

虚拟行业联盟中的自动 Web 服务组合

李 晖 隋 琪 王海洋

(山东大学计算机科学与技术学院 济南250100)

摘 要 在网络经济模式下,为了应对不断变化的市场,企业提出在行业内组建虚拟联盟的思想。Web 服务的出现,使得一个行业内部的复杂任务可以通过 Web 服务的动态组合得以实现。本文提出虚拟行业联盟平台模型和 Web 服务动态组合的算法,考虑到 Web 服务组合的执行过程中的异常情况,给出了 Web 服务操作的语义等价概念。

关键词 Web 服务组合,语义,本体,自动

Automatic Composition of Web Service in Virtual Industry Alliance

LI Hui SUI Qi WANG Hai-Yang

(Sch. Computer Sci., Shandong Univ., Jinan250100)

Abstract In the competitive global marketplace, the business organizations intend to construct a virtual alliance to achieve various goals. A complex task could be accomplished by the composition of Web service. A model in virtual industry alliance and the algorithm for the automatic composition of Web Service were supposed; meanwhile, a definition of semantic equal Web service operation was studied.

Keywords Web service composition, Semantic, Ontology, Automation

1 研究背景

Web 服务是一种新兴的 Web 应用模式,现在已经成为电子商务的有效解决方案。Web 服务的基本架构主要包括 Web 服务提供者(Web Service Provider)、Web 服务请求者(Web Service Requester)、Web 服务代理(Web Service Broker)以及上述三者之间的通信、消息传递等机制。具体架构如图1所示。

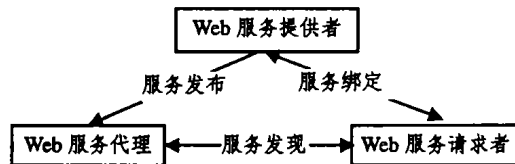


图1 Web 服务架构

Web 服务体系使用一系列标准实现相关的功能,主要标准包括:WSDL(Web Service Description Language)用于描述服务,UDDI(Universal Description, Discovery, Integration)用于发布和查找服务,SOAP(Simple Object Access Protocol)用于执行服务调用。

目前,用于 Web 服务描述和注册的 WSDL、UDDI 等描述语言不具备语义功能,进行 Web 服务的描述和发现时,是通过精确匹配实现的,不能较好地支持基于概率和语义约束的模糊匹配,影响了 Web 服务的执行。随着 Web 服务的发展,用户越来越希望按照自己的愿望去发现服务、描述服务和组合服务,需要提出新的具备语义功能的 Web 服务描述和 Web 服务组合算法。

近年来,有关 Web 服务的描述和组合,是一个新兴的研究领域。文[1]将 Web 服务看作工作流,将 Web 服务的组合看作工作流的控制;文[2]提出了由服务组件动态创建组合服务有以下3种:创建组合服务接口、基于管道和过滤机制创建新的组合服务、按照需求通过服务组件的动态组合创建新的组合服务;文[3]基于工作流的基本思想,提出实现组合 Web

服务的一种解决方案,并给出了保证组合 Web 服务正确调度的理论依据。该方法通过服务社区(service community)、组合服务、基本服务和异构服务提供者的层次结构,有效地描述并解决了增量式的 Web 服务发布及注册问题;文[4]提出了自动 Web 服务组合的算法和原型,在原型中用 OWL-S 对 Web 服务进行了语义描述。

本文第2节给出了平台的模型以及相关功能的介绍;第3节介绍了 Web 服务组合算法;第4节提出了语义等价的 Web 服务操作的定义;最后分析了今后的工作重点。

2 虚拟行业联盟平台

在 Web 服务的发展过程中,一方面,异构系统中运行在不同平台上的 Web 服务是以不同程序设计语言实现、由不同的服务商提供的,因此需要根据一定的条件进行 Web 服务组合;另一方面,基本服务不可能很复杂,否则 Web 服务将无法重用。因此,有些复杂的任务在实现时需要一系列 Web 服务的组合。

虚拟行业联盟平台(以下简称“平台”)的核心思想是同一行业中某项复杂任务的完成,需要执行一系列相关的 Web 服务,这些 Web 服务之间在时序和逻辑关系等方面,有一定的先后次序。对于行业用到的 Web 服务,首先在“平台”进行注册,然后对于行业内特定需求所需要的 Web 服务进行动态的、智能的组合,使组合后的新的 Web 服务能够自动完成某些任务。

2.1 “平台”结构

“平台”基本结构见图2。

2.2 功能模块

行业本体:行业本体是“平台”的核心,主要用于定义行业概念及概念之间的联系。在“平台”中,行业本体可以用于生成用户需求模版、Web 服务注册信息和推理规则。

用户需求:根据行业本体生成具备语义功能的用户需求模版,供用户使用,“平台”同时对用户需求进行过滤和标准化处理。

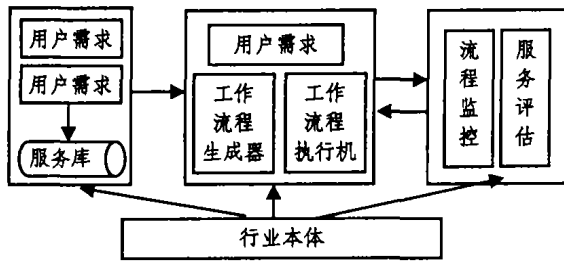


图2 虚拟行业联盟平台架构

服务注册:为了便于“平台”发现和调用,Web 服务提供者需要将自己的服务在“平台”上进行注册,注册信息由行业本体提供。Web 服务是异构的,即使提供相同语义功能的 Web 服务也存在语义差异,语义差异是对相同信息的不同理解和描述。“平台”的服务注册模块,对语义相同的 Web 服务的输入、输出和操作,用统一的接口进行描述,消除了语义等价的 Web 服务间的语义差异和消息格式的差异。

推理机:推理机包含两部分,工作流程生成器和工作流程执行机根据行业本体、用户需求和注册的 Web 服务,利用 Web 服务组合算法,生成针对某项任务的工作流程,一旦用户认可了工作流程,开始执行流程。

服务监控:监控流程的执行情况,提供对故障流程的管理和系统及故障恢复。

服务评估:根据用户反馈和流程执行情况,对本次流程的执行进行评估,并且记录评估内容,为以后的工作流程的形成提供依据。

“平台”借鉴了工作流的思想中,但是与传统的工作流具有本质的区别,传统的工作流大都以一种可预见、可重复的方式运行,而“平台”是在一种动态的环境中运行,没有事先定义好的业务过程模版,每一次工作流程都是根据行业本体和用户需求动态、即时生成。

3 自动 Web 服务组合算法

3.1 自动 Web 服务组合算法

组合算法的主要思想是首先建立5个集合:可用的输入 Inputs,用户要求的行为 Actions,期望的输出 Outputs,备选操作 Operations-Spare,最终操作 Operations,并且为所有集合建立一个用于记录集合变化的标志变量,只要任意一个集合有新元素加入,该标志为 true,否则为 false;然后反复运用4项规则,向相应的集合中添加元素,直至所有的集合不再变化;最后,从最终的输出结果开始,从后向前,将所需的 Web 服务操作依次连接起来,实现 Web 服务的组合。

```

step1 初始化
Inputs ← ∅; Outputs ← ∅; Operations ← ∅; Operations-Spare
← ∅; Actions ← ∅
Flag ← False
step2 首先将用户的输入条件和用户要求的行为添加到相应的集合中:
Inputs ← Inputs ∪ 用户输入; Actions ← Actions ∪ 用户要求的行为; Flag ← true
step3 反复应用下列4项规则,向各个集合中添加新元素
do while Flag = true
step3.1 如果 Inputs 集合中有新元素加入
Operations ← Operations ∪ Operations-Spare 中需要该输入的 Web 服务操作;
Flag ← true
否则 Flag ← False
step3.2 如果 Operations 集合中有新元素加入
Outputs ← Outputs ∪ 新加入的 Web 服务操作的输出;
Flag ← true
否则 Flag ← False
step3.3 如果 Outputs 集合中有新元素加入
Operations-Spare ← Operations-Spare ∪ 能够产生该输出的 Web 服务操作;
Flag ← true
否则 Flag ← False

```

```

step3.4 如果 Operations-Spare 集合中有新元素加入
Outputs ← Outputs ∪ 该 Web 服务操作所需的输入; Flag
← true
否则 Flag ← False

```

loop
step4 Outputs 未语义包含 Actions then 无法满足用户的全部需求,算法终止

step5 对于 Outputs 中的每一个元素,如果它在语义上等价于用户要求的某一项行为,则在 Operations 中找到直接产生该元素的所有 Web 服务操作,形成集合 OP1,再在 Operations 中查找形成 OP1 的操作的输入的 Web 服务操作,形成 OP2,依次类推,直到用户的最初输入,即可形成满足用户需求的 Web 服务组合。

3.2 算法完备性

根据算法 step3 中提到的四项规则,满足用户输入的 Web 服务操作和产生用户所需要的输出的 Web 服务操作均已被选择。

3.3 算法正确性

根据算法的 step5,每一条组合路径,均是从最终输出到用户输入的,反过来沿着这样的路径,一定能够产生正确的用户输出。

3.4 算法复杂性

step3 在最坏的情况下,所有的 Web 服务操作均先进入 Operations-Spare 集合中,然后再依次全部进入 Operations,因此时间复杂度是 $O(ops^2)$,其中 ops 是平台上所有 Web 服务操作的数量;step5 最坏的算法时间复杂度为 $O(nuop^{nuop})$,其中 nuop 是 Operations 集合中元素的个数。所以,算法的时间复杂度为 $O(ops^2 + nuop^{nuop})$ 。

4 Web 服务操作定义

Web 服务的组合过程,本质上是 Web 服务中操作的组合,因此,相对于 Web 服务而言,更应该关注 Web 服务中的操作。

定义1(Web 服务操作) Web 服务的操作二元组表示, $WS_i, OP_j(I, O)$, 表示 Web 服务 WS_i 的操作 OP_j , 其中 I 和 O 分别表示操作的输入和输出的集合。

定义2(语义等价的 Web 服务操作) 对于任意两个 Web 服务操作 OP_i 和 $OP_j, OP_i(I, O)$ 和 $OP_j(I, O)$, 若 $OP_i, I \subseteq OP_j, I \cap OP_i, O \supseteq OP_j, O$, 则 $OP_j(I, O)$ 与 $OP_i(I, O)$ 是语义等价的 Web 服务操作。

定义语义等价的 Web 服务操作的意义在于,在调用某一项 Web 服务操作 OP_j 时,一旦发生障碍,可以调用与其语义等价的 Web 服务操作 OP_i 。

结束语 本文提出了“虚拟行业联盟平台”完整的模型,并给出了 Web 服务的组合算法。“平台”具有语义功能和推理功能,能够实现 Web 服务的动态和智能的发现和组合。目前“平台”的 Web 服务组合算法的效率,有待进一步改进,在算法执行的过程中如何有效减少5个集合中元素的数量,是提高算法效率的关键所在,也是我们今后的工作重点。

参考文献

- 1 Korhonen J, Pajunen L, Puustjarvi J. Automatic composition of Web service workflows using a semantic agent Web Intelligence. In: WI 2003. Proc. IEEE/WIC Intl. Conf. on, Oct. 2003
- 2 Tosic V, Mennie D, Pagurek B. On dynamic service composition and its applicability to business software systems. In: Workshop on Object-Oriented Business Solutions (WOBS2001), 2001
- 3 Benatallah B, Dumas M, Sheng Q Z, Ngu A H H. Declarative composition and peer-to-peer provisioning of dynamic services. In: Proc. of the 18th Int'l Conf. on Data Engineering. San Jose: IEEE Computer Society, 2002. 297~308
- 4 da Costa L A G, Pires P F, Mattoso M. Automatic composition of Webservices with contingency plans WebServices. In: Proc. of

Groupflow: 解决群组成员协作问题的工作流原型系统^{*}

任国珍 王新军

(山东大学计算机科学与技术学院 济南250061)

摘要 实际的业务流程管理中,多组之间的协作日趋频繁。WFMC 并没有提及各工作流管理系统间的多组协作。本文提要一个解决群组协作问题的工作流原型系统 Groupflow,并介绍基于这个原型系统的支持多群组协作的工作流管理系统及其实用性。

关键词 群组,协同工作,工作流

A Multi-group Supporting Workflow Management System

REN Guo-Zhen WANG Xin-Jun

(School of Computer Science & Technology, Shandong University, Jinan 250061)

Abstract In practical business processes, multi-group collaborations activities are increasing more and more. Interoperability between workflow management systems, doesn't concern by WFMC. A prototype system to support multi-group collaborations in a workflow management system is introduced. Based on this system, a workflow management system supporting multi-group collaborations is provided in practicability.

Keywords Multi-group, Collaboration, Workflow

1 引言

真正业务过程的运行可能需要群组协作来完成,这样的业务流程活动称之为群组协作活动(GCA)。就时间约束性而言,这些活动既可以是同步也可以是异步的。根据预先确定的严格流程,这些活动通常不易于或不能够被执行。例如,一个工作群组可能通过运行在计算机网络上的多媒体会议系统举行会议,或者通过支持多人同时编辑同一文本的合作,编辑对一本书或一篇文章进行编辑。因此,活动参与者可能也是一个工作群组。在运行时,群组协作活动并不一定要有支持群组协作的计算机工具来支持。例如,如会议参与者在地理上是分布的,他们必须通过多媒体协作系统进行会议。而在同一个办公室内的工作群组将不需要任何工具而面对面地在会议室开会。

传统工作流管理系统不支持同步群组协作活动(SGCA),而仅支持异步群组协作活动(AGCA),因为它可体现在预先确定的流程中。为了在工作流中支持所有这些群组协作,研究人员做了一些有益的工作^[1~3]。文[1]提出了多群组支持的工作流思想,但缺少应用方法。文[2]关注在软件开发过程中对工作流管理系统进行监控的政策与方法。文[3]介绍了将同步多媒体系统集成到工作流管理系统的概念与方法,但没有考虑其他群组的协同工作。

我们使用有向活动图(DAG)来扩充传统工作流模型以支持群组协作。在此模型的基础上,开发了原型系统。软件开发是一个需要群组协作活动的典型例子,因此用它来解释这

个模型。原型系统证明了通路的适用性。

2 多群组支持的工作流模型

活动可以分为独立活动(IA)和群组协作活动(GCA)。独立活动由某人手工或应用程序自动完成。群组协作活动则由多人组成的工作组协同完成。根据工作模型的不同,群组协作活动又可分为两类:同步群组协作活动(SGCA)与异步群组协作活动(AGCA)。

同步群组协作活动是所有参与者都应同步加入的活动。例如,软件开发过程中,大纲设计规范确定后的评论活动。该活动需要若干评论者对大纲设计规范同时进行测评。异步群组协作活动是没有时间约束的一种活动,例如,软件开发过程中,群组内的成员就某一议题通过电子邮件进行讨论。

多群组活动支持的工作流首先必须消除“一个人或一个应用”的限制。同一活动可能包括若干人或应用。因此,在工作流模型中,非正式的临时GCA可被GCA结点所表述。

有关GCA的简单例子就是一个群组从工作列表中获取任务目标及相关信息,然后群组成员协作完成,最后再通过工作列表告知工作流管理系统。如果群组中有异地成员,则需要某种工具支持他们的工作。例如,可以通过多媒体会议系统或合作编辑系统。此时,还需要集成组件以使工作流管理系统支持群组协作。为支持两个系统的集成,其中的文档传输、组件共享空间中文档的存放位置必须确定。工作流管理系统的协作与组件类似工作流管理联盟的一个工作目标,即工作流管理系统的协同工作能力^[4]。工作流管理联盟并没有涉及工作

任国珍 硕士,讲师,主要从事数据库理论,信息安全的研究。王新军 博士,副教授,主要从事工作流技术等研究。

the IEEE Intl. Conf. on Web Services, July 2004

5 Burstein M H, Hobbs J R, Lassila O, et al. Web service description for the semantic Web. In: Horrocks, ed. Proc. of the Int'l Semantic Web Conf. Sardinia; Springer-Verlag, 2002. 348~363
6 Mennie D, Pagurek B. A runtime composition service creation and deployment and its applications in internet security, E-commerce

and software provisioning. In: Proc. of the 25th Annual Int'l Computer Software and Applications Conf. (COMPSAC 2001). Chicago: IEEE Computer Society Press, 2001. 371~376

7 宋炜,张铭. 语义网简明教程. 高等教育出版社, 2004

8 岳昆,王晓玲,周傲英. Web 服务核心支撑技术: 研究综述. 软件学报, 2004(3)