

一种基于二层节点和客观风险的电子商务交易信任模型

李道全 吴兴成 郭瑞敏

(青岛理工大学计算机工程学院 青岛 266033)

摘要 为解决P2P环境下电子商务的安全交易问题,在深入研究电子商务相关信任模型的基础上,基于交易中可能存在的客观风险,提出了一种基于二层节点的综合信任度的计算模型。综合考虑了影响交易的交易金额、交易时间等多种因素,引入了可交易度的概念,并将其作为节点是否进行交易的决策依据。实验表明,该模型能够更准确地计算节点的信任值,可有效地提高交易的安全性。

关键词 电子商务,信任模型,二层节点,风险,可交易度,信任度

中图分类号 TP393 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2016.5.022

Electronic Commerce Transaction Trust Model Based on Two Layers Nodes and Objective Risk

LI Dao-quan WU Xing-cheng GUO Rui-min

(College of Computer Engineering, Qingdao Technological University, Qingdao 266033, China)

Abstract In order to solve the security problem of electronic commerce in the environment of P2P, through the deep study of e-commerce trust model discussed by other scholars, and on the base of the possible objective transaction risk, this paper proposed a calculating method for comprehensive trust based on two layer nodes. In this model, various factors are considered, such as transaction amount and transaction time. The concept of transaction degree is also introduced, which is treated as the trade decision basis. Experiment results show that, the model effectively improves accuracy of the node trust value, and effectively improves the safety of transaction.

Keywords Electronic commerce, Trust model, Two layers nodes, Risk, Transaction degree, Trust degree

1 引言

随着Internet的快速发展,电子商务也发展得越来越大,但在电子商务系统上交易的双方不能见面,相互之间互不了解,从而导致交易双方缺乏信任^[1]。另一方面,电子商务系统具有开放性,不能完全避免交易一方的恶意行为,它们一般隐藏在正常用户之间进行虚假的交易或发表虚假的评分、评论信息。解决该问题的关键就是引入信任机制,使交易双方能够在交易之前对对方有充分的信任评估^[2],从而避免恶意交易。针对这些问题,国内外研究者提出了一系列的信誉评价模型,这些模型虽然在一定程度上对信誉或信任值作出了计算,但都具有一定的缺点。

文献[3]提出了一种基于群组的信任模型,它将网络划分为两个群:Trust和Unknown,然后在Trust群又划分为 n 个小群,利用Hash函数将节点随机分配到各个小群中,具有较好的网络性能和防共谋能力。但是该模型在计算信任值时只采用简单的求和运算且考虑的影响因子不全,因此所得信任值的可信度不高。

文献[4]提出一种应用于在线交易服务者选择的多情境信任和声誉评估模型,实际信任和信誉值由启动值和经验值动态线性组合,该模型能够满足用户的各种要求,但跨系统信任和声誉迁移时不同系统中的评价机制的转化需要花费较大

的代价,在现实应用中可行性不强。

文献[5]提出了一种多维信誉评价模型,它将反映商家信息的因素归为两类:交易维度和中介维度,将商家信誉集作为一个二元组提供给买家,为其提供决策依据。该模型具有较好的信誉区分能力、防信誉诋毁能力、防信誉共谋能力和欺诈惩罚能力,但“信息超载”问题给消费者带来了过高的搜寻成本。

信任是产生交易的前提,其作为衡量一个实体的主观概念,难免会出现一些评价风险和主观意愿性影响信任值的准确性,因此如何提高信任值计算的准确性至关重要;信任是主观意愿,而每一次的交易都是存在客观风险的,单纯地只考虑实体的信任度作为交易决策的唯一依据是不够科学的,这可能导致最终计算结果的不准确从而导致交易决策失误,遭受损失^[6]。

因此,本文在深入研究信任度计算准确性及信任度和客观风险相互关系的基础之上,提出一种基于二层节点和客观风险的信任模型,在基于一层节点计算信任度的基础之上延伸到二层节点,进一步提高信任值计算的准确性;综合主观信任和客观风险,提出可交易度模型,并以此作为交易决策的依据。

2 模型的提出

2.1 信任度

节点 a 对目标节点 b 的信任度是通过综合节点 a 对节点

到稿日期:2015-06-19 返修日期:2015-07-11 本文受山东省自然科学基金项目(ZR2011FL002)资助。

李道全(1967—),男,博士,教授,主要研究方向为信任计算、电子商务、计算机网络等,E-mail: lidaoquan@sina.com; 吴兴成(1990—),男,硕士生,主要研究方向为电子商务、计算机网络等; 郭瑞敏(1992—),女,硕士生,主要研究方向为电子商务、计算机网络等。

b 的直接信任度(DT_{ab})和其他的节点对节点 b 的推荐信任度(RT_{ab})综合而得出的信任程度^[6]。当节点 a 和目标节点 b 有较多的直接交易时,节点 a 对目标节点 b 的信任度主要依据于其历史交易情况;当节点 a 和目标节点 b 的直接交易次数较少或甚至没有直接交易时,节点 a 对目标节点 b 的信任度主要依据于其他节点的推荐信任度。因此,信任度的计算公式定义如下:

$$T_{ab} = \alpha DT_{ab} + (1 - \alpha) RT_{ab} \quad (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (1)$$

其中, α 为调节因子,当 α 较大时,直接信任度占有较大权重,否则,间接信任度占有较大权重。

2.2 直接信任度

节点 a 对目标节点 b 的直接信任度是基于其历史直接交易情况而得出的节点 a 对节点 b 的未来交互行为的信任程度(期望)^[7],记为 DT_{ab} , $0 < DT_{ab} < 1$ 。

在实际的交易评价中,很多因素会对直接信任度的计算产生影响,本文将重点考虑交易时间、交易次数、交易金额、评分、失败惩罚因子等诸多因素,更加准确和客观地计算出源节点对目标节点的直接信任度^[8]。

(1) 交易金额影响因子

在现实的交易中,可能有很多交易个体想通过多次的小额交易来积累信任值,以图进行大额的交易诈骗。为了防止这种现象发生,引入交易金额影响因子,在计算过程中,交易金额越大,交易金额因子也就越大,其对信任值的影响也就越大;反之,影响越小。设 m_i 为交易金额, θ 为调节因子, n 为节点与目标节点的交易次数, $\Omega(m_i)$ 为交易金额因子,则

$$\Omega(m_i) = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \times \theta \quad (2)$$

(2) 交易时间影响因子

按照人们日常生活中的习惯,在一段时间内,人们容易相信与某人发生交易所产生的信用,但是时间久了,人们对他的信任就降低了,但如果是交易金额较大的成功交易,则人们对他的信任就会持久些,所以交易时间过去得越久且是小额交易,则其交易评价的参考价值就衰减得越快;如果交易金额较大,则其参考价值就衰减得慢些。设 t_0 为最近一次交易时间, t_c 为当前时间, $\Delta t_i = t_c - t_0$, ν 为时间有效窗, $\psi(\Delta t_i)$ 为交易时间影响因子,则

$$\psi(\Delta t_i) = \begin{cases} 1, & \Delta t_i \leq \nu \\ e^{-\frac{\Delta t_i + 1}{\Omega(m_i)}}, & \Delta t_i > \nu \end{cases} \quad (3)$$

(3) 交易次数影响因子

在现实生活中,交易双方的交易次数越多,彼此之间就越了解,也就越相互信任;同样,在电子商务的交易过程中,两个节点之间的交易次数越多,就表示对方越可信,本文引入交易次数影响因子以增加信任值计算的准确性和可信性。设 i 为节点 a 与目标节点 b 的交易次数, N_b 为与目标节点 b 的所有交易次数, $C(i)$ 为交易次数影响因子,则

$$C(i) = \frac{i}{N_b} e^{-(i+2)} \quad (4)$$

其中, $e^{-(i+2)}$ 为调节因子。

(4) 评分

一旦交易完成后,买家就可以对卖家进行评分,评分的标准是依据卖家的发货速度、服务态度、产品质量、物流速度等因素综合得来的。设 V_i 为发货速度, S_i 为卖家服务态度, Q_i

为产品质量, L_i 为物流速度, n 为交易次数, P_i 为评分因子,则

$$P_i = \frac{V_i + S_i + Q_i + L_i}{\sum_{i=1}^n (V_i + S_i + Q_i + L_i)} \quad (5)$$

(5) 失败惩罚因子

在交易过程中,往往会因为各种原因导致交易失败,对于因恶意交易而导致交易失败的节点,应该予以惩罚,随着恶意交易失败次数的增多,节点的信任值快速下降,当降低到某一阈值时,该节点会被打入黑名单或者被踢出电子商务网络。而对于由于客观原因(如网络失败、传输错误、物流原因、不可阻挡的自然灾害等)而导致交易失败的节点,则不予以惩罚。设 $p(M_e, h)$ 为惩罚因子,则

$$p(M_e, h) = \begin{cases} 1, & \text{客观交易导致的交易失败} \\ \frac{1}{1 + |\log \frac{1}{g(M_e) \times h}|}, & \text{恶意交易导致的交易失败} \end{cases} \quad (6)$$

其中,

$$g(M_e) = \frac{M_e}{M_i} \quad (7)$$

其中, M_e 为恶意交易金额, M_i 为交总金额, h 为恶意交易次数。

综上所述,直接信任度的计算公式定义如下:

$$DT_{ab} = \begin{cases} 0.5, & n=0 \\ \sum_{i=1}^n (\psi(\Delta t_i) \times \Omega(m_i) \times C(i) \times P_i) \times p(M_e, h), & n>0 \end{cases} \quad (8)$$

其中, n 为节点 a 和目标节点的交易次数。

2.3 推荐信任度

在开放网络中,实体与实体之间处于动态的变化之中,仅依赖于对实体的直接信任关系有时会显得力不从心,例如与实体的直接交易较少或甚至没有直接交易时,对实体信任值的判断就会出现较大的偏差,因此,引入第三方推荐信任可以很好地缓解这个问题。目前大多关于推荐信任度的研究都只考虑到了一层节点的推荐信任度(RT_{ab}^1),其基本思想是:节点 a 和节点 m_i 有直接交易,节点 m_i 和目标节点 b 有直接交易,则节点 m_i 就是第三方推荐节点,由第三方节点为源节点 a 提供目标节点 b 的信任参考。基于一层节点的推荐信任度计算公式定义如下:

$$RT_{ab}^1 = \sum_{i=1}^{n_1} DT_{am_i} \times DT_{m_i b} \quad (9)$$

其中, n_1 为一层节点个数。

本文在此基础上,衍生到二层节点,综合计算得出第三方推荐信任度。具体是:节点 a 与节点 m_i 有直接交易关系,节点 m_i 与节点 m_j 有直接交易关系,节点 m_j 和目标节点 b 有直接交易关系,那么节点 a 对目标节点 b 的二层节点推荐信任度(RT_{ab}^2)计算公式定义如下:

$$RT_{ab}^2 = \sum_{i=1}^{n_2} DT_{am_i} \times DT_{m_i m_j} \times DT_{m_j b} \quad (10)$$

其中, n_2 为二层节点个数。

综合一层节点和二层节点的推荐信任度得出基于二层节点的推荐信任度计算公式如下:

$$RT_{ab} = \rho_1 \sum_{i=1}^{n_1} RT_i^1 + \rho_2 \sum_{i=1}^{n_2} RT_i^2 \quad (11)$$

其中, $\rho_1 + \rho_2 = 1$, ρ_1, ρ_2 为置信因子, 因为信任度具有弱传递性^[8], 所以 $\rho_1 \geq \rho_2$ 。

2.4 风险

有交易就有风险, 特别是在电子商务这种不可见的网络交易活动中, 风险更值得人们的注意。从电子商务的角度来看, 风险主要包括因电子商务交易的不确定性而引起的损失、因欺诈而产生的直接经济损失、因网络服务中断而导致的商业机会的丧失、保密信息的外泄、因非法使用而遭受的损失、因系统被攻击而产生的损失等。简单来说, 就是交易方在进行交易时可能受到的损失的可能性。在进行交易时, 恶意行为会产生较高的风险, 诚信交易则可以降低风险、积累信任。因此, 风险与以下因素有关^[9-11]。

(1) 风险因子 τ 。在网络交易中, 交易种类繁多, 相同交易金额的交易遭受损失的概率不同, 所以引入风险因子来调节不同交易内容的风险度计算, τ 越大, 交易存在的风险越大。

(2) 交易金额 δ 。在日常生活中, 一笔交易所涉及的交易金额越大, 那么所承受损失的概率就越大, 交易存在的风险也就越大。因此, 交易金额 δ 也是交易风险度的一个影响因子。

(3) 交易失败率 η 。如果节点 a 和节点 b 间没有交易过或者是二者之间的交易全部成功, 则认为节点 a 和节点 b 之间的交易风险较小。如果交易成功率不为 100%, 则需考虑交易失败的原因, 若交易失败是由于客观原因(网络失败、传输错误、自然不可抗力灾害等)而导致的, 则认为节点 b 还是可信的, 当前交易存在的风险较小; 若节点 b 之前存在过恶意交易, 则与其交易的失败率就较大, 交易风险较大。

(4) 交易数量 χ 。在交易过程中, 某一恶意节点可能通过多次诚信交易以获取买家的信任, 然后进行一次大额恶意交易, 所以交易次数较少时, 存在的风险较小, 随着交易次数的增加, 交易风险也将会随之增加。

综上所述, 节点 a 与节点 b 交易可能遭受损失的可能性, 即风险度 V_{ab} 可定义如下:

$$V_{ab} = \tau \times f(\delta, \eta, \chi), 0 < V_{ab} < 1 \quad (12)$$

其中:

$$f(\delta, \eta, \chi) = (1 - (1 - \phi(\delta))^{r(\eta, \chi)}) \quad (13)$$

$$\phi(\delta) = e^{-\frac{1}{\delta+1}} \quad (14)$$

$$r(\eta, \chi) = \chi^{\sqrt{\eta+2}} \quad (15)$$

由上可知, V_{ab} 越趋于 1, 表示风险越大; V_{ab} 越趋于 0, 表示风险越小。风险因子 τ 越大, 风险度越大, $f(\delta, \eta, \chi)$ 表示交易金额越大、交易失败率越大、交易次数越多其值越大, 那么交易风险度也就越大。

2.5 可交易度模型

可交易度(TD_{ab})是指节点 a 和目标节点 b 进行交易之前, 对目标节点 b 的信任度和风险度进行综合考虑而得出的可与其进行交易的接受程度^[12]。

在日常生活中, 可交易度也容易让人理解。它是源节点在对目标节点综合评估的前提下而做出的一个决定, 只有信任交易方, 并且交易存在的风险在自己的接受范围之内, 二者之间的交易才能发生^[13]。

设 TD_{ab} 为可交易度, 则可交易度的计算公式定义如下:

$$TD_{ab} = \epsilon T_{ab} - (1 - \epsilon) V_{ab} \quad (16)$$

其中, ϵ 为权衡因子, 用于调节信任度和风险度所占权重。 TD_{ab} 越大, 表明可交易程度越大, 反之可交易程度越小。

3 仿真实验及结果分析

本文通过 MATLAB 进行仿真实验, 实验的主要内容是可交易度模型中直接信任度的准确性和有效性, 引入二层节点与仅一层节点信任模型信任值进行准确性的比较、风险度模型的有效性比较及可接受度模型的决策安全性比较。

在二层节点和仅一层节点的仿真实验中, 通过比较本文模型和李俊模型的交易成功率来确定信任计算的准确性; 在风险度模型实验中, 验证了风险因子对风险度的影响; 在可交易度模型实验中, 结果表明可交易度可以有效提高节点的交易安全决策的准确性。

3.1 直接信任度的有效性分析

图 1 为直接信任度有效性仿真实验结果, 由图 1 可知, 直接信任度在有效时间窗内保持不变, 但是过了有效时间窗后就随着时间不断衰减, 最后收敛于某个值; 交易金额不同, 得到的直接信任度不同, 交易金额越大, 节点评价所占比重越大, 因而, 直接信任度越大。

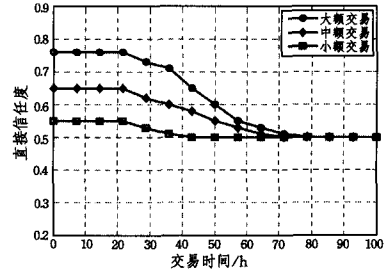


图 1 直接信任度随时间变化的曲线图

图 2 为恶意交易对直接信任度影响的仿真实验结果。同一笔交易, 若节点出现了恶意交易, 其直接信任度会被急剧减少。由图 2 可知, 节点为正常交易时, 其直接信任度为 0.76, 但是如果节点为恶意交易, 其直接信任度就减少为 0.56。

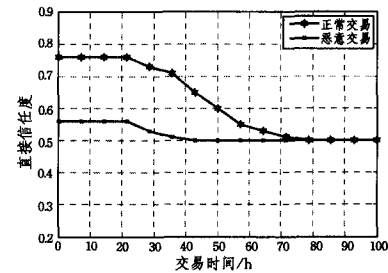


图 2 恶意交易直接信任度情况

3.2 本文模型和李俊^[1]模型的交易成功率比较

图 3 为基于本文模型与李俊模型的交易成功率的仿真实验结果, 李俊模型是一层节点模型, 其考虑到了交易时间对信任度的影响, 并引入了惩罚因子、集中度函数, 在恶意节点比例增多的情况下可有效提高交易成功率, 本文在此基础上又引入了交易次数、评分等诸多因素, 并引入二层节点用以计算推荐信任度, 进一步提高了信任值计算的准确性。由图 3 可知, 随着恶意节点的增多, 交易成功率下降, 但本文模型的交易成功率明显优于一层节点模型, 即本文模型计算信任度的准确性优于仅一层节点模型。

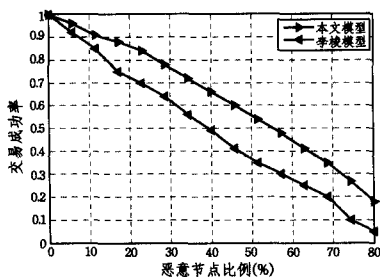


图3 信任模型交易成功率比较

3.3 交易风险度

图4为风险因子对风险度的影响。可见风险因子越大,随着时间的变化,其风险度就越大,交易失败率就越大。

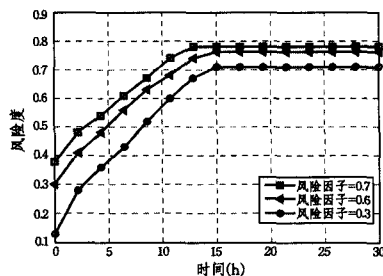


图4 风险度随时间变化的曲线图

3.4 可交易模型安全决策性验证

图5为可交易度模型对交易安全决策性仿真实验结果,在交易过程中,引入客观风险,当存在较大的交易风险时,风险度在可交易度计算中也占有较大比重,根据式(16)计算出的可交易度就较小。当可交易度小于可交易度最小阈值 ν 时,交易不可以进行,从而可以有效提高节点交易决策的准确性,避免恶意交易。

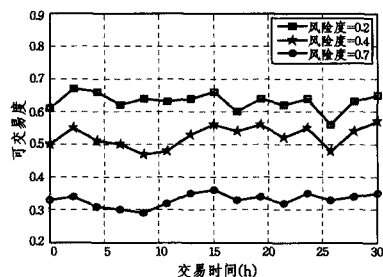


图5 可交易度随时间变化的曲线图

结束语 本文在现有对电子商务信任模型的研究基础之上,引入基于二层节点的信任度计算模型,综合考虑了交易时间、交易金额、失败惩罚因子等诸多因子对信任度的影响,提高了信任度计算的准确性和可信性及交易成功率;再融入了交易存在的客观风险,综合信任度和风险度得出可交易度,依次判断交易行为是否值得进行,避免掉入恶意交易陷阱而遭受损失,从而提高了节点交易的安全性。在下一步的研究中,可重点考虑以下几个问题:二层节点和一层节点在计算推荐信任度时所占权重的计算方法、可交易度中风险度和信任度所占权重及风险因子的计算方法;对影响风险度及信任度的因素做更进一步的讨论等。

参考文献

[1] Li Jun, Xue Wei, Gan Xu-yang. Improved Trust Mechanism Based on EigenRep Trust Model [J]. Computer Science, 2013,

40(7):113-115(in Chinese)

李俊,薛伟,甘旭阳. 基于 EigenRep 信任模型的一种改进信任机制[J]. 计算机科学, 2013, 40(7): 113-115

[2] Tang Zhi-hai, Chen Shu-hong, Wang Guo-jun. Research On Group-based C2C E-commerce Trust Model[J]. Computer Engineering, 2012, 38(23): 146-149(in Chinese)

汤志海,陈淑红,王国军. 基于群组的 C2C 电子商务信任模型研究[J]. 计算机工程, 2012, 38(23): 146-149

[3] Shu Chang-jun, Xia Yang, Ding Huai, et al. Research of trust evaluation mechanism in P2P E-commerce [J]. Computer Engineering and Design, 2011, 32(1): 28-31(in Chinese)

束长军,夏阳,丁淮,等. P2P 环境下电子商务信任评估机制研究[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(1): 28-31

[4] Liu Bin, Zhang Ren-jin. Multi-context trust and reputation evaluation system for server selection in online transaction [J]. Journal of Computer Application, 2012, 32(8): 2350-2355, 2359 (in Chinese)

刘彬,张仁津. 选择在线交易服务者的多情境信任和声誉评估系统[J]. 计算机应用, 2012, 32(8): 2350-2355, 2359

[5] Li Cong, Liang Chang-yong. Multi-dimensionality Reputation Evaluation Model for C2C E-commerce [J]. Chinese Journal of Management, 2012, 9(2): 204-211(in Chinese)

李聪,梁昌勇. 面向 C2C 电子商务的多维信誉评价模型[J]. 管理学报, 2012, 9(2): 204-211

[6] Jiang Si-wei, Zhang Jie, Ong Y S. An Evolutionary Model for Constructing Robust Trust Networks[C]// Proceedings of the 12th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. America, 2013

[7] Jiang Shou-xu, Li Jian-zhong. A Reputation-based Trust Mechanism for P2P E-Commerce [J]. Journal of Software, 2007, 18(10): 2551-2563(in Chinese)

姜守旭,李建中. 一种 P2P 电子商务系统中基于声誉的信任机制[J]. 软件学报, 2007, 18(10): 2551-2563

[8] Wang Gang, Gui Xiao-lin, Wei Guang-fu. A recommendation Trust Model Based on Trade goods Domain Ontology Content Smilarity [J]. Journal of Chinese Computer System, 2012, 33(11): 2330-2334(in Chinese)

王刚,桂小林,魏广福. 基于本体内容相似度的电子商务推荐信任模型[J]. 小型微型计算机系统, 2012, 33(11): 2330-2334

[9] Tong Xiang-rong, Zhang Wei, Long Yu. Transitivity of Agent Subjective Trust [J]. Journal of Software, 2012, 23(11): 2862-2870(in Chinese)

童向荣,张伟,龙宇. Agent 主观信任的传递性[J]. 软件学报, 2012, 23(11): 2862-2870

[10] Jiang Dong-xing, Ye Zhen. Trust Model Based on Risk Evaluation [J]. Microcomputer Information, 2012, 28(4): 122-124 (in Chinese)

姜东兴,叶震. 一种基于风险评估的信任模型[J]. 微计算机信息, 2012, 28(4): 122-124

[11] Xiong Jian-ying, Zhong Yuan-sheng. Fraud Against Model for Seller's Reputation of C2C [J]. Computer Science, 2012, 39(2): 1-4(in Chinese)

熊建英,钟元生. 一种抗欺诈的 C2C 卖方信誉计算模型研究[J]. 计算机科学, 2012, 39(2): 1-4

[12] Wei Zhi-cheng. Analysis on Type of Risk and Research on As-

essment Model Under Current E-commerce [D]. Hefei: Hfei University of Technology, 2012; 19-36 (in Chinese)

卫志诚. 当前电子商务中风险类型分析及评估模型研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2012; 19-36

[13] Zhang Jie, Cohen R. A Framework for Trust Modeling in Multi-agent Electronic Marketplaces with Buying Advisors to Consider Varying Seller Behavior and the Limiting of Seller Bids

(上接第 90 页)

相对于半监督的 GHSOM 算法, SS-ECOC 算法在入侵检测中检测率略有提高。其中, 对大部分类型的检测率均有提升, 在 warezc-client 类型的检测率上提升较为明显。原因是在半监督 GHSOM 算法中, 前期落在某些神经元上的 warezc-client 类型的数据数量较 SVM 算法增多, 后期大量与 warezc-client 特征较为类似的 normal 类型数据落在这些神经元上将 warezc-client 类型的数据淹没掉, 导致该神经元所代表的类型被认为是 normal 类型, 从而使得检测过程中会有更多的 warezc-client 类型的数据被误判为 normal 类型, 而在这一过程中, 半监督 GHSOM 算法无法自发调整获得神经元标记类型, 导致该类型检测率较 SVM 算法大幅下降。SS-ECOC 算法则在对两类相似子类进行合并的过程中, 利用 SVDD 作为相关性度量依据, 有一个小幅度调整的过程, 所以在 warezc-client 类型的检测率上较有监督的 SVM 算法有所下降, 但优于半监督 GHSOM 算法。同时, SS-ECOC 算法作为多类分类算法, 在异常数据区分度上优于其他大部分半监督的入侵检测方法, 具有更低的算法复杂度。

结束语 本文针对多类分类网络入侵检测问题, 提出了一种基于半监督纠错输出编码方法的解决办法。借鉴了 cophmeans 算法中的半监督思想, 在训练数据中引入了有标记数据。在训练过程中, 从如何构造基于入侵检测数据的编码矩阵入手, 从类间可分性准则出发利用 SVDD 作为其度量依据, 首先利用该准则综合半监督思想找出最相似的两类进行合并, 从而使相关性较大的子类划分在一起, 依此类推, 直到所有子类合并为一个类。然后从下至上建立二叉树, 对二叉树的每层节点进行编码, 从而获得层次纠错输出编码, 最终构建一个基于入侵检测数据样本的分类器。在实验中发现, SS-ECOC 算法在有效提高分类准确率的同时, 在获得标记困难的网络环境下, 相对于传统无监督算法有更优的处理小样本标记数据的能力, 具有很好的实用性。

参 考 文 献

- [1] Chandola V, Banerjee A, Kumar V. Anomaly detection: a survey [J]. ACM Computing Surveys, 2009, 41(3): 75-79
- [2] Denning D E. An intrusion detection model[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 1987, SE-13(2): 222-232
- [3] Mukkamala S, Sung A H. Feature ranking and selection for intrusion detection systems[C]//Proc of the 11th Int'l Conf. on Information and Knowledge Engineering. Las Vegas: CSREA Press, 2002; 503-509
- [4] Lee W K, Stolfo S J. A framework for constructing features and models for intrusion detection systems[J]. ACM Transactions on Information and System Security, 2000, 3(4): 227-261
- [5] Portnoy L, Eskin E, Stolfo S J. Intrusion detection with unlabeled data using clustering[C]//Proc of ACM CSS Workshop on Data Mining Applied to Security. New York: ACM Press, 2001; 51-62
- [6] Depren O, Topallar M, Anarim E, et al. An intelligent intrusion detection system(IDS) for anomaly and misuse detection in computer networks[J]. Expert Systems with Applications, 2005, 29: 713-722
- [7] Fiore U, Palmieri F, Castiglione A, et al. Network anomaly detection with the restricted boltzmann machine[J]. Neurocomputing, 2013, 122: 13-23
- [8] Yang Shi-lai, Yang Ya-hui, Shen Qing-ni, et al. A Method of Intrusion Detection Based on Semi-Supervised GHSOM[J]. Journal of Computer Research and Development, 2013, 50(11): 2375-2382 (in Chinese)
- 阳时来, 杨雅辉, 沈晴霓, 等. 一种基于半监督 GHSOM 的入侵检测方法[J]. 计算机研究与发展, 2013, 20(11): 2375-2382
- [9] Lei Lei, Wang Xiao-dan, Luo Xi, et al. Hierarchical error-correcting output codes based on SVDD[J]. Systems Engineering and Electronics, 2015, 37(8): 1916-1921 (in Chinese)
- 雷蕾, 王晓丹, 罗玺, 等. 基于 SVDD 的层次纠错输出编码研究[J]. 系统工程与电子技术, 2015, 37(8): 1916-1921
- [10] Li Jun-li, Li Wei-hua. Semi-supervised SVDD-KFCM Algorithm and its Application in Bearing Fault Detection[J]. Computer Science, 2015, 42(6A): 134-137 (in Chinese)
- 李军利, 李巍华. 一种半监督 SVDD-KFCM 算法及其在轴承故障检测中的应用[J]. 计算机科学, 2015, 42(6A): 134-137
- [11] Chen Shi-guo, Zhang Dao-qiang. Experimental Comparisons of Semi-Supervised Dimensional Reduction Methods[J]. Journal of Software, 2011, 22(1): 28-43 (in Chinese)
- 陈诗国, 张道强. 半监督降维方法的实验比较[J]. 软件学报, 2011, 22(1): 28-43
- [12] Chapelle O, Zien A. Semi-supervised classification by low density separation[C]//Proc of the 10th International Workshop on Artificial Intelligence and Statistic. Barbados. 2005; 19-26
- [13] Kulis B, Basu S, Dhillon I, et al. Semi-supervised graph clustering: a kernel approach[J]. Machine Learning, 2009, 74: 1-22
- [14] Wagstaff K, Cardie C, Rogers S, et al. Constrained k-means clustering with background knowledge[C]//Proc of ICML'01. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers. 2001; 577-584
- [15] Zhu Xiao-kai, Yang De-gui. Multi-Class Support Vector Domain Description for Pattern Recognition Based on a Measure of Expansibility[J]. Acta Electronica Sinica, 2009, 37(3): 464-469 (in Chinese)
- 朱孝开, 杨德贵. 基于推广能力测度的多类 SVDD 模式识别方法[J]. 电子学报, 2009, 37(3): 464-469
- [16] The UCI KDD Archive. KDD99 Cup Dataset[DB/OL]. (1999-10-28). <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/kddcup99.html>