

北京航空航天大学计算机学院

硕士学位论文中期检查报告

论文题目：面向 Web 服务的质量评价方法研究

专 业：计算机软件与理论

研究方向：Linux，云计算，Web 服务

研 究 生：张洸豪

学 号：SY1206413

指导教师：兰雨晴

北京航空航天大学计算机学院

2014 年 8 月 27 日

目 录

1	论文工作计划	1
1.1	选题背景.....	1
1.2	论文研究目标.....	1
1.3	论文主要内容	2
1.4	论文工作计划.....	2
1.5	预期成果.....	2
2	已经完成的工作.....	3
2.1	WEB 服务 QOS 模型.....	3
2.2	WEB 服务评价模型	4
2.3	WEB 服务评价系统的设计与实现	5
3	关键技术或难点.....	5
3.1	基于先验知识和机器学习的领域自适应评价方法	5
3.2	用户个性化的评价方法	5
4	下一阶段工作计划.....	6
4.1	存在的问题.....	6
4.2	尚未完成的工作.....	6
4.3	解决问题的技术思路或措施	6
4.4	下一阶段计划.....	6
5	主要参考文献	7

面向 Web 服务的质量评价方法研究

1 论文工作计划

1.1 选题背景

近年来大量的 Web 服务质量感知 (QoS-aware) 方法被广泛研究。虽然目前针对 Web 服务自身特点而引起的开放性、动态性等问题已有一些解决方案,但是随着研究的不断深入,一些新问题又涌现出来,如 Web 用户对服务质量需求的个性化、在开放的现实世界中 Web 服务质量的获取、在动态环境下怎样感知实际的 Web 服务质量属性值、Web 服务的情境对 Web 服务质量的影响等问题。这些问题的出现阻碍了 Web 服务技术进一步的应用与发展。针对上述问题进行分析与研究对 Web 服务技术自身以及相应的分布式系统技术都是一种推动。

随着 Web 服务在万维网中数量的不断增长和应用的不断扩大,人们对 Web 服务质量 (Quality-of-Service, QoS) 如响应时间,可靠性,可用性等提出了更高的要求^[22]。随着 Web 服务受欢迎程度的加深,Web 服务质量将会受到更广泛的关注。

所以,本研究针对 Web 服务的质量评价问题,通过构建 Web 服务 QoS 模型与 Web 服务质量评价模型,提出领域自适应的、动态的、用户个性化的质量评价方法。

1.2 论文研究目标

虽然大量的 Web 服务能够给 Web 服务用户提供极大的便利,但是要从大量功能相同或相近的 Web 服务中选择满足用户需求的最优候选服务将是一个新的挑战。为了解决这一难题,本文首先为 Web 服务建立 QoS 模型和 Web 服务质量

评价模型，然后提出基于先验知识和机器学习的领域自适应评价方法，并通过对用户依赖的 Web 服务 QoS 属性值进行预测，给出用户个性化的评价方法，最后根据评价结果为 Web 服务进行综合排名，从而为用户推荐满足用户需求的最优 Web 服务。

1.3 论文主要研究内容

论文的主要研究内容，可以分为五个方面，分别是 Web 服务 QoS 模型，Web 服务质量评价模型，基于先验知识和机器学习的领域自适应评价方法，用户个性化的评价方法，Web 服务质量评价系统的设计与实现。

1.4 论文工作计划

序号	时间段	计划完成的工作
1	2013. 12~2014. 01	Web 服务 QoS 模型研究，Web 服务质量评价模型研究
2	2014. 02~2014. 03	基于先验知识和机器学习的领域自适应评价方法的研究
3	2014. 04~2014. 05	用户个性化的评价方法研究
4	2014. 06~2014. 09	Web 服务质量评价系统的设计与实现
5	2014. 10~2014. 10	收集真实环境下的 Web 服务调用数据，完成系统测试与 bug 修复
6	2014. 11~2014. 11	毕业论文撰写

1.5 预期成果

- 1) 基于先验知识和机器学习的领域自适应评价方法
- 2) 用户个性化的评价方法
- 3) Web 服务质量评价系统设计与实现
- 4) 发表小论文 2~3 篇
- 5) 专利 1 项

2 已经完成的工作

2.1 Web 服务 QoS 模型

Web 服务的 QoS 模型包括两部分：Web 服务 QoS 属性及其度量方法。

Web 服务的服务质量可分为以下两类：一类属性是用户独立的 QoS 属性并且这些服务对不同的用户具有相同的属性值，如价格属性，受欢迎程度属性等，用户独立的 QoS 属性值通常由服务提供商或者第三方注册机构提供（如，UDDI）。另一类属性是用户依赖的 QoS 属性并且对于不同的用户具有不同的 QoS 属性值，如：响应时间，调用失效率等。

Web 服务的 QoS 属性主要有：安全性，接口稳定性，费用，健壮性，运行时间，性能，可用性，声誉，可靠性等。其具体介绍如下：

安全性，表示 Web 服务使用者使用 Web 服务的安全程度，该属性由四个 QoS 指标进行描述，分别是加密算法、可追踪等级、涉密等级和访问权限。

接口稳定性，表示 Web 服务暴露给服务使用者调用的接口是否稳定，会不会出现在 Web 服务的后续版本中变更服务接口名称的情况，接口越稳定，Web 服务使用者越愿意使用该服务。

费用，表示使用该 Web 服务所需要的费用，费用越低，Web 服务使用者越愿意使用该服务。

健壮性，表示该 Web 服务部署以后对异常情况有较强的处理能力，如输入参数与 Web 服务所暴露的接口参数不一致将导致异常，健壮性由两个 QoS 指标描述，一个是异常处理能力，另一个是自恢复能力。

运行时间，表示该 Web 服务可能的运行时间，由 Web 服务提供者经过多次测试后给出的数据，可能与实际情况并不完全符合，仅作为 Web 服务选择时一个的参考。

性能，表示该 Web 服务的执行性能，主要反应部署 Web 服务的服务器的性能，由吞吐量、延迟和响应时间三个指标对其进行描述。

可用性，表示 Web 服务的使用者得到服务可能性的概率，由平均等待时间指标描述。

声誉，表示 Web 服务使用者对服务进行的客观评价。该属性由指标满意度对其进行评价，是在 Web 服务使用者使用该服务后，通过实际的使用情况对 Web 服

务所做出的评价。

可靠性，表示 Web 服务部署之后运行的可靠程度。使用平均响应时间、错误率和一致性三个指标进行描述。

2.2 Web 服务评价模型

首先对 Web 服务 QoS 模型中各属性的 QoS 值进行归一化，然后根据如下定义构建 Web 服务评价树。

定义 1：评价因子 f 是从 Web 服务属性（包括通用属性和领域属性）抽取出来的基本评价单元，它由二元组构成， $f=\langle attr, w \rangle$ ，其中 $attr$ 表示服务属性名， $w \in [0, 1]$ 表示评价因子的权重，表示该评价因子在服务评价中的重要程度。

定义 2：评价类别 s 表示评价因子的一个概念聚类，它由三元组组成， $S=\langle sn, set, w \rangle$ ，其中集合 $set=\{e_1, e_2, \dots, e_n \mid e_k \text{ 为评价因子或评价类别}, 1 \leq k \leq n\}$ ， sn 为评价类别的名称， $w \in [0, 1]$ 表示评价类别的权重，表示该评价类别在服务评价中的重要程度。

定义 3：评价概念树 T 是以评价因子和评价类别作为节点构成的树结构，评价类别是评价概念的内部节点，评价因子是评价概念树的叶子节点。评价概念树的层次按照以下方式构成：评价类别 s 的 set 项中的每个元素是评价类别 s 的孩子节点；除了位于根节点的评价类别外，其余节点有且只有一个父节点。同时，评价概念树上节点的权重有以下约束条件：（1）根节点的权重为 1（2）任意一个评价类别节点 s 的权重是它的所有子节点的权重的和。

定义 4：Web 服务评价模型 M 由五元组结构构成， $M=\langle T, SI, DI, ER, P \rangle$ ，其中 T 表示评价概念树， SI 表示被评价的 Web 服务实例， DI 表示 SI 的一个数据实例，它包含多个 $DataItem$ 项，每个 $DataItem$ 项表示数据实例 DI 在一个评价因子上的权值， ER 表示评价模型的结果输出，记录 DI 的质量评价结果， P 是评价模型的关系集合，表示评价模型中概念之间的各种约束关系。

定义 5：评价函数，设定评价概念树 T 有 n 个评价因子 $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ ，每个评价因子 f_i 的权重为 w_i ，服务实例 SI 的一个数据实例 DI 在每个评价因子上的取值为 $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ，那么服务实例 SI 的质量是 DI 在每个评价因子上取值的加权总和，其计算公式为： $Result(SI)=\sum_{i=1}^n [v_i w_i]$

可以看出，Web 服务质量的评价结果取决于评价因子的取值和评价因子的权重分布。评价因子的取值来源 Web 服务 QoS 值的预测，而评价因子的权重分布可

以根据 Web 服务在使用过程的用户返回值和领域专家的先验知识得到。

2.3 Web 服务评价系统的设计与实现

本研究采用 B/S 架构来实现 Web 服务评价系统，开发语言为 Java，目前已完成了原型系统的搭建。实验数据集记录了分布在全球各地的用户对互联网上的 Web 服务接口的调用结果。它包含了 339 个用户对 5825 个 Web 服务的 1873838 个真实调用的响应时间记录。

3 关键技术或难点

3.1 基于先验知识和机器学习的领域自适应评价方法

该方法主要包含两个步骤：

- 1) 根据领域专家的先验知识，通过层次分析方法构建基本权重
 - 1.1) 采用专家访谈或问卷调查的方法获取先验知识
 - 1.2) 构造成对比较矩阵
 - 1.3) 计算权向量并做一致性检验
- 2) 根据用户反馈数据，使用数据挖掘算法对权重来进行调整

该方法使用用户的服务最终选择数据作为反馈数据，利用评价类别对服务最终选择的分类程度来决定评价类别的权重大小。首先对每一个分类因子的区分程度，进行熵的计算，然后对比原始熵，根据信息增益的大小来进行区分，最后根据信息增益的大小来对权重分布进行调整。

3.2 用户个性化的评价方法

本文介绍的个性化评价方法是建立在如下假设之上：对一组服务具有相似历史调用记录的不同服务用户，对其他的服务也具有相似的调用记录。

该方法首先构建数学模型：user-item matrix，其中 user 代表 Web 服务的用户，item 代表 Web 服务，矩阵中的每一项则代表 Web 服务各 QoS 值组成的向量。然后采用协同过滤的方法对缺省服务质量的 Web 服务进行相似用户或者相似服务的选择，根据相似用户或相似服务的相似度值对缺省 QoS 的 Web 服务进行 QoS 值预测。最后根据预测的 QoS 值来完成 Web 服务评价，从而给出用户个性化

的评价结果。

4 下一阶段工作计划

4.1 存在的问题

目前为止，本研究主要存在两个问题，一是 Web 服务 QoS 模型中评价因子与评价类别的选择问题，二是评价方法的优劣评判问题。

4.2 尚未完成的工作

目前 Web 服务质量评价系统的实现，仅包括 Web 服务 QoS 模型与 Web 服务质量评价模型，尚未将本研究提出的两个评价方法，分别是基于先验知识和机器学习的领域自适应评价方法和用户个性化的评价方法，集成到 Web 服务质量评价系统中。

4.3 解决问题的技术思路或措施

对于评价因子和评价类别的选择问题，可采用主成分分析法作为评价因子选择的理论基础，但考虑本研究主要是针对质量评价方法的研究，故不将其作为本论文的一部分。

对于评价方法的优劣评判问题，本研究计划在公开数据集上完成与其它评价方法的实验对比，并收集真实环境下的 Web 服务调用数据，来完善 Web 服务质量评价系统的评价结果。

4.4 下一阶段计划

序号	时间段	计划完成的工作
1	2014. 09	进一步完善 Web 服务质量评价系统的设计与实现
2	2014. 10	收集真实环境下的 Web 服务调用数据，完成系统测试与 bug 修复
3	2014. 11	毕业论文撰写

5 主要参考文献

- [1] L. Zeng, B. Benatallah, M. Dumas, J. Kalagnanam, and Q. Z. Sheng. Quality Driven Web Services Composition. In Proceedings of WWW, Budapest, Hungary, 2003:411-421.
- [2] H. Haas and A. Brown. Web Services glossary [EB/OL]. W3C Working Group Note 11, <http://w3.org/TR/ws-gloss>, 2012.
- [3] J. Snell, D. Tidwell, P. Kulchenko. Programming Web Services with SOAP [M]. Sebastopol CA: O'Reilly Media, 2002.
- [4] E. Cerami. Web Services Essentials [M]. Sebastopol CA: O'Reilly & Associates, 2002.
- [5] The World Wide Web Consortium (W3C). Web Services [EB/OL]. <http://www.w3.org/2002/ws>, 2003.
- [6] S. Tilley, J. Gerdes, T. Hamilton, S. Huang, H. Muller, D. Smith and K. Wong. On the business value and technical challenges of adopting web services [J]. Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice, 2004, 16(1-2):31-50.
- [7] M. Paolucci, T. Kawamura, R. Payne, K. Sycara. Semantic Matching of Web Services Capabilities. ISWC. 2002.
- [8] A. Srivastava, PG Sorenson. Service Selection based on Customer Rating of Quality of Service Attributes. ICWS. 2010.
- [9] A Goldman, Y Ngoko. On Graph Reduction for QoS Prediction of Very Large Web Service Compositions. SCC. 2012.
- [10] W Lo, J Yin, S Deng, Y Li, Z Wu. An Extended Martix Factorization Approach for QoS Prediction in Service Selection. SCC. 2012.
- [11] Z Zheng, H Ma, MR Lyu, I King. QoS-Aware Web Service Recommendation by Collaborative Filtering. IEEE Trans on Service Computing. 2011.
- [12] X Chen, Z Zheng, X Liu, Z Huang, H Sun. Personalized QoS-Aware Web Service Recommendation and Visualization. IEEE Trans on Service Computing. 2013.
- [13] Q Yu. Decision Tree Learning from Incomplete QoS to Bootstrap Service Recommendation. ICWS. 2012.
- [14] AV Paliwal, B Shafiq, J Vaidya. Semantics-Based Automated Service Discovery. IEEE Trans on Services Computing. 2012.
- [15] Z.B. Zheng, H. Ma, M. Lyu, and I. King. WSRec: A Collaborative Filtering based Web

- Service Recommender System [C]. In Proceeding of 7th IEEE International Conference on Web Services, Los Angeles, CA, USA, 2009
- [16] P. Resnick and H.R. Varian. Recommender systems [J]. Communications of the ACM, 1997, 40(3): 56-58.
- [17] G. Linden, B. Smith, and J. York. Amazon.com recommendations: item-to-item collaborative filtering [J]. IEEE Internet computing, 2003, 7(1): 76-80.
- [18] A.S. Das. Google news personalization: scalable online collaborative filtering [C]. In Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web, 2007: 271-280.
- [19] Z. B. Zheng, Y. Zhang, and M. Lyu. Distributed QoS Evaluation for Real-World Web Services [C]. In Proc. 8th International Conference on Web Services, Miami, Florida, USA. 2010.
- [20] P. Cano, M. Koppenberger, and N. Wack. An industrial-strength content-based music recommendation system [C]. In Proceedings of the 28th Annual international ACM SIGIR Conference on Research and Development in information Retrieval, New York, NY, 2005.
- [21] Z.B. Zheng and M. Lyu. Personalized Reliability Prediction of Web Services [J]. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, accepted.
- [22] Z. B. Zheng, H. Ma, M. Lyu, and I. King. Collaborative Web Service QoS Prediction via Neighborhood Integrated Matrix Factorization [J]. IEEE Transactions on Service Computing, accepted.
- [23] Y. Zhang, Z.B. Zheng, and M. Lyu. A Time-Aware Personalized QoS Prediction Framework for Cloud Computing [C]. In Proc. 22nd IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering, Hiroshima, Japan, 2011.
- [24] W. Rong, K. Liu, and L. Liang. Personalized Web Service Ranking via User Group combining Association Rule [C]. In Proc. the International Conference on Web services, 2009
- [25] M.R. McLaughlin and J.L. Herlocker. A Collaborative Filtering Algorithm and Evaluation Metric that Accurately Model the User Experience [C]. In Proc. 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, 2004
- [26] X. Chen, Z.B. Zheng, X. Liu, Z. Huang, and H. Sun. Personalized QoS-aware Web Service Recommendation and Visualization [J]. IEEE Transactions on Service Computing (TSC), 2011.

- [27] 曾春, 邢春晓, 周立柱. 个性化服务技术综述 [J]. 软件学报, 2002
- [28] 岳昆, 王晓玲, 周傲英. Web 服务核心支撑技术研究综述. 软件学报.2004.
- [29] 文俊浩, 郑嫦. 一种动态混合 QoS 语义的 Web 服务个性化推荐模型. 计算机科学. 2012.
- [30] 李宁, 艾中良. 基于 QoS 感知的 Web 服务推荐算法.计算机工程与应用. 2012.
- [31] 潘善亮, 张迎新, 俞晓锋. 基于 OWL-S 的 Web 服务匹配研究. 计算机工程. 2010.6.
- [32] 曹中红, 陈基漓, 周峰. 基于 OWL-S 的语义 Web 服务匹配算法. 山东理工大学学报. 2011.
- [33] 刘振鹏. 基于 QoS 的语义 Web 服务选择. 计算机研究与发展. 2006.
- [34] 黎玉琴, 孙常庆, 巩九洲. 基于模糊评判的 Web 服务评价模型. 计算机与数字工程. 2009.
- [35] 印桂生, 崔晓晖, 马志强, 董宇欣. 基于时效量化的 Web 服务评价模型. 计算机科学. 2012.
- [36] 郑向宏, 李院春, 李增智. 面向语用 Web 服务的 QoS 评价模型研究. 电子科技大学学报. 2007.
- [37] 李研, 周明辉, 李瑞超, 曹东刚, 梅宏. 一种考虑 QoS 数据可信性的服务选择方法. 软件学报. 2008.
- [38] 杨文军, 李涓子, 王克宏. 领域自适应的 Web 服务评价模型. 计算机学报. 2005.
- [39] 周敏, 张为群, 林己杰, 石莹. 一种基于扩展 OWL-S 本体的 Web 服务质量度量及评价方法的研究. 计算机科学. 2010.
- [40] 邵凌霜, 周立, 赵俊峰, 谢冰, 梅宏. 一种 Web Service 的服务质量预测方法. 软件学报. 2009.