

基于云模型的 C2C 电子商务信任评价模型^①

张 杰^{1,2} 张景安² 孙 沛¹ (1.内蒙古师范大学 传媒学院 内蒙古 呼和浩特 010022;
2.山西大同大学 数学与计算机科学学院计算机科学与技术系 山西 大同 037009)

摘 要: 针对 C2C 电子商务存在的交易安全性问题,提出了基于云模型理论的信任评价模型。通过信任云及信任标准云的定义,客观地反映了信任的模糊性和随机性,实现了信任从定性到定量间的相互转换。给出了信任云的合并及相似度计算算法,实现了信任的分属性及综合评价和决策,仿真实验表明模型是可行的和有效的。

关键词: C2C 电子商务;信任评价;云模型;模糊性;随机性

Trust Evaluation Model Based on Cloud Model for C2C Electronic Commerce

ZHANG Jie^{1,2}, ZHANG Jing-An², SUN Pei¹

(1.College of Media, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China; 2.School of Mathematics and Computer Science, Shanxi Datong University, Datong 037009, China)

Abstract: To solve the problem of the transaction security in C2C e-commerce, this paper proposes an evaluation model based on cloud model theory. The created definition of the trust cloud and the standard cloud in the valuation model show the ambiguity and random of the trust and realize transferring quantitative data to qualitative data. This paper puts forward the synthesis, similarity operation and realizes comprehensive evaluation and decision-making based on trust classification. The results of experiments show that the trust evaluation model proposed is valid.

Keywords: C2C e-commerce; trust evaluation; cloud-model; ambiguity; randomness

1 引言

交易风险是阻碍 C2C 电子商务快速发展的主要原因,在交易前进行主体间的信任评价是避免交易风险的有效手段之一。由于信任本身是主体间的一种信念,它是对主体特定上下文行为特征的主观判断,因此具有很强的主观性、模糊性和随机性,无法精确地加以描述^[1]。为了较为科学地解决信任的评价问题,在 M.Blaze 等人提出了信任管理的概念之后,一些学者基于不同的研究背景,提出了各自的信任评价模型。其中比较典型的如: Beth^[2]、Jsang^[3]等人提出的基于概率论知识进行信任度推导和计算的模型,此类模型将信任完全建立在精确的数学模型之上,将信任的

模糊性等同于随机性,不能很好地反映信任的本质;为了更加准确地把握和反映信任的本质属性,有部分学者使用模糊数学的方法来建立信任评价模型^[4-6],此类模型使用模糊集理论作为信任评判的主要工具,用隶属度来刻画信任的亦此亦彼性。然而,用模糊综合评判法进行评价时,虽然较好地表述了信任的模糊性,但却存在评判失效的问题^[7],而且没有客观地反映信任的随机性。

李德毅院士基于概率论和模糊理论的有机结合提出了云模型理论,通过隶属云及云发生器算法,较好地解决了定性概念与定量的统一。因此,将该理论引入信任管理领域,可以客观地反映信任本身的模糊

① 基金项目:内蒙古师范大学研究生科研创新基金(CXJJS09053)

收稿时间:2010-03-02;收到修改稿时间:2010-03-28

性和随机性本质,较为科学地解决了上述评价模型中存在的不足。本文针对C2C电子商务这一具体应用环境,结合在文献[8]中已做过的研究,采用云模型理论,提出了一种新的信任评价模型,使得信任评价的结果更加客观和真实。

2 信任云

由于信任是交易双方依据历史经验及相关资料建立起来的一种抽象的心理认知,随着交易内容和交易时间的变化,信任的度量具有较强的模糊性和随机性。为了客观地反映信任的这种本质,引进云模型的方式来定义信任,并将信任的度量归属为[0,1]区间的随机数,而且值越大,信任度越高。

2.1 信任云的定义

定义 1. 在 C2C 电子商务环境中,设 Φ 是一个用精确数值表示的信任评价论域(可以是一维的、二维的或多维的), T 是与 Φ 相联系的定性评价。 Φ 中的元素对于所表达的定性评价概念的隶属度 $TC(x)$ 是一个具有稳定倾向的随机数, $TC(x)$ 在论域 Φ 上的分布称为信任云(如图 1 所示)。在 [0,1] 取值,信任云是从评价论域 Φ 到区间 [0,1] 的映射,即 $x \in \Phi, x \rightarrow TC(x)$,有序对 $(x, TC(x))$ 称为信任云滴[9]。

李德毅院士在文献[9]中论述了正态云的普适性,信任评价的语言值适用于一维正态分布云的表达。信任云除了完整的形态之外,在信任区间的边界还有半升云和半降云两种半云形态,半云用来表达具有单侧特征的信任概念。关于信任的度量也不是精确的,实际上,在应用中也无需对信任做出精确的评价,只要确定交易对象能否满足交易阈值的需求即可。如图 1 所示用三个一维正态云描述的关于信任的概念,反映了“不信任”、“一般”和“信任”的概念。其中 TC2 为全云, TC1 和 TC3 为半云。

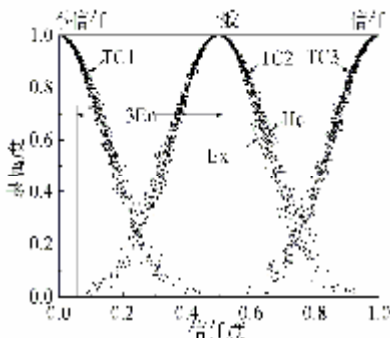


图 1 信任度的云描述

2.2 信任云的数字特征

定义 2. 在 C2C 电子商务中,信任云的定性描述可用多元组 $TC = (Ex, En, He)$ 来表示(如图 1 所示),它们反映了定性概念的定量特性。

其中 Ex(Expected Value)是信任期望,它表示在论域空间中最能够代表这个语言评价定性概念的点,即信任的理想取值; En(Entropy) 是信任熵,揭示了信任等级评价值的模糊性和随机性的关联关系,反映了信任关系中信任概念的宏观性,即信任的取值范围。 He(Hyper Entropy)是信任超熵,反映了每一次评价都具有随机性,也可以看作是每次评价的凝聚性。在图 1 中关于三个信任等级的定性描述为: TC1(Ex=0, En=0.15, He=0.01); TC2(Ex=0.5, En=0.15, He=0.01); TC3(Ex=1, En=0.15, He=0.01), 从图中可反映出这三个云在信任概念隶属度上的随机性与概念边界的模糊性。

3 信任评价

定义 3. 源节点基于特定的交易上下文,依据收集到的资料,对目标节点的预期行为进行信任度量的过程称为信任评价。

在 C2C 电子商务中,信任评价的总体思路如图 2 所示。源节点根据交易的特征及主观信念,既可以对目标节点的某一行为特征(如产品质量、物流等)进行分属性评价,也可以对目标节点的综合行为特征进行全面评价。C2C 交易的平台(如淘宝、eBay 等)可作为信任代理(Agent),完成节点相关信任资料的收集、存储及信任评价的过程,并依据评价云与信任标准云的相似度,给出信任评价的结果。

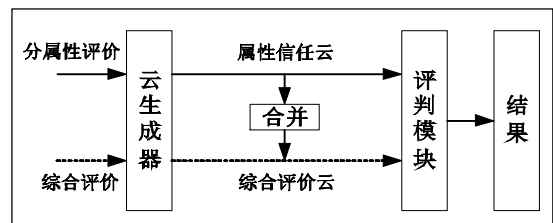


图 2 信任评价的总体思路

2.1 信任标准云

定义 4. 信任标准云是一种特殊的信任云模型,它是根据交易平台上的用户和专家共同预先制定的一套评价体系,由多个云构成,每一个云都有确定的概

念并代表相应的信任等级。

由于评价概念的模糊性及随机性，我们需要对这一组概念进行归一化处理，并依据预先制定的评价等级进行区间划分。若评价等级为 $n+1$ 个，则可得到落在 $[0,1]$ 区间上的 n 个小区间，每个区间用 $[C_{\min}^i, C_{\max}^i]$ 来表示，其中 C_{\min}^i 和 C_{\max}^i 分别表示该区间的上、下限值，其取值可通过专家评分法或实验法来确定。对这一组概念通过算法 1 处理后就可得到落在 $[0,1]$ 区间上的 $n+1$ 个信任标准云。

算法 1. 信任标准云生成器

输入: n 个评价区间

输出: $TC_i(Ex_i, En_i, He_i), i \in [1, n+1]$

其中, Ex_i, En_i, He_i 为云 TC_i 定性描述的三个数字特征。

- ① $Ex_i = (C_{\max} + C_{\min})/2$
- ② $En_i = (Ex_i - Ex_{i-1})/3$
(对于 $i = 1$ 时 $En_i = (Ex_2 - Ex_1)/3$)
- ③ $He_i = d$

d 反映了评价的随机性，在信任标准云中，其取值不易过大，否则会过于增加信任评价的不确定性，从而使评价结果难以确定。通过实验，我们将其确定为 0.01 的一个常数，既客观地反映了评价的随机性，又简化了评价过程。

2.2 逆向信任云生成器

定义 5. 若针对目标节点的分属性评价集合有 m 个，共有 n 个节点参与评价。把每一次评价作为一个云滴，根据逆向云生成算法，生成 m 个分属性的信任云，称为逆向信任云生成器。

算法 2. 逆向信任云生成器

输入: 各源节点对目标节点的评价集合 $\{S_1, S_2, \dots, S_k, \dots, S_m\}$

其中, $S_k = \{P_k^1, P_k^2, \dots, P_k^n\} (k \in [1, m])$, $P_k^j (j \in [1, n])$ 表示第 j 个节点对第 k 个属性的评价价值。

输出: $TC_i(Ex_i, En_i, He_i), i \in [1, m]$ 。将 S_k 中的各个评价价值作为一个云滴，分别代入逆向云发生器^[10]，获得信任云的三个表征参数。

2.3 信任云的合并

定义 6. 将分属性信任云按其权重值合并成一个综合信任云的过程称为信任云的合并。

算法 3. 信任云合并算法

输入: 分属性信任云 $TC_i(Ex_i, En_i, He_i), (i=1, 2, \dots,$

$m)$ 的数字特征及相应的权重值为 w_1, w_2, \dots, w_m : 且 $w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1$;

输出: 综合信任云 $TC(Ex, En, He)$, 其中:

- ① $Ex = \sum_{i=1}^n Ex_i w_i$
- ② $En = \sqrt{\sum_{i=1}^m w_i (En_i)^2}$
- ③ $He = \sum_{i=1}^m w_i He_i$

2.4 信任云的相似度

定义 7. 设有两个信任云 $TC(Ex, En, He)$ 、 $TC_s(Ex_s, En_s, He_s)$, 其中 TC_s 为某一个信任等级的标准云，将云 TC 经过正向云发生器^[10]生成云滴 $(x_i, u_i), i=1, 2, \dots, N$ ，若每一个 x_i 在标准云 TC_s 中的隶属度为 I_i ，称 $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i$ 为信任云 TC 与标准信任云 TC_s 的

相似度，记为 f 。

算法 4. 信任云 $TC(Ex, En, He)$ 相似度的计算

输入: 信任云及信任标准云 $TC_s(Ex_s, En_s, He_s)$

输出: TC 对 TC_s 的相似度 f

- ① 在云 TC 中生成以 En 为期望值， He 为方差的一个正态随机数 $En' = N(En, He)$
- ② 在云 TC 中生成以 Ex 为期望值， En' 为差的一个正态随机数 $x_i = N(Ex, En')$
- ③ 将 x_i 代入标准云的期望曲线中，计算

$$I_i = \exp\left\{-\frac{(x_i - Ex_s)^2}{2(En_s)^2}\right\}$$

- ④ 重复步骤①~③直至产生要求的 N 个 I_i
- ⑤ 计算 $f = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i$

3 实验及分析

3.1 实验前提

为了检验模型的正确性，模拟实际交易过程进行仿真实验，仿真硬件环境为：CPU AMD 5300，2GB 内存，软件工具为 Microsoft Visual Studio 2008，并通过 origin75 平台进行数据分析。为简化计算，实验中取了三个评价属性，相关设置如表 1 所示。

通过专家投票法形成 $[0, 0.3][0.3, 0.5][0.5, 0.7][0.7, 1]$ 的评价区间，然后采用算法 1 得出一组评价标准云，其数字特征值如表 2 所示，再

表1 用户信任度分属性评价等级表

评价属 性集	影响因子的标准值(评判等级)				
	I	II	III	IV	V
产品质 量(S)	差	不好	中	好	很好
物流(G)	没有 收到	严重 推迟	推迟	比较 准时	准时
距离(D)	更久	30天	20天	10天	5天

根据正向云生成器算法生成一系列标准云图如图3所示:

表2 标准云数字特征

评判等级	Ex	En	He
不认识	Ex1=0	0.05	0.01
不信任	Ex2=0.15	0.05	0.01
接近信任	Ex3=0.4	0.08	0.01
信任	Ex4=0.6	0.07	0.01
完全信任	Ex5=1	0.1	0.01

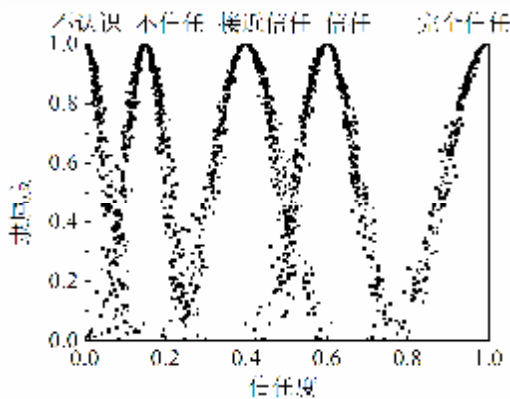


图3 信任标准云图

3.2 实验1: 综合信任评价

步骤1: 让1000个模拟节点对某一被测节点进行信任评价, 分属性评价的统计结果如表3所示。

表3 分属性评价数据表

	I	II	III	IV	V
产品质量(S)	10	40	100	800	50
物流(G)	0	0	150	350	500
距离(D)	0	50	50	850	50

步骤2: 根据算法2计算出各个属性云的数字特征如表4所示。

表4 分属性云的数字特征

	Ex	En	He
产品质量(TC1)	0.672	0.071	0.01
物流(TC2)	0.82	0.18	0.01
距离(TC3)	0.685	0.057	0.01

步骤3: 再根据算法3进行多属性云的合并, 合并权重依次取为(0.4,0.4,0.2), 得到: TCx (0.7338, 0.0672,0.01), 并生成综合云图(如图4所示)。

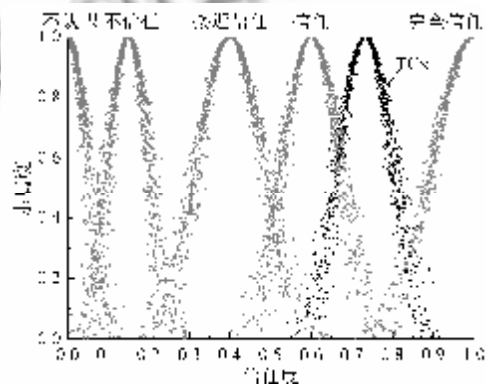


图4 综合评价信任云图

步骤4: 根据算法4计算TCx与标准云的相似度如表5所示, 其与标准云图的对比如图4所示。

表5 信任云相度计算结果表

标准云	云相似度f	相似度归一化处理后
TC1	0	0%
TC2	0	0%
TC3	0.004	1.1%
TC4	0.280	78.4%
TC5	0.073	20.5%

步骤5: 按照相似度计算结果, 可以得到对目标节点的信任评价结果为“信任”, 源节点很有可能选择其作为交易对象。

3.3 实验2: 随机性对信任评价的影响

步骤1: 根据实验1得到的综合信任云TCx (0.7338, 0.0672,0.01), 在期望、熵不变的情况下, 改变超熵的值。根据正向云生成器算法分别生成信任云图, 如图5所示。

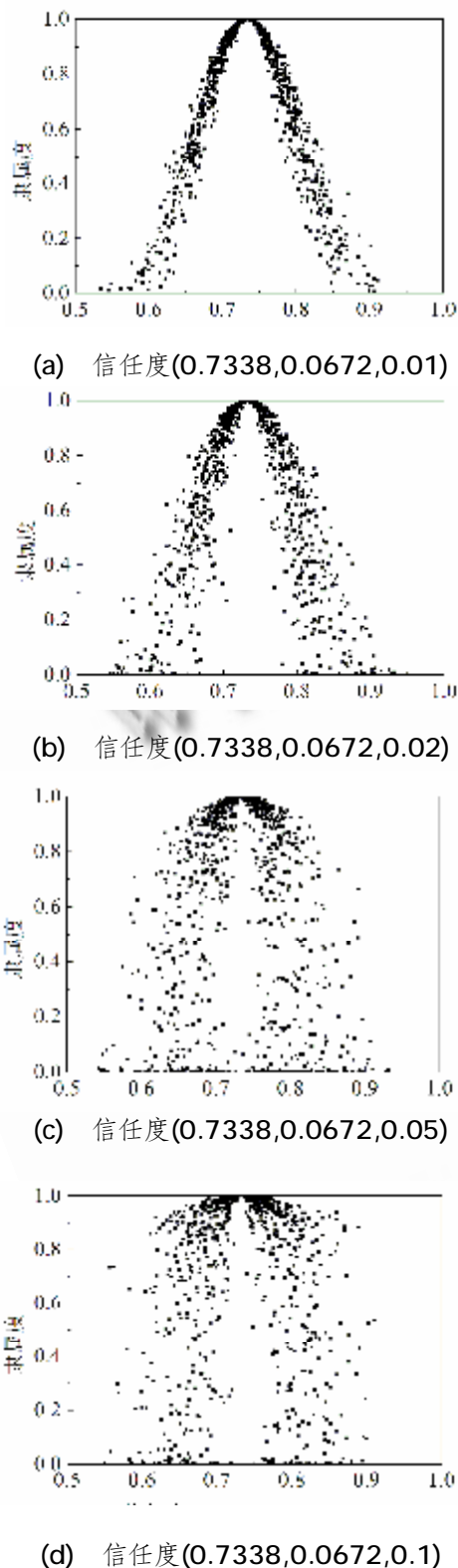


图 5 He 变化后云图比较结果图

步骤 2: 计算各信任云与标准云的相似度, 结果如表 6 所示。

表 6 He 变化后相似度比较结果表

	He=0.01	He=0.02	He=0.05	He=0.1
TC1	0%	0%	0%	0%
TC2	0%	0%	0%	0%
TC3	1.1%	1.5%	4%	8%
TC4	78.4%	75.5%	70.3%	65%
TC5	20.5%	23%	25.7%	27%

由表 6 的结果可见, 随着评价随机性的增加, 评价结果趋于分散; 而且随机性越大, 评价结果越分散, 这也符合人们对客观事物的评价过程。

3.4 讨论与分析

(1) 采用云模型理论对节点进行信任评价, 既可以对节点的各个属性进行综合评价, 也可以根据交易需要进行分属性评价(只需要在实验 1 的步骤 2 后不进行属性合并, 按相同的步骤进行分属性的评价即可), 提高了评价的可靠性及客观性, 从而可满足不同交易的需求。

(2) 对评价结果的判断, 我们采用了最大相似度的原则。在实际应用中, 若相似度计算有相同值, 为提高交易的成功率, 一般按乐观原则取较高的信任度。

(3) 本方法较为客观地反映了评价存在的随机性本质, 但随着随机性的增大, 会使评价结果更加离散, 从而增加了信任决策的难度。因此针对 C2C 电子商务的交易特征, 通过模拟实验, 文中 He 的值取了 0.01; 但针对不同的交易上下文, He 的确定还需要进一步研究。

4 结语

本文基于云模型理论提出了一种用于 C2C 电子商务环境的信任评价模型。针对不同的交易上下文, 较为全面地考察了节点的各个属性, 并客观地反映了信任的模糊性和随机性本质, 从而使评价结果更加客观、真实。该方法不仅可用于 C2C 电子商务中, 也为开放式网络的信任评价提供了一个有价值的新思路。

参考文献

- 王小斌, 矫立峰, 孙延明等. 基于模糊模拟的主观信任评价模型研究. 计算机工程与应用, 2008, 44(16): 102-104.
- Beth T, Borcherding M, Klein B. Evaluation of trust in open networks. Proc of European Symposium on

(下转第 74 页)

(上接第 87 页)

- Research in Security(ESORICS). Berlin: Springer-Verlag, 1994: 3—18.
- 3 Jøsang A. A logic for uncertain probabilities. International Journal of Uncertainty, Fuzziness & Knowledge Based Systems, 2001,9(3):279—311.
 - 4 张仕斌.基于模糊聚类的信任类型动态定义机制研究.计算机工程, 2006,5:19—21.
 - 5 唐文,胡建斌,陈钟.基于模糊逻辑的主观信任管理模型研究.计算机研究与发展, 2005,42(10):1654—1659.
 - 6 唐文,陈钟.基于模糊集合理论的主观信任管理模型研究.软件学报, 2003,14(8):1401—1408.
 - 7 曾文才.模糊综合评判失效的分析与对策.系统工程理论方法应用, 1995,4(2):54—59.
 - 8 张景安,刘军. C2C 商家信任度动态分类机制研究.计算机工程与应用, 2009,45(19):217—219.
 - 9 李德毅,刘常昱.论正态云模型的普适性.中国工程科学, 2004,6(8):28—34.
 - 10 李德毅,杜鹃.不确定性人工智能.北京:国防工业出版社, 2005:149—166.