

基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估

段友祥,徐福昌,马 成,王 超

(中国石油大学 计算机与通信工程学院,山东 青岛 266000)

摘 要:随着 Web 服务技术的飞速发展,网络上出现了许多具有相同功能的 Web 服务,用户开始关注如何从这些具有相同功能的服务中寻找最优的 Web 服务。为了选择出最优服务,就需要对 QoS 综合评估进行大量的研究。当前的 QoS 综合评估方法有基于 QoS 序关系的综合评估和基于 QoS 属性值和用户偏好的综合评估两种。由于这两种方案自身特点的限制,不能适用于每一个服务选择场景。文中根据现实世界中的一些案例,提出了一种基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估方法,该方法采用综合排名来作为评估 Web 服务质量的标准,解决了当前方法的一些不足和限制条件,能够满足对综合排名有较高要求的用户的需求,从而为 Web 服务选择提供了保证。

关键词:QoS;服务选择;排名;用户偏好

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)01-0194-07

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.01.048

Ranking and User Preferences Based QoS Assessment

DUAN You-xiang, XU Fu-chang, MA Cheng, WANG Chao

(College of Computer and Communication Engineering, China University of Petroleum, Qingdao 266000, China)

Abstract: With the rapid development of Web services technology, many Web services with the same function appear in the network, users started to pay attention to how to find the optimal Web service from the services with the same function. In order to find the optimal Web service, need to research the QoS-based comprehensive evaluation. QoS-based comprehensive evaluation methods have QoS ordering relation based comprehensive evaluation and QoS property values and user preferences based comprehensive evaluation in the present. Because of the restrictions of their own characteristics, the two methods can not be applied to each service selection scene. According to the comprehensive evaluation of cases in the reality, propose a ranking and user preferences based QoS evaluation method, the method uses comprehensive ranking as the standard to evaluate the quality of Web services, it resolves some shortcomings of the current methods, and it is able to meet the needs of users who have higher requirement for comprehensive ranking. So the method provides a guarantee for Web services selection.

Key words: QoS; service selection; ranking; user preferences

0 引 言

随着 Web Services 由技术概念到实践应用的不断发展,网络上出现了许多功能相同或相似的 Web 服务。于是,研究者们展开了基于 QoS (Quality of Service, 即服务质量) 的 Web 服务选择的研究。然而,基于 QoS 的 Web 服务选择依据的前提是能够从某个角度来评估出具有最优 QoS 的 Web 服务。由于不同的 QoS 属性具有不同的量纲、取值范围、取值趋向、描述方式和稳定性,且用户对不同 QoS 属性的主客观感受和重视程度也有所不同,所以目前常见的 QoS 综合评

估方法不能够适用于每一个 Web 服务选择的场景,需要从新的角度来寻找新的基于 QoS 的综合评估方法来对当前的方法进行补充,以从不同的角度,根据不同的标准来对 Web 服务进行选择。

于是分析了一些现实世界的实例,例如:

在运动会中,并不是对运动员在每个项目中的成绩进行规范化,然后加权求综合值来进行综合评价,而是根据运动员的排名,以及奖牌数来进行综合评价。

蝴蝶效应。一只南美洲的蝴蝶扇动几下翅膀,可能在美国引起一场龙卷风。该思想表明在一个动力系统中,初始条件下微小的变化能带动整个系统长期的、巨大的连锁反应。

人们往往都知道世界上最高的山峰是珠穆朗玛峰,最深的海是珊瑚海。却很少有人知道第二高的山峰和第二深的海是什么。

收稿日期:2012-05-15; **修回日期:**2012-08-20

基金项目:山东省自然科学基金(ZR2009GM010);教育部基本科研业务费(10CX04040A)

作者简介:段友祥(1964-),男,教授,CCF 会员,研究方向为计算机网络及应用(信息安全、Web 服务)、数据库及信息系统。

不同的地震等级,所包含的能量大小往往会有很大的差距。例如地震每差一级,地震波释放的能量约差 32 倍。

对于以上现实世界的一些场景,目前常见的 QoS 综合评估方法无法进行解释,为了对当前的方法进行补充,提出了基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估方法,并给出了通过该方法评估 Web 服务的综合服务质量的整个过程。该方法采用综合排名来作为评估 Web 服务质量的标准,能够满足对综合排名有较高要求的用户的需求,从而为 Web 服务选择提供了保证。

1 相关工作

文献[1]采用基于 QoS 序关系的综合评估方法来对 QoS 信息进行评估。首先对 QoS 属性进行排序。然后在所有属性中,先比较所有候选 Web 服务中最靠前的 QoS 属性的值,如果该值相等再比较排在第二位的 QoS 属性的值,否则将最靠前的 QoS 属性的值最大的那个 Web 服务作为最优服务,依此类推。QoS 属性排序越靠前,表明用户对该属性越重视。该方法适用于用户对某些 QoS 属性有特别偏好的情况下,且该方法不需要对 QoS 属性值进行规范化,缺点是无法从全局的角度来考虑 Web 服务的综合服务质量。该方法时间复杂度为 $O(\text{Max}(m \log_2 m, mn \log_2 n))$ 。 m 是 QoS 属性个数, n 是 Web 服务个数。

文献[2~5]采用基于 QoS 属性值 and 用户偏好的综合评估方法来对 QoS 信息进行评估,该方法将不同的 QoS 属性规范化,使这些 QoS 属性可以互相比,并通过给 QoS 属性赋予不同的权重来表明用户的偏好,以加权求和的方式求出 Web 服务的综合服务质量。该方法能够从总体角度评价规范化后的 Web 服务的综合 QoS 属性值。缺点是:一是由于不同的 QoS 属性描述的方式不同,所以部分 QoS 属性无法参与到这种方法中;二是权重不易界定;三是用户对某个 QoS 属性的主观感受往往会有不同的临界点,所以很可能某个 QoS 属性的两个取值相近的值反映了用户截然不同的体验,该方法无法处理这种情况;四是对 QoS 属性进行规范化是否正确仍有待商榷。该方法时间复杂度为 $O(m * n)$ 。

文献[6]提出了从 Web 服务性能的角度来进行 QoS 的综合评估,将基于信赖机制的分配策略转化为一个在 SLA 约束下的优化问题,从而为 Web 服务的选择做好了铺垫。

文献[7]对 QoS 的综合评估提出了一种新的算法,采用一个 scale 因子来控制 QoS 属性的评估值,该算法能够很好地解决规范化算法的不足之处,如使某个 QoS 属性的影响力过大或者过小,从而为进行 QoS

综合评估、Web 服务选择做好了准备。

文献[8]提出了一种 QoS 的信誉度评估方法。根据服务质量属性的类别,在能够客观实际反映 Web 服务真实质量的 QoS 属性中加入惩罚算子和时间参数,从而加快 QoS 评估值的收敛速度,并对发布的虚假 QoS 属性值进行惩罚。在主观的 QoS 属性中加入了服务价格算子,降低了欺骗的风险,从而有效地提高 QoS 评估的可信性。

其中文献[1]和文献[2~5]是常见的两种 QoS 综合评估方法,其他的方法大都是对这两种方法的改进。

2 QoS 属性的综合评估过程

2.1 QoS 信息的处理

QoS 信息由 QoS 属性和用户的 QoS 约束组成,可分为精确型、范围型(包括单边范围型和双边范围型)、语义描述型和状态型 5 种。由于 QoS 属性自身的特点,所以不包括单边范围型,而 QoS 约束由于包含期望性,所以包括单边范围型。

2.1.1 QoS 属性的规范化处理

QoS 属性的取值范围、单位、描述方式的不一致性会导致 QoS 属性之间无法进行比较,因此需要将 QoS 属性规范化到一个相同的区间,使这些 QoS 属性可以相互比较,该过程称为规范化处理。

定义 1 候选 Web 服务集合 S 。

设 $S = \{s_i \mid 1 \leq i \leq n'\}$ 是参与综合评估过程的初始 Web 服务集合。 s_i 表示第 i 个 Web 服务。 n' 表示 Web 服务的个数。

定义 2 服务 s_i 的 QoS 属性值集合 q_i 。

设 $q_i = \{q_{ij} \mid 1 \leq i \leq n', 1 \leq j \leq m\}$ 表示服务 s_i 的 QoS 属性值的集合, q_{ij} 表示服务 s_i 的第 j 个 QoS 属性的值, m 表示 QoS 属性的个数。

定义 3 QoS 矩阵 Q^* 。

为了更直观地表示候选 Web 服务集合 S 中包含的所有 QoS 信息,建立了如下的 QoS 矩阵 $Q_{\text{矩}}$:

$$Q_{\text{矩}} = \begin{pmatrix} q_{11} & \cdots & q_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n'1} & \cdots & q_{n'm} \end{pmatrix}$$

在该 QoS 矩阵中,每一行表示一个 Web 服务的所有 QoS 属性的值,每一列表示所有 Web 服务的同一个 QoS 属性的值。

文中采用文献[9]所提供的最小——最大规范化方法将各个 QoS 属性的取值规范到 $[\text{new}_{\min}, \text{new}_{\max}]$ 之内,文中设为 $[0, 100]$,其中 $\text{new}_{\min} = 0, \text{new}_{\max} = 100$ 。

以下分别给出四种 QoS 属性的规范化过程。

1. 精确型 QoS 属性的规范化处理。

公式 1 精确型 QoS 属性的规范化公式:

$$q_{ij}' = \begin{cases} \frac{q_{ij} - q_j^{\min}}{q_j^{\max} - q_j^{\min}}(\text{new}_{\max} - \text{new}_{\min}) + \text{new}_{\min} \\ q_j^{\max} \neq q_j^{\min} \text{ 且 } q_{ij} \text{ 是正属性} \\ \frac{q_j^{\max} - q_{ij}}{q_j^{\max} - q_j^{\min}}(\text{new}_{\max} - \text{new}_{\min}) + \text{new}_{\min} \\ q_j^{\max} \neq q_j^{\min} \text{ 且 } q_{ij} \text{ 是负属性} \\ 100 & q_j^{\max} = q_j^{\min} \end{cases}$$

2. 范围型 QoS 属性的规范化处理。

公式 2 范围型 QoS 属性的规范化公式:

$$\text{正属性} \begin{cases} \overline{q_{ij}'} = \frac{\overline{q_{ij}} - \overline{q_j^{\min}}}{\overline{q_j^{\max}} - \overline{q_j^{\min}}}(\text{new}_{\max} - \text{new}_{\min}) + \text{new}_{\min} \\ \overline{q_j^{\max}} \neq \overline{q_j^{\min}} \text{ 且 } q_{ij} \text{ 是正属性} \\ \overline{q_{ij}'} = \frac{\overline{q_{ij}} - \overline{q_j^{\min}}}{\overline{q_j^{\max}} - \overline{q_j^{\min}}}(\text{new}_{\max} - \text{new}_{\min}) + \text{new}_{\min} \\ \overline{q_j^{\max}} \neq \overline{q_j^{\min}} \text{ 且 } q_{ij} \text{ 是正属性} \\ \overline{q_{ij}'} = 100 & \overline{q_j^{\max}} = \overline{q_j^{\min}} \\ \overline{q_{ij}'} = 0 & \overline{q_j^{\max}} = \overline{q_j^{\min}} \end{cases}$$

$$\text{负属性} \begin{cases} \overline{q_{ij}'} = \frac{\overline{q_j^{\max}} - \overline{q_{ij}}}{\overline{q_j^{\max}} - \overline{q_j^{\min}}}(\text{new}_{\max} - \text{new}_{\min}) + \text{new}_{\min} \\ \overline{q_j^{\max}} \neq \overline{q_j^{\min}} \text{ 且 } q_{ij} \text{ 是负属性} \\ \overline{q_{ij}'} = \frac{\overline{q_j^{\max}} - \overline{q_{ij}}}{\overline{q_j^{\max}} - \overline{q_j^{\min}}}(\text{new}_{\max} - \text{new}_{\min}) + \text{new}_{\min} \\ \overline{q_j^{\max}} \neq \overline{q_j^{\min}} \text{ 且 } q_{ij} \text{ 是负属性} \\ \overline{q_{ij}'} = 100 & \overline{q_j^{\max}} = \overline{q_j^{\min}} \\ \overline{q_{ij}'} = 0 & \overline{q_j^{\max}} = \overline{q_j^{\min}} \end{cases}$$

$$q_{ij}' = \frac{q_{ij}' + \overline{q_{ij}'}}{2}$$

公式 2 分别对正属性和负属性范围值 $[\overline{q_{ij}}, \overline{q_{ij}'}]$ 进行了规范化,并将双边范围值规范化为精确值。

3. 语义描述型 QoS 属性的规范化处理。

对于语义描述型 QoS 属性,文中将取值范围设定在 $[0, 100]$,并通过专家分析来给出取值。例如将服务性能属性描述为优、良、及格、不及格四个级别,取值范围分别设为 $[0, 59][60, 79][80, 89][90, 100]$,然后采用公式 2 进行规范化。

4. 状态型 QoS 属性的规范化处理。

对于状态型 QoS 数据,直接将规范化前的状态作为规范化的结果。

经过规范化处理后,所有的 QoS 属性值都被规范

化到了 $[\text{new}_{\min}, \text{new}_{\max}]$ 内,且取值越大越好,解决了不同 QoS 属性取值范围偏差大、单位不一致,以及正属性和负属性变化趋向不一致的问题。

下面是 QoS 属性的规范化矩阵 $Q_{\text{矩}}'$:

$$Q_{\text{矩}}' = \begin{pmatrix} q_{11}' & \cdots & q_{1m}' \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1}' & \cdots & q_{nm}' \end{pmatrix}$$

2.1.2 用户 QoS 约束的有效性和规范化处理

为了进行基于用户 QoS 约束的服务筛选,就要对 QoS 约束进行有效性检查,然后将有效的 QoS 约束规范化,根据规范化后的结果进行服务筛选。

定义 4 用户的非功能需求集合 $R_{\text{non-func}}$ 。

设 $R_{\text{non-func}} = \{Q_{\text{restrict}} \mid Q_{\text{prefer}}\}$ 表示用户的非功能需求集合。其中 $Q_{\text{restrict}} = \{q_{r1}, t_1; q_{r2}, t_2; \cdots, q_{rj}, t_j, \cdots; q_{rd}, t_d; \}$ 是用户的 QoS 约束, $1 \leq j \leq d$, d 表示 QoS 约束的个数, d 最大为 m 。 q_{rj} 表示用户对第 j 个 QoS 属性的约束条件。 t_j 表示对 QoS 约束进行处理的方法,其中 $t_j = 1$ 表示采用准确值法进行 QoS 约束的规范化处理, $t_j = 2$ 表示采用期望值法进行 QoS 约束的规范化处理, $t_j = 3$ 表示采用双边范围法进行 QoS 约束的规范化处理, $t_j = 4$ 表示采用状态法进行 QoS 约束的规范化处理。 $Q_{\text{prefer}} = \{w_1, w_2, \cdots, w_m\}$ 是用户的 QoS 偏好,其中 w_1, w_2, \cdots, w_m 表示用户提供给 QoS 属性 q_1, q_2, \cdots, q_m 的权重,表示用户对不同 QoS 属性的重视程度。

设定 $\sum_{j=1}^m w_j = 1$, 即权重之和为 1。

对用户的 QoS 约束的处理包括两个过程:

1) QoS 约束的有效性处理。

(1) 对于精确型 QoS 约束,应采用准确值法和期望值法进行规范化处理($t_j = 1$ 和 $t_j = 2$)。若提供的 t_j 不符合上述条件,则表示该 QoS 约束条件失效,此时令 $t_j = -1, q_{rj} = \text{NULL}$ 。

(2) 对于单边范围型 QoS 约束,应采用期望值法进行规范化处理($t_j = 2$)。若提供的 t_j 不符合上述条件,则令 $t_j = 2$ 。

(3) 对于双边范围型 QoS 约束,应采用准确值法、期望值法、双边范围法进行规范化处理($t_j = 1$ 、 $t_j = 2$ 和 $t_j = 3$)。若提供的 t_j 不符合上述条件,则表示该 QoS 约束条件失效,此时令 $t_j = -1, q_{rj} = \text{NULL}$ 。

(4) 对于语义描述型 QoS 约束,同双边范围型 QoS 约束。

(5) 对于状态型 QoS 约束,应采用状态法进行规范化处理($t_j = 4$)。若提供的 t_j 不符合上述条件,则令 $t_j = 4$ 。

若 q_{rj} 和 t_j 两者有一个没提供,或提供的 q_{rj} 与 t_j 不符合(1)~(5),则表示该 QoS 约束条件失效,此时令

$t_j = -1, q_{ij} = \text{NULL}$ 。其中 q_{ij} 没提供,表示用户对 q_{ij} 约束没有需求; t_j 没提供,表示 q_{ij} 约束无效。

2) QoS 约束的规范化处理。

(1) 对于精确型约束,在 $t_j = 1$ 时根据公式 1 转化为精确值 q_{ij}' ; $t_j = 2$ 时,根据公式 1 转化为精确值 q_{ij}'' ,并以 q_{ij}'' 作为规范化后的下界,转化为单边范围值 $q_{ij}' = [q_{ij}'', \infty)$ 或 $q_{ij}' = (q_{ij}'', \infty)$ 。

(2) 对于单边范围型约束,根据公式 1 将单边边界转化为精确值 q_{ij}'' ,并以 q_{ij}'' 作为规范化后的下界,转化为单边范围值 $q_{ij}' = [q_{ij}'', \infty)$ 或 $q_{ij}' = (q_{ij}'', \infty)$ 。

(3) 对于双边范围型约束,在 $t_j = 1$ 时根据公式 2 转化为精确值 q_{ij}' ; $t_j = 2$ 时,将 QoS 约束根据公式 2 转化为精确值 q_{ij}'' ,并以 q_{ij}'' 作为规范化后的下界,转化为单边范围值 $q_{ij}' = [q_{ij}'', \infty)$ 或 $q_{ij}' = (q_{ij}'', \infty)$; $t_j = 3$ 时根据公式转化为双边范围值 q_{ij}' 。

(4) 对于语义描述型约束,转化为双边范围型约束,再根据双边范围型约束的规范化方法进行规范化。

(5) 对于状态型约束,不进行规范化,直接放入规范化后的 QoS 约束集合中。

对用户的 QoS 约束进行有效性和规范化处理后,只剩下精确型、双边范围型、单边范围型、状态型四种 QoS 约束,且所有的 t_j 都取得了相应的值。规范化后的 QoS 约束集合如下:

$$Q_{\text{restrict}}' = \{q_{i1}', t_{i1}'; q_{i2}', t_{i2}'; \dots, q_{ij}', t_{ij}'; \dots, q_{id}', t_{id}'; \}$$

2.2 基于用户 QoS 约束的服务筛选

在 QoS 综合评估前要通过基于用户 QoS 约束的服务筛选剔除掉不符合需求的 Web 服务,具体过程如下:

1) 判断进行有效性和规范化处理后的一个 QoS 约束 q_{ij}' 的类型,如果是精确型 QoS 约束,则转 2),如果是单边范围型 QoS 约束,则转 3),如果是双边范围型 QoS 约束,则转 4),如果是状态型 QoS 约束,则转 5)。如果是 NULL, q_{ij}' 约束不参与筛选,若此时所有的 QoS 约束已筛选完,则转向 7),否则转向 6)。

2) 对于规范化后的精确型 QoS 约束 q_{ij}' ,根据 q_{ij}' 查找集合 S 中每一个 Web 服务对应的 QoS 属性的值 q_{ij}'' ,若 $q_{ij}'' \neq q_{ij}'$,则筛掉该 Web 服务,并转向 6);否则留下该 Web 服务,并转向 6)。

3) 对于规范化后的单边范围型 QoS 约束 q_{ij}' ,有 2 种类型: $q_{ij}' = [q_{ij}'', \infty)$ 或 $q_{ij}' = (q_{ij}'', \infty)$,确定其边界值 q_{ij}'' ,并判断 q_{ij}'' 处的边界类型。查找集合 S 中每一个 Web 服务对应的 QoS 属性的值 q_{ij}'' ,若 q_{ij}'' 是闭区间,如 $q_{ij}'' < q_{ij}'$,则筛掉该 Web 服务,并转向 6),否则留下该 Web 服务,并转向 6);若 q_{ij}' 是开区间,如 $q_{ij}'' \leq q_{ij}'$,则筛掉该 Web 服务,并转向 6),否则留下该 Web 服务,并转向 6)。

4) 对于规范化后的双边范围型 QoS 约束 q_{ij}' ,根据 q_{ij}' 查找集合 S 中每一个 Web 服务对应的 QoS 属性的值 q_{ij}'' ,若 $q_{ij}'' \notin q_{ij}'$,则筛掉该 Web 服务,并转向 6);否则留下该 Web 服务,并转向 6)。

5) 对于规范化后的状态型 QoS 约束 q_{ij}' ,查找集合 S 中每一个 Web 服务对应的 QoS 属性的状态 q_{ij}'' ,若 $q_{ij}'' \neq q_{ij}'$,则筛掉该 Web 服务,并转向 6);否则留下该 Web 服务,并转向 6)。

6) 重复执行 1) ~ 5) 步,直到用所有 QoS 约束 q_{ij}' 筛选完 Web 服务,转向 7)。

7) 筛选过程结束。

经过基于用户的 QoS 约束筛选后,剩下的 Web 服务集合即为参与 QoS 综合评估的 Web 服务集合 S_2 。

定义 5 筛选后的 Web 服务集合 S_2 。

设 $S_2 = \{s_{2i} \mid 1 \leq i \leq n\}$ 是经过用户 QoS 约束的筛选后剩下的 Web 服务,作为综合评估前的最终 Web 服务集合。 s_{2i} 表示第 i 个 Web 服务, n 表示 Web 服务的个数。

2.3 权重检查和重新分配

用户提供的权重反映了用户对 QoS 属性的重视程度,权重越大的 QoS 属性在最终的综合评估中所起的作用越大。在提供权重时,可能会出现权重信息不全或不符合要求等情况,需要对权重信息进行检查并重新分配,以使 QoS 属性的权重之和为 1。

该过程如下:

1) 若某个 QoS 属性权重小于 0,或大于 1,则提供的权重失败,采用 5) 中的方法分配权重。

2) 若所有 QoS 属性的权重和为 1,则所有 QoS 属性按照提供的权重参与综合评估。

3) 若部分 QoS 属性权重和为 1,且所有 QoS 属性权重和也为 1,则只有权重不为 0 的 QoS 属性参与综合评估,其他 QoS 属性权重均为 0。

4) 若某个 QoS 属性权重为 1,且所有 QoS 属性权重和也为 1,则只有该属性参与综合评估,其他 QoS 属性均为 0。

5) 若未指定任何 QoS 属性的权重,或所有 QoS 属性的权重均为 0,则所有 QoS 属性的权重平均分配,均参与综合评估(或者根据默认配置来分配)。

6) 若部分 QoS 属性权重之和小于 1,其他 QoS 属性的权重未指定,则将剩下的权重平均分配给其他 QoS 属性。

7) 若所有 QoS 属性的权重之和不等于 1,则提供的权重失败,采用 5) 中的方法分配权重。

经过权重检查和重新分配后,所有 QoS 属性都获得了相应的权重,用户的 QoS 属性偏好集合 Q_{prefer} 变为了 $Q_{\text{prefer}}' = \{w_1', w_2', \dots, w_m'\}$ 。此时即可根据 Q_{prefer}' 来

进行综合评估。

2.4 基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估

基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估方案的主要过程是：

- 1)对每个 Web 服务的同一个 QoS 属性的值进行排序,并记录每个 Web 服务的同一个 QoS 属性值在该 QoS 属性中的排名。
- 2)对每一个 QoS 属性都执行第 1 步。
- 3)根据用户偏好,对不同的 QoS 属性设定不同的权重,通过对每个 Web 服务的所有 QoS 属性值的排名进行加权求和,计算出每个 Web 服务的 QoS 的综合排名。

定义 6 第 j 个 QoS 属性的值的集合 Q^z_j 。

设 $Q^z_j = \{q_{ij} \mid 1 \leq i \leq n\}$ 是候选 Web 服务 s_{2_i} 的第 j 个 QoS 属性值的集合。 $q_{i,j}$ 表示服务 s_{2_i} 的第 j 个属性值。

经分析,给出基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估的公式。

公式 3 基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估的公式：

$$Q_{\text{rank}}(s_{2_i}) = \sum_{j=1}^m w_j * \text{Rank}(q_{i,j}),$$
$$1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$$
$$\sum_{j=1}^m w_j = 1$$
$$\text{Rank}(q_{ij}) = \text{choice}(Q^z_j)$$

注： $Q_{\text{rank}}(s_{2_i})$ 为服务 s_{2_i} 的综合排名值， n 为 Web 服务的个数， m 为 QoS 属性的个数， $\text{choice}(Q^z_j)$ 是对所有候选 Web 服务的第 j 个 QoS 属性的值进行排序的函数， $\text{Rank}(q_{ij})$ 为服务 s_{2_i} 第 j 个 QoS 属性值在所有候选 Web 服务的第 j 个 QoS 属性值中的排名。

该方法的时间复杂度为 $O(m * n \log_2 n)$ 。

2.5 综合评估的整个过程

- 1)对候选 Web 服务集合 S 进行 QoS 属性的规范化处理,并对用户的 QoS 约束进行有效性和规范化处理。
- 2)根据用户的 QoS 约束剔除掉不满足需求的 Web 服务,剩下的 Web 服务集合为 S_2 。
- 3)对用户提供的权重进行检查和重新分配。
- 4)对 Web 服务集合 S_2 进行基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估,以选出最优的 Web 服务。

Web服务号	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9
1	13.87	43.68	96.72	30.19	54.53	75.68	58.58	19.63	63.74
2	36.32	92.3	12.02	40.69	23.78	84.17	98.69	26.91	78.44
3	79.93	77.22	52.05	15.77	60.86	73.68	30.93	26.66	76.86
4	45.46	23.74	24.63	44.16	99.52	26.86	7.27	5.51	41.18
5	83.18	61.58	92.06	5.18	44.15	7.48	2.69	26.17	48.07
6	42.82	12.04	88.43	57.4	76.22	17.78	84.84	7.66	29.07
7	16.75	64.68	65.81	.51	56.87	31.02	17.79	78.46	73.95
8	1.81	20.81	5.26	90.57	95.14	93.29	83.1	12.53	21.8
9	64.94	15.32	12.15	27.32	31.83	91.89	4.32	67.5	3.73
10	74.74	37.44	7.92	11.94	34.86	3.36	54.16	40.99	46.55
11	93.27	11.02	.06	51.87	93.53	9.28	81.24	53.87	9.96
12	36.88	95.93	40.09	26.95	30.61	98.79	13.48	53.62	8.37
13	96.85	40.72	31.64	81.86	90.47	77.46	73.64	.83	21.21
14	34.9	23.9	90.64	83.46	48.74	92.46	89.69	68.94	68.14
15	72.95	7.07	49.64	85.07	7.02	7.46	5.75	37.04	15.07
16	97.04	82.39	22.81	98.47	44.5	87.9	49.02	81.56	29.96
17	17.97	7.98	80.64	30.04	5.14	48.4	31.22	18.34	75.75
18	45.22	33.03	69.15	25.28	19.45	48.76	35.55	70.61	59.74
19	66.16	58.62	26.97	56.85	80.09	9.26	17.75	7.38	5.54
20	15.33	45.27	48.04	5.39	95.98	73.29	66.17	38.76	55.44

图 1 20 个 Web 服务的 QoS 属性值集合



图 2 基于 QoS 属性值和用户偏好的综合评估

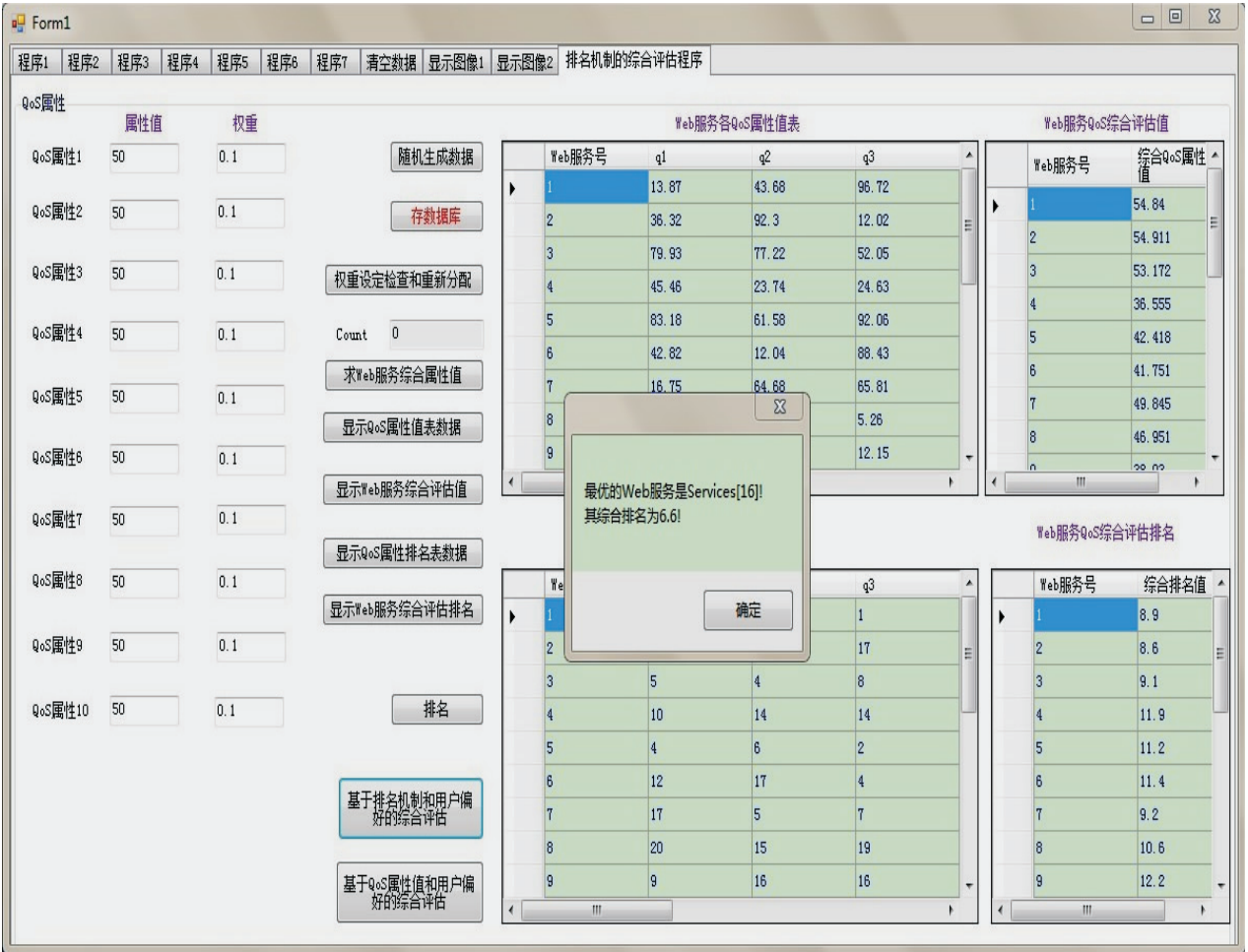


图 3 基于排名机制和用户偏好的综合评估

3 实验

文中对 20 个 Web 服务进行了综合评估实验,评估过程中考虑 10 个 QoS 属性。

图 1 是给出的实验数据。

图 2 是采用基于 QoS 属性值和用户偏好的综合评估方法进行实验的结果。

图 3 是采用文中的方法进行实验的结果。

可以看出采用基于 QoS 属性值和用户偏好的综合评估的结果是:最优的 Web 服务为 Services[16],其综合 QoS 属性值为 65.592;采用文中方法的结果是:最优的 Web 服务为 Services[16],其综合 QoS 属性排名为 6.6。两种方法分别以不同的标准选择出了最优的 Web 服务。

文中将该方法应用在了遗传算法^[10~12]中,将适应度函数设为每一个染色体的综合排名值,采用轮盘赌的方法来随机选择父代的染色体,并对这些父代染色体采用单点交叉、变异等操作来产生下一代个体,这样逐步迭代,直到最大适应度值和平均适应度值变化不大时为止,将这个最大适应度值作为评估的最优解,根据这个解进行多个 Web 服务的选择。实验的结果证明,与采用基于 QoS 属性值和用户偏好的综合评估方法一样,能够在多个 Web 服务的综合评估中收敛到最优解。

图 4 是对不同个数的候选 Web 服务进行遗传算法的执行效果,可以发现随着候选 Web 服务个数的增大,遗传算法在找到最优解时花费的时间也在增大,即在遗传算法中使用该方法可以找到最优解。又由于遗传算法用于完成 Web 服务的组合,所以该评估方法与基于 QoS 属性值和用户偏好的综合评估方法一样,也能够应用到 Web 服务的组合中。

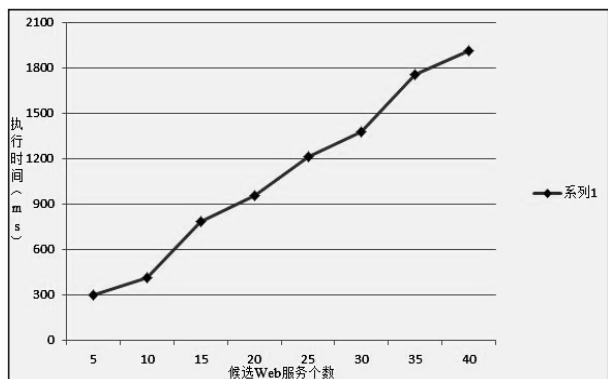


图 4 遗传算法的执行时间

经过实验验证,该方法可以有效地完成基于 QoS

的 Web 服务综合评估,以选择出综合排名最优的 Web 服务,且该评估方法也能够应用到组合 Web 服务选择过程中,选择出具有最优综合排名的组合 Web 服务。

4 结束语

基于排名机制和用户偏好的综合评估方法通过从综合排名来对 QoS 属性进行综合评估,提供了一种全新的思考角度,能够在某些方面解决一些常见的综合评估方法无法解决的问题,如解决蝴蝶效应等量变产生质变、工程中测量的微小差错产生巨大的失误等问题;通过赋予不同的权重,反映出用户对不同 QoS 属性的不同偏好。另外,由于不通过 QoS 属性值来进行评估,所以在评估前可以不进行规范化,减少了规范化时间的消耗。该方法非常适用于对综合排名有较高要求的用户。

参考文献:

- [1] 李 紧. 基于 QoS 和用户偏好的 Web 服务发现模型[J]. 现代计算机, 2010, 2(4): 49-52.
- [2] 张燕生, 白晓颖. 一种多纬度服务质量评估技术[J]. 计算机科学, 2009, 36(2): 282-286.
- [3] 胡建强. 一种基于多维服务质量的局部最优服务选择模型[J]. 计算机学报, 2010, 33(3): 526-534.
- [4] Wang Yao, Vassileva J. Toward trust and reputation based Web service selection: a survey[J]. Multi-agent and Grid Systems Journal, 2007, 3(2): 118-132.
- [5] 蒋玉新. 基于 QoS 动态更新与综合评估的 Web 服务选择[D]. 东营: 中国石油大学, 2011.
- [6] Xiong K. Trust-based resource allocation in Web services[C]//ICWS2006. Chicago, Illinois, USA: IEEE Computer Society, 2006: 663-672.
- [7] 张志民. 一种综合评估 QoS 的算法研究[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(12): 256-258.
- [8] 刘 彬. 一种用于 Web 服务选择的 QoS 可信性评估方法[J]. 郑州大学学报, 2011, 43(1): 60-62.
- [9] Han Jiawei. 数据挖掘概念与艺术[M]. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [10] Zeng L. QoS-aware middleware for Web services composition[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2004, 30(5): 311-327.
- [11] 杨艳梅, 赵逢禹, 韩文冬. 基于二叉树编码遗传算法的 SOA 服务选择[J]. 计算机应用, 2009, 29(8): 2276-2280.
- [12] 张成文, 苏 森, 陈俊亮. 基于遗传算法的 QoS 感知的 Web 服务选择[J]. 计算机学报, 2006, 29(7): 1029-1037.

基于排名机制和用户偏好的 QoS 综合评估

作者: [段友祥](#), [徐福昌](#), [马成](#), [王超](#)
作者单位: [中国石油大学 计算机与通信工程学院, 山东 青岛 266000](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201301050.aspx