

语义 Web 服务信誉度模型及其实现

陈丁剑, 吴 健, 马满福, 胡正国

(西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安 710072)

(holysword@vip.163.com)

摘 要:语义 Web 服务信誉度通过对一个语义 Web 服务过去的“表现”进行综合,为其预期的行为作出评价。针对语义 Web 服务的特点,提出了一种语义 Web 服务信誉度模型,并深入研究了其相关算法。该模型为服务信誉度加入了语义信息,并综合了第三方权威机构的评价,使得信誉度值更有效和准确。在此基础上,提出了一种将该信誉度模型与现有语义 Web 服务体系结构结合的实现方案,并给出了相关算法的实现思路和信誉度对象的类结构。

关键词:语义 Web 服务;信誉度模型;信誉度算法

中图分类号: TP311.52 **文献标识码:** A

Design and implementation of semantic Web service reputation model

CHEN Ding-jian, WU Jian, MA Man-fu, HU Zheng-guo

(College of Computer, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shaanxi 710072, China)

Abstract: Reputation evaluated the semantic Web service according to its past behavior. Through studying the characteristics of semantic Web service, a reputation model of semantic Web service was proposed, and the algorithm relevant to it was also researched deeply. This model has the advantage of adding the semantic information into the service reputation and integrating the evaluation of third party authority organization, which makes the reputation evaluation more efficient and exact. In addition, an application scenario of this model was also proposed, which integrated this reputation model into the current semantic Web service infrastructure, along with the class structure of reputation object.

Key words: semantic Web services; reputation model; reputation algorithm

0 引言

语义 Web 和 Web 服务相结合称为语义 Web 服务。带有语义信息的 Web 服务描述信息有利于实现自动化的 Web 服务发现,使得 Web 服务发现技术不再拘泥于传统的分类和基于关键字查询的技术,而是可以进行基于语义的模糊匹配,使 Web 服务发现技术更有效和准确。但是满足发现条件的 Web 服务可能同时有多个,服务质量孰优孰劣如何判定,所得到的 Web 服务是否可用,即其描述语义的真实性如何判定等都是现实应用中人们所关心的问题,这就是 Web 服务的信誉度(Reputation)问题。

在网格计算和电子商务中同样有信誉度的问题。但与前两者不同的是,语义 Web 服务的信誉度除了要关注资源(即 Web 服务)的质量之外,还要关注其语义信息的信誉问题。因此语义 Web 服务信誉度应该从两个层次上来解释。第一层次是 Web 服务的语义真实性。语义真实性是指一个 Web 服务描述所体现的语义是否真实,有没有不确切的甚至是虚假的部分,譬如某个 Web 服务宣称自己可以处理任何事情,这当然是虚假的。在确认了 Web 服务的语义真实性的基础上需要考虑 Web 服务的质量。Web 服务质量的优劣影响客户选择,例如同样是汽车租赁的 Web 服务,但是服务 A 提供的车要比服务 B 提供更为物美价廉,这样用户当然会去选择服务 A。

因此,Web 服务信誉度的作用主要体现在:1)影响到服

务的选择,用户在既能满足预算和时间约束,同时等价格的前提下,优先选择信誉度好的服务;2)对服务质量要求较高的用户,在满足预算和时间约束的前提下,宁肯高价选择信誉度好的服务,而可能不选择信誉度低的服务。显然,这会给信誉度好的服务带来更多的利益;3)信誉度也是影响 Web 服务 QoS 的因素之一。

本文将针对语义 Web 服务特点,在已有的语义 Web 服务的体系结构中建立一种能够评价 Web 服务信誉度的参考模型。通过该模型,服务请求者可以获取语义 Web 服务的信誉度,从而做出更准确的选择。

1 语义 Web 服务信誉度模型

语义 Web 服务的信誉度与语义真实性和服务质量相关。与电子商务或网格计算中的商誉不同,Web 服务信誉度可以由独立的第三方权威机构评定,它是一个公有信息,也是一个重要的参考值,而商誉则定义为具体于任何两个实体之间的私有值,一个实体针对不同的其他实体可以形成不同的商誉^[5]。而另一方面,和商誉一样,Web 服务信誉度也是一个随时间变化的量^[6],有一些因素会影响到信誉度的衰减。因此,语义 Web 服务的信誉度与四种因素相关,分别是:服务功能描述语义真实性、客户评价历史记录、权威机构评价结果和信誉度衰减因子。

图 1 描述了他的信誉度对象参考模型。

收稿日期:2005-01-10;修订日期:2005-03-27

作者简介:陈丁剑(1978-),男,湖南攸县人,博士研究生,主要研究方向:Web 服务和语义 Web; 吴健(1961-),男,江苏盐城人,教授,主要研究方向:软件工程、组件技术; 马满福(1968-),男,甘肃甘谷人,讲师,博士研究生,主要研究方向:计算机系统结构、网络计算; 胡正国(1939-),男,陕西西安人,教授,博士生导师,主要研究方向:高性能计算、软件理论。

服务信誉度算法 (Reputation Algorithm) 的一般形式描述如下:

$$R = \begin{cases} 0 & St = 0 \\ f(At, Ot, HR) & St = 1 \end{cases} \quad (1)$$

其中, R 为服务信誉度, 取值范围 $[0, 1]$; St 为服务功能描述语义的真实性, 取值范围 0 或 1; At 为权威机构评价, 取值范围 $[0, 1]$; HR 为客户评价历史记录统计分析值, 取值范围 $[0, 1]$; Ot 为信誉度衰减因子。

1) 服务功能描述语义的真实性是影响服务信誉度的重要因子。由式(1), 当 $St = 0$, 即服务功能描述语义的真实性为假, 则该 Web 服务的信誉度为 0, 即具有最差的信誉度; 若 $St = 1$, 即服务功能描述语义是真实的, 则服务的信誉度只与其他因素有关, 由算法 f 计算。而 St 值只能为 0 或 1 的原因在于我们规定语义的真实性要么为真, 要么为假, 如果其语义有一部分为假, 则认为语义的真实性为假。

2) 第三方权威机构可以对注册在 UDDI 中的 Web 服务进行评价, 并且这个评价是具有很大权重的影响因子。当权威机构评价为 1 时, 该语义 Web 服务具有最好的信誉度, 即等于 1; 当权威机构评价为 0 时, 该服务具有最差的信誉度, 即等于 0; 当服务没有被权威机构评价时, 则服务的信誉度只与其他因素有关。所以式(1)中的函数 f 可以写成:

$$f(At, Ot, HR) = \begin{cases} 1 & At = 1 \\ 0 & At = 0 \\ f'(At, Ot, HR) & 0 < At < 1 \\ g(Ot, HR) & At = \text{NULL} \end{cases} \quad (2)$$

3) 客户评价历史记录包含所有已使用过服务的客户的反馈信息, 是对 Web 服务质量作出的最直接有效的评价。每条记录包含客户对服务各项参数指标的打分。综合各项参数值, 经由客户评价算法就可以得到客户评价, 即客户对服务质量的评价 (Rating)。

```
< daml: range rdf: resource = " http://sws.nwpu.edu.cn/
CarRentService.daml#Speed" />
< daml: weight rdf: datatype = "&xsd; float" >
< daml: restriction rdf: resource = "[0.05, 0.1]" />
</ daml: weight >
</ daml: DomainAttribute >
```

上述 DAML 语句表明在汽车租赁服务 (CarRentService) 中有一个领域参数名为最高时速 (MaxSpeed), 它的取值范围由 "http://sws.nwpu.edu.cn/CarRentService.daml#Speed" 决定, 数值类型为整数 (&xsd; integer), 其权重则是一个 0.05 到 0.1 之间的浮点值 (&xsd; float)。将上述参数采用一定的客户评价算法进行加权平均后得到客户评价。又由于参数值及其权重都由服务调用者给出, 因此每次客户评价都将不同。客户评价算法 (Rating Algorithm) 的一般形式如下:

$$r = \sum \alpha_i \cdot Gr_i + \sum \beta_j \cdot Dr_j \quad (3)$$

这里:

$$\alpha_i, \beta_j \geq 0, \text{ 且 } \sum \alpha_i + \sum \beta_j = 1, 0 \leq Gr_i, Dr_j \leq 1$$

其中, r 为客户评价; Gr 为通用参数值, α 为通用参数权重; Dr 为领域参数值, β 为领域参数权重。显然, 由上式计算可得 $0 \leq r \leq 1$ 。

式(3)计算得到了单次客户评价, 那么根据历史数据进行统计分析, 得出一个综合值 HR 的一般算法形式如下:

$$HR = \text{static}(r_i) \quad 0 \leq r_i \leq 1 \quad (4)$$

这里 $\text{static}()$ 是一个统计分析函数, 其结果使得 $0 \leq HR \leq 1$ 。

除了上述因素之外, 还有些因素会影响 Web 服务信誉度的下降, 我们称之为信誉度衰减因子, 例如当前时间与上一次服务调用之间的时间间隔。在上次调用之后, 随着时间的流逝, 时间间隔越长则服务的信誉度越低; 还有服务在一个时间段内的失效次数, 次数越多则信誉度越低。

2 信誉度模型实现

2.1 信誉度模型与现有语义 Web 服务体系结构结合

文献[4]给出了一种基于 DAML-S 的语义 Web 服务注册、发现的体系结构, 称为 DAML-S/UDDI Matchmaker (以下简称 Matchmaker)。我们在此基础上扩展 UDDI, 为其加上信誉度机制, 并规定一个语义 Web 服务关联一个信誉度对象。而 Web 服务在 UDDI 中注册为一个 TModel 对象, 所以可以在 UDDI 中为每个 TModel 关联一个信誉度对象 (Reputation Object, RO), 如图 2 所示。关键是在 Matchmaker 中增加一个信誉度模块。此模块完成如下功能:

- 1) 为 RO 联结 DAML 本体库;
- 2) 从 RO 获取服务信誉度值并返回给 DAML-S 匹配引擎;
- 3) 利用通讯模块收集客户反馈;
- 4) 利用通讯模块得到权威机构评价。

当 Matchmaker 的通讯模块收到从服务请求者通过其 Agent 发来的请求 (RDF 格式, 带语义信息) 后, 通讯模块马上通知 DAML-S/UDDI 转换器从 UDDI 注册库中获取所有的 TModel, 并将其转换为 Service Profile 形式交给匹配引擎。然后匹配引擎利用 DAML + OIL 推理机对功能描述进行基于 DAML Ontology 库的灵活匹配 (基于语义约束的模糊匹配), 得到一些满足条件的 Web 服务。接下来为了对这些满足匹配条件的 Web 服务进行取舍, 匹配引擎通过信誉度模型从 UDDI 中获取各自的信誉度值。这样信誉度最高的服务将由

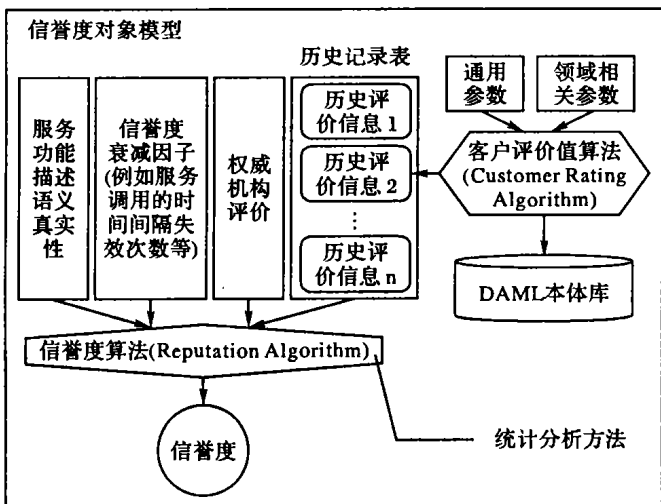


图1 信誉度对象参考模型

每个 Web 服务都有如下两类评价参数: 1) 通用参数, 即每个 Web 服务都应该具有的参数, 每个参数都有不同权重, 由服务调用者赋值。可能的参数包括执行速度、费用等; 2) 领域相关参数, 即不同领域中的 Web 服务所具有的特殊的参数, 例如餐饮业的饭菜质量和网上购书的书的包装质量等。它由服务提供者和请求者共同给出, 其参数信息应该具有语义 (采用 DAML 来描述), 同样具有权重。可以自由的添加、修改和删除参数种类, 但必须遵循一定的规则。参数语义可以表述为如下形式:

```
< daml: DomainAttribute rdf: datatype = "&xsd; integer" >
< daml: name > MaxSpeed </ daml: name >
```

通讯模块返回给服务请求者的 Agent。如果出现信誉度相等的情况,则可以简单的任取其一即可。然后服务请求者调用并执行服务,并根据执行效果对服务进行评价,将评价信息返回给 Matchmaker。最后信誉度模块将评价信息作为信誉度历史记录写入相应服务的信誉度对象中,以备下次计算信誉度使用。

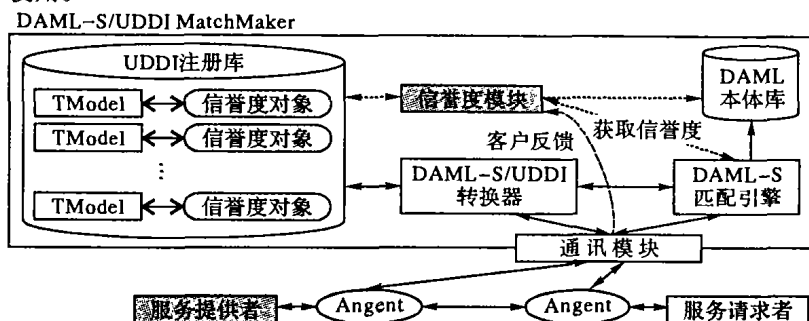


图2 信誉度模型与现有语义 Web 服务体系结构结合

2.2 模型算法实现

整个信誉度模型可以由图3所示的 UML 类图所描述。图3中表述了与语义 Web 服务信誉度相关的各部分以及相互之间的关系。

在信誉度算法的实现中,针对服务功能描述语义真实性的评价一般有两种方法:1)收集 Web 服务调用者的反馈,在充分信任客户反馈的前提下,统计反馈信息,分析得到服务的真实性;2)自动检测的方法,即当认为客户提供的反馈不足以信任,则需要一个强大的推理机,用它来对服务功能描述的语义进行分析。首先检查是否有语义冲突、逻辑混乱的情况,然后尝试自动的调用服务,检查所得到的结果是否与服务宣称的一致,从而判定服务的真实性。我们推荐使用第一种方法,因为它实现起来较为简单有效。

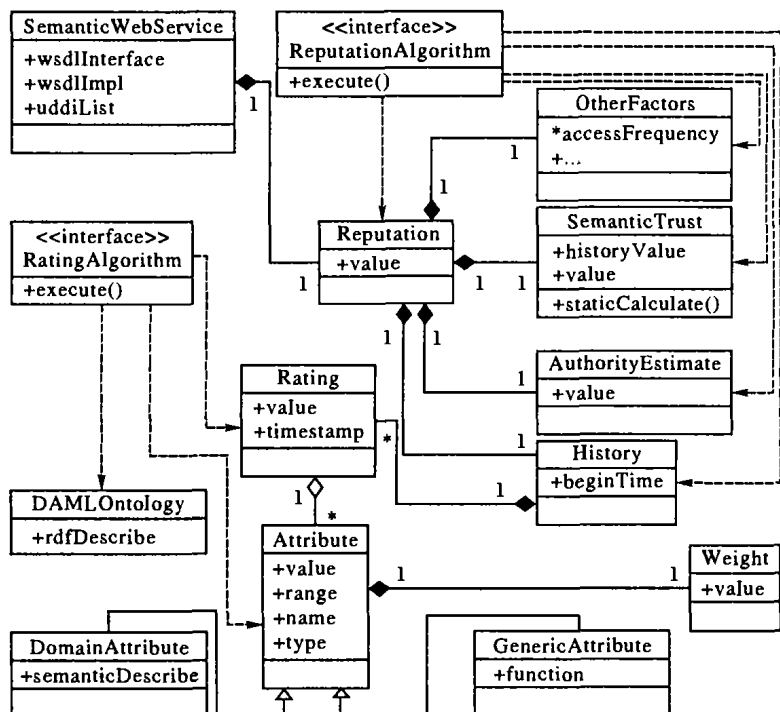


图3 信誉度对象 UML 类图描述

针对客户评价值的计算(式(3)),所面临的问题是模型中各个参数的权重的取值问题,这些值没有直接的依据去确定,属于经验值,同时和系统追求的目标有关。而且服务提供者和服务请求者都可以进行调整以符合自身需求。而式(4)中的 static() 函数则可以采用一般的统计分析方法即可。

对于信誉度算法(式(1)),函数 f 的实现也与应用目标相

对应,各种服务都不尽相同。除此之外,还有一个 R 的初值问题。初值的指定可以有多种方法,类似于电子商务中的商誉,在 $[0,1]$ 之间选定任意值作为初值,可以由服务提供者指定,但是一般都设置为一个大于 0 的值。

3 结语

文献[1]中给出了一种 Web 服务信誉度的概念模型。文献[2]提出了一种扩展的 UDDI 模型,其主要思想是在 UDDI 中为影响 Web 服务质量的属性加上本体。文献[3]则对语义 Web 中的可信策略做了具体描述,目的是为了提高 Agent 交互的质量。本文则以这些为基础,同时借鉴网络以及电子商务中的资源信誉度模型来建立语义 Web 服务中的 Web 服务信誉度模型。

除此之外,本文中的语义 Web 服务是使用 DAML-S^[7]来描述的。因此所有的语义描述以及逻辑推理都符合 DAML-S 规范。而且语义 Web 服务的应用框架利用 Agent 技术实现,即服务提供者(服务端)和服务请求者(客户端)都有一个 Agent 与之对应,如图2。

本文的工作就是结合语义 Web 服务特点,在已有的语义 Web 服务的体系结构中对 UDDI 进行扩展,建立一种评价服务信誉度的参考模型,并深入研究了其相关算法的一般表现形式及实现思路。与其他的 Web 服务信誉度机制相比较,该模型的优点是服务信誉度加入了语义信息,并综合了第三方权威机构的评价,使得信誉度值更有效和准确。但由于我们的模型是一个参考模型,因此相关算法的具体实现没有给出,这也是我们下一步工作的主体。另外,我们还将着力于对语义真实性的自动化评价问题。

参考文献:

- [1] MICHAEL ME, SINGH MUNINDAR P. Conceptual Model of Web Service Reputation[J]. SIGMOD Record, 2002.
- [2] SOYDAN BA, SINGH MUNINDAR P. A DAML-Based Repository for QoS-Aware Semantic Web Service Selection [A]. IEEE International Conference on Web Services(ICWS 2004)[C]. 2004.
- [3] O'HARA K, ALANI H, KALFOGLOU Y, et al. Trust Strategies for the Semantic Web[A]. ICWS 2004[C]. 2004.
- [4] KATIA S, MASSIMO P, ANUPRIYA A, et al. Automated discovery, interaction and composition of Semantic Web services[J]. Web Semantics, 2003, 1(1): 27 - 46.
- [5] AZZEDIN F, MAHESWARAN M. Towards trust-aware resource management in Grid computing systems [A]. Cluster Computing and the Grid 2nd IEEE/ACM International Symposium CCGRID2002[C]. 2002, .419 - 424.
- [6] AZZEDIN F, MAHESWARAN M. Integrating Trust into Grid Resource Management Systems[A]. Proceedings of International Conference on Parallel Processing[C]. 2002.
- [7] The DAML Services Coalition. DAML-S: Semantic Markup For Web Services [EB/OL]. www.daml.org/services, 2002.
- [8] 岳昆,王晓玲,周傲英. Web 服务核心支撑技术: 研究综述[J]. 软件学报, 2004, 15(3).
- [9] MASSIMO P, KATIA S. Autonomous Semantic Web Services[J]. IEEE INTERNET COMPUTING, 2003, 11(5).
- [10] MCILRAITH SHEILA A, SON TRAN CAO, ZENG HONGLEI. Semantic Web Services[J]. IEEE INTELLIGENT SYSTEMS, 2001, 31(2).