

网格实体行为可信度评估模型

刘莉平, 陈志刚

LIU Li-ping, CHEN Zhi-gang

中南大学 信息科学与工程学院, 长沙 410083

College of Information Science & Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

E-mail: csuliu@163.com

LIU Li-ping, CHEN Zhi-gang. Trust model based on entity behaviors in grid. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(34): 29-31.

Abstract: Due to the dynamics and uncertainty of grid environment, trust problem in grid environment is an important topic in currently grid research. Proposes a trust model, it discriminates the trust relationships between entities in the same autonomous domain and in different domains. The simulation results show that the trust relationships between entities can be evaluated more precisely, thus security problems exist in grid environment can be resolved more effectively.

Key words: grid; security; trust

摘要: 面对网格环境的动态性和不确定性, 网格安全因素变得尤为重要。提出了一种基于信任度的模型来评估网格环境中实体之间的信任关系。仿真结果表明, 这种信任模型能更加准确地评估实体之间的信任关系, 从而更加有效地解决网格环境中存在的安全问题。

关键词: 网格; 安全; 信任度

文章编号: 1002-8331(2007)34-0029-03 文献标识码: A 中图分类号: TP393

1 引言

由于网格环境的动态性和不确定性, 当网格实体进行访问时需要知道他们之间的信任关系。信任不仅仅包括对实体身份的信任, 还包括对实体行为的信任^[1]。基于实体身份的信任机制关注对网格环境中实体身份的真实性进行认证, 以判定是否授权实体进行访问, 主要通过密码技术中的加密、数据隐藏、数字签名、认证协议和访问控制来实现。基于实体行为的信任机制关注网格实体的可信性问题, 在网格环境中网格实体一段时期的行为数据从实质上反映了该实体的信任值。

文献[2]中提出一种在资源分配过程中加入安全控制机制的思想, 但并未给出具体的实现方法。Stanford 大学的 EigenRep^[3]提出一种典型的全局信任模型, 其核心思想是: 某个节点 i 需要了解任意节点 j 的全局信誉度时, 首先从曾经与 j 发生过交互的节点 k 处获知节点 j 的信誉度, 然后再根据节点 k 自身的局部可信度综合出 j 的全局信誉度。但是 EigenRep 模型中一个节点对另一个节点只有信任与不信任之分, 缺少更加精确的评价, 其次该模型没有考虑对造成服务失败的节点在信誉度上做出惩罚^[4]。

本文在文献[2, 3]基础上, 提出了一个网格实体行为可信度模型(Entity Behaviors-based Trust Model, EBTM), 用来评估网

格环境中实体之间的信任关系, 该模型结合分层次方法对网格实体之间的交互行为进行信任量化, 并引入欺骗惩罚机制, 从而为实体选择最佳、最可信的实体资源服务提供更加准确的参考。

2 网格实体行为可信度管理模型

EBTM 采用分层体系结构^[5], 上层由每个自治域的管理节点构成, 下层由各个自治域构成, 将每个网格实体抽象成一个网格节点, 如图 1 所示。

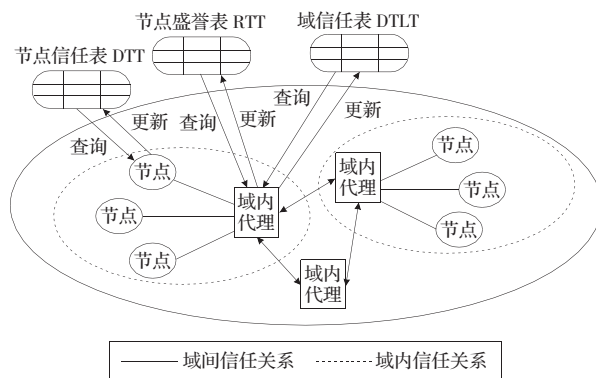


图 1 网格环境的信任模型 EBTM

基金项目: 国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60573127); 湖南省自然科学基金(the Natural Science Foundation of Hunan Province of China under Grant No.06JJ30032)。

作者简介: 刘莉平(1971-), 女, 博士研究生, 主要研究方向: 网格计算; 陈志刚(1964-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 软件学院常务副院长, 中国计算机学会(CCF)理事、CCF 高级会员(E20-0005226S), 主要研究方向为计算机网络与分布式处理等。

2.1 自治域的划分及代理节点的选取

信任度相近并且距离相近的节点构成一个自治域,按照一定阈值选取性能评价高的节点作为域内代理节点。域内代理是域信任关系的管理者,其具体的功能包括:接收节点加入域的请求,根据节点身份决定节点的信任初值;维护和更新域内节点信誉表和域信任关系表;响应域内节点有关本域其他节点信誉值的请求;响应其他域的代理有关本域内节点信任值的请求;交易结束后向其他域代理报告对该域参与交易节点的评价。每个域的用户由本域来管理及评判,域内的所有用户在域外的行为都代表“域”这个组织,这样就形成了一个分级的、各个域自治的信任模型。

2.2 模型中相关概念

(1)信任及信任度

信任指实体在交互中所能体现的可靠性、诚信度和提供服务的能力。

信任度是一个实体对另一个实体的信任程度的量化值,对于不同的服务,节点的信任度也有可能是不同的。为了衡量实体之间信任关系的好坏,引入信任度函数来量化实体之间的信任关系。信任关系不是一成不变的,它可能会随着时间和实体交易行为发生变化^[6]。

(2)声誉

声誉即根据其它实体在一段时间的观察值或评价信息,从而得到对某个实体行为可信程度的期望值^[7]。例如实体A要访问实体B,A与B之间在此之前无直接交易,那么A可以根据B的声誉值决定是否与B交易。

2.3 模型中的信任关系表及其计算

模型中涉及到的信任关系表分别为节点信任表、节点信誉表、域信任表。其中每个节点本地存储、维护和更新与本节点有过直接交易的节点的信任关系表,交易结束后向域内代理上报已评估的交易对象的信任值。域内代理维护和更新域内节点信誉表及域信任表。

(1)节点信任表

当实体 E_i 与 E_j 有过直接交易后,根据交易情况得出的直接信任度存储在节点信任表(Direct-Trust-Table, DTT)中,如表1所示,用来表示实体 E_i 对 E_j 在特定交易 c 和时间 t 上的信任度。

其中 D_{ij} 用公式(1)计算:

$$DTT(E_i, E_j, t, c) = DTT(E_i, E_j, t_{-1}, c) \times \gamma(t - t_{-1}, c) + \alpha d + f(i) \frac{1}{1 + e^{-n}} \quad (1)$$

公式(1)中 $DTT(E_i, E_j, t_{-1}, c)$ 表示上一次交易实体 E_i 对 E_j 的直接信任度值; $\gamma(t - t_{-1}, c)$ 表示时间衰减函数; α 表示本次任务权重 $\alpha \in [0, 1]$; d 表示实体 E_i 对实体 E_j 本次服务的评价值, d 可以取值为 $\{-1, 0, 1\}$,分别表示评价结果{不满意, 一般, 满意}; $f(i) \frac{1}{1 + e^{-n}}$ 表示交易失败后的惩罚项,当交易成功 $f(i)$ 取0,交

表1 实体 E_i 的 DTT

交易种类	实体名称		
	E_1	...	E_j
c_1	$D_{i1}(c_1, t)$	...	$D_{ij}(c_1, t)$
...
c_n	$D_{i1}(c_n, t)$	...	$D_{ij}(c_n, t)$

表2 实体 E_j 声誉表 RTT

交易种类	实体名称		
	E_1	...	E_j
c_1	$R_{j1}(c_1, t)$	...	$R_{jj}(c_1, t)$
...
c_n	$R_{jn}(c_n, t)$	...	$R_{jj}(c_n, t)$

易存在欺骗而失败 $f(i)$ 取-1, n 表示失败次数。

(2)域内节点声誉表

域内节点信誉表(Reputation-Trust-Table, RTT)如表2所示。RTT存储本域内全部节点的声誉值,供本域节点和其他域的代理使用。

域内代理根据本域内所有与实体 E_j 有过协作的实体对 E_j 的评价信息进行加权采纳,计算出节点声誉度,同样要考虑声誉随时间衰减问题,计算方法如公式(2)所示。其中 $\beta(E_k)$ 是实体 E_k 的评价权值,信誉度越高的实体其评价权值越大。

$$DTT(E_j, t, c) = \frac{\sum_{k=1}^n DTT(E_k, E_j, c) \times \beta(E_k) \times \gamma(t - t_{kj}, c)}{\sum_{k=1}^n \beta(E_k)} \quad (2)$$

(3)域信任表

本域对其他域的信任值(Domains-Trust-Level-Table, DTLT),如表3所示。 DT_j 用公式(3)计算:

$$DT_j = DT_j^{prea} + DTT(i, j) \quad (3)$$

表3 域信任表 DTLT

交易种类	实体名称		
	D_1	...	D_j
c_1	$DT_1(c_1, t)$	...	$DT_j(c_1, t)$
...
c_n	$DT_n(c_n, t)$	...	$DT_j(c_n, t)$

由于在域间实体交易时,每个实体的行为代表本域,因此,域的信任程度是由该域内所有用户在网络中的行为评价的,本文用两个域间交易实体的评价值 DTT 计算域信任值。公式(3)中 DT_j^{prea} 表示最近一次交易域 D_i 对 D_j 的直接信任值。

(4)随时间衰减特性函数

被评估者的行为在信任评估中的重要性随时间衰减,如一桩三年前的行为对信任度的影响比昨天的一桩行为要弱。因此,将行为的评价合成到信任度之前,要用一个时间因子修正。令 Δt 为信任度评估时间与该行为发生时间之差,则时间因子是 Δt 的一元递减函数,本文采用公式(4)来描述时间衰减特性。

$$\gamma(t - t_{ij}, c) = (\Delta t + 1)^{-1} \quad (4)$$

3 信任抉择机制

3.1 域内节点间信任关系抉择

节点首先查找本地存储的信任关系表,若存在对应记录则直接进行抉择;若不存在记录,则询问代理,代理收到请求后在域内节点信誉表中查到相应节点的信誉值回复。

3.2 域间节点间信任关系抉择

域间节点首先询问所属域代理,代理向其他域发出信任请求,由节点归属域的代理回复,本域代理得到回复后转告询问节点。

3.3 域的更新

(1)域内代理节点更新

周期性更新管理节点,将性能评价参数高的节点作为代理。若域代理要退出域,则在域内广播,在离开之前选择域中信誉最高的节点担任域代理,并将自身管理的信息移交给该节点。然后向其他域代理发布更新消息。

(2) 域内节点剔除

若本域某节点声誉值低于本域设置的声誉门限值, 域内代理将会将其剔除出域, 并向其他域的代理广播。

(3) 节点申请加入域

图 2 描述了节点申请加入域的策略。

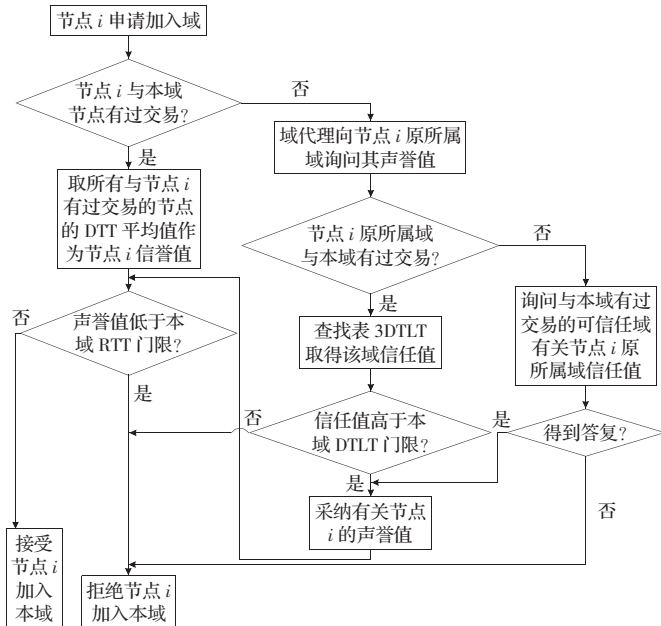


图 2 节点申请加入域策略示意图

4 仿真与结果分析

本文提出的信任模型通过把网格分成若干个自治域, 并对有过直接交易的实体间的信任关系和无直接交易的实体间的信任关系分别处理, 与传统的方法相比, 本文所提出的计算方法复杂度更小, 对信任值的计算更为高效。该方法对信任值的计算时间不会单纯的随节点数的增加而增加, 域内信任值的计算仅受域内节点数而不是全局节点数的影响, 域间信任值的计算仅受域数目的影响, 当节点数增加而域的数目不变时, 计算时间将不受影响。假定有 N 个域, 每个域的最大节点数为 V_{\max} , 域内计算的复杂度为 $O(V_{\max})$, 因为查找权值表的时间为 $O(t)$, 所以域间计算的复杂度为 $O(N)$ 。而传统方法的计算复杂度为 $O(N \times V_{\max})$ 。

在本文提出的信任模型中, 所有行为记录数据都是分布地存储在各网络实体中。而实体需要对所有和自己相关的实体上的行为数据进行修改, 这显然是不现实的。只有来自信任度高的实体的正面评价才能提高实体的信任度, 信任度普通的实体对实体的信任度影响较小。同时, 由于本模型中引入了交易失败后的惩罚机制, 因此这些具有欺骗行为的实体的信任度将很快降低, 进而降低其原本希望提高的实体的信任度。

为了验证本文模型的准确性, 在模拟网格中, 有 1 000 个管理域, 每一个管理域包含 100 个实体, 实体中欺骗实体占实体总数的 20%。

从图 3 可以看出, 随着系统中完成的查询数目不断增加, 本文提出的 EBTM 能够正确预测出的恶意行为的准确率保持在较高水平。

图 4 中增加恶意实体对其他实体的行为进行恶意评价的

考虑。实验中假设恶意实体对其他实体的行为进行恶意评价的概率是 50%。从图 4 可以看出, 随着系统中发生的合作交往数目的增加, EBTM 对于恶意实体的预先识别情况要优于 EigenRep 模型。

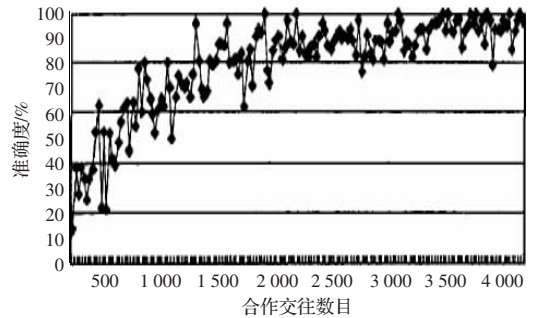


图 3 EBTM 识别欺骗节点准确度

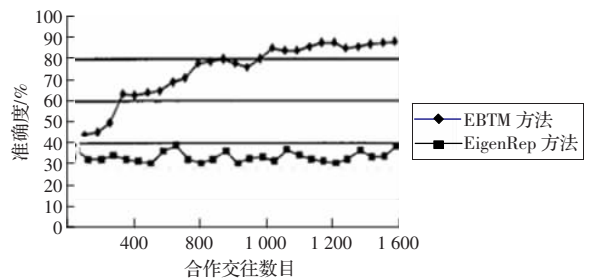


图 4 EBTM 与 EigenRep 识别欺骗节点准确度

5 结束语

本文针对网格环境中存在的信任评估问题, 给出了一个基于实体行为的信任评估模型, 与传统的方法相比, 本文模型计算信任值的方法复杂度较小, 仿真实验证明了提出的模型能够有效地解决网格环境的信任问题。(收稿日期: 2007 年 8 月)

参考文献:

- [1] Farag Azzedin, Muthucumar Maheswaran. Evolving and managing trust in grid computing systems[C]//Proceedings of the IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering, 2002: 1424-1429.
- [2] Farag Azzedin, Muthucumar Maheswaran. Towards trust-aware resource management in grid computing system[C]//Proceedings of the 2nd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid(CCGRID02), 2002: 1-6.
- [3] Kamvar S D, Schlosser M T, Garcia M H. The EigenTrust algorithm for reputation management in p2p networks[C]//Proceedings of the Twelfth International World Wide Web Conference, Budapest, Hungary, May 2003.
- [4] 朱峻茂, 杨寿保, 樊建平, 等. Grid 与 P2P 混合计算环境下基于推荐证据推理的信任模型[J]. 计算机研究与发展, 2005, 42(5): 797-803.
- [5] 张煜, 林莉, 怀进鹏, 等. 网格环境中信任-激励相容的资源分配机制[J]. 软件学报, 2006, 17(11): 2243-2254.
- [6] Abdul-Rahman A, Hailes S. A distributed trust model[C]//Proceedings of the 1997 New Security Paradigms Workshop. Cambria: ACM Press, 1998.
- [7] Beth T, Malte B, Birgit K. Valuation of trust in open networks[C]//Proc of the Conf on Computer Security. New York: Springer-Verlag, 1994: 3-18.