

# 不同应用领域的网格体系结构研究

肖婧菁, 曾文华, 王 琴

(厦门大学 软件学院 智能信息技术福建省重点实验室, 福建 厦门 361005)

**摘 要:** 网格的体系结构是网格技术的核心, 是网格的骨架和灵魂。选择设计适当的网格体系结构对网格系统的实现至关重要, 因为只有设计出合适种类的网格体系结构, 才能在网络环境中高效方便地运行应用程序。随着相关技术和网络应用的发展, 网格体系结构将更加成熟和完善, 这将直接推动网格的发展, 对其研究产生深远的影响。文中主要分析比较了五种不同类型的网格体系结构, 并列出了最近研究成果。

**关键词:** 网格体系结构; 知识网格; 基于 Web 服务网络

**中图分类号:** TP393

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2007)09-0001-04

## Research on Grid Architecture in Different Applications

XIAO Jing-jing, ZENG Wen-hua, WANG Qin

(Key Laboratory for Intelligent Information Technology of Fujian Province,  
Software School of Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Grid architecture is the core of grid technology, and it is the framework and the soul of grid. Choosing an appropriate grid architecture is important to implement the grid system. Because only when design the appropriate grid architecture, then can run application efficiently and expediently in appropriate grid environment. As soon as the development of grid applications, grid architecture is becoming mature and perfect. Analyses and compares differences for five grid architectures, then presents the recent research result.

**Key words:** grid architecture; knowledge grid; Web service-based grid

## 0 引言

网格体系结构是网格技术<sup>[1,2]</sup>研究的核心, 它包括对网格基本组成部分与各部分功能的定义和描述, 对网格各部分相互关系与集成方法的规定, 以及对网络有效运行机制的刻画<sup>[3]</sup>。

一个完整的网格系统一般包括资源层、网格操作系统层和应用层三个组成部分。目前, 国内外已有许多对网格体系结构的研究工作, 提出了不同的网格体系结构<sup>[1,4,5]</sup>, 其中最具有影响力的是五层沙漏体系结构和开放网格服务结构 OGSA<sup>[6]</sup>, 它们从综合的角度对网格的体系结构进行了不同概述。但现在的网格计算已不再局限于高性能的科学计算领域, 出现了不同应用领域的网格, 它们对于网格体系结构的设计和要求是不同的。根据网格的功能大致可分五类, 图1中给

出了现有网格的分类及它们间的相互关系。其中, 计算网格、数据网格是最早被研究的, 为信息网格、知识网格、基于 Web 服务的网格等高级网格应用提供了基础。

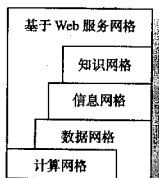


图1 网格的分类

文中对不同应用领域的网格体系结构及其相互关系进行分析比较, 并列出了最近网格体系结构的研究成果及未来的研究方向。

收稿日期: 2006-11-02

基金项目: “985 工程”智能化国防信息安全技术科技创新平台项目 (0000-XD7204)

作者简介: 肖婧菁 (1982-), 女, 福建漳州人, 硕士研究生, 研究方向为网格体系结构; 曾文华, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为嵌入式系统、网络计算等。

## 1 基础网格体系结构分析

### 1.1 计算网格

计算网格是目前研究最早、成果最多的网格, 是网络研究的起点。计算网格<sup>[4]</sup>是利用网络技术将多种复杂的分布式的计算资源组织起来, 形成一个分布式、松

耦合的巨型计算系统,该计算系统的主要任务是完成超大规模的、复杂的仿真和计算任务,它包括了并行计算、科学与工程计算等。

计算网格类似于分布式系统和并行系统,但又有不同,计算网格有其独特的、必须解决的问题,如异构数据通信、统一资源管理、任务调度算法、安全与容错、并行计算代理、科学计算代理等,其基本体系结构如图 2 所示。

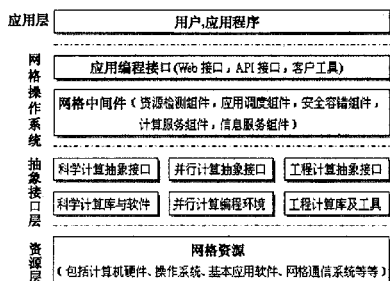


图 2 计算网格系统的多层体系结构

从图 2 可以看出,该网格体系结构大致可分为资源层、抽象接口层、网络操作系统层和应用层。

(1) 资源层:该层是计算网格提供计算服务的基础。它的资源主要包括本地操作系统、工作站、机群、群集、数据库、高级仪器、存储设备、网络传输控制软件等。

(2) 抽象接口层:该层综合了计算网格系统下的计算功能,包括了科学计算、并行计算和工程计算等功能。

(3) 网络操作系统层:该层也称为中间件层,是计算网格的核心,它向下屏蔽了资源和计算服务的异构性,为上层应用提供统一的访问接口。主要负责资源管理、安全检测管理、计算服务管理和应用调度等功能。它的中心任务是将一个大问题分解为并发的任务,并把这些任务分配到多个异构的计算系统中,同时将这些并发的任务有机地组织起来,以尽量小的管理开销达到完成一个共同计算任务的目的。

(4) 应用层:该层是普通用户所能感知的层面。在此,用户只需要指定初始状态、提交初始数据、指定求解问题的精度等,就可以得到计算的结果,而不需要考虑计算网格是在何种的异构环境中、集结了多少动态的资源、用了何种优化算法完成的等。

从计算网格的体系结构可以看出,这类网格对通信服务及任务分解与调度提出较高的要求。目前较著名的计算网格有德国爱因斯坦研究所开发的 Cactus

和美国的大规模军事仿真 SF Express 等。

## 1.2 数据网格

计算网格系统中虽然有数据,但它的关键问题还是在组织、访问和管理计算任务上。数据网格<sup>[5]</sup>则是以大规模数据的共享、存贮、传输及分析为基本特征,它的目标是将地理上分布、异构的各种数据服务器、大型检索存储系统和可视化、虚拟现实系统等,通过互联网络连接并集成起来,共同完成一些应用研究问题。数据网格不仅支持对计算资源的访问,而且支持对数据资源的统一访问。它的核心是元数据管理和资源的存储、移动管理<sup>[3]</sup>。

数据网格的体系结构如图 3 所示。从图中可看出,数据网格与计算网格体系结构的层次划分基本上是一致的,不同的是数据网格体系结构中在网络操作系统层中增加强化了一些数据库或数据管理服务组件。

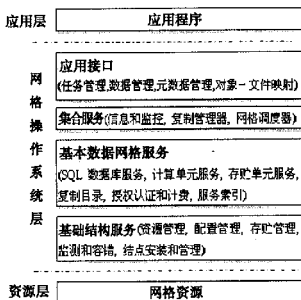


图 3 数据网格体系结构

数据网格是近来发展最多的网格项目,目前数据网格主要有欧洲的数据网格(European Data Grid)<sup>[7]</sup>与 DataTAG,美国能源部的 PDG(Particle Physics Data Grid),美国国家自然基金会的 GrPhyN(Grid Physics Network),iVDGL(International Virtual Data Grid Laboratory)与 TeraGrid,以及亚太地区共同合作的 APGrid(Asia Pacific Grid)。

## 2 高级网格体系结构分析

### 2.1 信息网格

基于计算网格和数据网格的基础构件,信息网格<sup>[8]</sup>主要研制一体化的智能信息处理平台;结合数据挖掘、信息融合和资源引擎等技术完成网络资源的搜集与共享,消除信息孤岛,方便用户发布、处理和获取信息;并利用单一系统映像技术完成信息的单一映像和有效融合,保证逻辑资源的物理可用性,便于网格引

擎来实现资源的获取。

信息网格包含计算网格的全部功能,并重点拓展了广域信息共享服务和信息处理服务。信息网格的体系结构如图4所示。

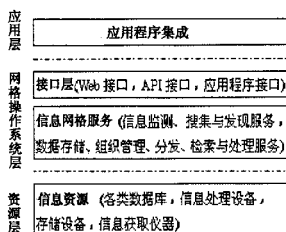


图4 信息网格体系结构

信息网格体系结构大致上可以分为三个层次:

(1) 资源层:该层包括各类数据库、各种信息处理设备(包括超级计算机、PC、PDA等)、各种存储设备、各种信息获取仪器,它们通过 Internet 或各种无线通信设施实现物理连接。

(2) 网络操作系统层:这一层提供了一个信息一体化管理与处理平台,为综合使用各类资源提供数据存储、组织管理、分发、检索和处理等服务。它主要包括信息处理软件、大型信息系统、信息搜索引擎、数据和信息整合与组织管理、信息智能处理、信息在线分析和各种服务规范/协议等。

(3) 应用层:该层提供一个面向应用领域的信息集成应用环境,即在信息网格操作系统层基础上,面向各个具体应用领域,对信息的使用模式和使用特点,提供信息使用政策和协议、应用软件工具和应用开发平台等,建立数据处理与信息服务集成环境。

目前比较著名的信息网格有美国国家航空和宇宙航行局的 IPG(Information Power Grid),以及中国科学院计算所的织女星信息网格<sup>[9]</sup>(VEGA)等。

## 2.2 知识网格

知识网格<sup>[10,11]</sup>是一个智能互联环境,它的目的是使用户或虚拟角色有效地获取、发布、共享和管理知识资源,并为用户和其他服务提供所需要的知识服务,辅助实现知识创新、协同工作、问题解决和决策支持。不同于数据网格与信息网格对数据信息的初步处理,知识网格更反映了人类认知特性的认识论和本体论,应用社会、生态和经济学原理等,是一个完全的智能网格环境。这也就使得知识网格的数据结构及数据之间的关系比前几种网格更加复杂。

知识网格的结构如图5所示,可分为三层:

(1) 人类层:该层反映知识网格的社会和人类行

为特征。它包括:知识空间、用户空间、社会组织规则。知识空间包含所有参与者的可表达的知识;用户空间包含用户信息;社会组织规则表示评估其社会价值的标准或规范。人类通过特定媒体以自然语言的方式传递知识。

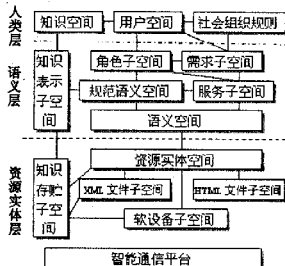


图5 知识网格体系结构

(2) 语义层:在这层中,用户不必直接与资源实体层交互,不必关注资源的形式和位置,资源实体层的任何变化对用户都是透明的,因此语义层能保持相对稳定。语义层包括知识表示子空间、角色子空间、需求子空间和服务子空间。知识表示子空间以机器可理解的形式表示用户知识;角色子空间根据用户意图为用户提供多种角色。在知识表示子空间中用户和服务可以通过角色来表示需求,它以语义空间和规范语义空间的形式组织。

(3) 资源实体层:该层包括资源实体空间和智能通信平台。前者包含知识存储子空间、XML文件子空间、HTML文件子空间、软设备子空间等;知识存储子空间是通过定义在语义空间的原语来实现;软设备模型用来概括和封装各种资源类型,包括推理机制、知识资源和数据资源。智能通信平台则综合了 C/S、网格、P2P 计算的优点,支持移动性和正确性。

知识网格是网格中的高级形式,目前它的应用还没有真正成形的系统。中国科学院正在研究的知识网格环境 IMAGINE-1 (Integrated Multidisciplinary Autonomous Global Innovation Networking Environment)<sup>[11]</sup>开始将知识网格的理念付诸实施。

## 2.3 基于 Web 服务的网格体系结构

近年来,网格计算与 Web 服务正在变成网络计算的主流应用模式,主要原因是因为这两种技术有许多共同点。Web 服务是一组面向 Internet 的共享功能与数据、支持互操作机制的开放协议和方法,目前已得到学术界和工业界的广泛认可<sup>[12]</sup>,因此 Web 服务与网格融合也是发展的必然趋势。基于 Web 服务的网格体系结构如图6所示<sup>[13]</sup>。

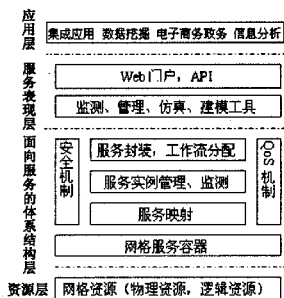


图 6 基于 Web 服务的网络体系结构

基于 Web 服务的网络体系结构包括四个层次：

(1) 资源层：该层包含的资源广泛，由各种抽象资源构成，包括主机、存储设备、大型仪器等有形的物理资源和网络带宽、软件程序、应用服务等逻辑资源。

(2) 面向服务的体系结构层，即网络的操作系统层：这一层主要集中解决各类资源服务的共享与协同调度问题，支撑上层网络应用的开发、运行、部署和调试。通过资源服务的映射，服务实例的封装与工作流的分配，以及服务实例的管理和监测实现资源的共享、协同、调度。

(3) 服务的表现层：该层是应用的接口层，它为用户提供用户界面和一致的访问接口（如基于 Web 的服务门户），并为网络应用提供编程模型、调试和仿真工具、监控和管理工具以及工作流建模工具。

(4) 应用层：该层不局限于科学计算和海量信息处理等传统网络应用领域，也可以是数据网络、信息网格、知识网格的各项应用，如信息分析、数据挖掘、决策支持、电子商务、电子政务等。

Web 服务的网络与其它类型的网格间都有着一定的联系，常常是和其中两种或多种类型网格组合起来，与其它类型的网格并没有严格的界限。由于 Web 服务的网络所具有的独特性质，它在商业领域得到广泛的研究和应用，比如 IBM 的 Web Service, Microsoft 的 .Net, Sun 的 One 都是著名的 Web 服务网络实例。

### 3 结 论

通过上述分析可以看出，不同应用领域的网格有不同的结构特征和功能特征。因此，在网络环境下开发应用时，首先需要选择适合的网格环境，设计和构建适合种类型的网格体系结构，然后才能在合适的网格环境中高效方便地运行应用程序。对于不同应用领域，选择设计适当的网格体系结构对网格系统的实现至关

重要。

网络体系结构是网络的骨架和灵魂，随着相关技术和网络应用的发展，网络体系结构必将更加成熟和完善，这将直接推动网格的发展，对其的研究产生深远的影响。

### 参考文献：

- [1] Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure[M]. [s. l.]: Morgan Kaufman Publishers, 1998.
- [2] Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The anatomy of the grid: Enabling scalable virtual organizations[J]. International Journal Supercomputer Applications, 2001, 15(3): 200-222.
- [3] 桂小林. 网络技术导论[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2005.
- [4] Baker M, Buyya R, Laforenza D. The grid: International efforts in global computing[C]// In: Proc. of the Int'l Conf. on Advances in Infrastructure for Electronic Business, Science, and Education on the Internet (SSGR 2000). Roma: [s. n.], 2000.
- [5] Berman F, Fox G, Hey T. Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality[M]. New York: John Wiley & Sons, Ltd., 2003.
- [6] Foster I, Kesselman C, Nick J M, et al. The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration[EB/OL]. 2002-06. www.globalgrid-forum.org/Meetings/ggf4/tutorials/physiology.pdf.
- [7] Chervenak A, Foster I, Kesselman C, et al. The Data Grid: Towards an Architecture for Distributed Management and Analysis of Large Scientific Dataset [J]. Journal of Network and Computer Applications, 2001, 23: 187-200.
- [8] Zhang Yingchao, Zhang Weiming, Xiao Weidong. Agent-based information resource management in the information grid[C]// In: Proc of the Int'l Workshop on Grid and Cooperative Computing (GCC2002). Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2002: 354-360.
- [9] 徐志伟, 李晓林, 游赖梅. 织女星信息网格的体系结构研究[J]. 计算机研究与发展, 2002, 39(8): 949-951.
- [10] Zhuge H. Vega - KG: A Platform for Global Knowledge Sharing[M]. Hawaii, USA: [s. n.], 2002.
- [11] Zhuge H. China's E - Science Knowledge Grid Environment [J]. IEEE Intelligent, 2004, 19(1): 13-17.
- [12] Ge S, Hu C M, Du Z X, et al. WebSASE: A Web service based application supporting environment[C]// In: Proc. of the 5th Northeast Asia Symposium. Seoul, Korea: [s. n.], 2002: 67-76.
- [13] 胡春明, 怀进鹏, 孙海龙. 基于 Web 服务的网络体系结构及其支撑环境研究[J]. 软件学报, 2004, 15(7): 1064-1073.