

云环境下基于双滑动窗口的供应商信任评估机制研究

杨宛璐¹, 王 磊²

(1 广东工业大学 自动化学院, 广东 广州 510006; 2 海南大学 信息科学技术学院, 海南 海口 570228)

摘 要: 提出了一种基于企业行为证据的双滑动窗口的供应商信任量化评估机制, 通过不断滑动的窗口, 确定窗口更新和替换的内容以保证企业行为信任评估的可信性和可扩展性. 仿真实验分析表明, 该模型提供了云环境下供应商信任值计算的动态性, 评估方法能够有效应用于云环境下供应商的评价中, 评价结果客观有效.

关键词: 云计算; 信任评估; 双滑动窗口

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)06-0158-04

Research on Trust Evaluation of Supplier Based on Double Sliding Windows in Cloud Computing

YANG Wan-lu¹, WANG Lei²

(1 Faculty of Automation, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China;

2 College of Information Science & Technology, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: Supply-chain enterprises plays an important role in their cooperation in cloud computing, and it is the pillar of supply chain to ensure its regular operation. For the problems of without considering the importance of enterprises' recent behaviour and the time attenuation of their future behaviour, as well as without timely response for their spiteful actions in existing trust evaluation methods, an reliance quantifying and evaluation mechanism for suppliers using double sliding windows (DSW) on the basis of enterprises' behaviour is proposed. Targeting on improving the trust crisis between supply-chain enterprises, this newly-proposed mechanism take the impact of time on trust into consideration based on the time decay function. The content of window update and displacement is determined by the continuously sliding window to ensure the reliability and scalability of trust evaluation for enterprises' behaviour. The simulation experiment and analysis demonstrates that a dynamical computing of suppliers' confidence in cloud computing is provided by this model, the evaluation method could be applied in the evaluation of suppliers in cloud computing efficiently and an objective and effective result can be achieved.

Key words: cloud computing; trust evaluation; double sliding windows (DSW)

1 引言

随着信息网络技术的迅速发展, 云计算 (Cloud Computing) 作为智慧地球和现代服务业的主要支撑技术之一, 已经成为近年来学术界和产业界的研究热点. 由于显著降低的 IT 成本和创造新的商业模式和资源价值的机会, 云计算正受到政府和业界的广泛关注^[1-2]. 然而, 云计算环境下的供应链企业都在云中, 是“虚拟化的”, 这为企业提供虚假信息,

甚至欺骗信息获利提供了可能^[3]. 因此, 供应链节点企业间的互信程度是供应链 (云) 内信息是否真实, 以及是否能有效获取、透明访问、发布和共享的先决条件, 是供应链能否协同运作来满足市场快速变化的依据. 但是, 虽然研究成果众多, 由于受到各企业信息基础设施不平衡和信息不对称的影响, 如何在云环境中建立高效的供应链信任评估模型, 以加强节点企业间的合作仍然是企业实践中的一个有待进一步研究和解决的难题.

目前,国内外研究学者对信任模型问题做了大量的研究.其中,具有代表性的研究有 Beth 模型^[4]、Josang 模型^[5]和 Abdul-Rahman 模型^[6]等,他们都采用概率论来解决信任模型中遇到的问题,然而不能准确的描述信任模型中的不确定因素,同时计算结果易受恶意推荐的影响.后来,有学者采用灰色系统理论的方法研究信任评估,如:徐兰芳,胡怀飞^[7]等人提出的一种基于灰色系统理论的信誉报告机制利用灰色聚类评估计算出实体所属信任等级灰类,但不能计算出实体的具体信任评估值.徐兰芳,张大圣^[8]等人提出了基于灰色系统的主观信任模型以灰关联度为基础计算出实体的综合信任值的方法.王磊,黄梦醒^[9]提出的基于灰色 AHP 的供应商信任评估模型,将层次分析法与灰色评估法结合计算出供应商企业的信任评估值及信任等级灰类,但是对企业节点行为改变的动态适应能力支持不足.通过对现有信任评估模型的研究,发现众多模型中存在的问题主要为没有考虑近期企业行为的重要性和远期行为的时间衰减性,以及对企业恶意行为反应滞后的问题.因此,模型不适用于云计算这种大规模开放网络环境,无法科学合理地对云环境下供应商实体的整体信任度进行相应评估.

本文提出了一种基于企业行为证据的双滑动窗口的供应商信任量化评估机制,在构建时间衰变函数的基础上,让信任值随着时间的推移产生动态的变化,同时,利用双滑动窗口机制,通过对窗口的大小以及滑动条件的设置,确定窗口更新和替换的内容以保证企业行为信任评估的可信性和可扩展性.仿真实验表明,该模型提供了云环境下供应链企业信任值计算的动态性,能准确计算出企业实体的信任度,为企业对供应商的后续行为控制提供决策依据.

2 云环境下供应商信任评估原则

云计算将软件、平台、基础设施、数据、存储等全部作为服务来提供给用户.这样,企业特别是中小企业通过云服务平台可以低成本的完成企业的信息化,从而快速、柔性、按需的构建供应链.本文针对云计算特点,借鉴人类社会信息建立的思想,侧重于供应商实体的行为表现.使用“慢升快降”的供应商行为信任评估原则,如果表现在预期之内,则提供相应的资源和服务.反之,如果出现违规行为,则终止服务并对其进行惩罚.同时,当供应商长期不访问时,信任值将趋向于起始信任值.

慢升:欺骗风险的预防,防止访问次数少的供应商快速获得高信任值.

快降:欺骗风险的惩罚,对不信任供应商的惩罚策略.

3 时间衰变函数

信任是随着时间不断衰减的,不同时刻的信任度是不同的^[10].在云计算环境下进行供应商企业实体信任评估时,不能直接用历史的信任度直接计算,必须通过一个时间衰变函数进行信任度的校正,从而确保信任评估的准确性.本节通过构造一个时间衰变函数来验证信任随时间的衰减性.

定义1 时间衰变函数:

$$T(t, g) = T(t_{old}, g) - \lambda_0 (1 - a^{-\lambda(t_{new} - t_{old})}) T(t_{old}, g) \quad (1)$$

式中, $T(t, g)$ 为云计算供应商实体当前信任度, t_{old} 为上次建立信任时间; t_{new} 为当前评估时间; g 为云计算环境上下文; λ_0 为衰减系数; $a^{-\lambda(t_{new} - t_{old})}$ 为校正算子.

假定 $\lambda_0 = 0.5$ 的情况下, $\lambda = 0.1 \sim 0.4$ 的衰减曲线如图1所示,可见校正函数具有时间衰减性.规定,其中当 $\lambda = 0.2$ 时为自然衰减曲线.

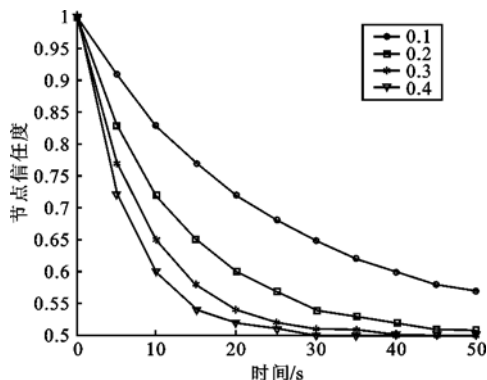


图1 时间校正函数的衰减曲线

从图中可以看出,时间衰变函数随着时间的推移信任值在不断的衰减.很好的体现了信任随时间自衰减的特性.

4 基于双滑动窗口的供应商行为信任评估模型

时间衰变函数说明了信任是随着时间慢慢衰减的.本文提出的基于双滑动窗口的信任评估算法能够使信任度的评估更加准确,最大程度地反映出供应商节点行为的真实性.评估过程可以看成如图2所示的不断滑动的双滑动窗口模型,信任记录更

新方向为自左向右. 基本思想是, 越近期的信任在整个综合的信任评估中所占的权重越大. 其中, 规定左边窗口为信任建立窗口 W_{set} , 右边窗口为可扩展窗口 W_{ext} .

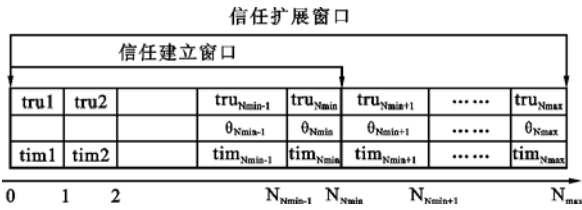


图2 双滑动窗口模型

4.1 窗口大小设置

(1) W_{set} 窗口的大小为 N_{min} , 为有效时间段内最少有效访问次数. 当欺骗企业试图通过较少的高信任交易来获得高信任评估时, 由于实际交往的次数远比 N_{min} 低, 因此即使每次交往获得很高的信任评估值, 也不能很快获得高信任值, 而是按照 N_{min} 窗口计算信任, 体现了信任“慢升”的信任特性, 从而防止了企业信任欺骗行为.

(2) W_{ext} 窗口的大小为 N_{max} , 为有效期时间段内保留的最大访问次数. 随着访问次数的增多, 模型只保留窗口大小为 N_{max} 的信任记录, 当访问次数超过 N_{max} , 远期的访问记录将被替换出去, 从而保证信任模型的可扩展性.

N_{min} 和 N_{max} 窗口大小的设置问题是首要解决的问题, 窗口大小设置的越大说明评估值对于供应商企业历史信任信息越看重, 但是, 窗口设置过大将导致评估值更新效果不明显.

4.2 窗口信任度初始值

当一个新供应商企业实体进行交互时, 由于没有历史信任信息记录, 可以将其信任度初始化为初始值 tru_0 (设置 $tru_0 = 0.5$). 随交易次数的不断增加, 初始信任值逐渐移出窗口, 实际企业实体的信任记录逐渐从右移入窗口.

4.3 动态双滑动窗口的行为信任算法

动态双滑动窗口的行为信任算法是通过动态的调整窗口的大小对信任表中的供应商节点信息数据进行信任值的计算, 其基本原则就是越近期的信任记录权重越大, 即 $\theta_1 < \theta_2 < \dots < \theta_N$. 权重 θ_i :

$$\theta_i = (t_i - t_1) / \sum_{i=1}^N (t_i - t_1) \quad (2)$$

式中, θ_i 为相对应的窗口权重, t_1 是窗口最左端的时刻即窗口开始滑动时刻. t_i 是企业实体交互时刻, N 为窗口的实际大小. 从式(2)可以看出, 近期信任在信任评估所占的比重高, 很好体现了近期行为的重

要性.

供应商实体的综合信任度的具体计算步骤如下:

(1) 计算小窗口内有效记录信任评估值 N_{min_tru}

$$N_{min_tru} = \left(\sum_{i=1}^m tru_i \times \theta_i + (N_{min} - m) \times tru_0 \right) / (N_{min} - m + 1) \quad (3)$$

(2) 计算大窗口内有效记录信任评估值 N_{max_tru}

$$N_{max_tru} = \sum_{i=1}^m tru_i \times \theta_i \quad (4)$$

m 为实际有效信任记录数, 所以最终信任评估值可分为如下三种情况进行论述:

① 当 $m < N_{min}$ 时, 最终信任评估值为 N_{min_tru} .

② 当 $N_{min} \leq m < N_{max}$ 时, 最终信任评估值按照实际企业实体交易的次数进行加权计算, 即为 N_{max_tru} .

③ 当 $m \geq N_{max}$ 时, 最终信任值按照 N_{max_tru} 来计算.

当发现企业实体有恶意欺骗行为时, 以往的信任度将会取消, 信任值降至为初始信任值 tru_0 , 从而体现了“快降”原则, 以达到惩罚目的.

5 仿真实验及结果分析

本文对提出的供应链信任评估模型进行实验仿真. 实验模拟了100个供应商企业节点的1000次随机交易. 仿真环境参数设定大窗口 N_{max} 的大小为70, 小窗口 N_{min} 大小为50, 初始信任值 tru_0 为0.5. 为了便于说明问题, 在相同参数设置下, 将本文提出的模型与不采用双滑动窗口信任模型进行了仿真实验和比较.

实验1 普通企业节点交互信任评估实验

实验1检测了在不采用双滑动窗口信任模型和基于双滑动窗口的信任模型对信任度评估的影响, 仿真结果如图3所示. 从信任值增长趋势来看, 在无窗口信任模型评估方法中, 企业节点信任值增长幅度较大. 而在本文提出的基于双滑动窗口的信任评估模型中, 信任值增长幅度较小, 尤其是在企业节点交易次数小于50次时, 增长幅度最小, 体现了“慢升”原则, 有效起到了欺骗风险的预防, 防止交易次数较少的企业实体快速获得高信任值.

实验2 抗欺骗企业节点交互信任评估实验

实验2检测了无窗口信任模型和有窗口信任模型对欺骗行为节点惩罚的影响, 仿真结果如图4所示. 当欺骗行为发生后, 在无窗口信任模型中, 由于

历史高信任值的作用,信任值并未出现明显的波动,惩罚力度不够,容易造成企业的投机行为.而基于双滑动窗口的信任模型,对发生欺骗行为的节点进行惩罚,使信任值快速的降为初始值,体现了“快降”原则.

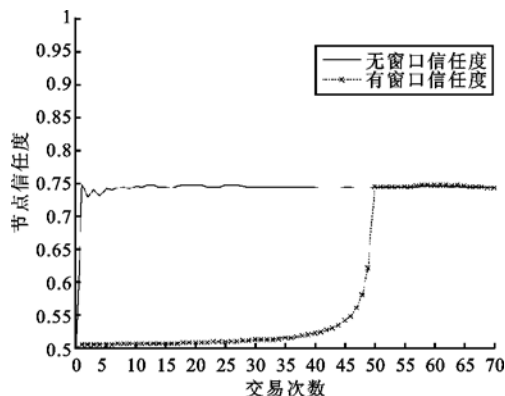


图3 普通企业节点交互信任评估模型

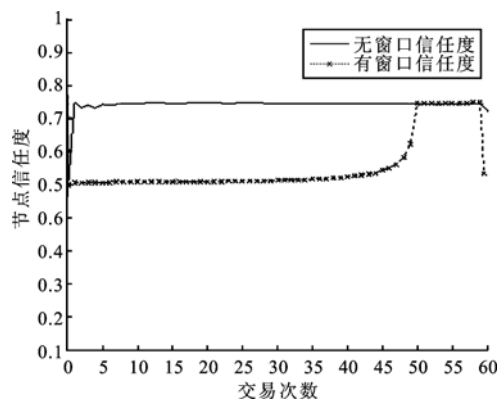


图4 抗欺骗企业节点交互信任评估模型

6 结束语

针对现有信任评估方法中没有考虑近期企业行为的重要性和远期行为的时间衰减性,以及对企业恶意行为反应滞后的问题,本文在构建时间衰变函数的基础上,考虑到时间对信任的影响,提出了一种基于企业行为证据的双滑动窗口的供应商信任量化评估机制,通过不断滑动的窗口,确定窗口更新和替换的内容以保证企业行为信任评估的可信性和可扩

展性.此方法计算简单,没有复杂的数据结构,具有良好的可扩展性和工程性.

参考文献:

- [1] Stefan Tai Jens Nimis, Alexander Lenk, et al. Cloud service engineering[C]//Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Software Engineering. NY, USA:ACM,2010:475-476.
- [2] M Tim Jones. Cloud computing with Linux [EB/OL]. [2013-08-06] (2009-02-11). <http://www.ibm.com/developerworks/linux/library/l-cloud-computing%20/index.html>.
- [3] 冯国登,张敏,张妍.云计算安全研究[J].软件学报,2011,22(1):71-83.
- [4] Beth T,Borcherding M,Klein B. Valuation of trust in open networks[C]//Proc of ESORICS'94. Brighton: Springer-Verlag, 1994:3-18.
- [5] Josang A. A logic for uncertain probabilities[J]. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based System, 2001,9(3): 279-311.
- [6] Abdul-Rahman A, Hailes S. A distributed trust model [C]//Proc of the '97 New Security Paradigms Workshop. Cumbria: ACM,1997:48-60.
- [7] 徐兰芳,胡怀飞,桑子夏,等.基于灰色系统理论的信誉报告机制[J].软件学报,2007,18(7):1730-1737.
- [8] 徐兰芳,张大圣,徐凤鸣,等.基于灰色系统理论的主观信任模型[J].小型微型计算机系统,2007,28(5): 801-804.
- [9] 王磊,黄梦醒.云计算环境下基于灰色 AHP 的供应商信任评估研究[J].计算机应用研究,2013,30(3): 742-744.
- [10] 张忠平,王培,徐晓云,基于滑动窗口的网格实体行为信任评估[J].计算机工程,2011,37(8):124-126.

作者简介:

杨宛璐 女,(1988-),硕士研究生.研究方向为人工智能.

王磊 男,(1988-),硕士研究生.研究方向为数据与知识工程、供应链管理.