

# 考虑相似度和可信度的模糊自适应 Web 服务选择

尹琦<sup>1</sup>

## 摘要

提出了一种基于模糊方法并考虑用户评价属性(相似度和可信度)的 Web 选择算法,从 Web 服务质量数据来源角度对服务质量的属性进行了分类和计算. 对非功能质量属性,使用模糊控制的度量方法,将非功能属性值转换成 0~1 之间的实数值. 使用反馈相似度和可信度相结合的方法,将最终的推荐权重推荐给用户. 该方法的提出有助于提高 Web 服务选择结果的准确性.

## 关键词

服务选择;反馈相似度;可信度;模糊自适应

中图分类号 TP393;TP273

文献标志码 A

## 0 引言

### Introduction

近年来,互联网上出现了大量的 Web 服务,在这些服务中具有相同或相近功能的 Web 服务是很多的,但提供的服务质量却不尽相同. 服务请求者在进行服务选择时,不仅要考虑满足服务的功能性需求,同时还要考虑服务所能满足的非功能需求. 现有的 UDDI 框架只是定义了与通信协议无关性的标准,并没有提供一个成熟的 Web 服务架构,导致用户从 UDDI 获得候选服务之后根本无法对其进行过滤和选择. 本文在文献[1-3]的基础上,设计了一种基于模糊控制支持 QoS 的 Web 服务模型框架,并提出了考虑服务质量相似度和可信度的模糊自适应选择的算法.

## 1 模糊控制支持 QoS 的 Web 服务模型框架

A web service model with QoS constraints based on fuzzy control

### 1.1 模糊控制支持 QoS 的 Web 服务模型框架

模糊控制支持 QoS 的 Web 服务模型框架如图 1 所示.

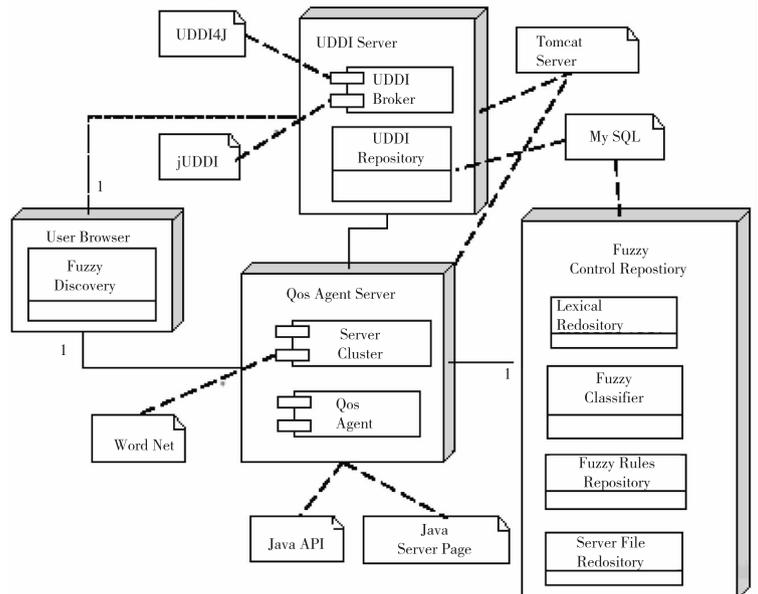


图 1 模糊控制支持 QoS 的 Web 服务模型框架

Fig. 1 Structure diagram of web service with QoS based on fuzzy control

收稿日期 2010-04-22

作者简介

尹琦,女,硕士,副教授,主要研究计算机网络与数据库. yinqimail@yahoo.com.cn

<sup>1</sup> 淮海工学院 计算机工程学院,连云港,222005

## 1.2 模型框架中各组件的描述

1) UDDI Repository. 提供服务注册和发现功能, 帮助用户发现服务, 支持带 QoS 约束的服务描述。

2) Fuzzy Discovery. 在 User Browser 中加入 Fuzzy Discovery 接口, 用以实现用户的 QoS 非功能约束值的简单输入。

3) Fuzzy Control Repository. 该组件用于实现模糊控制专家系统语义定义、模糊控制规则的定义、用户服务过滤组件等功能。

4) Agent Server. 对服务提供者的 QoS 报告和服务请求的 QoS 需求进行量化。在 QoS Agent 中又包含有: QoS Interpreter (QoS 解释组件), 主要对 QoS 需求进行量化, 然后根据 QoS 约束条件从 UDDI 中心查找服务并反馈给 QoS Agent; QoS Evaluator (QoS 评价组件), 跟 QoS Agent 进行交互产生一组满足 QoS 约束条件的信息; QoS Monitor (QoS 监管组件), 将反馈的信息和服务请求者提供的 QoS 进行对比, 对 Web 的信誉度进行动态评估和调整, 并将 QoS 量化的结果反馈给服务请求者。

## 2 考虑 QoS 属性相似度和可信度的模糊自适应 Web 服务选择算法

Web service selection based on fuzzy adaption considering similarity and reliability

在 Web QoS 服务选择中, 服务请求者在进行服务选择时, 不仅要考虑满足服务的功能性需求, 同时还要考虑服务所能满足的非功能性需求, 即服务质量需求。衡量 Web 提供的服务质量的优劣主要表现在非功能性属性上, 如吞吐量、可靠性、可用性、准确性、平均响应时间等。考虑 QoS 数据相似度和可信度的模糊自适应 Web 服务选择算法能够从 Web 发现的角度解决用户的 QoS 需求, 动态选择、绑定并调用最恰当的用户需求服务。

### 2.1 QoS 非功能服务属性值的度量方法

在 Web 的服务选择模型中, 大多数服务请求者对服务选择都不能够精确地描述非功能属性, 常常会以模糊的语言来表述, 例如服务的响应时间, 会被描述成短、一般或长, 而不能给出具体的属性值。对于这类非功能性属性, 本文使用模糊控制专家量化系统, 将用户的非功能属性描述转换成精确的实数值。

#### 2.1.1 非功能性属性的模糊量化

在本设计中主要考虑 5 个非功能服务属性: 服

务的可用性 (Availability, 简称 A)、服务的可靠性 (Reliability, 简称 R)、服务响应时间 (Respond Time, 简称 RT, 单位为 ms)、服务执行时间 (Execution Time, 简称 ET, 单位为 ms) 以及网络吞吐率 (Thoughtout Put, 简称 TP, 单位为 kb/s)。通过模糊控制算法输出控制量为 QoS Fitting Degree (评估后的服务质量满意度, 简称 F)。5 个非功能属性的模糊集合及 QoS Fitting 分别写成模糊子集为

$A \in \{low, medium, high\}$ , 其论域为  $A \in [0, 1]$ ;

$R \in \{low, medium, high\}$ , 其论域为  $R \in [0, 1]$ ;

$RT \in \{short, medium, long\}$ , 其论域为  $RT \in [0, 500]$ ;

$ET \in \{short, medium, long\}$ , 其论域为  $ET \in [0, 500]$ ;

$TP \in \{low, medium, high\}$ , 其论域为  $TP \in [0, 4096]$ ;

$F \in \{low, medium, high\}$ , 其论域为  $F \in [0, 1]$ 。

#### 2.1.2 模糊控制规则的形成

采用二维模糊控制规则:

If Availability is  $A$  and Reliability is  $R$  and Respond Time is  $RT$  and Execution Time is  $ET$  and Thoughtout Put is  $TP$  then QoS Fitting is  $F$ 。

经过一次模糊推理后, 系统就将用户的 QoS 服务质量非功能属性值转化成了 User QoS Fitting Degree 属性值, 然后通过 UDDI 中心查找最接近 User QoS Fitting Degree 属性值的服务提供者的 Web Service Fitting Degree 属性值, 再根据如下的模糊控制规则形成最终的 QoS Matching Degree 属性值, 同时将该值反馈给 QoS 认证代理。

$X, Y, Z$  分别写成模糊子集为

$X \in \{low, medium, high\}$ , 其论域为  $X \in [0, 1]$ ;

$Y \in \{low, medium, high\}$ , 其论域为  $Y \in [0, 1]$ ;

$Z \in \{low, medium, high\}$ , 其论域为  $Z \in [0, 1]$ 。

采用二维模糊控制规则:

If User QoS Fitting Degree is  $X$  and Web Service Fitting Degree is  $Y$  then QoS Matching Degree is  $Z$ 。

#### 2.1.3 模糊变量归一化处理

由于模糊控制系统中模糊变量的输入与输出数据都使用 3 个模糊语言变量描述, 因此需要对模糊变量进行归一化处理, 将以上的非功能属性值转化成 0~1 间的实数集。处理方法如下:

$$v(i) = \begin{cases} \frac{x(i) - \mu}{\sigma}, & \text{当 } \max(X(i)) - \min(x(i)) \neq 0; \\ 1, & \text{当 } \max(X(i)) - \min(x(i)) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

## 2.2 服务选择的精确性度量算法

服务选择的精确性度量主要是考虑当前的服务请求者与已存在的服务请求者对使用过的相同的 Web 服务数据可信程度,以提高当前服务请求者的服务选择的精确性.当前,大多数 UDDI 系统提供的 QoS 数据都是对所有服务请求者反馈质量属性值取平均值,这种使用平均值的方法虽然在一定程度上反映了 QoS 属性的客观性,但并没有反映出服务请求者的个性化的要求.例如,服务请求者在访问 Web 时,不同的服务请求者反馈的响应时间,要受到自身所处的位置和所使用的网络条件的影响,从而使不同的服务请求者反馈的响应时间数据有较大差别,因此在 QoS 属性值计算中直接对服务请求者反馈的质量属性值取平均值是不合适的.为此本文引入“反馈相似度”和“可信度”作为不同反馈值的权重,以它们的加权作为最终的质量属性值.

### 2.2.1 反馈相似度的计算

反馈相似度是指两个服务请求者对使用过的相同的 Web 非功能服务所反馈的质量属性值相似的程度.对于相同的服务请求,不同的用户给出的评价是不一样的.设有如下的二维数组如表 1 所示,给定 5 个评价范围 1~5,如果 user( $i$ )与 user( $j$ )都给出 5,那么它们的相似度值为 1,说明用户 user( $i$ )与用户 user( $j$ )对 Web 服务满意度一致;若 user( $i$ )给出 5,而 user( $j$ )给出 4,那么它们的相似度值被定义为 0.8,说明用户 user( $i$ )与用户 user( $j$ )对 Web 服务满意度有差异,根据以上的设计思路,反馈相似度有计算如下:

$$\overline{S_{i,j}} = \frac{\sum_{k=1}^n S_{i,j}}{n} \quad (2)$$

其中: $\overline{S_{i,j}}$ 为对  $n$  个 Web 服务属性的平均相似度值; $S_{i,j}$ 为 user( $i$ ),user( $j$ )对第  $k$  个 Web 服务属性的相似度评价;  $n$  为 Web 服务属性个数.

表 1 User( $i$ )与 User( $j$ )的相似度数组

Table 1 User feedback similarity array

$S_{i,j}$	1.0	0.8	0.2	0	0
	0.8	1.0	0.3	0	0
	0.2	0.3	1.0	0.3	0.2
	0	0	0.3	1.0	0.8
	0	0	0.2	0.8	1.0

### 2.2.2 可信度的计算

可信度是指每次 Web 服务调用后,该 Web 服务

的一些非功能质量属性值由服务请求者反馈给服务选择代理,例如满意度、平均相应时间等,这些反馈数据常常受到服务使用者自身因素(例如所处的环境、主观想法等)的影响,因此不同的服务请求者反馈的质量属性值具有不同的可信性.下面给出公式(3)来表示用户 user( $j$ )的可信度,用以真实地反映所有用户对 Web 属性的可信性,这样可以更好地避免异常值(宽容、苛刻、以及虚假的评价)的影响.

$$\overline{T_j} = \frac{\sum_{k=1}^m C^{-1} d_{j,k}}{m} \quad (3)$$

其中: $d_{j,k} = r_k - \mu_k$ 表示 user( $j$ )的个性化非功能服务属性的评价;  $r_k$ 表示对第  $k$  个 Web 非功能服务属性的评价;  $\mu_k$ 表示所有使用者对第  $k$  个 Web 非功能服务属性的平均评价;  $m$ 为 user( $j$ )使用的所有 Web 非功能服务属性的个数;  $C$ 为固定值,本文选取  $C = 1.5$ .表 2 给出了取不同的  $C$  值和  $d$  值得到不同的可信度值.从表中可以看到当  $C = 1.5$  时,其可信度值最高.

表 2 不同的  $C$  值和  $d$  值得到不同的可信度值

Table 2 Reliability values calculated by different  $C$  and  $d$  values

$d$	$T$		
	$C = 1.5$	$C = 2.0$	$C = 2.5$
0.1	0.960	0.933	0.912
0.2	0.922	0.871	0.833
0.3	0.885	0.812	0.833
0.4	0.850	0.758	0.693
1.0	0.667	0.500	0.400
2.0	0.244	0.250	0.160
3.0	0.296	0.125	0.064
4.0	0.198	0.063	0.026

### 2.2.3 客观服务质量的推荐权值的计算

当获得了反馈相似度值和可信度值以后,可以根据公式(4)给出推荐的质量属性权值,然后反馈给 QoS 认证代理.该推荐权值的大小反映了提供服务质量的准确性高低.

$$WSr_{i,j} = \frac{\sum_{j=1}^m r_j \times \overline{T_j} \times \overline{S_{i,j}}}{\sum_{j=1}^m \overline{T_j} \times \overline{S_{i,j}}} \quad (4)$$

其中  $r_j$  为 user( $j$ )对 Web 非功能服务属性的评价(参照表 1 数据).

### 3 模糊控制支持 QoS 的 Web 服务选择的实现流程

Realization of web service selection based on fuzzy adaption

首先,用户通过 User Browser 的 Fuzzy Discovery 接口提请非功能性 Web 服务请求,该接口实现用户的 QoS 非功能约束值的简单输入,然后根据模糊控制规则将其转化成 User QoS Fitting Degree.

其次,从 UDDI Repository 中获得已存在的候选服务 Web Service Fitting Degree,将 User QoS Fitting Degree Web、Service Fitting Degree 反馈到 Fuzzy Control Repository 中,根据模糊控制规则产生 QoS Matching Degree,通过模糊变量的归一化处理将 QoS Matching Degree 非功能属性值通过公式(1)转换成 0~1 之间的实数值.

最后,将 QoS Matching Degree 的实数值,代入到式(2)与式(3),再将计算结果代入到式(4)中,就得到了服务代理需要推荐的最终权值.推荐的最终权值越高就说明服务选择准确性越高.

### 4 结束语

Concluding remarks

本文对基于 QoS 的 Web 服务选择进行了讨论,提出了一种考虑属性相似度和可信度的模糊自适应

Web 服务选择模型.根据模糊控制原理对用户非功能属性功能性需求进行过滤和选择,确保了用户的满意度,同时考虑反馈相似度和可信度提高了用户服务选择准确性.

### 参考文献

References

- [ 1 ] Cardoso J, Sheth A, Miller J, et al. Quality of service for workflows and web service processes [ J ]. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, 2004, 1(3): 281-308
- [ 2 ] Maximilien E M, Singh M P. Conceptual model of web service reputation [ J ]. Acm Sigmod Record, 2002, 31(4): 36-41
- [ 3 ] 郭得科,任彦,陈洪辉,等.一种基于 QoS 约束的 Web 服务选择和排序模型 [ J ].上海交通大学学报, 2007, 41(6): 870-875  
GUO Deke, REN Yan, CHEN Honghui, et al. A web services selection and ranking model with QoS constrains [ J ]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2007, 41(6): 870-875
- [ 4 ] 杨胜文,史美林.一种支持 QoS 约束的 Web 服务发现模型 [ J ].计算机学报, 2005, 28(4): 589-594  
YANG Shengwen, SHI Meilin. A model for web service discovery with QoS constrains [ J ]. Chinese Journal of Computers, 2005, 28(4): 589-594
- [ 5 ] 李研,周明辉,李瑞超,等.一种考虑 QoS 数据可信性的服务选择方法 [ J ].软件学报, 2008, 19(10): 2620-2627  
LI Yan, ZHOU Minghui, LI Ruichao, et al. Service selection approach considering the trustworthiness of QoS data [ J ]. Journal of Software, 2008, 19(10): 2620-2627
- [ 6 ] Ren F Y, Lin C. Speed up the responsiveness of active queue management system [ J ]. Special on Internet technology III, IEICE Transactions on Communications, 2003, E86-B(2): 630-636

## Web service selection based on fuzzy adaption considering similarity and reliability

YIN Qi<sup>1</sup>

1 College of Computer Technology, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005

**Abstract** This paper proposes a web service selection approach based on fuzzy adaption considering similarity and reliability, which classifies and computes the QoS attributes according to the source of data. Fuzzy control method is used to transform nonfunctional attributes to real values between 0 and 1. Then recommended weight for users is computed by using feedback similarity and reliability formula. This approach can improve the accuracy of web service selection.

**Key words** web service selection; feedback similarity; reliability; fuzzy adaption