

电子商务环境下的基于云模型的信任评估模型

蔡红云, 田俊峰

(河北大学 数学与计算机学院, 河北 保定 071000)

摘 要: 针对现有的基于云模型的信任评估模型中云滴权值考虑不足的问题, 提出了一种新的基于云模型的信任评估模型. 模型基于评价次数和评价一致性度量评价向量的可信程度, 以实体间的可信历史评价数据集为定量论域, 基于加权逆向云生成算法计算评价属性集中任一属性的信任云, 引入不确定因子和侧重因子进行信任决策. 仿真实验表明, 该模型能够更准确的反映卖方实体的特性, 从而为电子商务网络中交易对象的选择提供有利的参考.

关键词: 电子商务; 信任评估; 多维信任云; 不确定因子; 信任决策

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)11-0094-04

Trust Evaluation Model Based on Cloud Model in the E-commerce Environment

CAI Hong-yun, TIAN Jun-feng

(College of Mathematics and Computer, Hebei University, Baoding 071000, China)

Abstract: According to the question of cloud drop weight in the existing trust model based on cloud model, a new trust evaluation model based on trust cloud is proposed. Credibility of evaluation data is estimated according to evaluation number and evaluation consistency of the feedback entity; History evaluation data is regard as the quantitative universe of discourse; Trust cloud of entities' property is based on the weighted backward generation cloud algorithm; uncertainty factor of the evaluated entity and laterality factor of the buyer entity are introduced for trust decision-making at last. Simulation and analysis show that the model proposed in the paper can reflect a seller's property more accurately and can provide a favorable reference for a buyer entity in e-commerce.

Key words: e-commerce; trust evaluation; multidimensional trust cloud; uncertainty factor; trust decision-making

1 引言

电子商务作为一种新的商务模式给人们带来了无限的商机. 然而, 由于网上交易的虚拟性, 电子商务系统中存在的风险是巨大的. 为了降低交易的风险, 在交易进行之前对卖方的信用进行评估, 选择一个高可信的卖方实体能够有效的保障买方实体的利益. 目前信任评估已经成为电子商务技术研究的一个热点^[1].

为解决实体可信评估问题, 文献[2-3]采用概率值表示信任值, 将信任值定义在 $[0, 1]$, 这种方法能合理的运用与概率相关的推理理论, 充分考虑历史

交互信息, 但将信任的主观性和不确定性混淆为概率的随机性; 文献[4-5]采用模糊理论来研究实体的可信度, 依据影响电子商务交易的主要因素建立信任的模糊推理法则, 通过特征向量和隶属度等概念, 实现对信任的定量化描述; 文献[6-9]将云模型引入到信任模型中, 借助云模型中的数字特征参数(E_x , E_n , H_e)度量实体的可信情况. 其中 E_x 为信任期望, 作为基本信任度; E_n 为信任熵, 反映了信任关系的不确定度; H_e 为信任超熵, 反映了信任熵的不确定度. 尽管基于云模型的信任模型能较好的刻画实体行为的波动性和信任的不确定性, 但当前已有的研究中对云滴的权值考虑较少, 还有许多问题需进

收稿日期: 2013-01-12; 修回日期: 2013-02-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(61170254); 保定市科学技术与发展指导计划项目(11ZG031)

一步研究.

本文在已有的关于多维信任云模型的研究成果基础上引入云滴权值和可信实体选择,建立适用于电子商务系统的基于云模型的信任评估模型(Trust Evaluation Model Based on the Cloud Model, TEMBCM).

2 TEMBCM 模型

定义 1 服务提供者:系统中能提供资源或服务的实体,即卖方实体. 定义为一个 n 元组 $O, O = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 其中 a_i 表示服务提供者的第 i 个属性.

定义 2 评价向量:买卖双方交易后,由买方实体针对交易上下文提交的对卖方实体的满意度评价,定义为一个 n 元组.

假设某卖方实体(实体 q) 收到的评价向量集合为 $\{s_1, s_2, \dots, s_l\}$, $s_k = (e_k^1, e_k^2, \dots, e_k^n)$ 表示第 k ($k \in [1, l]$) 个评价向量,其中 e_k^i 表示第 k 个评价向量中第 i 个属性的评价.

定义 3 多维信任云^[7]: 多维信任云的定量论域是一个多维(n) 的信任评价空间 $TD = [0, 1]^n$, C 是 TD 上的定性信任概念, $x \in TD$ 是定性概念 C 的一次定量信任评价, $x(i)$ 是此定量信任评价中第 i 个分量的值, $c(i)$ 是信任度空间第 i 维的定性信任概念, $x(i)$ 对 $c(i)$ 的确定度 $\mu(x(i)) \in [0, 1]$ 是有稳定倾向的随机数, $\mu: TD \rightarrow [0, 1]^n, \forall x \in TD, x \rightarrow \mu(x)$, 则 x 在论域 TD 上的分布称为多维信任云, 记为 $TC(X)$, 每一个 x 称为一个云滴.

TEMBCM 模型的工作过程如图 1 所示.

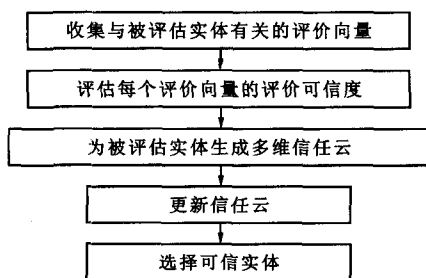


图 1 TEMBCM 模型的工作流程

3 实体信任云的生成

3.1 评价可信度量

TEMBCM 仍以时间帧为时间处理单位, 在每个时间帧内, 统计该帧内所对应的所有评价向量, 计算每个评价的评价可信度.

定义 4 评价可信度: 买方实体提交的评价向

量的可信程度. 在 TEMBCM 中, 评价向量的评价可信度受反馈实体的评价次数和评价一致性影响, 用 ET_{ij} 表示实体 i 相对于实体 j 的评价可信度, f_i 和 Δ_i 分别表示实体 i 的评价次数影响因子和评价一致性因子, 则

$$ET_{ij} = f_i * \Delta_i \quad (1)$$

评价次数影响因子是一个 $[0, 1]$ 上的单调递增函数, 若引入某一正整数 a 为调节因子, 则实体 i 的评价次数影响因子可表示为

$$f_i = \frac{\arctan(\text{num}_i - a) + \pi/2}{\pi} \quad (2)$$

评价一致性因子由过去时间帧内的评价一致性因子和当前时间帧上评价支持度两部分组成. Δ_i^{t+1} 表示实体 i 在第 $t+1$ 时间帧的评价一致性因子, Δ_i^t 和 spd_i^{t+1} 分别表示 t 时间帧内的评价一致性因子和当前 $t+1$ 时间帧内的评价支持度, α 和 β 分别是二者的权重, 初始时 $\Delta_i^0 = 1$, 则

$$\Delta_i^{t+1} = \alpha * \Delta_i^t + \beta * \text{spd}_i^{t+1} \quad (3)$$

评价支持度的计算基于评价向量间的评价相似程度, 若用 x_{ij} 表示实体 i 对实体 j 的评价向量 $(e_1, e_2, \dots, e_n)$, E_j 为当前时间帧内实体 j 所得到的评价平均值, 表示为 $(\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_n)$. 而 $\bar{e}_q$ 是该时间帧内实体 j 的第 q 个属性的所有评价向量的平均评价, 采用基于向量夹角余弦的计算方法计算

$$\text{spd}_i^{t+1} = \left(\sum_{q=1}^r (e_q * \bar{e}_q) \right) / \sqrt{\sum_{q=1}^r e_q^2 * \sum_{q=1}^r (\bar{e}_q)^2} \quad (4)$$

实际的电子商务系统中, 买方实体的行为具有不确定性, 而上面关于评价一致性因子的计算公式仅能直接适用于任何时间帧内都只进行一次交易并提交评价向量的情况, 因此还应考虑以下几种情况:

(1) 某实体在当前时间帧内没有与任何卖方实体交易, 即没有产生任何新的评价, 则该实体的评价一致性因子保持不变;

(2) 某实体在同一时间帧内与同一个卖方实体间产生了多次交易并进行了相应评价, 此时可对该买方实体的多次评价通过求平均值的方法将其看作一次评价, 然后基于前述方法求解;

(3) 某实体在同一时间帧内与不同的卖方实体间产生了多次交易并进行了相应评价, 此时应该分别求出该帧内该买方实体针对不同卖家反馈的评价向量, 将这些评价支持度的平均值作为该实体在该帧内的评价支持度, 然后利用公式 (3) 继续求解评

价一致性因子。

3.2 加权逆向云生成算法

假设实体 P 当前时间帧内所收到的评价向量构成集合 $\{e_1, e_2, \dots, e_l\}$, 所有评价向量对应的评价可信度构成权值集合 $\{w_1, w_2, \dots, w_l\}$, 其中由所有评价向量中的相同属性(第 k 个属性)所构成的集合为 $\{x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_l^{(k)}\}$, 利用加权逆向云生成算法^[12]可得到实体 p 对应的多维信任云的特征参数。

3.3 信任云的更新

信任具有时间衰减性, 因此对实体的信任评估需要将过去时间帧上的信任云和当前时间帧上的信任云进行综合, 即进行信任云的更新。

若用 $TC_{old}^{(k)}(Ex_{old}^{(k)}, En_{old}^{(k)}, He_{old}^{(k)})$ 和 $TC_{t+1}^{(k)}(Ex_{t+1}^{(k)}, En_{t+1}^{(k)}, He_{t+1}^{(k)})$ 分别表示实体 i 在时间帧 t 时和时间帧 $t+1$ 上的第 k 维信任云, $TC_{new}^{(k)}(Ex_{new}^{(k)}, En_{new}^{(k)}, He_{new}^{(k)})$ 表示时间帧 $t+1$ 后的第 k 维信任云, $\partial (\partial \in [0, 1])$ 为时间衰减因子, 则有

$$Ex_{new}^{(k)} = \partial Ex_{old}^{(k)} + (1 - \partial) Ex_{t+1}^{(k)} \quad (5)$$

$$En_{new}^{(k)} = \frac{En_{old}^{(k)}(Ex_{t+1}^{(k)} - Ex_{new}^{(k)}) + En_{t+1}^{(k)}(Ex_{new}^{(k)} - Ex_{old}^{(k)})}{Ex_{t+1}^{(k)} - Ex_{old}^{(k)}} \quad (6)$$

$$He_{new}^{(k)} = \frac{He_{old}^{(k)}(Ex_{t+1}^{(k)} - Ex_{new}^{(k)}) + He_{t+1}^{(k)}(Ex_{new}^{(k)} - Ex_{old}^{(k)})}{(Ex_{t+1}^{(k)} - Ex_{old}^{(k)})} \quad (7)$$

若 $Ex_{t+1}^{(k)} = Ex_{old}^{(k)}$, 则

$$En_{new}^{(k)} = (En_{old}^{(k)} + En_{t+1}^{(k)})/2, He_{new}^{(k)} = (He_{old}^{(k)} + He_{t+1}^{(k)})/2.$$

4 可信实体选择

当有服务请求实体发出交易请求时, 首先需给出服务响应者应满足的被评价属性上的期望阈值, 得到满足要求的实体集 $P = \{p_i, i = 1, 2, \dots\}$. 传统的基于信誉机制的信任模型仅依据实体信誉值的大小从集合 P 中选择信誉值最高的实体进行交易。由于信任评价具有主观性和不确定性, 因此在进行目标交易实体选择时, 还应该考虑到响应实体提供服务的不确定性或行为波动性。

定义 5 不确定因子: 服务提供实体提供服务性能好坏的离散程度, 可以用 $En^2 + He^2$ 来度量, $\lambda_i^{(k)}$ 代表被评估的服务提供实体 i 在第 k 个服务属性上的不确定因子, 计算公式如下:

$$\lambda_i^{(k)} = \sqrt{(En^{(k)})^2 + (He^{(k)})^2} \quad (8)$$

综合每个服务属性上实体的不确定因子和信任云的期望值, 可得到该属性上被评估实体的最终信誉值, 若 $tv_i^{(k)}$ 表示实体 i 在第 k 个服务属性上的信誉值, 则:

$$tv_i^{(k)} = Ex^{(k)} \cdot \psi^{-\lambda_i^{(k)}}, (\psi > 1) \quad (9)$$

不同服务请求实体(买方实体)对被评估实体的各个服务属性侧重不同, 因此服务请求实体在发出交易请求时, 可给出对 n 个被评价属性的侧重因子, 分别记为 $c_1, c_2, \dots, c_n$. 侧重因子 $c_k (k \in \{1, 2, \dots, n\})$ 代表服务请求实体对第 k 个评价属性的偏重程度, 满足 $0 \leq c_k \leq 1$ 且 $\sum_{k=1}^n c_k = 1$. 根据服务请求方

给出的对不同服务属性的侧重因子以及计算得到的被评估实体每个服务属性上的信誉值, 可综合产生 $ctv_i = \sum_{k=1}^n (c_k \cdot tv_i^{(k)})$, 记为被评估实体 i 的最终可信度, 买方实体在实体集 P 上选择 ctv_i 值最大的实体 i 作为目标交易实体。

可信实体选择过程的流程图如图 2 所示。

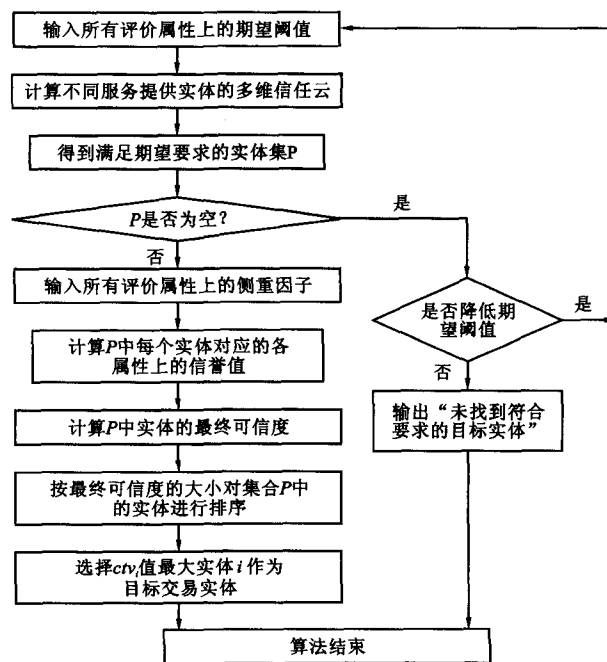


图 2 可信实体选择过程的流程图

5 仿真实验

5.1 实验说明

仿真实验基于 BISON 项目组提供的 PeerSim 仿真平台。仿真网络规模为 1 000 个节点, 每个节点同时作为买方和卖方。买卖双方交易后, 买方实体需对卖方实体进行评价, 四个评价属性分别为: 商品质量、商品价格、发货速度和卖家态度, 评价区间如表

1所示。

表 1 评价属性与评价区间

评价属性	[0,0.4)	[0.4,0.6)	[0.6,0.8)	[0.8,1]
商品质量	不好	一般	较好	非常好
商品价格	很贵	一般	较便宜	非常便宜
发货速度	慢	一般	较快	特别快
卖家态度	恶劣	一般	较好	特别好

5.2 结果分析

实验 1 卖方实体的多维信任云的数字特征

为简化问题的讨论,本实验中假设所有买家提交的评价都是真实可信的,本模型要解决的是卖家的信任评估。根据卖方实体所提供服务的^{质量}高低将其划分为:诚实卖家、不诚实卖家和恶意卖家。其中,诚实实体所提供的服务一直是诚实可信的;不诚实实体所提供的服务一直是较差的、不可信的;恶意实体所提供的服务时好时坏,具有不稳定性,可能存在周期欺骗的行为。

实验中,选取 30 个目标节点作为卖方实体,其中可信卖家、不可信卖家和恶意卖家各占 1/3,网络规模中的所有其他节点均为买方实体。每个买方实体需要对所有的卖方实体进行信任评价,若卖方实体为诚实卖家则对评价属性集中的每一属性的评价值应为区间[0.6,1]中的随机数,若卖方为不诚实卖家则对评价属性集中的每一属性的评价值应为区间[0,0.4]中的随机数,对恶意实体的评价值是整个评价区间[0,1]中的随机数。

对每一个卖方实体,收集所有买方实体提交的评价向量,对每个评价属性利用逆向云生成算法产生其一维信任云的三个特征参数:期望(Ex)、熵(En)和超熵(He),并对同类卖方实体的相同评价属性的同一特征参数求平均值,结果如表 2(以“商品质量”属性为例)所示。

表 2 不同卖家信任云的特征参数

卖方实体类型	期望	熵	超熵
可信卖方实体	0.813	0.070	0.002
不可信卖方实体	0.204	0.116	0.004
恶意卖方实体	0.462	0.126	0.004

实验 2 评价可信度量有效性验证

反馈实体可分为:诚实评价实体(HE)、一般恶意评价实体(ME)和策略形恶意评价实体(SE)。其中:诚实评价实体总是如实对卖家进行评价(为简单

起见,假设卖家提供的同类商品或服务是一致的,不考虑评价实体的主观偏好,因此所有的诚实评价结果是一致的);一般恶意评价实体总是夸大或诋毁;而策略形恶意评价实体是按照一定的策略对被评价实体给予诚实或虚假评价。

为验证本模型的评价可信度量方法的正确性和有效性,分别在不同的实验环境下进行了仿真模拟,实验中各参数取值及条件设定如表 3 所示。图 3 给出了在三类评价实体比例分别为 90%,5%和 5%,策略评价实体以 0.33 的概率进行诚实评价时三类实体的评价可信度。

表 3 实验参数取值及条件说明

实验条件	参数值或描述
α (公式 3)	0.8
β (公式 3)	0.2
a (公式 2)	10
Case1	HE,ME 和 SE 的比例分别是 90%,5% 和 5%
Case2	HE,ME 和 SE 的比例分别是 80%,10% 和 10%
Case3	HE,ME 和 SE 的比例分别是 70%,20%和 10%
SE 的策略	诚实评价的概率是 0.33

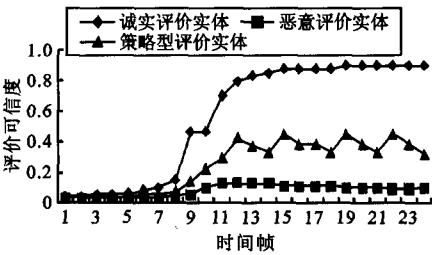


图 3 不同评价实体的评价可信度

6 结束语

本文将云模型理论引入到信任模型中,并在已有的研究基础上进行了拓展,提出了适用于电子商务环境中的 TEMBCM 模型。通过对节点实体各个属性分别建立一维信任云,能够客观且全面的反映节点实体的历史行为特征,从而为用户交易对象的选择提供有利的参考。仿真实验表明了模型的可行性和有效性。

本文未考虑实体信任云在连续时间帧内的变化,并且还未在实际的电子商务网络环境中加以应用,这些都将是下一步需要完善的方面。

参考文献:

[1] 张宇,陈华钧,姜晓红,等. 电子商务系统信任管理研究综述[J]. 电子学报,2008,36(10):2011-2020.

参考文献:

- [1] Fu Jingjing, Wang Shiqi, Lu Yan, et al. Kinect-like depth denoising[C]//Circuits and Systems (ISCAS). Seoul: IEEE, 2012:512-515.
- [2] Massimo Camplani, Luis Salgado. Efficient spatio-temporal hole filling strategy for kinect depth maps[C]//Three-Dimensional Image Processing (3DIP) and Applications II. California: SPIE, 2012:82-90.
- [3] Milani S, Calvagno G. Joint denoising and interpolation of depth maps for MS Kinect sensors[C]//Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Koyoto: IEEE, 2012:797-800.
- [4] Xu Kang, Zhou Jun, Wang Zhen. A method of hole-filling for the depth map generated by kinect with moving objects detection[C]//Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB). Seoul: IEEE, 2012: 1-5.
- [5] 王奎,安平,张兆杨,等. Kinect 深度图像快速修复算法[J]. 上海大学学报:自然科学版,2012,18(5):454-458.
- [6] Matyunin S, Vatolin D, Berdnikov Y, et al. Temporal filtering for depth maps generated by Kinect depth camera[C]//3DTV Conference: The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video (3DTV-CON). Antalya: IEEE, 2012:1-4.
- [7] Johannes Kopf, Michael F Cohen, DANI Lischinski, et al. Joint bilateral upsampling[J]. Transaction on Graphics, 2007, 26(3):96-102.

作者简介:

徐欢 男,(1988-),硕士研究生.研究方向为多媒体信息处理与计算机视觉.

郑江滨 男,(1971-),教授,博士生导师.研究方向为多媒体信息处理与计算机视觉.

(上接第 97 页)

- [2] 张琳,王汝传,张永平.一种基于模糊集合的可用于网格环境的信任评估模型[J].电子学报,2008,36(5):862-868.
- [3] Shunan Ma, Jingsha He, Shuai Xunbo. Application of fuzzy comprehensive evaluation method in trust quantification [J]. International Journal of Computational Intelligence Systems, 2011,4(5):768-776
- [4] 王守信,张莉,李鹤松.一种基于云模型的主观信任评价方法[J].软件学报,2010(6):1341-1352.
- [5] 路峰,吴慧中.网格环境下基于云模型的信任评估与决策方法研究[J].系统仿真学报,2009,21(2):421-426.
- [6] Wang Shangguang, Zheng Zibin, Sun Qibo, et al. Cloud model of service selection[C]//Proc of IEEE INFOCOM 2011 Workshop on Cloud Computing. Shanghai:IEEE,2011:677-682.
- [7] 蔡红云,杜瑞忠,田俊峰.基于多维信任云的信任模型研究[J].计算机应用,2012,32(1):5-7.

作者简介:

蔡红云 女,(1980-),硕士,副教授.研究方向为云计算、可信计算.

田俊峰 男,(1965-),博士,教授.研究方向为网络安全、可信计算.