

# 一种基于本体映射处理推荐信任信息的模型

鲍翊平 张维明 姚莉

(中国人民解放军国防科学技术大学信息系统与管理学院 长沙 410073)

**摘要** 在高动态、开放、异质和分布式网络环境下,在线实体不可避免地需要在交互之前考虑其潜在合作伙伴的可信程度。由于实体通常不具备关于这些潜在合作伙伴的足够知识,因此从所谓第三方收集一些推荐信任信息是必要而且重要的。然而,由于目前没有关于信任的一致理解,推荐信任信息很难被实体理解和使用。信任本体的出现有助于解决这个问题,从而促进互操作性。但在实际上,目前仍没有一个可被所有实体全局共享的信任本体。提出一个采用本体映射来促进推荐信任信息理解的模型,该模型实现了基于不同信任本体的各参与方的有效交互,提高了在线环境中信任管理的灵活性、开放性和可扩展性。

**关键词** 信任,信任管理,推荐信任信息,信任本体,本体映射

**中图分类号** TP398 **文献标识码** A

## Model for Processing Recommendatory Trust Information Based on Ontology Mapping

BAO Yi-ping ZHANG Wei-ming YAO Li

(Team 6, College of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract** In the highly dynamic, open, heterogeneous and distributed network environments, online entities inevitably need to consider the trustworthiness of the potential partners before interaction. As entities may not have enough knowledge about their partners, it's important and necessary to collect some recommendatory trust information from so called third parties. However, while there is no consensus about trust, the recommendatory trust information have difficulties to be understood and used by entities. The emergence of trust ontology helps to solve the problem and facilitate the interoperability. Since there is no global trust ontology shared by all parties, in the paper, a model, adopting ontology mapping, for processing recommendatory trust information without requiring all parties to hold the same trust ontology was presented. The model improves the flexibility, open and expansibility of the trust management in online environments.

**Keywords** Trust, Trust management, Recommendatory trust information, Trust ontology, Ontology mapping

## 1 引言

近年来,信任、信任模型和信任管理系统得到了广泛的研究<sup>[1]</sup>。但相关系统的分析和设计技术主要致力于其功能需求,同时假设参与交互行为的所有各方都是可信的<sup>[2,3]</sup>。然而,在现今的在线环境中,人们必须考虑这些需要进行交互的实体都拥有各自不同的需求,以及为实现该需求所必备的能力、常识和实际知识<sup>[2,4]</sup>。这些实体之间交互频繁,交互的方式也多种多样,而它们之间通常并不相互了解,因此在交互事务发生前,实体就不可避免地需要考虑它们的潜在合作方的可信度。

信任管理系统的出现使得在线实体评估特定交互中其潜在合作方的可信程度成为可能。然而,一般来讲,实体本身并不具有足够的信息来支持这种信任评估,更不用说进行决策了。因此,这些实体有时必须以某种方式从第三方收集其潜

在合作方的信任信息,在本文中称这种信息为推荐信任信息(recommendatory trust information, RTI)。从这个意义上说,推荐信任信息的表示、发布、传播、理解和使用已变成信任评估和决策的一个关键问题。

由于信任的概念非常复杂,它能够以很多不同的方式被解释,并且目前仍然没有关于信任的口头的或形式化的一致定义<sup>[1,2,5-7]</sup>。因此,第三方关于特定合作方的推荐信任信息在语法和语义上的表述也不尽相同。这种差异性阻碍了实体间推荐信任信息的交流和共享。

由于本体(ontology)正日益成为异质系统实现互操作的一个关键因素,很多研究者已提出了一些信任本体来推动在线实体的交互<sup>[2,4,6,8-10]</sup>。一些研究者尝试构建基于特定领域和应用,例如多 Agent 系统、Web 服务和语义 Web 等的信任本体;而另外一些研究者则尝试构建一个综合型的全局信任本体。

到稿日期:2008-07-02 返修日期:2008-10-06 本文受国家自然科学基金(项目编号:70371008)资助。

鲍翊平(1981—),男,博士研究生,主要研究领域为分布式信息系统、计算机网络安全、信任管理, E-mail: aban\_bao@gmail.com; 张维明(1963—),男,博士,教授,博士生导师,主要研究领域为分布式信息系统、智能决策; 姚莉(1965—),女,博士,教师,博士生导师,主要研究领域为人工智能、智能决策。

信任本体在某种程度上有助于推动实体的交流和知识共享,甚至推动信任管理系统的构建。然而,在高动态、开放、异质和分布式环境下,没有也不可能有一个全局的信任本体让所有实体共享,这实际上与信任的定义类似。由于每一个实体都可能拥有自身的局部本体,那么基于不同本体描述的推荐信任信息会导致一个新的问题,即该如何理解和使用它们。

本文研究了一个用于处理推荐信任信息的全生命周期的模型,包括对 RTI 的表示、发布、传播、理解 and 使用的处理。该模型假设每一个 RTI 都是基于局部信任本体来进行描述。由于各实体的局部信任本体可能会不同,本文采用本体映射技术来辅助实现对第三方推荐信任信息的理解和使用。所谓本体映射就是将源本体实例转换成目标本体实例的过程。

## 2 相关工作

信任一直是一个非常难以使用的概念,它隐含于人类行为的各个方面,并且其本质是非常主观的。信任是人类基本的决策制定框架中不可或缺的角色。因而,在计算机科学领域,引入经济学和社会学意义的信任也是非常有益的<sup>[5]</sup>。

### 2.1 信任的相关概念

信任指的是两个实体之间的关系,其中主体称为信任方(trustor),而客体则称为受信方(trustee)。信任方和受信方之间的信任依赖于信任方试图采取的行动。必须假设信任方是一个以某种形式“可以思考的实体”;而受信方则可以是任何事物,从人类或者物理实体,到诸如软件或者密钥的抽象术语<sup>[1,5]</sup>。

当信任方评估受信方的可信度时,由于信任方可能没有足够的关于受信方的直接知识,甚至对信任方来说,受信方根本就是一个陌生者,因此,信任方需要从某些第三方获取关于受信方的信任相关信息,通过使用这些信息,信任方能够进行更加准确的信任度评估。称这个所谓的第三方为推荐方(recommender)。而由推荐方提供的关于某个受信方的信任相关信息则称为推荐信任信息,即 RTI。

必须注意的是,上述 3 类实体的集合,其交集是非空的。也就是说,一个实体可以同时属于信任方集合和推荐方集合,甚至受信方集合。

目前有许多关于信任的定义,比较典型的是 Diego Gambetta 和 Audun Jøsang 的定义。

**定义 1(可靠性信任, Reliability Trust)** 信任是个体 A 期望个体 B 执行事关 A 自身利益的给定行为的主观概率<sup>[1,11]</sup>。

**定义 2(决策信任, Decision Trust)** 信任是在考虑相对的安全,甚至可能的不利后果的特定情况下,特定的人愿意信赖某人或某事的程度<sup>[1]</sup>。

在定义 1 中,信任从根本上定义为信任方对受信方可靠性的评估(以概率的形式),同时它包含了对受信方信赖的概念。需要注意的是,这个定义并没有把上下文考虑在内。文献[2]提出的典型信誉模型框架就是基于这种可靠性信任的<sup>[1]</sup>。

在定义 2 中,信任从本质上定义为信赖给定对象的意思,并且明确地包含了对受信方的信赖及受信方的可靠性的概念。此外,定义 2 隐含地覆盖了诸如效用、环境因素和风险取向的上下文元素<sup>[1]</sup>。应该说信任不是孤立存在的,它必然依赖于特定的上下文,如某人可能在某事上信任另外一个人,而

在另外一些事上则并不信任他。

这两类信任都是基于对客体积极的、正面的信念,信任方依赖此信念来考虑自己的利益。

### 2.2 处理 RTI 的模型

早期的将信任形式化是用于计算机的身份验证和授权(传统的安全领域)。这种观点认为,所有的实体对信任都有相同的理解和认知,RTI 以统一的形式表示,有时甚至只是一个数字证书或信任状。因此,RTI 可以被简单、毫无障碍地处理。

很多信任模型和系统,例如 PolicyMaker, KeyNote, REFEREE 等都属于这种类型<sup>[5]</sup>。

近年来,人们开始关注更综合、更复杂的系统,这些系统扩展了信任管理的内涵,因此信任不再限于传统的安全性范畴(身份验证和授权)。各系统没有必要使用相同的术语和基本组分<sup>[5]</sup>。然而,由于没有一个全局的、一般意义上的信任定义,在特定应用领域中都假设领域中的实体具有关于信任的相同的定义和相似的表达,因此这个时候的 RTI,在一个应用内,也能毫无障碍地被理解和使用。

很多信任模型和系统,例如 Poblano, Free Haven, SULTAN, TERM, SECURE 等属于这种类型<sup>[5]</sup>。

由于信任的定义和表示局限于特定的应用领域和信任模型,RTI 的跨边界处理变得非常困难。为了解决这个问题,很多研究者尝试使用信任本体来推动采用不同信任模型的异质实体的互操作<sup>[2,4-6,8-10]</sup>。

这样,由于信任方和推荐方共享相同的本体,信任方就能理解和处理推荐方提供的 RTI,尽管推荐方和信任方有不同的信任实现模型。

然而,本体发展的分布式特性导致在相同或者交叉应用领域出现了不一样的信任本体。因此,当信任方和推荐方可能拥有自身的局部信任本体的时候,RTI 的处理又变成了一个\*\*新的问题\*\*。

### 2.3 本体映射

在高动态、开放、异质和分布的在线环境中,分布和异质的实体需要不只一个本体的支持,这些本体被不同的系统访问。本体发展的分布式特性导致相同或者交叉领域内出现了不一样的本体。因此,基于不同本体的各在线交互方不能够完全地相互理解<sup>[12]</sup>。

基于此,必须考虑信任方如何处理基于不同局部信任本体的 RTI。为了解决这个问题,采用本体映射技术来实现分布、异质实体的互操作是一个可行的方法。

本体映射一般分为 3 类<sup>[12]</sup>。由于缺乏全局的信任本体,单个信任方和推荐方可能只拥有一个局部信任本体,因此本文仅考虑 3 类本体映射中的其中之一,即局部本体间的本体映射。在这种情况下,本体映射就是基于语义联系将源(推荐方的)本体实例转换成目标(信任方的)本体实例的过程。源本体和目标本体在概念层面是语义相关的<sup>[12]</sup>。

这种本体映射方式使得各方都能本地持有其内容,当局部本体由于信息源相互矛盾而不能整合或合并到一起时,它能提供局部本体间的互操作性。这对高动态、开放和分布式环境来说是非常有用的,同时也避免了整合多个局部本体的复杂性,并降低成本<sup>[12]</sup>。

局部本体间的本体映射的主要应用领域是 Web 和语义

Web,这是由于它们的分散特性。当没有中心仲裁的全局本体,并且需要使用本体进行协作时,这种映射方式对实体交互来说是必需的。在分布式知识管理系统中,当不需要构建完整的视图或多个本体不能融合/合并到一起时,也需要这种映射方式实现本体的映射<sup>[12]</sup>。

目前有很多关于局部本体之间映射的工具和系统,例如 Context OWL (Contextualizing Ontologies), CTXMATCH, GLUE, MAFRA (Ontology MAapping FRamework for distributed ontologies in the Semantic Web), LOM (Lexicon-based Ontology Mapping), QOM (Quick Ontology Mapping), ONION (ONtology compositIOn system), OKMS (Ontology-based knowledge management system) and OMEN (Ontology Mapping Enhancer)<sup>[12]</sup>等。

上述的工具和系统使得局部本体的映射技术成为一个实用的方法来帮助推荐方和信任方之间实现互操作。

### 3 一个基于本体映射处理 RTI 的模型

由于信任方和推荐方可能基于不同的局部信任本体,因此信任方在理解和使用推荐方提供的 RTI 的时候就有可能存在困难。

本文提出了一个 RTI 处理模型,该模型采用局部本体映射技术来提供信任方和推荐方的互操作性。

#### 3.1 处理 RTI 的步骤

当一个信任方 A 需要评估某个特定受信方 B 的可信度的时候, A 可能需要向一些推荐方  $R_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) 查询关于 B 的信任信息。其步骤如下(如图 1 所示):

1) A 通过其消息服务向  $R_i$  发送一条(基于语义的,如 KQML 或 ACL 等)消息以查询关于 B 的信任信息。

2)  $R_i$  通过其消息服务发送它对 B 的信任评估信息(即 RTI)以响应 A,所响应的 RTI 是基于  $R_i$  的局部本体的。

3) A 通过其消息服务收到从  $R_i$  发送过来的关于 B 的 RTI。

4) 由于 A 和  $R_i$  可能基于不同的局部本体, A 必须通过其本体服务将该 RTI (A 可能并不理解该信息)翻译成其理解的形式。在这里,局部本体间的映射将用于实现这种转换。

5) 由于 RTI 已经被转换成 A 能理解的形式,因此 A 就能使用该信息评估 B 的可信度。

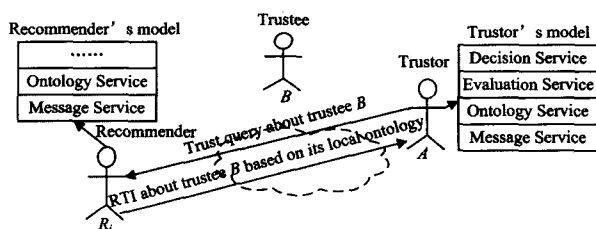


图 1 一个基于本体映射处理 RTI 的模型

#### 3.2 信任方模型

如前所述,为了确保能够使用来自推荐方的 RTI,信任方模型将被分为 4 个子层以支持对 RTI 的处理(如图 1 所示)。

1) Sub-layer 1 消息层 (Message Service): 本层提供消息的编/解码服务,如对信任查询进行编码、封装,对信任查询的结果进行解析等。

2) Sub-layer 2 本体层 (Ontology Service): 本层提供本

体相关的服务,如本体映射服务、解析基于本体的 RTI 服务和对信任查询或其信任信息进行基于本体的表示等。

3) Sub-layer 3 评估层 (Evaluation Service): 本层提供基于 RTI 并结合自身知识评估特定受信方信任度的服务。

4) Sub-layer 4 决策层 (Decision Service): 本层提供信任决策服务,该服务将结合评估结果和一些上下文信息进行信任决策。

实际上,决策层并不属于 RTI 处理的生命周期范畴。

#### 3.3 推荐方模型

作为推荐方来说,它的模型至少可分为两层以支持 RTI 的处理(如图 1 所示)。

1) Sub-layer 1 消息层 (Message Service): 本层提供消息的编/解码服务,如对信任查询进行解码,对信任查询的结果进行编码、封装等。

2) Sub-layer 2 本体层 (Ontology Service): 本层提供本体相关的服务,如基于本体表示 RTI 服务等。

前面已经提到,一个实体可以同时是信任方和推荐方,因此,当一个信任方担当一个推荐方的角色时,推荐方模型中涉及到的服务就需要加入到相应的信任方模型当中。

**结束语** 本文提出的模型采用局部本体的映射技术来处理来自推荐方的推荐信任信息。该模型无需信任方和推荐方拥有相同的信任本体,信任方和推荐方可以保持自己对于信任的主观认识和评价方法。模型并不致力于解决信任方或推荐方究竟采用什么样的信任本体,而是提出了信任方和推荐方的抽象模型,以及如何基于本体映射对 RTI 进行转换。仿真实验表明,在高动态、开放、异质和分布式在线环境中,该模型具有较好的灵活、开放和可扩展性。

#### 参考文献

- [1] Jøsang A, Keser C, Dimitrakos T. Can We Manage Trust[C]// Herrmann P, et al., eds. iTrust 2005, LNCS 3477. Paris, France; Springer, Heidelberg, 2005: 93-107
- [2] Zhu Manling, Jin Zhi. Trust Analysis of Web Services Based on a Trust Ontology[C]// Proceeding of KSEM 2007 Conference. Melbourne, Australia, Nov. 2007: 642-648
- [3] Yu E, Liu L. Modeling Trust for System Design Using the i\* Strategic Actors Framework[C]// Falcone R, Singh M, Tan Y-H, eds. Trust in Cyber-societies. LNCS (LNAI). Vol. 2246, Springer, Heidelberg, 2001: 175-194
- [4] Liu L, Chi C, Jin Z, et al. Towards A Service Requirements Ontology Based on Knowledge and Intention [R]. Knowware Group, 2006
- [5] Viljanen L. Towards an Ontology of Trust[C]// Katsikas S, Lopez J, Pemul G, eds. TrustBus 2005, LNCS 3592. Springer, Heidelberg, 2005: 175-184
- [6] Demolombe R. Reasoning About Trust: A Formal Logical Framework[C]// Jensen C D, et al., eds. iTrust 2004, LNCS 2995. Springer, Heidelberg, 2004: 291-303
- [7] Ruohomaa S, Kutvonen L. Trust Management Survey[C]// Herrmann P, et al., eds. iTrust 2005, LNCS 3477. Paris, France, Springer, Heidelberg, 2005: 77-92
- [8] Casare S, Sichman J. Towards a Functional Ontology of Reputation[C]// Proceeding of AAMAS'05. Utrecht, Netherlands, July 2005: 505-511

(下转第 195 页)

$$R_4^{\uparrow} : f(y, a_1) \geq 0.0 \wedge f(y, a_2) \geq 0.9 \wedge f(y, a_3) \geq * \wedge f(y, a_4) \geq 0.8 \rightarrow f(y, d) \geq 0.0$$

$$R_5^{\uparrow} : f(y, a_1) \geq 0.1 \wedge f(y, a_3) \geq 1.0 \wedge f(y, d) \geq 0.4$$

$$R_6^{\uparrow} : f(y, a_2) \geq 0.2 \wedge f(y, a_3) \geq 0.9 \wedge f(y, a_4) \geq 0.1 \rightarrow f(y, d) \geq 0.0$$

$$R_7^{\uparrow} : f(y, a_1) \geq 0.0 \wedge f(y, a_2) \geq 0.1 \wedge f(y, a_3) \geq 0.9 \wedge f(y, a_4) \geq 0.2 \rightarrow f(y, d) \geq 0.0$$

$$R_8^{\uparrow} : f(y, a_1) \geq 0.9 \wedge f(y, a_2) \geq 0.9 \rightarrow f(y, d) \geq 0.6$$

$$R_9^{\uparrow} : f(y, a_1) \geq 0.9 \wedge f(y, a_4) \geq 1.0 \rightarrow f(y, d) \geq 0.6$$

$$R_{10}^{\uparrow} : f(y, a_1) \geq 0.8 \wedge f(y, a_3) \geq 1.0 \rightarrow f(y, d) \geq 0.9$$

$$R_{11}^{\uparrow} : f(y, a_1) \geq 0.0 \wedge f(y, a_2) \geq 1.0 \wedge f(y, a_3) \geq 1.0 \wedge f(y, a_4) \geq * \rightarrow f(y, d) \geq 0.0$$

表 2 中所有简化的“at most”决策规则如下所示:

$$R_1^{\downarrow} : f(y, a_3) \leq 0.2 \wedge f(y, a_4) \leq 0.7 \rightarrow f(y, d) \leq 0.8$$

$$R_2^{\downarrow} : f(y, a_2) \leq 0.2 \vee f(y, a_3) \leq 0.2 \vee f(y, a_4) \leq 0.1 \rightarrow f(y, d) \leq 0.8$$

$$R_3^{\downarrow} : f(y, a_2) \leq 0.1 \wedge f(y, a_3) \leq 0.1 \rightarrow f(y, d) \leq 0.0$$

$$R_4^{\downarrow} : f(y, a_1) \leq 0.0 \wedge f(y, d) \leq 0.5$$

$$R_5^{\downarrow} : f(y, a_1) \leq 0.1 \wedge f(y, a_2) \leq 0.1 \rightarrow f(y, d) \leq 0.4$$

$$R_6^{\downarrow} : f(y, a_2) \leq 0.2 \vee f(y, a_3) \leq 0.9 \vee f(y, a_4) \leq 0.1 \rightarrow f(y, d) \leq 0.8$$

$$R_7^{\downarrow} : f(y, a_1) \leq 0.0 \wedge f(y, a_2) \leq 0.1 \rightarrow f(y, d) \leq 0.0$$

$$R_8^{\downarrow} : f(y, a_2) \leq 0.1 \wedge f(y, a_4) \leq 0.2 \rightarrow f(y, d) \leq 0.0$$

$$R_9^{\downarrow} : f(y, a_3) \leq 0.1 \wedge f(y, d) \leq 0.6$$

$$R_{10}^{\downarrow} : f(y, a_1) \leq 0.8 \wedge f(y, a_2) \leq 0.4 \wedge f(y, a_3) \leq 1.0 \wedge f(y, a_4) \leq 1.0 \rightarrow f(y, d) \leq 0.9$$

$$R_{11}^{\downarrow} : f(y, a_1) \leq 0.0 \rightarrow f(y, d) \leq 0.5$$

**结束语** 本文在具有未知属性值的模糊决策系统中,根据优势关系,扩展了文献[13]提出的粗糙模糊集模型。在此基础上笔者提出了两种知识约简的概念,即相对下(上)近似约简,同时给出了用以计算这些约简的判定定理和区分函数,从而可以从不完备模糊决策系统中获取简化的“at least”和“at most”规则。综上,本文工作为从不完备系统中获取知识,提供新的理论方法和技术手段。

下一步的研究方向是对更为复杂的模糊系统(如不完备模糊区间值信息系统)中基于优势关系的粗糙集问题进行讨论。

## 参 考 文 献

[1] Pawlak Z. Rough sets-theoretical aspects of reasoning about data [M]. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991

[2] Pawlak Z. Rough sets and intelligent data analysis[J]. Information Sciences, 2002, 147(1): 1-12

[3] Pawlak Z, Skowron A. Rudiments of rough sets[J]. Information

Sciences, 2007, 177(1): 3-27

[4] Swiniarski R W, Skowron A. Rough set method in feature selection and recognition[J]. Pattern Recognition Letter, 2003, 24(6): 833-849

[5] Li H L, Chen M H. Induction of multiple criteria optimal classification rules for biological and medical data[J]. Computers in Biology and Medicine, 2008, 38(1): 42-52

[6] Zhai L Y, Khoo L P, Zhong Z W. A dominancebased rough set approach to kansei engineering in product development[J]. Expert Systems with Applications, doi:10.1016/j.eswa.2007.09.041

[7] Shen L X, Loh H T. Applying rough sets to market timing decisions[J]. Decision Support Systems, 2004, 37(4): 583-597

[8] Wu W Z, Zhang W X, Li H Z. Knowledge acquisition in incomplete fuzzy information systems via the rough set approach[J]. Expert Systems, 2003, 20(5): 280-286

[9] Wang X X, Tsang E C C, Zhao S Y, et al. Learning fuzzy rules from fuzzy samples based on rough set technique[J]. Information Sciences, 2007, 177(20): 4493-4514

[10] Mieszkowicz - Rolka A, Rolka L. Fuzziness in information systems[J]. Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 2003, 82(4): 164-173

[11] Greco S, Matarazzo B, Słowiński R. Rough approximation by dominance relations[J]. International Journal of Intelligent Systems, 2002, 17(2): 153-171

[12] Yang X B, Yang J Y, Wu C, et al. Dominance-based rough set approach and knowledge reductions in incomplete ordered information system[J]. Information Sciences, 2008, 178(4): 1219-1234

[13] Greco S, Inuiguchi M, Słowiński R. Fuzzy rough sets and multiple-premise gradual decision rules[J]. International Journal of Approximate Reasoning, 2006, 41(2): 179-211

[14] 王国胤. Rough 集理论在不完备信息系统中的扩充[J]. 计算机研究与发展, 2002, 39(10): 1238-1243

[15] Shao M W, Zhang W X. Dominance relation and rules in an incomplete ordered information system[J]. International Journal of Intelligent Systems, 2005, 20(1): 13-27

[16] Leung Y, Li D Y. Maximal consistent block technique for rule acquisition in incomplete information systems[J]. Information Sciences, 2003, 153(1): 85-106

[17] 杨习贝, 於东军, 吴陈, 等. 不完备信息系统中基于相似关系的知识约简[J]. 计算机科学, 2008, 35(2): 163-165

[18] Wu W Z. Attribute reduction based on evidence theory in incomplete decision systems[J]. Information Sciences, 2008, 178(5): 1355-1371

[19] Zhang W X, Mi J S. Incomplete information system and its optimal selections[J]. Computers & Mathematics with Applications, 2004, 48(5/6): 691-698

(上接第 187 页)

[9] Golbeck J, Parsia B, Hendler J. Trust networks on the semantic Web[C]//Proceedings of Seventh International Workshop on Cooperative Intelligent Agents CIA'03. Helsinki, Finland, Aug. 2003

[10] Hussain F K, Chang E, Dillon T S. Trust Ontology for Service-Oriented Environment[C]//Proceeding of AICCSA 2006, ACS/

IEEE International Conference on Computer Systems and Applications. Los Alamitos, IEEE Computer Society Press, 2006: 320-325

[11] Gambetta D. Can We Trust Trust[C]//Gambetta D, ed. Trust: Making and Breaking Cooperative Relations. Oxford: Basil Blackwell, 1990: 213-238

[12] Choi Namyoun, Song Il-Yeol, Han Hyoil. A Survey on Ontology Mapping[J]. SIGMOD Record, 2006, 35(3)