

# 基于 Web 服务社区的可靠 QoS 评价模型

陈彦, 吴毅坚, 赵文耘

(复旦大学计算机科学与工程系软件工程实验室, 上海 200433)

**摘要:** 针对涉及本领域之外 QoS 评价的不可计算和不可信问题, 提出基于 Web 服务社区的可靠 QoS 评价模型。该模型在本领域外定义辅助领域本体, 并在两者中使用层次分析法构造评价树和评价森林, 使本领域外的 QoS 可以被正确评价。引入 Web 服务社区概念, 通过主 Web 服务进行宏观总体控制, 提高评价结果的可信度。

**关键词:** 辅助领域本体; 评价树; 辅助评价森林; 层次分析法; Web 服务社区

## Reliable QoS Evaluation Model Based on Web Service Community

CHEN Yan, WU Yi-jian, ZHAO Wen-yun

(Software Engineering Lab, Department of Computer Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433)

**【Abstract】** Aiming at the problem that QoS evaluation is impossible or unreliable when involved criteria are beyond service domain, this paper presents a reliable QoS evaluation model based on Web service community. This model defines the assistant domain Ontology besides the domain Ontology, and makes it possible to correctly evaluate the QoS in different domain by using criterion trees and criterion forest weighted by Analytic Hierarchy Process(AHP). It imports Web service community to manage services on overall control that improves reliability of the evaluation.

**【Key words】** assistant domain Ontology; criterion tree; assistant criterion forest; Analytic Hierarchy Process(AHP); Web service community

### 1 概述

高效的 QoS 管理策略逐渐成为 Web 服务核心支撑技术的一部分<sup>[1]</sup>。Web 服务的进一步发展基于集成网络上多个领域的子服务和事务服务, 由服务提供者和多个部门达成协议, 涉及多个领域, 且服务质量与相应领域有关。

为解决跨组织跨区域的 Web 服务质量难于管理的问题, 许多研究者提出了基于服务生命周期的服务选择和 QoS 属性管理, 并在 Web 服务定义中加入语义使之支持自动推理, 在一定程度上实现语义 Web 信息处理的自动化, 提高服务搜索的准确性。在博弈论、传统代理和机器学习代理等决策模型的匹配和协商过程中, 都考虑了 QoS。

领域无关 QoS 一般指服务的网络相关属性等通用属性(如延时)已有多种评价方式。随着服务涉及领域的扩大, 将新增大量 QoS 分类。领域特定 QoS 是指属于某个特定领域的 QoS(如晚点率是民航领域的 QoS)。

领域特定 QoS 会被互相引用, 需要从非本领域获得引用服务的相关评价。例如在飞机订票服务中, 预计航班晚点的概率受航空公司历史晚点率和气象预报准确率的影响, 可能存在如下规则:

预测晚点概率 = 历史晚点率 × (1 - 气象预报准确率)

从准确率高的气象预报获得起飞当日天气为晴朗的预测, 且该航空晴天晚点率很低时, 晚点概率较小。存在多种会影响晚点概率的组合(表 1)。由于订票服务无法知道当日该航班是否准点起飞, 且缺乏气象预报准确率的评分标准, 因此订票服务本身提供的历史晚点率不可信, 气象预报准确率不准确。从民航服务历史数据获得的航班历史晚点率以及气象服务领域获得的气象预报服务准确率可用。

当领域内缺少相应评价标准时, 服务自身无法提供可信

数据, 导致无法得到准确的 QoS 评价结果。尤其当引用服务增加, 错误结果被层层引用时, 问题将叠加放大。为解决该问题, 本文提出基于 Web 社区的可靠 QoS 评价模型。该模型可以给出涉及其他领域 QoS 的评价, 并在一定程度上提高评价结果的可信度。

表 1 飞机订票服务的预测晚点概率 (%)

历史晚点率	气象预报准确率	预测晚点概率
10	80	2
10	50	5
30	80	6
30	50	15

### 2 评价模型

#### 2.1 Web 服务社区

随着 Web 服务数量的增多和领域扩展, 出现了 Web 服务社区的组织形式。文献[2]定义 Web 服务社区为 Web 服务的集合, 其中的 Web 服务具有共同功能和不同的非功能特性, 例如, 来自不同的提供者或 QoS 不同。由于在一个 Web 服务社区中的服务具有相同领域兴趣, 因此在领域 QoS 评价上有最多的共同点, 例如, 有飞机订票功能的服务共同组成飞机订票服务社区。

**定义 1** 定义 Web 服务社区为提供了等价功能的服务集合, 当服务由 5 元组表示时, 可表示为  $Community Fa = \{S = \langle F,$

**基金项目:** 国家“863”计划基金资助项目“面向农业领域的海量知识资源组织、管理与服务系统研究”(2007AA01Z179); 国家“973”计划基金资助项目“无线传感网络的自主组网模型与方法研究(子课题 2)”(2006CB303002)

**作者简介:** 陈彦(1984-), 女, 硕士研究生, 主研方向: Web 服务; 吴毅坚, 讲师、博士; 赵文耘, 教授、博士生导师

**收稿日期:** 2009-03-15 **E-mail:** 062021109@fudan.edu.cn

$P, I, O, Q \mid F \equiv Fa$ , 其中,  $F$  为原子功能。

Web 服务共同功能的定义建立在领域本体上, 例如, Reservation 和 Room Reserve 表示相同功能, 称为功能等价。

Web 服务社区是动态生成的, 通过特定场景和协议建立和拆除, 集结方式和 P2P 网络类似<sup>[3]</sup>。特定领域的 Web 服务社区结构如图 1 所示。在每个领域对应的社区中有一个主 Web 服务, 它存有该服务社区中所有 Web 服务的相关信息, 并拥有优于社区其他 Web 服务的各种参数, 在本文体现为较高的可信度和 QoS 评分。主 Web 服务基于语义聚集有相同原子功能的从 Web 服务。生成方式是双向的, 主服务定期到 UDDI 查询是否有符合社区要求的节点, 或由新节点向主服务提出加入请求, 主服务认证后加入。

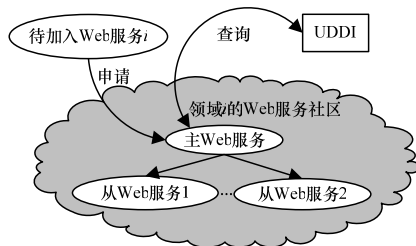


图 1 特定领域的 Web 服务社区结构

Web 服务社区是虚拟建立在网络上的复杂拓扑架构, 一个拥有多个原子功能的 Web 服务可以从属于其原子功能相应的 Web 服务社区。原子功能和 Web 服务社区一一对应, 因此, Web 服务社区之间在功能上相互独立, 没有功能交叉, 领域本体和 Web 社区一一对应, 不存在社区的融合和领域融合。

## 2.2 辅助领域本体

传统领域本体不包含其他领域的 QoS 评价模型, 或包含所有领域的 QoS 属性, 领域庞大、难于管理且查找效率低下, 已不适应 QoS 的新需求。

**定义 2** 辅助领域本体是包括本领域评价时需要涉及的其他领域的所有相关本体, 包括评价模型。构造辅助领域本体时, 由本领域和所涉及领域的所有领域专家一起协商, 制定相关语义、规则和参数等。

例如, 订票领域的辅助领域本体是由订票、民航和气象预报等领域的领域专家一起协商规定其他领域对订票领域作用的相关语义和规则等, 如图 2 所示。

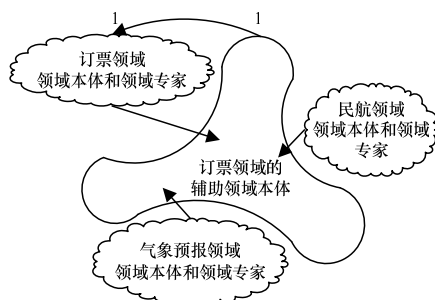


图 2 订票领域的辅助领域本体

辅助领域本体和 Web 服务社区、领域本体一一对应, 它包含辅助评价涉及的其他领域的 QoS 评价模型, 如民航领域的晚点率评价、气象预报准确率评价等。

## 2.3 扩展的 QoS 评价模型

**定义 3** (评价因子  $f_m$ <sup>[4]</sup>)  $f_m$  是 QoS 评价的基本评价单元。 $f_m = \langle name, w \rangle$ , 其中,  $w \in [0, 1]$ ;  $name$  是评价因子对应的评

价名称;  $w$  是该评价的权重。例如, 预测晚点概率表示为  $f = \langle \text{“预计晚点概率”}, 0.388 \rangle$ 。

**定义 4** (评价类型  $C$ ) 评价类型是评价因子分类后的集合。 $C = \langle cname, set, w \rangle$ , 其中,  $w \in [0, 1]$ ;  $cname$  是评价类型的名称;  $set$  是评价因子和评价类型的集合;  $set = \{f_1, f_2, \dots, f_m, C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ;  $w$  是该评价类型的权重, 其值等于该评价类型下所有评价因子和子评价类型的权重之和。例如, 领域特定 QoS 表示为  $C = \langle \text{“领域特定 QoS”}, \{fname = \text{“折扣”}, fname = \text{“预计晚点概率”}, fname = \text{“登机率”}\}, 0.667 \rangle$ 。

**定义 5** (评价树  $T$ ) 评价树是以评价类型为根节点和中间节点、以评价因子为叶子节点的树形结构。根评价类型的权重为 1, 其他节点的权重通过层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)<sup>[5]</sup> 计算。评价树包含在领域本体内。

**定义 6** (辅助评价森林  $F$ ) 辅助评价森林是以领域内评价因子为根、以该评价涉及的其他领域的评价因子为叶子节点的树的集合。根评价类型的权重为 1, 叶子节点的权重通过 AHP 计算。辅助评价森林包含在辅助领域本体内。

辅助评价森林中的评价树分为 2 种: (1) 在 2 个领域内语义相同的评价树; (2) 在 2 个领域内语义不同的评价树。它涉及 2 类不同问题, 即数据不可信和无法获得数据。例如, 预测晚点概率的评价时, 无法获得计算需要的相关数据, 完全借助其他领域的数据给出评价。而登机率在本领域中可能存在定义, 但数据不可信, 需要借助民航领域的评价结果。

评价树的叶子节点和评价森林的相应根节点结合起来是一棵完整的、涉及多领域的评价树, 用以计算涉及多领域的 QoS 评分。领域的 QoS 评价模型中每个候选 Web 服务的 QoS 评分是评价树叶子节点评分的加权平均值, 它们按评分高低排序, 供服务使用者或服务代理挑选。

## 3 评价算法

在每个领域的服务社区, 有唯一的可信任第三方主 Web 服务 Mservice, 它知道从何处获取评价相关的领域知识——包括领域本体和辅助领域本体, 从而得到评价树  $T$  和评价森林  $F(T_1, T_2, T_3, \dots)$ 。只有 Mservice 有权评分, 例如, 在 GetQoS 方法中只有节点  $i$  社区的 Mservice 才能给出该节点的评分。对每个叶子节点, 在评价森林的根节点中寻找是否存在可借助领域本体, 若存在, 则该节点的 Mservice 给出相应服务评分。QoSCalculate 给出了评价算法, 描述如下:

```

QoSCalculate(Root, Mservice)
{
    Score initial;
    for all leaf nodes in Tree T
    {
        Search leaf node i in F(T1, T2, ...);
        if exists node i in Tj then
            Score = Score + QoSCalculate(Root of Tj,
            Mservice of node i) * wi;
        else
            mi = GetQoS(node i, Mservice of node i);
            Score = Score + mi*wi
    }
    Score = Score / Σwi;
    return Score;
}

```

## 4 模型实现和评价

### 4.1 飞机订票领域模型实现

以飞机订票领域为例说明评价树构造过程。飞机订票领域

包括领域特定和领域无关评价类型, 领域特定 QoS 包括折扣、预测晚点概率和登机率等评价因子, 领域无关 QoS 包括可靠性、响应时间等评价因子。根据 AHP 中利用数值 1~9(数值越大重要程度越大)标定的每棵子树因子的两两比较结果, 获得对应的成对比较矩阵。领域特定 QoS 和领域无关 QoS, 折扣、预测晚点概率和登机率, 可靠性和响应时间的成对比较矩阵分别为

$$\begin{bmatrix} 1, & 2 \\ \frac{1}{2}, & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1, & \frac{1}{5}, & \frac{1}{3} \\ 5, & 1, & 2 \\ 3, & \frac{1}{2}, & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1, & \frac{1}{3} \\ 3, & 1 \end{bmatrix}$$

上述矩阵都通过了一致性检验。矩阵的特征向量是对应因子的权向量, 将权重填入节点以获得飞机订票领域的评价树, 如图 3 中虚线以上的部分所示。图 3 中以预测晚点概率和登机率为根的 2 棵子树是飞机订票领域辅助评价森林中的 2 棵评价树, 相应的权重在括号中标明。需要得到服务 a3 的 QoS 评价的评分过程见图 4。

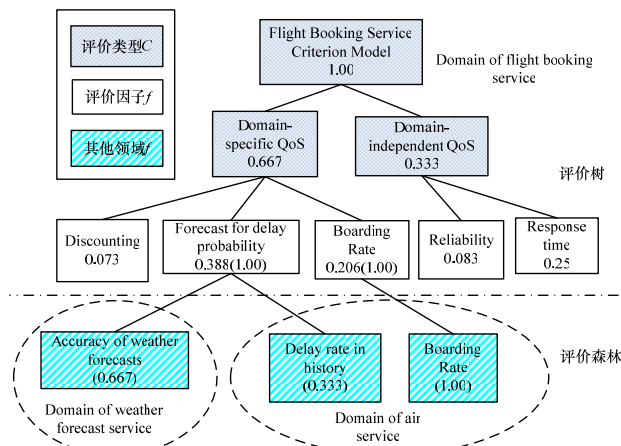


图 3 飞机订票领域完整的评价树

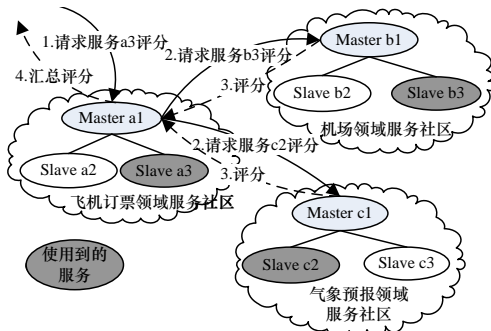


图 4 评分过程示例

## 4.2 模型评价

(上接第 246 页)

### 参考文献

[1] 张毅, 喻占武, 李锐. 基于对象存储的遥感影像数据管理系统的研究[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(1): 120-124.  
 [2] 林俞先, 李琦. 数字城市中遥感数据共享服务的研究[J]. 计算机科学, 2007, 34(4): 121-125.  
 [3] 孙吉娟. 面向 NSDI 遥感影像数据库共享的元数据库和数据交换中心技术探讨[J]. 测绘科学, 2004, 29(5): 65-68.

本文提出的模型结合评价算法使跨领域的 QoS 可以被计算。同时, Web 社区的引进, 主服务作为可信任第三方的存在, 无论是领域内的计算, 还是从其他领域的引用计算结果, 都保证了评分结果的可信度。图 5 表明新模型能很好地解决不可信和不可计算问题。

飞机订票领域		折扣	预测晚点概率	登机率	可靠性	响应时间
以往模型	是否可计算	Y	N	Y	Y	Y
	可信度	N	N	N	Y	Y
新模型	是否可计算	Y	Y	Y	Y	Y
	可信度	Y	Y	Y	Y	Y

图 5 新模型和以往模型的对比

## 5 结束语

本文提出的模型和算法通过在 Web 社区基础上使用由评价树和评价森林构成的评价模型, 使涉及多领域的 QoS 评价可计算并可信。为了在细节上进一步完善该模型, 需要规范传输过程中使用的相关信息的标记方式和传输协议以及在 QoS 评价方式中可能出现的特殊评价方式和规则, 使它们能更好地融入该模型, 从整体上优化 Web 服务的 QoS 评价结果。

### 参考文献

[1] 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): 428-442.  
 [2] Bentahar J, Maamar Z, Benslimane D. Using Argumentative Agents to Manage Communities of Web Services[C]//Proceedings of the 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops. Washington D. C., USA: IEEE Computer Society, 2007: 588-593.  
 [3] Li Ruixuan, Zhang Zhi, Wang Zhigang, et al. WebPeer: A P2P-based System for Publishing and Discovering Web Services[C]//Proc. of the 2005 IEEE International Conference on Service Computing. Washington D. C., USA: IEEE Computer Society, 2005: 149-158.  
 [4] 杨文军, 李涓子, 王克宏. 领域自适应的 Web 服务评价模型[J]. 计算机学报, 2005, 28(4): 514-523.  
 [5] Wikipedia. Analytic Hierarchy Process[Z]. [2008-04-29]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Analytic\\_Hierarchy\\_Process](http://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_Hierarchy_Process).

编辑 陈晖

编辑 张 帆