

一种改进的基于需求上下文的 Web 服务信任评估方法研究

王玲玲 张为群 刘 哲

(西南大学计算机与信息科学学院 重庆 400715)

(重庆市智能软件与软件工程重点实验室 重庆 400715)

摘要 Web 环境中存在不同服务质量的 Web 服务,如何选择满足用户需求且可信的服务成为一个关键问题。针对现有信任评估方法的不足,提出了一种描述需求上下文的概念来区分不同需求约束下的直接信任度的方法,它利用需求上下文相似度过滤掉没有参考价值的历史数据,同时对不同偏好的推荐实体进行模糊聚类,找到合适的推荐实体,并对推荐实体的推荐能力利用推荐可信度和推荐不可信度进行了区分,以削弱恶意实体对信任评估的影响。通过实验验证了该方法的有效性和可行性。

关键词 服务质量,需求上下文,模糊聚类,推荐不可信度

Study on an Improved Approach of Web Services Trust Evaluation Based on Requirement-contexts

WANG Ling-ling ZHANG Wei-qun LIU Zhe

(Faculty of Computer and Information Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

(Chongqing Intelligent Software and Software Engineering Laboratory, Chongqing 400715, China)

Abstract There are different qualities of Web services in Web environment. However, how to choose reliable Web service that satisfies users' requirements has become a serious problem. We proposed a trust mechanism based on requirement-contexts and recommendation dishonesty. Filter unvaluable historical data by calculating requirement-contexts similarity and find the appropriate recommenders by fuzzy clustering of recommenders' different preferences. Then we proposed an approach based on recommendation dishonesty and honesty to distinguish recommenders' capacity to weaken malicious recommenders' influence. At last, the results of experiment demonstrate the feasibility and validity of the approach.

Keywords Webservice quality, Requirement-contexts, Fuzzy cluster, Recommendation dishonesty

由于 Web 服务环境的开放性和欺骗性等特征,尤其是一些恶意的服务提供商可能出于一些商业利益,提供虚假的恶意服务注册信息,使得服务请求者不易获得满足信任需求的高质量 Web 服务。这样就增加了服务使用的风险。所以,我们通过信任管理机制来降低交易风险并且最大程度地满足用户期望。把信任机制引入到 Web 服务的管理中,通过研究请求者和提供者之间的信任关系,建立信任评估模型,甄别出具有不同服务能力的实体,识别出有各种恶意行为的实体。

众多研究者对信任进行了不同角度、不同方面的研究工作。Beth 等先提出了对信任进行量化的概念和方法^[1,2],将信任分为直接信任和推荐信任,根据成功和失败的概率来计算信任度,并给出了信任合成的方法。Y. Wang 等提出基于 Bayesian 网络的信任模型^[3]。该模型利用 Bayesian 网络,根据用户节点的不同偏好和需求来计算目标节点的信任值。Josang 等引入证据空间(evidence space)和观念空间(opinion space)的概念来描述和度量信任关系^[4]。而后 L. Xiong 提出了基于反馈的信任系统 PeerTrust,模型中区分了推荐信任和交易信任,并将对交易满意程度的反馈作为评估信任的参数^[5]。随后很多研究都采用了这种以满意度反馈进行信任评估

的方法。但是现有的这些模型中还存在以下一些问题:(1)没有考虑请求节点服务质量期望(也就是需求)对满意度的影响,使得信任度的计算不够准确。(2)没有考虑不同节点对服务的偏好不同对信任评估的影响。(3)不能有效打击动态恶意推荐实体。

鉴于上述问题,本文提出了一种改进的基于需求上下文的信任评估模型 WEBTRM 用于 Web 服务的信任评估,期望通过本文的方法能够获得 Web 服务较为准确可靠的信息,以此作为服务选择和组合的基础。

1 相关定义

定义 1(信任空间) 设 Q 为信任空间,它表示影响实体信任评价的服务质量属性集合。本文定义 $Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4\}$ 。 q_1 表示可用性; q_2 表示可靠性; q_3 表示服务费用; q_4 表示响应时间。其中 q_1, q_2 为效益型属性,其属性值越大越好。 q_3, q_4 为成本型属性,其属性值越小越好^[6]。

定义 2(需求上下文) 设 E 为两个评估实体交互过的需求上下文集合, $e_m \in E$ 。 $e_m = (\langle q_{m1}^{\min}, q_{m1}^{\max} \rangle, \langle q_{m2}^{\min}, q_{m2}^{\max} \rangle, \dots, \langle q_{mn}^{\min}, q_{mn}^{\max} \rangle)$, $n \leq |Q|$, $q_{mi}^{\min} \leq q_{mi}^{\max}$, $q_{mi}^{\min} > 0$, $q_{mi}^{\max} > 0$ 。 s_i^{\min}, s_i^{\max} 分

到稿日期:2010-04-25 返修日期:2010-07-30 本文受重庆市自然科学基金项目(CSTC,2006BA2003)资助。

王玲玲 女,硕士生,主要研究方向为软件工程、Web 服务、可信计算,E-mail:wangll@swu.edu.cn;张为群 男,教授,主要研究方向为软件工程、形式语言、软件测试(通信作者);刘 哲 女,硕士生,主要研究方向为软件工程等。

别表示信任评估主体期望得到的服务的第 i 个属性的最小值和最满意值。如果该属性为效益型, $s_i^{\min} = q_m^{\min}, s_i^{\max} = q_m^{\max}$ 。如果该属性为成本型, $s_i^{\min} = q_m^{\max}, s_i^{\max} = q_m^{\min}, s_i^{\min} > 0, s_i^{\max} > 0$ 。

定义 3(直接信任关系) 令 $T_{a \rightarrow b} = \{T(e_1, t_1), T(e_2, t_2), \dots, T(e_n, t_n)\}$, 其中 $T_{a \rightarrow b}$ 表示 a 和 b 的直接信任记录集合。 $T(e_n, t_n)$ 表示 a 在某个需求上下文 e_n 下, 在时刻 t_n 时对 b 的信任度。若 $T_{a \rightarrow b} \neq \phi$, 表示实体 a 与 b 存在直接信任关系。

定义 4(服务满意度) $s(a, b) = fs \times nfs$ 。其中 a, b 分别表示信任评估主体和客体。 fs 和 nfs 分别表示功能和非功能属性满意度。 $fs \in \{0, 1\}$, 0 表示评估客体不能满足评估主体的功能需求, 1 表示评估客体能够满足评估主体的功能需求。

非功能属性满意度即对信任空间中质量属性的综合满意度, 记为 nfs 。将评估主体对评估客体的第 i 个质量属性满意度记为 nfs_i 。 $nfs_i \in [0, 1], nfs_i \in [0, 1], i \in \{1, 2, \dots, n\}, n \leq |Q|$ 。 w_i 表示评估主体对信任空间中第 i 个属性的偏好权重。 s_i^d 表示评估主体实际得到的服务的第 i 个质量属性值。

$$nfs_i = \begin{cases} 0 & s_i^d < s_i^{\min} \\ 1 & s_i^d \geq s_i^{\max} \\ ek \in (0, 1) & s_i^{\min} \leq s_i^d < s_i^{\max} \end{cases}$$

$$nfs = \begin{cases} 0 & \exists nfs_i = 0 \\ \sum_{i=1}^n w_i \times nfs_i & \forall nfs_i \neq 0, \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{cases}$$

定义 5(推荐可信度) 推荐者给出推荐意见的可靠程度, 用 rt_n^k 表示推荐实体 r_i 在第 k 次推荐后的推荐可信度, $rt_n^k \in [0, 1]$ 。 $\Delta a, \Delta b$ 具体表达式见 3.2 节。

$$rt_n^k = \begin{cases} 0.3 & k=1 \\ rt_n^{k-1} - \Delta b & \text{推荐失败 } \Delta b \in [0, 1] \\ rt_n^{k-1} + \Delta a & \text{推荐成功 } \Delta a \in [0, 1] \end{cases}$$

定义 6(推荐不可信度) 对推荐者给出不可信推荐程度的度量。 ct_{\max} 是能容忍的最大不可信推荐次数, ct_i 是实体 r_i 作出不可信推荐的次数。则推荐实体 r_i 的推荐不可信度 drt_i 表示如下:

$$drt_i = \min\left(\frac{ct_i}{ct_{\max}}, 1\right), (ct_{\max} > 0, ct_i > 0, drt_i \in [0, 1])$$

2 WEBTRM 信任模型

2.1 直接信任

由于信任空间中不同的质量属性具有不同的取值和范围, 为了计算本次请求需求上下文与交互过的历史需求上下文相似度, 我们需要对评估主体和客体交互过的所有需求上下文进行标准化。

2.1.1 需求上下文标准化

设 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$, $e_i = (\langle q_{i1}^{\min}, q_{i1}^{\max} \rangle, \langle q_{i2}^{\min}, q_{i2}^{\max} \rangle, \dots, \langle q_{in}^{\min}, q_{in}^{\max} \rangle)$, $n \leq |Q|$, 则对 E 根据式(1)、式(2)进行标准化^[7]。其中 $v_{ij}^{\min} \in [0, 1], v_{ij}^{\max} \in [0, 1], i \in \{1, 2, \dots, m\}, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ 。

$$v_{ij}^{\min'} = \frac{q_{ij}^{\min}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (q_{ij}^{\max})^2}} \quad v_{ij}^{\max'} = \frac{q_{ij}^{\max}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (q_{ij}^{\min})^2}} \quad \text{效益型(1)}$$

$$v_{ij}^{\min'} = \frac{\left(\frac{1}{q_{ij}^{\max}}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{q_{ij}^{\min}}\right)^2}} \quad v_{ij}^{\max'} = \frac{\left(\frac{1}{q_{ij}^{\min}}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{q_{ij}^{\max}}\right)^2}} \quad \text{成本型(2)}$$

2.1.2 需求上下文相似度

设 $e_p' = (\langle v_{p1}^{\min}, v_{p1}^{\max} \rangle, \langle v_{p2}^{\min}, v_{p2}^{\max} \rangle, \dots, \langle v_{pn}^{\min}, v_{pn}^{\max} \rangle)$, $e_q' = (\langle v_{q1}^{\min}, v_{q1}^{\max} \rangle, \langle v_{q2}^{\min}, v_{q2}^{\max} \rangle, \dots, \langle v_{qn}^{\min}, v_{qn}^{\max} \rangle)$ 分别是 e_p, e_q 标准化后的需求上下文。 w_i 为评估主体对第 i 个属性的偏好权重。 $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。则 e_p 和 e_q 的相似度为:

$$\text{sim}(e_p, e_q) = \sum_{i=1}^n w_i * (1 - \sqrt{(v_{pi}^{\min} - v_{qi}^{\min})^2 + (v_{pi}^{\max} - v_{qi}^{\max})^2}) \quad (3)$$

2.1.3 直接信任度求解算法

设 $E_{a \rightarrow b}$ 表示实体 a 和实体 b 有直接信任记录的需求上下文的集合, e_r 表示本次信任评估请求的需求上下文, $\text{time}()$ 为时间衰减函数。 $\text{time}() = \lambda^{tNow - t}$, $tNow$ 表示当前日期。 t 表示历史交互日期。 $\text{ran}(tNow - t) = N$ 。 $\lambda \in (0, 1]$ 。 ζ 为相似度阈值, $\zeta \in [0, 1]$ 。

输入: $E_{a \rightarrow b}$ 和 e_r

输出: 直接信任度 $DT_{a \rightarrow b}^r$ 和相关需求上下文集合 $\phi_{a \rightarrow b}^r$

Step 1 将集合 $E = E_{a \rightarrow b} \cup \{e_r\}$ 根据式(1)、式(2)标准化为 $E' = E'_{a \rightarrow b} \cup \{e_r'\}$;

Step 2 $\forall e'_i \in E'_{a \rightarrow b}$, 根据式(3)计算 $\text{sim}(e_i, e_r)$, $E'_{a \rightarrow b} = E'_{a \rightarrow b} - \{e'_i\}$;

Step 3 若 $\text{sim}(e_i, e_r) \geq \zeta$, $\phi_{a \rightarrow b}^r = \phi_{a \rightarrow b}^r \cup \{e_i\}$, $DT_{a \rightarrow b}^r = DT_{a \rightarrow b}^r + \text{sim}(e_i, e_r) \times T(e_i, t_i) \times \text{time}()$, 否则;

Step 4 若 $E'_{a \rightarrow b} \neq \phi$, 转 Step 2。否则;

Step 5 若 $\phi_{a \rightarrow b}^r \neq \phi$, $DT_{a \rightarrow b}^r = DT_{a \rightarrow b}^r / |\phi_{a \rightarrow b}^r|$ 。否则;

Step 6 输出 $DT_{a \rightarrow b}^r$ 和 $\phi_{a \rightarrow b}^r$ 。

2.2 间接信任

为了计算出较为准确可靠的间接信任, 我们需要过滤掉与本次请求关联不大的推荐者的推荐信息, 并且要通过赋予不同推荐信息不同的权重来区分恶意和善意的推荐者。

2.2.1 推荐实体选择算法

设与目标实体交互过的实体集合 $o = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, r_i 对目标实体的质量属性偏好向量 $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$, $m = |Q|$, $K = \{k_1, k_2, \dots, k_c\}$ 表示系统中已有的 c 个聚类, 其中 k_i 表示第 i 个聚类包括的实体集合。 $\forall k_i \neq k_j$, 若 $r_i \in k_i$ 则 $r_i \notin k_j$ 。 Φ 表示与请求实体偏好相似的推荐实体集合。 ξ 为系统设定的阈值。 $0 \leq \xi \leq 1$ 。

输入: $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 、评估主体 a 的偏好向量 x_r

输出: 评估主体的推荐节点集合 ϕ

Step 1 若 $\exists k_i \in K, a \in k_i$, 转 Step 4, 否则;

Step 2 $o = o \cup \{a\}$, $\forall r_i \in o, r_j \in o$, 运用余弦函数求得两

者之间的相似度 $r_{ij}(r_i, r_j) = \frac{\sum_{m=1}^n x_{im} \times x_{jm}}{\sqrt{\sum_{m=1}^n x_{im}^2} \times \sqrt{\sum_{m=1}^n x_{jm}^2}}$, 建立模

糊相似矩阵 $R_{n \times n} = (r_{ij})_{n \times n}$;

Step 3 将模糊相似矩阵 R 逐次平方, 求得其传递闭包 R' , 选取合适阈值 $\lambda \in [0, 1]$, 求得 λ 截矩阵 R_λ , 得到动态聚类集合 $K' = \{k_1', k_2', \dots, k_m'\}$, $K = K'$, 转 Step 1;

Step 4 $\forall r_i \in k_i$, 计算 $r_{ia}(r_i, a)$, $k_i = k_i - \{r_i\}$;

Step 5 若 $r_{ia}(r_i, a) \geq \xi$, $\Phi = \Phi \cup \{r_i\}$ 。否则;

Step 6 若 $k_i \neq \phi$, 转 step4。否则;

Step 7 对 $\forall r_i \in \Phi$, 根据 2.1.3 节算法求得 r_i 与本次请求相关的需求上下文集合 ϕ_i , 则确定的最终推荐节点集合 $\phi =$

$\{r_i | \phi_r \neq \phi \wedge r_i \in \Phi_r\}$, 输出 $\phi\sigma_r$ 。

2.2.2 计算采纳度

由于并不是所有的推荐实体都是诚实可信的,因此对于不同的推荐实体给出的推荐意见要赋予不同的权重,这个权重就是采纳度。为了有效区分善意和恶意的推荐实体,我们根据推荐可信度和推荐不可信度确定对推荐实体 r_i 给出的推荐意见的采纳度 p_r 。

推荐可信度、推荐不可信度和采纳度具有模糊性和主观性,为了更准确地表现它们之间的关系,本文采用模糊推理的方法进行描述。

设 $U = \{U_1, U_2\}$ 为输入集合, U_1, U_2 分别表示推荐可信度和推荐不可信度。推荐可信度和推荐不可信度的语言值 $s^U(Adopt) = \{\text{很低, 低, 中等, 高, 很高}\}$, 分别用 VL, L, M, H, VH 表示。

设 $V = \{V1, V2, V3, V4, V5, V6\}$ 为输出集合, V1, V2, V3, V4, V5, V6 分别表示完全不采纳, 一般不采纳, 稍微不采纳, 稍微采纳, 一般采纳, 完全采纳, 用 UA, GUA, LUA, LA, GA, FA 表示。

设 μ_A 为模糊集 A 的隶属函数, 其定义如下式所示, 其中 a 是阈值, $a \in [0, 1]$ 。 x 是计算得到的推荐可信度或推荐不可信度的值。确定隶属度函数有很多方法, 这里采用线性回归方法确定。

$$\mu T(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq a \\ \left(\frac{x-a}{1-a}\right)^2 & a < x \leq \frac{a+1}{2} \\ 1 - \left(\frac{x-1}{1-a}\right)^2 & \frac{a+1}{2} < x \leq 1 \end{cases}$$

在确定了输入输出变量并定义了相应的模糊子集和隶属度函数之后, 根据实验分析, 建立表 1 所列的模糊规则进行采纳度的模糊推理。根据上述方法得到采纳度的模糊表示后, 运用反模糊化方法得到采纳度 p_r 的量化值, $p_r \in [0, 1]$ 。

表 1 采纳度的模糊推理规则

		drt				
		VL	L	M	H	VH
prt	VL	GUA	LUA	LA	GA	FA
	L	UA	GUA	LUA	GA	GA
	M	UA	GUA	GUA	LA	GA
	H	UA	UA	GUA	GUA	LUA
	VH	UA	UA	UA	UA	GUA

2.2.3 计算间接信任度

$$RT_{a \rightarrow b}^e = \frac{\sum_{r_i \in \phi_r} r_{ia}(r_i, a) \times p_{r_i} \times DT_{r_i \rightarrow b}^e}{\sum_{r_i \in \phi_r} r_{ia}(r_i, a) \times p_{r_i}}$$

式中, ϕ_r 表示推荐实体集合, $r_{ia}(r_i, a)$ 表示推荐实体 r_i 和评估主体 a 的偏好相似度, p_{r_i} 表示推荐实体 r_i 的采纳度, $DT_{r_i \rightarrow b}^e$ 表示推荐实体 r_i 在需求上下文 e_r 下对实体 b 的直接信任度。

2.3 计算综合信任度

$$T = \alpha \times DT_{a \rightarrow b}^e + \beta \times RT_{a \rightarrow b}^e (\alpha + \beta = 1)$$

3 信任演化和更新

3.1 直接信任的更新和演化

令 T_{ab}^{nw} 表示更新后的直接信任度, T_{ab}^{nd} 表示更新前的直接信任度, $s(a, b)$ 表示实体 a 与实体 b 交互后进行的服务满意度评价, $\lambda \in [0, 1]$ 为时间因子, 用来加权历史信任和本次评

价, 距离现在越近的信任越有价值。则对直接信任度的计算公式如下:

$$T_{ab}^{nw} = (1 - \lambda) \times T_{ab}^{nd} + \lambda \times s(a, b)$$

3.2 推荐可信度的更新和演化

$$\text{评价相对偏差: } diff_{r_i} = \frac{|s(a, b) - DT_{r_i \rightarrow b}^e|}{\ell}$$

其中, $s(a, b)$ 为请求实体 a 在本次交互后对交互实体 b 的服务满意度评价, $DT_{r_i \rightarrow b}^e$ 为推荐实体 r_i 向请求实体提供的推荐意见, ℓ 为系统设置的偏差阈值。 $\ell \in [0, 1]$, $diff_{r_i} \in [0, +\infty)$ 。

当 $diff_{r_i} \in [0, 1)$ 时, 表示推荐成功。当 $diff_{r_i} \in [1, +\infty)$ 时, 表示推荐失败。然后根据式(4)和定义 5 对推荐实体的推荐可信度进行更新。其中 $0 < \gamma < \theta < 1$, 这样保证推荐可信度的增加比减少难, 从而起到对不诚实推荐进行惩罚的目的。

$$\begin{cases} \Delta a = \gamma(1 - rt_{r_i}^{k-1})(1 - diff_{r_i}), & diff_{r_i} \in [0, 1), k \geq 2 \\ \Delta b = \theta \times rt_{r_i}^{k-1} \left(1 - \frac{1}{diff_{r_i}}\right), & diff_{r_i} \in [1, +\infty), k \geq 2 \end{cases} \quad (4)$$

4 信任评估流程

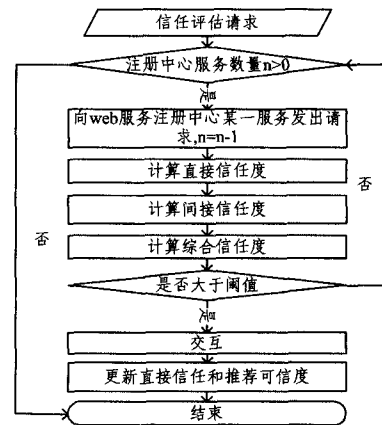


图 1 Web 服务信任评估流程图

5 仿真实验

实验一 为了验证本文提出的需求上下文因素对信任评估的影响, 假设有两个可信的 Web 服务, w_1 和 w_2 , c 为一个服务请求者。假设 w_1 和 w_2 都能满足 c 的功能需求, 并且提供的 Web 服务的服务质量稳定可信, c 要根据自己的需求从 w_1 和 w_2 中选择一个信任度高的服务进行交互。设 w_1 和 w_2 提供的服务质量如表 2 所列。

表 2 w_1 和 w_2 服务质量

服务	响应时间	可靠性	可用性	服务花费
W1	5s	0.8	0.9	20
W2	9s	0.6	0.8	45

表 3 记录了在不同需求上下文下, c 对 w_1 和 w_2 的直接信任度。为了突出需求上下文对信任的影响, 我们不考虑时间衰减因素对信任的影响, 并假设 c 对这 4 个质量属性的权重为 (0.25, 0.25, 0.25, 0.25)。

(下转第 198 页)

[5] Stoica I, Morris R, et al. Chord A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2003, 11(1): 17-32

[6] Karger, Lehman, et al. Consistent hashing and random trees Distributed caching protocols for relieving hot spots on the World Wide Web[C]//Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Theory of Computing. El Paso, TX: ACM Press, 1997: 654-663

[7] Ng W S, Qoi B C, et al. PeerDB A P2P-based System for Distributed Data Sharing[C]//Proc. of the 19th ICDE. Bangalore: IEEE Computer Society Press, 2003: 633-644

[8] Kementsietsidis, Arenas M. Data sharing through query translation in autonomous sources[C]//Proc. of the 30th Int'l Conf. on Very Large Data Bases. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2004: 468-479

[9] Zhao Dan, Mylopoulos J, et al. An ECA Rule Rewriting Mechanism for Peer Data Management[C]//Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology (EDBT). Munich, Germany: Springer Berlin/Heidelberg, 2006: 1069-1078

[10] Huebsch R, Chun B, et al. The Architecture of PIER: an internet-scale query processor[C]//Proc. of the 2005 Conference on Innovative Data Systems Research. Asilomar: Online Proceedings, 2005: 28-43

(上接第 174 页)

表 3 实体 c 的直接信任记录

服务	需求上下文	信任
W1	E1= $\langle\langle 4,6 \rangle, \langle 0.6,0.9 \rangle, \langle 0.8,0.95 \rangle, \langle 30,40 \rangle\rangle$	0.52
W1	E2= $\langle\langle 3,5 \rangle, \langle 0.65,0.85 \rangle, \langle 0.6,0.9 \rangle, \langle 25,50 \rangle\rangle$	0.6
W1	E3= $\langle\langle 4,5,5 \rangle, \langle 0.6,0.9 \rangle, \langle 0.8,0.9 \rangle, \langle 28,40 \rangle\rangle$	0.7
W1	E4= $\langle\langle 3,5,6 \rangle, \langle 0.5,0.9 \rangle, \langle 0.85,0.95 \rangle, \langle 30,42 \rangle\rangle$	0.67
W1	E5= $\langle\langle 2,5 \rangle, \langle 0.7,0.9 \rangle, \langle 0.55,0.95 \rangle, \langle 50,80 \rangle\rangle$	0.65
W1	E6= $\langle\langle 6,9 \rangle, \langle 0.85,1 \rangle, \langle 0.7,1 \rangle, \langle 10,25 \rangle\rangle$	0.5
W1	E7= $\langle\langle 7,11 \rangle, \langle 0.5,0.9 \rangle, \langle 0.7,0.9 \rangle, \langle 25,50 \rangle\rangle$	0.90
W1	E8= $\langle\langle 6,10 \rangle, \langle 0.4,0.9 \rangle, \langle 0.5,0.9 \rangle, \langle 30,60 \rangle\rangle$	0.95
W2	E1= $\langle\langle 7,11 \rangle, \langle 0.5,0.9 \rangle, \langle 0.7,0.9 \rangle, \langle 25,50 \rangle\rangle$	0.42
W2	E2= $\langle\langle 6,10 \rangle, \langle 0.4,0.9 \rangle, \langle 0.5,0.9 \rangle, \langle 30,60 \rangle\rangle$	0.57
W2	E3= $\langle\langle 6,20 \rangle, \langle 0.2,0.7 \rangle, \langle 0.4,0.85 \rangle, \langle 20,50 \rangle\rangle$	0.83
W2	E4= $\langle\langle 10,20 \rangle, \langle 0.3,0.6 \rangle, \langle 0.5,0.9 \rangle, \langle 40,60 \rangle\rangle$	0.9
W2	E5= $\langle\langle 8,18 \rangle, \langle 0.3,0.8 \rangle, \langle 0.5,0.9 \rangle, \langle 40,65 \rangle\rangle$	0.78
W2	E6= $\langle\langle 9,5,18 \rangle, \langle 0.3,0.7 \rangle, \langle 0.4,0.85 \rangle, \langle 35,60 \rangle\rangle$	0.81
W2	E7= $\langle\langle 10,22 \rangle, \langle 0.2,0.55 \rangle, \langle 0.6,1 \rangle, \langle 40,60 \rangle\rangle$	0.85
W2	E8= $\langle\langle 9,15 \rangle, \langle 0.3,0.6 \rangle, \langle 0.6,0.9 \rangle, \langle 50,70 \rangle\rangle$	0.95

假设 c 发出一个新的信任评估请求,需求上下文为 $E_c = \langle\langle 7,10 \rangle, \langle 0.45,0.9 \rangle, \langle 0.6,0.9 \rangle, \langle 28,55 \rangle\rangle$,则它需要根据本次的需求,对 w_1 和 w_2 进行信任评估。利用传统信任评估方法,计算两个服务的直接信任度分别为: $T_{c \rightarrow w_1}^E = 0.71$, $T_{c \rightarrow w_2}^E = 0.77$ 。而从表 2 我们可以看出实际上 w_1 的服务质量比 w_2 好,两个服务都是可信的服务,所以 w_1 的直接信任度应该高于 w_2 。产生这个结果的原因是,在 c 对 w_2 的交互数据中,需求约束比较弱,使 w_2 虽然服务质量低,但是满意度评价却比较高,从而信任度也比较高。而在与 w_1 的交互中,需求约束比较强,使得满意度评价比较低,从而信任度也比较低。

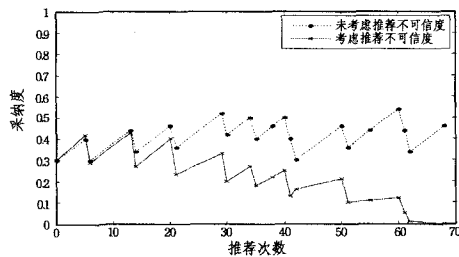


图 2 推荐不可信度对采纳度的影响

采用本文的方法重新对两者的信任度进行计算,得到 $T_{c \rightarrow w_1}^E = 0.79$, $T_{c \rightarrow w_2}^E = 0.41$,可以从评估结果中看出 w_1 的信任度比 w_2 的直接信任度高,这也符合实际情况。

实验二 为了验证推荐不可信度对动态恶意推荐实体的采纳度影响。将传统模型只根据推荐可信度更新采纳度的方

法和本文中根据推荐可信度和推荐不可信度更新采纳度的方法进行了比较。实验设置 $ct_{max} = 10$ 。

从图 2 中可以看出,考虑了推荐不可信度之后,对动态恶意实体起到一定的抑制作用,并且当其不可信推荐的次数达到阈值时,采纳度趋近于 0。

结束语 本文针对分布式环境中 Web 服务选择时的信任评估问题,根据 Web 服务的特点,对已有的信任评估方法进行了改进。在信任评估过程中,考虑了服务质量的需求约束和属性偏好对信任度的影响,并引入推荐不可信度的概念,综合推荐实体的推荐可信度,运用模糊推理的方法计算出推荐实体的采纳度,对具有相同推荐可信度却具有不同推荐能力的推荐实体进行了区分。实验证明了该方法能够得到 Web 服务更加准确可靠的信任信息,为服务请求节点选择满足需求的可信的 Web 服务提供了基础。下一步的研究工作是对实体的直接信任更新引入惩罚和奖励机制,使善意实体能够持续提供高质量可信的服务,甄别出各种恶意实体,减少恶意实体的影响。

参考文献

[1] Beth T, Borcherding M, Klein B. Valuation of trust in open network[C]//Gollmann D, ed. Proc. of the European Symp. on Research in Security(ESORICS). Brighton: Springer-Verlag, 1994: 3-18

[2] Beth T, Borcherding M, Klein B. Valuation of trust in open networks[C]//Proceedings of the European Symposium on Research in security. Brighton: Springer-Verlag, 1999: 59-63

[3] Wang Y, Vassileva J. Bayesian network-based trustmodel[C]//Proceedings of the IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence. Halifax, Canada, 2003: 372-378

[4] Jøsang A. An algebra for assessing trust in certificate chains[C]//The Internet Society Symp. on Network and Distributed System Security. San Diego, 1999

[5] Zhou Jue-jia, Mu Chun-di. A kind of application-specific QoS control in wireless sensor networks[C]//IEEE International Conference on Information Acquisition. 2006: 456-461

[6] 高亚春,张为群. 基于 QoS 本体的 Web 服务描述和选择机制[J]. 计算机科学, 2008, 35(12): 273-276

[7] 李春梅,蒋运承. 具有 QoS 约束的语义 Web 服务发现的研究[J]. 计算机科学, 2007, 34(6): 116-121

[8] 陈蜀宇,刘刚国. 面向 Web 服务的数字化营区系统架构[J]. 重庆工学院学报:自然科学版, 2008, 22(9): 103-107