop都只能提供5大功能中的部分功能。

资源规格说明语言(RSL)描述资源管理各个成员之间交换的资源申请,它的句法是基于轻量目录访问协议(LDAP)和元计算目录服务(MDS)的过滤句法。句法的主要构成是一些关系表达式,描述资源的某个参数和需要的条件。参数表示与信息服务MDS统一。

资源管理成员包括:应用程序和资源代理单元、资源协作分配单元、资源管理单元。它们之间的关系如图5所示。

资源代理单元接收高层(应用程序或用户)的请求,如抽象资源规格请求,并翻译成更具体的、资源管理成员能识别的规格。资源代理使用的抽象资源信息有3个来源:从MDS获得、本地维护和由规格带来。资源代理把抽象资源信息映射到一个包含更多信息的内部资源申请中。多个代理可能参与处理一个请求,其中特定应用代理单元把应用程序的需求转

换成具体的资源需求,其他资源中介被用来定位需求的资源。资源中介提供的结果是包括资源所在地点的详细申请,这个申请被传送给协作分配单元。

资源代理的处理结果是包括所需资源所在地点的RSL表达式,资源协作分配单元和资源管理单元能够直接理解。如果表达式只包含对一个资源的申请,则直接提交给该资源管理单元;如果表达式同时要申请几个资源,由协作分配来处理。资源协作分配把这类申请拆分成几个组成部分,每个部分发给相应的资源管理单元,提供一个对一组资源进行控制的方法。

本地资源管理单元主要负责处理代表资源申请的RSL规格(处理的方法是拒绝申请或创建满足申请要求的一个/多个进程或作业),允许远程监视和管理这些作业。根据所管理资源的情况,本地资源管理单元定时修改MDS的相关信息。

本地资源管理单元可以设置成管理一个或几个计算资源。本地资源管理单元的实现方式可以是自己调度资源,也可以与现有的本地资源分配机制(如Condor、EASY、Fork、LL、LSF、NQE)映射,把资源映射到相应的申请上。

(2)信息服务

信息服务负责资源信息的管理。Globus Toolkit中的信息服务MDS主要由两类基本元素:信息提供者(Information Provider)和聚合目录服务(Aggregate Directory Services)构成,它们之间的通信采用网格注册协议(GRRP)和网格信息协议(GRIP)。

信息服务体系结构中包括多个分布的IP,每个IP提供本地资源的一般性的、与虚拟组织(VO)无关的信息,它可以是关于一个或多个实体的信息。信息的组织采用LDAP结构,每个实体由一组对象描述。实体信息不需要存储,可以动态生成,只有在收到对某个实体的查询后,信息服务体

系才访问相应的实体, 获取实体信息, 提供给查询者, 这样实体的个数是可变的。目前已实现的信息源有: 静态主机信息(操作系统版本、CPU类型、进程数等)、动态主机信息(平均负载、队列项等)、存储系统信息(可用磁盘空间、总磁盘空间等)、网络信息(通过网络气象服务获得, 包括已测得的和预计的网络带宽和延迟)。

聚合目录服务(ADS)是更高层的服务, 负责收集、管理、对一个或多个IP提供的信息建立索引或提供应答。该服务与VO有关, 提供对资源的综合使用。ADS把IP和其他ADS提供的信息合并到一个统一的信息空间, 提供给用户访问。一个ADS包括3部分: 通用GRRP句柄、索引结构和搜索处理, 后两者可选GRRP和GRIP。

信息服务各成员间交换信息采用这两个协议。这两个协议主要把查询和发现分开, 根据不同的发现策略, 构造不同的ADS。每个ADS通过不同的方式使用GRRP和GRIP。

GRRP是一个通知, 信息服务成员采用它向其他成员推(PUSH)简单信息。如IP通过该协议通知ADS可用, ADS邀请某IP加入某虚拟组织。GRRP是一个软状态注册协议。这意味着在远处创建的状态必须被不断更新才能存活。

GRIP是一个查询协议, 可用于用户或ADS向IP索取更详细的实体信息。该协议同时支持发现: 一种向IP查询, 寻找满足某个条件的实体的操作。GRIP中采用了LDAP定义的数据模型(层次结构)、查询语言(查询、查找等)和在线协议。

GRRP和GRIP可以用来构造层次化的ADS, 还可以构造其他服务和应用, 比如代理、监视、对应用程序的适应、故障解决、性能诊断等。这些应用主要与监视实体有关。

(3) 数据管理

数据管理是对数据的传输和存储进行管理。它主要包括两个基本的数据管理服务: 网格文件传输协议

(GridFTP)和数据复制管理。

网格文件传输协议是一个安全、可靠、高效的数据传输协议, 主要面对广域环境下的数据传输。该协议的使用包括两方面: 存储系统间传送大量数据, 应用程序/用户访问大量数据。目前, GridFTP使用的存储系统包括: 分布式并行存储系统(DPSS)、高性能存储系统(HPSS)、分布式文件系统(DFS)、存储资源代理(SRB)等。GridFTP扩展了FTP标准, 是以上及其他多个存储系统的超集, 主要支持GSI和Kerberos, 提供数据传输的第三方控制, 采用多个TCP流支持并行数据传输, 支持一个源和多个目的间的条带(Striped)数据传输, 支持部分文件传输, 可协调传输控制协议缓冲/窗口(TCP Buffer/Window)大小, 从容错方面考虑支持可靠和可重新开始的数据传输。

数据复制管理提供注册并查找同一数据集的多个拷贝的能力。包括创建数据集的全部/部分拷贝, 在复制目录中注册新拷贝, 提供用户/应用程序查询复制目录来找到所有拷贝, 根据存储和信息服务提供的网络性能预测选择最好的数据复制。数据复制管理是一个分层次的结构, 下层的复制目录维护文件名到存储位置(一个/多个)的映射; 上层的复制管理在存储系统中创建/删除复制, 并调用复制目录, 修改相应的项。

资源管理、信息服务和数据管理模块是Globus的核心, 也是其他服务的基础。为了适应广域的异构环境, 该项目在安全传输、安全存储和安全认证方面提供了一整套方法, 在通信方面设计了多方法通信策略, 以保证对不同服务提供不同的通信保证, 同时设计了故障检测等方法来实时监控高层应用的底层支持是否正常。各种努力的目标是为网格上不同的用户提供不同的服务质量保证。目前公布的2.2版本的Globus主要服务对象还是科学计算, 但对于真正的科学计算工作者来讲, Globus的结构过于复

杂, 对很多具体的计算要求, 如对每次计算的完成时间控制在一定的时间范围等具体要求不提供支持。

2.3.2 Web服务

Web服务中常用的协议标准, 如简单对象访问协议(SOAP)、Web服务描述语言(WSDL)、Web服务探查(WS-Inspection)、通用发现和集成描述(UDDL)。

SOAP是基于可扩展标识语言(XML)的远程过程调用(RPC)协议, 用来描述通用的WDSL对象。通过对SOAP加以扩展(如数字签名、加密), 提供Web服务框架的安全性。WSDL是Web服务的接口定义语言, 用来描述服务, 包括接口和访问的方法。通常, 复杂的服务是由若干服务组成的。WS-Inspection用来定位服务提供者公布的服务。UDDI则定义了Web服务的目录结构。

网格计算和Web服务之间存在如下关系: Web服务的核心是在异构网上将各种应用连接, 借助Web标准把因特网发展成一个应用平台。网格软件突破了域名服务器(DNS)限制的命名和绑定方式, 在提供实现可扩展的命名、相互安全认证、位置透明及透明迁移的能力时, 是Web服务的很好补充。

(待续)

收稿日期: 2004-11-15

作者简介



方宁, 南京邮电学院计算机科学与技术系在读硕士研究生, 研究方向为计算机通信与网间互连、NGN体系结构、分布式计算。



沈金龙, 南京邮电学院计算机科学与技术系教授, 研究方向为计算机通信与网间互连、新一代网络体系结构。