

基于 QoS 与可信度融合的 Web 服务选择机制研究

巫 茜¹ 周 庆²

(重庆理工大学计算机科学与工程学院 重庆 400054)¹ (重庆大学计算机学院 重庆 400044)²

摘 要 随着 Web 服务的快速发展,大量相似的 Web 服务功能发布至 Internet。为从 Web 服务集合中过滤出请求者需求的 Web 服务,探讨了一种基于 QoS 与可信度融合的 Web 服务选择机制。针对 Web 功能相似的复杂性,剖析了目前选择机制中存在的局限性,借助对服务可信度的综合评估,通过第三方的服务质量监控数据,从主观和客观两个方面评价 Web 服务选择,基于 QoS 监控、目标消费群、服务质量评估与评价反馈模型,提出了基于 QoS 与可信度融合的 Web 服务选择模型。仿真实验结果验证了该模型既可适应动态变化的环境,又可保证真实的服务质量,克服了评价标准的个体差异性。研究结果表明,提出的服务选择方法是可行与可用的。

关键词 Web 服务,服务质量,选择模型,服务选择机制

中图分类号 TP391 文献标识码 A

Research on QoS-reliability Fusion Based Selection Mechanism for Web Service

WU Qian¹ ZHOU Qing²

(School of Computer Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)¹

(College of Computer, Chongqing University, Chongqing 400044, China)²

Abstract With speedy development of Web service, the function of similar Web service in abundance has been more and more issued to Internet. In order to filter out the Web service needed by requester from the set of Web service, the paper explored a sort of selection mechanism of Web service based on the fusion of QoS and reliability. Aimed at the similar complexity of Web function, it made the anatomy of existent limitation in the current selection mechanism. By means of integrated estimation of service reliability, and through the monitoring data of service quality in third side, it evaluated the Web service selection from two aspects in subjectivity and objectivity factors, and based on the model of QoS monitoring, target consumption group, service quality estimation and evaluation feedback, it finally proposed the model of Web service selection. The paper took case to make the simulation, and validated that the mechanism not only could adapt dynamic varying environment, but also could ensure the actual service quality, and overcame the individual difference of evaluation. The research results show that the proposed method of service selection is feasible and practicable.

Keywords Web service, Service quality, Selection model, Service selection mechanism

1 引言

Web 服务选择机制经历了基于服务质量 (Quality of Service, QoS) 和基于用户评价反馈选择两个阶段。前者是一种基于客观评价的服务选择方法,在 QoS 数据必须是真实可信的前提下,对满足功能性需求的 Web 服务进行 QoS 匹配评估。实际上网络存在大量恶意的虚假服务,因此存在 QoS 数据可信度问题;此外该模型忽略了 QoS 的动态变化,由于网络不稳定, QoS 属性值如可用性、响应时间等是动态变化的,因此基于 QoS 选出的服务未必是最好的服务。后者基于用户评价反馈,其准确性有赖于服务消费者对服务评价的真实有效性,受服务选择机制未充分评价可信度等因素的影响,其是一种基于主观评价的服务选择方法,因此很难获取高质量的 Web 服务。上述服务选择方法存在的问题表现在:用户

反馈有片面性,主观评价对 Web 服务 QoS 客观属性反映有局限性,此外选择方法还受用户反馈的上下文相关性影响,不同期望的服务消费者对同一服务的评价往往存在很大的差异。针对上述问题,不少学者对其进行了积极的研究并取得了可喜的研究成果,如文献[1]研究了基于 BPEL 和 QoS 的动态 Web 服务组合框架,文献[2]探讨了基于 QoS 本体的 Web 服务描述和选择机制,文献[3]研究了基于多 QoS 约束的动态 Web 服务选择,文献[4]研究了基于 C-MMAS 算法的组合服务动态选择,文献[5]研究了基于 QoS 的服务发现改进模型,文献[6]研究了基于信任容错的 Web 服务可靠性增强方法,等等。本文认为基于 QoS 和基于用户评价反馈的选择模型出现的问题在于建立的模型未能完全反映事物的本质,因此对基于 QoS 与可信度融合的 Web 服务选择机制做了探讨。

到稿日期:2011-09-15 返修日期:2011-12-10 本文受国家自然科学基金项目(61003246),教育部人文社科青年基金项目(12YJC630053),重庆市教委科学技术研究项目(KJ110805)资助。

巫 茜(1980-),女,硕士,讲师,主要研究方向为软件工程及信息服务;周 庆(1979-),男,博士,副教授,主要研究方向为信息安全技术。

2 传统 Web 服务选择机制的改进

针对上述方法的片面性和局限性,为避免客观评估中 QoS 属性值的服务提供者制造虚假的 QoS,可引入对 QoS 进行监控的机制;此外,为了克服用户反馈具有上下文相关性的影响可引入目标消费群模型,在消费者类型中将用户评价划分为有效和无效评价两类,以杜绝无效评价对 Web 服务选择的影响。

2.1 QoS 监控模型

QoS 监控模型(如图 1 所示),可定期对 QoS 属性值作监控与更新,以保证 QoS 属性值的可信度与实时有效性。假设 Web 服务 S_i ,其 QoS 属性为 $Q_i = \{q_{i,1}, q_{i,2}, \dots, q_{i,n}\}$,则 Q_i 可用式(1)进行更新。

$$Q_i = w \times Q'_{i,0} + (1-w) \times f(Q'_{i,1}, Q'_{i,2}, \dots, Q'_{i,j}) \quad (1)$$

式中, $Q'_i = \{Q'_{i,1}, Q'_{i,2}, \dots, Q'_{i,j}\}$ 为监控器采集到的 QoS 数据, $Q'_{i,0}$ 为服务提供者提供的初始 QoS 数据, w 为初始 QoS 所占的权重,用指数函数 $(1/2)^n$ 表示, n 为监控器采集到的数据个数,因此初始 QoS 的权值可随采集数据量的增加而进行动态调整,即 $Q'_{i,0}$ 在计算中所占用的比重越来越小; f 为统计函数,可用式(2)表示。

$$f(Q'_{i,1}, Q'_{i,2}, \dots, Q'_{i,j}) = \frac{1}{j} \sum_{m=1}^j \lambda^{date(t-t_m)} Q'_{i,m} \quad (2)$$

式中, t 表示当前时间, $date(t-t_j)$ 表示时间差。在实际应用中,历史 QoS 数据对当前服务质量没有决定性影响,其所代表的仅仅是过时信息。引入 $\lambda(0 < \lambda < 1)$ 时间衰减因子,可使距离当前时间越近的数据对 QoS 的计算影响越大。

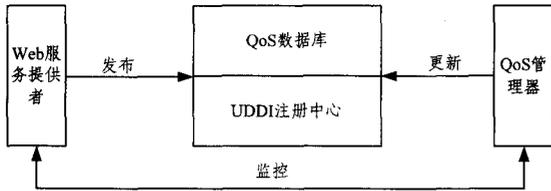


图 1 QoS 监控模型

2.2 目标消费群模型

对于某一服务,其消费者可以被划分为 m 个群体,建立起目标消费群模型。对于 Web 服务 S_i ,增设两个公告参数,即服务质量公告向量 QoS 和该服务的目标服务群。

$$TCGroups_i = [TCGroup_{i,1}, TCGroup_{i,2}, \dots, TCGroup_{i,m}]$$

对其中的任一目标消费群,可用质量向量唯一进行标识,即 $TCGroup_{i,k} = TCGQoS_{i,k}, 0 < k \leq m$,这样目标消费群也可以表示为 $TCGroups_i = [TCGQoS_{i,1}, TCGQoS_{i,2}, \dots, TCGQoS_{i,m}]$ 。

目标消费群的分类流程如图 2 所示。服务提供者可为服务 S_i 定位出几个目标消费群,目标消费群表示为

$$TCGroups_i = [TCGroup_{i,1}, TCGroup_{i,2}, \dots, TCGroup_{i,m}]$$

对于服务消费者 C ,其需求质量表示为 Q 。计算服务消费者需求 Q 与 $TCGroup_{i,1}, TCGroup_{i,2}, \dots, TCGroup_{i,m}$ 之间的相似度后,将其按从大到小排序,选出相似度最大的目标消费群,并加入该目标消费群中。

采用余弦相似度值衡量相似度差异的大小,因其更注重两个向量在方向上的差异而非距离或长度。它将相似度值直

接映射到 $[-1, 1]$ 区间,其相关性的值介于 -1 和 1 之间,其中 1 表示完全正相关, 0 表示无关, -1 表示完全负相关。设服务消费者 C 的需求 QoS 为 $Q_c = \{q_{c,1}, q_{c,2}, \dots, q_{c,n}\}$,服务提供者的目标消费群 $TCGroup_{i,k}$ 的 QoS 特征为 $TCGQoS_{i,h} = \{tq_{i,h,1}, tq_{i,h,2}, \dots, tq_{i,h,n}\}$,则两者之间的相似度如式(3)所示。

$$\text{Sim}(Q_c, TCGQoS_{i,h}) = \frac{\sum_{j=1}^n (q_{c,j} tq_{i,h,j})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n q_{c,j}^2 \sum_{j=1}^n tq_{i,h,j}^2}} \quad (3)$$

该值越小,表示两者之间的相似度越大。

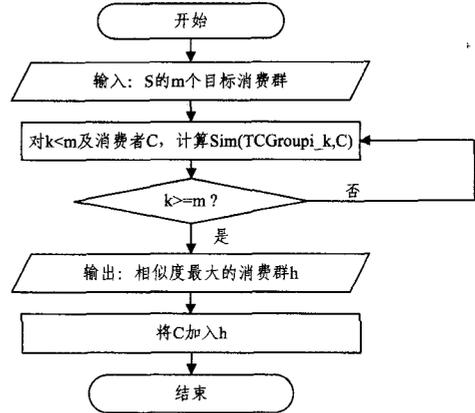


图 2 服务消费者定位流程

2.3 服务评估模型

服务评估模型从主观和客观两个方面评价服务。基于 QoS 监控和评价分类的服务选择模型通过引入时间因子,对 QoS 进行动态的更新,可使 QoS 具有实时有效性。消费者对 Web 服务的可信度来自直接的信任度和间接的推荐可信度,对其分别计算后可得出对候选 Web 服务的总体可信度,如式(4)所示,其中 w_i 代表可信的权重。

$$T = w_i \times \text{DirectTrust} + (1-w_i) \times \text{IndirectTrust} \quad (4)$$

2.4 评价反馈模型

用户反馈管理模型如图 3 所示,每个服务都有 m 个目标消费群,任何一个服务消费者都被分到一个目标消费群中。同一个目标消费群的服务评价都被放入同一个存储池中。如果反馈信息不属于恶意评价,则对服务消费者的评价进行奖励,否则,对服务消费者的评价给予相应的惩罚。评价奖惩机制可按该消费者所属目标消费群的平均评价相似度来进行相应的奖励与惩罚,若比该服务消费群的平均评价相似度高,说明该评价可信度越高;当其大于某个设定值时,则认为服务消费者所做出的评价是公正的,应当给予奖励;相反则所作出的评价是恶意的、不公正的,应当被惩罚,其惩罚方式可采取增加或减少其可信度值。该奖惩机制可减少恶评的存在,可信度越高,说明该消费者越公正;可信度越低,则说明该消费者越不公正,有可能是恶意评价的消费者。

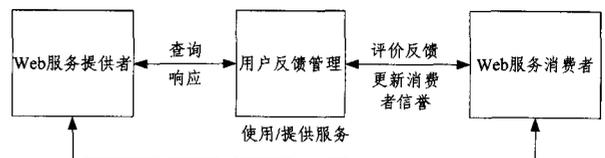


图 3 用户反馈管理模型

3 基于 QoS 与可信度融合的服务选择机制

借助服务可信度评价与服务质量的第三方监控,基于服务种类和可信度的服务选择机制,根据综合评估客观服务质量值和用户主观评价价值可选择出适合用户的服务。

3.1 服务选择算法流程

为了方便讨论问题,首先定义:在 Web 候选服务集中,任一服务的所有 QoS 相关属性值组成的向量称为服务公告向量;需求 Web 服务中所有 QoS 相关属性值组成的向量称为服务请求向量。

如图 4 所示,服务选择算法流程为:对候选服务公告向量集进行语义匹配和取值约束处理;对候选服务公告向量进行评估;在可信度评估中,首先找出目标消费群,计算出直接信任值,找出该目标消费群的所有评价,并计算出该目标消费群对服务的间接信任值;综合处理上述评估结果,将最终评估结果返回给服务消费者。

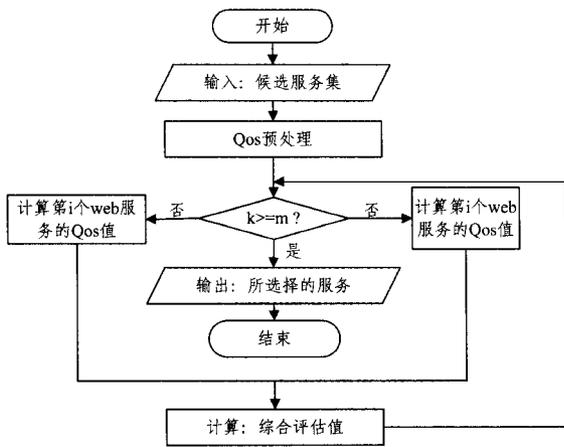


图 4 算法流程图

3.2 QoS 约束处理

① QoS 语义匹配

首先对服务请求 QoS 与服务公告 QoS 作语义匹配^[10],可得到满足服务请求向量语义匹配的服务公告向量集合 Q_v 。

② QoS 取值约束

为便于统一计算和对比分析,借助本体库中 UnitConversion 记录的单位转换方式,对 QoS 服务公告向量的度量方式进行统一标准化处理。QoS 属性的取值约束类型包括数值型、布尔型与等级型,取值约束对满足 QoS 语义匹配的服务公告集合进行取值约束处理。

3.3 QoS 评估

通过 QoS 约束处理后,得到一组 Web 服务候选集 $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$,每个服务有 n 个 QoS 属性,从而可以构建一个 $m \times n$ 矩阵 Q 。在矩阵 Q 中,每一行代表一个 Web 服务,每一列代表同一个 QoS 属性。

$$Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{1,1} & q_{1,2} & \dots & q_{1,n} \\ q_{2,1} & q_{2,2} & \dots & q_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m,1} & q_{m,2} & \dots & q_{m,n} \end{bmatrix}$$

在矩阵 Q 中, $q_{i,j}$ 数值越大对服务请求者越有利,根据量化后的 QoS 属性,可计算 Web 服务的 QoS 评估值,如式(5)所示。

$$QoS(S_i) = 1/n \times \sum_{p=1}^n q_{i,p} \quad (5)$$

3.4 可信度评估

文献[7,8]等对可信度作了研究,但他们都忽略了上下文相关性,从而导致不同的服务消费者对同一个服务的可信度也不一样。针对上述不足,文中首先查找服务消费者属于该服务的哪一个目标消费群,在查找出属目标消费群后,通过计算可以得出直接信任值;根据式(6),可以得到间接信任值。

$$Indirect\ Trust(C, S_i, t) = \frac{\sum_{r=1}^z RP_{c,r} \times valfr_{i,r} \times \lambda^{date(t-t_r)}}{z} \quad (6)$$

式中, $RP_{c,r}$ 是给出 $fr_{i,r}$ 的服务消费者的可信度, $valfr_{i,r}$ 是消费者对服务 S_i 的评分。

3.5 Web 服务选择

评估完 $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ 中的所有服务,得到一个综合考虑 QoS 以及信任度的评估值矩阵。

$$ER = \{ER_1, ER_2, \dots, ER_n\}$$

对 ER 中的元素按照大小进行排序,可得到 ER 中最大的值 ER_i ,对于 C 而言,最大值 ER_i 的服务 S_i 就是最合适的选择。

上述流程加入了需求相似用户评价的评估计算,该评估值为服务请求者加入了更加真实的主观判断信息,提高了服务的准查率,在一定程度上可满足用户 Web 服务的 QoS 选择需求。

4 基于 QoS 与可信度融合的服务选择机制实现

4.1 基于 QoS 和可信度信誉模型的服务选择框架

该服务选择机制实现的总体框架如图 5 所示。

① QoSMM 服务监控模块:负责服务公告的 QoS 向量监控并存储监控的历史数据,定期更新 QoS 公告向量参数值。

② QMM 预处理模块:对服务请求 QoS 向量与服务公告 QoS 向量进行预处理,包括 QoS 参数语义匹配与 QoS 参数取值约束处理,使所有 QoS 参数标准化。

③ QEM 评估模块:其输入为预处理模块的结果集, QEM 对结果集 QoS 向量作均值计算,求出 QoS 评估值。

④ TDEM 可信度评估模块:其输入为 QMM 模块,经 QoS 匹配后产生候选服务集, TDEM 按照服务请求 QoS 向量找出该服务提供者在候选服务中所述的目标消费群,再根据该目标消费群所提供的评价值,对该服务进行评价评估。

⑤ SSM 服务选择模块:将 QEM 和 TDEM 产生的评估值按加权相加,对候选服务进行排序,选出候选集的前 M 个服务,并返回给服务消费者。

⑥ SPRM 用户满意率调查模块:负责采集服务选择过程执行结果的用户满意度,以对该选择方法作用户满意率评估。

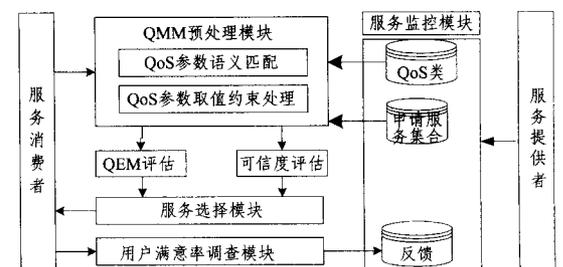


图 5 服务选择架构

4.2 服务请求响应机制

当收到 QoS 服务需求后,经过以下 4 个步骤就可获得响应结果。①候选服务集经 QoSMM QoS 预处理后,生成新的 QoS 矩阵;②QEM 模块完成对 QoS 的评估;③按照服务消费者的需求 QoS, TDEM 模块找出目标消费群,并计算用户评价评估值,完成可信度评估;④由 SSM 模块负责服务选择,并将其返回结果提供给服务消费者。在该机制中,由于准则是基于同一目标消费群的评价,具有可比性,因此可为用户选择出最适合自身需求的服务。

5 仿真实验

为便于比较与描述,将传统的基于 QoS 的 Web 服务选择算法简称为 SMQ,基于用户反馈的 Web 服务选择机制简称为 SMF,基于 QoS 和用户反馈的服务选择机制简称为 WSMQF。与 SMQ 算法相比,WSMQF 由于增加了反馈评估步骤,因此时间开销有所增加;与 SMF 算法相比,由于 WSMQF 增加了评估 QoS 和查找目标消费群两个步骤,因此时间开销也会稍有增加。但定位所属目标消费群后,由于用户评价数量与原来相比有所减少,因此时间开销有所减少。现以查准率为例,在不同无效评价下对服务查准率进行仿真。查准率表示服务选择系统按照服务消费者需求 QoS 选择出来的服务为理想服务的次数在服务请求中所占的比例。针对服务查准率对提出算法的仿真统计结果如图 6 所示。

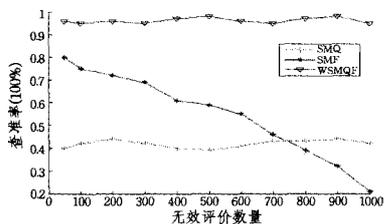


图 6 不同无效评价数量下服务查准率

比较仿真结果可知,SMQ 的查准率比较低,SMF 随着无效评价的增加而降低,WSMQF 查准率一直维持在一个比较

高的水平,不会随无效评价的增加而降低。由仿真实验可知,SMQ 时间开销比较小,但是查准率很低;SMF 时间开销比 SMQ 要高,查准率相对于 SMQ 也高;WSMQF 时间开销相对于 SMF 要小,比 SMQ 稍大,但其查准率是 3 种机制中最稳定和最高的。由此,可以看出 WSMQF 在可以接受的时间开销下,查准率方面有明显改进。

结束语 上述针对功能相似的 Web 服务选择问题,探讨了基于 QoS 与可信度融合的 Web 服务选择机制,借助仿真实验,初步验证了该服务选择机制的合理性与有效性。鉴于服务选择机制的复杂性,有些问题还有待进一步研究解决,例如如何根据实际需求对目标消费群进行合理划分以及如何确定服务消费者的初始可信度值来抑制服务消费者的恶意评价等,这正是后续的研究课题。

参考文献

- [1] Raj R J R. Web service recommendation framework using QoS based discovery and ranking process [C]// Advanced Computing (ICoAC), 2011, Third International Conference. 2011:371-377
- [2] 高亚春,张为群. 基于 QoS 本体的 Web 服务描述和选择机制[J]. 计算机科学, 2008, 35(12): 273-276
- [3] 李建楠,胡健生. 基于面向对象 FPN 的 QoS 系统建模分析[J]. 重庆理工大学学报:自然科学版, 2011, 25(11): 73-77
- [4] 刘志中,王志坚,周晓峰,等. 基于 C-MMAS 算法的组合服务动态选择研究[J]. 计算机科学, 2010, 37(11): 135-140
- [5] 边小凡,代艳红. 基于 QoS 的服务发现改进模型[J]. 计算机应用, 2008, 28(9): 2398-2400
- [6] 杨墨,王丽娜. 基于信任容错的 Web 服务可靠性增强方法研究[J]. 通信学报, 2010, 31(9): 131-138
- [7] Raj R J R. Web service selection based on QoS Constraints[C]// Trend in Information Sciences & Computing (TISC). 2010:156-162
- [8] 徐建国,罗永亮,王德才. 基于信誉模型的 Web 服务优化[J]. 电子科技大学学报, 2008(28): 322-325

(上接第 99 页)

- [5] 陈友,沈华伟,李洋. 一种高效的面向入侵检测系统的特征选择算法[J]. 计算机学报, 2007, 30(8): 1398-1408
- [6] 陈友,程学旗,李洋,等. 基于特征选择的轻量级入侵检测系统[J]. 软件学报, 2007, 18(7): 1639-1651
- [7] 杨孔雨,王秀峰. 免疫记忆遗传算法及其完全收敛性研究[J]. 计算机工程与应用, 2005(12): 47-50
- [8] Alonso O, Gonzalez F A, Niño F, et al. Search and Optimization: A Solution Concept for Artificial Immune Networks: A Coevolutionary Perspective[C]// Proceedings of 6th International Conference on Artificial Immune Systems, Santos/SP, Brazil, August, 2007
- [9] Horng S-J, Su M-Y, Chen Y-H, et al. A novel intrusion detection system based on hierarchical clustering and support vector ma-

- chines[J]. Expert Systems with Applications, 2011(38): 306-313
- [10] Khan L, Awad M, Thuraisingham B. A new intrusion detection system using support vector machines and hierarchical clustering[J]. The VLDB Journal, 2007(16): 507-521
- [11] Amari S, Wu S. Improving Support Vector Machine Classifiers by Modifying Kernel Function[J]. Journal of Neural Networks, 1999, 6(12): 783-789
- [12] KDD cup 1999 data [EB/OL]. <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/kddcup99.html>
- [13] Witten L H, Frank E. Data Mining, Practical Machine Learning Tools and Techniques (Third Edition)[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2011