

大型网络架构技术

网格理论与应用

谢晓兰 牛秦洲 李春泉 编著



YZLI 0890088134



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

大型网络架构技术

网络理论与应用

谢晓兰 牛秦洲 李春泉 编著



YZLI 0890088134

北 京

冶金工业出版社

2010

内 容 提 要

全书共分7章,内容包括:网格体系结构研究及其实验平台构建、网格数据管理研究、网格资源管理及其在制造业中的应用、网格任务管理及其在制造业中的应用、网格中间件、普适环境下网格应用模式、网格门户设计。

本书适合理工科大学研究生、博士后和教师阅读,也可供自然科学和工程技术领域的研究人员参考,另外,也可以作为高年级本科生及研究生的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

网格理论与应用/谢晓兰,牛秦洲,李春泉编著. —北京:
冶金工业出版社, 2010. 10
大型网络架构技术
ISBN 978-7-5024-5440-1

I. ①网… II. ①谢… ②牛… ③李… III. ①网格—
研究 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010) 第 204453 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 王之光 杨秋奎 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5440-1

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2010 年 10 月第 1 版, 2010 年 10 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 14.5 印张; 347 千字; 220 页

42.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

早期的网格应用是架构在五层沙漏模型上的,主要是针对科学计算应用,仅限于学术界的话题。当前,网格不再局限于计算领域,而是已经向商业领域以及其他的一些领域延伸。网格也不再停留在研究的层面,而是慢慢地走入了人们的视野。

网格技术引进中国也有10年了,同时,出现了语义网、知识管理、本体论、内容分发网络、服务分发、寄生服务、实时企业计算、分布式计算、对等计算、万维网服务等与网格有关的技术与名词,除此之外,还出现了很多相关的新的概念与技术,如普适计算(或普遍计算)、云计算等。目前市场上的图书,要么是针对行业网格,要么就是讲解网格的原理,而介绍网格具体的配置、具体的实现、具体的编程应用方面的书籍还不是很多。一些学习网格或者从事网格研究方向的学生有时会感到困惑,在学习中反映网格好像云里雾里,找不到切入点进行深入的学习,所以作者结合科研与教学实践编写了本书。

本书主要介绍网格的信息以及数据集成功能。其中,第1章详细论述了网格的体系结构,体系结构是网格的基础,所有的工作都是在它之上进行的。其中,网格核心中间件包括数据管理、资源管理、任务管理、安全管理等功能组件,它们是网格的基本功能组件。本书对数据管理、资源管理、任务管理中的部分关键技术进行重点讲述,构建了基于Globus Toolkit的网格实验平台。第2章主要论述了数据管理的关键原理与技术,数据管理是其他网格功能组件进行数据访问的基础。网格的优越性体现在企业可以使用已有的技术和安全系统来支持网格系统,而不需要对现有网格中的网络以及存储介质进行改造,也不会对网格系统中的设备造成限制。因此,在数据管理的关键技术方面,数据访问与集成是重中之重,是目前急需要解决的关键技术,而纵观诸多国内外文献,在网格数据访问与集成的研究方面还存在空白。另外,还对数据资源集成系统、数据传输、数据的副本管理的关键技术进行描述讲解。第3章在分析了网格资源管理需求的基础上,提出了网格的资源管理框架,通过对资源的分类,研究了资源的形式化描述,分析了面向规范资源管理的资源模板及模板树,建立了基于资源描述框架(RDF)的网格资源描述方法,着重研究了基于网络服务资源框架(WSRF)的资源封装技术及资源服务组模型,通过将资源封装为服务,有效屏蔽了资源的异构性、复杂性和多样性,为网格提供了基础支持环

境。第4章深入研究网格中任务管理问题,建立了网格任务管理模型,对网格任务进行了形式化描述,研究并分析了面向任务提交的任务描述语言,建立了基于BOM-时间Petri网模式的任务分解方法。第5章讲解了目前常用的一些中间件,如OGSA-DAI、OGSA-DQP中间件。并通过具体的实例以及程序开发进行了演示。第6章提出了普适环境下网格的两种应用模式,即:服务请求模式、服务提供-请求模式,给出了在普适环境下基于服务提供-请求模式的网格的体系结构,并对其进行详细描述。基于网格实验平台,设计与开发了一个具体的普适环境中基于服务请求模式的网格的数据查询模块,设计与开发了一个普适环境下的网格门户数字资源共享模块。第7章对网格门户架设的关键技术、总体设计及模块设计进行了详细的论述与分析,对实验环境的配置以及关键模块进行了讲解。

参加本书写作的人员有:谢晓兰(第1章、第2.1节、第2.2节、第5章、第6章)、李春泉(第4、5章)、何恭贺(第2.3节)、聂绍辉(第2.4节)、张静(第2.5节)、牛秦洲(第7.1~7.2节)、吴璇(第7.3~7.5节)。另外,牛秦洲教授还对本书进行了技术指导,并对部分章节提出了宝贵的修改意见。

在本书的完成过程中,还得到了徐红老师的帮助。另外,书稿完成后,帮助阅读了部分书稿的有刘亮、聂绍辉、赵鹏、张静、曹英忠等,感谢他们在百忙中抽出时间阅读书稿,并对书稿提出了修改意见和建议。

本书由桂林理工大学教材建设基金、桂林理工大学博士启动基金、桂林理工大学专著出版基金支持出版,特此表示感谢。另外,也感谢桂林理工大学教材科的叶子裕科长的帮助。

作 者

2010年5月

目 录

1 网格体系结构研究及其实验平台构建	1
1.1 网格概述	1
1.1.1 网格的概念	1
1.1.2 网格的本质和特点	2
1.1.3 网格需要解决的问题	3
1.1.4 网格与现有网络技术的异同	3
1.1.5 网格的机遇与挑战	3
1.2 网格技术研究的国内外现状与发展趋势	4
1.3 网格体系结构演变	5
1.3.1 五层沙漏结构	5
1.3.2 开放网格服务体系结构 OGSA	6
1.3.3 Web 服务资源框架	7
1.4 Globus Toolkit 概述	9
1.4.1 网格计算工具包	9
1.4.2 Globus Toolkit 演变	9
1.5 基于 GT4 的网格体系结构研究	11
1.6 基于 GT4 的网格实验平台构建及组件配置	18
1.6.1 网格实验平台的设计目标及要求	18
1.6.2 Linux 下 GT4 的安装	19
1.6.3 Windows 下 GT4 的安裝配置	22
2 网格数据管理研究	24
2.1 概述	24
2.1.1 数据管理	24
2.1.2 研究需求	24
2.2 数据访问与集成	25
2.2.1 目前一些数据访问技术的局限	25
2.2.2 常用的数据集成方法与技术	25
2.2.3 传统数据集成三种集成架构	26
2.2.4 网格环境中以 OGSA-DAI 实现数据访问与集成的优点	26
2.2.5 OGSA-DAI 国内外应用状况	27
2.2.6 网格中的数据访问与集成方法的研究	28

2.2.7	网格中异构数据访问与集成的设计	30
2.2.8	网格中异构数据访问与集成实例	31
2.3	数据资源集成系统	41
2.3.1	网格下数据资源集成系统的设计分析	41
2.3.2	网格数据资源集成实验平台的搭建	42
2.3.3	用户请求处理流程分析	47
2.3.4	网格数据资源访问服务的设计	48
2.3.5	关系数据资源和 XMLDB 数据资源之间数据转换的实现	54
2.3.6	文件传输服务组的设计	56
2.3.7	原型系统应用背景	59
2.3.8	原型系统的开发环境和网络拓扑	60
2.3.9	原型系统体系结构	60
2.3.10	网格数据库资源访问服务组的实现	61
2.3.11	网格服务接口的定义	62
2.3.12	网格服务的实现	64
2.3.13	网格服务配置部署文件的建立	65
2.3.14	编译生成 GAR 文件	65
2.3.15	部署网格服务	66
2.3.16	通过客户端调用网格服务	66
2.3.17	网格文件传输服务组的实现	67
2.3.18	原型系统运行实例	70
2.4	数据传输技术	72
2.4.1	数据传输服务技术简介	72
2.4.2	数据传输技术的原理和模式	75
2.5	副本管理	80
2.5.1	网格平台下的数据副本概述	80
2.5.2	副本管理组件	82
2.5.3	副本管理的算法	84
3	网格资源管理及其在制造业中的应用	87
3.1	网格资源管理框架	87
3.1.1	网格资源管理的功能需求	87
3.1.2	网格资源管理框架	88
3.2	资源描述	92
3.2.1	RDF	92
3.2.2	网格资源的 RDF 描述	93
3.3	基于 WSRF 的网格资源封装技术研究	96
3.3.1	网格资源的网格服务化	96
3.3.2	基于 WSRF 的网格资源服务封装	97

3.4 网格资源服务组建模	108
3.4.1 网格中服务组的概念与特点	108
3.4.2 网格服务组的结构	110
3.4.3 资源服务组的访问	113
4 网格任务管理及其在制造业中的应用	115
4.1 网格任务管理模型	115
4.1.1 网格任务管理问题分析	115
4.1.2 任务管理模型	115
4.1.3 网格任务执行流程	117
4.2 网格任务描述	119
4.2.1 网格任务形式化描述	119
4.2.2 任务的层次结构	123
4.2.3 任务的状态转换机制	123
4.3 基于物料清单-时间 Petri 模式的任务分解	124
4.3.1 任务分解的原理	124
4.3.2 基于物料清单-时间 Petri 网的任务分解策略	126
4.3.3 任务分解实例	133
5 网格中间件	134
5.1 OGSA-DAI 中间件	134
5.1.1 OGSA-DAI 容器的内部结构	134
5.1.2 网格下 OGSA-DAI 的 Activity 与 Workflow 研究与运用	135
5.2 OGSA-DQP 中间件	136
5.2.1 概述	136
5.2.2 客户请求的数据查询流程及 OGSA-DQP 功能体现	137
5.2.3 OGSA-DQP 在网格实验平台上的查询执行过程研究	139
5.2.4 OGSA-DQP 运用及示例验证	140
6 普适环境下网格应用模式	151
6.1 普适计算概念及研究领域	151
6.2 网格技术与普适计算的区别与联系	151
6.3 普适计算与网格融合的必要性及可行性分析	152
6.3.1 普适计算融入网格的必要性	152
6.3.2 普适计算与网格可行性分析	153
6.4 普适环境下网格应用模式的提出	153
6.4.1 服务请求模式提出	154
6.4.2 服务提供-请求模式提出及该模式下网格体系结构研究	156
6.5 普适环境下的网格应用程序示例及测试	159

6.5.1 基于“服务请求模式”网格应用程序开发结构图	159
6.5.2 普适环境下网格门户数字资源共享模块研究及测试	165
7 网格门户设计	173
7.1 网格门户的研究现状	173
7.2 网格门户关键技术研究	173
7.2.1 Portlet 与 Portal 技术	173
7.2.2 GridSphere 框架	175
7.2.3 业务流程执行语言	175
7.2.4 OGSA-DAI WSRF 架构	176
7.3 网格门户总体设计	176
7.3.1 网格门户角色分析	176
7.3.2 网格门户体系结构设计	177
7.3.3 网格业务执行流程分析	178
7.4 网格门户安全体系的研究设计	179
7.4.1 网格门户的安全需求分析	179
7.4.2 网格门户的安全设计	179
7.5 实验环境的配置	182
7.5.1 开发工具	182
7.5.2 设置环境变量	183
7.5.3 Tomcat 的安装配置	183
7.5.4 Axis 的安装配置	184
7.5.5 GT4 的安装配置	184
7.5.6 OGSA-DAI 的安装配置	186
7.5.7 GridSphere 的安装配置	186
7.6 网格门户的模块设计	189
7.6.1 用户管理模块设计	191
7.6.2 网格安全模块设计	197
7.6.3 资源服务模块设计	200
参考文献	214

1 网格体系结构研究及其 实验平台构建

1.1 网格概述

1.1.1 网格的概念

网格是构筑在互联网上的一组新兴技术,它将高速互联网、高性能计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体,为科技人员和大众提供更多的资源、功能和交互性。互联网主要为人们提供电子邮件、网页浏览等通信功能,而网格功能则更多更强,让人们透明地使用计算、存储等其他资源。

网格必须同时满足以下三个条件:

- (1) 在非集中控制的环境中协同使用资源。
- (2) 使用标准的、开放的和通用的协议和接口 (Ian Foster 认为目前只有 Globus 才算得上标准协议)。
- (3) 提供非平凡的服务。

不管是狭义还是广义的网格,其目的不外乎是要利用互联网把分散在不同地理位置的电脑组织成一台“虚拟的超级计算机”,实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、软件资源、通信资源、知识资源、专家资源等的全面共享。其中每一台参与的计算机就是一个节点,就像摆放在围棋棋盘上的棋子一样,而棋盘上纵横交错的线条对应于现实世界的网络,所以整个系统就称为“网格”。在网格上做计算,就像下围棋一样,不是单个棋子完成的,而是所有棋子互相配合形成合力完成的。传统互联网实现了计算机硬件的连通,Web 实现了网页的连通,而网格试图实现互联网上所有资源的全面连通。

网格计算是第三代互联网计算,网格计算是高性能计算,网格计算是协同计算,网格计算同时也是普适计算和公用计算的基础和雏形。

(1) 网格计算是第三代互联网计算。随着互联网的发展,人类生活从思维方式、工作模式和生活理念等多方面遭遇巨大的影响与冲击。在网络计算时代,以电子邮件为主要应用的第一代互联网把遍布于世界各地的计算机用 TCP/IP 协议连接在一起。在 Web 计算时代,第二代互联网通过 Web 信息浏览及电子商务应用等信息服务,实现全球网页的连通。而第三代互联网面临的任务是:如何实现互联网上所有资源的全面连通?这些资源包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源等。这成为推动网格计算(Grid Computing)发展的基本动力。从这个意义上说,网格计算的显著特点是高可用性。

(2) 网格计算是高性能计算。计算机适用于解决计算性很强的复杂问题,但计算机在技术和建造上的发展永远赶不上实际问题对计算机能力的需求。计算环境不能满足要求常

常导致计算机无法解决复杂的实际问题。于是,有人设想:如果有一种技术可以使全世界的计算机联合起来,把它们所有的计算能力聚合到一起,其计算能力将非常强大,这种技术就是网格计算技术。这使网格计算具有本质上的“高性能”。

(3) 网格是借鉴电力网(Electric Power Grid)的概念提出来的,网格的最终目的是希望用户在使用网格计算能力时,就如同现在使用电力一样方便。在使用电力时,不需要知道它是从哪个地点的发电站输送出来的,也不需要知道该电力是通过什么样的发电机产生的,不管是水力发电,还是通过核反应发电,使用的是一种统一形式的“电能”。网格也希望给最终的使用者提供的是与地理位置无关、与具体的计算设施无关的通用的计算能力(图 1-1、图 1-2)。

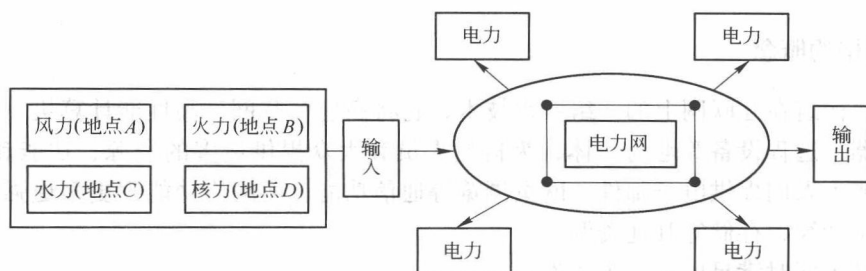


图 1-1 电力网构成示意图

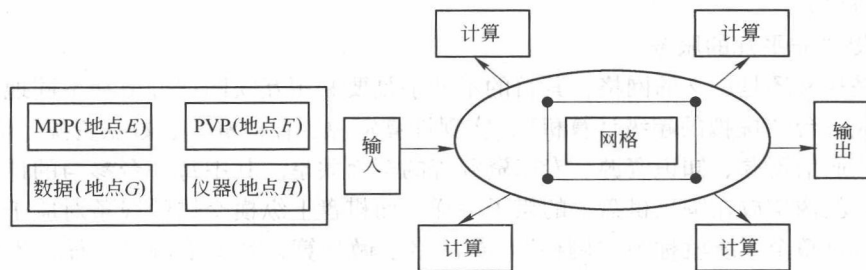


图 1-2 网络组成示意图

1.1.2 网络的本质和特点

网格,就如同互联网改变了人们传统的通信方式和通信手段一样,它将改变人们传统的计算方式和计算手段,网格技术将为人们提供更强大、更方便、更高级的问题求解手段。

网格的本质和特点:

- (1) 应用成本低。
- (2) 网格资源有很强的分布性。

(3) 网格资源具有较大的异构性,包括:每个系统可能具有不同的数据表示;每个系统可能安装不同体系结构的处理器;每个处理器可能有不同的处理速度;每个系统的内部消息可能有不同的通信速度;每个系统可能采用不同的通信协议;任何两个系统间的消息

通信带宽可能不同。

(4) 没有形成公认的协议标准。

(5) 网络资源具有自治性、动态性和扩展性。

1.1.3 网络需要解决的问题

网络需要解决的问题如下：

(1) 资源共享。网络资源包括服务、应用软件、数据、信息、知识以及计算机、天文望远镜、雷达、家用电器等设备和仪器，并具有面向用户和透明性的特点，用户可以在不考虑资源物理位置的情况下，方便地使用资源。

(2) 资源协同性。资源协同性包括资源共享的协同性和问题解决的协同性。资源共享的协同性以资源互连为基础，既包括资源使用时不同用户因时间、空间、权限等差异引起的协商，也包括资源的组合。问题解决的协同性是指虚拟组织之间通过协作共同解决某一问题，以满足用户的新需求。

(3) 异构性。网络计算环境具有异构、分布、动态、演化的特点，这主要体现在虚拟组织、资源的异构、分布、动态、演化特性以及共享模式、协同方式的变化上。网络计算环境需要解决资源异构性问题。

1.1.4 网络与现有网络技术的异同

网络与现有网络技术的异同如下：

(1) 网络是为了解决广域网络资源全面共享而提出的一种全新的基于互联网的应用技术，它已经成为继传统互联网、Web 之后的第三次信息技术的浪潮，继 Web 应用之后的信息技术革命的主角，国家信息服务的战略性基础设施。网络是建立在互联网和 Web 基础之上的，是一种新的基于网络的服务框架，是对现有互联网技术和 Web 技术的重要发展。

(2) 互联网实现了计算机硬件之间的互联。互联网技术的出现，将独立的计算机个体连成整体，重点关注机器之间的通信和信息交换，但没办法共享其他机器的资源，也不关心为完成计算的地理分布资源的联合使用。

(3) Web 实现了网页资源的连通。Web 的兴起，通过浏览器将网页连接起来，计算机可以做包括电子商务在内的更多事情。但是，各行业在应用层面上的互联互通远远没有实现，计算机的使用也远不如电话那么方便。Web 缺乏丰富的交互模型所需的特性。

(4) 网络试图实现互联网上所有资源的全面贯通，其中包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源和知识资源的全面共享。

1.1.5 网络的机遇与挑战

网络技术的出现为中国提供了一个良好的信息技术发展契机，开展网络技术的研究工作必须有步骤、有计划，合理规划部署。

(1) 结合信息化的应用需要展开网络计算实践。

(2) 没有标准，就难以竞争，必须积极参与 Grid 技术国际标准的制定。

(3) 网络技术的应用会给 IT 企业带来新的发展机会。

目前, 网络研究中必须解决的关键技术问题还有很多, 诸如: 网络体系结构及其标准、网格操作系统、网络安全、消息传输模型、资源动态管理技术、任务调度算法、协同计算与应用技术。这些关键技术问题的核心就是如何为用户提供一个安全可靠的协同工作环境, 负责管理与调度广域异构节点的计算能力与信息资源, 为用户提供单一的映象的系统, 保证用户透明地操作与访问网络资源, 支持多编程的协同计算应用服务。

最终, 除了一台摆在桌面上的计算机外, 用户将察觉不到对其他计算机资源的使用, 因为系统拥有了通过网络延伸并获得任何所需计算资源的能力。

1.2 网格技术研究的国内外现状与发展趋势

网格计算源于美国和欧洲 (英国、德国等) 的研究计划, 作为一种新兴的计算机技术, 网格计算正从美国和欧洲迅速向世界上的其他国家和地区传播。各国政府、相应的国际组织以及大的企业财团已经在网格研究领域投入了大量的资金。全球网格论坛、地区和国家的网格论坛正在迅速的发展, 其学术交流活动也正在积极地展开。其中全球网格论坛 (Global Grid Forum, GGF) 已经成为网格标准制定与发布的主要机构。GGF 坚信标准是网格技术发展的决定性因素。在世界范围内已有多种国际性的网格项目, 其中集成的网格系统有 NetSolve、Ninf、Unicore, 网格中间件有 Globus、Gridbus、CGSP、GridSim、Legion 等, 用户级中间件有 AppLeS、Condor-G、Nimrod-G、Cactus、GrADS、GridPort 等, 网格应用有 European DataGrid、GriPhyN、NEESGRID、Geodise、IPG 等。此外, 还有很多规模不一的各种各样的网格项目和实验床。下面具体介绍一下网格目前主要的研究现状及其应用。

美国是网格技术的倡导者, 也是目前网格技术的引领者。美国的网格发展是从大学和科研机构开始的, 随后企业界的参与加快了网格技术的发展。先后出现了 Legion、Globus、Condor-G、TeraGrid、PlanetLab 等。Globus 是目前网格技术的旗舰产品, 是 Globus 联盟的网格产品。Globus 联盟推动了网格技术的不断发展, 是网格技术发展的主要力量之一。不论是在网格的理论研究、平台建设, 还是在实际应用等诸方面, 美国在网格方面的研究目前处在世界的前沿。

欧洲的网格研究起步也很早, 已经启动了很多研究计划。尤其是英国和德国在网格研究方面已走在了欧洲的前列。英国的 e-Science 计划开始于 2001 年, 主要解决大规模科学计算、数据可视化、信息资源共享等问题, 提供端到端的计算、数据和信息服务。Cactus 项目是在德国 Max Planck 引力物理研究所 (即阿尔伯特·爱因斯坦研究所) 的带领下, 由德国和美国多个研究机构共同完成的。Xtrem Web 是法国的一个为科研和全球计算的应用项目提供计算平台的桌面网格中间件。它基于周期窃取技术, 利用互联网上汇集的计算机的 CPU 空闲时间来进行高性能计算。目前它部署运行在 300 多台机器上, 其中 1/4 是集群。欧洲的其他国家, 如西班牙、挪威、丹麦、瑞典、芬兰、俄罗斯、爱尔兰、苏格兰等, 也在积极开展网格方面的研究工作, 在网格的应用领域方面各有特色。

韩国、日本、印度、泰国、马来西亚和新加坡等亚洲国家在各国政府及相关企业的大力支持下, 也积极的开展了网格技术的研究和应用, 并积极与国际上的其他网格计划进行合作研究。总之, 亚洲的网格研究正在逐步兴起, 随着与国际研究的不断接轨, 亚洲在网

格的发展中将会扮演越来越重要的角色。

目前,我国的网格研究正在迅速展开,主要有“863 计划”资助的中国国家网格 (China National Grid, CNGrid)、中科院牵头的“国家高性能计算环境 NHPCE (National High Performance Computing Environment)”项目、国家自然科学基金委网格 (NSFC Grid)、教育部支持的重点项目“先进计算基础设施北京试点工程”、“上海教育科研网格”、航天二院和清华大学共同开展的“仿真网格”的研究、中科院计算所领衔开发的“织女星网格”项目等。

1.3 网格体系结构演变

到目前为止,主流的网格体系结构主要有三个:

(1) Ian Foster 等人在早些时候提出的五层沙漏结构 (Five-Level Sandglass Architecture)。

(2) 2002 年 6 月,网格研发的先行者——美国 Argonne 国家实验室的 Ian Foster 等结合五层沙漏结构和 Web Service 提出的 OGSA (Open Grid Services Architecture, 开放网格服务体系结构)。

(3) 2004 年初由 Globus 联盟、IBM 和 HP 等共同提出的 WSRF (Web Service Resource Framework, Web 服务资源框架), WSRF v1.2 规范已于 2006 年 4 月 3 日被批准为 OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards, 结构化信息标准促进组织) 标准。

1.3.1 五层沙漏结构

五层沙漏结构是由 Ian Foster 等提出的一种具有代表性的网格体系结构,其影响十分广泛,它的特点就是简单,主要侧重于定性的描述而不是具体的协议定义,容易从整体上进行理解。在五层沙漏体系结构中,最基本的思想就是:以协议为中心,强调服务与 API 和 SDK 的重要性。五层沙漏结构根据该结构中各组成部分与共享资源的距离,将对共享资源进行操作、管理和使用的功能分散在五个不同的层次。

五层沙漏结构,越向下层就越接近物理的共享源,该层与特定资源相关的成分就比较多;越向上层就越感觉不到共享资源的细节特征,也就是说上层是更加抽象资源的表示。在五层沙漏结构中,最低层是构造层,构造层面对的是具体的物理(或者是逻辑的)资源,它通过对这些局部资源的管理,向上层提供对这些资源管理和控制界面。再上一层是连接层,主要是为下层的物理资源提供安全数据通信能力,这是资源之间进行互操作的前提,连接层使得孤立的单个资源间建立了联系。再上面一层是资源层,它反映的是抽象的局部资源的特征。再上一层是汇聚层,完成的功能是如何将下面以单个资源形式表现出来的资源集中起来,协调解决多个资源之间的问题。最上面的应用层和资源的距离最远,它关心的是有什么样的资源可以提供给虚拟组织,解决不同虚拟组织的问题(图 1-3)。

为了便于理解,将该结构这五层与广为使用的 TCP/IP 网络协议结构进行粗略的对比,如图 1-4 所示。

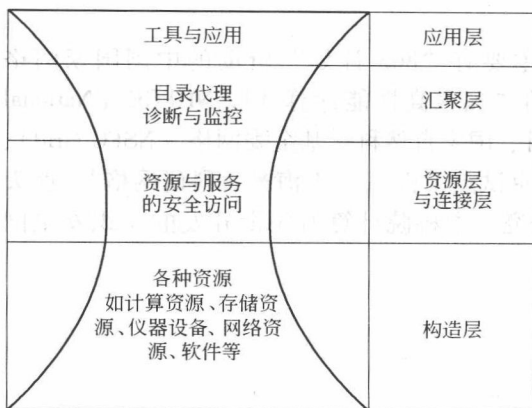


图 1-3 五层沙漏体系结构

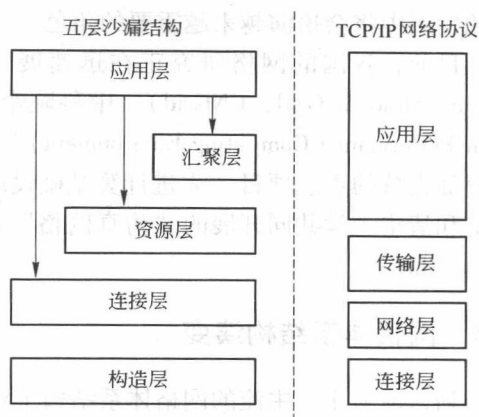


图 1-4 五层沙漏结构及其与 TCP/IP 网络协议的对比

1.3.2 开放网络服务体系结构 OGSA

开放网络服务结构 OGSA 是全球网络论坛 GGF 的重要标准建议，是继五层沙漏模型之后的也是最新的一种网络体系结构。如果说五层沙漏模型是以协议为中心的“协议结构”，则 OGSA 就是以服务为中心的“服务结构”。OGSA 旨在集成存在于分布式异构环境中的各种资源，以求在动态的虚拟组织中做到资源的共享和协同处理。这里的服务是指具有特定功能的网络化实体，在五层沙漏结构中，强调的是被共享的物理资源（或者是这些资源所支持的服务），在 OGSA 中，服务所指的概念更广，包括各种计算资源、存储资源、网络、程序、数据库等。简而言之，一切都是服务。五层模型试图实现的是对资源的共享，而在 OGSA 中，实现的是对服务的共享。从资源到服务，这种抽象将资源、信息、数据等统一起来，使得分布式系统管理有了标准的接口和行为。

OGSA 定义了网格服务（Grid Services）的概念，网格服务是一种 Web Services，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管理，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，将一切都看作网格服务，因此网格就是可扩展的网格服务的集合。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他们操作和共享的服务来定义。简单地说，网格服务 = 接口/行为 + 服务数据。图 1-5 所示为 Grid Services 描述。

图 1-6 所示为 OGSA 的体系结构。OGSA 架构主要由四个层次构成：资源层、Web Services 层、网络服务层、应用层。

(1) 物理和逻辑资源层。资源的概念是 OGSA 以及通常意义上的网络计算的中心部分。构成网格的物理资源包括处理器、服务器、存储器和网络。物理资源之上是逻辑资源。它们通过虚拟化和聚物理层的资源来提供额外的功能。通用的中间件（比如文件系统、数据库管理员、目录和工作流管理人员）在物理网格之上提供这些抽象服务。

(2) Web Services 层。这里有一条重要的 OGSA 原则：所有网格资源（逻辑的与物理的）都被建模为服务。OGSI 规范定义了网格服务并建立在标准 Web 服务技术之上。OGSI

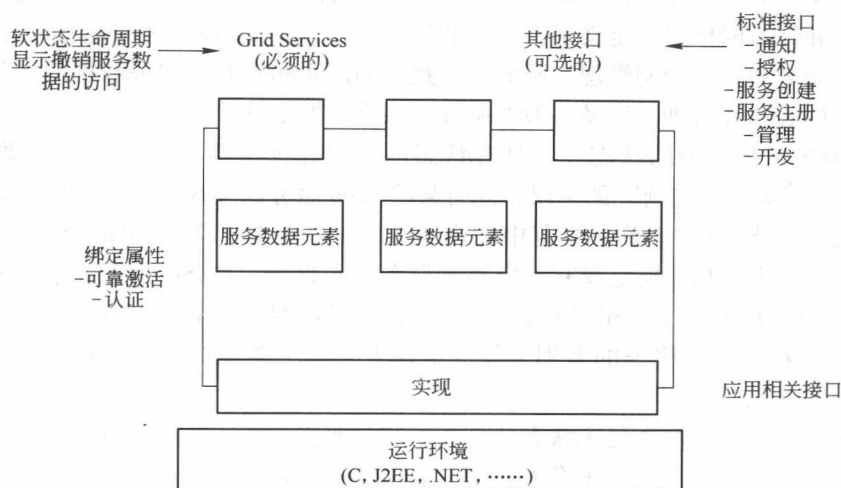


图 1-5 Grid Services 描述

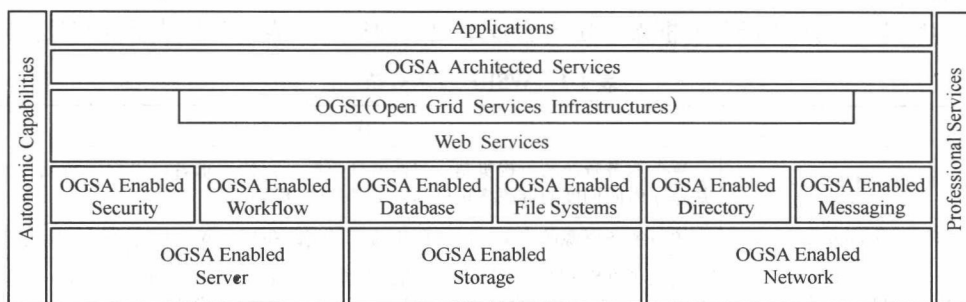


图 1-6 OGSA 体系结构

利用诸如 XML (Extensible Markup Language) 与 Web 服务描述语言 (Web Services Description Language, WSDL) 这样的 Web 服务机制, 为所有网格资源指定标准的接口、行为与交互。OGSI 进一步扩展了 Web 服务的定义, 提供了动态的、有状态的和可管理的 Web 服务的能力, 这在对网格资源进行建模时都是必需的。

(3) OGSA 层。OGSA 层依赖于 Web Services 层和 OGSI 扩展所提供的基础架构。GGF 在程序执行、数据服务和核心服务等领域定义了众多的规范。OGSA (Services Oriented Architecture, SOA) 将成为一个更为强大的面向服务的体系结构。

(4) 网格应用层。随着时间的推移, 一些构建于 OGSA 之上的网格应用将越来越丰富, 这些应用构成了网格应用层。

1.3.3 Web 服务资源框架

在 OGSA 刚提出不久, GGF 提出了开放网格服务基础架构 OGSI 草案。OGSI 是作为 OGSA 核心规范提出的, 其 1.0 版本于 2003 年 7 月正式发布。OGSI 规范通过扩展 Web 服

务定义语言 WSDL 和 XML Schema 来解决具有状态属性的 Web 服务问题。它提出了网格服务的概念,并针对网格服务定义了一套标准化的接口,主要的标准化的接口包括:服务实例的创建、命名和生命周期管理、服务状态数据的声明和查看、服务数据的异步通知、服务实例集合的表达和管理,以及一般的服务调用错误的处理等。

OGSI 通过封装资源的状态,将具有状态的资源建模为 Web 服务,这种做法引起了“Web 服务没有状态和实例”的争议,同时某些 Web 服务的实现不能满足网格服务的动态创建和销毁的需求。OGSI 单个规范中的内容太多,所有接口和操作都与服务状态有关,缺乏通用性,而且 OGSi 规范没有对资源和服务进行区分。OGSI 使用目前的 Web 服务和 XML 工具,过多地采用了 XML 模式,这可能带来移植性差的问题。另外,由于 OGSi 过分强调网格服务和 Web 服务的差别,导致了两者之间不能更好地融合在一起。上述原因促使了 WSRF 的出现。

资源是有状态的,服务是无状态的。为了充分兼容现有的 Web 服务,WSRF 使用 WSDL 定义 OGSi 中的各项能力,避免对扩展工具的要求,原有的网格服务已经演变成了 Web 服务和资源文档两部分。WSRF 定义出一个通用且开放的架构,利用 Web 服务对具有状态属性的资源进行存取,并包含描述状态属性的机制,另外也包含如何将机制延伸至 Web 服务中的方式。

WSRF 是一个服务资源的框架,是 5 个技术规范的集合,表 1-1 总结了这些技术规范。

表 1-1 WSRF 技术规范

名 称	描 述
WS-ResourceLifeTime	Web 服务资源的析构机制。包括消息交换,它使请求者可以立即地或者通过使用基于时间调度的资源终止机制来销毁 Web 服务资源
WS-ResourceProperties	Web 服务资源的定义,以及用于检索、更改和删除 Web 服务资源特性的机制
WS-RenewableReferences	定义了 WS-Addressing 端点引用的常规装饰 (a conventional decoration),该 WS-Addressing 端点引用带有策略信息,用于在端点变为无效的时候重新找回最新版本的端点引用
WS-ServiceGroup	连接异构的通过引用的 Web 服务集合的接口
WS-BaseFaults	当 Web 服务消息交换中返回错误的时候所使用的基本错误 XML 类型

与 OGSi 相比,WSRF 具有以下五个方面的优势:

- (1) 融入 Web 服务标准,同时更全面地扩展了现有的 XML 标准;
- (2) OGSi 错误地认为 Web 服务一定需要很多支撑的构建。WSRF 通过对消息处理器和状态资源进行分离来消除上述隐患,明确了其目标是允许 Web 服务操作对状态资源进行管理和操作;
- (3) OGSi 中的 Factory 接口提供了较少的可用功能,在 WSRF 中定义了更加通用的 WS-Resource Factory 模式;
- (4) OGSi 中的通知接口不支持通常事件系统中要求的和现存的面向消息的中间件所支持的各种功能,WSRF 规范弥补了上述的不足;
- (5) OGSi 规范的规模非常庞大,读者不能充分理解其内容以及明确具体任务中所需的组件。WSRF 通过将功能进行分离,简化并拓展了组合的伸缩性。作为 OGSa 最新核心规范的 WSRF,它的提出加速了网格和 Web 服务的融合。