

网络互联组网的一种结构模式研究

张焕炯¹ 钟义信²

(杭州电子科技大学 杭州 310018)¹ (北京邮电大学信息工程学院 北京 100876)²

摘要 网格计算是一个热门的研究分支,它以借助网络互联的方式,把分散在不同地理位置中的电脑计算能力整合起来,构成蕴含超常计算能力的巨大虚拟超级计算机。研究了网格计算中网络互联的结构以及性能的相关问题,着重讨论了网格互联中协议的特性和资源共享等问题,同时对网格系统的分布式计算和平行计算的特性、协同性、智能性等也进行了论述。

关键词 网格计算,网络互联,网络互联协议

中图分类号 TP393.11 **文献标识码** A

Research on Architecture of Grid Computing System

ZHANG Huan-jiong¹ ZHONG Yi-xin²

(Hangzhou University of Electrical Science and Technology, Hangzhou 310018, China)¹

(School of Engineering, Beijing University of Post and Telecommunication, Beijing 100876, China)²

Abstract Grid computation is a branch of computer science researching, the main idea is how to integrate some different computation capabilities in different geographical positions, furthermore to unify them as a virtual super computer. We researched the architecture and performances of Grid internet, especially, the characters of the new protocols and the sharing of resources were studied, the distributing computation and parallel computation, the co-operating performance and the intelligent performance were discussed too.

Keywords Grid computing, Grid network, Protocol of grid system

1 引言

网格计算能够把分散在不同地理位置上的计算机通过有效的方式组合起来,整合成一个在虚拟意义下的超常计算机,使之具备足够强的计算能力。这种在特定条件下的虚拟计算机,其计算能力可达每秒几万亿次甚至几十万亿次之上,非常适合大型项目的重大的科学计算;同时,它能有效利用现有的资源,使得闲置或暂时未处于工作状态的计算机等资源能很好地发挥它们的效用。与为超大型计算而专门去设计和制造超大规模的计算机相比,网格计算这种方法无疑具有更高的有效性,这个有效性不仅表现在成本上,也表现在时间上,因为设计和制造大型甚至超大型的计算机既需要很高昂的费用,更需要很长的时间。因此网格计算是一种有效利用现有资源,提高计算机计算速度的好方法,它被广泛关注是理所当然的。

现阶段已经有了较多的网格计算研究成果^[1,2],这些成果大多是由大规模的研究机构凭借本身所具有的较强计算机组网的有利条件,采用不同的计算机协同工作所得到的。如参与 D2OL 项目的 5.5 万台个人电脑所表现出来的网格计算能力,已经超过了当时十台最好的超级计算机的计算能力;又如 TeraGrid 大型的高性能计算项目^[3],也获得了较好的实

际效果,等等。在国内,国家网格工程的主节点超级计算机“深腾 6800”的成功研制,说明国内关于网格计算的研究和应用已达到了相当的国际先进水平。

但是网格计算迄今仍处于研究和应用的初级阶段,离具体实现网格计算的终极目标——“全世界计算机联合起来”尚有很远的距离,也就是现阶段的网格计算还不能像互联网一样通过互联网协议把所有的计算机联合起来,在真正的普遍性和实用性方面,它还需要长足的进步。网格越来越成为一个具有极强吸引力的计算基础设施,但真正地形成网格计算,需要用有别于传统网络互联的创新方法来解决包括资源管理和监控、系统互操作与软件等兼容、系统安全和通信等等方面的挑战性问题。解决这些问题最根本的关键点是网格网的结构性互联、相关协议和标志性业务的定义,只有具有适配网格计算主要功能业务的网格网才能最大限度地实现网格计算。但现有的以实现 Internet 互联的网络并不适配网格计算,有必要深入研究网格计算中的网格网互联的新模式。本文针对网格计算的主要预期功能和性能特点,提出了一种具有智能性的综合式的网格组网模型,并深入讨论了此网格互联结构模型的特点。

2 网格网互联

网格计算对选用适宜的网络互联至关重要,网络互联是

到稿日期:2009-02-27 返修日期:2009-05-04

张焕炯 男,博士,主要研究方向为通信系统的现代信号处理和网络优化等, E-mail: zhanghuanjiong@sina.com; 钟义信 男,博士生导师,主要研究方向为人工智能、通信理论等。

网络计算的基础,更是实现网络计算的保证,否则,网络计算就无从谈起。现有的网络互联,无论是基于 TCP/IP 协议把遍布于世界各地的计算机连接起来并以 E-mail 为主要应用的第一代 Internet 互联,还是通过 Web 信息浏览及电子商务应用等信息服务实现全球网页连通的 Internet 互联,都不能从根本上实现网络互联,因为在具有计算能力的层面上,它们都难以达到计算机之间的整合和协同。所以网格网的互联,需要新的互联模式和协议。新的协议要突出处于分散状态下的计算机的计算能力的整合。可以把这种互联协议看成是新一代的 Internet 互联并支持网络计算网络互联的协议,该协议最主要的是实现互联网上所有资源的更深层面和更宽层面的连通。虽然网格中的资源处于独立的管理子域中,但它们可以作为网格中任意结点的虚拟本地资源,这些资源不仅仅是硬件,还包括软件、数据和仪器等;所有这些资源大致可分为:计算和存储资源、通信资源、软件资源、信息资源和知识资源等。首先,把分散的计算机组合起来,使得各自在相应的指令下开展计算,并对相应的程序和计算结果进行储存,这一点由计算和存储资源来具体实现相应的功能;其次,通信资源是把各自分散的计算机进行联络的基础,它们在计算过程中协调、互相协同,从而构建成一个通信资源共享的机制;软件资源同样重要,它包括了程序、原语、指令以及一系列计算机进行计算所需的环境等;信息资源和知识资源的共享,使得处于网格中的计算机群能更好地进行整合,构建虚拟的具有高性能计算能力的超级计算机。

通过一个用户的典型业务的运作过程来勾勒网络互联的基本模式:假设处于网格网中的某一个用户需要一项超大型的科学研究,该用户就从所处的网格网节点向网格网提出进行科学计算的请求。网格网在收到请求后给出应答,同时着手进行科学计算问题的处理:首先把需要计算的问题分解成很多子块,其次组建一个与计算任务相匹配的具有一定规模的虚拟计算机,再把任务分派给虚拟计算机中的各个处理点。各个处理点收到需要计算的任务后,着手进行计算存储等处理,并把计算结果传输出来。网络根据各个计算结果,再进行综合处理,获得最终的计算结果,并向提请科学计算的用户反馈最终的结果。这样的工作过程,对于用户来说,与使用传统的计算机没有什么区别,只是输入具体的问题及要求,计算机终端输出计算结果而已。但是对于网格网来说,它要做到这一点,必须运用网络中的计算和存储资源、通信资源、软件资源、信息资源和知识资源等,尤其是网格网在这个运作过程中,需要有一个指挥中心,它最基本的作用是调用相应的指令,在确定的协议框架下,把远程的计算机与本地的系统集成完整的以元数据、构件框架、智能体、网格公共信息协议和网格计算协议为一体的虚拟整体,凸显它的整体超强计算能力。

网络的互联是以利用现有的计算机资源为前提,所构成的网格系统必须兼容已有的网络互联,且在更高的层面上实现网络计算的基本功能,并有一定的延拓扩展空间,因此它需要有用基础支持的资源层、中间件层和应用层这 3 个基本的层面。网格系统需要有一个过渡的可扩展的中间件层,这个中间件层需要一系列的工具和协议软件,其功能是屏蔽网格资源层中计算资源的分布、异构特性,提供用户编程接口和相应的环境,向网格应用层提供透明、一致的使用接口,支持

网格应有的开发,因此它可称为网格的操作系统。网格系统中除了互联以外,还需要有效支持网络计算的网格协议,它要对资源管理、信息服务以及数据管理等网络计算所必需的内容进行规则和管理,而且这些协议要建立在互联网的协议之上,以互联网协议中的通信、路由、名字解析等功能为基础,规划和组建大型的网格试验平台,开发适合大型网格系统运行的大型应用程序。这样的协议可分构造层、连接层、资源层、汇集层和应用层等不同的层面,而且上层协议可调用下层协议的服务。网格内的全局应用都通过协议提供的服务来调用操作系统。基于以上的分析,网络的互联所应遵循的协议应高于现有的 Internet 互联的协议,它不是现有 TCP/IP 等协议的自然扩展,而是在根本意义上的巨大变革,图 1 是网络互联意义下的示意图。

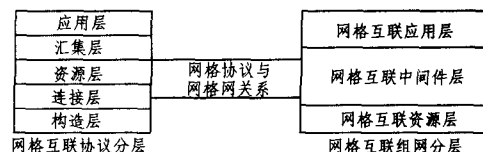


图 1 网络网互联及协议示意图

3 网格网互联的性能分析

网格系统的互联结构,必须适合于网格计算的需要,无论是硬件层、延拓过渡性的中间件层,还是应用层等都要为网格计算服务。以下进一步分析这种网格网系统的特性。

首先,网格系统必须是基于平行计算和分布式计算的(Parallel Computing and Distributed Computing),这一点是网格计算本身的要求所决定的。利用不同地理位置上的现有计算机资源,这些计算机不仅分布的地理区域不同,所属的局域网络不同,而且它们的型号各异,计算能力也不尽相同,配置以及其它各个方面都展现出很多的差异性,因此唯有采用分布式计算和并行计算,才能把它们各自的计算能力整合起来,如同“细流汇成江海”一般;同时,网格计算的模式首先把要计算的数据分割成若干“小片”,而计算这些“小片”的软件通常是一个预先编制好的程序,然后处于不同节点的计算机可根据自己的处理能力下载一个或多个数据片断和程序。只要该网格结点的计算机的用户不使用计算机,程序就在该结点中处于工作状态,它可形象地比喻为一个大型“计算工厂”中的“小工作间”,把这些“小工作间”用网格硬件、网格操作系统、网格界面、网格应用等多个层面构建成完整的网格计算体系,以使网格计算系统达到资源共享的目的,这就需要分布式的平行模型,所以它的基于分布式计算和并行计算的特性是最根本的特性。

其次,由于结构是应用的重要决定因素,因此网格计算的另一个特点是一种高性能下的“协同计算”。网格计算是构筑在 Internet 系统上的一组新兴技术,因此其基础设施必须建立在基于 IP 协议的宽带数字通信网络之上。网格计算的出现突破了 Internet 网络的基于传统的 Client/Server 和 Client/Cluster 结构,形成了新的 Pervasive/Grid 体系结构。在这种体系结构之下,才有可能使用户把整个网络视为一个巨大的计算机,并从中享受既具有一体化特性又可动态变化、具有以可灵活控制为特点的智能化的协作式信息服务。这使网

(下转第 102 页)

3.4 T2T-MN 通信的优点

由于使用了 T2T-MN 通信方式,所获得的好处如下。

首先便是能够减少 RFID Reader-Tag 通信的阴影区域,所以在港口这些大规模使用探测器网络的地方可以起到弥补基本网络存在问题点的作用。利用 Tag-to-Tag multi-hop 通信,向 Reader 传送其覆盖范围以外存在的 Tag 数据信息,作为一种探测器网络结构的主要辅助通信方式。

接下来,扩大了港口集装箱或者野外作业场所的无线网状网络的服务范围,因为通过这种手段可以比较容易地扩大网络的覆盖范围和通信以及提高扩大后网络的通信可靠性。

并且,在以后需要低价的临时无线网络的环境里,RFID Tag-to-Tag 网络通信模式可以作为一种基础网络的机能,因为通过这些成本低廉且易于移动和部署的探测器(Tag),可以快速地构建和拆卸网络。在恶劣的科学考察环境和复杂的战争环境条件下,应用这种通信模式的意义同样重大。

4 实验结果

在港口的实际使用测试中,通过在 $200\text{m} \times 200\text{m}$ 的环境中部署 16 个 Tag,同时大多数的 Tag 置于上述的认为容易成为通信阴影的区域中。

首先,只采用 Reader-Tag 的单通信模式。在这种模式下,经过多次的测试,只能与 7 个 Tag 建立通信连接和传送数据。

然后换用 Reader-Tag 和 Tag-to-Tag 的双通信模式。经过多次测试,能够与全部 16 个 Tag 建立直接和间接的通信连接和传送数据。

结束语 本文针对在现有的港口里正在构建的 RFID 的基本网络中发生的通信阴影区域问题,进行了一定的分析和论述。作为这个问题的解决方案,提出了 Reader-to-Tag 和

Tag-to-Tag 双通信模式的 T2T-MN 的网络结构。

T2T-MN 存在需要克服的几个问题。

首先,便是与国际标准的不一致性。433Hz 的 Reader-Tag 国际通信标准的 ISO/IEC 18000-7 是作为 Reader 成为 master 的 master-slave 形式的通信方式使用的。但是在 T2T-MN 中,Reader 对自身不能够认识的 Tag 的情报和单独要求的命令口令没有一定的标准。在这种情况下,需要添加上有关怎样向 Reader 传送数据的事项。

接下来,便是电池寿命的缩短。现存的 RFID 网络里,为了实现与 Reader 间一对一的通信的 Tag-to-Tag mesh networking 机能,电量的消磨量就会增大,寿命就会变短。如果实行这样的网络机能,需要开发一个可以最少限度地减少电量消磨的简单的 routing 和拓扑结构构成方法。

最后,就是在狭窄的区域里存在信号的干扰和冲突严重的问题。在狭窄的区域里,存在许多的 RFID Tag,因此与其他的无线网络相比,可以预想到信号干扰和冲突的问题会不断地加深。为了实现流畅的网络通信,必须解决这个问题。

参考文献

- [1] ISO18000-7 "Information technology-Radio frequency identification for item management-Part: Parameters for active air interface communications at 433MHz"[S]. ISO/IEC. Aug 2004
- [2] Sinem Coleri Ergen "ZigBee/IEEE802.15.4 Summary"[S]. Sep 2004
- [3] "IEEE Standard 802.15.4- Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)"[S]. IEEE, 2006

(上接第 56 页)

格计算在网络计算的各种不同的模式(其他的模式如:企业计算、对等计算和普及计算等)中脱颖而出,并逐步进入科学研究、制造业信息化、电子政务、企业协同、教育信息化甚至娱乐空间。这种协同性要求也可推动网格计算中可管理性和安全性的发展。

第三,网格网络需具有非常高的智能性。网格计算是一种复杂程度非常高的处理过程,它在虚拟的层面上构建一个统一的计算平台,形成具有超强计算能力的计算机群的集合体,而且在充分利用资源的前提下进行处理。因此,某一个用户若要在网格网络的某一个端点进入网格网络来解决一个具体的设定的计算问题,则首先应组建一个能高效解决这个计算问题的虚拟超强计算机,也就是选择网格系统中的结点子集,使它们都能高效地协同计算,即每个网格结点的计算能力与本身的资源供给相适配。它是一个资源配置的最优化问题,引进一个选择计算资源的函数 $F(m_1, \dots, m_l)$, 其中 m_i , $i=1, 2, \dots, l$ 是所需资源构成的变量要求,那么建构虚拟的超强计算机的问题就转化为如何在已有的网格系统中寻求与 $F(m_1, \dots, m_l)$ 相匹配的函数。这个过程就需要网格系统具有很高的智能;其次,每一个所选的网格结点在进行具体计算时,整个计算进程中就有许多信息传输数据的处理和资源共享,其中的协调也需要网格系统具备很高的智能;其三,实现网格系统的高可用性的应用,打破了传统的强加在“资源”之上的种种限制,为用户提供一种前所未有的网格计算的“高级

服务”:它将资源从特定的地理位置的束缚中解放出来,使得资源可以通过网格网络传输到其任何角落。由于实现了网格计算的“高级服务”,对任何网格资源来说,在一定的规则约束和管理下都可以实现相互协作,不但打破了不同资源之间在广泛共享与协作方面的障碍,更打破了原来在资源能力和资源类型方面的限制。这些同样需要网格系统具备很强的智能性。

结束语 网格计算通过网络连接地理上分布的各类计算机、数据库、各类设备和存储设备等,形成对用户相对透明的虚拟的高性能计算环境,以构建“网络虚拟超级计算机”或“元计算机”来获得超强的计算能力。其应用包括了分布式计算、协同工程、重大的科学计算中的数据查询等功能。这是一种新颖的计算机科学的发展方向,通过对网格系统中网格互联以及网格系统的重要性能的分析,可从根本上认识网格计算技术的本质,并有望在网格互联和协议等方面获得新的成果。

参考文献

- [1] Douglas F, Foster I. The Grid Grows Up [J]. IEEE Internet Computing, 2003
- [2] 洪学海,许卓群,丁文魁. 网格计算技术及应用综述[J]. 计算机科学, 2003, 30(8): 1-5
- [3] El-Rewini H, Abd-El-Barr M. 先进计算机体系结构与并行处理 [M]. 陆鑫达,林新华,翁楚良,译. 北京:电子工业出版社, 2005: 127