

P2P 文件共享系统中的一种双向并发信任机制

陈国强¹, 苏 静²

(1 河南大学 计算机与信息工程学院, 河南 开封 475001; 2 安阳师范学院 计算机与信息工程学院, 河南 安阳 455000)

摘 要: 近似于人际关系网络, P2P 文件共享交易存在着相互信任的问题. 服务请求节点和服务提供节点是参与文件共享交易的两类实体, 通过分析两者的信任关系, 提出一种双向并发信任机制—BPTM. 该信任机制研究交易双方的相互信任问题, 并在此基础上建立服务选择信任模型和服务确认信任模型, 实施信任关系评估的双向化. 仿真与分析表明, BPTM 相比传统的单向信任机制, 在交易成功率上有较大的改进, 可使节点之间更有效的建立互信关系.

关键词: 对等网络; 文件共享; 双向并发信任

中图分类号: TP393. 2

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2011)02—0120—04

A Bidirectional Parallel Trust Mechanism for P2P File—Sharing Systems

CHEN Guo-qiang¹, SU Jing²

(1 School of Computer and Information Engineering, Henan University, Kaifeng 475001, China;

2 School of Computer and Information Engineering, Anyang Teachers College, Anyang 455000, China)

Abstract: Similar to the interpersonal relationship network, the issue of mutual trust exists in P2P file—sharing transactions. Through analyzing the trust relationship between requesting peers and providing peers involving in P2P file-sharing transactions, a bidirectional parallel trust mechanism, called BPTM, is proposed. This mechanism deals with the problem of mutual trust between requesting peers and providing peers, on the basis of which the trust model of service selection and the trust model of service response are constructed to perform the bidirectional evaluation of trust relationship. The simulation and analysis show that BPTM is more advanced in successful transaction rate than traditional unidirectional trust mechanism. So the trust mechanism can perform much better in establishing mutual relationships among peers.

Key words: pere-to-pere network; file—sharing; bidirectional parallel trust

1 引言

P2P 文件共享系统所具有的开放性和动态性本质, 使其收益与风险并存. 如在文件共享交易中, 25% 的资源是伪造文件, 恶意节点随意中止(资源上传)服务, 服务质量无法得到保证.

信任机制应用于 P2P 文件共享系统, 可以起到规避恶意行为、提高文件共享交易安全性的作用^[1]. 然而, 传统信任机制仅关注于资源提供的安全性, 而

不是对资源的访问控制^[2]. 服务请求节点建立信任模型, 计算服务提供节点的信任度, 只能识别出恶意节点, 却不能对其进行限制. 恶意节点成为服务请求节点时, 依旧可以从其它服务提供节点处获取资源. 此外, 一些恶意节点发出大量请求, 服务提供节点不加选择的响应, 会消耗自身的服务能力, 若其它节点此时请求服务, 服务请求节点因不能正常提供服务, 会影响其在请求节点处的信任度^[3]. 因此, 服务请求节点和服务提供节点之间的信任关系应该是一种互

收稿日期: 2010—02—01; **修回日期:** 2010—04—08

基金项目: 国家自然科学基金项目(60875081); 河南省科技发展计划项目(092102210264)

信关系.信任机制在隔离恶意节点,保护服务请求节点的同时,必须加强资源的可控性,基于信任度确定服务请求节点对资源的访问权限.

文中提出了一种双向并发信任机制—BPTM,通过建立服务选择信任模型和服务确认信任模型,实施信任关系评估的双向化.

2 相关工作

传统的信任机制是一种单向的信任机制,其作用是帮助服务请求节点获取高可靠、高质量的资源,避免遭受恶意节点的攻击.信任关系的方向从服务请求节点指向服务提供节点,目的是保护服务请求节点.

PeerTrust^[4]综合考虑交易完成后的满意度、节点间的交易次数、提供评价节点的信任度、交易上下文和社区上下文等多个影响信任关系度量的信任因素,提出一种分布式的信任度计算方法. EigenTrust^[5]为P2P文件共享系统中的每个节点分配一个全局信任度,用来识别和预防恶意资源下载. PerformTrust^[6]将被评价节点的过去行为和当前行为分别进行考虑,计算基于过去行为的信任度和基于当前行为的信任度,具有较高的恶意节点检测率.但是这些信任机制只能检测和识别恶意节点,对恶意节点的惩罚措施只是降低信任度,达不到将它们移出P2P文件共享系统的目的.

文献[7]在P2P文件共享系统和网络接口之间加入认证和访问控制层,认为服务提供节点应该对访问用户进行区别,授予不同的访问权限,即使是陌生用户也要考虑在内.但是该信任机制忽略了服务请求节点选择可信服务提供节点的权力,服务请求节点只能请求服务,无法辨别提供服务的节点是合法节点,还是恶意节点.

因此,应该对节点之间的信任关系进行双向研究,同时解决恶意节点的识别和惩罚问题,为正常节点提供一个安全的交易平台.

3 双向并发信任机制—BPTM

3.1 基本描述

信任是节点对其它节点能力、诚实度和可靠性的相信程度,它是上下文相关的,具有主观性、动态性、传递性和不对称性等特性.此外,P2P节点间的信任关系与人际关系有很大的相似性,节点间的通信和交易呈现出交互式特征,是一种双向选择的过程.这种情况下,除去同时识别和惩罚恶意节点的考

虑,P2P节点间的信任又具有双向性.

本文通过建立双向并发信任机制—BPTM来量化信任的双向性,其工作原理如图1所示.

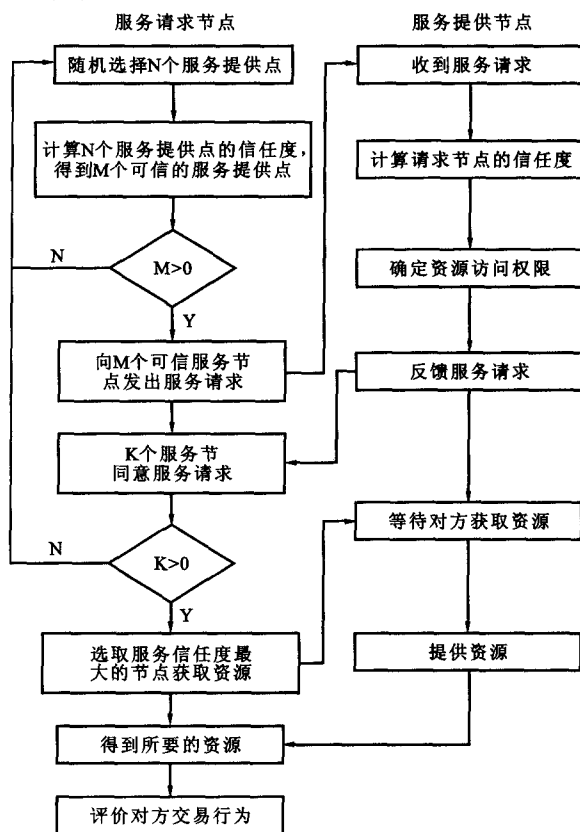


图1 双向并发信任机制的工作原理

图1中,服务请求节点和服务提供节点之间文件共享交易的发生取决于互信关系的建立,若一方不满意对方的信任度,交易就难以发生.如果同时存在多个服务提供节点,服务信任度最高的节点对请求节点的信任度可能比较低,不一定允许请求节点访问资源.服务请求节点从N个服务提供节点选择M个自己信任的节点,同时并发向这M个自己信任的服务提供节点发出请求;M个服务提供节点分别评估请求节点的信任度,可能只有K个服务提供节点同意请求节点获取资源;请求节点再从这K个服务提供节点中选择服务信任度最高的服务节点向其获取资源. BPTM使得服务请求节点在获取资源时得到保护,服务提供节点在服务请求节点访问资源时享有选择权.

服务选择信任模型和服务确认信任模型是BPTM的主要研究内容,完成信任的双向评估及计算.信任模型的选择与交易节点所扮演的角色相关,当某个节点发出服务请求,该节点使用服务选择信任模型计算被请求节点的信任度;被请求节点收到

服务请求,使用服务确认信任模型计算被请求节点的信任度,决定为请求节点提供服务的方式。

3.2 服务选择信任模型

设计服务选择信任模型时,信任度是节点对另一节点过去提供可靠服务概率事件的量化,推测另一节点是合法节点,还是恶意节点,尽可能使恶意节点的威胁最小化。

信任度的计算方式是有区分的,根据获取经验的不同,信任度分为直接信任度和间接信任度。交易之初,服务请求节点参照直接信任度或间接信任度,决定是否发出服务请求。另外,为解决新加入节点缺乏直接信任度和间接信任度的问题,引入自信度(Self-Confidence Value)的概念,即新加入节点对自己未来提供服务的能力和为可信性的一种自我评价。节点 j 的自信度表示为 $SCV_j, 0 \leq SCV_j < 1$ 。

3.2.1 直接信任度

直接信任度是节点对另一节点信任程度高低的直接评估。直接信任度的计算与历史交易次数、资源的质量及大小等因素有关。设节点 i 与节点 j 在时间 $[t_{start}, t_{end}]$ 内共进行 n 次交易,第 k 次交易结束后,节点 i 评价节点 j 提供的资源质量,得出交易评价 S_k ,则节点 i 对节点 j 的直接信任度计算如下:

$$DT_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^n s_k m_k, 0 \leq DT_{ij} \leq 1 \quad (1)$$

其中, m_k 表示第 k 次交易中节点 j 提供给节点 i 的资源大小, M 表示 n 次交易中节点 j 提供的总资源大小。

3.2.2 间接信任度

间接信任度是节点通过其它节点的推荐而获得对另一节点信任程度的评估。节点 i 对节点 j 的间接信任度计算如下:

$$IT_{ij} = \sum_{k=1}^n T_{kj} * DT_{ik} / \sum_{k=1}^n DT_{ik}, 0 \leq IT_{ij} \leq 1 \quad (2)$$

其中, T_{kj} 表示推荐节点 k 对节点 j 的信任程度推荐, DT_{ik} 表示节点 i 对推荐节点 k 的直接信任度,用来修正 T_{kj} 。使用 DT_{ik} 的目的是:节点 i 计算节点 j 的间接信任度时,只采纳与节点 i 有过交易节点的推荐,一方面防止恶意推荐,另一方面防止推荐节点过多,影响间接信任度计算的收敛性。

3.2.3 总体信任度

总体信任度是直接信任度和间接信任的综合叠加,通常简称信任度。设 $T_{ij} (0 \leq T_{ij} \leq 1)$ 表示节点 i 对节点 j 的信任度,计算公式如下:

$$T_{ij} = \begin{cases} IT_{ij}, & 0 \leq IT_{ij} \leq 1 \\ DT_{ij}, & 0 \leq DT_{ij} \leq 1, IT_{ij} = 0 \\ SCV_j, & IT_{ij} = 0, DT_{ij} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

式(3)表明,节点 i 计算节点 j 的信任度时,首先考虑是否存在直接交易经验。若存在,信任度等于直接信任度;若不存在,发出关于节点 j 的信任度查询,计算间接信任度,信任度等于间接信任度;若直接信任度和间接信任度都不存在,节点 i 要求节点 j 提交自信度评价,信任度等于节点 j 的自信度。

3.3 服务确认信任模型

服务确认信任模型描述服务请求节点的信任度,使服务提供节点掌握提供服务的选择权。当出现多个节点同时请求服务的情形,服务提供节点就给信任度高的节点优先提供服务,形成一种资源提供的排队系统。

在服务确认信任模型中,信任度的计算与服务请求节点以往作为服务提供节点时的服务策略相关,积极的服务策略使信任度升高,消极的服务策略使信任度降低。也就是说,节点表现出的行为二元性,影响着信任度的计算。

设 S_i 和 U_i 分别对应于服务请求节点 i 过去行为策略的积极行为评价总次数和消极行为评价总次数。这里,节点 j 关于节点 i 的信任度 $T_{ji} (0 \leq T_{ji} \leq 1)$:

$$T_{ji} = \begin{cases} \frac{S_i}{S_i + U_i} = \frac{\sum_k s_{ki}}{\sum_k (s_{ki} + u_{ki})}, & S_i > 0, U_i > 0 \\ SCV_i, & S_i = U_i = 0 \end{cases} \quad (4)$$

式中, s_{ki} 和 u_{ki} 表示关于节点 i 的行为策略评价。这些评价来源于服务提供节点 j 本身,在节点 j 缺乏过去从节点 i 处请求服务的情况下,也可从其他节点处请求推荐。如果节点 j 本身没有关于节点 i 的评价,也得不到其他节点的推荐,即 $S_i = U_i = 0$,表明节点 i 是一个新加入节点。为解决这一问题,节点 i 提交自信度 SCV_i ,获取一次访问资源的权利。资源访问结束后,服务确认信任模型设置新加入节点的 $S_i = 0, U_i = 1$ 。由于 P2P 文件共享系统是通过节点间的相互联系构成的,新加入节点积极地为其他节点提供服务,才可能消除这次否定评价的负面影响,取得在 P2P 文件共享系统发展的机会。

4 仿真与分析

文中使用斯坦福大学 P2P 研究组开发的周期

查询仿真器^[8]仿真 BPTM 的交易成功率,并与 NoTrust 和传统的单向信任机制 EigenTrust 进行对比仿真.这里 NoTrust 表示 P2P 文件共享系统没有引入信任机制的情况.

仿真在节点数为 100 的 P2P 文件共享系统中进行,恶意节点比例从 5%~50%变化.为了保证仿真结果的准确性,每个信任机制的仿真周期循环至少执行 40 次,直至交易成功率趋于稳定,采集每次循环得出的数据,计算出平均值.仿真结果如图 2 所示.

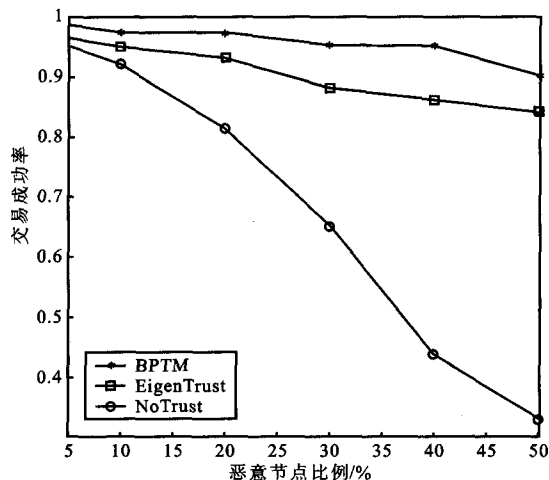


图2 不同规模在恶意节点比例时的交易成功率

由图2可以看出,随着恶意节点比例的增加, NoTrust 的交易成功率明显下降,这是因为系统在没有引入信任机制情况下,缺乏抵制恶意节点的能力.相比传统单向信任机制 EigenTrust, BPTM 从双向信任的角度出发,能有效的识别和抑制恶意节点,曲线的斜度更加平缓,因而具有更好的交易成功率.

5 结束语

双向信任机制研究服务请求节点和服务提供节点之间的信任关系,并对两者的信任关系加以度量,以信任度的形式表述出来.对 P2P 文件共享交易的影响如下:(1)表明服务提供节点的可信性,信任度高的节点就是一个可信节点,与其交易是安全的;(2)信任度的高低影响着服务请求节点访问资源的权限,高信任度者享受高权限,低信任度者享受低权限.下一步的工作是将信任机制与授权、认证、访问

控制结合起来,研究有关 P2P 文件共享资源的具体授权策略.

参考文献:

- [1] 董西广,庄雷,常玉存. P2P 环境中的一种信任模型[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(6): 137-139.
- [2] 李刚,李季. 基于加权信任向量的混合结构式 P2P 网络信任模型[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(9): 93-98.
- [3] Gummadu A, Yoon J P. Modeling group trust for peer-to-peer access control[C]// Proc. of the 15th Int'l Workshop on Database and Expert Systems Applications. Spain: Zaragoza, IEEE Computer Society, 2004: 971-978.
- [4] Li X, Ling L. PeerTrust: supporting reputation-based trust for peer-to-peer electronic communities [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2004, 16(7): 843-857.
- [5] Kamvar S, Schlosser M. The eigentrust algorithm for reputation management in P2P networks [C]// Proceedings of the 12th International World Wide Web Conference (WWW2003). Budapest, Hungary, 2003: 123-134.
- [6] Fu J M, Xiong H J, Li Z, et al. Perform trust: trust model integrated past and current performance in P2P file sharing systems[C]// IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications. Qatar: Doha, 2008: 718-725.
- [7] Tran H, Hitchens M, Varadharajan V, et al. A trust based access control framework for P2P file-sharing systems[C]// Proc. of the 38th Hawaii Int'l Conf. on System Sciences (HICSS). Hawaii: IEEE Computer Society, 2005.
- [8] The Stanford P2P sociology project [EB/OL]. [2010-02-01]. <http://p2p.stanford.edu/www/demos/hrm/>.

作者简介:

陈国强 男, (1977-), 博士研究生. 研究方向为计算机网络、数据挖掘、计算智能.
苏静 女, (1977-), 硕士. 研究方向为计算机网络、多媒体及图形图像处理.