

基于信任网的统一量化方法的研究

毛莉娜¹, 王晓军², 唐林燕¹, 王安德³

(1. 广东轻工职业技术学院, 广东 广州 510055; 2. 广东技术师范学院, 广东 广州 510055;

3. 广东长盈精密技术有限公司, 广东 东莞 523000)

摘要: 根据目前各模型存在量化方法不统一的问题, 提出基于扩展主观逻辑的统一量化方法. 该方法独立于具体信任表示法和推导规则, 通过定义不同的映射规则, 对不同信任和声誉模型中的信任信息达成共识, 并进行信息的融合.

关键词: 信任信息; 信任网; 统一量化

中图分类号: TP 393

文献标识码: A

文章编号: 1672 - 402X(2016)11 - 0020 - 05

DOI:10.13408/j.cnki.gjsxb.2016.11.006

0 引言

在 Web 服务环境中, 当所有 Web 服务采用同一信任模型或量化方法时, 信任信息能够很好地共享和集成. 但更常见的是各个 Web 服务位于不同信任模型, 且这些信任模型的计算规则和量化方法存在很大的差异. 因此, 如何将各种模型中的信任信息进行共享, 并用于解决信任信息不足的困境是当前急需解决的一个问题.

1 统一映射框架

统一映射框架屏蔽了各种不同量化方法之间的差异, 提供了统一信任和声誉量化方法. 不同的信任和声誉模型可根据自己的需要选择相应的量化方法, 并在模型内部进行信任关系的推导和计算. 当用户在跨模型进行交互时, 则将本地量化方法约束下的信任度或声誉值通过通用映射框架映射到信任观念上, 从而达成共识. 统一映射框架如图 1 所示.

在图 1 中, 当服务 A 需要了解服务 C 的声誉时, 可先将量化方法 C 约束下的服务 C 的声誉通过映射函数投射到统一量化区间上, 然后进行比较.

统一映射框架由统一量化方法和映射函数 2 个主要部分组成.

1.1 统一量化方法

统一量化方法是信任信息进行比较和互操作的基础, 它对算法相关的细节进行抽象, 屏蔽了各种不同量化方法的差异性和多样性, 且向上层应用提供了一个统一的信任和声誉表示方法.

统一量化方法定义: 设扩展主观逻辑上的

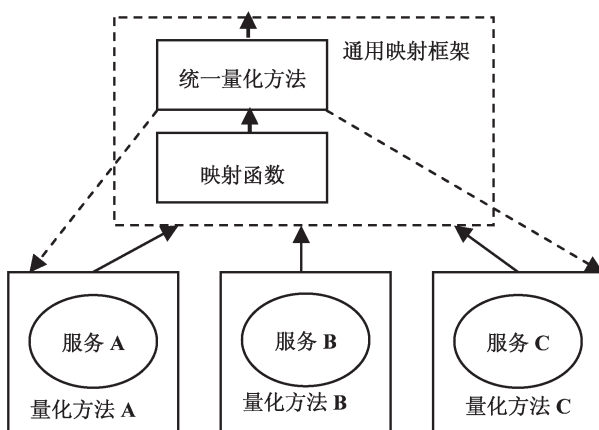


图 1 统一映射框架

收稿日期: 2016-06-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61571141); 广东省科技厅应用型科技项目(2016B090927009); 广东省教育厅科技创新项目(2013KJ CX0119); 广东省科技厅 2014 年度公益研究与能力建设项目(2014A010104013); 江西省科技计划项目(20141311100020).

作者简介: 毛莉娜(1988-), 女, 湖南邵阳人, 硕士, 广东轻工职业技术学院讲师, 工程师. 研究方向: 自动化控制, 软件工程等.

信任观念 $\omega_0=\{b_0, d_0, \mu_0\}$ 为不同量化方法约束下的实体的可信度或声誉的投影表示. T_g 为区间 $[0, 1]$ 上的某一实数值, 表示该实体在统一量化方法上的声誉值, 即 $T_g=E(\bar{\omega}_0)$.

对于不同的信任和声誉模型来说, 通过统一量化方法, 可将本地的信任度和声誉值转化为信任观念的表示形式, 从而可在统一量化方法上形成共识, 并通过扩展主观逻辑中的各种运算进行综合.

1.2 映射函数

映射函数定义: $f(x):[0, 1]$ 为统一映射框架上的映射函数, 其目的是将变量 x 映射到区间 $[0, 1]$ 上的某一个实数值, 最终再转化为 $\omega_0=\{b_0, d_0, \mu_0\}$ 中的某一个分量.

信任观念提供了统一的表示方法, 但如何将现有的各种不同量化方法中的信任度或声誉值转化为信任观念, 则需要通过映射函数来完成. 映射函数的定义不存在统一的标准, 而是有一定的主观性. 对不同的用户来说, 同一量化方法与统一量化方法之间的映射关系不一定相同.

2 实例

下面以当前主要的信任和声誉模型为例, 说明这些模型中的信任度或声誉值是如何映射到统一映射框架中, 并转化为信任观念的表示形式.

2.1 eBay 在线声誉系统

eBay 利用过去 1 个月、6 个月、12 个月的正反馈(+1)、负反馈(-1)、中性反馈(0)的总数反映用户的声誉.

设实体 A 在过去某个时间段 $T[t-\varepsilon, t]$ 内的正反馈、负反馈和中性反馈的数量分别为 Nr 、 Ns 和 Nu , 则在该时间段内的事件总数 $N=Nr+Ns+Nu$. 为将 A 在 eBay 中的声誉映射到统一量化区间 $[0, 1]$ 上, 映射函数 $f(x)$ 的定义为

$$f(Nr)=\frac{Nr}{N}, f(Ns)=\frac{Ns}{N}, f(Nu)=\frac{Nu}{N} \tag{1}$$

则与 $\omega_0=\{b_0, d_0, \mu_0\}$ 的映射关系为:

$$b_0=f(Nr), d_0=f(Ns), u_0=f(Nu) \tag{2}$$

2.2 Abdul-Rahman-Hailes 模型

Abdul-Rahman-Hailes 是基于信任的社会属性, 把实体间的相互信任看作是上下文相关、主

观和基于以前交互经验的. 群体中实体通过相互交换声誉信息来帮助信任决策. 该模型中的信任度、评估值和不确定值的表示形式及其含义如表 1 所示.

表 1 摇Abddul – rahman 中的各种量化方法

类型	表示形式	含义
信任度	vt	Very Trustworthy 非常信任
	t	Trustworthy 信任
	u	UnTrustworthy 不信任
	vu	Very UnTrustworthy 非常不信任
评估值	vg	Very Good 非常好
	g	Good 好
	b	Bad 差
	vb	Very Bad 非常差
不确定值	U^+	$vg \wedge g \wedge ?$ 多数好而部分坏
	U^-	$vb \wedge b \wedge ?$ 多数坏而部分好
	U^0	好坏均等

Abdul-Rahman 采用定性的量化方法, 需将 Abdul-Rahman 模型中的离散值映射到区间 $[0, 1]$ 上的某一个实数. 以信任度为例, 将区间 $[0, 1]$ 平均分为 3 个相同尺度的区间, 而每个区间的边界值 $\{0, 1/3, 2/3, 1\}$ 分别表示表 1 中的 4 个信任值, 用映射函数 $\text{pos}(i)$ 来表示, $i=0, 1, 2, 3$, 则每一个离散信任值间的映射函数 $f(x)$ 可定义为:

$$\begin{aligned} \text{pos}(0) &= vu \text{ (当 } f(vu) = 0 \text{)} \\ \text{pos}(1) &= u \text{ (当 } f(u) = 1/3 \text{)} \\ \text{pos}(2) &= t \text{ (当 } f(t) = 2/3 \text{)} \\ \text{pos}(3) &= vt \text{ (当 } f(vt) = 1 \text{)} \end{aligned} \tag{3}$$

则 T_g 与 t_d 之间的映射关系可用式(4)计算:

$$t_d = \text{pos}(\text{round}(T_g * 3)) \tag{4}$$

则 t_d 与信任观念 $\omega_0=\{b_0, d_0, u_0\}$ 的映射关系为 $b_0 = f(t_d), d_0 = 1-f(t_d), u_0 = 0$

$$\tag{5}$$

类似地, 对于评估值 t_r 等也可采用上述映射方法进行定义. 不确定值 t_u 与统一映射框架的映射函数 $f(x)$ 可定义为

$$\begin{aligned} \text{pos}(0) &= u^- \text{ (当 } f(u^-) = 1/3 \text{)} \\ \text{pos}(1) &= u^0 \text{ (当 } f(u^0) = 1/2 \text{)} \\ \text{pos}(2) &= u^+ \text{ (当 } f(u^+) = 2/3 \text{)} \end{aligned} \tag{6}$$

则 t_u 与信任观念 $\omega_0=\{b_0, d_0, u_0\}$ 的映射关系为 $b_0 = f(t_u); d_0 = 1-f(t_u); u_0 = 0$

$$\tag{7}$$

2.3 ReGret 声誉系统

此系统中, 声誉计算的信任信息源包括直接经验、见证者声誉和社会网络分析, 并同时考虑了声誉的个性维、社会维和本体维. 其中, 直接经验采用连续区间 $[-1, 1]$ 来表示; 声誉值 t_r 则根据经验的加权平均值来计算, 结果为区间 $[-1, 1]$ 上的值; 评估值 t_e 为区间 $[-1, 1]$ 上的任一连续值, 其中 -1 表示绝对否定, 1 表示绝对肯定, 0 表示中性, 则 t_r 与统一量化区间上的 t_g 映射规则为

$$f(x) = \frac{(t_r + 1)}{2}, f(x) = \frac{(t_e + 1)}{2} \quad (8)$$

2.4 原 UniTEC 算法

在原 UniTEC 算法中, 新信任值的计算是由旧信任值与新评估值的加权所得, 信任值 t_d 为区间 $[0, 1]$ 上的任一实数值, 其中 0 表示没有任何经验或全部都是否定经验, 1 表示最大程度上的信任. 评估值则采用二值逻辑 $\{0, 1\}$ (好或坏) 来表示.

由于 UniTEC 中信任值区间与统一映射框架上的量化区间相同, 而且也是基于二项事件, 则可直接将 UniTEC 表示为统一映射框架上的信任值, 而无需再经过转换, 即

$$b_0 = t_d; d_0 = 1 - t_d; u_0 = 0 \quad (9)$$

2.5 Yu 和 Singh 模型及 Grid&P2P 信任模型

Yu 和 Singh 模型采用证据理论作为信任 (声誉) 推导的理论基础. 评估值采用集合 $\{0, 0.1, 0.2, \dots, 1.0\}$ 中的某个实数值表示, 并分别定义了上下限 w_i 和 Ω_i 用于计算信任度 $m(T_A)$, 不信任度为 $m(-T_A)$ 和不确定度 $(\{T_A, -T_A\})$.

由于 Yu 和 Singh 模型与扩展主观逻辑都是基于证据理论, 则可建立直接的对应关系, 即:

$$b(x) = x(T_A); d(x) = m(-T_A); u(x) = m(\{T_A, -T_A\}) \quad (10)$$

类似地, 提出 Grid&P2P 信任模型也是基于证据理论. 则其与统一量化方法的映射关系与上述所述相似.

2.6 合理性分析

统一量化方法利用映射函数将各种定性或定量的量化方法映射到区间 $[0, 1]$ 上, 利用扩展主观逻辑中的信任观念来表示, 从而使各种不同的量化方法约束下的信任信息的比较和集成成为可能.

3 实验

本实验以统一量化方法为中介, 对部分量化方法进行了分析和比较, 从另一个角度说明了以统一量化方法为中介进行信任信息的融合和集成的可行性, 验证了本文提出的统一量化方法在信任评估和声誉的量化中的作用.

3.1 实验用例描述

条件 1 (最大值评估): 从初始值开始, 每次评估的结果均为最大值.

条件 2 (最小值评估): 从量化方法的初始值开始, 每次评估的结果均为最小值. 如初始值为 0 , 则实体的信誉或声誉值一直为 0 ; 否则, 信任或声誉值逐渐降低并最终无限接近最小值.

条件 3 (最小最大值评估): 先给出 10 次最小评估值, 接着再给出 10 次最大评估值.

条件 4 (最大最小值评估): 先给出 10 次最大评估值, 接着再给出 10 次最小评估值.

条件 5 (特定评估值): 评估值为:

$1.0, 0.8, 0.5, 0.4, 0.5,$
 $1.0, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0, 0.4, 0.3, 0.2, 0.2, 0.5, 1.0,$
 $0.3, 0.4, 0.3.$

在 eBay 声誉系统中, 假设初始声誉值为 0.5 ; 在 UniTEC 中, 假定时间衰减因子为 $\text{aging} = 0.3$; 在 Yu 和 Singh 模型中, 上下限 w_i 和 Ω_i 分别为 0.6 和 0.4 , 并只考虑本地信任; 在 ReGret 模型中, 当评估次数超过 10 次时, 设开始时的评估值的权重为 0 , 而对最近的一次评估值的权重为 1 , 其他评估值的权重随着评估时间而在区间 $[0, 1]$ 上线性增长.

假设扩展主观逻辑中不确定度分量调节因子 $L=2$, 否定事件惩罚因子 $K=1.2$.

3.2 实验结果及分析

由条件 1、2、3、4 得出实验结果 1 如图 2 所示. 其中 ESL (Extended Subjective Logic) 表示扩展主观逻辑, $\text{ESL Aging} = 0.3$ 表示时间衰减因子 λ ($1 - \text{Aging}$) 为 0.7 的扩展主观逻辑.

根据不同的评估顺序, 由条件 5 可得到的实验结果 2 如图 3 所示.

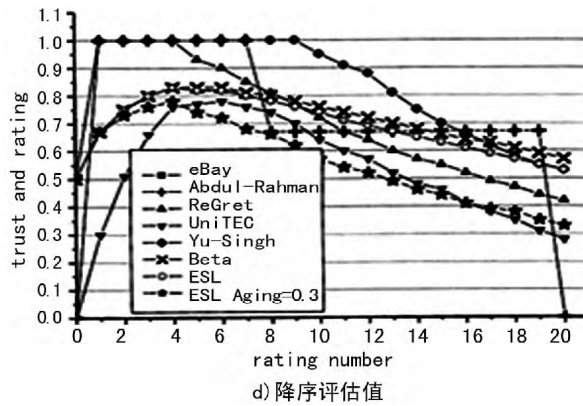
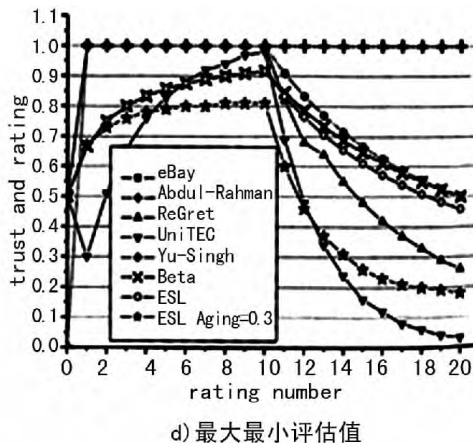
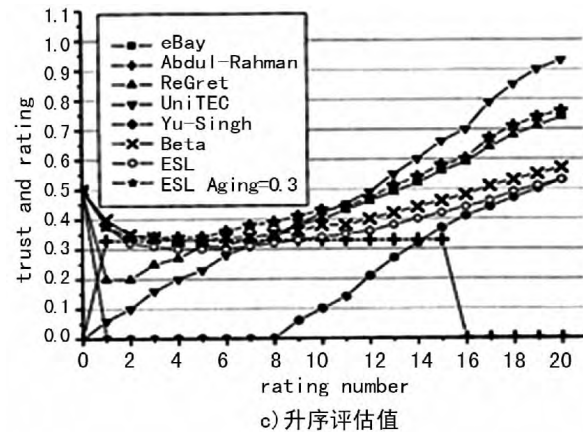
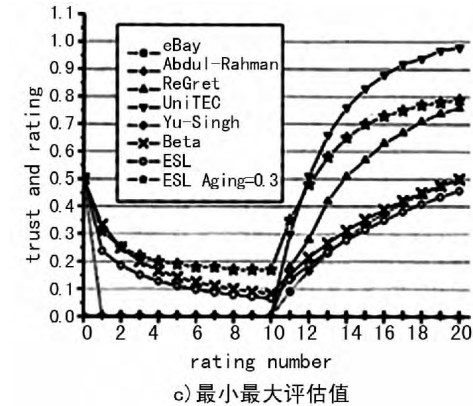
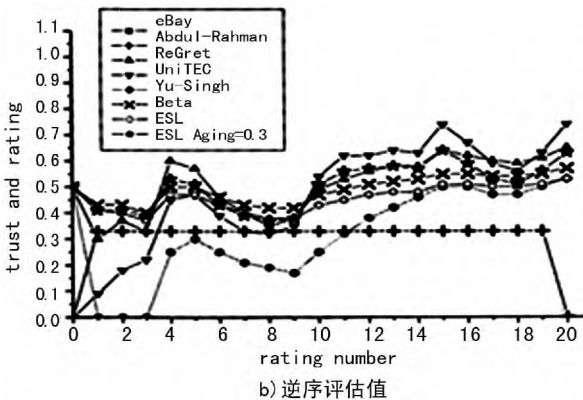
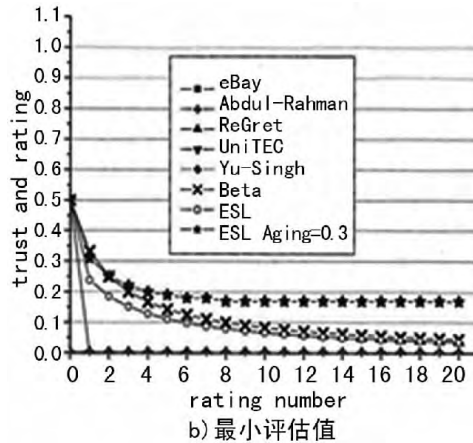
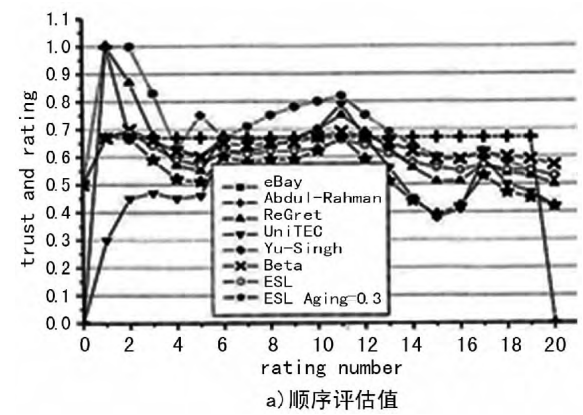
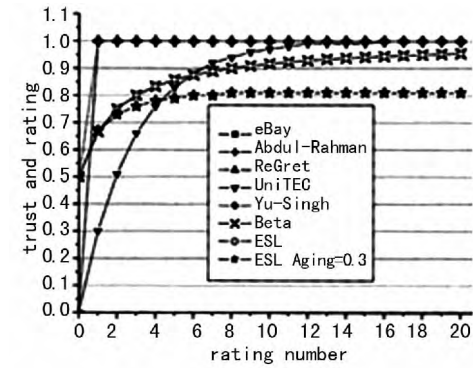


图 2 实验结果 1

图 3 实验结果 2

实验结果 1 和 2 表明,通过统一量化方法,各种不同的信任评估和声誉的量化方法能够在同一语义进行比较,从而为信任信息的共享和集成提供了基础。

4 结论

本文针对目前各种信任和声誉模型中量化方法的多样性和异构性的问题,提出基于扩展主观逻辑的统一量化方法,用于解决各种不同的量化方法之间的互操作性问题,并结合实例说明如何定义不同的映射函数将各种量化方法约束下的信任信息转化为信任观念的表示形式,从而满足量化方法的多样性和统一性的要求,为全局的信任信息共享和集成提供基础。

参考文献:

[1] 刘树栋,孟祥武.基于位置的社会化网络推荐系统

[J],计算机学报,2015,38(2):322-336.

[2] 蒋伟进.动态信任多 Agent 量化建模与方法研究[M].科学出版社,2014.

[3] 邱皓政.量化研究与统计分析——SPSS(PASW)数据分析范例解析[M].重庆大学出版社,2013.

[4] 刘利钊,魏鹏,王颖,等.对基于可信计算的网络行为信任模型的量化评估方法研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2010, 35(5):587- 590.

[5] 李小勇,桂小林.可信网络中基于多维决策属性的信任量化模型[J].计算机学报,2009,32(3):405-416.

[6] 李季,朱小勇.基于模糊理论的 Web 服务信任评估模型[J].计算机工程,2010,Vol,36(15):25-28.

[7] Marmol F G, Girgo J, Perez G M. TRIMS: a privacy-aware trust and reputation model for identity management systems [J].Computer Networks,2010 (16):2899-2912.

[责任编辑:刘 昱]

Based on the Research of the Unity of the Trust Network Quantitative Method

MAO Lina¹, WANG Xiaojun², TANG Linyan¹, WANG Ande

(1. Guangdong Industy Technical College, Guangzhou 510055;

2.Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665;

3. Guangdong ChangYing Precision Technology Co. Ltd., Dongguang 523000)

Abstract: In this paper, according to the disunion of quantitative method, unified quantization method based on extended subjective logic is proposed.The method is independent of the specific trust representation and inference rule. By defining different mapping rules, different trust and reputation model of trust information reaches consensus.

Key words: Trust information; Trusted network; Unified quantify