

基于议价机制的网格资源交易算法

郑 辉, 李春林, 冯美来

(武汉理工大学 计算机学院, 湖北 武汉 430063)

摘 要:资源管理是网格技术研究的核心任务之一。针对网格资源异构性、动态性、自治性等特点提出了基于议价机制的网格资源交易算法。分析了网格资源管理的市场模型,指出市场模型中各角色的特点,提出了网格资源管理的议价模型。针对这种模型,提出了基于议价时限和价格变化率的网格资源交易算法,并根据平衡策略给出了该算法的描述。

关键词:网格资源;议价机制;议价时限

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)11-0077-03

An Algorithm Based on Bargaining Mechanism for Grid Resource Dealing

ZHENG Hui, LI Chun-lin, FENG Mei-lai

(College of Computer Science & Technology, Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China)

Abstract:Resource management is one of main tasks in grid technology. In this paper, a bargaining algorithm according to the heterogeneity, dynamic and autonomy of grid resource is presented. Firstly, the market model of management of the grid resource is analyzed, and the different characteristics of every role are pointed. Then, a bargaining model about management of grid resource is given. To the model, a bargaining algorithm of grid resource based time-limited and change ratio of price is presented, and the description of the algorithm is given according to the balance strategy.

Key words:grid resources; bargaining mechanism; time-limited of bargaining

0 引 言

随着 Internet 的迅猛发展以及计算机技术的不断提高,以及问题求解越来越朝着高性能、大规模、多样性、多功能等方向发展,如何将分布在不同地理位置的各种网络资源集中起来联合计算、解决同一问题变得日益重要,由此产生了“网格计算”。网格就是一个集成的计算与资源环境,或者说是一个计算资源池^[1]。Lan Foseter 指出,网格计算是在动态变化的,拥有多个部门或团体的虚拟组织中,进行安全灵活的协同资源共享与问题求解。网格资源是指网格中所有可以被利用的实体的总称。网格环境中,资源是分布在不同地理位置上的,由不同的组织或者个人拥有和操作,资源所有者对资源有绝对的权力,网格对其管理必须满足本地的管理策略。资源拥有者还可以随时决定资源是否加入网格或退出网格,而且网格资源的负载也是动态的,网格必须反映资源动态变化的要求。同时,网格

资源的类型十分广泛,数量众多。针对网格资源的这种自治性、异构性、动态性、复杂性的特点,采用市场经济的管理模式来管理网格资源成为一个行之有效的网格资源管理模式^[2]。

网格是一个 5 层的体系结构,从低层到高层依次是:构造层、连接层、资源层、汇聚层和应用层。该结构是一种全新的结构模型和技术,用于在虚拟组织内建立、管理以及跨组织地共享资源^[3]。构造层(Fabric Layer)是网格系统的最底层,是最接近物理资源的层次,构造层定义了可以被共享的资源,包括计算资源、数据存储、网络、目录以及其他资源。连接层(Connectivity Layer)在构造层之上,是为特定网格的网络服务处理定义了所需的核心通信及认证协议,用于网格的事务处理之中。资源层(Resource Layer)利用通信以及由网络通信层定义的安全协议,它可以控制安全协商、启动、监控、测量、核算以及“单一资源”之间操作共享的支付情况等。汇聚层主要负责全局资源管理和与资源集合的交互,汇聚层协议与服务(包括 API 和 SDK)描述的是资源的共性,并不涉及资源的具体特征。在应用层(Application Layer)中,用户应用是通过使用更低的各层所定义的服务来构建的。这样的应用

收稿日期:2007-01-17

作者简介:郑 辉(1981-),男,湖北孝感人,硕士研究生,研究方向为网格计算;李春林,博士,硕士生导师,研究方向为计算机网络、网格计算。

能够对资源进行直接访问,或者通过汇聚层接口 API 访问资源。

1 基于市场经济的网格资源管理模型

该模型包含三个基本实体:资源消费者(Resource Consumers)、资源提供者(Resource Providers)和网格市场(Grid Market)。该模型类似于现实生活中的真实市场,当资源提供者有可供出售的资源时,它便将资源信息注册到市场中;资源消费者需要资源时,它会在市场中寻求可用资源^[4]。这样,有了市场中介,双方不断满足了自己的需要,而且提高了资源的供求效率。

(1)资源提供者。包括两个组成部分:生产者和资源代理。生产者代表资源的拥有实体,资源代理包括价格控制、资源管理、资源请求、交易服务以及计费五大模块。价格控制模块是资源代理中非常重要的一部分,控制着整个资源的市场出价。通过评价资源本身的各种属性,包括计算能力、计算时间以及其它各种开销,同时权衡市场中的资源数量确定一个平衡价格。当市场发生变动或者消费者出价波动较大时,该模块还能动态更改资源价格,在满足自身利益的同时平衡市场,获取最大效益。资源管理模块是资源管理和资源调度的中心,动态管理着自治系统的资源,对本自治计算系统的资源进行调度并动态地向市场的网格信息服务询问当前市场中资源可用性的情况^[5]。资源请求模块接受来自消费者代理发来的各种资源请求,判断资源请求的可行性,将可行的结果提交给资源管理模块。交易模块负责向市场提交网格资源信息。计费模块完成整个资源的计费和收费。

(2)市场。市场作为交易双方交易的平台起着举足轻重的作用。它必须具有如下服务:资源提供者的信息注册服务、为资源消费者和资源提供者提供各自代理、市场中的信息维护、与其它市场的相互联系。资源消费者和资源提供者并非直接进行交易,而是通过各自代理在市场中进行交易,每个自治的资源实体都有相应的代理。所以,市场必须给交易双方提供一个代理平台,即代理下载区,包括资源消费者代理下载区和资源使用者代理下载区。对于资源提供者,代理下载区可以提供给它一张资源注册表,填写有关资源的各种详细信息^[6]。对于资源使用者,代理下载区提供多个资源查询代理,用来在市场中查找各种资源。市场是一个随时变化的动态区域,市场中的资源也在不断发生变化,为了保持市场和交易双方的同步,市场包含一个信息服务模块,用来动态收集资源提供方的信息,当有资源加入和退出网格时,资源代理都应该在市场信息模块中进行注册,消费者代理在进入市场前,首

先询问是否有合适的资源,如果有则进行下一步交易,没有便直接退出。通常网格市场由一个多级市场组成,每个市场独立管理一个区域,同时,它们也进行相互联系,进行资源的流通,扩大网格交易范围^[7]。

(3)资源消费者。包括两大组成部分:消费者和应用代理。其中消费者包括串行应用、参量应用、并行应用和协同应用等各种应用。应用代理利用资源市场连接用户和网格资源。它包括作业控制代理、调度模块、网格探测器、交易代理、分配代理和安全认证模块。作业控制代理接收用户的作业和要求,同时检测该作业能否在它所代理的网格节点中完成;作业提交给调度模块;网格探测器从网格资源市场获取资源提供方的信息;交易代理模块通过市场与资源提供方协商价格问题;调度与状态估计器根据前两项返回的结果及作业控制代理输出的用户要求分派最优资源给作业;最后作业分配代理模块把作业调度到选定资源上运行,并随时把资源提供方反馈的作业状态或结果返回给作业控制代理^[8]。

2 基于议价时限的网格资源交易算法

议价的经济模型是经济学中一类很常见的经济模型,也是网格资源管理模型中一种重要的模型,也就是市场经济中的“讨价还价”模型。该模型包含以下角色:网格服务提供者(Grid Service Providers,简称GSPs),网格资源消费者(Grid Resource Consumers,简称GRCs),网格资源代理(Grid Resource Brokers,简称GRBs)。

在该模型中,GRBs代表资源消费者同GSPs进行协商,GRBs试图以最低的价格获取最长的使用时间,而GSPs又希望以最高的价格出卖自己的资源,因此它们根据一定的目标进行议价。在议价的过程中,它们都有自己的目标函数。开始议价时,GSPs可能会提出一个较高的价格出卖自己的资源,而GRBs则提出一个较低的价格,这样,双方将会在各自目标函数的指导下进行议价,GSPs将会逐步降低自己价格,GRBs也会逐步提高自己的出价,最终达到一个平衡,即GSPs的出价=GRBs的出价,于是双方可以达成购买协议,议价成功,进入资源分配阶段。否则,议价失败,双方可以选择新一轮的议价方案重新议价,也可以退出议价程序,结束议价。

2.1 算法分析

议价机制的资源交易算法是一个基于博弈论的均衡资源交易算法,在这个过程中,议价的双方有各自的目标函数,只要双方无法达到一个统一的价格,议价过程会一直持续下去,或者根据目标函数退出议价^[8,9]。

一旦退出议价过程,GSPs 不得不重新寻找新的资源使用者,为了不造成资源的浪费,它会冒险降低自己的资源价格,甚至比上次议价 GRBs 已提出的价格还低;而资源使用者也会重新寻找新的资源,它也可能根据资源需求的紧迫性,提高自己的出价,该价格也可能比上次议价中 GSPs 已提出的价格还高。这样,不仅会造成资源的浪费,还会造成议价双方不必要的额外花费,甚至导致整个网格市场的价格混乱。因此,对传统的议价算法进行改进,加入了议价时间约束和议价的价格变化率。该议价模型的基本成分包括:

(1) 议价中的两个不同角色:GSPs 和 GRBs,用集合表示为:Actor = { G_1, G_2 };

(2) GSPs 和 GRBs 的议价时限。该时限可以采用双方议价的平均时耗表示,也可以采用双方议价次数表示,文中采用双方的议价次数表示,Limit = { T_1, T_2 }, 其中 T_1 和 T_2 分别表示 G_1 和 G_2 在本次议价中预计议价的回合数, T_1 可以等于 T_2 。该时限的具体值可以根据议价双方的紧迫性进行确定,如果 G_1 为了不浪费资源,希望尽早出售自己的资源,则 T_1 可以确定得小一些;反之, T_1 可以大一些。同理,如果 G_2 希望尽早使用资源,它可以将 T_2 确定得小一些,如果 G_2 希望以最小的代价购买的资源,而对资源的使用又不是很紧迫,它可以进行多次议价,将 T_2 确定的大一些。

(3) 价格变化率。在议价的过程中, G_1 和 G_2 都会根据各自的情况确定本次议价的价格。用 P_{i1} 和 P_{i2} 分别表示 G_1 和 G_2 第 i 次议价的出价函数,其中:

$$P_{i1} = F(P_{(i-1)1}, T_1) \quad (1)$$

表示 G_1 第 i 次议价的出价,它是关于 G_1 第 $i-1$ 次出价 $P_{(i-1)1}$ 和议价次数 T_1 的函数。

$$P_{i2} = F(P_{(i-1)2}, T_2) \quad (2)$$

表示 G_2 第 i 次议价的出价,同理,它也是关于 G_2 第 $i-1$ 次出价 $P_{(i-1)2}$ 和议价次数 T_2 的函数。以上二式中 $i > 1, i \in Z$ 。价格的变化率为每次出价的的价格变化函数,其中, G_1 的价格变化函数为:

$$U_1 = (P_{01}, P_{T1}, N_1) \quad (3)$$

它是第一次出价 P_{01} , 最后一次出价 P_{T1} (底限价格) 和已交易次数 N_1 的函数,同理, G_2 的价格变化率为:

$$U_2 = (P_{02}, P_{T2}, N_2) \quad (4)$$

对于 U 的选择可以采用多种函数模型, U 可以是线性变化的,也可以保持一个常数不变。文中采用了一次线形函数表示议价双方的价格变化率。

即:

$$U_1 = (P_{T1} - P_{01}) / (T_1 - 1) \quad (5)$$

$$U_2 = (P_{T2} - P_{02}) / (T_2 - 1) \quad (6)$$

2.2 算法的具体描述

① GSPs 在网格信息市场中选定一个满足要求的资源。

② GSPs 和 GRBs 确定各自的目标函数,同时根据自身对资源的紧迫性确定各自的议价时限(T_1, T_2) 和价格变化率(U_1, U_2)。

③ GSPs 和 GRBs 提出自己的价格 P_{i1} 和 P_{i2} , 当 $P_{i1} > P_{i2}$ 时,生成新一轮的议价价格: $P_{(i+1)1} = (1 - U_1) * P_{i1}, P_{(i+1)2} = (1 + U_2) * P_{i2}$ 。

④ 如果议价双方的时限未到,即 $T_1 > 0, T_2 > 0$, 开始出价,同时, T_1 和 T_2 递减。

⑤ 如果任一方时限到,议价结束,若 $T_1 = 0$, 双方按照 GRBs 的最后出价成交,最终价格 price_ finally = $P_{2(T1)}$, 否则, 双方按照 GSPs 的最后出价成交, price_ finally = $P_{1(T2)}$ 。

⑥ 重复③~⑤。

该算法的基本思想十分直观,在双方议价时限未到时,双方可以继续议价,一旦一方时限已到,则议价成功,最终的成交价格为另外一方最后一次的出价。并且双方每次出价都遵循一个价格变化函数。若议价双方依据该算法议价,成功率将会大大提高,有效地避免了因议价失败造成的资源浪费。

3 结 论

计算网格创建了一个虚拟的计算环境,集合了地理上分散的分属于不同组织的资源,网格用户可以共享这些资源而不用了解资源的细节,为解决科学计算、工程应用和商业应用提供了很大的方便。针对网格资源自治性、动态性、异构性等特点,传统的资源管理模式无法对网格资源进行有效的管理^[10]。采用经济模型对网格资源进行管理则成为一种有效的管理网格资源的手段,借鉴市场机制,通过价格浮动来实现网格资源的合理配置。

与传统的计算网格资源交易模型相比,该算法通过定义了交易时限和价格变化率对议价双方进行约束,比较符合网格环境下资源交易的实际情况,有效地节约了交易时间,同时节省了因交易失败导致的资源浪费和重新选择资源所带来的差价损失。今后还需要对价格变化率进一步的优化,使其更符合市场经济中议价双方的议价情况。有理由相信,提供了经济动力,将会吸引更多的用户加入到网格中来,使网格资源被更合理地配置,最终迎来一个新兴的网格时代。

(下转第 83 页)

6 小 结

主要介绍一种自动的科研论文搜索和评价方法,利用元搜索引擎实现一个基于搜索的科技论文自动评价过程,该评价过程不仅适用于已发表的论文,还可以用于尚未发表论文的评价。

参考文献:

- [1] 叶继元,朱 强. 论文评价与期刊评价——兼及核心期刊的概念[J]. 学术界,2001(3):63-71.
- [2] 陈江帆. Web of science 数据库检索及其科学研究价值试析[J]. 情报探索,2002(3):41-42.
- [3] 樊怡菁. SCIE 和 Scopus 引文功能的比较分析[J]. 现代情报,2006(3):80-82.
- [4] 岑俏玲. 学者专用型搜索引擎——Google Scholar[J]. 科技情报开发与经济,2005,15(22):56-57.
- [5] 李明伟. 免费学术数据库 GoogleScholar 浅析[J]. 情报探索,2005(9):78-79.

(上接第 76 页)

一步工作准备考虑更合适优化的存储方案,以使本算法不仅在算法运行时间上而且在数据存储空间上都得到优化处理。

参考文献:

- [1] Han Jiawei, Kamber M. 数据挖掘概念与技术[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- [2] Cheung D W, Han J, Ng V T, et al. Maintenance of discovered association rules in Large database: An incremental updating technique[C]//In Proc 12th Int Conf on data engineering. New Orleans, Louisiana: IEEE Computer Society, 1996: 106

(上接第 79 页)

参考文献:

- [1] 都志辉,陈 渝,刘 鹏. 网络计算[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [2] Buyya R, Murshed M, Abramson D. A Deadline and Budget Constrained Cost-Time Optimization Algorithm for Scheduling Task Farming Applications on Global Grids[C]// The 2002 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications(PDPTA'02). Las Vegas: IEEE Press, 2002: 540-552.
- [3] Foster I, Kesselman C. Globus: A Metacomputing Infrastructure Toolkit[J]. Intl J. Supercomputer Applications, 1997, 11(2): 115-128.
- [4] Fudenberg D, Tirole J. Game Theory[M]. Cambridge: MIT Press, 1991.
- [5] Sun X H, Wu M. GHS: A Performance Prediction and Task Scheduling System for Grid Computing[C]// Proc. of 2003

- [6] 李志荣,沈利华. 站在巨人的肩膀上——Google Scholar 搜索引擎的评介[J]. 现代情报,2005(10):205-206.
- [7] Jacso P. Comparison and analysis of the citedness scores in Web of Science and Google Scholar[J]. In Proceeding of Digital Libraries: Implementing Strategies and Sharing Experiences, Lecture Notes in Computer Science, 2005, 3815: 360-369.
- [8] Meng Weiyi, Yu Clement, Liu Kinglup. Building Efficient and Effective Metasearch Engine[J]. ACM Computing Surveys, 2002, 34(1): 48-84.
- [9] 阳小华,刘振宇. 元搜索引擎系统集成算法的约束条件[J]. 软件学报,2002(13):1264-1270.
- [10] Leydesdorff L. Clusters and Maps of Science Journals Based on Bi-connected Graphs in the Journal Citation Reports[J]. Journal of Documentation, 2004, 60(4): 317-427.
- [11] Kleinberg J M. Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment[J]. Journal of the ACM, 1999, 46(5): 604-632.
- [12] Cheung D W, Lee S D, Benjamin K. A general incremental technique for maintaining discovered association rules[C]//In Proceedings of the Fifth International Conference on Database Systems for Advanced Applications. Melbourne, Australia: [s. n.], 1997: 185-194.
- [13] 闫 炜,崔杜武,付长龙. 基于幂集的关联规则挖掘算法研究[J]. 计算机工程与应用,2004(1):192-193.
- [14] 徐章艳,刘美玲. Apriori 算法的三种优化方法[J]. 计算机工程与应用,2004(36):190-192.
- [15] 杨 明,孙志挥. 频繁项目集的快速增量式更新算法[J]. 应用科学学报,2003(4):368-372.

- [16] IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium(IPDPS 2003). Nice: [s. n.], 2003: 123-135.
- [17] Varian H R. Microeconomic Analysis[M]. 3rd ed. New York: W W Norton & Company, 1992: 398-401.
- [18] 傅晓明,张尧学,马洪军,等. 一种基于市场模型的网络带宽分配方法[J]. 电子学报, 1999(9): 127-129.
- [19] Foster I, Kesselman C, Tsudik G, et al. A Security Architecture for Computational Grids[C]// Proc. 5th ACM Conference on Computer and Communications Security Conference. Chicago: IEEE Press, 1998: 83-92.
- [20] 曹鸿强,肖 依,卢锡城,等. 一种基于市场机制的计算网络资源分配方法[J]. 计算机研究与发展, 2002, 39(8): 913-916.
- [21] Basney, Livny M. Deploying a High Throughput Computing Cluster[M]// Buyya R. High Performance Cluster Computing. Vol. 1. Chapter 5. [s. l.]: Prentice Hall PTR, 1999.