

一种基于多代理技术的网格信任模型设计

陈祥云¹ 陈珊珊¹

摘要

网格环境具有分布式、高度异构和动态变化等特点,为保证对网格资源访问的动态有效性,提供可靠的品质服务是目前网格技术研究的热点问题.提出了一种适用于网格环境的基于 Agent 技术的资源调度模型,该模型借鉴信任管理技术在虚拟组织内部和不同组织的网格实体间建立了信任关系,并具有较低计算复杂度和良好的动态性可扩展性.

关键词

网格;代理;资源调度;信任管理;虚拟组织

中图分类号 TP319

文献标志码 A

0 引言

Introduction

网格技术的发展正日益受到学术界和工业界的广泛关注并逐步从实验室进入商业领域.网格计算系统可以连接广域范围内不同标准的异构“孤岛”,形成庞大的全球性计算资源体系,因此其具有传统网络结构所无法比拟的优势^[1-2].代理是一种在分布式系统中能持续自主发挥作用的计算实体,具有拟人智能、自主、主动等特性.代理在客户端和目标对象之间起到中介的作用,它能在没有人为引导和干涉下以弹性、智能的方式对用户的需求实时地加以响应.在网格环境中对资源的查询和选择都可以通过代理机制来实现^[3].网格也可以被看成一个随机服务系统^[4],网格可以给最终用户提供计算、数据、应用、知识信息等方面的服务,而代理则扮演着为终端客户寻找可靠服务提供者的代理角色.

由于网格是由很多自治域构成动态异构的网络环境,网格中的资源并不都是稳定可靠的.原来正常提供的资源在下一时刻可能消失;原来没有的资源,可能随着时间的推移会不断加入;通信链路的质量也会随时间而发生变化.如何为用户提供具有一定品质的服务是网格技术发展面临的主要问题.本文中,在网格系统中添加负责对资源的可靠性进行评估的信任 Agent.在资源可靠性评估中借鉴信任管理模型的方法,根据资源是否在虚拟组织内部而采取不同的评估方式,对网格中的提供资源的节点给出高效准确的评价.

1 相关工作与研究

Relevant work and researches

资源调度是把资源和资源请求者联系起来的重要环节.在网格中存在大量的资源,在动态分布式的网格环境中,资源请求者如何高效地寻找到满足一定条件的资源是目前重要的研究方向.网络资源的调度分为资源查找和资源分配两个步骤.资源查找是根据资源请求者的资源请求描述,在网格上找到所需要资源的过程;资源分配指在拥有相同资源的节点中选择最终的资源提供节点.

1.1 资源查找算法

已有的网格系统中,资源查找主要有洪泛式和集中式^[5]两种方式.

收稿日期 2009-11-16

资助项目 国家自然科学基金(60873231);江苏省自然科学基金(BK2009426);江苏省研究生创新工程项目(CX07B_109Z)

作者简介

陈祥云,男,硕士生,研究方向为计算机通信与网间互联. nopains@126.com

1) 洪泛式查询

洪泛式方法最先在 P2P 网络中被使用,由于网格环境与 P2P 网络的相似性,因此在网格环境中也可以借鉴其思想.洪泛式查询方式的特点是在短时间内将查询信息迅速地传播到尽可能多的邻居节点,从而保证资源搜索的深度和广度.当某个节点需要获得资源信息时,该节点将发出 Query(请求)信息,该信息将发送给每一个邻居,接到该信息的邻居节点则迅速地将收到的信息再转发给自己的每个邻居节点.随着转发节点的加入,Query 的接收者将迅速增加,为了防止给网络带来负担,往往会设置一个 TTL(生命值)来限制查询的范围,即每个节点在转发请求信息的同时将 TTL 的值减去 1,节点将不再处理那些 TTL 等于 0 的 Query.

洪泛式方法的缺点主要有:为了防止信息的广播导致网络拥塞,需要引入控制信息,不可避免地消耗大量网络带宽;某些性能较差的节点还可能造成网络分片,从而导致整个网络的可用性变差;容易收到垃圾信息的阻塞,甚至是病毒的侵害及恶意攻击.

2) 集中式查询

集中式的资源查询方式在一定程度上解决了洪泛式技术带来的难题,中心节点负责记载群组中所有参加者的信息并进行适当的管理,当有节点要寻找资源时将不再发送广播请求信息,而是向中心节点发出查询请求,中心节点将根据请求信息回复查询结果.集中式网格结构具有星型结构的特点,群组中的对等节点要定期与中心进行同步,从而保持中心节点存储的资源信息得到及时的更新.

集中式网格模型的网络结构简单,共享资源丰富,但也存在一些无法避免的问题:中央服务器成为网格系统的瓶颈,其可靠性和安全性决定了整个系统稳定性;随着网络规模的扩大,维护和更新中心节点的费用将急剧增加,所需成本过高.

1.2 资源分配算法

网格环境中常见的资源分配方式有:最先分配;随机分配;最优分配^[6].

1) 最先匹配方式.在所有资源中选择最先获得的资源分配给请求者.这种分配方式处理简单,能够对请求节点做出快速响应,但可能导致资源负载不均衡.

2) 随机分配方式.采用哈希技术随机挑选一个分配给任务请求者.这种方式可以避免负载均衡问题,但不能有效匹配用户需求.对哈希函数的计算需

要消耗一定的带宽.

3) 最优分配方式.在资源中选择网络代价最小的资源分配给请求者.这种方式意味着在请求者所要求的多个条件下去求最优解,这将使得耗时较长无法做到快速响应.

2 基于信任机制的资源调度模型设计

Design of trust mechanism-based resource scheduling model

2.1 基于虚拟组织概念和多代理技术的网格环境

虚拟组织内部的节点具有相同或相似的兴趣并大多属于一个机构,组织内部节点间的“匿名感”减少,组员之间大多有一定的“事先信任关系”存在,因此它们之间可以方便准确地建立信任关系.网格的虚拟组织之间是松耦合的,每个虚拟组织相当于一个独立的自治域(Autonomous Domain),自治域之间通过事先设定的 Agent 来进行协调连接.在网格中引入虚拟组织有很多优点^[7],由于网格作业往往需要跨越多个虚拟组织,这些组织间的信任关系对资源的有效调度起着重要的作用.虚拟组织之间可以通过使用标准的、开放的、通用的协议和接口进行信息交互,并根据这些信息来协调各自的资源使用策略,以此大大提高网格环境的智能性;这种划分还可以充分利用在历史交互中已经建立的信任关系,从而减少访问完全陌生的资源带来的风险等问题.

人们把由多个 Agent 所构成的,相互作用、相互关联的系统称为多代理系统.多 Agent 之间彼此在逻辑上相互独立,通过共享知识、任务和中间结果,协同处理工作中需要解决的问题.在网格环境中使用多代理技术可以在实现安全性机制方面具有更多的弹性^[8].在本文的网格模型中,共存在两种承担信任评估职责的代理:组织级的代理;网格资源代理.每个虚拟组织设置一个组织级代理,组织级代理的作用是维护本地的资源数据列表;存储相邻组织级 Agent 的网络地址;当任务请求的资源在本虚拟组织无法满足时,负责将该请求发往相邻的组织级 Agent;评估其他组织级 Agent 的信誉值.网格资源代理则负责在虚拟组织内部寻找资源和收集用户反馈信息,根据节点的信誉值进行资源调度的选择.由于分工的不同,网格资源代理的工作量较小,而组织级代理则需要一定的计算和存储能力.在实际运用中,网格资源代理可以只是一个运行在各个节点上的中间件程序,组织级代理的角色则可能需要让一个独

立的服务器来承担。

2.2 信任管理机制概述

由于研究的出发点不同导致学术界很难对信任有一个统一的定义. 一般认为^[9]:信任是实体根据经验,在特定环境中特定时间下,对其他实体未来行为的主观期望.信任对于社会秩序具有重要意义,它是社会关系的一种形式,信任影响着人们的行动选择.社会机制通过“守信得利,失信受损”,并由此保证互动的秩序.信任关系按其获得方式,分为直接信任和推荐信任(图1).直接信任是指通过实体之间的直接交互信息得到的信任关系;推荐信任是指通过中间实体间接获得的对目标实体的信任关系.推荐信任建立在中间推荐实体的推荐信息基础上,根据源实体对这些推荐实体信任程度的不同,会对推荐信任有不同程度的取舍.在推荐信任中根据推荐路径的长度不同可以分为直接推荐信任(推荐路径长度等于1)和间接推荐信任(推荐路径长度大于1).

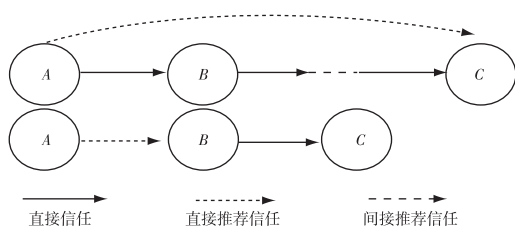


图1 3类信任关系

Fig. 1 Three types of trust relationships

当前的信任模型主要分为两类^[10],即集中式和分布式.集中式信任模型采用一个中心节点收集信息,并由该中心节点计算和存储每个节点的信任值;在分布式的信任管理模型由每个自治区域的代理来收集各种信任因素并计算信任值.根据小世界理论^[11],信任和推荐都可以通过较短的路径在相连的两个实体间传播.所以本文采用了一种分布式的信任值计算方法,虽然整个网格内节点之间并没有形成一致的全局信任图,但已经可以达到对网格资源的调度提供可信决策支持的目的.

在传统网络中,端点间的信任关系可以以策略的形式预先规定,但是网络的动态特性使得信任关系很难预先建立,因此对于每一次资源请求都要通过代理技术来进行信任评估.在本文中,虚拟组织内部节点之间进行资源调度时,直接利用组织内部节点的信任值信息,当不同组织内的节点要进行交互时,则通过综合组织之间的信任值和节点在各组织

内部的信任值来构建它们之间的信任关系.

2.3 虚拟组织内部节点之间建立信任关系

虚拟组织内不同节点之间信任关系的建立基于组织内部节点之间的直接经验和其他节点的推荐信息.网格资源代理将自己收集的反馈信息发送给组织级代理,在计算过程中组织级代理将负责信任计算并将最终的评估信息发给网格资源代理,由资源代理负责去实际调用合适的资源.

$$\begin{cases} DT_{ij}^{(t)} = \beta \times S_{ij}^{(t)} + (1 - \beta) DT_{ij}^{(t-1)}, \\ DT_{ij}^{(0)} = DT_{\text{default}}. \end{cases}$$

式中: $S_{ij}^{(t)}$ 表示节点*i*在第*t*次使用节点*j*的资源对节点*j*的满意度($0 < S_{ij}^{(t)} < 1$); $DT_{ij}^{(t)}$ 表示节点*i*和节点*j*第*t*次交互后,节点*i*对节点*j*的直接信任值; β 是权值, $0 < \beta < 1$; DT_{default} 表示的是对一个陌生节点的信任值.

在组织建立初始阶段中节点不可能和所有的节点都有过交互,因此在虚拟组织建立初期将每个节点的初始信誉值设置为0,当虚拟组织运行一段时间后,节点将控制新成员的加入,比如新节点的加入必须通过一定的审计或则要有多个已经在虚拟组织中的节点同意.考虑到这种情况下虚拟组织内部节点之间已经具有一定信任关系,因此可以采用以下方式计算默认直接信誉值:

$$DT_{\text{default}} = \frac{V_{\text{worst}} + 4V_{\text{mid}} + V_{\text{best}}}{6}.$$

其中, V_{worst} 、 V_{mid} 、 V_{best} 分别表示在目前该虚拟组织中所有节点所具有的最低信誉值、中间信誉值和最高信誉值.

节点*i*在计算*j*的信任值时不仅要考虑直接的信任值,还要考虑它的推荐信任值.推荐信任值的计算通过查询与*j*有过交互的节点统计计算得到,

$$RT_j = \sum_{k \in Q} W_k \times DT_{kj}.$$

W_k 是节点*k*的推荐权值.假设节点*i*和节点*k*都交易过的节点组成一个有*n*个节点的集合*P*,可将节点*i*、*k*对这*n*个节点的直接信任值看做是这个*n*维空间的一个点,这样两个节点之间的相似程度可以用多维空间的距离来度量,距离越小,相似程度越高说明*k*作为推荐者的可靠性越高.

$$d_{ik} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|DT_{it} - DT_{kt}|}{(DT_{it} + DT_{kt})}.$$

W_k 计算公式为

$$W_k = \frac{d_{ik}}{\sum_{i \in P} d_{ik}},$$

最终 i 对 j 的信任值计算为

$$T_{ij} = (1 - \alpha) \times DT_{ij} + \alpha RT_{ij}.$$

其中, $0 < \alpha < 1$, 表示对推荐信任值的采纳程度.

2.4 不同虚拟组织间节点建立信任关系

用户的任务请求所需的网格资源有时不能在单一的虚拟组织中得以满足, 可通过代理转向其他组织. 不同组织之间的节点要建立信任关系时将考虑组织与组织之间的信任关系, 本文定义 $T_{M(N)}$ 表示组织 M 对组织 N 的信任值.

2.4.1 不同虚拟组织间的信任值计算

1) 如果 M 中的节点与 N 中的节点有 n 次交互历史, 每次交互的双方是 M 中的 i 和 N 中的 j , R_j 是由 N 的组织级代理通过查询组织内其他节点计算得到 j 的推荐信誉, 则

$$T_{M(N)} = \sum_{i=1}^n S_{ij} \frac{R_j}{\sum_{j=1}^n R_j}.$$

2) 如果 M 与 N 两个组织中的节点都没有先前的交互历史, M 组织代理则向除 N 之外的其他组织代理发出评估请求, 在这种情况下只需将虚拟组织抽象成一个节点来处理, 采用同一组织内节点间的推荐信任值计算方式来评估组织间的信任值.

2.4.2 在不同虚拟组织内的节点之间信任值计算

虚拟组织 M 中的 p 对虚拟组织 N 中 q 的信任值 T_{pq} 的计算方式为

$$\begin{cases} T_{pq}^{(t)} = \lambda [\beta \times S_{pq}^{(t)} + (1 - \beta) T_{pq}^{(t-1)}] + \\ \quad (1 - \lambda) T_{M(N)}, \\ T_{pq}^{(0)} = T_{M(N)}. \end{cases}$$

其中, $\lambda = \frac{m}{n}$, λ 表示信任评估中对节点之间交互信息的考虑权重, 当不同虚拟组织节点之间的交互不断增加时, λ 的值将增加, m 表示 p 与 q 之间进行的交易次数; n 表示 M 与 N 中的所有节点之间交互次数. 由公式可见, 随着节点 p 与 q 之间交易次数的增加, 节点将更加信任自己的直接经验, 其权重也会相应增加.

当虚拟组织 M 中有多个节点的信任值 T_{pq} 大于某个门限值 (Threshold) 时, M 的组织级代理将向 q 发出加入 M 虚拟组织的邀请, 以此扩大虚拟组织的规模, 方便具有相同类型目标任务节点之间资源的交互.

2.5 性能分析

在网格中使用多代理技术与虚拟组织相结合的

方法可以使得每个虚拟组织成为一个基本管理域, 在域内对资源实行分布式控制和各自协调使用, 大大提高资源调度的灵活性; 各个虚拟组织之间通过代理使用标准协议达到信息互通的目的, 可以避免由于自治域的划分所造成的“信息孤岛”现象.

在资源查找阶段由于采用划分自治域的方式, 只有在本自治域没有可用资源时才会进行对其他域的访问, 从而可以避免系统的盲目寻找和不合理的远程调用; 在资源分配阶段采用信任值作为分配的依据可以及时识别不稳定资源, 发现可靠资源, 从而适应网格动态变化的特点. 本文提出的信任值计算方式较为简单, 且具有较小的计算复杂度, 可以节省网格的计算资源; 在网格规模不断增加的情况下, 可以采用将虚拟区域再次划分, 增加虚拟区域数目等方式来避免域内管理复杂度和适应网格可扩展性的要求.

3 结束语

Concluding remarks

在网格环境中, 用户希望网格能够提供可靠的、安全的服务, 而网格的动态性可能导致不可预知事件的发生. 为了保证网格环境中资源共享的安全可靠, 本文在网格系统中借鉴社会学中的信任管理机制并结合多代理技术提出了一种高效可靠的资源调度机制. 建立实际网格仿真环境将是下一步的主要工作.

参考文献

References

- [1] 徐志伟, 冯百明, 李伟. 网格计算技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004
XU Zhiwei, FENG Baiming, LI Wei. Grid computing technology [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2004
- [2] 王方雄, 侯英姿, 杨俊. 网格环境下空间数据共享与互操作技术研究[J]. 计算机科学, 2009, 36(1): 96-100
WANG Fangxiong, HOU Yingzi, YANG Jun. Research on spatial data sharing and interoperability technology in grid environment [J]. Computer Science, 2009, 36(1): 96-100
- [3] 张云勇. 移动 Agent 及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002
ZHANG Yunyong. Mobile agent and its application [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2002
- [4] 张书台, 陈家慧, 桂亚东, 等. 基于多代理的网格资源高可用信任调度模型[J]. 计算机工程, 2007, 33(16): 88-91
ZHANG Shutai, CHEN Jiahui, GUI Yadong, et al. High-availability trust model for multi-agent based grid resource scheduling [J]. Computer Engineering, 2007, 33(16): 88-91
- [5] 董方鹏, 龚奕利, 李伟, 等. 网格环境中资源发现机制的研究[J]. 计算机研究与发展, 2003, 40(12): 1749-1755
DONG Fangpeng, GONG Yili, LI Wei, et al. The study of grid re-

- source discovery mechanism[J]. Computer Research and Development, 2003, 40(12): 1749-1755
- [6] 李春林, 卢正鼎, 李腊元. 基于 Agent 的计算机网格资源管理[J]. 武汉理工大学学报, 2003, 27(1): 7-10
LI Chunlin, LU Zhengding, LI Layuan. Agent-based computer grid resource management[J]. Wuhan University of Technology, 2003, 27(1): 7-10
- [7] 徐京京, 代红雷, 查礼, 等. 基于社区的服务网格多粒度授权与访问控制研究[J]. 计算机应用研究, 2006, 23(7): 199-203
XU Jingjing, DAI Honglei, ZHA Li, et al. Research on multi-granularity authorization and access control in community-based service grid [J]. Computer Application Research, 2006, 23(7): 199-203
- [8] Ferber J, Gutknecht O. A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agent systems [C] // Third Int Conf on Multi-Agent Systems (ICMAS-98), Paris, 1998: 128-135
- [9] Blaze M, Feigenbaum J, Lacy J. Decentralized trust management [C] // Washington IEEE Computer Society Press, 1996: 164-173
- [10] 孙波, 张代远. 一种改进的对等网络信任模型[J]. 计算机工程与科学, 2008, 30(7): 33-35
SUN Bo, ZHANG Daiyuan. An improved trust model of peer networks [J]. Computer Engineering and Science, 2008, 30(7): 33-35
- [11] Joshi J B D, Bhatti R, Bertino E, et al. Access-control language for multidomain environments internet computing [J]. IEEE, 2004, 8(6): 40-50
- [12] Gray E, Seigneur J M, Chen Y. Trust propagation in small worlds [C] // Lecture Notes in Computer Science, Heraklion, Crete, Greece, 2003: 239-254

The design of a multi-agent based trust model in grid environments

CHEN Xiangyun¹ CHEN Shanshan¹

¹ School of Computer, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003

Abstract The grid environment has the following characteristics as distributed, highly heterogeneous and dynamically changing. In order to ensure the dynamic effectiveness when having access to the resources, providing a service of reliable quality is a hot issue in the current study on network technology. This paper presents an agent-based resource scheduling model fit for grid environment. The model uses trust management technology as a reference and establishes trust relationship between the grid entities in the same virtual organization and the different organizations with a relatively low complexity of calculation, a good property of dynamic extensibility or scalability.

Key words grid; agent; resource scheduling; trust management; virtual organization