

网格计算技术研究

陈宇寒^{1,2}

- (1. 中国电子科技集团公司第二十八研究所, C4ISR 技术国防科技重点实验室, 江苏 南京 210007;
2. 南京理工大学 计算机科学与工程学院, 江苏 南京 210094)

摘要:目前, 网格技术快速发展, 从科学研究领域正在逐步进入商业应用领域。文中从网格技术的发展入手, 阐述了网格技术的发展过程中的重要变迁; 以网格技术中动态作业调度技术为例, 分析网格在动态变化的网络环境中资源共享和协同工作的技术原理, 分析网格技术的真正优越性; 从未来几年软件技术、信息设备、应用场景的发展为背景, 针对网格技术发展趋势, 简述了自适应和自主计算、网格编程环境、网格的管理策略和系统性等网格技术发展中的关键技术。

关键词: 网格计算; Globus; Web 服务; Condor; 自主计算

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)05-0082-04

Study of Grid Computing Technology

CHEN Yu-han^{1,2}

- (1. National Defense Lab. of C4ISR Techn., the 28th Research Institute of China Electronics Techn.

Group Corporation, Nanjing 210007, China;

2. School of Computer Sci. and Eng., Nanjing University of Sci. and Techn., Nanjing 210094, China)

Abstract: Grid technology which has developed rapidly are stepping into business domain from science research domain. Reveals the roadmap of grid technology from anatomizing the development of grid technology. Describes some import transition in the development process of grid technology. Then, from the technology of dynamic job scheduler, analyzes the principle of resource sharing and corporate working in dynamic network environment. Analyzes the real advantage of grid technology. At last, based on the development of software technology, information device and application scenario in the future, explores the development trend of grid technology. And talks about some key technologies. For example, autonomic computing, grid programming and grid management policy and so on.

Key words: grid computing; Globus; Web services; Condor; autonomic computing

0 引言

网格计算(Grid Computing)作为信息技术发展的一个重要标志,其特点在于:网格计算侧重于大规模的资源共享。如传统因特网实现了计算机硬件的连通, Web 实现了网页的连通,而网格的目标是实现互联网上所有资源的全面共享,包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源等,信息完全随手可得。

文中对网格技术发展中的若干问题和概念进行探索:从网格技术在近 10 年间的发展历程入手,揭示其发展路线的必然性;从技术原理上说明实现网格在动

态变化的网络环境中资源共享的可行性;以未来几年信息技术的发展趋势为背景,探索网格技术发展中的关键技术及其发展情况。

1 网格技术发展历程

网格技术的发展过程基本上是以 Globus 项目的研究发展为代表的。Globus 项目发起于 20 世纪 90 年代中期(具体是 1996 年),是美国 Argonne(阿尔贡)国家实验室等科研单位的研发项目,其最初的目的是希望把美国境内的各个高性能计算机中心通过高性能网络连接起来,方便美国的大学和研究机构使用,提高高性能计算机的使用效率,解决大容量计算。研究重点是试图确认一些允许通过科学上的合作和资源共享来解决一些复杂问题的机制和软件。这个研究工作的成果就是 Globus Toolkit(GT)。一些大公司,包括 IBM、Microsoft 等都公开宣布支持 Globus Toolkit,所以 Globus Toolkit 已经成为事实上的网格标准。GT 的发

收稿日期:2007-08-22

基金项目:国防科工委“十一五”预研基金项目;总装预研项目(51306070102, 513060401)

作者简介:陈宇寒(1972-),男,福建仙游人,博士研究生,国家认证系统分析员,中国计算机学会(CCF)会员,中国通信学会(CIC)会员,主要研究领域为信息集成、软件体系结构。

展过程如下:

* GT1 在 1998 年推出,但是关于 GT1 的介绍很少。

* 2002 年推出的 GT2 使网格的概念成为现实,验证了网格概念的可行性。基于 GT2 开发了一些面向科学计算的应用,解决了一些实际问题(如数据网络)。

* GT3 于 2003 年 6 月发布,这是第一个可以支持 Web 服务的 Globus Toolkit 版本,标志着开放网格服务体系结构(OGSA)已经从一种理念、一种体系结构,走到付诸实践的阶段了。GT3 提供了一个完整的开放网格服务基础设施(OGSI)实现,GT3 的许多功能重构成与 OGSI 兼容的服务^[1]。

* GT4 是于 2005 年 4 月发布的。同 GT3 相比,GT4 在 Web 服务功能的实现上有重大的进步(图 1 为网格技术和 Web 技术的发展趋势),包括组件的提供,功能、标准的一致性、可用性和文档的质量^[2]。实现了最新的 Web 服务标准,包括 WS-Security 和 WSRF 等等。WSRF 实现了网格与 Web 服务的融合,它既可以充分利用已有 Web 服务领域的各种成果,又吸纳了网格技术,可以支持网格需求,为网格和 Web 领域的发展建立了一个共同的基础。网格服务将要与 Web 服务彻底融为一体了,标志网格已经调整好方向,将信息集成作为第一目标了。信息集成标志了网格技术走上商业化。

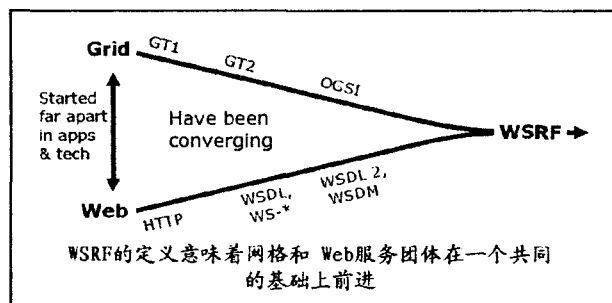


图 1 网格技术和 Web 技术的发展趋势

Web 技术从人-机通讯(HTML)发展为机-机通讯(XML),这个发展正好也是网格基础架构所需要的。就是说,Web 服务模型为网格提供了合适的基础架构,反过来网格的特殊需求也促进 Web 服务技术的发展,网格的发展为 Web 服务的发展提供了高性能基础架构。

网格服务和 Web 服务的区别可以从两个角度来说明:

(1)宏观上说,Web 服务主要解决的是软件系统的重用性、灵活性和互操作性的问题;而网格的目标主要是解决如何在动态变化的网络环境中共享资源和协同

解决的问题。网格技术被称为下一代互联网技术,能够对现有互联网进行非常好的管理,把分散在不同地理位置的资源虚拟成为一台空前强大的超级计算机,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、知识资源和专家资源等的全面集成,这些资源集成一个整体后就可以向用户提供前所未有的使用方便性和超强能力。对网格的认识和理解已经不仅仅局限在计算了,它的价值已经延伸到计算机应用领域,并且不断扩展和丰富。网格将发展成一种高度融合的集成环境,在这种环境中,用户可以从其中享受一体化的、动态变化的、可灵活控制的、智能的、协作式信息服务。

(2)微观上说,Web 服务是无状态的;网格需要的服务是有状态的。Web 服务无状态的意思是从一个调用转到另一个调用时,Web 服务不能记得或者说不能保留刚刚所做的上一个调用的信息。如果想要执行一系列操作,将不得不将一个操作的结果作为参数送给下一个操作。无状态的(stateless)服务有一定的好处,可增强可靠性和可扩展性(例如,在失败之后,服务可以重启,而不用关心之前的交互。可以根据系统的负载创建或销毁新的服务实例)。网格服务通过分离服务和资源来解决这个问题,提出了无状态服务和有状态的资源,实现同 Web 服务的兼容。有状态的资源就是指“可以保持一个具体的可以被 XML 语言说明的状态,同时可以被一个或者多个 Web 服务访问的资源,它拥有以资源创建和撤销表示的生命周期和在创建时分配的定义完整的实体,它具有多种实现方式”。

网格服务和 Web 服务的最终发展目标是融为一体,共同发展。

2 动态资源共享

动态资源共享是网格技术中最重要也是最诱人的部分,系统能够在动态变化的资源环境中自动匹配自己所需要的资源,对应用系统尤其是军事系统有重大意义,是 Web 服务中所没有的。

在网格技术中,比较有名的动态资源管理工具是 Condor。Condor 是由美国威斯康星大学研究开发的一个计算密集型作业的资源管理系统(解决大容量计算为目的)。该系统能有效地监视网络下的资源,并聚集空闲资源形成一个大吞吐量的计算环境。

Condor 提供了作业管理机制、调度策略、优先级方案、资源监视、和资源管理等功能。用户把任务提交到 Condor,Condor 根据调度策略、进度等通过监视得到的信息来决定作业运行的时间和地点,最后把结果

信息返回用户。Condor 的主要功能如下:

* ClassAds: classified advertisements(ClassAds) 机制提供了非常灵活和易于表示的机制来匹配资源的需求方和资源的提供方。

* Job checkpoint and migration: Condor 可以将运行状态以检查点的形式保存下来。定期的记录检查点提供了一种容错的形式,同时也节省了任务的累计运行时间。检查点机制也可以把任务从一台机器上迁移到另一台机器上,使 Condor 能够以较低的代价进行抢占式调度。

* Remote system calls(RSC): 远程系统调用是 Condor 的移动沙箱(sandbox)^[3] 机制之一,当需要在远程机器上运行任务的时候,RSC 把任务的 IO 相关的系统调用全部重定位回提交任务的机器。用户不需要把任务所需的数据文件复制到远程机器上,甚至不需要一个共享的文件系统就可以运行任务。

Condor 内核的工作原理是:用户把作业提交到 Agent;Agent 在查找作业运行的资源的同时将作业记录到持久化存储中。Agent 和资源把自己的 classified advertisements(ClassAds) 通知 matchmaker, matchmaker (图 2 匹配器)扫描所有的 ClassAds,找到一对条件相互匹配的 Agent 和资源。

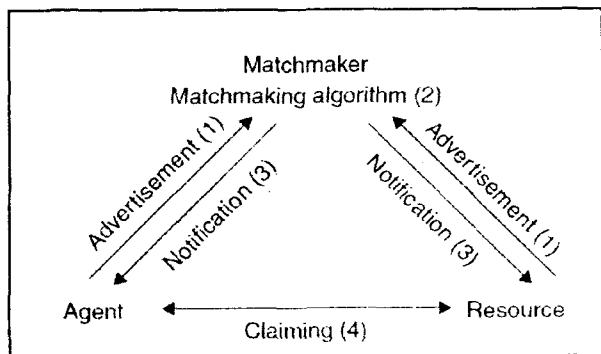


图 2 匹配器

3 网格技术的发展趋势

虽然网格技术已经发展了十年,但是真正对网格大规模的研究、开发和部署应用才刚刚开始。可以预料,未来对网格研究和应用的驱动力以及网格的技术都可能会有很大的变化;而且,随着时间的发展,网格也会不断地扩展其现有的技术并且吸收一些其它的新技术。将来,随着网格商业化发展,会有越来越多的资源通过高质量网络连接在一起;各种设备如传感器、PDA、健康或安全监视器等等都将连接到网格中;大量的数据资源和计算资源把低级传感器连接成传感器网,从而形成复杂度难以想象的异构和性能变化性的网格。网格软件也会随之变的越来越复杂,以支持其

无法预料的变化性、规模性、全球性和适应性。网格提供的形式,能够适用资源的动态配置和资源性能的改变,从而使软件复杂性危机的问题得以解决,其实是解决了日益复杂的计算环境中所面临的管理与成本问题^[4]。

当然,实现这种全球性的基础架构还需要大量的研究、开发和应用,各种关键技术上的发展需要大量的人力和物力在网格研究、开发和教育上的投入。各种资源也必须在设计、结构上支持网格的高容量性(资源的数量和选择上)、稳定性(促进稳定的基础架构和知识力量)、可进化性(能够在新技术下使用)、可用性(访问性、健壮性和易用性)、可扩展性(可以把增加的部分并入原有系统),并且能够支持或促进新应用技术的发展。对网格技术影响较大的关键技术有如下几个。

3.1 自适应性和自主计算

网格从一开始就致力于为用户提供一种访问虚拟资源的方式,这些虚拟资源包括机器、网络、存储和其它资源,它应该被用户像用电一样使用,就是不用知道是哪个电厂、变电站、发电机提供的电力。而且涉及到性能的时候,电源插座的位置是不会影响到电器的运转性能,而现在的网格中,机器、网络或其它组成部分的变化就会影响到应用系统的性能。必须通过网格资源的动态调整,系统才可以适应这种性能上的变化。能够适应这种性能上的变化的适应性计算是一个网格中间件研究的重要领域,在未来将需要投入大量的研究工作。

自主计算的灵感来自人体复杂的自主神经系统,它以同样的方式预测系统的需求和排除故障——在无须人工干预的情况下智能地运行^[5]。能够解决日益复杂的计算环境中所面临的管理与成本问题。自主计算系统与人体的自主神经系统的重要差异在于,人体做出的很多自主决定是不自觉的,而计算机系统的自主计算组件则遵循人所下达的命令。自主计算也不同于人工智能,虽然后者在某些方面对其有借鉴意义。自主计算并不将模仿人类思维作为主要目标,而是具有适应动态变化环境自我管理能力的。

3.2 网络编程环境

随着计算环境越来越复杂,能够健壮、方便、高效率编程的应用开发工具却越来越少了。在现阶段对网格开发者和用户来说,要想在网格上调试程序,监视程序在网格资源上的性能,在部署资源时确定合适的支撑库和运行环境,是很困难的。为了改变这种状态,使网格能够具有充分可用性和有用性,需要编译器能够同资源发现和资源选择系统交互,自动为程序和运行环境选择最匹配的资源,允许在运行中迁移程序以利

用更优化的资源。开发一个健壮、有效的和能用的编程环境一般需要各个领域的协同研究,如需要测试床来测试开发环境和关于运行时的假设。

3.3 其它新技术

近几年,通讯业爆炸式增长,无处不在的手机、PDA 和其它数字设备越来越多,彻底地改变了生活方式,意味着在人们周围可理解可使用的信息会不断增长。在未来几年间,对应用开发人员来说,在网格中集成新技术、新设备和新信息源变得越来越重要。数量巨大的传感器和传感器网将嵌入到桥梁、道路、衣服等等,不断地提供巨大的数据。信息的实时分析在卫生、安全、经济和其它社会活动中扮演越来越重要的角色。对网格社区来说,新设备的集成将带来软件和应用方面的挑战,同时也会给学术研究的发展带来新的方向。

3.4 管理策略和系统性

大规模的系统都是需要组织管理才能取得成功。从 Internet 上的复杂系统到人类心血管系统都是有组织的层次结构,通过组织结构来协调内部实体间的交互,从而确保整个系统的稳定。同样,网格也需要有效的管理策略、组织结构和系统性(an economy)来保障其稳定性和保障个体和整体(group)的性能^[4]。在未来十年,一个重要的活动就是要研究、开发和辨别有效的网格管理策略、系统性和“社会结构”,以确保网格的稳定性和有效性。

(上接第 81 页)

法和 SVM 算法各有其适用的场合,而朴素贝叶斯方法的实验结果就差一些。并且,这三个算法的准确度都是随着维数的上升而提升,而当维数上升到一定程度以后,维数对准确度的影响就不那么明显了,甚至有下降的趋势,分析原因是维数过大,其中难免有些特征对分类起的作用微乎其微,可以忽略不计,甚至有些特征对分类起到了反作用。本实验测定,在维数取 2000~2500 之间的时候准确度最高。

5 结束语

文本自动分类的任务是基于内容将自然语言文本自动分配给预定义的类别,使用户能够更加准确地找到所需的信息,目前它已成为人们进行信息处理的一种主要方式。

基于覆盖算法的文本表示与实现是指通过对文本中词语的切分,保留动、名词,去除停用词和稀疏词,计算每个特征项的权重,最后以向量空间模型的形式来表示文本,进行特征降维。这样能够最大程度地反映出该文本的特征,以此输入到覆盖算法中,再对文

4 结束语

早在 1994 年秋季举办的 COMDEX 大会上,比尔·盖茨就曾经预言:“信息随手可得”。可以想象,再过几年,会出现大量 Web 服务和网格服务为一体的新型服务,让计算机突破时间和空间的约束,使自动获取和处理信息成为现实。比尔·盖茨的预言是极其准确的,就像他在 20 世纪 70 年代就预测 PC 机将占据每个人的桌面一样。

参考文献:

- [1] 张燕,赵岳松. OGSA 架构下的网格服务研究[J]. 常州工学院学报, 2004, 17(6): 64-68.
- [2] Foster I. A Globus Primer[EB/OL]. 2006. <http://www.globus.org/>.
- [3] Frey J, Tannenbaum T, Foster I, et al. Condor-G: a computation management agent for multi-institutional grids[C]//Proceedings of the Tenth IEEE Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC). San Francisco, CA: [s. n.], 2001.
- [4] Berman F, Fox G, Hey T. The Grid: past, present, future[EB/OL]. 2003. <http://www.grid2002.org/>.
- [5] IBM. An architectural blueprint for autonomic computing[M]. 4th ed. US: IBM, 2006.

本进行分类。由于无论是对学习文本还是对测试文本,都只进行一次扫描,所以在运行时间取得了令人满意的结果。而通过与 SVM 算法和朴素贝叶斯方法的比较证明了覆盖算法在准确性上的优势。

参考文献:

- [1] 刘丽珍,宋瀚涛. 文本分类中的特征抽取[J]. 计算机工程, 2004, 30(4): 14-15.
- [2] Yang Y, Pedersen J O. A Comparative Study on Feature Selection in Text Categorization[C]//KDD-2000 Sixth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Boston, MA, USA: [s. n.], 2000.
- [3] Mladenic D, Grobelnik M. Feature selection for unbalanced class distribution and Naive Bayes[C]//In Proc of the 16th Int'l Conference on Machine Learning (ICML'99). San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1999: 258-267.
- [4] 张铃,张钊,殷海风. 多层前向神经网络的覆盖算法设计[J]. 软件学报, 1999(7): 66-71.
- [5] Zhang L, Zhang B. A Geometrical Representation of McCulloch Pitts Neural Model and Its Applications[J]. IEEE Trans on Neural Networks, 1999, 10(4): 925-929.