

网格计算及其在气象中的应用^①

杨学胜¹ 张卫民² 陈德辉¹

(1. 中国气象科学研究院, 北京 100081; 2. 国防科技大学计算机学院)

提 要

网格是近年来最新发展起来的一种计算技术。通过使用一组开放标准与协议, 各机构能够通过互联网或内部网访问数据、存储介质和其它异构计算资源, 最终将分布在不同地理位置上的网络、数据、计算资源、存储、应用等在内的资源整合成为一个无缝的计算环境。气象以其高计算量、高吞吐量和密集型服务在美国、欧洲、日本等网格应用计划中占有重要的地位。如 ECMWF 的 EcAccess, 美国超级计算应用中心的 MEAD 等。这些计划的实施将有效地聚合分布在不同地理位置上的高性能计算资源与人力资源, 实现计算资源和气象数据的共享, 为数值预报乃至地球系统模拟提供一个远程的协同攻关环境。

关键词: 网格 资源共享 协同工作

1 网格的由来

首先需要指出的是, 这里所说的网格(Grid)与气象上的网格概念不同, 它指的是建立在网络上的一种计算实施, 是 Ian Foster^[1]从电力网中借用而来。网格是伴随着互联网而迅速发展起来的一种新型计算模式, 这种计算模式利用互联网把分布在不同地理位置上的计算机组织成一个“虚拟的超级计算机”, 其中每一台参与的计算机就是一个节点, 而整个计算环境由多个乃至成千上万个节点组成。通过利用网格技术, 人们可以像使用单台计算机一样使用网络上的各种资源。对终端用户来说, 网格能够满足其科学计算、事物处理等各种应用需求, 用户完全不需要关心其内部细节。对于应用开发者来说, 网格像单一的服务器一样具有完善的编程语言和开发环境, 可以方便的开发应用系统。

网格计算与传统的分布式计算平台的最

主要的不同点在于它所参与的对象是虚拟的, 是动态变化的, 而不是固定不变的。它与 Internet 技术研究的侧重点也不同, Internet 技术要解决的是如何使高速信息公路上的流量更大, 速度更快, 传输更加安全等问题, 而网格计算要解决的则是如何有效安全地管理和共享连接到 Internet 上的各种资源, 并提供相应的服务, 它强调的是资源的全面共享, 全面的应用服务。因此, 网格计算平台是建立在 Internet 基础上, 并融合 Web Service 中的方法和工具, 是 IT 架构的进化, 而不是抛弃 Internet。

网格计算源于元计算 (Meta-computing), 其初衷是将分布的多台计算机连接成为一个可远程控制和访问的元计算机系统, 现已逐步发展为遵循开放标准, 聚集网络上广泛分布的计算、存储、数据、软件、仪器设备和传感器等各种资源的分布合作计算平台, 以服务的形式支撑大规模计算和数据处理等

^① 本文得到国家 863 重大专项“高性能计算机及其核心软件”的资助(2002AA104210)

各种应用,将 Internet 变为一个功能强大、无处不在的计算设施。从目前的发展趋势看,网络将在如下三个方面发挥重大作用:

第一,网络体现了构建信息系统的新的思维方式。网络的目标是资源共享和协同工作,它可以清晰地指导行业资源的统一规划、部署、整合和共享,而不是由各个部门自己占有和使用资源,这是一个根本性的系统决策,将提升或改变整个行业信息系统的规划、部署、运行和管理的机制。

第二,网络是解决大规模分布资源共享和协同工作问题的新的平台技术。通过网络技术解决各种分布资源共享和协同问题,将 Internet 从通讯和信息交互的平台提升到资源共享的平台,提供多组织之间的分布合作计算环境。目前还远远没有解决应用中广泛共享和协同工作等关键问题,因此,网络技术的研究具有特殊的紧迫性和挑战性。

第三,网络是支撑各类应用的新的国家信息基础设施。网络通过聚合资源,提供按需服务支撑各类应用系统。随着网络在国家乃至世界范围的部署,全方位的网格服务将渐渐覆盖全社会。这种基础设施的建立,最终将使用户如同按需使用电力一样,使用网络提供的丰富资源与服务,这将改变当前计算机应用的模式。

2 国外的网格发展计划

网络计算虽然出现只有短短的几年,但近年来对网络计算的研究与应用却有明显加快的趋势。国外的一些政府部门、研究机构、大学和企业纷纷加大了投资力度,启动了新一轮的研究计划和项目,力图在这一研究领域保持领先地位和抢得未来应用市场先机。

如美国国家科学基金会(NFS)的“分布式万亿级设施”(Distributed Terascale Facility,简称 TDF,又称 TeraGrid^[2])将美国超级计算应用中心、圣地亚哥超级计算中心、阿岗国家实验室、加州理工学院四个不同地区结点的超级计算机和海量存储资源通过 40Gbps 光纤网互联,构成了一个具有 600TB

磁盘容量、3300 个 Intel 微处理器的 13.6Tflops 的虚拟超级计算机。其主要应用领域为气候、环境资源、地震、发动机模拟、生物、材料等科学计算和工程模拟应用。

欧洲 2001 年也已正式启动了网格研究的一系列项目,如英国的网格研究项目 e-Science,英国政府非常重视网格技术的研究。他们认为网格是 World Wide Web 的必然后继者,应用领域包括粒子物理、生物信息学、气候环境变化等。欧洲数据网格 European DataGrid(EDG)^[3]是一个国际性大型研究和技术发展项目,主要针对高能物理应用,允许分布在世界各地的工作者交互、共享数据和设备,共同开展科学研究的合作环境。EOS (Earth Observation System)项目^[4]是 Data-Grid 的一个子项目,应用领域涉及大气科学,海洋科学,土地、海洋、冰表面科学,协同的科学活动,以及其它的地球观测应用。日本的 Data Farm 网格项目主要用于 Petabyte 数据量的高能物理试验数据的分析和处理,并与欧洲数据网格相连。

国外产业界也投入巨资进行网格计算的研究以及标准的制定,如 2002 年 IBM 全面转向按需计算的电子商务(E-Business On Demand Computing)战略。On Demand Computing 计划将整合其包括硬件、存储、网络计算在内的 IT 基础设施,网格数据库、中间件和操作系统,以及业务咨询服务,针对企业级的 IT 应用及业务流程变革,提供一种前所未有的按需使用。为此,IBM 每年斥资 100 亿美元。微软近几年积极参加网格的标准化和研究工作,并试图在 2006 年以前推出网格操作系统和网格用户界面,以构造一个无缝的下一代网络操作系统。SUN、HP、Oracle、Intel、Platform 公司也相继发布了其网格发展计划。

我国在近几年也加大了网格研究的步伐,并积极参与国际标准的制定,如 863、教育部等纷纷提出了相应的网格发展与应用计划。

3 网格开发工具 Globus Toolkit

由于网格整合的是聚集在网络上广泛分布的各种资源,因此需要一个统一的标准。迄今为止,网格还没有正式的标准,但在某些核心技术上,相关机构与企业已达成一致:由美国阿岗国家实验室与南加州大学信息科学学院合作开发的 Globus Toolkit 已成为网格计算事实上的标准,包括 Entropia、IBM、Microsoft、Compaq、CRAY、SGI、Sun、Veridian、Fujitsu、Hitachi、NEC 在内的 12 家计算机和软件厂商已宣布将采用 Globus Toolkit。

作为一种开放架构和开放标准基础设施 (OGSA, Open Grid Service Architecture), Globus Toolkit 提供了构建网格应用所必需的基本服务,如安全、资源发现、资源管理、数据访问等。目前所有重大的网格项目都是基于 Globus Toolkit 提供的协议与服务建设的。Globus Toolkit 源码开放,任何人都可从其网站上下载源代码 (www.globus.org)。2002 年 Globus 与 IBM 联合提出 OGSA 的网格体系结构,将 Web Service 和 Grid 相结合,为网格扩展到更多的应用领域提供支持。

4 网格在气象中的应用

网格以其独有的计算资源共享、信息资源共享和协同工作的特点,在气象领域也得到迅速发展与应用,这方面尤以 ECMWF 最为突出。ECMWF 为其中期数值预报业务系统 IFS 建立了一个 EcAccess 系统^[5],欧盟成员国科研人员可通过 Internet 登录 ECMWF 的巨型计算机、数据资源及应用程序,可以根据自己的数值方案设置各种参数与选择不同的模块,进行数值预报模式的比较试验与分析,从而实现了计算资源、信息资源的共享与协同工作的目的。

美国超级计算应用中心、NCAR 等在 2003 年也启动了 MEAD 计划^[6],通过使用 TeraGrid 网格来提高对飓风和强风暴的模拟,应用范围涉及计算、工作流、数据的管理,模式的耦合、数据分析等,借此推动 WRF 计划的发展与应用。

5 网格对气象业务系统的影响与作用

目前中国气象局已具备了较先进的高性能计算机条件,如国家气象中心配备了 IBM SP、神威、银河等高性能计算机;中国气象科学研究所和区域气象中心也先后配备了 COMPAQ、曙光、银河、SGI 等计算机。全国有多个研究所、大学、省市气象局的科研人员从事数值预报系统的研究与开发,因此如何将分散的高性能计算机资源及人力资源有效地聚合起来,建立一个协同攻关的网络环境,发挥更大的经济与社会效益是急需解决的一个问题。而网格的出现则为上述问题提供了一个解决方案,将能在未来的中国气象局业务系统及科研体系建设中发挥作用:

(1)实现网络环境下的按需预报:通过应用网格,用户则可自己订制数值预报系统的预报范围、运行的模式、预报产品,最终提交作业运行数值预报业务系统。

(2)聚合行业内部的高性能计算资源:将分布在不同地理位置上的计算机资源有效的利用起来,提高资源利用率。

(3)建立异地协同攻关的网络环境:数值预报系统的开发研究是一项庞大的系统工程,网格则能够联合分布在全国各地的技术力量进行协同攻关。

(4)实现气象信息的共享:用户可以根据自己的预报服务需求实现其对数据的调用,使得对资料提取的方式由传统的被动接收方式变为主动选择方式。

(5)加快科研成果向业务转化的进程。

6 结 论

网格是一种聚集网络上广泛分布的各种资源,进行大规模计算和数据处理的通用基础支撑结构,其目标是要实现网络资源的“广泛共享、有效聚合和充分释放”,所谓广泛共享,是指网络上的各种资源可供众多用户共享使用;有效聚合是指将网络上的巨大资源连接集成起来,实现协同工作,产生巨大的综合效能;充分释放是指将聚合效能按照需求传递给用户,提供高效的信息、计算服务和决策支持。

气象作为网格技术的重要应用领域,在

欧美的重大网格发展计划中占有非常重要的地位。网格技术的发展也适应了我国气象数值预报技术发展的要求。利用网格技术,开发我国数值预报技术协同攻关的环境,实现高性能计算资源、气象观测数据和软件资源的共享,对提高我国气象数值预报研究和应用水平,促进国民经济和社会发展,具有十分重要的意义。

鸣谢:本文在写作过程中与 863 项目专家组成员肖依教授进行了有益的探讨,在此表示衷心的感谢。

参考文献

- 1 Ian Foster and C. Kesselman. The Grid; Blueprint for a New Computing Infra-structure. Morgan Kaufmann, San Francisco, Ca, 1999.
- 2 TeraGrid project. <http://www.teragrid.org>.
- 3 DataGrid, <http://eu-datagrid.web.cern.ch/eu-datagrid/>.
- 4 EOS. <http://www.earthsystemgrid.org>.
- 5 Federico Grazzini. ECaccess: A portal to ECMWF, ECMWF Newsletter No. 96, Winter 2002/03.
- 6 MEAD. <http://www.ucsa.uiuc.edu/expeditions/MEAD/>.

Grid Computing and Its Application in Meteorology

Yang Xuesheng¹ Zhang Weimin² Chen Dehui¹

(1. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081;

2. School of Computer, NUDT)

Abstract

Grid computing has emerged as an important new field. Based on an open set of standards and protocols, grid computing enables the organizations around the world to access the data resources, storage capacity and the distributed heterogeneous computing etc. via internet or local network to create a single system image, ultimately it can grant users and applications seamless access to vast computing environments. Because of its huge computing requirement, high throughput and dense service, meteorology has become one of the significant application fields in the proposed world's grid projects, such as ECMWF's EcAccess system, MEAD Project of US, Europe, Japan, etc. With grid computing, organizations can optimize distributed heterogeneous computing, human expertise and data resources, can share them across networks and can provide a remote collaborative environment for NWP as well as the Earth simulation system.

Key Words: grid computing sharing of resources remote collaboration