

基于 QoWS 的 Web 服务评估算法 *

韩涛 郭荷清 高英

(华南理工大学计算机科学与工程学院 广州 510640)

摘要 本文提出了一个完整的 Web 服务质量的评估算法,此算法在分析了 Web 服务评量和相对服务质量的基础上,计算 Web 服务质量的综合评估值,并且建立一个 Web 服务质量评估模型,将此算法应用于评估模型中,可以在多个 Web 服务中选择最优的服务提供给用户。最后,将此模型应用于一个实际的系统中。

关键词 Web 服务质量, Web 服务评量, 质量评估

Web Service Evaluation Algorithm Based on QoWS

HAN Tao GUO He-Qing GAO Ying

(Dept. of Computer Science and Engineering, South China. of Tech., Guangzhou 510640)

Abstract An integral algorithm is proposed to evaluate QoWS (Quality of Web Service), this algorithm computes Web service's synthetic evaluation value, based on the analysis of Web service rating and comparative QoWS. A Web service evaluation model based on the algorithm is built. It can select the best service from many Web services and provide it to the client. The model is implemented in Web Service Quality Evaluation System (TS-QES), which can provide more accurate, reasonable results to end users. This model can be used in Web service management, Web service selection and Web service composition.

Keywords QoWS, Web service rating, Quality evaluation

随着 Web 服务的爆炸性的增长,用户面临着在大量 Web 服务中选择正确的、最优的服务,Web 服务质量(Quality of Web service, QoWS)描述了 Web 服务满足消费者需求的能力。可以从很多方面来描述 Web 服务质量,如可扩展性、并发处理能力、响应时间、可靠性、可用性、准确性、安全性等。这些属性对于 Web 服务来说同样重要,它们分别从不同的角度反映了 Web 服务性能。文本出于实用性和可测量性的考虑,主要从 Web 服务的价格、延迟、可访问性、准确性、可信度等方面来考虑 Web 服务的服务质量。

目前,关于 Web 服务质量评估的技术研究引起了研究人员的广泛关注,同时也成为 Web 服务研究的一个新的领域和重要的学术分支。2002 年,乔治梅森大学的 Daniel 等人强调在访问 Web 服务时应考虑服务质量的问题,并提出了 SLA (Service Level Agreement, 服务水平协议)的概念^[1]。2003 年,加州大学的 Balke 等人 and 莫那什大学的 Kalepu 等人在 SLA 的基础上,提出了 Web 服务可信度、评量等概念,并给出了定量的计算方法^[2,3]。2004 年,弗吉尼亚理工学院的 Ouzzani 等人明确定义了 QoWS^[4],QoWS 作为评估 Web 服务性能的一个度量标准,得到了学界和业界的认同。这些相关的研究成果是从 Web 服务的一个侧面来考虑服务质量,没有从整体上对 Web 服务的性能进行评估。

本文深入分析了 Web 服务质量的相关属性,而且改进了 Web 服务评量的计算方法,并在此基础上提出了一个完整的 Web 服务质量的评估算法,计算 Web 服务性能的综合评估值,并且将此算法应用于一个实际系统,用来分析与用户请求相匹配的 Web 服务,根据计算得到的综合评估值,来选择最

优的 Web 服务返回给用户。

1 Web 服务质量评估模型

当前的 UDDI(统一、描述、发现集成标准)规范没有定义如何对 Web 服务的质量进行描述,因此它不支持基于 Web 服务质量的服务发现^[5,6]。因此,本文提出的质量评估模型的目的就是对 Web 服务的质量进行评估,在多个服务中选出质量评估值最高的服务。

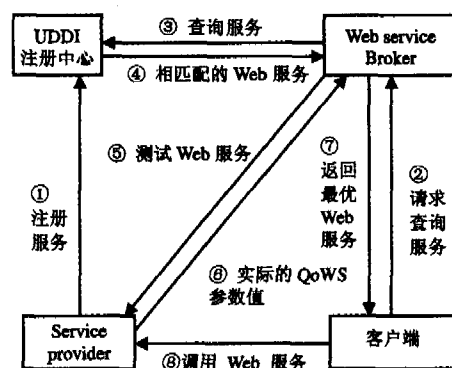


图 1 质量评估模型

Web 服务质量评估模型的核心是 Web Service Broker (WS-Broker, Web 服务评估代理)。客户端向 Web 服务评估代理请求查询服务,WS-Broker 查询相关联的一个或多个 UDDI 注册中心,得到与客户端请求相匹配的 Web 服务,WS-Broker 进一步得到其 WSDL 文档,然后对每一个 Web 服务进行有效性的测试,包括 Web 服务的价格、延迟、可访问性、

* 基金项目:国家 973 高技术研究发展计划基金资助项目(G20000263)。韩涛 博士研究生,主要研究方向为网络信息系统的安全、信息系统建模;郭荷清 博士生导师,主要研究方向为网络信息系统集成方法、软件开发环境与工具、现代软件工程、智能信息系统建模等。

准确性、可信度等 QoWS 质量参数值,根据 2.3 节中定义的 Web 服务质量评估算法计算该 Web 服务的综合评估值,最后选择评估值最高的 Web 服务作为服务质量最优的服务,返回给客户端。

2 Web 服务质量评估算法

2.1 QoWS 属性^[3]

对于 Web 服务 S,考虑 5 个 QoWS 属性:Price(价格)、Latency(延迟)、Accessibility(可访问性)、Accuracy(准确性)、Reputation(可信度),作为度量 Web 服务的参考标准:

① Price(S):表示每次 Web 服务调用所需要支付的金额。

② Latency(S):客户端从提交服务请求到获得服务所花的时间,包括服务时间和往返通信时间。

③ Accessibility(S):表示客户端请求 Web 服务时,服务提供者响应该请求的概率。Accessibility(S)=R(S)/n,其中 R(S)表示服务提供者响应的服务次数,n 表示总共被请求的服务次数,有 0≤Accessibility(S)≤1。

④ Accuracy(S):表示服务提供者响应客户端请求的服务时,该服务被正确执行的概率。Accuracy(S)=C(S)/R(S),其中 C(S)表示服务提供者正确响应的服务次数,有 0≤Accuracy(S)≤1。

⑤ Reputation(S):表示 Web 服务的可信度。不同的用户对同一项服务的评价也可能是不一样的,Reputation(S)表示客户端对该服务的综合评价,取值范围是[0, 5]之间的任意整数。

考虑以上 5 个质量属性,Web 服务 S 的质量向量可以表示为 $q(\vec{S})=(Price(S), Latency(S), Accessibility(S), Accuracy(S), Reputation(S))$

2.2 Web 服务评量

客户端调用 Web 服务的时候,Web 服务的 QoWS 值不一定与预定的 QoWS 值完全一致。通常情况下,用户可以接受 QoWS 值的微小差异,而较大的差异则意味着较差的 Web 服务质量^[7]。因此,在 Web 服务质量评估模型中,WS-Broker 需要测试 Web 服务的 QoWS 值是否发生波动。为此,引入了 Web service rating(Web 服务评量)的概念,即与预定的 QoWS 值相比,Web 服务在被调用时实际得到的 QoWS 值的波动幅度^[8,9]。

按 QoWS 的性质划分,把 Web 服务的 QoWS 属性分为肯定属性和否定属性两种。Accessibility、Accuracy、Reputation 属于肯定性属性(positive attribute);而 Price、Latency 属于否定性属性(negative attribute)。

对于 Web 服务 S,它的预定的质量向量 $q(\vec{S})=(Price(S), Latency(S), Accessibility(S), Accuracy(S), Reputation(S))$,记作 $q(\vec{S})=(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5)$;而服务被调用时,实际得到的质量向量 $d(\vec{S})=(dQ_1, dQ_2, dQ_3, dQ_4, dQ_5)$,Web 服务评量记为 R(S):

$$R(S)=1+\frac{1}{5}\sum_{i=1}^2\frac{Q_i-dQ_i}{Q_i}+\frac{1}{5}\sum_{i=3}^5\frac{dQ_i-Q_i}{Q_i}$$

如果 R(S)的值为 1,表示 Web 服务 S 的实际服务质量达到了预定的服务质量;如果 R(S)的值大于 1,表示 Web 服务 S 的实际服务质量比预定的服务质量要好,评估比率为 R(S);如果 R(S)的值小于 1,则 Web 服务 S 的实际服务质量比预定的服务质量要差,评估比率为 R(S),当 R(S)的值小于

0 时,表示该服务基本上已不能使用。

2.3 Web 服务的相对服务质量

假设在 Web 服务质量评估模型中,查询到与请求匹配的有 n 个 Web 服务,对于 Web 服务 S_i ,它的质量向量 $q(\vec{S}_i)=(Q_{i1}, Q_{i2}, Q_{i3}, Q_{i4}, Q_{i5})$,

$$Q_i^{\max}=\max(Q_{ij}), 1\leq i\leq n$$

$$Q_i^{\min}=\min(Q_{ij}), 1\leq i\leq n$$

可以利用以下公式进行相对化处理,把决定服务质量的各项属性值转化为相对数值。由于 Q_{i1}, Q_{i2} 属于否定性属性,因此 $j=1,2$ 时, V_{i1} (相对服务价格)、 V_{i2} (相对服务延迟)可以表示为

$$V_{ij}=\begin{cases} \frac{Q_i^{\max}-Q_{ij}}{Q_j^{\max}-Q_j^{\min}}, & Q_j^{\max}-Q_j^{\min}\neq 0 \\ 1, & Q_j^{\max}-Q_j^{\min}=0 \end{cases}$$

由于 Q_{i3}, Q_{i4}, Q_{i5} 属于肯定性属性,因此当 $j=3,4,5$ 时, V_{i3} (相对服务可访问性)、 V_{i4} (相对服务准确性)、 V_{i5} (相对服务可信度)可以表示为

$$V_{ij}=\begin{cases} \frac{Q_{ij}-Q_j^{\min}}{Q_j^{\max}-Q_j^{\min}}, & Q_j^{\max}-Q_j^{\min}\neq 0 \\ 1, & Q_j^{\max}-Q_j^{\min}=0 \end{cases}$$

通过相对化处理,有 $0\leq V_{ij}\leq 1$,其中 $0\leq i\leq n, 1\leq j\leq 5$,这样得到了 Web 服务 S_i 的相对向量 $\vec{V}_i=(V_{i1}, V_{i2}, V_{i3}, V_{i4}, V_{i5})$ 。因为不同的客户需求,对不同的 QoWS 属性有不同的要求,因此用向量 $\vec{W}=(W_1, W_2, W_3, W_4, W_5)$ 表示客户需求,5 个 QoWS 属性在服务相对质量中的权。Web 服务 S_i 的相对服务质量可以表示为:

$$Score(S_i)=\sum_{j=1}^5(V_{ij}\times W_j)$$

其中 $0\leq W_j\leq 1$ 且 $\sum_{j=1}^5 W_j=1$ 。

通过上述规范化处理,Web 服务 S_i 的相对服务质量 Score(S_i)的范围被限定在[0,1]。Score(S_i)值越趋近 1,说明 Web 服务 S_i 的相对服务质量越高。

2.4 Web 服务质量评估算法

Web 服务质量综合评估值与 Web 服务评量和 Web 服务的相对质量成正比,这里定义 Web 服务质量综合评估函数 F(S_i):

$$F(S_i)=k\times R(S_i)\times Score(S_i),$$

k 是综合评估系数(可以取 1,10,100 等自然数)。

F(S_i)值反映了对 Web 服务从整体上评估的最终结果, F(S_i)的值越大,说明该 Web 服务质量的综合评估值越高,越具有优先被选择权。

3 实现与应用

下面是基于 Web 服务评估模型所实现的一个订票服务质量评估系统(Ticket Service Quality Evaluation System, TS-QES),用来评估各种订票服务(包括火车票和飞机票等)的服务质量,为提出查询请求的用户选择最优质的服务。Web 服务的开发工具包采用 Sun Microsoft JSWDP1.0,用 WSDL 描述 Web 服务,服务提供者在本地的 UDDI 注册中心注册 Web 服务,采用 Systinet WASP UDDI4.0 作为 UDDI 开发工具^[1,10]。

如图 2 所示,TS-QES 系统的核心是 WS-Broker(Web 服务评估代理),WS-Broker 由下面的几个组件构成:

- Service locator(服务定位器):WS-Broker 收到客户端

请求后,立即访问本地 UDDI 注册中心,查询与服务请求匹配的 Web 服务,进一步从 UDDI 注册中心中得到 Web 服务的 WSDL 文档^[11]。

• Monitoring agent(监控代理): 监控 Web 服务的调用,目的是根据实际得到的 Web 服务的 QoS 值来计算 Web 服务评量,将评量结果发送给 Query optimizer 的同时,存储一份拷贝在 Rating repository(评量数据库)^[12, 13]。Monitoring agent 定期地访问 Web 服务,更新评量数据库中 Web 服务的评量值。

• Query optimizer(查询优化器): WS-Broker 的核心组件,根据 Web 服务预定的 QoS 值计算相对服务质量,结合其服务评量计算得到综合评估值。根据综合评估的结果选择最优的 Web 服务,返回客户端。

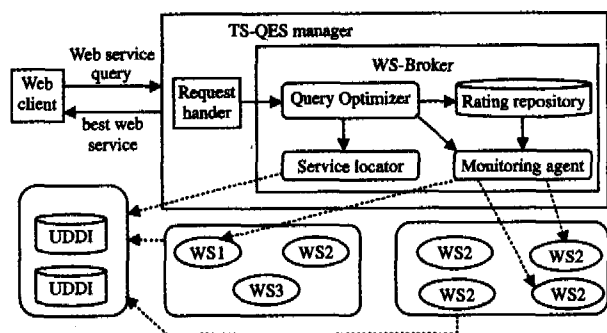


图 2 TS-QES 系统框架

客户端发送请求给 TS-QES manager, WS-Broker 采用 2.3 节中定义的质量评估算法将查询到的相匹配的 Web 服务进行评估,进一步选择正确的、最优的 Web 服务返回给客户端,由客户端完成最后的服务调用。

结束语 随着 Web 服务技术的成熟,电子商务应用体系从需求上对 Web 服务的质量评估提出了迫切的要求。本文讨论了 Web 服务质量属性(服务价格、执行延迟、可访问性、准确性、可信度)的概念,并结合 Web 服务评量与 Web 服务相对质量,给出了从整体上对 Web 服务质量进行综合评估

的计算方法,并且提出一个 Web 服务评估模型,根据 Web 服务质量评估算法对选定的 Web 服务进行综合评估,从中选择质量最优的 Web 服务,提供给用户。最后在具体的实现中给出一个应用系统的实例。在今后的工作中,将进一步研究从质量评估算法的角度出发,在实际应用中如何有效地提高 Web 服务的质量。

参考文献

- 1 Daniel A, Menasce. QoS issues in web services. *IEEE Internet Computing*, 2002. 72~75
- 2 Balke W-T, Badii. Assessing Web services quality for call-by-call outsourcing. In: Fourth Intl. Conf. on, Dec. 2003. 173~181
- 3 Kalepu, Krishnaswamy, Loke. Verity: a QoS metric for selecting Web services and providers. In: Fourth Intl. Conf. on, Dec. 2003. 131~139
- 4 Ouzzani, Bouguettaya. Efficient access to Web services. *Internet Computing*, 2004, 8(2): 34~44
- 5 Zhou-Chen, Chia, Liang-Tien. Web services discovery with DAML-QoS ontology. *International Journal of Web Services Research*, 2005. 43~66
- 6 Gouscos, Kalikakis, Georgiadis. An approach to modeling Web service QoS and provision price. In: Fourth Intl. Conf. on, Dec. 2003. 121~130
- 7 Zeng Liangzhao. QoS-aware middleware for Web services composition. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2004. 311~327
- 8 Li-Jie, Tang Weiqing. Adding QoS to web service transaction management. In: 2004 IEEE Conf. on Cybernetics and Intelligent Systems, 2004. 1307~1312
- 9 Bilgin, Soydan, Singh. A DAML-based repository for QoS-aware semantic Web service selection. In: IEEE Intl. Conf. on Web Services, 2004. 368~375
- 10 Yoon S H, Kim D J, Han S Y. WS-QDL containing static, dynamic, and statistical factors of Web services quality. In: *Web Services*, IEEE Intl. Conf. on July 2004. 808~809
- 11 Tian, Gramm, Ritter. Efficient Selection and Monitoring of QoS-Aware Web Services with the WS-QoS Framework. In: IEEE/WIC/ACM Intl. Conf. on, Sept. 2004. 152~158
- 12 Yu-Tao, Lin Kwei-Jay. Service selection algorithms for web services with end-to-end QoS constraints. In: *IEEE Global Telecommunications Conf.* 2003. 3590~3595
- 13 Teixeira, Meireles M. Using adaptive priority scheduling for service differentiation QoS-aware web servers. In: *Computing and Communications Conf.* 2004. 279~285

(上接第 34 页)

时、准确,因而计算出的可用路由表项更多。

从以上仿真结果可以看出, MOLSR-TM 在多个重要性能上比 OLSR 有提高,说明它更能适应动态拓扑,究其原因在于它所采用的自适应算法增强了节点对网络拓扑的掌握能力。

结束语 无线移动 Ad hoc 网所具有的多跳和动态拓扑等特点为它的路由技术研究带来了挑战。多年的研究产生了大量的路由算法和协议,但在适应苛刻环境和提高网络性能等方面有待进一步提高^[11]。OLSR 是较有代表性的一个先应式路由协议,本文以它为基础进行了多信道扩展和自适应控制的改进,提出了 MOLSR-TM 路由协议,并从性能分析和仿真试验等方面验证了它在适应动态拓扑能力上对 OLSR 的提升。在以后的研究中,我们将在协议开销等方面对 MOLSR-TM 作进一步的优化。

参考文献

- 1 IETF. Mobile ad hoc networks charter. [EB/OL]. <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>, 2005

- 2 Clausen T, Jacquet P, Laouiti A, et al. Optimized Link State Routing Protocol[C]. *IEEE INMIC*, Pakistan, 2001
- 3 Xiaoyan H, Kaixin X, Gerla M. Scalable routing protocols for mobile ad hoc networks[J]. *IEEE Network*, 2002, 16(4): 11~21
- 4 Jacquet P, et al. Optimized Link State Routing Protocol. RFC3626, IETF MANET Working Group, 2003
- 5 Qayyum A, Viennot L, Laouiti A. Multipoint relaying: An efficient technique for flooding in mobile wireless networks[C]. 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2001
- 6 Zhang L, Soong B, Xiao W. A new multichannel MAC protocol for ad hoc networks based on two-phase coding with power control (TPCPC)[C]. *Information, Communications and Signal Processing*, 2003 and the Fourth Pacific Rim Conference on Multimedia, 2003. 1091~1095
- 7 Corson S, Macker J. Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations. RFC 2501, 1999
- 8 Tanenbaum A. *Computer Networks (Third Edition)*. Prentice Hall: 272~273
- 9 Xinjie C. Network simulations with OPNET [C]. *Simulation Conference Proceedings*, 1999. 307~314
- 10 ANSI/IEEE Std 802.11b, 1999 Edition [S]
- 11 Ramanathan, Redi J. A Brief Overview of Ad Hoc Networks, Challenges and Directions [J]. *IEEE Communications Magazine*, 50th Anniversary Commemorative Issue, 2002