

# 面向客户视角的 QoS 集成与组合服务优化

陈冬林<sup>a</sup>, 吕秋云<sup>b</sup>, 马明明<sup>a</sup>

(武汉理工大学 a. 电子商务研究所; b. 信息工程学院, 武汉 430070)

**摘要:** 研究 Web 服务组合网上服务质量(QoS)的评价指标以及组合服务 QoS 计算模型, 建立一种面向客户视角的网下服务质量评价体系, 包括服务费用合理度、服务与描述符合度及服务满意度。以服务费用为约束条件, 提出一种的面向客户视角的 Web 服务 QoS 集成与组合服务优化模型。分析结果表明, 与基于 QoS 的组合服务选取模型相比, 该模型增加了服务质量指标, 即网下服务(商品)的质量, 更能满足客户需求。

**关键词:** 服务质量; 组合服务; 网下服务质量; 客户视角

## Customer Perspective-oriented QoS Integration and Composition Service Optimization

CHEN Dong-lin<sup>a</sup>, LV Qiu-yun<sup>b</sup>, MA Ming-ming<sup>a</sup>

(a. Institute of E-business; b. College of Information Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**【Abstract】** This paper studies the Quality of Service(QoS) evaluation criteria of Web service and the computing model for composite service, meanwhile establishes the evaluation system of customer perspective-oriented quality offline, including reasonable degree of cost, conformity of service and satisfaction of service. It proposes the model of customer perspective-oriented Web service integration and optimization with the constraint condition of service cost. Analysis result shows that, compared with the model of QoS-based composite service selection, this model considers the attributes of service quality, in essence, quality of service(goods) offline which are cared by end users.

**【Key words】** Quality of Service(QoS); composition service; offline QoS; customer perspective

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.03.017

### 1 概述

随着网络经济和现代服务业的发展, Web 服务数量不断增加, 出现了许多服务提供者提供的服务具有相同的功能, 但具有不同的服务质量(Quality of Service, QoS)。同时, 随着 Web 服务应用要求不断提高, 能够提供增值服务的组合 Web 服务得到了广泛的重视。因此, 如何根据客户的视角对组合服务进行选取成了一个亟待解决的问题。现有的研究主要存在以下 3 个方面的问题:

(1)网上 QoS 与网下服务功能的混淆, 文献[1]将 Flight 的 check-in 效率、Food 质量、票价等网下服务功能作为 QoS 指标进行评价。

(2)客户与供应商的 QoS 视角差异较大, 客户视角服务质量指标抽象、模糊, 如“使用频率、执行率”被供应商忽视<sup>[2]</sup>; 服务供应商视角 QoS 指标清晰、专业, 用户无法理解诸如“集成性、可读性”等专业性术语。

(3)网上服务质量与网下服务质量集成不足, 大部分 Web 服务的选取只考虑了网上 QoS, 而并未从用户的角度出发将网下的用户评价作为评价指标, 缺少了网上 QoS 与网下服务质量的结合。

针对上述问题, 本文提出了以服务费用为约束条件的面向客户视角的 Web 服务质量集成与组合服务优化模型, 并进行了案例分析。

### 2 面向客户视角的服务质量模型及优化方法

#### 2.1 客户视角的服务质量集成模型

面向客户视角的 Web 组合服务质量集成模型主要包括网上 QoS、网下 QoS 2 个方面。其中, 网上 QoS 包括服务费用、

响应时间、可用性及成功率等属性, 而网下服务质量包括服务费用合理度、服务与描述符合度、服务满意度。

网上 QoS 属性包含服务费用、响应时间、可用性、成功率<sup>[3]</sup>。组合 Web 服务在不同的组合模式下, 根据文献[4-8]得到其组合 QoS 属性值如表 1 所示。

表 1 组合 Web 服务在不同组合模式下 QoS 属性值

Web 服务 组合模式	QoS 属性			
	服务费用	响应时间	可用性	成功率
顺序	$\sum_{i=1}^N Q_{co}(s_i)$	$\sum_{i=1}^N Q_{du}(s_i)$	$\prod_{i=1}^N Q_{av}(s_i)$	$\prod_{i=1}^N Q_{sr}(s_i)$
并发分支	$\sum_{i=1}^N Q_{co}(s_i)$	$\max Q_{du}(s_i)$	$\prod_{i=1}^N Q_{av}(s_i)$	$\prod_{i=1}^N Q_{sr}(s_i)$
异或分支	$\sum_{i=1}^N p_i Q_{co}(s_i)$	$\sum_{i=1}^N p_i Q_{du}(s_i)$	$\sum_{i=1}^N p_i Q_{av}(s_i)$	$\sum_{i=1}^N p_i Q_{sr}(s_i)$
循环	$n \times Q_{co}(s)$	$n \times Q_{du}(s)$	$Q_{av}^n(s)$	$Q_{sr}^n(s)$

其中,  $N$  表示基本服务数量;  $n$  表示循环次数, 在异或分支模型中,  $p_i$  表示服务  $s_i$  被执行的概率, 且满足  $\sum_{i=1}^N p_i = 1$ 。

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(71072077, 70972094); 国家“863”计划基金资助重点项目(2009AA043508); 湖北省自然科学基金资助项目(2009CDB032); 中央高校基本科研业务费专项基金资助项目

**作者简介:** 陈冬林(1970—), 男, 教授、博士、博士生导师, 主研方向: Web 服务, 云计算, 语义网, 智能服务; 吕秋云、马明明, 硕士研究生

**收稿日期:** 2011-06-27 **E-mail:** violet\_920@163.com

网下质量评价主要根据服务费用合理度、服务与描述符合度、服务满意度。服务费用合理度  $Q_{deg}$  是指用户在使用服务后对服务费用的感知，当认为费用偏高时，相对应的服务费用合理度则较低，反之认为服务费用与其服务相符时则合理度较高。其值由终端用户决定，介于 0~1 之间，可表示为  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q'_{deg}$ ，其中， $n$  为终端用户评价人数； $Q'_{deg}$  为单个终端用户评价值。服务与描述符合度  $Q_{con}$  是指用户在使用服务过程中其具体功能与服务提供商所描述的一致性程度， $Q_{con}$  的值通过用户评价得到，其值介于 0~1 之间，可表示为  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q'_{con}$ ，其中， $n$  为终端用户评价人数； $Q'_{con}$  为单个终端用户评价值。服务满意度  $Q_{sat}$  指用户在使用服务完服务后对于服务的满意程度，其值通过用户评价得到，介于 0~1 之间，其取值同样为终端用户评价的均值。网下服务质量属性值如表 2 所示。

表 2 组合 Web 服务在不同组合模式的网下 QoS 属性值

Web 服务 组合模式	网下服务质量属性		
	服务费用合理度	服务与描述符合度	服务满意度
顺序	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{deg}(s_i)$	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{con}(s_i)$	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{sat}(s_i)$
并发分支	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{deg}(s_i)$	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{con}(s_i)$	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{sat}(s_i)$
异或分支	$\sum_{i=1}^N p_i Q_{deg}(s_i)$	$\sum_{i=1}^N p_i Q_{con}(s_i)$	$\sum_{i=1}^N p_i Q_{sat}(s_i)$
循环	$Q_{deg}(s)$	$Q_{con}(s)$	$Q_{sat}(s)$

2.2 客户视角的 QoS 集成方法优化

对于上述模型用数字 1~6 分别表示质量属性，1=响应时间，2=可用性，3=成功率，4=服务费用合理度，5=服务与描述符合度，6=服务满意度。对于服务费用将作为服务选择过程中的约束条件而不参与到最终质量的计算中。在组合服务中，对于一个基本服务  $t_j$  有一系列的候选者  $S_j = \{s_{j1}, s_{j2}, \dots, s_{jn_j}\}$  可执行该任务。对于一些质量属性，如成功率、可用性等其值越大，质量越大，因而属于增量型。而对于其他一些，如响应时间属于减量型，即其值越大，质量越低。因而为了消除组合服务质量中各属性变化的不一致性，减量型和增量型分别采用式(1)和式(2)进行量化。由于 QoS 属性中某些属性的聚合函数为非线性(如可用性、成功率)，因此取对数的方法使其线性化，再通过式(3)进行量化，其中， $Q'_{i,j} = \ln Q_{i,j}$ 。

$$V(Q_{i,j}) = \begin{cases} \frac{Q_j^{\max} - Q_{i,j}}{Q_j^{\max} - Q_i^{\min}} & Q_j^{\max} - Q_i^{\min} \neq 0 \\ 1 & Q_j^{\max} - Q_i^{\min} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$V(Q_{i,j}) = \begin{cases} \frac{Q_{i,j} - Q_j^{\min}}{Q_j^{\max} - Q_i^{\min}} & Q_j^{\max} - Q_i^{\min} \neq 0 \\ 1 & Q_j^{\max} - Q_i^{\min} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$V(Q_{i,j}) = \begin{cases} \frac{Q'_{i,j} - Q_j^{\min}}{Q_j^{\max} - Q_i^{\min}} & Q_j^{\max} - Q_i^{\min} \neq 0 \\ 1 & Q_j^{\max} - Q_i^{\min} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

假设一个服务组合由  $n$  个任务组成，每个任务含有  $m$  个候选供应商。可选择的服务组合有  $m^n$  种，本文采用整数规划(Integer Programming, IP)的方法来选取所需的最佳服务组合。引入一个二进制变量  $y_{ij}$ ，变量  $y_{ij}$  当服务提供商  $s_{ij}$  被选择来执行服务时其值为 1，否则为 0。于是得到引入二进制变

量后的顺序执行的 Web 服务组合的整数规划模型。

$$\max \left\{ \sum_{k=1}^6 \left[ w_k \times \left( \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m y_{ij} \times V_{i,j} \right) \right] \right\}$$

$$\begin{cases} \sum_{i \in S_j} y_{ij} = 1 \\ y_{ij} = 1 \text{ or } 0 \\ Q_{pr} \leq P, P > 0 \end{cases}$$

其中， $w_j$  代表每个质量属性所代表的权重， $w_j \in [0,1]$  且  $\sum_{j=1}^6 w_j = 1$ ，通过用户偏好得到。在约束条件中， $\sum_{i \in S_j} y_{ij} = 1$  表示对于一个 Web 服务，只能选择一个服务提供商； $Q_{pr} \leq P$  表示组合服务总的执行费用要在  $P$  之内不能超过该值，其中， $P$  值由用户给定。

3 面向客户视角的服务质量集成案例分析

假设一个用于旅游服务的 Web 组合服务如图 1 所示，该组合服务需完成旅游所需的一系列步骤，其中，Scenic Spots 与 Guide 并发执行。其中用户期望费用不超过 2 000 元，即  $P = 2\,000$ 。数据(限于篇幅，选取部分数据)如表 3 所示。

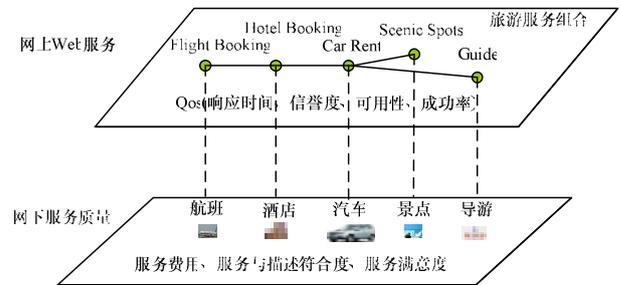


图 1 面向客户视角的服务质量集成案例分析

表 3 旅游组合服务各服务提供商质量属性值

基本服务	服务提供商	QoS 属性				网下质量		
		执行费用/元	响应时间/s	可用性/(%)	成功率/(%)	合理度	符合度	满意度
Flight Booking	S11	550	5	98	90	0.90	0.85	0.70
	S21	590	4	99	95	0.88	0.80	0.85
	S31	570	8	96	91	0.95	0.90	0.85
	S41	600	3	97	99	0.92	0.95	0.90
Car Rent	S13	250	15	85	88	0.85	0.85	0.90
	S23	300	12	90	92	0.88	0.90	0.95
	S33	230	17	89	86	0.80	0.85	0.90

通过用户偏好可得到权重为  $W = \{w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6\} = \{0.1, 0.2, 0.1, 0.4, 0.1, 0.1\}$ ，响应时间通过式(1)进行归一化；合理度、符合度和满意度通过式(2)进行归一化；可用性和成功率的数据根据式(3)进行归一化，将得到的数据代入到整数规划模型中，并通过 Lingo 软件求解 0-1 规划。根据软件计算结果最终得到  $y_{11} = y_{32} = y_{33} = y_{24} = y_{35} = 1$ ，Score = 2.488，即 Flight Booking 服务选择服务提供商 S11；Hotel Booking 选择服务提供商 S32；Car Rent 选择服务提供商 S33；Scenic Spots 选择服务提供商 S24；Guide 选择服务提供商 S35，从而选取到了一组最优化的组合服务。

4 结束语

本文建立了面向客户视角的服务质量集成模型，及基于此模型下的服务组合优化方法，并通过实验验证了该方法的可行性。然而，本文提出的面向客户视角的服务质量集成模型还不够完整，存在着许多其他的面向用户视角的质量服务属性尚未被考虑，需要在今后的研究中进行更深入的分析 and 改进。(下转第 53 页)