

一种基于本体的支持 QoS 的 Web 服务组合方法^①

李伟华, 张自力, 肖文

西南大学 智能软件与软件工程重点实验室, 重庆 400715

摘要: 引入本体 ontology 来描述 Web 服务, 对语言网格中的语言服务进行形式化描述, 形成一个规范与标准, 并重点结合服务质量指标 QoS 进行服务组合, 以提高语言网格中组合服务的质量. 实验结果表明, 该方法能更好满足用户的需求.

关键词: 本体; 服务质量 QoS; 服务组合

中图分类号: TP393

文献标志码: A

Web 服务是基于 SOA 架构, 自描述且独立于操作系统与编程语言的具有良好操作能力的新应用, 将多个原子 Web 服务组合成功能更强大的组合服务是目前研究的热点问题之一. 服务质量 QoS 能够较好判断一个组合服务是否能达到功能和效益双优. 文献[1]讨论了基于本体的服务发现, 实现了资源在语义层次的融合; 文献[2]提出了一种新的 WS-Resource 动态创建模型; 文献[3]提出了一种考虑服务 QoS 属性的服务发现模型; 文献[4]提出了支持 QoS 约束的 Web 服务发现模型. 由于 Web 服务系统架构中的统一描述、发现和集成规范 UDDI 是一种基于关键词的简单分类的服务发现机制, 所以服务匹配成功率不高, 严重影响了服务组合成功率.

在语言网格中, 由于服务的特殊性, 在服务匹配时, 主要考虑服务的输入类型和输出类型与请求是否匹配. 因此, 本文引入本体来描述 Web 服务, 突破 UDDI 带来的限制, 提高服务组合的成功率.

1 服务组合相关定义

本体是语义服务发现与服务组合的基础, 在 Web 服务领域得到了广泛的应用. 本文将语言网格中的 Web 服务用 OWL-S 本体描述语言^[5]进行服务本体描述与本体构建, 在此基础上进行服务组合研究, 以下是相关定义.

定义 1 (服务定义): 一个 Web 服务可以表示为 $S = \{N, SL, TL, Q\}$

1) N 表示服务的名称, 服务的唯一标识;

2) SL 表示服务的输入源语言(SourceLanguage);

3) TL 表示服务的输出目标语言(TargetLanguage);

4) Q 表示服务质量值, $Q = \{a, t, u, r\}$, 其中: $a \in (0, 1)$ 表示服务对语句翻译的准确率^[6]; t 表示服务从请求到完成响应所需的时间, 取秒为单位; $u \in (0, 1)$ 表示服务的可用性; $r \in (0, 1)$ 表示服务的信誉度.

定义 2 (服务请求): 对用户的服务请求抽象并表示为三元组 $R = \{I, O, Q\}$, 其中:

1) $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ 表示用户输入集合;

① 收稿日期: 2011-02-25

基金项目: 重庆市科技攻关计划项目(CSTC, 2009AC2174).

作者简介: 李伟华(1985-), 女, 湖北襄樊人, 硕士研究生, 主要从事智能 Agent 与 Web 服务方面的研究.

2) $O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ 表示用户服务请求输出集合;

3) $Q = \{a, t, u, r\}$ 表示服务请求者对服务的 QoS 要求集合, 同定义 1.

定义 3 (服务组合): $c = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 表示由原子服务 s_i 组合而成的一个组合服务. 所有组合服务 c 构成组合服务集合 C .

定义 4 (服务质量): 用 $\theta \in Q$ 表示服务质量 Q 中某个度量指标, 如准确率. $q_s(s, \theta)$ 表示服务 s 的度量指标 θ 的值. $q_c(c, \theta)$ 表示组合服务 c 的度量指标 θ 的值.

定义 5 (服务组合 QoS 计算) 假设一个组合服务为 $c = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, QoS 各属性值计算公式^[7] 见表 1:

表 1 QoS 属性计算公式

QoS 属性	准确率	时间	可用性	信誉度
计算公式	$q_c(c, a) = \prod_1^n q_s(s, a)$	$q_c(c, t) = \sum_1^n q_s(s, t)$	$q_c(c, u) = \prod_1^n q_s(s, u)$	$q_c(c, r) = \prod_1^n q_s(s, r)$

定义 6 (QoS 匹配计算): 若功能满足要求的原子服务或组合服务的质量为 QoS, 服务请求的 QoS 值为 R, Q , 则这两个参数之间的匹配函数为 $M = Match(R, Q, QoS)$:

1) 如果 $\partial \times q(c, \theta) > \partial \times q(r, \theta)$, 称为匹配优胜, 表示求得的服务组合的服务质量高于用户的质量要求;

2) 如果 $\partial \times q(c, \theta) = \partial \times q(r, \theta)$, 称为匹配满足, 表示求得的服务组合质量刚好满足用户的要求;

3) 如果 $\partial \times q(c, \theta) < \partial \times q(r, \theta)$, 称为匹配失败, 表示求得的服务组合无法满足用户的要求.

$\partial \in \{-1, 1\}$. 当某一类 QoS 属性值是越大越好时, $\partial = 1$, 比如准确率、可靠性、信誉度; 当某一类 QoS 属性值是越小越好时, $\partial = -1$, 如时间.

2 基于 QoS 的服务组合算法

基于 QoS 的服务组合过程是不断寻求优质原子服务作为目标服务, 并最终将一个个目标服务按顺序串联组合为组合服务的过程. 优质的组合服务提供统一的接口与服务描述文件供用户使用. 本文将文献 [6] 的算法进行改进, 使其适用在语言网格特殊平台上, 提高语言服务组合的成功率.

2.1 原子服务匹配算法

$S = \{N, SL, TL, Q\}$, 其中: S 表示原子服务, N 表示服务的名字, SL 表示服务的输入语言, TL 表示服务的输出语言, Q 表示一个服务的服务质量. $T = (I, O, Q)$, 其中: T 表示目标服务, I 表示目标服务提供的输入语言种类, O 表示目标服务的输出语言种类, Q 表示目标服务要求的服务质量. 原子服务的选择匹配算法 1 如下:

算法 1: 原子服务匹配算法 (Algorithm of Atomic Web Service Match)

输入: 单个 Web 服务 $S = \{N, SL, TL, Q\}$, Web 服务库 $WS = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, 服务请求 $R = (I, O, Q)$

输出: 满足条件的服务集合 $results$;

step1: 初始化原始服务集合 $prim = \phi$, 用栈表示, 返回结果服务集合 $results = \phi$, 用栈表示.

step2: $s_i \in WS$, 若 $s_i.SL \in T.I$, 则将服务 s_i 压栈 $prim.push(s_i)$.

step3: 对于每个 $s_i \in prim$, 若 $s_i.TL \in T.O$, 并且若 $Match(s_i.Q, T.Q)$ 成功, 将服务 s_i 压栈 $results.push(s_i)$;

step4: 若 $results \neq \phi$, 返回 $results$ 集合.

首先根据目标服务的输入 $T.I$ 与所有服务的 S 进行匹配计算, 如果两者输入相同就将此服务加入原始集合 $prim$ 里, 再进行输出匹配. 将集合 $prim$ 里的每个服务的输出与目标服务的输出进行匹配计算, 如果相同, 则马上进行服务质量 QoS 匹配计算, 具体计算见定义 5 和定义 6, 如果服务质量匹配成功, 则将此组合服务加入到结果集合 $results$ 里, 当程序结束时即可得到组成组合服务的目标服务.

2.2 组合服务算法

组合服务发现与组合过程类似一个层次模型: 服务请求的输入集合为根节点, 服务请求的输出集合为目标集 $T[o_1, o_2, \dots, o_n]$.

第一步, 对于服务请求 $R = \{I, O, Q\}$, 输入 $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ 将与候选服务取交集并与请求的服务质量约束 $Q = \{a, t, u, r\}$ 进行匹配计算, 删除匹配失败的服务, 从而对树进行修剪, 求出能够提供所需输入的候选服务集合, 参见公式(1):

$$Set = \bigcup_{i=1}^n s(R.i) \&\& Match(R.Q) \tag{1}$$

第二步, 组合服务树的分支节点(而非叶节点) 服务产生的输出, 称为中间输出. 将中间输出作为新的输入集合, 见公式(2), 再根据第一步节点链建立过程生成该新目标的节点集合:

$$R.I^* = \bigcup_{i=1}^n s_i.out - R.O \tag{2}$$

最后, 当中间输出不再产生或服务无法满足用户请求时组合服务过程停止. 服务组合成功时, 从根节点到叶节点的路径上的所有服务的顺序组合即为满足服务请求的组合序列. 当满足服务请求的组合序列有多条时, 可以通过下面的公式(3) 选择最适合的组合序列返回, 其中 *result* 值最大的组合服务即为最佳组合服务. 服务组合过程如图 1 所示.

$$result = \text{Max}_{i=1, \dots, n} (q_c(c_i, a) + (-1) \times q_c(c_i, t) + q_c(c_i, u) + q_c(c_i, r)) \tag{3}$$

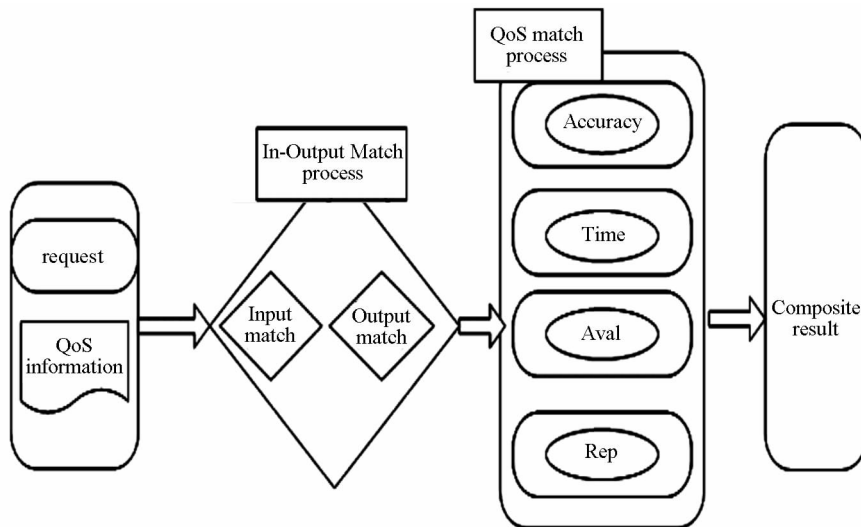


图 1 语言网络服务组合计算过程图

2.3 实 例

下面给出基于语言网格^[8] 的组合服务示例. 语言网格平台上的服务都有一套固定标准. 服务接口都有标准输入、输出及参数类型.

如下面表 2, 一个用户需翻译一个从中文到法语的句子或词汇, 但在语言网格中没有直接将中文翻译为法语的服务或翻译效果不佳, 用户需要借助中间语言英语或日语进行组合服务来求得翻译结果. 由于语言网格的特殊性, 假设服务请求输入只有一种语言, 输出通常也是一种语言, 多个输入与输出也是同样的原理.

用户请求: 输入语言为中文 ch, 输出语言为法文 fr. 服务质量要求: 准确率 $a = 70\%$, 时间 $t = 30$ s(表 2).

表 2 用户请求表

用户请求输入语言	用户请求输出语言	用户请求 QoS 要求
SR. I = {ch}	SR. O = {fr}	$a = 70\%, t = 30$ s

取下列服务进行举例验证(表 3), 其中 ch 为中文, en 为英文, ja 为日文, fr 为法文, ko 为韩文.

表 3 语言服务表

服务序号	服务的输入语言	服务的输出语言	服务的 QoS 值
s_1	{ch, en}	{en, ch, ja}	$q_s(s_1, a) = 80\%$ $q_s(s_1, t) = 5\text{ s}$
s_2	{ch, ja}	{fr}	$q_s(s_2, a) = 50\%$ $q_s(s_2, t) = 15\text{ s}$
s_3	{ch}	{ko, en}	$q_s(s_3, a) = 90\%$ $q_s(s_3, t) = 5\text{ s}$
s_4	{en}	{fr, ch}	$q_s(s_4, a) = 80\%$ $q_s(s_4, t) = 10\text{ s}$
s_5	{ja}	{fr}	$q_s(s_5, a) = 70\%$ $q_s(s_5, t) = 15\text{ s}$
s_6	{ja}	{en, ch, ko}	$q_s(s_6, a) = 70\%$ $q_s(s_6, t) = 10\text{ s}$

第一步, 进行输入匹配. 根据表 1, 用户请求的输入语言中文 ch 进行匹配查找可得到服务序列 $\{s_1, s_2, s_3\}$. 第二步, 进行输出查找匹配和 QoS 计算. 假设可以通过英文 en 和日文 ja 作为中间语言来进行翻译, 那么这时输出语言集合可以为 [fr, en, ja]. 根据第一步的匹配结果, 能得 fr, en, ja 输出的服务序列为 $\{s_1, s_2, s_3\}$. 此时 s_1 的准确率是 80%, 时间是 15 s, s_3 的准确率为 90%, 时间为 5 s, 都没有超出用户的要求, 可以保留进行下一步的组合运算. 而 s_2 的准确率是 50%, 无法满足用户的要求, 删除, 此时可得的服务序列为 $\{s_1, s_3\}$, 得到的输出集合为 {en, ja}. 第三步, 将第二步的输出集合的语言作为下一个将要组合的服务的输入语言来进行匹配, 此时得到的组合服务序列为 $\{s_1, s_4\} \{s_1, s_5\} \{s_1, s_6\} \{s_3, s_4\}$. 第四步, 经过第三步的匹配且能得到 fr 输出的序列为 $\{s_1, s_4\} \{s_1, s_5\} \{s_3, s_4\}$. 最后根据定义 5 质量计算公式: $\{s_1, s_4\}$ 的准确率为 $80\% * 80\% = 64\%$, 不符合要求; $\{s_1, s_5\}$ 的准确率为 $80\% * 70\% = 56\%$, 也不符合要求; $\{s_3, s_4\}$ 的准确率为 $90\% * 80\% = 72\%$, 时间为 $5\text{s} + 10\text{s} = 15\text{s}$, 两者均满足用户的请求, 即组合成功服务序列为 $\{s_3, s_4\}$. 服务组合中服务节点选择如图 2 所示.

3 实 验

首先将语言平台上的服务本体化, 并存入数据库. 服务组合结构由用户接口、搜索引擎、匹配计算部分和本体库 4 个部分组成(图 3): 用户接口为用户提供一个界面供用户输入各种参数及要求; 搜索引擎根据用户的要求和匹配计算部分的反馈在本体库里搜索需要的 Web 服务, 并将最终的组合服务反馈给用户; 匹配计算部分对搜索得到的服务进行功能匹配与 QoS 计算并将结果反馈给搜索引擎; 本体数据库是由所有可用服务的本体所组成的数据库, 供搜索引擎搜索并进行服务组合.

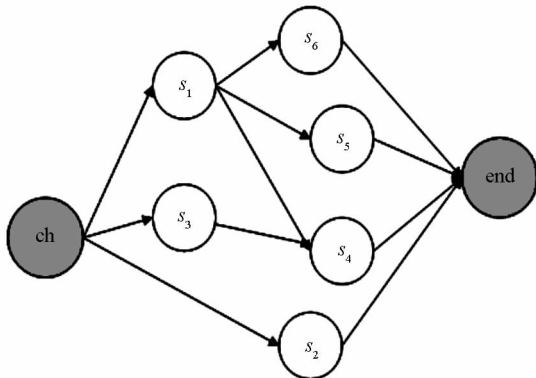


图 2 服务节点流向

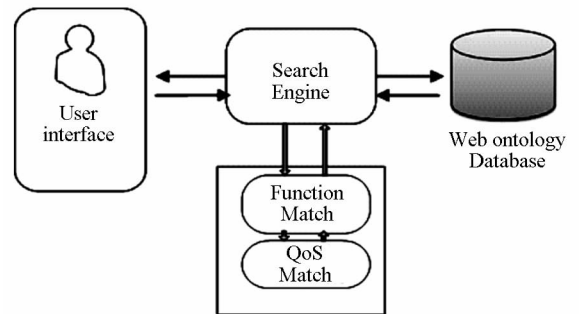


图 3 服务组合模块结构图

将本文提出的组合算法与基于关键字匹配的 Web 服务发现方法 UDDI 进行对比实验. 由于 UDDI 查询是基于关键字的查询, 只有在用户知道服务名字关键字或服务提供商的名称关键字的情况下才能查询, 并且不支持 QoS 质量查询, 给服务组合带来很大的问题, 所以需人为的加以选择. 当服务数量较小时, UDDI 方法由于人为的选择, 满足用户请求数会较高, 但随着 Web 服务个数的增加, 人为选择就受到很大的限制. 而基于本体的 Web 服务组合方法, 则克服了传统方法的缺陷, 组合成功率明显提高(成功率是满足用户服务请求的服务组合个数占总服务个数的百分比). 如图 4 所示, 从试验结果可看出, 服务组合成功

率有明显提高, 说明本文提出的服务组合方法在语言网格资源平台上是有效且可行的。

4 结 束

本文提出一种基于本体的支持 QoS 的 Web 服务组合方法. 用本体来描述 Web 服务, 并在本体中加入服务质量 QoS 描述. 服务组合与选取的过程主要分两步: 首先查找满足服务请求的原子服务, 再查找组合服务. 服务组合过程首先对输入输出匹配的服务建立索引集合, 并同步通过 QoS 约束来修剪分支、缩减组合过程以提高效率. 在语言网格平台上进行翻译服务组合实验, 结果表明, 本文所讨论的方法能够有效提供满足用户请求的组合服务。

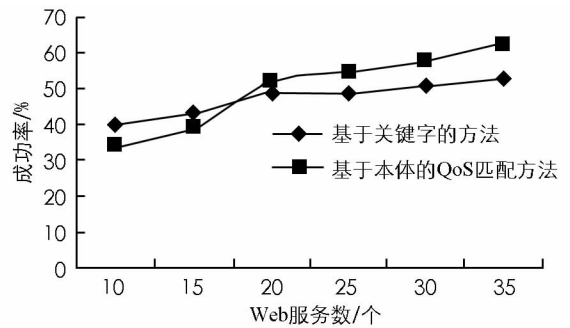


图 4 组合服务成功率变化图

参考文献:

- [1] 王 刚, 杨清平, 邱玉辉. 语义网格环境中基于本体的服务模型研究 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2007, 29(9): 129-133.
- [2] 杜香和, 丁珠玉, 樊 利. 基于 RCB 的 WS-Resource 动态创建模型研究 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2007, 29(11): 153-156.
- [3] RAN S P. A Model for Web Services Discovery with QoS [J]. ACM SIGCOM Exchange, 2003, 4(1): 1-10.
- [4] 杨胜文, 史春林. 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.
- [5] Paolucci M. Grounding OWL-S in WSDL-S [C]//Proceedings of IEEE International Conference on Web Services. New York: IEEE Computer Society Press, 2006(1): 30-35.
- [6] Tanaka R, Murakami Y, Ishida T. Context-Based Approach for Pivot Translation Services [C]// Proc IJCAI'09. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2009: 84-89.
- [7] Canfora G, Penta M D, Esposito R, et al. A framework for QoS-aware binding and re-binding of composite Web services [J]. Journal of Systems and Software, 2008, 81(10): 1754-1769.
- [8] Ishida T. Language Grid: An Infrastructure for Intercultural Collaboration [C]// IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet. New York: IEEE Computer Society Press, 2006: 96-100.

An Ontology Based Web Service Composition Approach Supporting QoS

LI Wei-hua, ZHANG Zi-li, XIAO Wen

Key Laboratory of Intelligent Software and Software Engineering, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: The authors use ontology to describe the Web service, form the language grid Web service description, and focus on the QoS of service in order to improve the quality of combination service. First, the language grid service ontology construction, structured the ontology language service, while adding Web Service QoS information, experiment on Language Grid platform. The experimental results show that the method proposed in this paper has significantly improved the success rate of combinations and it can meet the needs of the users.

Key words: ontology; quality of service; composition of Web services