



# 信息科学与技术学院

042 系

20

南京航空航天大学

信息科学与技术学院

(信息安全系卷)

(计算机基础教学部卷)

信息科学与技术学院2006年发表论文目录

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
1	朱俊武 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	基于形式语义的Web服务交互模型	吉林对学学报(信息科学版)	2006. 24. 04	
2	朱俊武 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	面向语义Web服务的本体及融合机制	南京理工大学学报	2006. 30. 06	
3	朱俊武 王建东 李 斌	博士生 教授 教授	042-2 042-2 外	Web services selection based on semantic similarity	Journal of Southwest university (English edition)	2006. 22. 03	
4	朱俊武 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	On semantic-based cooperation among Web services	“10th international conference on CSCWD” 会议交流(2006)		
5	李 涛 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	基于多层相似性用户聚类的推荐算法	南京航空航天大学学报	2006. 38. 06	
6	李 涛 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	A NMF-based Collaborative Filtering Recommendation Alogrithm	“Sixth World Congress on Intelligent Control and Automation” 会议交流		
7	吕宗磊 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	一种基于多维空间超球体的快速聚类算法	南京航空航天大学学报	2006. 38. 06	
8	陈慧萍 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	一种高效的极大频繁项集挖掘算法DFMF-Miner	计算机仿真	2006. 23. 07	
9	肖文洁 王建东 朱朝晖	博士生 教授 教授	042-2 042-2 042-2	决策表的逻辑表达式分析	南京航空航天大学学报	2006. 38. 01	
10	张有东 王建东	博士生 教授	042-2 042-2	网络取证及其应用技术研究	小型微型计算机系统	2006. 27. 03	
11	王立希 王建东 汪 静	硕士生 教授 硕士生	042-2 042-2 042-2	基于数据挖掘的新词发现	计算机应用研究	2006. 12. 00	
12	庄 毅 潘龙平 刘 坤	教授 硕士生 硕士生	042-2 042-2 042-2	分布式资源安全监控系统模型的研究	南京航空航天大学学报	2006. 38. 01	
13	庄 毅 刘 坤 王建东 潘龙平	教授 硕士生 教授 硕士生	042-2 042-2 042-2 042-2	主动式信息安全服务系统的研究	小型微型计算机系统	2006. 27. 03	
14	庄 毅	教授	042-2	浅谈信息安全学科的建设与发展	中国教育教学杂志	2006. 18. 118	
15	吴学成 庄 毅	硕士生 教授	042-2 042-2	分布式CA在移动自组网中的应用	计算机应用研究	2006. 23. 09	
16	高源晴 庄 毅	硕士生 教授	042-2 042-2	基于MVC设计模式的项目管理的研究与应用	计算机应用研究	2006. 23. 07	
17	刘 坤 庄 毅	硕士生 教授	042-2 042-2	基于PKI的多Agent安全服务系统研究	计算机工程与应用	2006. 42. 06	
18	汪 静 庄 毅 王立希	硕士生 教授 硕士生	042-2 042-2 042-2	基于多Agent分布式入侵监控系统研究	计算机工程与应用	2006. 42. 11	
19	陈 翔 庄 毅 吴学成	硕士生 教授 硕士生	042-2 042-2 042-2	椭圆曲线算法的研究及其在WPKI中的应用	计算机工程与应用	2006. 42. 05	

信息科学与技术学院2006年发表论文目录

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
20	潘龙平 庄毅 吴学成	硕士生 教授 硕士生	042-2 042-2 042-2	基于强制访问控制的安全Linux系统设计与实现	计算机工程与应用	2006. 42. 05	
21	王箭	副教授	042-2	存储最优的传感器网络密钥共享	南京航空航天大学学报	2006. 38. 06	
22	夏正友	副教授	042-2	Extending RSVP for Quality of Security Service	IEEE Internet Computing	2006. 10. 02	
23	夏正友	副教授	042-2	Evaluation Function for Siguogame Based on Two Attitudes	Lecture Notes in Computer Science	2006. 4223	
24	夏正友 王箭	副教授 副教授	042-2 042-2	DIMH: A novel model to detect and isolate malicious hosts for mobile ad hoc network	Computer Standards and interfaces	2006. 28. 06	
25	夏正友 王箭	副教授 副教授	042-2 042-2	Dynamically Negotiate Security Service for Multicast Application in the Active Network	Communications, IEE Proceedings	2006. 153. 01	
26	陈文彬 孟江涛	讲师 讲师	042-2 042-2	The Hardness of the Closest Vector Preprocessing Over $l_\infty$ Norm	IEEE Transactions on Information Theory	2006. 52. 10	
27	陈文彬 孟江涛	讲师 讲师	042-2 042-2	An Improved Lower Bound for Approximating Shortest Integer Relation in infinity	Information Processing Letters	2006. 10. 1016	
28	赵晓非 黄志球	博士生 教授	042-3 042-3	基于CWM的元数据集成中形式化推理技术的研究	计算机科学	2006. 33. 12	
29	赵晓非 黄志球	博士生 教授	042-3 042-3	基于元模型的工程数据仓库系统元数据集成	南京航空航天大学学报	2006. 38. 03	
30	赵晓非 黄志球	博士生 教授	042-3 042-3	A Formal Framework for Reasoning on Metadata Based on CWM	"ER 25th International Conference on Conceptual Modeling, Proceedings" 会议交流(2006)		
31	赵晓非 黄志球	博士生 教授	042-3 042-3	Study on formal reasoning in metadata integration based on CWM	"5th International Conference on Machine Learning and Cybernetics, AUG13-16" 会议交流(2006)		
32	朱小栋 黄志球	博士生 教授	042-3 042-3	Design of a multi-agent Based Intelligent Intrusion Detection System	"Ist International Symposium On Pervasive Computing And Applications" 会议交流(2006)		
33	朱小栋 黄志球	博士生 教授	042-3 042-3	基于扩展二值逻辑的模糊蕴涵式运算方法研究	计算机科学	2006. 33. 11 (专辑)	
34	杜防汛 黄志球	硕士生 教授	042-3 042-3	基于UML时序图的系统运行时耦合度量方法	计算机工程	2006. 32. 20	
35	张玉宏 黄志球	硕士生 教授	042-3 042-3	分布式系统中性能评估模型的改进方案	计算机工程与设计	2006. 27. 14	
36	余勇 黄志球	硕士生 教授	042-3 042-3	基于XML的组员关系协议的设计与实现	计算机工程	2006. 32. 22	
37	周航 黄志球	博士生 教授	042-3 042-3	基于多态性的UML时序图度量研究	南京航空航天大学学报	2006. 38. 06	
38	皮德常 秦小麟 王强	副教授 教授 硕士生	042-3 042-1 042-3	Fuzzy Clustering Algorithm Based on Tree for Association Rules	International Journal of Information Technology	2006. 12. 03	

信息科学与技术学院2006年发表论文目录4.3

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
39	皮德常 张凤林 王宁生 秦小麟	副教授 讲师 教授 教授	042-3 091 053 042-1	A Data Mining Framework Oriented CIM for Cooperative Manufacturing	“Proceedings of the 25th Chinese Control Confereneec” 会议交流(2006)		
40	皮德常 秦小麟 谷旺峰	副教授 教授	042-3 042-1 042-3	Mining theAcceleration-Like Association Rules	LNCS	2006.3975	
41	皮德常 秦小麟 袁培森	副教授 教授 硕士生	042-3 042-1 042-3	A Modified Fuzzy C-Means Algorithm for Association Rules Clustering	LNAI	2006.4114	
42	王 强 皮德常	硕士生 副教授	042-3 042-3	基于Agent和数据挖掘的分布式信息审计 平台	计算机技术与发展	2006.16.04	
43	沈国华 黄志球 朱小栋 孔红云	讲师 教授 博士生 硕士生	042-3 042-3 042-3 042-3	数据集成中关系数据库到OWL语义映射	计算机科学	2006.33.11 (增刊)	
44	沈国华 黄志球	讲师 教授	042-3 042-3	一种多学习者的模式映射方法	计算机科学	2006.33.10 (增刊)	
45	屠 莉 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	挖掘关联规则的蚁群算法	南京邮电大学学报 (自然科学版)	2006.26.05	
46	徐晓华 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	可变种群规模的遗传算法	系统仿真学报	2006.18.04	
47	徐晓华 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	一种自适应的蚂蚁聚类算法		2006	
48	秦 玲 姚 远 陈 峻	博士生 博士生 教授	042-0 042-0 外	一种求解成组多播路由问题的新型优化算法	南京航空航天大学学报	2006.38.04	
49	秦 玲 白 云 章春芳 陈 峻	博士生 教授 硕士生 教授	042-0 外 外 外	解0-1背包问题的蚁群算法	计算机工程	2006.32.06	
50	秦 玲 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	一种基于蚁群系统的组播路由算法	信息与控制	2006.35.05	
51	秦 玲 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	A novel approach to phylogenetic tree construction using stochastic optimization and clustering	BMC Bioinformatics	2006.07.	
52	秦 玲 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	An improved ant colony algorithm with diversified solutions based on the immune strategy	BMC Bioinformatics	2006.07.	
53	秦 玲 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	A New Optimization Algorithm Based on Ant Colony System with Density Control Strategy		2006	
54	秦 玲 陈 峻	博士生 教授	042-0 外	An improved Ant Coiony Algorithm based on Adaptive pheromone updating strategy		2006	

信息科学与技术学院2006年发表论文目录4.4

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
55	秦玲 陈峻	博士生 教授	042-0 外	An Efficient Way of Inferring Evolutionary History And Constructing Phylogenetic Tree Based on the Ant Colony System		2006	
56	秦玲 陈峻	博士生 教授	042-0 外	A Diversity Guaranteed Ant Colony Algorithm Based on Immune Strategy	IEEE	2006	
57	秦玲 陈峻	博士生 教授	042-0 外	A New Way of Solving Multiple Coustrained QoS Multi-routing Problems	IEEE	2006	
58	秦玲 陈峻	博士生 教授	042-0 外	Phelogenetic Tree Construction using Self adaptive Ant Colony Algorithm	IEEE	2006	

文章编号: 1671-5896(2006)04-0417-06

## 基于形式语义的 Web 服务交互模型

朱俊武<sup>1,2</sup>, 王建东<sup>1</sup>, 姜 艺<sup>2</sup>, 孙 川<sup>3</sup>

(1. 南京航空航天大学 信息科学与技术学院, 南京 210016; 2. 扬州大学 信息工程学院, 江苏 扬州 225009;  
3. 南开大学 信息技术科学学院, 天津 300071)

**摘要:** 现有的 Web 服务缺少明显的语义, Web 服务之间不能很好地理解其相互传递的消息, 因而不能实行 Web 服务的发现、调度和组合自动化。为此, 提出一种基于形式语义的 Web 服务交互模型。该方法通过定义 Web 服务接口描述的词汇集以及词汇集之间映射规则, 实现了开放和分布式环境下的 Web 服务的语义交互。与已有的方法相比, 该方法考虑了分布式本体的解释及可满足性问题, 可自动根据 Web 服务接口的描述因子进行分布式本体推理, 解决了开放和分布式环境下 Web 服务的语义交互问题。

**关键词:** Web 服务; 语义; 本体; 交互

中图分类号: TP311 文献标识码: A

### On Interactive Model of Web Services Base on Formal Semantics

ZHU Jun-wu<sup>1,2</sup>, WANG Jian-dong<sup>1</sup>, JIANG Yi<sup>2</sup>, SUN Chuan<sup>3</sup>

(1. School of Information Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing 210016, China;  
2. School of Information Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;  
3. College of Information Technical Science, Nankai University, Tianjin 300071, China)

**Abstract:** A central difficulty of sharing messages transferred among Web services is absence of semantics. The semantic organization and description of Web services is an important requirement for enabling the automatic discovery, invocation and composition of Web services. Semantic interaction among Web services proposes a model of communication based on distributed ontologies. The method defined some vocabularies to describe different Web services and some mapping rules among those vocabularies. Compared with existing methods, the method considers the Web services together with the semantic interpretation, satisfiability and reasoning of distributed ontologies. So the method can ensure quality and efficiency while discovering, invoking and composing Web services automatically according to service request.

**Key words:** Web services; semantic; ontology; interaction

## 引 言

近年来, Web 服务作为一种新兴的 Web 应用模式, 是一个崭新的分布式计算模型, 是 Web 上数据和信息集成的有效机制, 发展非常迅速。Web 服务的目的是要解决异构平台上的数据和应用的整合与共享问题。现有的 Web 服务缺少明显的语义, Web 服务之间不能很好地理解其相互传递的消息, 因而不能实行 Web 服务的发现、执行和组合自动化<sup>[1,2]</sup>。

Tim Berners-Lee 给出了语义网中的层次关系, 基于 XML (extensible Markup Language) 和 RDF/RDFS (Resource Description Framework/RDF Schema), 并在此之上构建 ontology 和逻辑推理规则, 以完

收稿日期: 2005-10-07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70471090, 70472005); 江苏省自然科学基金资助项目 (BK2004052, BK2005046)

作者简介: 朱俊武 (1972—), 男, 江苏江都人, 南京航空航天大学博士研究生, 扬州大学讲师, 主要从事语义 Web 及知识工程研究, (Tel) 86-13801454315 (E-mail) zjwjy@hotmail.com; 王建东 (1945—), 男, 南京人, 南京航空航天大学教授, 博士生导师, 主要从事知识工程及数据挖掘研究, (Tel) 86-25-84894186 (E-mail) aics@nuaa.edu.cn



成基于语义的知识表示和推理,从而能够为计算机所理解 and 处理<sup>[3~6]</sup>。文献 [2] 提出语义 Web 服务 SWS (Semantic Web Services) 概念,通过 ontology 和形式语言来推理服务描述、消息内容、商业法则以及 ontology 之间的联系<sup>[2]</sup>。可见,语义 Web 和 Web 服务的共同目标都是通过利用 Web 上人和机器都能够存取的内容,创建智能自动服务及商务处理基础设施。

此外,一些用来创建 Web 本体的语言也相继出现,例如 DAML + OIL (DARPA Agent Markup Language, Inference Language) 和 OWL (Web Ontology Language) 等。BBN (Richard Bolt and Leo Beranek, Robert Newman)、卡耐基梅隆大学、诺基亚、斯坦福大学以及 SRI (Stanford Research Institute) 等一些组织和大学实验室联合在 DAML + OIL 基础上创建了 DAML-S, 用来定义 Web 服务的 ontology<sup>[7~9]</sup>。

但是, Web 是一个开放的分布式环境, Web 服务的发现、执行和组合自动化依赖基于语义的 Web 服务交互,因此,首先要实现分布式本体的集成和融合<sup>[10~12]</sup>。

## 1 基于语义的 Web 服务交互模型

Web 服务的语义组织和描述是实行 Web 服务的发现、执行和组合自动化必要前提。目前, Web 上的服务数量不断增加,其功能也不断变化;服务及其提供者分布在全球各地;用户无法对大规模的动态的异质的服务进行理解和加工。所以,需要一种技术来组织和描述 Web 服务,使得用户和机器能很好的理解它们。

本体是对可共享概念化的清晰的形式化的规范说明<sup>[13,14]</sup>。在知识工程领域,本体的目的是实现知识共享和复用。本体是一个逻辑理论,是用来解释词汇内在含义的<sup>[12]</sup>。对 Web 服务加载语义,本体起着至关重要的作用。异质的信息系统之间的交互和推理,需要机器理解信息的形式语义,而不是单纯的理解用于表示信息的符号本身。RDF, RDF Schema, 和 DAML + OIL 都是目前常用的 Web 本体描述语言<sup>[15]</sup>。

建立如图 1 所示的基于本体的 Web 服务语义交互模型。Web 服务交互模型分为两层,底层是表示层,提供支持 Web 服务语义解释的模版,也可以作为服务刻画的基本术语源。

本体既为 Web 服务的描述提供了必要的词汇集合,同时又是 Web 服务解释的模板。在基于本体的语义 Web 服务模型中,每个服务必须对应一个或几个本体作为语义解释的模板,脱离本体的 Web 服务在语义 Web 中不能获得解释。在分布式本体之间,为了实现本体的交互,设计了基于包含规则的本地集成算法,该算法是实现服务通讯的重要构件。

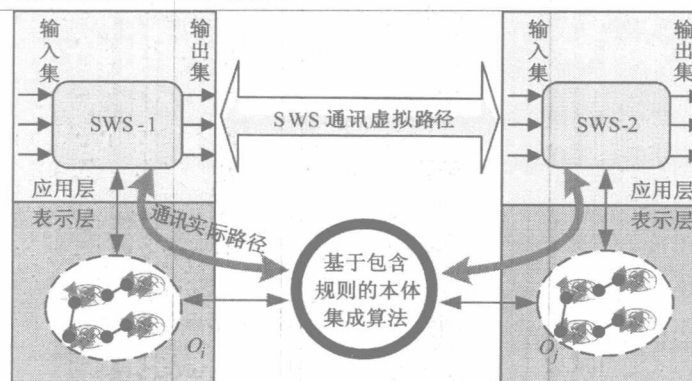


图 1 基于语义的 WEB 服务交互模型

Fig. 1 Interactive model of Web services based on semantics

上层是应用层,使用标准协议来操作 Web 服务,实现 Web 服务的描述、发现、调用和组合等功能。Web 服务之间的相互操作实际上最终归结为分布式本体之间的交互,所以建立本体之间通讯机制是 Web 服务之间交互和互操作的关键环节。

## 2 基本概念

基于本体的领域建模的中心任务是建立可共享的领域词汇集。一个领域本体可以简单的理解为领域术语及其相互关系的描述。就本体中的概念和角色而言,概念是个抽象类,可用一元谓词描述,分为原子概念和复合概念。复合概念通过原子概念、角色和构造符按照一定规则复合而成。角色是个抽象的关系类,可用二元谓词表示,角色也可以复合。领域中的个体是具体的,抽象概念(角色)与个体之间的映射表现为领域中的断言或判断。

**定义 1 语义 Web 服务 (Semantic Web Service)** 一个语义 Web 服务可以用下列表达式描述

$$S_{WS}(I, O_{UT}, O)$$

其中,  $S_{WS}$  为语义 Web 服务的名字,  $I$  和  $O_{UT}$  是  $S_{WS}$  的输入集和输出集,  $O$  是支持  $S_{WS}$  的本体,  $S_{WS}$  的输入集和输出集描述使用的概念和角色源自本体  $O$ 。这里已经做了简化,服务可以由多个本体支持。

**定义 2 领域本体 (Domain Ontologies)** 在一定的领域中,本体可以定义为一个四元组,记作

$$O = \{C, R, I, A_S\}$$

其中,  $C$  和  $R$  分别为概念集合和角色集合,在形式本体中它们的定义和描述表现为公理集合,包括等价公理和包含公理,等价公理又叫做术语定义,包含公理用于描述概念层次或概念体系;等价公理可以转化为包含公理。 $I$  是领域内个体的集合;  $C, R, I$  可以统称领域术语集合  $T_S$ 。 $A_S$  是领域断言集合,是概念和角色到个体映射关系的集合。

在 Web 中,支持 Web 服务的本体一般是分布式的,Web 服务的执行和组合需要对分布式本体进行集成、合并与映射。

**定义 3 本体集合及词汇表 (Ontologies Set and Vocabulary)** Web 上一组本体的集合,记作

$$O_S = \{O_i \mid i \in I\}$$

其中,  $I = \{i \mid 1 \leq i \leq n, n \in N\}$ ,  $n$  表示本体数量,具体的  $i$  是特定本体的指标。

如果采用  $V(O_i)$  表示本体  $O_i$  的词汇,  $V_C(O_i), V_R(O_i), V_I(O_i)$  分别表示本体  $O_i$  的概念词汇、角色词汇和个体词汇,则有

$$V(O_i) = V(C_i) \cup V(R_i) \cup V(I_i)$$

$$V(O_S) = \{v \mid v \in V(O_i), O_i \in O_S\}$$

**定义 4 本地本体解释 (Local Interpretation of Ontologies)** 从语义角度来看,本体  $O_i$  中概念解释是领域个体的一个子集,角色解释是领域个体笛卡儿积的一个子集。本体的解释表现为本体中个体到术语之间的映射,记作  $L_{O_i}$ 。形式化定义为一个三元组

$$L_{O_i} = (V_I(O_i), V_C(O_i) \cup V_R(O_i), \gamma)$$

其中,  $\gamma$  为解释函数,  $\gamma_C: V_C(O_i) \rightarrow \text{subsetof}(V_I(O_i))$ ,  $\gamma_R: V_R(O_i) \rightarrow \text{subsetof}(V_I(O_i) \times V_I(O_i))$ 。

此处,本地本体解释只对原子概念和角色给出解释函数,不对构造符给进一步解释。

## 3 基于包含规则的分布式本体交互

在语义 Web 的分层模型中,Web 服务的描述依赖一个或多个本体词汇集,然而由于语义 Web 是一个开放式的、分布式的环境,概念的内涵和外延与其存在的语境密切相关。Web 服务描述使用的概念或角色总是隶属于特定本体,在应用中可以通过 XML NAMESPACE 标识本体来源。Web 服务的描述、发现、调用和组合常涉及到两个或者两个以上的本体,所以本体的交互和融合是语义 Web 服务的一个核心研究内容。包含规则实现了分布式本体之间的通讯<sup>[16]</sup>。

**定义 5 概念包含 (Concept Inclusion)** 如果概念  $C \in V_C(O_i), D \in V_C(O_j)$ , 从本体  $O_i$  到本体  $O_j$  的概念包含规则定义如下

$$\begin{array}{l} O_i: C \xrightarrow{\subseteq} O_j: D \quad \text{CIR} \\ O_i: C \xrightarrow{\supseteq} O_j: D \quad \text{COR} \end{array}$$

CR 规则称概念映入规则,说明本体  $O_i$  中概念  $C$  的解释是本体  $O_j$  中概念  $D$  的解释的子集,即:  $\gamma_C(C) \subseteq \gamma_C(D)$ , 其中  $C \in V_C(O_i), D \in V_C(O_j)$ ; COR 规则称为概念映上规则,说明本体  $O_j$  中概念  $D$  的解释是本体  $O_i$  中概念  $C$  的解释的子集,即:  $\gamma_C(C) \supseteq \gamma_C(D)$ , 其中  $C \in V_C(O_i), D \in V_C(O_j)$ 。

定义 6 角色包含 (Role Inclusion) 如果角色  $R \in V_R(O_i), G \in V_R(O_j)$ , 从本体  $O_i$  到本体  $O_j$  的角色包含定义如下

$$O_i: R \xrightarrow{\subseteq} O_j: G \quad \text{RR}$$

$$O_i: R \xrightarrow{\supseteq} O_j: G \quad \text{ROR}$$

RR 规则称角色映入规则,说明本体  $O_i$  中角色  $R$  的解释是本体  $O_j$  中角色  $G$  的解释的子集,即:  $\gamma_R(R) \subseteq \gamma_R(G)$ , 其中  $R \in V_R(O_i), G \in V_R(O_j)$ ; ROR 规则称为角色映上规则,说明本体  $O_j$  中角色  $R$  的解释是本体  $O_i$  中角色  $G$  的解释的子集,即:  $\gamma_R(R) \supseteq \gamma_R(G)$ , 其中  $R \in V_R(O_i), G \in V_R(O_j)$ 。

定义 7 个体包含 (Individual Inclusion) 如果个体  $x \in V_I(O_i), y, y_1, y_2, \dots \in V_I(O_j)$ , 从本体  $O_i$  到本体  $O_j$  的个体包含定义如下

$$O_i: x \mid \rightarrow O_j: y \quad \text{PIR}$$

$$O_i: x \xrightarrow{\subseteq} O_j: \{y_1, y_2, \dots\} \quad \text{CIR}$$

PIR 规则称为部分个体包含规则,说明本体  $O_i$  中个体  $x$  和本体  $O_j$  中个体  $y$  之间满足 part-of 或者 member-of 关系,个体  $y$  是与  $x$  有关的个体之一,  $\text{PIR}(x) \supseteq \{y\}$ , 其中  $x \in V_I(O_i), y \in V_I(O_j)$ 。CIR 规则称为完全个体包含规则,说明本体  $O_i$  中个体  $x$  和本体  $O_j$  中个体集合  $\{y_1, y_2, \dots\}$  之间完全对等。  $\text{PIR}(x) = \{y_1, y_2, \dots\}$ , 其中  $x \in V_I(O_i), y \in V_I(O_j)$ 。

定义 8 分布式本体 (Distributed Ontologies) 分布式本体是本体集及本体之间桥规则集的集合,记作  $D_0$ , 定义如下

$$D_0 = \{\{O_i\} \mid i \in IB\}$$

其中  $B = \{CR, COR, RR, ROR, PIR, CIR\}$ , 统称  $B$  规则。

定义 9 分布式本体解释 (Interpretation Distributed Ontologies) 分布式本体  $O_s$  的解释

$$\Psi = \langle \{L_{O_i}\}_{i \in \text{INDEX}}, \{\phi_{ij}\}_{i \neq j, i, j \in \text{INDEX}} \rangle$$

其中,  $L_{O_i}$  为本体  $O_i$  在解释域  $V_I(O_i)$  上的解释,  $\phi_{ij}$  关联  $O_i$  和  $O_j$ ,  $\phi_{ij} \subseteq L_{O_i} \times L_{O_j}$ ,  $\phi_{ij}(d) = \{d' \in L_{O_j} \mid \langle d, d' \rangle \in \phi_{ij}(d)\}$ 。

### 4 分布式本体集成算法

本体中的术语定义和公理都可以翻译成概念之间的包含关系,由 ISA 或 AKO 关系组织起来的关于概念、角色和个体的体系也可以通过包含关系来翻译。所以,从逻辑结构上来看,本体可以表示为一个术语集上包含关系形成的偏序集 (partial ordered set)。

分布式本体集成算法的实现依赖于本体在机内的表示方法 (物理结构)。本体在计算机中的表示需要存储两个方面的信息, 1) 术语本身, 存储内容; 2) 术语之间的包含关系, 存储术语之间的结构。以下分别定义了父类和子类存储方式:

typedef struct Subclass-concept//子类结点

```
{ int subclass;
  struct Subclass-concept * next;
} * subclass-link; //本体概念的属种关系转化为概念体系的层次关系,具有同一父概念的子概念存放在一个单链表中。
```

typedef struct//头结点

```
{ElemType data; //存储类的属性
  Superclass-link firstsubclass;
} Superclass-Box; //父概念表示为子概念组成单链表的头结点。
```

Superclass-Box superclass [MAX\_CLASS]。

如图 2 所示,由术语 A, B, C, D, E, F 和 G 组成的术语体系如图 2a 所示,其中包括概念、角色和个体,一般说来个体在术语体系中作为叶子。采用如图 2b 实现机内表示。

分布式本体集成算法如下:

Ontology Integration (Ontology  $O_1$ , Ontology  $O_2$ ) //集成两个本体  $O_1$  和  $O_2$  到本体  $O_1$

{  
if (!  $O_1$  &&!  $O_2$ ) return 0; //两个本体都为空,无法集成

else if (!  $O_1$ ) && ( $O_2$ )  $O_1 = O_2$ ; //  $O_1$  为空,  $O_2$  为集成结果

else if ( $O_1$ ) && (!  $O_2$ ) return ( $O_1$ )  
else

$O_1$ .length = MAX-SIZE - 1;  $O_2$ .length = MAX-SIZE - 2;

for ( $i = O_1$ .length - 1;  $i \geq 0$ ;  $i--$ )

for ( $j = O_2$ .length - 1;  $j \geq 0$ ;  $j--$ )

{

tag = compare ( $O_1$ .superclass [ $i$ ],  $O_2$ .superclass [ $j$ ]); //compare 函数通过使用包含规则检验,“包含于”返回值为 0 “包含”返回值为 1,“等价”返回 2

switch:

{

0: up.insert ( $O_2$ .superclass [ $j$ ] → data,  $O_1$ ) //增父类

1: down.insert ( $O_2$ .superclass [ $j$ ] → data,  $O_1$ ) //增子类

2: modify ( $O_1$ ); //

}}

return ( $O_1$ );

} //Ontology Integration

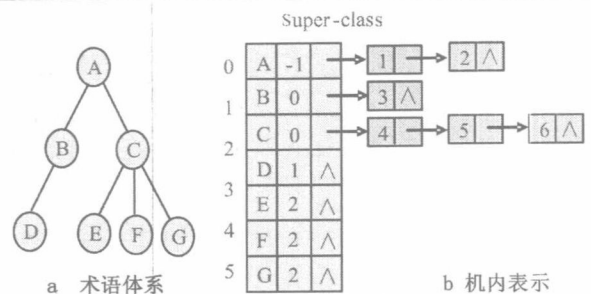


图 2 本体的机内表示方式

Fig. 2 Representation of ontology in memory

### 5 结 语

近年来, Web 服务作为一种新兴的 Web 应用模式,是一个崭新的分布式计算模型,是 Web 上数据和信息集成的有效机制,发展非常迅速<sup>[17~22]</sup>。Web 服务的目的是要解决异构平台上的数据和应用的整合与共享问题。针对 Web 服务的开放式和分布式环境,本文提出基于语义的 Web 服务模型,并采用基于 B 规则的分布式本体集成方法解决 Web 服务的语义交互问题。该策略的主要特点:通过本体支持 Web 服务的语义,是全面实现语义 Web 的先行探索;通过一系列 B 规则,关联了支持 Web 服务的分布式本体,实现 Web 之间的交互,为 Web 服务的语义发现和自动组合奠定了基础;基于 B 规则的分布式本体关联,解决了分布式本体之间的推理问题。Web 服务交互的实例表明,该策略很好地实现了 Web 服务的语义交互。

### 参考文献:

[ 1 ] BERNERS-LEE T, FISCHETTIM, DERTOUZOS TM. Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor [M]. Harper, San Francisco: Collins, 2000

[ 2 ] BRAHM MEDJAHED. Semantic Web Enabled Composition of Web Services [D]. Virginia, USA: Falls ProQuest Information and Learning Company Church, 2004: 1-279.

[ 3 ] MCLRA ITH S. Modeling and Programming Devices and Web Agents [C] //NASA Goddard Workshop Formal Approaches to Agent-Based Systems, Lecture Notes in Computer Science. New York: Springer-Verlag, 2001: 63-67.

[ 4 ] HENDLER. Agents and the Semantic Web [J]. IEEE Intelligent Systems, 2001, 16 (2): 30-37.

[ 5 ] MARTIN D L, CHEYER A J, MORAN D B. The Open Agent Architecture: A Framework for Building Distributed Software

- Systems [J]. Applied Artificial Intelligence, 1999, 13: 91-128
- [6] SYCARA K. Dynamic Service Matchmaking among Agents in Open Information Environments [J]. ACM SIGMOD Record, 1999, 28 (1): 47-53
- [7] 李景山, 廖华明, 侯紫峰, 等. 普及计算中基于接口语义描述的动态服务组合方法 [J]. 计算机研究与发展, 2004, 41 (7): 1124-1134  
LI Jing-shan, LIAO Hua-ming, HOU Zi-feng, et al. A Dynamic Service Composition Method Based on Semantic Interface Description in Pervasive Computing [J]. Journal of Computer Research and Development, 2004, 41 (7): 1124-1134
- [8] HARMELEN F, HORROCKS I. FAQs on OL: The Ontology Inference Layer [J]. IEEE Intelligent Systems, 2000, 15 (6): 69-72
- [9] GOMEZ-PEREZA, CORCHO O. Ontology Languages for the Semantic Web [J]. IEEE Intelligent Systems, 2002, 17 (1): 54-60
- [10] MCLRAITH S, SON T C. Adapting Golog for Programming the Semantic Web [C] // Fifth International Symposium on Logical Formalizations of Commonsense Reasoning New York: [2001-12]. <http://www.cs.nyu.edu/faculty/davise/commonsense01/#Publication>, 2001: 195-202
- [11] GIACOMO G D E, LESPERANCE Y, LEVESQUE H. CONGOLOG: A Concurrent Programming Language Based on the Situation Calculus [J]. Artificial Intelligence, 2000, 121: 109-169
- [12] MARTIN D L, CHEYER A J, MORAN D B. The Open Agent Architecture: A Framework for Building Distributed Software Systems [J]. Applied Artificial Intelligence, 1999, 13 (2): 191-128
- [13] NICOLA GUARINO. Formal Ontology and Information Systems [C] // Proceedings of FOIS98 Trento, Italy, Amsterdam: IOS Press, 1998: 3-15
- [14] OUZZANIM, BENATALLAH B, BOUGUETTA YA A. Ontological Approach for Information Discovery in Internet Databases [J]. Distributed and Parallel Databases, 2000, 8 (3): 367-392
- [15] DING Y, FENSEL D, OMELAYENKO B, et al. The Semantic Web: Yet Another Hip? [J]. Data and Knowledge Engineering, 2002, 41 (3): 205-227
- [16] ALEXANDER BORGDA, LUCIANO SERAFINI. Distributed Description Logics: Directed Domain Correspondences in Federated Information Sources [C] // Confederated International Conferences DOA, Lecture Notes in Computer Science London, UK: CoopIS and ODBASE, 2002, 2519: 36-53
- [17] HENDLER J, MCGUINNESS D. The DARPA Agent Markup Language [J]. IEEE Intelligent Systems, 2000, 15 (6): 72-73
- [18] 白同强, 刘磊. 语义 Web 的研究与展望 [J]. 吉林大学学报: 信息科学版, 2004, 22 (2): 154-160  
BAI Tong-qiang, LIU Lei. Research and Prospect in Semantic Web [J]. Journal of Jilin University: Information Science Edition, 2004, 22 (2): 154-160
- [19] 张大志, 刘磊. 一种本体的形式描述方法及其应用 [J]. 吉林大学学报: 信息科学版, 2004, 22 (1): 74-79  
ZHANG Da-zhi, LIU Lei. Method for Formal Ontology Description and Its Application [J]. Journal of Jilin University: Information Science Edition, 2004, 22 (1): 74-79
- [20] 李曼, 王大治, 杜小勇, 等. 基于领域本体的 Web 服务动态组合 [J]. 计算机学报, 2005, 28 (4): 644-651  
LI Man, WANG Da-zhi, DU Xiao-yong, et al. Dynamic Composition of Web Services Based on Domain Ontology [J]. Chinese Journal of Computers, 2005, 28 (4): 644-651
- [21] 马应龙, 金蓓弘, 冯玉琳. 基于进化分布式本体的语义 Web 服务动态发现 [J]. 计算机学报, 2005, 28 (4): 603-615  
MA Ying-long, JIN Bei-hong, FENG Yu-lin. Dynamic Discovery for Semantic Web Services Based on Evolving Distributed Ontologies [J]. Chinese Journal of Computers, 2005, 28 (4): 603-615
- [22] 徐明伟, 胡春明, 刘旭东, 等. 一种基于 Web Service 的分级 QoS 的研究与实现 [J]. 计算机研究与发展, 2005, 42 (4): 669-675  
XU Ming-wei, HU Chun-ming, LIU Xu-dong, et al. Research and Implementation of Web Service Differentiated QoS [J]. Journal of Computer Research and Development, 2005, 42 (4): 669-675

(Ed.: T)

## 面向语义 Web 服务的本体及融合机制

朱俊武<sup>1,3</sup>, 王建东<sup>1</sup>, 李 斌<sup>2,3</sup>

- (1. 南京航空航天大学 信息科学与技术学院, 江苏 南京 210016;  
2. 南京大学 计算机软件新技术国家重点实验室, 江苏 南京 210093;  
3. 扬州大学 信息工程学院, 江苏 扬州 225009)

**摘 要:**为解决现有的 Web 服务缺少形式语义支撑, 导致 Web 服务的自动选择和组合困难的问题, 该文提出一种基于本体的语义 Web 服务架构 SOA-2, 定义了 Web 服务本体, 并实现 QoS 和上下文信息在 SOAP 消息中的嵌入和传递。设计了概念关联、角色关联和个体关联适配器, 实现分布式本体的融合。与已有的方法相比, 针对服务选择和组合的智能需求, 本文提出的服务本体综合考虑 QoS 和上下文因素, 并给出了基于适配器的分布式本体融合方法。

**关键词:** Web 服务; 本体; 语义

**中图分类号:** TP 311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005 - 9830(2006)06 - 0742 - 06

## Ontology and Its Composition Oriented to Semantic Web Service

ZHU Jun-wu<sup>1,3</sup>, WANG Jian-dong<sup>1</sup>, LI Bin<sup>2,3</sup>

- (1. College of Information Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China;  
2. State Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing 210093, China;  
3. Institute of Information Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

**Abstract:** In order to solve the absence of semantics that causes a central difficulty of automatic selection and combination of Web services, this paper presents a semantic web service architecture SOA-2 based on ontology. In this architecture, a web service ontology is defined, and QoS and context can be embedded and transferred in SOAP messages. Three adapters of concepts, roles and individuals are designed to implement the combination of distributed ontologies. Comparing with existing methods, this Web service ontology considers QoS and context synthetically to satisfy the requirements of service selection and combination automatically, and the method of distributed ontologies combination based on these adapters are given.

**Key words:** Web services; ontology; semantics

收稿日期: 2006 - 01 - 23 修回日期: 2006 - 09 - 12

基金项目: 国家自然科学基金 (70471090; 70472005); 江苏省自然科学基金 (BK2005046; BK2005052)

作者简介: 朱俊武 (1972 - ), 男, 江苏江都人, 讲师, 博士生, 主要研究方向: 语义 Web 及知识工程等, E-mail: zjwjy@hotmail.com; 通讯作者: 王建东 (1945 - ), 男, 江苏南京人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 知识工程及数据挖掘等, E-mail: aics@nuaa.edu.cn

近几年,作为一种网络服务新模式,Web服务 (Web Services)越来越受到工业界和研究人员的关注。Web 服务以 WSDL (Web Services Description Language)<sup>[1]</sup>, UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)<sup>[2]</sup>和 SOAP (Simple Object Access Protocol)<sup>[3]</sup>为 3 大基本协议。服务提供者通过 WSDL 描述服务及服务的调用方式,使用 UDDI 公开注册服务。对服务的应用程序 (比如 Agent)而言,首先从服务的注册机构发现服务,并获得描述服务的 WSDL 文件的 URL,最后通过 SOAP 协议和调用方式 (比如 RPC)调用服务<sup>[4]</sup>。在提供一个 Web 服务候选集时,基于语法的服务发现是一种非常有效的方法。但是随着 Web 服务开发者和使用者的数量增加和多学科、多领域的交叉,词汇无法共享导致服务发现和组合的效率和准确率迅速下降。特别对候选集的二次选择,语法匹配几乎是无能为力<sup>[5]</sup>。

BALES<sup>[6]</sup>和 DAML-S<sup>[7]</sup>方法分别采用本体实现了 Web 服务的语义描述和匹配。QoS (Quality of Services)是服务选择的重要标准之一,支持 QoS 的服务架构和验证模型已经被广泛使用<sup>[8-12]</sup>。针对服务的个性化需求,CB-Sec<sup>[13]</sup>和 Aura<sup>[14]</sup>架构通过感知外部环境并建立用户模型提供 Web 服务的订阅和使用等功能。显然,由于 Web 的开放、动态和分布式等环境特征,需要提供一种可共享形式语义平台,以期完成 Web 服务的互操作、交互和协同等任务,并真正使得 Web

服务的选择、组合和执行具有适应性和智能性。

为此,本文提出一种基于本体和分布式本体融合的 Web 服务架构 SOA-2。SOA-2 架构中,采用分布式本体支撑 Web 服务形式语义,创建的本体综合考虑了 QoS 和上下文属性,并实现上下文信息的加载和网络传输。针对 Web 的分布性和异构性,设计了分布式本体融合的适配器。

### 1 基于本体的 Web 服务架构 SOA-2

面向服务的体系结构 (Service Oriented Architecture, SOA)是一个组件模型,它将应用程序的不同功能单元 (称为服务)通过这些服务之间定义良好的接口和契约联系起来。接口是采用中立的方式进行定义的,它应该独立于实现服务的硬件平台、操作系统和编程语言。这使得构建在各种这样的系统中的服务可以以一种统一和通用的方式进行交互<sup>[15]</sup>。

如图 1 所示,在 SOA-2 模型中,服务注册中心是一个服务和数据描述的存储库,服务提供者通过服务注册中心发布服务,而服务使用者通过服务注册中心发现或查找可用的服务。QoS 数据库和上下文模式库是动态的,服务被调用和执行后,反馈维护信息。服务质量的评价以及上下文模式是由服务的历史数据综合而来。历史数据包括服务提供者的静态自我评价和服务执行的动态评价,经过综合获得对服务的评价并进行发布。

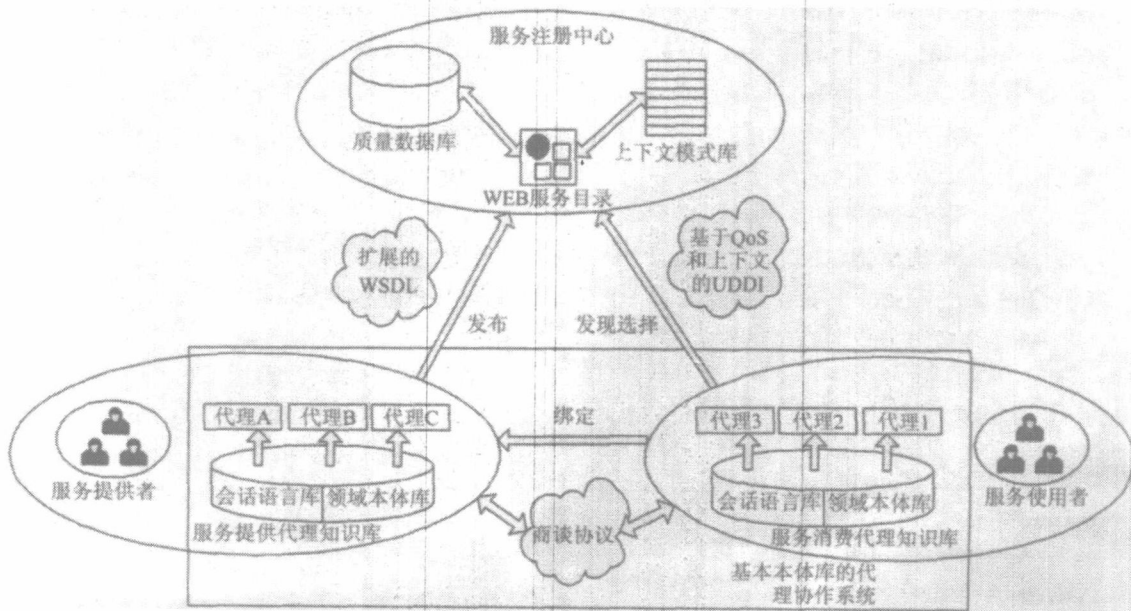


图 1 基于本体的 Web 服务 SOA-2 架构

服务使用者是一个应用程序、一个软件模块或另一个服务。在 SOA-2 模型中, 服务的使用者通过 Agent 与服务注册中心以及服务的提供者进行通讯和商议。该模型采用会话语言库和领域本体库支持 Agent 之间的通讯和协同。服务的使用者对注册中心中的服务的查询、传输绑定服务、执行服务等功能和任务都是通过 Agent 完成的。服务使用者负责反馈 QoS 和上下文信息。

服务提供者是一个可通过网络寻址的实体, 借助 Agent 接受和执行来自使用者的请求。它将自己的服务和接口契约发布到服务注册中心, 以便服务使用者可以发现和访问该服务<sup>[16]</sup>。

与 SOA 模型相比, SOA-2 需要扩展 3 大基本协议, 即 WSDL, UDDI 和 SOAP, 旨在解决服务选择上的功能增值。QoS 和上下文信息有效提高了服务选择的效率和准确率, Agent 之间的协同提高了服务选择的自动化能力。Web 服务本体的建立, 特别是质量和上下文本体, 一方面为 Agent 之间的通讯和协同提供知识库, 另一方面也为 Web 服务加载了语义信息。

## 2 基于质量和上下文的 Web 服务本体

Web 服务的语义组织和描述是实现 Web 服务的自动发现、自动组合和自动执行的重要环节。目前, Web 上的服务数量不断增加, 其功能也不断变化; 服务及其提供者分布在全球各地; 用户无法对大规模的、动态的和异质的服务进行理解和加工。所以, 需要一种技术来组织和描述 Web 服务, 使得用户和机器能很好的理解它们。本体是对共享的概念化的认同, 它包括用于领域知识建模的概念框架, 用于互操作实体之间通讯的协议, 以及对特定领域理论表示的认同。

### 2.1 基于 QoS 和上下文的 Web 服务本体

本体是对可共享概念化的清晰的形式化的规范说明<sup>[17, 18]</sup>。在知识工程领域, 本体的目的是实现知识共享和复用。本体是一个逻辑理论, 是用来解释词汇的内在的含义的<sup>[19]</sup>。对 Web 服务加载语义, 本体起着至关重要的作用。在异质的信息系统之间进行交互和推理时, 需要机器理解信息的形式语义, 而不是单纯的理解用于表示信息的符号本身。在 SOA-2 模型中, 本体是支撑 Agent 协同的知识库框架, 也是 Web 服务的语义支持。

**定义 1** 词汇表 (Vocabulary)。设  $T$  为某领域所有词汇, 则  $T$  定义为  $T = V_C \cup V_R \cup V_I$ , 其中,  $V_C, V_R, V_I$  分别概念词汇、角色词汇和个体词汇。

**定义 2** 本体 (Ontology)。设  $T$  是某领域词汇表, 则该领域本体  $O$  是领域词汇表  $T$  上的一个偏序关系  $O = (T, \subseteq)$ 。术语定义和公理都可以转化为包含关系, 由概念、关系和个体等术语构成的层次结构也可以转化为包含关系。包含关系也可以表示为 ISA (或者 AKO) 关系, 本体是由术语集上包含关系组成的偏序集。

**定义 3** 本体解释 (Local Interpretation of Ontologies)。设  $T$  为本体  $O$  的词汇表, 本体解释定义为一个三元组  $(V_I, V_C \cup V_R, \gamma)$ , 其中  $\gamma$  为解释函数,  $\gamma = \gamma_C \gamma_R, \gamma_C: V_C \rightarrow \text{Subsetof}(V_I), \gamma_R: V_R \rightarrow \text{Subsetof}(V_I \times V_I)$ 。从形式语义角度来看, 本体  $O$  中任一概念的解释是领域个体的一个子集, 任一角色的解释是领域个体集笛卡儿积的一个子集。

在 Web 服务研究领域, 每一个 Web 服务和领域、接口、质量及执行等因素相关。QoS 和上下文是服务本体的重要组成部分。服务的 QoS 是从用户的角度来考虑的, 但这里说的用户不是一般意义上的人, 而是发送请求的程序。在系统中, 这个程序指 Agent 对服务的提供者而言, 必须考虑服务的 QoS 因素包括可用性、安全性、响应时间和吞吐量等。图 2 给出的 Web 服务本体包含了 QoS 本体。

上下文 (Context) 概念已经被广泛使用, 但是它们都是针对一定的环境和应用给出的。由于应用领域和任务不同, 关于上下文的定义和使用也不一样。在 Web 服务领域, 上下文一般包括用户端上下文和服务运行上下文。用户端上下文是面向需求的, 和服务的发现与选择任务密切相关; 服务端上下文指服务运行环境, 常常通过服务提供者 Agent 来实时感知服务运行的上下文环境。本文采用 Agent 作为服务代理和服务使用者代理, 此处的上下文是面向 Agent 的。Agent 感知环境, 并根据环境来执行相应的行为。对服务消费者 Agent 而言, 上下文是关于 Web 服务的消费客户端的所有信息, 这些信息可以用于调整 Web 服务的执行和输出, 其最终目的是满足消费者的定制和个性化需求。它包括用户端的环境、对象和条件等等。上下文本体是抽象的, 是上下文模式库的组织形式。每次服务执行的上下文信息经过反馈存放在模式数据库中, 它是作为实例存储的。图 2 详细的给出了用户端上下文本体。



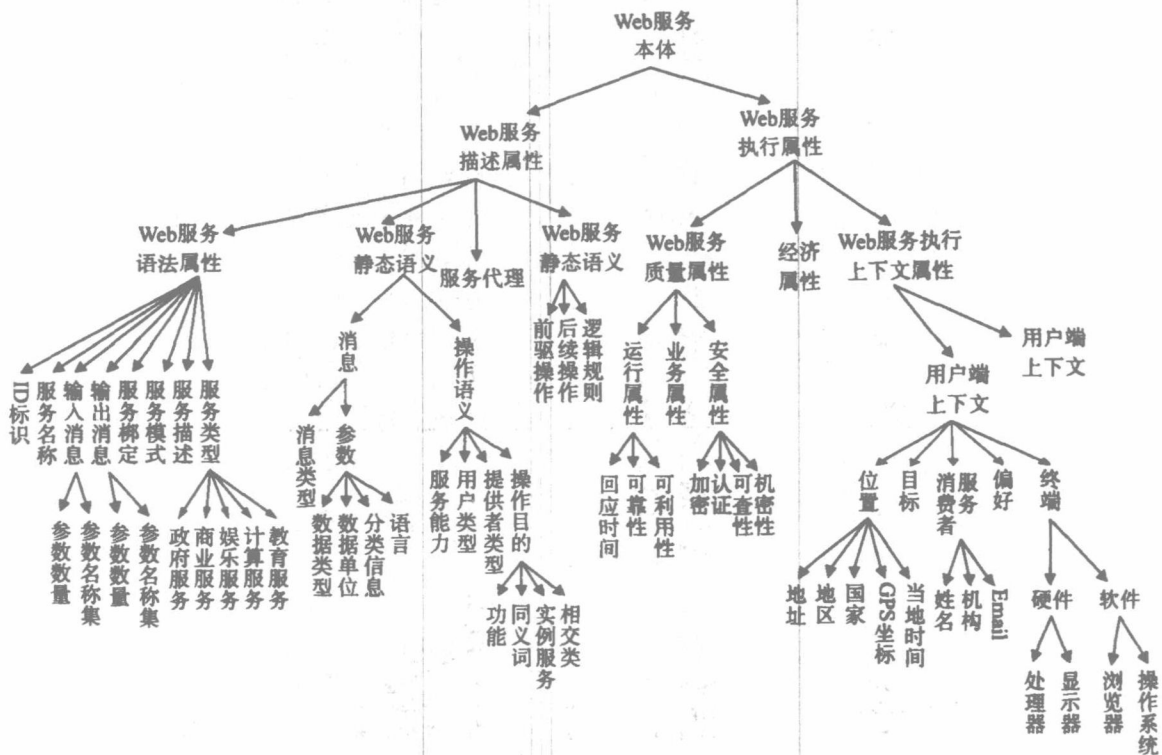


图 2 包含 QoS和上下文的 Web服务本体

### 2.2 上下文信息的加载与传递

在服务选择和上下文模式库扩充时,需要传输用户端上下文。上下文加载到 SOAP消息中传输,这样 Web服务可以接受或者发送上下文数据。其实现方式如下:

```

< env: Envelope xmlns:env = "http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/" >
  < env: Header >
    < Context xmlns = "http://yzu.edu.cn/context" >
      < Location >
        < address useType = "Home" >
          < addressLine keyName = "Community" keyValue = "31" >Newcity Garden 6 </addressLine >
          < addressLine keyName = "City" keyValue = "0514" >ZC - 225009 Yangzhou </addressLine >
        </address >
      </Location >
      < Client >
        < DeviceDefaults > http://devicebase.yzu.edu.cn/context/device/Notebook </DeviceDefaults >
        < Hardware >
          < ScreenSize > 1024x768 </ScreenSize >
          < IsColorCapable > Yes </IsColorCapable >
        </Hardware >

```

```

</Client >
</Context >
</env: Header >
< env: Body >
<! - - serialized object data - - >
</env: Body >
</env: Envelope >

```

从生命周期的角度来看,上下文信息在客户端产生,并嵌入到 SOAP消息;当消息传输到 Web服务注册中心时,进行包含上下文信息的服务发现与选择;绑定和执行 Web服务是在上下文条件下完成的。一次完整的选择、调用和执行,加上上下文信息,作为反馈数据来扩充上下文模式库。基于上下文的 UDD 元数据如下:

```

< businessService >
  < name >CurrencyConverterContextService </name >
  < categoryBag >
    < keyedReference keyName = "ContextService" keyValue = "true" ModelKey = "uddi:serviceglobe:interfaces:contextservice" / >
    < keyedReference keyName = "ContextType" keyValue = "http://yzu.edu.cn/context/Location"

```