

# 本体协同构建环境下用户行为可信度评价研究\*

冯兰萍<sup>1</sup> 吴凤平<sup>1</sup> 朱礼军<sup>2</sup>

(1. 河海大学信息管理系 常州 213022 2. 中国科学技术信息研究所 北京 100038)

**摘要** 在用户参与的本体协同构建中,用户行为可信度是评价其创建本体质量的依据之一,而目前对此研究相对较少。本文在分析用户行为特征的基础上,借鉴生态学中种群的概念,提出一种基于模糊综合评价法的用户行为可信度评价方法。该方法引入优秀种群,分别从用户直接知识行为和评价行为两个指标综合用户可信度,并详细讨论了用户单个直接可信度和评价可信度的动态计算方法,最后对其进行模拟分析。该方法能够较好地控制本体协同构建中低质量行为对用户的可信度影响,动态的、较全面的表示用户在多领域的可信度。

**关键词** 用户可信度 模糊综合评价法 本体 优秀种群

中图分类号 G302

文献标识码 A

文章编号 1002-1965(2014)10-0165-06

DOI 10.3969/j.issn.1002-1965.2014.10.028

## A User Activities Reliability Evaluating Method in Building Collaboratively Ontology

Feng Lanping<sup>1</sup> Wu Fengping<sup>1</sup> Zhu Lijun<sup>2</sup>

(1. Department of Information Management, Hohai University, Changzhou 213022)

2. Institute of Scientific & Technical Information of China, Beijing 100038)

**Abstract** In ontology collaboration building with user participation, user activities reliability is a basis for the evaluation of the quality of ontology built by the user, however at the present the related study is relatively few. From the perspective of ecology population, based on analyzing the characteristics of user activities, the paper puts forward a user activities reliability evaluating method using fuzzy comprehensive evaluation method. The method introduces excellent population, and computes the user reliability from two aspects of direct knowledge activities and evaluation activities respectively, and discusses the dynamic computing method of a single user's direct reliability and evaluation reliability, finally the method is stimulated and analyzed. The method can control the influence of the low-quality activities in ontology collaboration building on user reliability, and can help to better express the user's reliabilities in a multi-domain context comprehensively and dynamically.

**Key words** user reliability fuzzy comprehensive evaluation method ontology excellent population

## 0 引言

普通用户直接参与本体协同构建已成为解决大规模、多领域本体构建的重要途径,国内外学术界和工业界的研究人员从不同的视角对此进行研究,在理论、方法和工具等已取得了较为丰富的成果。基于 Web 的本体协同构建系统亦成为支持领域专家、本体工程师甚至公众协同开发本体的理想平台<sup>[1]</sup>,例如,WebProtégé<sup>[2]</sup>支持 Web 环境下本体协同开发过程,允

许 Web 用户间讨论和注释,Jie Bao 等<sup>[3-5]</sup>探讨了基于 Wiki 的本体协同构建工具,李亚子<sup>[6]</sup>等提出分布式加工、集中式存储以及模块式开发的 DCM 框架,李光达<sup>[7]</sup>等探讨了领域本体可视化构建,颜时彦<sup>[8]</sup>等借助云环境下的技术理念探索基于 FCA 的领域本体协作构建模式,向普通用户提供本体构建途径。因而现有协同构建方法将本体构建者拓展到普通用户,极大的提高了大规模、多领域本体的构建和新知识更新速度。但是由于普通用户来自网络,其知识结构、领域不同,

收稿日期:2014-06-30

修回日期:2014-08-27

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金“基于知识生态的本体动态构建研究”(编号:11YJA870007);“十二五”国家科技支撑计划项目“面向外科技知识组织体系的大规模语义计算关键技术研究”(编号:2011BAH10B04);2013年中央高校基本科研业务经费专项资金项目自由探索项目“流域水资源管理知识动态组织方法及其应用研究”(编号:2013B09314)。

作者简介:冯兰萍(1970-),女,博士研究生,副教授,研究方向:知识组织与知识工程、水资源信息管理;吴凤平(1964-),男,博士,教授,研究方向:决策与规划、管理科学与工程;朱礼军(1973-),男,博士,研究员,研究方向:知识组织、语义检索等。

具有不同的知识能力,其参与构建本体的质量不同,而现有的方法主要由某一特定的角色(例如管理员、专家或者用户自己)人工确定本体的质量,这极大地加重了评价者的负担。在本体协同构建中,用户既是本体的创建者,又是使用者,可根据自身认知水平对本体构建者、评价者和使用者知识行为的信任程度(可信度)等对本体的正确性做出判断,将本体评价者扩展到普通用户,利用用户的群体智慧(群体行为)去除本体中低质量错误的知识。因此如何对用户行为进行可信度评价,以减轻评价者的负担,提高本体的协同构建效率,是用户参与本体协同构建的关键问题。

用户行为可信度(下文简称用户可信度)表示在本体协同构建过程中,群体对用户产生的本体创建、修改、裂变、映射、评价等一系列知识行为的信任程度。目前对用户可信度的研究主要集中于电子商务、网络安全等多个领域<sup>[9-13]</sup>,对本体协同构建用户可信度的研究相对较少。Guha<sup>[14]</sup>等首先提出基于用户信任的开放评级系统(Open Rating System, ORS);Noy等<sup>[15]</sup>将ORS应用于本体评价,并采用概率模型为用户间信任传播提供语义;Lewen等<sup>[16-17]</sup>扩展了Guha的信任模型,提出面向特定主题的信任和多面评级的开放评级系统(Topic-Specific Trust Open Rating System, TS-ORS),以提供更精确的、个性化的本体排名;D'Aquin和Lewen<sup>[18]</sup>将TS-ORS应用于Cupboard系统,向公众提供一个完全的、友好的环境,实现本体的发布、共享、评价和重用;宋丹辉<sup>[19]</sup>提出一种基于信任的开放式本体评价模型,并探讨了其实现方法,这为用户参与的本体协同构建环境下用户可信度评价提供了理论和应用基础。

本体的协同构建过程实质上由用户和群体间通过一系列的知识行为构成,用户行为是其知识能力的体现,决定了本体质量的高低。用户行为可能会涉及到多个领域,比较复杂,具有主观性、模糊性、动态性和差异性,且同领域用户间的知识行为相互影响比较突出。因而本文引入生态学中种群概念对用户参与知识领域进行区分,提出一种本体协同构建环境下用户可信度评价方法(UREM-BCOnto),简化用户在多个领域可信度评价的复杂性,同时引入优秀种群以控制和惩罚用户的低质量行为。该方法能够动态的、真实的反映用户在多个领域的可信度,这为解决用户参与的本体协同构建中用户可信度评价提供了一种新途径,同时为本体协同构建自适应评价机制提供可靠的数据支持,为发现潜在领域专家或交叉学科专家提供路径。

### 1 相关概念定义

本体基本构成单位是三元组,一个本体可以由多

个用户协同构建完成,本文用户知识行为对象的基本单元是三元组,用户或种群直接产生三元组的知识行为,即直接知识行为,例如创建、修改、裂变、映射等,和对已生成的三元组进行评价行为对本体质量起主要作用。因此本文用户可信度将通过种群对其知识行为的信任程度来量化,在此基础上上下文将对用户可信度评价主要相关概念进行定义。

定义1 用户指所有参与本体协同构建进行知识行为的领域专家、知识工程师、Web用户(终端用户、普通用户)、系统用户等,具有不同的级别和可信度。

设  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_i, \dots, l_p\}$ ,  $L$  表示用户级别集,  $l_i$  表示第  $i$  个级别,  $l_1 \leq l_2 \leq \dots \leq l_{m-1} \leq l_p$ ,  $p$  表示级别数量,根据需要确定。

定义2 种群指所有参与相同领域本体协同构建的用户组成的群体。当某用户同时参与多个领域的本体构建时,则此用户属于多个种群。

设领域空间  $d_i (i=1, 2, \dots, n)$  表示专家构建的通用领域本体概念,则相应的种群  $p_i = \{d_i, G_{ik}\}$ ,  $k=0, 1, 2, \dots, x$ ,  $p_i$  表示  $d_i$  领域种群,  $G_{ik}$  表示  $p_i$  中第  $k$  个用户,  $x$  表示种群规模(用户数量),当  $x=0$  时,  $p_i$  没有用户参与  $d_i$  领域本体构建。当  $G_{ik}$  注册为  $d_i$  领域的用户时,或未注册为  $d_i$  领域,但在  $d_i$  领域有知识行为且满足一定的规则,  $G_{ik}$  属于种群  $p_i$ 。

定义3 优秀种群是指某行为从发生时刻  $t_0$  至  $t$  时刻为止,按一定的规则(例如用户参评时在本领域的级别、可信度等)对种群中所有对此行为评价的用户进行排序,排在前面的  $m$  个用户组成的群体即为  $t$  时刻此行为的优秀种群,  $m$  值根据需要设置,当  $m$  大于种群参与评价用户数  $m_0$  时,则  $m = m_0$ 。

定义4 用户评价是用户根据给定的评价等级标准对某一行为的正确程度给出的评价价值,采用0-1间的连续数值表示,越大表示该行为正确程度越高,越可信。

定义5 种群评价指某时间段内种群中  $x'$  个用户对同领域某用户产生的行为  $u$  的综合评价,  $x'$  表示种群中对行为  $u$  评价的所有用户数量,  $x' \geq 1$ , 不同时间段  $x'$  可能不同。

定义6 优秀种群评价即为某行为  $u$  的优秀种群对其进行的综合评价。

由上述定义可知,种群对用户直接知识行为的信任程度(直接可信度)可通过种群对同领域各个直接知识行为的综合评价获得;种群对用户评价行为的信任程度(评价可信度),本文通过用户与种群对同领域相同直接行为评价距离表示,评价距离越小,用户评价可信度就越高。

由于用户在不同领域知识行为独立,因而各个领

域的可信度相互独立。

定义7 用户在多领域的可信度指不同领域的用户直接可信和评价可信度分别综合成相应领域的可信度。

## 2 多领域用户可信度评价

2.1 基于模糊数学的用户可信度评价模型 用户行为具有多层次、模糊性、随机性和动态性,本文采用模糊综合评价法<sup>[17-18]</sup>描述 UREM-BCOnto 方法,对模糊综合评价模型  $\{U, V, R\}$  进行扩展,引入种群信息和时间维以能够比较动态的、真实反映用户在多领域的可信度,采用五元组表示如下:

$$B = \{S, U, V, R, t\}$$

$S$  表示用户所属种群空间,  $s_i \in S$ 。

$U$  表示因素集(用户行为集),  $U = \{u_i\}; u_i = \{u_{ij}\}$ , 相应权值为  $\{a_i\}, \{a_{ij}\}, i=1, 2; j=1, 2, \dots, k$  表示行为  $u_i$  中含有  $k$  个子行为。

$V$  表示可信度评价集。本文将评判等级标准划分成五个等级,即  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} = \{\text{不可信, 基本可信, 可信, 相当可信, 非常可信}\}$ 。相应范围为  $\{[0, c_1), [c_1, c_2), [c_2, c_3), [c_3, c_4), [c_4, 1]\}$ ,  $0 \leq c_1 \leq c_2 \leq c_3 \leq c_4 \leq 1$ 。

$R$  表示模糊评价值。

$t$  表示对用户某领域可信度的计算时间,表示用户可信度的动态性。当用户参与的本体协同构建系统中存在大量用户同时发生的知识行为时,实时计算用户可信度时,计算量较大,将会影响系统的性能,而用户可信度由一系列具有时序关系的知识行为确定,为提高系统的计算性能,本文用户可信度由历史可信度和当前可信度综合而成。

不同领域用户和种群行为类似,用户不同领域可信度相互独立,因而可采用相同的方法对不同领域可信度进行评价,下文主要讨论用户单领域可信度的评价。

2.2 权值的确定 用户在本体协同构建过程中,其可信度受其直接知识行为规模、评价行为规模和种群对其直接知识行为的评价规模影响较大,不同时刻规模不同,具有动态性。因而本文采用主客观混合赋权的方法来确定各行为指标的权值,不仅表达专家的意见,而且表示了用户的共同意见。

本文主观赋权法主要采用专家赋权法对各个因素(指标)进行赋权,选择一级指标  $u_1$  表示直接知识行为,  $u_2$  表示评价行为,相应权值为  $a_1, a_2$ , 对应的二级指标  $\{u_{1j}\} = \{\text{创建、修改、裂变、映射}\}, \{u_{2j}\} = \{\text{创建评价、修改评价、裂变评价、映射评价}\}$ , 相应的权值为  $a_{ij}$  ( $i=1, 2, j=1, 2, 3, 4$ )。

设  $t$  时刻,行为  $u_i$  的规模为  $x_i^{(t)}$ ,  $u_{ij}$  的规模为  $x_{ij}^{(t)}$ ,

$x_i^{(t)} = \sum_{j=1}^4 x_{ij}^{(t)}$ , 则  $u_i$  的混合权值可表示为:

$$a_i^{(t)} = a_i x_i^{(t)} / \sum_{i=1}^2 a_i x_i^{(t)} \quad (1)$$

$u_{ij}$  的混合权值可表示为:

$$a_{ij}^{(t)} = a_{ij} x_{ij}^{(t)} / \sum_{j=1}^4 a_{ij} x_{ij}^{(t)} \quad (2)$$

2.3 单个直接行为可信度计算 单个直接行为可信度由单个直接行为历史可信度和当前可信度综合而成。

设用户  $G$  的第  $m$  个直接行为  $u_{li}^m$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ),  $t_0$  时刻发生,  $[t_0, t_{j-1}]$  为历史交互期,  $[t_{j-1}, t_j]$  为当前交互期,时间间隔为  $\Delta t_j$ 。

2.3.1 当前交互期内单个直接行为评价 设当前交互期内,种群  $p_i$  中有  $y_{li}^{m(\Delta t)}$  个用户对  $u_{li}^m$  进行了评价,  $i=1, 2, 3, 4$ , 第  $k$  参评用户  $G_k$  的级别为  $l_k^i$ ,  $l_k^i \in L$ , 可信度为  $b_k$ , 对行为  $u_{li}^m$  的评价值为  $r_{lik}^m$ 。

由于不同交互期内参与评价的种群分布不同,每个参评用户的权值受其他参评用户级别和可信度的影响,具有动态性,本文从这两个维度表示用户  $G_k$  的权值  $w_k^{(\Delta t)}$ :

$$w_k^{(\Delta t)} = \frac{l_k^i b_k}{\sum_{k=1}^{y_{li}^{m(\Delta t)}} l_k^i b_k} \quad (3)$$

则  $y_{li}^{m(\Delta t)}$  个用户对行为  $u_{li}^m$  的综合评价价值  $b_{li}^{m(\Delta t)}$ :

$$b_{li}^{m(\Delta t)} = \sum_{k=1}^{y_{li}^{m(\Delta t)}} w_k^{(\Delta t)} r_{lik}^m \quad (4)$$

根据公式(4)可得,当前交互期内,当  $y_{li}^{m(\Delta t)}$  为种群评价规模时,  $b_{li}^{m(\Delta t)}$  为行为  $u_{li}^m$  当前可信度。为了体现种群的群体智慧,设  $y_{li}^{m(\Delta t)} \geq y_0$ 。当  $j=1$  时,即首次计算行为  $u_{li}^m$  的可信度  $b_{li}^{m(t_0)} = b_{li}^{m(\Delta t)}$ 。

同理,当  $t_{j-1} = t_0$ ,参评用户为优秀用户,  $y_{li}^{m(\Delta t)}$  为优秀种群评价规模时,优秀种群对行为  $u_{li}^m$  综合评价价值  $b_{li}^{m(t_0)} = b_{li}^{m(\Delta t)}$ 。

对行为  $u_{li}^m$ ,由上可得,

用户  $G_k$  与优秀种群的评价距离为:  $d_{lik}^{m(t_0)} = |r_{lik}^m - b_{li}^{m(t_0)}|$ ;

当前交互期内,种群与优秀种群的评价距离:  $d_{lik}^{m(t_j)} = |b_{li}^{m(\Delta t)} - b_{li}^{m(t_0)}|$ 。

2.3.2 单个直接行为可信度动态计算 不同时间段时,种群评价的质量和规模是影响单个直接行为可信度的重要因素。因此在对单个直接行为可信度计算时不仅要考虑种群评价规模,而且要消除种群低质量评价对单个直接行为可信度的影响,本文引入优秀种群评价,通过设置阈值  $d_0$  来降低种群低质量评价。

具体思路为:

当  $d_{li}^{m(t_j)} > d_0$ , 认为种群评价失真, 计算当前交互期中用户与优秀种群评价距离  $d_{lik}^{m(t_j)} \leq d_0$  的用户数  $n$ , 如果  $n \geq n_0$ , 则利用公式(4)计算此  $n$  个用户的综合评价价值作为本交互期种群评价值  $b_{li}^{m(\Delta t_j)}$ ,  $y_{li}^{m(\Delta t_j)} = n$ , 否则, 该交互期种群评价不参与行为  $u_{li}^m$  的计算。

设至  $t_{j-1}$  时刻, 对行为  $u_{li}^m$ , 种群评价规模为  $y_{li}^{m(t_{j-1})}$ , 可信度为  $b_{li}^{m(t_{j-1})}$ , 则  $t_j$  时刻, 种群评价规模  $y_{li}^{m(t_j)} = y_{li}^{m(t_{j-1})} + y_{li}^{m(\Delta t_j)}$ , 令  $y_{li}^{m(\Delta t_j)} = y_{li}^{m(\Delta t_j)} / y_{li}^{m(t_j)}$ , 行为  $u_{li}^m$  的直接可信度计算公式如下:

$$b_{li}^{m(t_j)} = \begin{cases} b_{li}^{m(\Delta t_j)} & j = 1 \\ (1 - y_{li}^{m(\Delta t_j)}) b_{li}^{m(t_{j-1})} + y_{li}^{m(\Delta t_j)} b_{li}^{m(\Delta t_j)} & d_{li}^{m(t_j)} \leq d_0, j \geq 2 \\ b_{li}^{m(t_{j-1})} & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

**2.4 用户直接综合可信度评价** 设至  $t_j$  时刻用户  $G$  在  $d_i$  领域的直接行为  $u_{ik}$  的规模为  $x_{ik}^{(t_j)}$  ( $k=4$ ),  $u_{ik}$  第  $i$  个行为的可信度为  $b_{ik}^{(t_j)}$  (由公式(5)计算得), 可信度  $b_{ik}^{(t_j)}$  为  $x_{ik}^{(t_j)}$  个  $u_{ik}$  行为可信度按种群评价规模加权平均得, 则

$$b_{ik}^{(t_j)} = (b_{ik}^{1(t_j)} y_{li}^{1(t_j)} + b_{ik}^{2(t_j)} y_{li}^{2(t_j)} + \dots + b_{ik}^{x_{ik}^{(t_j)}(t_j)} y_{li}^{x_{ik}^{(t_j)}(t_j)}) / \sum_{m=1}^{x_{ik}^{(t_j)}} y_{li}^{m(t_j)} \quad (6)$$

行为  $u_{ik}$  的权值  $a_{ik}^{(t_j)}$  由公式(2)可得:

$$a_{ik}^{(t_j)} = a_{ik} x_{ik}^{(t_j)} / \sum_{k=1}^4 a_{ik} x_{ik}^{(t_j)}$$

用户直接可信度即为种群对用户直接行为的综合评价, 由公式(1)可得:

$$b_1^{(t_j)} = \sum_{k=1}^4 (b_{ik}^{(t_j)} \times a_{ik}^{(t_j)}) \quad (7)$$

**2.5 用户评价可信度动态计算** 设当前交互期内,  $u_{li}^k$  为用户  $G$  与种群共同评价的第  $k$  个直接行为,  $G$  为种群参与评价  $u_{li}^k$  的第  $k$  个用户, 权值是  $a_{li}^k$ ,  $a_{li}^k \in \{a_{ik}\}$ , 用户  $G$  对  $u_{li}^k$  的评价值  $r_{lik}^k$ , 种群对  $u_{li}^k$  的评价值为  $b_{li}^{k(t_j)}$ , 评价规模为  $y_{li}^{k(\Delta t_j)}$ , 则根据评价可信度定义可得, 在  $t_j$  时刻,  $G$  与种群对行为  $u_{li}^k$  的评价距离为  $d_{lik}^{k(t_j)} = |r_{lik}^k - b_{li}^{k(t_j)}|$ , 对其规范化后, 得用户  $G$  对行为  $u_{li}^k$  的可信度为:

$$b_{2i}^{k(t_j)} = 1 - d_{lik}^{k(t_j)} \quad (8)$$

当前交互期内, 种群和用户共同评价规模为  $x_{2i}^{(\Delta t_j)}$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ),  $x_{2i}^{(\Delta t_j)} = \sum_{i=1}^4 x_{2i}^{(\Delta t_j)}$ , 与  $b_{li}^{(t_j)}$  类似, 可信度  $b_{2i}^{(\Delta t_j)}$  按种群评价规模加权平均得为:

$$b_{2i}^{(\Delta t_j)} = \sum_{k=1}^{x_{2i}^{(\Delta t_j)}} (y_{li}^{k(\Delta t_j)} b_{2i}^{k(t_j)}) / \sum_{k=1}^{x_{2i}^{(\Delta t_j)}} y_{li}^{k(\Delta t_j)} \quad (9)$$

用户  $G$  评价可信度为:

$$b_2^{(\Delta t_j)} = \sum_{i=1}^4 (a_{2i}^{(\Delta t_j)} \times b_{2i}^{(\Delta t_j)}) \quad (10)$$

$$b_{2i}^{(\Delta t_j)} \text{ 由公式(1)得, } a_{2i}^{(\Delta t_j)} = a_{2i} x_{2i}^{(\Delta t_j)} / \sum_{i=1}^4 a_{2i} x_{2i}^{(\Delta t_j)}$$

为了更好的体现用户与种群对领域认知的一致性, 设  $x_2^{(\Delta t_j)} \geq x_0$ 。

由公式(10)可得, 用户首次评价可信度  $b_2^{(t_1)} = b_2^{(\Delta t_1)}$ 。

随着时间的推移和知识行为的增加, 用户的知识能力逐渐增强, 用户  $G$  评价可信度不仅与其评价规模有关, 而且与其评价行为产生的时间有关, 认为用户  $G$  在当前交互期内的评价比历史交互期内的评价可信度高, 本文引入时间因子  $\sigma$  表示时间因素对用户评价可信度的影响,  $0.5 \leq \sigma \leq 1$ 。

设  $t_{j-1}$  时刻, 用户  $G$  和优秀种群共同评价行为规模  $x_2^{(t_{j-1})}$ , 历史评价可信度为  $b_2^{(t_{j-1})}$ , 当前交互期内, 用户与种群共同评价行为规模  $x_2^{(\Delta t_j)}$ , 则当前交互期用户  $G$  评价可信度权值为:

$$\alpha = \sigma x_2^{(\Delta t_j)} / ((1 - \sigma) x_2^{(t_{j-1})} + \sigma x_2^{(\Delta t_j)})$$

$t_j$  时刻, 则用户评价可信度  $b_2^{(t_j)}$  用  $\alpha$  综合为:

$$b_2^{(t_j)} = \begin{cases} b_2^{(\Delta t_j)} & j = 1 \\ (1 - \alpha) b_2^{(t_{j-1})} + \alpha b_2^{(\Delta t_j)} & j > 1 \end{cases} \quad (11)$$

**2.6 用户综合可信度计算** 设用户  $G$  是  $d_i$  领域的注册用户,  $t_j$  时刻在  $d_i$  领域的可信度是综合用户在  $d_i$  的领域直接可信度和评价可信度而得, 行为  $u_i$  的规模为  $x_i^{(t_j)}$ , 根据公式(1)得其权值  $a_i^{(t_j)}$ , 则用户可信度  $b^{(t_j)}$  表示如下:

$$b^{(t_j)} = a_1^{(t_j)} b_1^{(t_j)} + a_2^{(t_j)} b_2^{(t_j)} \quad (12)$$

当在  $d_j$  领域的知识行为满足一定的规则时, 例如直接知识行为或评价行为量达到一定阈值即  $x_1^{(t_j)} + x_2^{(t_j)} \geq N$  时 ( $N$  根据需要确定), 则计算用户  $G$  在  $d_j$  领域的可信度,  $G$  同时属于  $p_j$  种群, 因而用户有多领域有知识行为时, 可能同时具有多领域可信度, 为发现多领域潜在和交叉学科专家提供途径。

### 3 仿真实验及其结果分析

在 UREM-BCOnto 方法中, 单个直接行为可信度的计算是实现低质量行为的控制关键; 用户可信度的动态性主要体现于用户和种群行为的动态性, 及其引起的指标权值的动态变化; 由于用户可信度各指标权值均采用主客观混合方法动态计算, 综合直接可信度、评价可信度; 本文将设计三个仿真实验来验证 UREM-BCOnto 方法的有效性, 证明该方法能够动态的、正确的反映多领域用户可信度, 能够消除低质量行为对用户可信度的影响。

另外任一时间段内, 种群对某一行为的综合评价

值可能是  $[0, 1]$  间的任意值,且当前交互期内单个直接行为可信度通过对种群评价采用加权平均的方法获得,相对比较简单,因而不失一般性,本实验中当前交互期内用户单个直接行为可信度选用一组  $[0, 1]$  间的随机数据,不再进行仿真。

实验 1 目的在于验证 UREM-BCOnto 将优秀种群评价引入可信度计算后,连续的交互期内单个直接行为可信度对种群低质量评价行为的敏感性。

表 1 行为  $Gu$  当前直接可信度

$\Delta t$	$t_0-t_1$	$t_1-t_2$	$t_2-t_3$	$t_3-t_4$	$t_4-t_5$	$t_5-t_6$	$t_6-t_7$	$t_7-t_8$	$t_8-t_9$	$t_9-t_{10}$
$b_{li}^{m(\Delta t_j)}$	0.5075	0.1379	0.8842	0.3115	0.0966	0.7903	0.7266	0.6443	0.9605	0.783

表 2  $t_j$ 时刻行为  $a_{li}^m$  直接可信度

$t_j$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$
$b_{li}^{m(t_j)}$	0.6	0.61	0.9	0.9	0.91	0.91	0.9	0.9	0.92	0.92
$b_{li}^{m(t_j)}$	0.5075	0.5075	0.6959	0.6959	0.6959	0.7274	0.7272	0.7106	0.7523	0.7566
$N_{li}^{m(t_j)}$	0.5075	0.3227	0.5099	0.4603	0.3875	0.4547	0.4935	0.5124	0.5622	0.5842

由表 1、表 2 可知,  $t_1-t_2$ 、 $t_3-t_4$ 、 $t_4-t_5$  行为  $u_{li}^m$  当前可信度与优秀种群评价值  $b_{li}^{m(t_j)}$  的距离大于  $d_0$ , 存在大量的低质量评价行为,且有效的评价用户数低于  $n_0$ ,  $b_{li}^{m(t_j)}$  此阶段评价进行修正忽略不计,此阶段种群有效评价行为计入下一阶段,  $b_{li}^{m(t_j)}$  呈较小波动上升的趋势,因而 UREM-BCOnto 对种群的低质量行为是不敏感的。在用户群体智慧作用下,行为  $u_{li}^m$  可信度经历了由基本可信至相当可信的变化。  $N_{li}^{m(t_j)}$  由于未对种群低质量行为进行修正,受低质量行为的影响,在不同时间段内出现种群评价极不一致的情况,行为  $u_{li}^m$  的可信度波动较大,对种群的低质量行为极为敏感。

由表 2 可知,随着种群参与用户的变化,优秀种群的构成亦发生变化,其评价值  $b_{li}^{m(t_j)}$  总体呈上升趋势。

讨论:在 UREM-BCOnto 方法中,  $d_0$  的设置决定了种群低质量评价对用户可信度影响程度。由表 2 可知,当  $d_0$  设置合理时,用户的单个直接行为可信度对种群低质量评价行为对用户可信度基本没有影响;  $d_0$

表 3  $t$ 时刻用户  $G$  对行为  $u_{li}^k$  的评价可信度

$u_{li}^k$	$u_{li}^1$	$u_{li}^2$	$u_{li}^3$	$u_{li}^4$	$u_{li}^5$	$u_{li}^6$	$u_{li}^7$	$u_{li}^8$	$u_{li}^9$	$u_{li}^{10}$
$b_{li}^{k(t)}$	0.1934	0.5075	0.6813	0.6959	0.6959	0.7095	0.7272	0.7106	0.8358	0.9797
$N_{li}^{k(t)}$	0.2311	0.3227	0.6068	0.4603	0.3875	0.4547	0.4935	0.5124	0.7523	0.8913
$r_{lik}^{k(t)}$	0.1	0.6	0.7	0.6	0.3	0.8	0.2	0.75	0.85	1
$b_{2i}^{k(t)}$	0.9066	0.9075	0.9813	0.9041	0.6041	0.9095	0.4728	0.9606	0.9858	0.9797
$e_{2i}^{k(t)}$	0.8689	0.7227	0.9068	0.8603	0.9125	0.6547	0.7065	0.7624	0.9023	0.8913

由表 3 可知,对行为  $u_{li}^5$ 、 $u_{li}^7$ ,种群与用户  $G$  同时出现了大量的低质量评价行为,虽然  $N_{li}^{k(t)}$  较低,但是  $e_{2i}^{k(t)}$  的值较高,  $e_{2i}^{k(t)} > b_{2i}^{k(t)}$ ,即引入优秀种群后,将能够控制种群和用户  $G$  同时出现低质量行为时,对用户低质量行为的惩罚,当前评价可信度  $b_{2i}^{k(t)}$  较低。

当用户  $G$  与种群对某行为评价不一致时,其当

设用户  $G$  的行为  $u_{li}^m$  于  $t_0$  产生,则其后 10 个连续交互期内行为  $u_{li}^m$  的当前直接可信度如表 1 所示,种群评价规模设为  $y=n=n_0=10$ ,  $d_0=0.45$ ,  $c_1=0.4$ ,  $c_2=0.6$ ,  $c_3=0.7$ ,  $c_4=0.85$ 。

根据表 1 中数据所计算的  $t_j$ 时刻行为  $u_{li}^m$  优秀种群的评价值  $b_{li}^{m(t_j)}$ 、 $u_{li}^m$  直接可信度  $b_{li}^{m(t_j)}$  和  $N_{li}^{m(t_j)}$  (未引入优秀种群),具体如表 2 所示。

越小,用户单个直接行为可信度越接近于优秀种群评价,但不能代表种群多数用户的意见;  $d_0$  越大,用户单个直接行为可信度越接近种群评价,对种群低质量评价控制越少。例如本例中当  $d_0=0.4$  或  $d_0=0.3$  时,种群的低质量行为对用户可信度的影响较大。因而当用户的直接行为被种群进行大量低质量评价时,  $d_0$  值合理时,越能体现用户真实直接可信度,对种群低质量评价越不敏感。因此  $d_0$  值需要多次仿真、模拟后确定。

实验 2 目的在于验证 UREM-BCOnto 将优秀种群评价引入可信度计算后,能够更好地体现用户低质量评价行为对其评价可信度的影响。

设当前交互期内,用户  $G$  和种群共同对其他用户生成的 10 个直接行为  $u_{li}^k$  进行评价,用户  $G$  对  $u_{li}^k$  的评价值  $b_{lik}^k$ 、种群评价值  $b_{li}^{k(t)}$  及  $G$  当前评价可信度  $b_{2i}^{k(t)}$ 、未引入优秀种群的种群评价  $N_{li}^{k(t)}$  及  $G$  当前评价可信度  $e_{2i}^{k(t)}$ ,  $b_{li}^{k(t)}$ 、 $N_{li}^{k(t)}$  及  $r_{lik}^{k(t)}$  为随机生成数。具体见表 3。

前评价可信度较低,且其评价行为将不影响该行为的直接可信度,例如当  $d_0=0.4$  时,用户  $G$  的评价行为将不影响  $u_{li}^7$  的直接可信度,其评价行为被去除。当  $d_0=0.3$  时,用户  $G$  对  $u_{li}^5$ 、 $u_{li}^7$  的评价都被去除。

因而用户评价可信度对用户的低质量评价行为是敏感的,引入优秀种群后,能够更好地反应用户其与种

群对同领域知识的认知的一致性,更真实的反映用户评价可信度。

实验3 目的在于验证 UREM-BCOnto 方法中,用户行为规模、种群评价规模引入行为权值动态计算后,能够更好地反映用户可信度。

由于用户可信度、直接可信度和评价可信度的综合和权值计算类似,因而本实验将以当前交互期内评

表4 t时刻用户G对行为u<sub>li</sub>的评价可信度

$u_{li}$	$u_{11}$					$u_{12}$		$u_{13}$	$u_{14}$	
	$u_{11}^1$	$u_{11}^2$	$u_{11}^3$	$u_{11}^4$	$u_{11}^5$	$u_{11}^6$	$u_{12}^1$	$u_{12}^2$	$u_{13}^1$	$u_{14}^1$
$b_{2i}^{k(t)}$	0.9066	0.9075	0.9813	0.9041	0.6041	0.9095	0.4728	0.9606	0.9858	0.9797
$y_{11}^{k(t)}$	10	15	18	12	16	11	13	10	15	15
$a_{1i}$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.3	0.3
$a_{2i}$	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.25	0.25
$a_{1i}^{k(\Delta t)}$	0.1220	0.1829	0.2195	0.1463	0.1951	0.1341	0.5652	0.4348	1.0000	1.0000
$na_{1i}^{k(\Delta t)}$	0.1667	0.1667	0.1667	0.1667	0.1667	0.1667	0.5	0.5	1	1
$x_{2i}^{(\Delta t)}$	6					2		1	1	1
$a_{2i}^{(\Delta t)}$	0.6667					0.1481		0.0926	0.0926	0.0926
$b_{2i}^{(\Delta t)}$	0.7641					0.5275		0.9858	0.9797	0.9797
$N_{2i}^{(\Delta t)}$	0.8689					0.7167		0.9858	0.9797	0.9797

由表4可知,种群评价规模  $y_{1i}^{k'}$  各不相同,  $y_{1i}^{k'}$  对  $u_{li}$  评价可信度  $b_{2i}^{(\Delta t)}$  的影响不同。例如  $y_{11}^{5(t)}$  大于  $y_{11}^{1(t)}$ 、 $y_{11}^{2(t)}$ 、 $y_{11}^{4(t)}$ 、 $y_{11}^{6(t)}$ ,  $b_{21}^{5(t)}$  小于  $b_{11}^{1(t)} \sim b_{11}^{4(t)}$ 、 $b_{11}^{6(t)}$ , 而  $u_{11}$  可信度  $b_{21}^{(\Delta t)} < N_{21}^{(\Delta t)}$ , 即在引入种群评价规模后,得规模权值  $a_{1i}^{k(\Delta t)}$ , 对  $u_{11}$  可信度进行动态修正; 根据公式(9)、(10)计算可得,  $b_2^{(\Delta t)} = 0.7695$ ,  $N_2^{(\Delta t)} = 0.8674$ ,  $b_2^{(\Delta t)} < N_2^{(\Delta t)}$ , 即引入用户行为规模  $x_{2i}^{(\Delta t)}$  后,得混合权值  $a_{2i}^{(\Delta t)}$ , 对用户评价可信度  $b_2^{(\Delta t)}$  进行修正。引入用户、种群行为规模后,能够充分利用群体智慧和用户自身的行为反映用户真实的可信度。因此用户可信度对种群评价规模、用户行为规模是敏感的。

### 4 结论与展望

用户可信度评估是基于 Web 的本体协同构建关键,本文提出一种本体协同构建用户多领域可信度评价方法,并对其进行分析。该方法引入优秀种群评价能够较好的去除低质量行为对用户可信度的影响和惩罚低质量行为,这为解决 Web 本体协同构建中用户可信度的评价提供了一种新方法,同时为发现潜在领域专家或交叉学科专家提供路径,该方法同样适用于基于用户评价的开放知识系统。本文的研究假设是用户积极参与本体的协同构建,下一步工作主要是对影响用户知识行为的因素进行研究,以提高用户参与本体协同构建的积极性。

#### 参考文献

[1] Xian Guojian, Zhao Ruixue. A Review and Prospects on Collaborative Ontology Editing Tools [J]. Journal of Integrative Agri-

价可信度的计算为例进行仿真,其它不再分析。

设实验2中10个直接行为为  $\{u_{11}^1, u_{11}^2, u_{11}^3, u_{11}^4, u_{11}^5, u_{11}^6, u_{12}^1, u_{12}^2, u_{13}^1, u_{14}^1\}$ ,  $x_{2i}^{(\Delta t)} = \{6, 2, 1, 1\}$ ,  $\{a_{1i}\} = \{0.4, 0.1, 0.3, 0.3\}$ ,  $\{a_{2i}\} = \{0.3, 0.2, 0.25, 0.25\}$ , 种群对  $u_{1i}^{k'}$  评价规模  $y_{1i}^{k(t)}$ ,  $a_{1i}^{k(\Delta t)}$  表示种群评价规模权值,  $N_{2i}^{(\Delta t)}$  表示未考虑种群评价规模的  $u_{li}$  可信度, 相应  $u_{1i}^{k'}$  权值  $na_{1i}^{k(\Delta t)} = 1/x_{2i}^{(\Delta t)}$ 。具体见表4。

culture, 2012, 11(5):731-740.

[2] Tudorache T, Nyulas C, Noy NF, et al. WebProtégé: A Collaborative Ontology Editor and Knowledge Acquisition Tool for the Web[J]. Semant Web, 2013, 4(1):89-99.

[3] Jie Bao, Vasant G Honavar. Collaborative Ontology Building with Wiki@nt - a Multi-agent Based Ontology Building Environment [EB/OL]. [2013-08-10]. [http://ceur-ws.org/Vol-128/EON2004\\_Baojie.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-128/EON2004_Baojie.pdf).

[4] Auer S, Dietzold S, Riechert T. OntoWiki-A Tool for Social, Semantic Collaboration [C]// In: The Semantic Web (ISWC 2006), LNCS 4273:736-749.

[5] 朱晓冰, 寇雅楠. 基于维基技术的本体构建方法探讨[J]. 图书馆学研究, 2009(1):54-56.

[6] 李亚子, 钱庆, 郭文丽, 等. 大规模本体协同构建框架研究与设计[J]. 图书情报工作, 2011(12):96-100.

[7] 李光达, 常春, 张峻峰. 领域本体可视化构建研究[J]. 情报杂志, 2013, 32(9):171-174;127.

[8] 颜时彦, 王胜清, 罗云川. 云环境下基于FCGU的领域本体协作构建模式初探[J]. 现代图书情报技术, 2014(3):49-56.

[9] 李小勇, 桂小林. 动态信任预测的认知模型[J]. 软件学报, 2010, 21(1):163-176.

[10] 朱友文等. 分布式计算环境下的动态可信度评估模型[J]. 计算机学报, 2011, 34(1):55-64.

[11] 刘绮虹, 武小年, 杨丽. 基于用户行为的加权信任计算方法[J]. 计算机应用, 2011, 31(7):1887-1890.

[12] 陆悠, 罗军舟, 李伟, 等. 面向网络状态的自适应用户行为评估方法[J]. 通信学报, 2013, 34(7):71-80.

[13] 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):2330-2335.

[14] Guha R. Open Rating Systems[EB/OL]. [2014-3-10].

(上接第 170 页)

[http://www.w3.org/2001/sw/Europe/events/foaf-galway/papers/fp/open\\_rating\\_systems/wot.pdf](http://www.w3.org/2001/sw/Europe/events/foaf-galway/papers/fp/open_rating_systems/wot.pdf).

- [15] Noy NF, GuhGu R, Musen M. User Ratings of Ontologies; Who Will Rate the Raters? [EB/OL]. [2014-3-10]. <http://ftp.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-164/raws2005-paper1.pdf>.
- [16] Lewen H, et al. Topic-specific Trust and Open Rating Systems: an Approach for Ontology Evaluation [C]. CEUR Workshop Proceedings, v 179, 2006, EON 2006 - Proceedings of 4th International Workshop on Evaluation of Ontologies for the Web, Co-located with the WWW 2006p.
- [17] Lewen H, D'aquin M. Extending Open Rating Systems for Ontology Ranking and Reuse [C]. Knowledge Engineering and Management by the Masses Lecture Notes in Computer Science Volume 6317, 2010, pp 441-450.
- [18] D'aquin M, Lewen H. Cupboard - a Place to Expose Your Ontologies to Applications and the Community [C]. The Semantic Web: Research and applications Lecture Notes in Computer Science Volume 5554, 2009:913-918.
- [19] 宋丹辉. 基于信任的本体评价模型研究[J]. 情报理论与实践, 2012, (4):71-75.
- [20] 王铁套, 王国营, 陈越. 基于模糊综合评价法的网络舆情预警模型[J]. 情报杂志, 2012, 31(6):47-51, 58.
- [21] 张建华, 张磊磊. 知识管理中知识获取绩效测度研究[J]. 情报杂志, 2014, 33(5):194-197, 160. (责编:王平军)