

一种支持服务 QoS 差异度控制的 Web 服务发现模型

何小霞¹ 谭 良^{1,2}

(四川师范大学计算机科学学院 成都 610068)¹ (中国科学院计算技术研究所 北京 100190)²

摘 要 服务质量 QoS 描述了一个 Web 服务满足用户需求的能力。在动态、开放和多样的网络环境中,由于 QoS 的不确定性使得服务选择结果与实际结果偏差较大,服务质量难以保证。针对此问题,设计了一种支持服务 QoS 差异度控制的 Web 服务发现模型,在该模型中,通过增加第三方监控 Interceptor,保证了服务提供者和消费者提供给 QoS 认证中心的信息以及 QoS 认证中心交给服务注册中心的信誉度数据的真实性,另外其也作为双方能公平公正地遵守 SLA 的公证方,保证了服务的合法交易;同时,在服务使用者端和 QoS 认证中心处增加了 QoS 属性本地规约验证机制和全球规约验证机制,其可以控制用户的 QoS 需求值和提供者给出的提供值的差异度,使得在交易过程中能得到服务和提供者一个较准确的客观的信誉度评价。实验表明,该方法能够有效控制 QoS 差异度,并为用户提供更加满足需求的 Web 服务。

关键词 Web 服务,服务质量,规约值,验证值,信誉度

中图分类号 TP391 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2014.08.044

Web Service Discovery Model Supporting Service QoS Difference Degree Control

HE Xiao-xia¹ TAN Liang^{1,2}

(College of Computer Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610068, China)¹

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)²

Abstract Quality of Service (QoS) describes the ability of a service meeting customer needs. In a dynamic, open and diverse network environments, the QoS uncertainty makes a large deviation between the service selection results and the actual results, as well as the difficulty of guaranteeing the QoS. To solve this problem, a Web service discovery model was designed to support QoS difference control. In this model, we added the third party monitoring which is called Interceptor to ensure the reality of the QoS certification center's information provided by service providers and customers, and its real credit data to service registry center. Also, as a notary, it ensures both sides comply with SLA fairly and justly, and ensures the legitimate transaction service. Furthermore, QoS attribute local compliance verification mechanism and the global compliance verification mechanism were added in the service user terminal and QoS certification center, to control the difference between the users' required values and offering data by providers, making a more accurate and objective reputation from service and service providers in the transaction process. The experiment indicates that this method can effectively control the QoS difference, which can provide more satisfying Web service for the users.

Keywords Web service, QoS, Compliance, Verity, Reputation

1 引言

Web 服务是一种基于 XML (Extension Markup Language) 和 HTTPS (Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer) 的面向服务架构 (Service Oriented Architecture, SOA) 的分布式计算技术,其通信协议主要基于 SOAP (Simple Object Access Protocol),以 WSDL (Web Services Description Language) 作为其服务描述语言,并通过 UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) 来发现和获得服务的元数据,是一种自描述的、模块化的、由 URI 标识的应

用程序^[1,17,18]。

Web 服务体系结构主要由 3 种角色和 3 种基本操作构成^[2],3 种角色包括服务提供者、服务使用者和服务注册中心;3 种基本操作包括发布、发现和绑定调用。服务提供者将自己的服务描述信息发布到服务注册中心,服务使用者在服务注册中心查找发现自己所需要服务的描述信息,从而根据服务描述绑定服务提供者提供的服务并调用该服务。

在 Web 服务中的一项重要技术即是 Web 服务发现技术,服务使用者如何发现选择出最符合自己需求的单个服务或是服务组合,除了返回的服务要与用户的功能性请求所匹

到稿日期:2013-10-10 返修日期:2013-12-14 本文受国家自然科学基金(60970113),国家自然科学基金青年基金(60903073),四川省教育厅青年基金项目(08zb02),四川师范大学校级项目(11KYL03)资助。

何小霞(1989-),女,硕士生,主要研究领域为中间件,E-mail:hxx_mail@163.com;谭 良(1972-),男,博士,教授,CCF 高级会员,主要研究领域为可信计算、网络安全。

配以外,与此同等重要的一项技术是其服务还需要满足客户的 QoS(Quality of Service,服务质量)非功能性需求^[11,16,20]。Web 服务的 QoS 属性可以分为积极属性和消极属性两类^[3],积极属性考虑 QoS 的最大化,如吞吐量、可靠性、可用性、可扩展性、安全性等,消极属性考虑 QoS 的最小化,如响应时间、服务价格等等^[12]。

然而,当服务提供者对外发布服务时,通常会为了商业的利益而夸大服务质量属性,也有可能因为动态、开放、多样的网络环境中 QoS 的不确定性^[4,19],导致消费者在选择高质量的服务进行消费之后得到的服务质量属性并没有提供值那么好,高价格却没有得到相应的服务质量服务,这对消费者来说是很大的一笔经济损失,也有可能因为服务质量的不达标使得消费者损失了商业利益,而服务提供者的信誉度也会急剧下降,对提供者本身也是一种损失;同时对其他服务提供者也是一种不公平的竞争表现。本文主要针对此问题对控制用户的反馈评价和服务提供者给出的 QoS 信息的差异度进行研究,以便对服务和提供者能有一个较准确的客观的信誉度评价,使得服务 QoS 提供值更加接近真实值,从而消费者能更加准确、快速地选择出满足用户需求的 Web 服务。

本文第 1 节介绍 Web 服务概念及 Web 服务发现的发展,引出 Web 服务发现中的不足之处;第 2 节介绍 Web 服务发现技术的相关研究工作;第 3 节详细介绍支持服务 QoS 差异度控制的 Web 服务发现模型;第 4 节以实验验证形式来证明本文提出的基于 QoS 的服务发现模型能控制用户的反馈信息和 Web 服务提供者发布的 QoS 信息的差异,以便对服务的性能及服务提供者的诚信度能有一个较精确的动态评估;最后给出全文总结。

2 相关工作

在开放的 Web 服务环境中,如何快速、准确地找到用户所需的 Web 服务或其服务组合,一直是人们所关注的热点问题,其服务除了要确切地满足客户的功能性需求外,其非功能性的 QoS 属性亦是一大重点。现基于 QoS 的 Web 服务发现研究技术也有很多。

杨胜文等人在文献[5]中提出了一种支持 QoS 约束的 Web 服务发现模型(WSDM-Q),该模型定义了一组描述 Web 服务 QoS 及信誉度的分类 tModel,引入了 QoS 量化的概念,采用了 QoS 协商和反馈机制,支持携带 QoS 描述信息的服务发布和基于 QoS 约束的服务发现。但是不足之处是没有考虑如何对服务提供者给出的 QoS 信息和用户的反馈信息进行细化评比,不能有效地控制两者之间的差异,从而无法提供一个比较客观的评价。

RAN S. P. 等人在文献[6]中也提出了一种服务发现模型,该模型对 UDDI 进行了扩展,增加了一种新的数据结构,用于描述 Web 服务的 QoS 属性,并且定义了一种 QoS 证明者角色,用于对服务提供者所宣称的服务质量进行验证。但是该模型对 UDDI 进行了扩展,加大了 UDDI 的复杂性,也没有考虑用户的反馈信息。

Sravanthi K 等人在文献[7]中设计实现了一个 QoS 代理,该代理的主要作用是监控用户反馈回来的信息和 Web 服务发布的 QoS 信息的差异,以判断 QoS 发布信息的真实性。但是该方案增大了服务代理即 UDDI 实现的复杂性,不利于系统的实现。

Le-Hung Vu 等人在文献[8]中提出了一种新的基于 QoS 的语义 Web 服务选择和排名机制,即使用信任和信誉管理方法来表述如何拒绝和处理由不诚实的提供者和用户给出的错误排名等级等欺骗行为。其不足之处是监控服务选择过程是一项重要的任务,然而其信任代理机构却没有监控其过程的机制;另外如何准确预测只带有少量 QoS 信息新发布的 Web 服务的性能,如何激发用户对服务的性能和递交反馈信息给服务搜索引擎等问题没有得到解决。

但是,上述文献中并没有解决如何较准确地控制服务提供者给出的 QoS 信息和用户使用之后的 QoS 真实信息的偏差等问题,所以本文提出了一种支持 QoS 信誉度差异控制的 Web 服务发现模型,该模型除了有服务提供者、服务使用者和服务注册中心这 3 种角色以外,还增加了 QoS 代理和拦截器这两种角色。引用了 QoS 量化概念和服务等级协议(Service Level Agreement, SLA),并且支持携带 QoS 描述信息的服务发布和 QoS 约束的服务发现,引用了一组描述 Web 服务 QoS 属性和信誉度的分类 tModel 来监控用户反馈的信息和 Web 服务提供的 QoS 信息的差异,增强了 QoS 代理和服务使用者的功能,解决了服务提供值和真实值的大偏差问题,使得消费者在付出合理的价格之后能得到相应的服务质量为其服务。

3 支持服务 QoS 差异度控制的 Web 服务发现模型

为了解决以上问题,本文以文献[5]提出的一种支持 QoS 约束的服务发现模型 WSAM-Q 为基础,考虑了如何对服务和提供者信誉度做一个较客观的评价,提出了一种支持服务 QoS 差异度控制的 Web 服务发现模型。该模型在不改变 UDDI 规范和实现的情况下,扩展了 UDDI 的描述能力,增加了 QoS 描述和约束的服务发现。本模型在服务消费者和 QoS 认证中心端都增加了规约数据库(Compliance Database)和验证计算(Verity Calculator)两大机制^[8],通过规约 QoS 属性的提供值和实际值的偏差度来验证计算服务和提供者信誉度,并将该信誉度提交给 UDDI,以便下一次的调用能得到一个更符合需求的服务;另外在服务消费者端中的 Compliance Database 和 Verity Calculator 还考虑了消费者个人偏好习惯问题,其选择出的服务更贴近消费者自身的需求。模型中增加了第三方监控 Interceptor 来监控服务被调用的整个过程,保证了服务提供者和消费者提供给 QoS 认证中心的信息以及 QoS 认证中心交给服务注册中心的信誉度数据的真实性,使服务交易过程能在公平公正的环境中完成。本系统模型如图 1 所示,以下对模型中的各种角色和主要操作做了详细介绍。

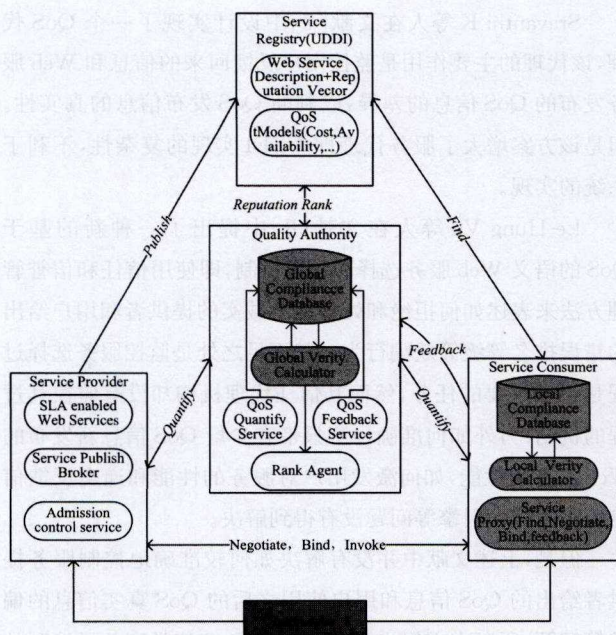


图1 系统模型

3.1 模型中的角色

本模型中主要涉及5大角色:服务提供者(Service Provider)、服务消费者(Service Consumer)、服务注册中心(Service Registry, UDDI)、QoS认证中心(Quality Authority)、第三方监控(Interceptor),它们各自的职责如下所述:

(1)服务提供者:提供一组支持SLA的Web服务来负责服务的发布和执行。首先,Web服务需要经过由第三方监控(Interceptor)其服务等级协议规范后的服务才能进行QoS量化和服务发布并调用等一系列的后续操作,加入SLA规范和Interceptor是为了使得服务提供者和消费者之间的规范交易得到保障^[9],其包括服务定义、服务质量定义、服务等级定义和在不遵守交易协议的情况下需要得到的处罚的定义等等^[10];其次由服务发布代理(Service Publish Broker)将QoS信息发送到QoS认证中心进行QoS量化,返回一组QoS分类信息,并将携带有QoS分类信息的服务描述信息发布到服务注册中心(UDDI)中,以便消费者可以根据此信息进行服务发现查找;与此同时,由接纳控制服务(Admission Control Service)根据系统资源配置来判断是否接受该服务请求,如没有超出负载则接受该请求,否则将不能同意该请求,并在此过程中实时监控且记录当前的服务数量。

(2)服务消费者:该角色中除了服务代理(Service Proxy)还新增了本地规约数据库和本地验证计算两大机制。服务代理主要完成服务的发现(Find)、协商(Negotiate)、绑定(Bind)、调用(Invoke)和反馈(Feedback)。服务代理将用户需求发送到QoS认证中心,该机构为其需求进行QoS量化,并返回一组QoS分类信息;再将携带有QoS分类信息的服务需求交给UDDI进行服务查找,找到并返回一组满足条件的服务;服务代理在返回的服务中寻找最适合的且信誉度最高的一个目标服务;在调用服务之前还需要与提供者进行协商,只有在服务请求被接受的情况下,服务代理才会最终绑定并调用服务;在服务被调用的过程中,由增加的第三方Interceptor

对整个过程进行监控,并对实际发生的服务质量参数进行测量;在服务调用结束后,采用反馈机制向QoS认证中心提供QoS测量结果,使用新增加的全球规约验证机制计算服务的规约值(Compliance)、真实值(Verity)和信誉度(Reputation)。在本地规约数据库(Local Compliance Database)中记录着与该消费者交易过的服务,根据其QoS的真实属性值和QoS需求属性值来计算其规约值,并由本地验证计算(Local Verity Calculator)采用方差的算法来得出其验证值,侧重考虑消费者自身的偏好问题得出服务和提供者信誉度。

(3)服务注册中心UDDI:提供服务发布和查找的功能。Web Service Description+Reputation Vector:存储Web服务的描述信息及以向量的方式表示其服务和提供者信誉度评价,其服务信誉度表示形式为 $\langle WSG_{compl}, WSG_{verity}, SG_{rating} \rangle$,服务提供者信誉度表示形式为 $\langle SPG_{compl}, SPG_{verity}, SPG_{rating} \rangle$,其包含了用户的感知和服务及服务提供者的历史表现等。QoS tModel表示QoS分类信息的tModel,如吞吐量、响应时间、可用性和可靠性等,可以方便描述Web服务的QoS属性和提供基于QoS属性的服务发现。

(4)QoS认证中心:提供一组QoS量化服务(QoS Quantify Service)^[13,14]、QoS反馈服务(QoS Feedback Service)和排名代理(Rank Agent)等服务,并新增加了全球规约数据库(Global Compliance Database)、全球验证计算(Global Verity Calculator)两大机制。主要由QoS量化服务对服务提供者的QoS通告和消费者的QoS需求进行量化,返回一组QoS分类信息,并将提供者的服务QoS属性值交予本模型中新增加的全球规约数据库;QoS反馈服务接受来自消费者使用服务之后反馈的真实信息,同样也将该信息交予全球规约数据库;全球规约数据库得到服务QoS属性提供值和QoS真实反馈值之后,在全球规约数据库中计算其规约值,并由全球验证计算机制验证其值,得到QoS提供值和QoS真实值的差异度,以及服务和提供者信誉度;全球规约验证机制还需要计算每一次服务被调用之后的QoS属性真实值和提供值的平均值,得出下一次的QoS属性提供值;将得出的信誉度排名结果、QoS属性提供值交予排名代理,由排名代理将其交给服务注册中心,以便服务消费者能从中选择出最适合自身需求的服务。

(5)第三方监控。这是本方案新增的角色。在消费者与提供者开始交易时,第三方监控的拦截器被打开,用以监控服务被调用的整个过程,以保证服务提供者和消费者提供给QoS认证中心的信息以及QoS认证中心交给服务注册中心的信誉度数据和QoS属性下一次提供值的真实性;另外可作为双方公平公正地遵守SLA的公证方,若哪一方有悖协议,则将给出相应的处罚。

3.2 模型中的主要操作

本模型中的主要操作有QoS量化(Quantify,包括服务提供者的QoS通告量化和消费者的QoS需求量化)、服务发布(Publish)、服务发现(Find)、协商(Negotiate)、绑定和调用(Bind & Invoke)、反馈(Feedback)和排名等^[5],以及新增的第三方Interceptor监控服务调用过程、消费者端的QoS属性提

供值和真实值的本地规约验证计算、QoS 认证中心端的 QoS 属性提供值和真实值的全球验证计算, 以及对其下一次的 QoS 提供值的计算。其具体的交互过程如图 2 所示, 以下对其交互过程做了详细的叙述。

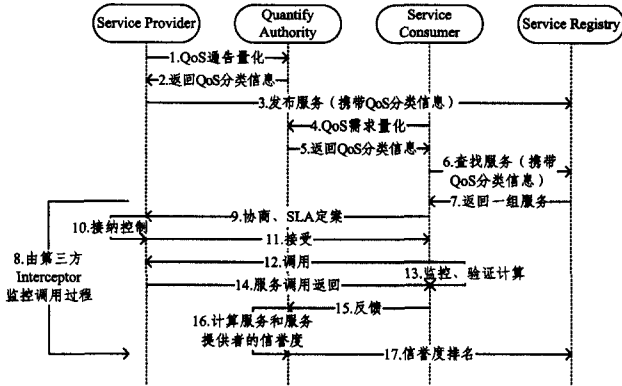


图 2 交互时序图

其主要交互过程如下:

Step1 服务提供者调用 QoS 认证中心的 Quantify() 操作, 将支持 SLA 的 Web 服务的 QoS 通告进行量化, 并返回一组 QoS 分类信息;

Step2 服务提供者将带有 QoS 分类信息的服务描述信息发布到服务注册中心;

Step3 服务消费者调用 QoS 认证中心的 Quantify() 操作对 QoS 需求进行量化, 并返回一组 QoS 分类信息;

Step4 服务消费者将带有 QoS 分类信息的服务需求交予服务注册中心, 服务注册中心根据消费者的需求返回一组满足条件的服务, 服务消费者从中选择出信誉度最高且最符合需求的目标服务;

Step5 消费者在得到目标服务后, 需与该服务的提供者进行协商以及 SLA 定案, 并要求消费者和服务提供者双方都按照 SLA 协议进行交易, 自此由新增的第三方监控(Interceptor)开始对服务调用的整个过程进行监控, 直到 QoS 认证中心将信誉度排名和下一次的 QoS 属性提供值交给服务注册中心后, 该服务才调用完成并关闭该监控;

Step6 同时, 服务提供者开启接纳控制过程, 根据系统资源配置及当前的负载来决定是否接受该服务请求, 若超出负载则拒绝该服务请求, 否则接受该请求, 继续下面的步骤;

Step7 当服务提供者接受消费者的请求之后, 消费者开始调用该服务, 同时消费者自身开启监控过程, 对服务调用过程的 QoS 进行测量;

Step8 消费者在得到 QoS 的真实值后, 根据 QoS 属性的提供值和真实值, 在新增的本地规约验证计算机制下计算出服务和提供者信誉度, 以便下次调用服务时能选出更合适的服务和提供者;

Step9 消费者将调用过程中的 QoS 真实值反馈给 QoS 认证中心(此过程由新增的第三方 Interceptor 监控), 由 QoS 认证中心新增的全球规约验证计算机制根据服务提供者给出的 QoS 值和消费者给出的 QoS 真实值计算出服务和提供者信誉度; 该新增的全球规约验证机制中还需要计算 QoS 属性的本次提供值与真实值的均值, 作为该服务的下一

次 QoS 提供值。将该服务的信誉度计算结果和 QoS 属性的下一次提供值交予排名代理, 排名代理对所有服务和提供者信誉度进行排名, 并将结果交予服务注册中心。

由此, 服务注册中保留有服务和提供者信誉度排名以及服务 QoS 属性的下一次提供值, 从而对以后消费者选择服务和提供者提供了一大重要条件; 同时消费者方对服务和提供者信誉度排名, 涉及到了消费者的个人偏好问题, 这也是今后消费者选择最适合自身服务时的一大重要标准。

3.3 服务和提供者信誉度控制算法

对提供者 QoS 通告量化和消费者 QoS 需求量化在文献[5]中已经给出详细介绍, 此处不再讲述。本节主要讲述的是对服务和提供者信誉度的计算方法, 主要包括 3 个方面的规约^[7,15]: 属性规约(attribute compliance)、服务规约(service compliance)、提供者规约(service provider compliance), 其规约值表述了一个 QoS 属性的提供值和实际值的偏差度。

服务消费者中的规约验证机制称为本地规约验证机制(Local compliance and verify mechanism), 计算的是消费者的 QoS 提供值与服务的真实 QoS 值的偏差度, 得到的是服务和提供者信誉度。消费者在请求服务时可将此信誉度作为发现的一个参数提交给 UDDI, 另外此处考虑了消费者的个人偏好, 从而能在 UDDI 中找到信誉度高且更适合消费者的服务和提供者。QoS 认证中心中的规约验证机制称为全球规约验证机制(Global compliance and verify mechanism), 计算服务每次被调用之后的真实值和提供值的差异, 得出的是服务和提供者信誉度, 其值与本地规约值可能不同, 因为此处考虑的是所有使用过该服务提供者提供的本服务的一个真实评价均值, 不涉及消费者个人的偏好问题; 此外全球规约验证机制还需要计算每次服务被调用之后的 QoS 提供值和真实值的均值, 作为该服务的下一次 QoS 属性提供值; 之后 QoS 认证中心将计算结果交给 UDDI, 以便消费者能根据 QoS 参数和本信誉度等级参数找出更适合自己的服务, 其计算方法与本地规约的计算方法类似。所以此处以本地规约计算为例, 计算过程如下所示:

属性规约:

$$L_{compl}^{a_i} = \frac{\sum_{j=1}^m ND_{a_i}^j}{m} \quad (1)$$

$$ND_{a_i}^j = \frac{a_i^{pj} - a_i^{dj}}{a_i^{pj}} \quad (2)$$

其中, $L_{compl}^{a_i}$ 是某一服务的 QoS 属性参数 a_i 的本地规约值; m 是本服务被该消费者调用的次数; $ND_{a_i}^j$ 是当本服务被第 j 次调用时, 其属性 a_i 被归一化的提供值和真实值的差异。

服务规约:

$$WSL_{compl} = \frac{\sum_{i=1}^r L_{compl}^{a_i}}{r} \quad (3)$$

其中, WSL_{compl} 是本服务的所有 QoS 属性规约值的平均值; r 是本服务的 QoS 属性的个数。

提供者规约:

$$SPL_{compl} = \frac{\sum_{i=1}^h WSL(i)_{compl}}{h} \quad (4)$$

其中, SPL_{compl} 是服务提供者的本地规约值; $WSL(i)_{compl}$ 是消费者从该提供者中请求第 i 个服务并由提供者提供出该服务的本地规约值; h 是类似这种服务的服务数量。

采用方差的形式来验证 (verity calculator) 其服务提供者提供优质服务的精准度, 其表示如下:

服务验证:

$$WSL_{verity} = \frac{\sum_{i=1}^m (WSL_{compl}^i - \mu)^2}{m} \quad (5)$$

其中, WSL_{verity} 是 Web 服务的本地验证值; m 是该 Web 服务被本消费者调用的次数; μ 是 WSL_{compl}^i 规约值的平均值; WSL_{compl}^i 是该服务被本消费者第 i 次调用时的本地规约值。

服务提供者验证:

$$SP_{verity} = \frac{\sum_{i=1}^h (WSL(i)_{compl} - \mu)^2}{h} \quad (6)$$

其中, SP_{verity} 是服务提供者的本地验证值; $WSL(i)_{compl}$ 是该消费者向该服务提供者请求并提供的第 i 个服务的本地规约值; h 是像这样的服务的个数。

用户评级 (user rating) 包括用户对服务和提供者评价的平均值, 它也可作为信誉度评价的一个参数, 其表述如下:

用户对某一服务的评级:

$$SL_{rating} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{rating}^i}{n} \quad (7)$$

其中, SL_{rating} 是本地服务排名; S_{rating}^i 是服务 S 第 i 次被该消费者评级的评级数; n 是服务 S 被用户评级的次数。

用户对某一提供者的评级:

$$SPL_{rating} = \frac{\sum_{i=1}^n SP_{rating}^i}{n} \quad (8)$$

其中, SPL_{rating} 是消费者对某一服务提供者在本地中的一个排名等级; SP_{rating}^i 是服务提供者提供第 i 个服务给消费者时消费者给提供者的一个评级数; n 是服务提供者被本地评级的次数。

一个 Web 服务的本地信誉度, 表示为 $\langle WSL_{compl}$,

$WSL_{verity}, SL_{rating} \rangle$;

一个 Web 服务的全球信誉度, 表示为 $\langle WSG_{compl}$,

$WSG_{verity}, SG_{rating} \rangle$;

一个服务提供者的本地信誉度, 表示为 $\langle SPL_{compl}, SPL_{verity}, SPL_{rating} \rangle$;

一个服务提供者的全球信誉度, 表示为 $\langle SPG_{compl}, SPG_{verity}, SPG_{rating} \rangle$ 。

以向量的形式来表示服务和提供者信誉度, 其包含了用户的使用感知和服务与提供者历史表现, 从而能准确地发现用户需求的服务。

4 实验验证

通过本实验得到的 QoS 属性的相关值、消费者端的本地规约值和验证值、QoS 认证中心的全球规约值和验证值, 可解决服务提供值和真实值的大偏差问题, 使得消费者在付出合理的价格之后能得到相应的服务质量为其服务。本实验中使用 3 个常用的 QoS 属性: 响应时间 (RT)、可用性 (U) 和准确率 (A)。其中响应时间以秒为单位计算, 可用性和准确率以百分数来计量。消费者 C1 和消费者 C2 分别调用了服务 WS1 两次和三次, 根据 3.3 节中的信誉度控制算法来计算服务 WS1 的本地规约验证值和全球规约验证值, 对服务 QoS 属性的提供值和真实值的差异给出一个客观的评价, 使得在服务注册中心中提供的服务 QoS 值更加贴近真实值, 下次消费者请求该类型的服务时就能更加容易地找到贴近需求的服务。该服务被调用的次数越多, 其提供值、需求值和使用后的真实值就更加贴近, 从而服务和提供者信誉度就会越高。该实验证明了本方案有效地解决了上述问题。

4.1 实验环境

实验所用环境: Intel 酷睿 i3 2120 处理器, 4G 内存, 操作系统为 Windows 7, apache-tomcat-6.0.36, MyEclipse 10, JDK 1.7。

4.2 评价指标及实验结果

消费者 C1 需要使用服务 WS1, 服务注册中心将提供者 P1 的服务 WS1 推荐给 C1。消费者 C1 对服务 WS1 的 QoS 需求值, 以及在使用之后得到的真实值和由原来注册中心提供的属性值如表 1 所列。

表 1 消费者调用服务 WS1 的 QoS 属性相关值

属性	(<=响应时间, >=可用性, >=准确率, >=服务等级, >=服务提供者等级)				
	C1 第一次调用 WS1	C1 第二次调用 WS1	C2 第一次调用 WS1	C2 第二次调用 WS1	C2 第三次调用 WS1
需求值	(4.90%, 95%, 4.5, 4.5)	(5.90%, 90%, 4, 4)	(6.85%, 85%, 4, 4)	(6.88%, 90%, 4.5, 4.5)	(5.5, 87%, 90%, 4.5, 4.5)
真实值	(6.85%, 90%, 3, 3)	(6.85%, 90%, 4, 4)	(5.90%, 90%, 5, 5)	(5.5, 87%, 89%, 4.5, 4.5)	(5.3, 87.5%, 90%, 5, 5)
提供值	(4.95%, 100%, 5, 5)	(5.90%, 95%, 4, 4)	(5.5, 87.5%, 92.5%, 4, 4)	(5.25, 88.75%, 91.25%, 4.5, 4.5)	(5.375, 87.875%, 90.125%, 4.5, 4.5)

表 1 中展现了该服务 WS1 被消费者 C1 调用了两次, 被消费者 C2 调用了 3 次, 每次调用时的 QoS 属性需求值、真实值和提供值均在表 1 中得到表示。同一消费者在调用同一服务时由于调用的环境和时间不同导致每次使用后的真实值也是有变化的, 不同的消费者在调用同一服务时也会由于使用环境的不同导致使用后的真实值有差异。每次的 QoS 属性提供值均是由前一次的真实值和提供值的平均值得到的, 可

以使下一次的提供值能更近一步地接近该服务的真实值, 从而也提高了服务和提供者信誉度。其中等级值从 1 到 5, 值越高, 表示服务或服务提供者信誉度越高, 越可信。

在消费者每次调用完服务之后, 消费者端和 QoS 认证中心要根据需求值和真实值运用 3.3 节中的信誉度控制算法得出服务本地规约值和验证值 (如表 2 所列), 以及全球规约值和验证值 (如表 3 所列), 从而给出一个较真实的服务等级和

提供者等级。

表2 消费者端的本地规约值和验证值

WS_ID	Invocation_Key	WSL_Compl	WSL_Verity	SL_Rating	SPL_Rating
WS1	WS1C1_01	-0.20270	0	3	3
WS1	WS1C1_02	-0.14393	0.863478 * 10 ⁻³	4	4
WS1	WS1C2_01	0.06696	0	5	5
WS1	WS1C2_02	0.05753	0.022231 * 10 ⁻³	4.5	4.5
WS1	WS1C2_03	0.04303	0.096860 * 10 ⁻³	5	5

从表2中消费者C2调用的情况来看,当该消费者多次调用同一个服务之后,其本地规约值 WSL_Compl 会越来越小,本地验证值 WSL_Verity 会越来越大,表明该服务在该消费者处的信誉度越来越高,其服务等级 SL_Rating 和提供者等级 SPL_Rating 也会相应提高。消费者 C1 处的 WSL_Compl 为负数表明 QoS 属性的真实值远低于消费者的需求值,随着用的次数越多,WSL_Compl 值也在慢慢地趋于正数,说明该服务的提供值与需求值越来越接近。

表3 QoS 认证中心的全球规约值和验证值

WS_ID	Invocation_Key	WSG_Compl	WSG_Verity	SG_Rating	SPG_Rating
WS1	WS1C1_01	-0.20270	0	5	5
WS1	WS1C1_02	-0.14393	0.863478 * 10 ⁻³	4	4
WS1	WS1C2_01	-0.06436	3.213695 * 10 ⁻³	4	4
WS1	WS1C2_02	-0.04320	4.059820 * 10 ⁻³	4.5	4.5
WS1	WS1C2_03	-0.01509	4.798899 * 10 ⁻³	4.5	4.5

表3中表明了服务 WS1 在 QoS 认证中心端的全球规约值和验证值,以及服务和提供者的等级排名。从表中可以看到,该服务 WS1 被调用的次数越多,全球规约值 WSG_Compl 从负数越趋于零,全球验证值 WSG_Verity 就越大,服务和提供者的等级也越大,表明服务等接近消费者的需求。根据消费者 C2 的第三次调用之后可知下一次在服务注册中心的提供值为(5.34, 87.69%, 90.06%, 4.75, 4.75),其值更加接近服务的真实值。

为了更加清晰地看清楚服务和提供者的发展趋势,以下用图3表示 WS1 的全球规约值和验证值。为了能在图中表示清楚,左轴是以 $\times 10^{-3}$ 为单位刻画的,WSG_Verity 表示 WS1 的全球验证值,以左轴刻度为准,WSG_Compl 表示 WS1 的全球规约值,以右边刻度为准,两条线均呈现上升趋势,表明服务的信誉度在不断地提高。

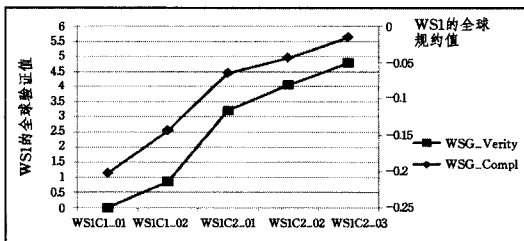


图3 QoS 认证中心的对服务 WS1 的全球规约值和验证值比较

图4表示了 WS1 的服务等级在 QoS 认证端的变化趋

势,服务等级从0到5,0表示服务等级最低,5表示服务等级最高,在服务第一次被调用之前由服务提供者给出一个等级5。随着服务被调用次数的增多,服务的信誉度增加,从而服务的等级也从低变高,渐渐趋于一个真实值。

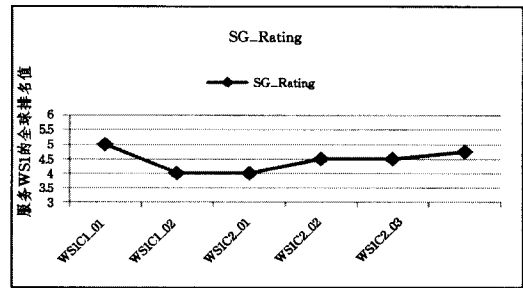


图4 服务 WS1 的服务排名变化比较

图5由3个图例组成,为了在同一图例中表现变化形式,此后将响应时间用除以10的形式来表示。图中,(a)、(b)、(c)分别为 WS1 被消费者 C1 第一次调用、被消费者 C2 第一次调用和 C2 第三次调用之后得到的 QoS 属性需求值、真实值和提供值之间的差异柱状图。从图5(a)可以看出响应时间、可用性和准确率这三者 QoS 属性的消费者需求值、使用后得到的真实值和提供值给予的提供值差异比较大,说明该服务并未能很好地满足用户的需求,并且提供者虚报提供值,此不足会降低服务和提供值的信誉度。QoS 认证中心根据3.3节中的信誉度控制算法计算出服务的全球规约值和验证值,得到比较真实的信誉度,从而为下一次的消费者调用该服务提供更加真实准确的提供值和信誉度。从图5(b)、5(c)中即可看出,3种属性值的需求值、真实值和提供值越来越接近,表明消费者在请求类似服务时能更快更准确地找到满足自身需求的服务。

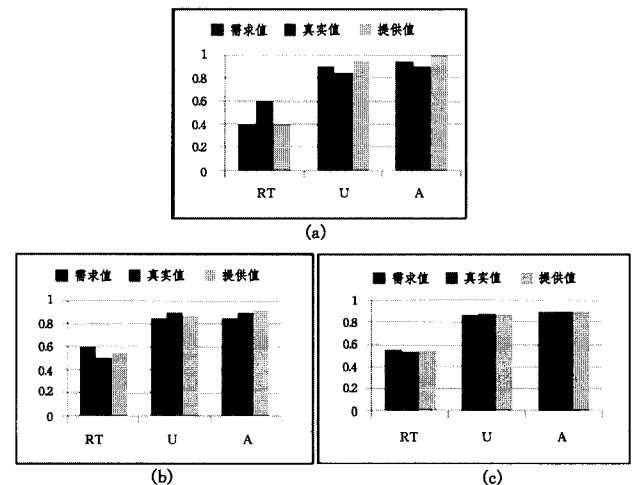


图5 对服务 WS1 的 QoS 3个属性的需求值、真实值和提供值的对比

总之,在消费者和 QoS 认证中心两端各自增加本地规约验证机制和全球规约验证机制,使得消费者可以按照自身的喜好选择更适合自己的服务;使得 QoS 认证中心和服务注册中心能提供一个更真实的 QoS 属性值和更高的服务及提供者信誉度,从而更加方便下一次的消费者调用得到更满足 QoS 需求的服务。实验证明了本方案能有效解决 QoS 属性提供值和真实值大偏差问题,使得消费者在付出合理的价格之后能得到相应的服务质量为其服务。

结束语 在本模型中,针对如何控制服务提供者给出的

QoS 信息和用户反馈回来的 QoS 真实值的偏差问题,增强了 QoS 认证中心和服务使用者的功能,引用了 QoS 量化概念和服务等级协议(SLA),且支持携带 QoS 描述信息的服务发布和 QoS 约束的服务发现,引用了一组描述 Web 服务 QoS 属性和信誉度的分类 tModel 来监控用户反馈的信息和 Web 服务提供的 QoS 信息的差异。通过在消费者端计算本地规约值和验证值得到服务更真实的信誉度,可方便消费者根据自身的喜好来选择服务;在 QoS 认证中心端根据服务被调用的情况和由消费者反馈的信息得出服务的全球规约值、验证值和信誉度,从而能更加客观地得出服务的信誉度,以便能更加准确地满足服务使用的需求。实验证明了本文提出的方法的可行性和有效性。

参 考 文 献

- [1] Funk C, Schultheis A, Linnhoff-Popien C, et al. Adaptation of composite services in Pervasive Computing environments[C]// Proceedings of the IEEE International Conference on Pervasive Services(ICPS 2007). 2007;242-249
- [2] 王尚广. 基于 QoS 度量的 Web 服务选择关键技术研究[D]. 北京:北京邮电大学,2011
- [3] Altifai M, Risse T. Combining global optimization with local selection for efficient QoS-aware service composition[C]// Proceeding of the 18th International Conference on World Wide Web(WWW 2009). 2009;881-890
- [4] 张成文, 苏森, 陈俊亮. 基于遗传算法的 QoS 感知的 Web 服务选择[J]. 计算机学报, 2006, 29(7):1029-1037
- [5] 杨胜文, 史美林. 一种支持 QoS 约束的 Web 服务发现模型[J]. 计算机学报, 2005, 28(4):589-594
- [6] Ran S P. A model for Web services discovery with QoS[J]. ACM SIGCOM Exchanges, 2003, 4(1):1-10
- [7] Sravanthi K, Shonali K, Seng W L. Reputation = f(User Ranking, Compliance, Verity) [C]// IEEE International Conference on Web Services. 2004;200-207
- [8] Vu L, Hauswirth M, Aberer K. QoS-based service selection and ranking with trust and reputation management[C]// Proc. of the Intl. Conf. on Cooperative Information Systems (CoopIS). Agia

Napa, Cyprus., 2005

- [9] Myerson J M. Guarantee your Web Service with an SLA: Introduction, architecture and testing mechanisms [OL]. <http://www.106.ibm.com/developerworks/webservices/library/swsla.html>, 2002
- [10] Keller A, Ludwig H. Defining and Monitoring Service Level Agreements for dynamic e-Business[C]// Proceedings of the 16th USENIX System Administration Conference (LISA'02). 2002
- [11] Menasce D A. QoS Issues in Web Services[J]. Internet Computing, IEEE, 2002, 6(6):72-75
- [12] Chen Hon-gan, Yu Tao, Lin K-J. QCWS: an implementation of QoS-capable multimedia Web services[C]// IEEE Fifth International Symposium on Multimedia Software Engineering. 2003; 165-187
- [13] Serhani M A, Dssouli R, Hafid A, et al. A QoS Broker Based Architecture for Efficient Web Services Selection[C]// Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services (ICWS'05). 2005;113-120
- [14] Kalepu S, Krishnaswamy S, Loke S W. Verity: A QoS Attribute for Selection of Web Services and Service Providers[C]// Proceedings of the First Web Services Quality Workshop (WQW 2003), Held in conjunction with the Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2003). Roma, Italy, 2003
- [15] Maximilien E M, Singh M P. Reputation and Endorsement for Web Services[J]. ACM SIGecom Exchanges, 2002, 3(1):24-31
- [16] Dobson G. Quality of Service in Service-Oriented Architectures [OL]. <http://digs.sourceforge.net/papers/qos.html>, 2004
- [17] 王广正, 王喜凤, 夏敏. 基于本体的 Web 服务可靠性动态评估方法[J]. 计算机科学, 2012, 39(11):98-102
- [18] 石琳. Web 服务中的 WSDL 文档结构分析[J]. 软件, 2012, 33(10):142-144
- [19] Wu J, Chen L, Feng Y, et al. Predicting Quality of Service for Selection by Neighborhood-Based Collaborative Filtering [J]. IEEE Trans Syst Man Cybern Part A, 2013, 43(2):428-439
- [20] Zheng Z, Ma H, Lyu M R, et al. QoS-Aware Web Service Recommendation by Collaborative Filtering [J]. IEEE Trans Serv Comput, 2011, 4(2):140-152

(上接第 171 页)

- [5] Buddhikot M M, Kolodzy P, Miller S, et al. DIMSUMNet: New directions in wireless networking using coordinated dynamic spectrum access[C]// Proceedings of the World of Wireless Mobile and Multimedia Networks. Taormina, Italy, 2005;78-85
- [6] Weiss T A, Jondral F K. Spectrum pooling: An innovative strategy for the enhancement of spectrum efficiency [J]. IEEE Communications Magazine, 2004, 42(3):8-14
- [7] Mark F, Mario C, Pierre H. Efficient MAC in cognitive radio systems: A game theoretic approach [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2009, 8(4):1984-1995
- [8] Bae J, Beigman E, Berry R, et al. Sequential bandwidth and power auction for distributed spectrum sharing [J]. IEEE Selected Areas in Communications, 2008, 26(7):1193-1203
- [9] Behzad A, Rubin I. Multiple access protocol for power controlled wireless access nets [J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2004, 3(4):307-316
- [10] Qiao X, Tan Z, Ai B, et al. Spectrum Handoff for Cognitive Radio Systems Based on Prediction Considering Cross-Layer Opti-

mization [J]. IEICE Transactions on Communications, 2010, 93(12):3274-3283

- [11] Lopes C G, Sayed A H. Diffusion least-mean squares over adaptive networks: Formulation and performance analysis [J]. IEEE Trans. Signal Process, 2008, 56(7):3122-3136
- [12] Zhang W, Mallik R K, Letaief K B. Optimization of cooperative spectrum sensing with energy detection in cognitive radio networks [J]. IEEE Trans on Wireless Communications, 2009, 8(12):5761-5766
- [13] 贾杰, 林秋思, 陈剑, 等. 认知无线 Mesh 网络中联合功率控制与信道分配的拥塞避[J]. 计算机学报, 2013, 36(5):915-925
- [14] Zhao Z J, Peng Z, Zheng S L, et al. Cognitive radio spectrum allocation using evolutionary algorithms [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2009, 8(9):4421-4425
- [15] 吴琼, 鲜永菊, 徐昌彪, 等. 认知无线电中基于多属性判决的目标切换信道选择[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(27):158-160
- [16] 李蛟军, 陈安志, 苏理云, 等. WPDM-CDMA 系统中的 LS 与 MMSE 信道估计算法仿真分析[J]. 重庆理工大学学报:自然科学版, 2013, 27(8):66-69