

基于向量的 Web 服务的三维匹配模型

万 程^{1,2}, 郑 宇²

(1. 东南大学 计算机科学与工程系, 江苏 南京 210096;

2. 南京医科大学, 江苏 南京 210029)

摘 要:随着万维网上 Web 服务的发展, 服务请求者和服务供应者之间的匹配难度也越来越大。具有相似功能的服务可能在服务质量和策略上有很大的不同, 如何正确有效地匹配 Web 服务成为 Web Services 选择和组合的基础。文中提出了 Web 服务的三维匹配模型, 综合考虑了 WS 特性、策略和质量等方面的属性, 避免了以往匹配方法仅考虑服务单方面属性的缺陷。该模型还具有对等性和良好的可扩展性。文中给出了如何将本模型与传统的 Web Services 体系结构组合的方法。

关键词:Web 服务; 三维匹配; UDDI

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1005-3751(2006)04-0061-03

Vector Based Three Dimensional Matching Model of Web Service

WAN Cheng^{1,2}, ZHENG Yu²

(1. Department of Computer Science and Technology, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China)

Abstract: As the development of Web Services available on the Web, the difficulty of matching between service requestors and suppliers will also increase. Because services with similar capability can have quite different policies and qualities, how to accurately and efficiently match becomes essential to Web Service's selection and composition. Many present matching models only consider certain aspects of Web Services' characteristic rather than evaluating Web Services comprehensively. So propose an intelligent multi-dimensional matching framework for Web Services based on Web Service's attribute, policy and quality. This framework can adjust itself in practice to do syntax and semantic matching. Then describe how to blend this framework to the typical Web Services architecture.

Key words: Web services; three dimensional matching; UDDI

0 引 言

随着万维网(WWW, World Wide Web)上 Web 服务技术(Web Services)日益成熟, 越来越多的个人、机构、企业加入到 Web Services 的开发中来。面向服务的体系结构(SOA, Service Oriented Architecture)越来越受到人们的重视。但是, 在对 Web Services 的应用中还存在着很多问题。这些问题包括如何在众多的 Web Services 中找到满足需要的服务, 如何保证对 Web Services 使用的可靠性, 如何保证所访问的 Web Services 的服务质量等等。这些问题的解决都与 Web 服务(Web Services)的匹配密切相关。

所谓的 Web 服务匹配就是判断对服务的请求与对可提供的服务之间的相似之处。这种相似的程度, 就是服务匹配度, 即可提供的服务与请求之间的匹配程度。对服务

匹配度的计算是使用 Web 服务的基础^[1]。服务匹配是基于服务的各项工作的基础, 应该对服务匹配工具或服务匹配模型加以深入的研究。

1 相关工作

随着 Web Services 的不断发展, 在全球的 UDDI(Universal Description, Discovery and Integration)上可提供的 Web 服务越来越多, 如何迅速找到符合需求的 Web 服务成为一个重要问题。在 Web 服务匹配问题上, 很多研究者也设计了一些有效的匹配模型和算法。

早在 2002 年, 就有学者提出了 Web Services 的能力匹配模型^[2]。他们提出了一个轻量级的面向匹配的服务描述语言, 讨论了服务匹配中可以采用的主要方法。2002 年之后, 越来越多的学者加入到对 Web 服务匹配模型及匹配算法的研究中来。

文献[3]对 UDDI 注册器进行了扩展, 将该扩展命名为蓝页(blue pages), 能记录与服务相关的用户自定义的属性, 并使得服务的发现基于这些属性。文献[4]中引入了新的角色——WS 质量证书。与文献[3]相似, 服务属

收稿日期: 2005-08-01

作者简介:万 程(1979-), 女, 江苏南京人, 硕士研究生, 主要研究方向为 Web Service 匹配、电子商务;郑 宇, 南京医科大学计算机中心副主任, 主要从事计算机教学与研究。

性信息被包括在 UDDI 注册器中,并且没有一致的机制用于新属性(的定义),也没有提到属性匹配算法。文献[3, 4]都是在现有的 UDDI 的基础上加以扩展,这受制于 UDDI 本身的缺陷,如缺乏语义性,对质量的定义不够完整。

为了服务的选择和管理,有必要对服务的质量度和不同的约束进行明白的精确的描述。文献[5]提出了一个新的 DAML-QoS 本体,作为对 DAML-S 本体的补充以提供更好的 QoS 度量模型。基数约束被用于描述 QoS 属性约束。该文献也提出了面向 QoS 属性约束的匹配算法,并描述了不同的匹配程度。虽然采用 DAML-S 作为描述基础有一定的缺陷,但是提供了一个比较好的设计思路。文献[6,7]不仅关注于提供对 WS 高层次视图的本体描述,还包括了对服务请求者和供应者偏好的描述。因为提供了本体,对约束和请求就可以更好地描述了,但是匹配的效率无法保证。

文献[8]提出了用于自动谈判系统的约束满足处理器 CSP。CSP 使用了需求和约束这两个对象作为匹配操作的输入,输出是输入的对象中那个匹配。文献[9]中扩展了服务代理的功能,该文献提出了对 WSDL 的扩展以包括在服务描述和请求中的约束描述。虽然基于约束的匹配效率比较高,但是由于基于约束匹配的中对约束描述的不一致性,简单的基于约束的匹配显然不够灵活。文中采用了约束匹配的框架,结合语义描述,在保证效率的前提下提高约束的精确性和一致性。

总结前人的工作,可以发现早期的 WS 算法主要考虑了 Web 服务的功能特性,在 Web 服务应用的早期,这种方法能很好地满足发现 Web 服务的需要。但是,在 Web 服务越来越多的现在,用这种方法找到的 Web 服务就不能完全满足服务请求者的需求了。

近期,一些研究人员也开始关注服务的访问策略以及服务质量方面。但是,排除各种算法采用的技术差异不谈,很多现有的匹配算法往往只注重 WS 某个方面的特性的匹配程度,而没能从整体的角度对 WS 进行考虑。

文中的工作正是结合了以上多方面的考虑和分析开展的。笔者工作的主要创新点在于:

- 考虑了 P2P 的匹配框架,在匹配过程中考虑了双方的要求的对等性;
- 更具灵活性,更富可调整性,该匹配模型能更有效地响应服务的请求者和提供者对服务不同方面的偏好;
- 可拓展的多维特性,本匹配模型的匹配思想充分考虑了服务的不同方面的匹配情况。

目前对服务的特性、访问的策略、服务的质量这 3 个方面进行综合评估,并且根据需要可以对匹配考虑的方面进行裁减和扩展。

2 匹配算法思想

为了进行高效准确服务的匹配,建立了一个基于三维向量的服务描述模型,并根据该模型提出了三维匹配算

法。

(1) 服务的描述模型。

服务描述基于三维向量的基本结构。WS 是一个向量,它由若干个分量组成,这些分量表示 WS 不同方面的特性。文中主要使用服务的特性(attribute)、访问的策略(policy)和服务的质量(quality)来描述服务。服务的需求方和请求方可以根据需要增加分量来描述服务其他的方面,当然他们也可以删去某个分量来忽略该方面的属性描述。

服务的分量,如服务的特性(attribute)、访问的策略(policy)、服务的质量(quality),也是一维或二维的向量结构。向量的不同分量表示不同的属性。其中每个分量又可以是表示具体功能的向量。

服务描述模型表示如下:

$WS = (A, P, Q)$; $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$; $P = (P_1, P_2, \dots, P_n)$; $Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$ 。其中: $A_i = v | (a_1, a_2, \dots, a_n)$, A_i 是表示服务特性的某方面属性的分量,它可以是简单的分量 v ,也可以是一维向量 a_i 。同理定义 P, Q 的结构。

$P_i = v | (p_1, p_2, \dots, p_n)$; $Q_i = v | (q_1, q_2, \dots, q_n)$

(2) 匹配请求的描述结构。

服务的请求方和提供方都采用相同的匹配请求描述结构。符合匹配要求的服务应该是那些既满足基本的功能特性,又同时满足服务质量和策略的 WS。

匹配请求分为评价条件和约束条件两大部分:用户可以将其最关心的对服务的要求表示为评价条件,将其他需要满足的要求表示为约束条件。

a. 评价条件采用利益函数的形式,这里使用式(1)来描述用户的评价条件,即要满足的目标函数。

$$E = \text{Min} | \text{Max } f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

其中, $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 表示以 x_1, x_2, \dots, x_n 为变量的线形函数。

b. 约束条件使用对分量值的约束满足的形式来描述。目前众多的 WS 都是基于 XML 来描述,所以可以基于 XML 的基本数据结构来对分量进行匹配分析。

定义:针对单个分量的约束条件,称之为原子约束条件。将原子约束条件用逻辑操作符连接的约束条件称之为组合约束条件。组合约束条件可以表达复杂的约束满足要求。

对不同分量的匹配约束请求都采用三元组的形式来描述即 $u(x_i, r, w_i)$, x_i 表示分量的名称, r 是对该分量取值范围的约束, w_i 是该约束的权重,用于表示该约束在对同一维属性约束的重要性。权重 w_i 是 $[0, 1]$ 之间的百分数,默认值为 0。同一维所有约束的权重和为 1。约束 r 可以是以下形式:属于某一类型,属于某个区间,属于某个枚举集合。即 $x_i \text{ TypeIs } b$, $x_i \text{ RangeBetween } (b_1..b_2)$, $x_i \text{ ValuesFrom } (b_1, b_2, b_3, \dots, b_n)$ 。分量取特定值的情况 $x_i = b$ 可以看成是枚举的特例。所要找的就是在满足这

些约束条件的前提下,找到最符合用户评价条件的匹配服务。

定义:满足约束条件的服务称为满足匹配要求的可行服务,而使评估条件达到最小值的可行服务叫最优服务。可行服务构成的集合称为可行服务集,记为 R 。

(3) 匹配算法。

对服务约束条件的匹配过程分为 3 步:

- * 单个分量及分量组合的匹配性判断;
- * 服务某一维的匹配程度判断;
- * 服务整体匹配程度判断

a. 单个分量及分量组合的匹配性判断。根据约束条件可以判断服务请求者和提供者对服务属性的某方面的匹配程度。根据匹配算法,服务属性满足约束条件则匹配结果 Ds 为 1, 否则为 0。

算法如下:

If 约束条件为原子约束条件 Then

If 候选服务的描述中存在约束条件中的分量 THEN

IF 候选服务该分量的描述在约束条件的范围内 THEN

$Ds = 1$;

/* 根据范围约束满足算法判断服务分量是否满足约束条件,参见文献[1] */

ELSE

$Ds = 0$;

ENDIF

ELSE

$Ds = 1$;

/* 当候选服务没有对相应分量进行定义的情况下,默认对该分量的约束满足 */

ELSE

对构成组合约束的各个原子约束判断匹配性;

根据逻辑运算规则计算组合约束的匹配性;

END IF

b. 根据分量的匹配情况得到服务某一维的匹配程度。因为对服务的约束要求都应满足,所以对单个分量及分量组合的匹配结果取交集得到服务某一维的匹配程度。服务的每一维的匹配结果用范围 $[0..1]$ 表示, 0 表示完全不匹配, 1 表示完全匹配。当面向该维的每个约束条件被满足时,表示该维条件满足,返回结果 1。否则计算该维的匹配程度 $Dd_i (i = 1 \text{ to } 3)$ 。如果各约束条件权重相同,则利用式(2)计算 Dd_i , 其中 Ns 是该维满足的约束条件数, Nu 是该维总的约束条件数。如果没有满足的约束条件,返回结果 0。如果各约束条件权重不相同,则利用式(3)计算 Dd_i 。其中 Ds_i 是第 i 个约束的匹配结果, $Ds_i = 0$ 或 1。

$$Dd_i = \frac{Ns_i}{Nu_i} \quad (2)$$

$$Dd_i = \sum_{i=1}^N Ds_i * w_i \quad (3)$$

c. 根据服务三维的匹配情况得到服务整体匹配程度。

当对服务的每一维的约束条件匹配结果都为 1 时,将该服务添加到可行服务集 R 中。如果可行服务集 R 非空,对每个可行服务计算利益函数的值,并按结果排序。如果可行服务集 R 为空,则对不同维度的偏好计算服务的匹配程度。默认情况为三维属性及各维中不同向量都同等重要,利用式(4)计算匹配度,即对各维的匹配结果取算术平均数。如果服务请求者和提供者提出了对不同维度及不同分量的偏好 preference,则利用式(5)计算匹配度:

$$\text{Match_Degree} = \frac{\sum_{i=1}^{N_v} v_i}{N_v} \quad (4)$$

其中, N_v 表示需要匹配的维数, v_i 表示每维的匹配结果。

$$\text{Match_Degree} = \frac{\sum_{i=1}^{N_v} v_i * \exp(w_i)}{\sum_{i=1}^{N_v} \exp(w_i)} \quad (5)$$

其中, V_i 表示第 i 维分量的匹配结果。 w_i 表示第 i 维分量在匹配时的权重。权重的取值范围为在 -10 到 10 之间的整数。可以看出 w_i 的值越大,其对匹配结果的影响越大,这种影响是呈指数性的。

3 与现有 Web Services 体系结构的绑定

UDDI 只提供了最基本的基于关键字的匹配功能。可以在 UDDI 上添加额外的语义层来执行三维服务匹配。在 UDDI 服务发布的基础上增加了服务格式化模块,用于增加对服务质量和策略的描述,通信模块接收服务请求的约束,并通过调用将服务格式化模块不满足约束规则的服务请求规格化。通过三维匹配引擎将对服务的描述和请求都发布到保存服务质量和策略的语义信息数据库,并在此基础上利用三维匹配算法完成服务和请求的匹配。如图 1 所示。

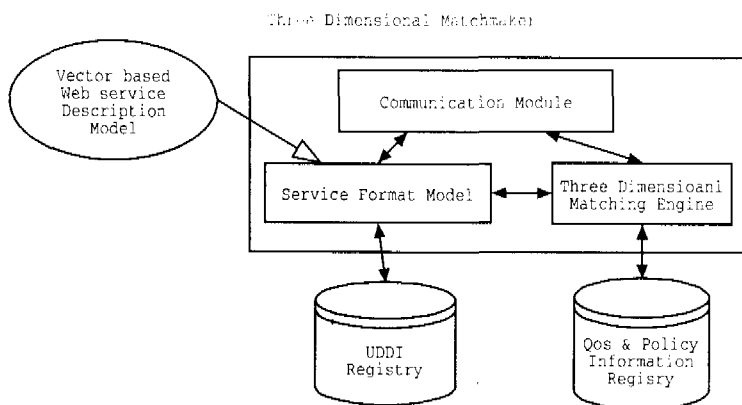


图 1 三维匹配模型与 UDDI 的绑定结构

4 总 结

在对现有 WS 匹配模式分析和改进的基础上,提出了 WS 的三维匹配模型,较好地解决了 WS 匹配中单方面匹配的问题。不仅可以同时满足服务请求者和提供者

(下转第 66 页)

基于以上考虑,提出了一种自组织低功耗网络的协议 i-Beans,并具体说明了此网络的功耗。

3 传感器网络的标准

作为与 IrDA、IEEE 802.11 WLAN、蓝牙、HomeRF 以及 ESTI HiperLAN 等并列的无线网络技术,传感器网络还没制定专门的标准,但目前研究中的 IEEE 802.15.4 低速无线个域网标准有可能成为其使用标准,IEEE 802.15.4 工作组正在考虑以此为基础实现传感器网络。

IEEE 802.15.4 是为了满足低功耗、低成本的无线网络要求而专门开发的低速率的 WPAN 标准。它具有复杂度低、成本极少、功耗很小的特点,能在低成本设备之间进行低速率传输。IEEE 802.15.4 有如下特点:

(1) 网络能力强。可对多达 254 个网络设备进行动态设备寻址;

(2) 适应性好。IEEE 802.15.4 可与现有控制网络标准无缝集成;

(3) 可靠性高。IEEE 802.15.4 提供全握手协议,能可靠地传输数据。

IEEE 802.15.4 将提供一个低成本的用于数据采集和传输的网状网络,网络上的每个监测节点只需在有限的时间内发送几个比特的数据,数据流是异步的并在数据等待时间上限制极小,这些因素都利于电源使用寿命的延长。

4 结束语

传感器网络的灵活性、容错性、高感知能力、低费用以

及快速布局等特点决定了它的应用领域极为广泛,但由于若干技术难题,还不能走向广泛应用,希望在不久的将来传感器网络这一新兴技术能够得到重视,从而推动这一具有战略意义的新技术的研究和发展。

参考文献:

- [1] Yi S, Naldurg P, Kravets R. Security-aware ad hoc routing for wireless networks[A]. Proc of 2001 ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing [C]. Seattle, WA: [s. n.], 2001. 299-302.
- [2] Heinzelman W R, Kulik J, Balakrishnan H. Adaptive protocols for information dissemination in wireless sensor networks[A]. Proceedings of the Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'99)[C]. Seattle, WA: [s. n.], 1999. 174-185.
- [3] Li J, Jannotti J, Couto D, et al. A scalable location service for geographic ad hoc routing[A]. ACM Mobicom[C]. Seattle, WA: [s. n.], 2000.
- [4] Helmy A. Mobility assisted resolution of queries in large scale mobile sensor networks MARQ[J]. Computer Networks, 2003, 43(8): 437-458.
- [5] Langendoen K, Reijers N. Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison[J]. Computer Networks, 2003, 43(8): 499-518.
- [6] Rhee S, Seetharam D, Liu Sheng, et al. I-Beans: An Ultra-low Power Wireless Sensor Network[A]. Proc of the fourth ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (Mobicom'98)[C]. Seattle, WA: [s. n.], 2000.

(上接第 63 页)

供者的匹配请求,还能让服务请求者和服务提供者综合服务不同方面提出匹配请求,从而可以发现满足功能、符合约束又具有高性价比的 WS。

在此模型的基础上,还将在两个方面继续研究:a. 通过增加服务格式化接口,使得现有的使用不同形式描述的服务也可以适用于我们的模型;b. 增加服务描述和匹配的语义性使得服务的匹配和描述更灵活。

参考文献:

- [1] Li Lei, Horrocks I. A Software Framework For Matchmaking Based on Semantic Web Technology[A]. WWW2003[C]. Budapest, Hungary: ACM, 2003.
- [2] Paolucci M, Kawamura T, Payne T R, et al. Semantic matching of Web services capabilities[A]. In: Horrocks. Proc of the Int'l Semantic Web Conf[C]. Sardinia: Springer-Verlag, 2002. 333-347.
- [3] Shaikh Ali A, Rana O F, Al-Ali R, et al. UDDIe: An Extended Registry for Web Services[A]. 2003 Symposium on Applications and the Internet Workshops (SAINT'03 Workshops) [C]. Washington, DC, USA: IEEE CS Press, 2003.

- [4] Ran S. A Model for Web Services Discovery with QoS[A]. ACM SIGecom Exchanges, ACM[C]. New York: Springer, 2003. 1-10.
- [5] Zhou C, Chia L T, Lee B S. DAML-QoS Ontology for Web Services[A]. In International Conference on Web Services (ICWS04), Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2004. 472-479.
- [6] Ankolekar A. DAML-S: Web service description for the semantic Web[A]. In The Semantic Web- ISWC[C]. London, UK: Springer-Verlag, 2002. 348-363.
- [7] Martin D, Burstein M. Describing Web Services using DAML-S and WSDL, DAML-S Coalition Working Document [EB/OL]. <http://www.daml.org/services/daml-s/>. 2002-08.
- [8] Su S Y W. An Internet-based Negotiation Server for E-Commerce[J]. VLDB journal, 2001, 10(1): 72-90.
- [9] Degwekar S, Su S; Lam H. Constraint specification and processing in Web services publication and discovery[A]. Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services (ICWS'04) [C]. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2004.