

基于事件本体的 Web 服务动态组合

唐英英 刘 炜 刘菲京 辛明军

(上海大学计算机工程与科学学院, 上海 200072)

摘要 提出了一种基于事件本体的 Web 服务动态组合方法, 将服务与事件本体中的事件类进行映射, 组合服务即是本体中的复杂事件类, 服务请求即是一个事件的实例化。用户输入服务请求以后, 可以通过事件本体的推理, 找到用户请求对应的事件类; 再根据事件本体中的事件间关系进行推理, 找到它的组成事件类或者后继事件类, 从而得出服务和服务之间的关系和交互; 最后根据组合规则执行服务。实例验证该方法是有有效的和可行的。

关键词 服务组合; 事件本体; Web 服务; 语义 Web; 描述逻辑

中图分类号 TP391 **文献标志码** A **文章编号** 1671-4512(2013)S2-0022-04

Web service dynamic composition based on event ontology

Tang Yingying Liu Wei Liu Feijing Xin Mingjun

(School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract A method of Web service dynamic composition based on event ontology was proposed. The mapping between Web service and the event class in event ontology was built. The composite service was similar to the complex event in event ontology and the requests of users could be regarded as the instances of event. While user requested a service, the application could find the event class through inference on event ontology, and infer sub-event classes or subsequent event class according to the relationship between event classes, thus to discover the composition relationship between services. At last, the services were executed according to the composition rules. Finally, application examples verify that the method is effective and feasible.

Key words service composition; event ontology; Web service; semantic Web; description logic

Web 服务解决了异构分布计算、代码重用等问题, 然而单个 Web 服务提供的功能是有限的, 只有对现有的单个 Web 服务进行组合使其提供更加强大的服务, Web 服务才算发挥了真正的功能。手工实现服务组合的方法费时费力并且难以适应服务的动态性, 因此实现 Web 服务自动发现和组合是必然要求。本体是对客观事物的形式化的表示规范和说明, 它是人与机器之间、机器与机器之间相互理解的语义基础。但是传统的本体注重于概念的静态特征的描述, 忽视对其动态特征的描述。而服务不仅包括静态知识, 还封装了一定的业务逻辑, 完成一定功能的处理单元, 因此服务

还具有过程性的动态特征。当前的 Web 服务的描述语言注重服务个体的描述, 不能给出服务的关系和交互^[1]的本质原因。

OWL-S^[2]是当前比较主流的语义 Web 服务描述规范, 它使用 OWL 作为本体描述语言定义顶层本体, 主要包含 Service Profile, Service Model 和 Grounding 三个相关本体。虽然 Service Model 本体中定义了一个过程, 包含顺序、并行、选择和循环等基本控制模式, 但是这个过程是服务的内部流程, 过程中的状态是 Web 服务的内部状态, 外部观察者不可见。Web 服务一旦启动, 外界不能干预其内部行为。可见 OWL-S 也是针对

收稿日期 2013-07-25.

作者简介 唐英英(1990-), 女, 硕士研究生; 刘 炜(通信作者), 博士, E-mail: liuw@shu.edu.cn.

基金项目 国家自然科学基金资助项目(61305053, 61074135); 上海市自然科学基金资助项目(12ZR1410900).

服务个体而没有给出服务之间的关系和交互. 现有的基于 OWL-S 的服务组合研究工作主要是采用 workflow 本体^[3-4]、情景演算^[5]和 AI^[6]等技术来实现服务的自动组合的. 本研究提出一种基于事件本体的 Web 服务动态组合方法, 将服务与事件本体中的事件类进行映射, 利用事件本体的推理能力得出服务动态组合的方案.

1 相关概念

1.1 事件本体

传统的本体大多被构造成概念和概念之间的关系, 适合描述概念的静态特征, 但是不适合描述概念的动态特征. 如对动作的描述, 在传统本体中, 为了描述一个动作往往须要很多关系进行描述, 这极易造成网路问题. 将事件作为知识表示单元更能反映客观世界中实体的运动性. 因此, 在前期的工作中, 本课题组提出了事件本体表示模型^[7]. 事件本体是共享的客观存在的事件类系统模型的明确的形式化规范说明.

客观事件中的事件并非完全孤立, 不可否认某些事件之间存在必然的联系. 存在事件之间的一类非常重要的关系是非分类关系, 比较常见的事件非分类关系有跟随关系、并发关系、组成关系和因果关系. 假设存在事件 e_1 和 e_2 , $T_1(t_{11}, t_{12})$ 和 $T_2(t_{21}, t_{22})$ 分别为 e_1 和 e_2 的时间.

定义 1 若 t_{12} 和 t_{21} 满足 $t_{12} \leq t_{21}$, 并且 $|t_{21} - t_{12}| \leq \epsilon$ (ϵ 为给定的阈值), 则称这两个事件之间存在跟随关系, 记为 $e_1 \triangleright e_2$. 若 e_1 和 e_2 几乎同时发生, 即 t_{11} 和 t_{21} 满足 $|t_{11} - t_{21}| \leq \epsilon$, 则称这两个事件之间存在并发关系, 记为 $e_1 \parallel e_2$. 若事件 e_1 的发生导致事件 e_2 发生, 则称 e_1 和 e_2 存在因果关系, 记为 $e_1 \rightarrow e_2$. 若事件 e_1 是一个复杂事件, e_2 是它包含的一个小事件类, 则称事件 e_1 和事件 e_2 是组成关系, 用 e_1 is-part-of e_2 表示.

以上四种非分类关系中, 跟随关系和并发关系在时间上存在关系约束, 而因果关系和组成关系在逻辑上存在关系约束.

定义 2 复杂事件类是指某个事件类包含若干个其他小事件类并且小事件类之间存在某些事件非分类关系, 只有当这些小事件类全部完成时, 才意味着大事件的完成.

事件本体还提供类似于人脑的推理服务, 这里不详细阐述.

1.2 服务描述

对服务的功能语义进行描述是语义 Web 服

务组合的前提, 当前存在的语义 Web 服务描述本体标准有文献[2, 8-9]等. 用于描述 Web 服务的标记语言, 包含三个相关本体: Service Profile, 描述服务是做什么的, 即服务的功能; Service Model, 描述服务是怎样工作的, 即工作流程; Grounding, 描述如何访问服务的细节.

使用 IOPR(inputs, outputs, preconditions, results)刻画 Web 服务的功能. 综合 OWL-S 的优点, 将 Web 服务表达式定义如下.

定义 3 一个 Web 服务可以用表达式 $W_s = \{F, I, O, P, E\}$ 来描述, 其中: F 表示服务的功能; I 表示服务的输入集合; O 表示服务的一个输出; P 表示服务执行的前提条件; E 表示服务执行后的效果.

1.3 服务事件

事件中语言表现是事件类在文本中的表现规律, 因此, 服务事件的语言表现记录服务功能在文本中的核心词集合, 如搜索余票 = {搜索余票, 查询余票}, 而服务中也存在功能的语义描述, 所以可实现服务与服务事件之间映射. 服务中的静态信息对应于事件的对象要素; 服务执行的前提条件和服务执行后的效果可以对应事件中的前置断言和后置断言, 并且事件中的断言分解到各个动作之中, 服务事件中的动作对应服务中某个可以执行的操作或者改变客观世界中的实体; 服务输出即为事件中动作后置断言中的一个表达式; 事件中的时间要素对应于服务执行的具体时间.

定义 4 一个服务事件可以用表达式 $S_e = \{L, o, A(o_1, o_2), T\}$ 来描述, 其中: L 表示事件对应的服务的特征, 完成对应服务映射到服务事件的功能; o 定义事件中各个角色; $A(o_1, o_2)$ 表示服务事件存在的各个动作, 动作执行的前提条件和执行效果的定义存在于事件本体中的动作库之中, 并且根据具体情况, 将某个执行效果作为输出结果与对应的服务一致; T 为由序偶 (t_1, t_2) 表示的时间段.

定义 5 一个复杂服务事件可以用两个或多个简单服务事件和事件关系来表示, 即复杂服务事件除了 $L, o, A(o_1, o_2), T$ 这几个事件要素以外, 还用简单服务事件和事件关系对复杂事件描述.

2 Web 服务组合模型

不难看出, Web 服务可以看成是事件类, 而服务请求可以看成是事件类的实例化. 由此可见,

一个由组合过程形成的组合服务可看成是一个复杂事件类. 用户发来的服务请求, 可以根据服务功能语义在事件本体中找到对应的事件类, 根据事件类的定义找到事件类之间的关系, 来确定服务之间的关系, 从而确定 Web 服务的组合过程. 服务组合流程如图 1 所示.

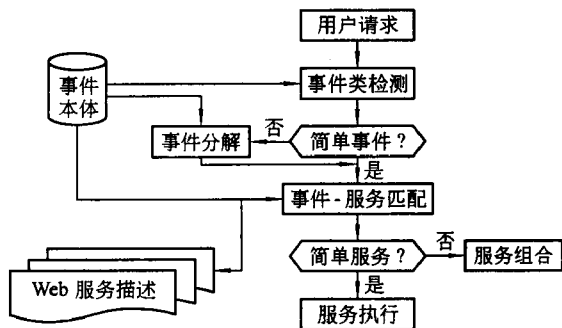


图 1 基于事件本体的 Web 动态服务组合流程

2.1 服务匹配

对于一个服务事件 $S_E = \{L, o, A(o_1, o_2), T\}$, 先利用动作库中的信息对 $A(o_1, o_2)$ 进行实例代换, 获得对应的 P_{re} 和 P_{out} . 用 o 和 P_{re} 构成一组新的概念和角色集合, 记为 E_{in} , 表示事件发生前应满足的条件, 对应于服务中的输入; 实例代换后产生的 P_{out} 集合, 记为 E_{out} , 由一个 $outE$ 和若干个断言集合组成, 其中 $outE$ 对应服务中的输出. 简单服务事件与发布的服务匹配的算法的核心思路与 OWL-S/UDDI 匹配算法^[10]类似. 假设存在服务 S , 其输出项为 $outA$, 若服务 S 的输入包括了服务事件的输入, 并且服务事件的输出 $outE$ 包括了 $outA$, 则服务事件与服务 S 在语义上是匹配的. 每一对输出的匹配算法用自然语言描述如下:

若 $outE$ 与 $outA$ 相同或 $outA$ 是 $outE$ 的子类, 则返回结果为精确匹配;

若 $outE$ 包含 $outA$, 但不是其直接父类, 则返回结果为可替代匹配;

若 $outA$ 包含 $outE$, 则返回结果为包含匹配;

若以上皆不成立, 则为不匹配.

2.2 Web 服务的动态组合

基于事件本体的 Web 服务动态组合的目标是当用户输入需要相关的参数和需要实现服务的功能, 应用程序可以利用现有的服务组合成更加强大的服务满足用户的需求. 其核心思路是将服务看成是一个事件, 用户发出的服务请求看成是一个具体事件, 根据用户的具体请求寻找 Web 服务问题, 转化为事件本体中的事件实例检测问题, 其具体步骤如下:

步骤 1 用户输入服务请求, 根据事件本体

中第一层推理服务, 找到候选的事件类;

步骤 2 根据事件本体中的推理能力, 检测用户请求的服务是否为其中一个事件的事件实例, 若检测到该请求的服务为服务事件 SC 的一个实例, 则记录服务事件 SC;

步骤 3 若 SC 是一个简单的服务事件, 则只需采用 2.1 节中所述的算法进行服务匹配; 若 SC 是一个复杂的服务事件, 则将 SC 包含的所有简单服务事件里找到对应的服务;

步骤 4 根据 SC 中的定义, 若 SC 是简单服务事件, 则只须执行对应的服务; 若 SC 是复杂的服务事件, 则将 SC 中的服务事件换为对应的服务, 将事件关系转化成对应的服务组合过程中的关系;

步骤 5 执行生成的服务, 得出执行结果.

3 应用实例分析

以网上订票为例, 下面介绍基于事件本体的 Web 服务动态组合的应用.

实例描述: 一个用户想根据球赛的参赛队、信用卡的卡号和密码以及票数来找到一个关于购买世界杯足球赛的门票的服务, 达到购买门票的目的. 现有 GetGameInfo, GetAvailability, CreditCardPayment 和 PurchaseTicket 这几个服务(这几个服务的描述在此不详细给出), 并且事件本体中定义了查询比赛场次、搜索余票、登录网银、网上支付及网上订票几个事件. 网上购票服务事件类的定义如下. 服务事件类为网上购票. 对象要素: 角色 1 和角色 2 均为参赛队伍, 角色 3 为信用卡, 角色 4 为密码, 角色 5 为比赛场次, 角色 6 为网银账号, 角色 7 为入场票. 语言表现为 {网上购票, 在线买票, 在线购票}. 时间要素为 (t_1, t_2) . 组成事件为查询比赛场次(角色 1, 角色 2, -) \triangleright 搜索余票(角色 5) \triangleright 登录网银(角色 3, 角色 4, -) \triangleright 网上支付(角色 7, 角色 6, -).

若用户发出请求要网上订票, 则在事件本体中寻找候选的事件类, 网上订票就是其中之一.

利用事件本体的推理功能, 确定用户提交的信息(假设用户提交的信息是南非: 参赛队伍; 巴西: 参赛队伍; 123456: 信用卡; abcd: 密码)是否满足网上订票这个事件类的事件要素的约束, 判定用户的用意是否在于网上订票.

在确定用户须要网上订票后, 从事件本体中可以知道, 网上订票须要以下过程: 查询比赛场次 \triangleright 搜索余票 \triangleright 登录网银 \triangleright 网上支付.

将网上订票这一复杂事件进行分解得到四个简单事件,并用上文所述的服务匹配算法进行匹配,得到网上订票事件与 Web 服务映射表如表 1 所示。

表 1 网上订票事件与 Web 服务映射表

事件类	Web 服务
查询比赛场次	GetGameInfo
搜索余票	GetAvailability
登录网银	CreditCardPayment
网上支付	PurchaseTicket

根据事件类之间关系来确定服务之间的关系,即可得到: $\text{GetGameNum} \rightarrow \text{GetAvailability} \rightarrow \text{CreditCardPayment} \rightarrow \text{PurchaseTicket}$ 。

根据 Grounding 本体中的信息,先执行 GetGameInfo (南非,巴西),得到 R_1 (比赛场次);再执行 $\text{GetAvailability}(R_1)$,得到 R_2 (入场票);接着执行 $\text{CreditCardPayment}(123456,abcd)$,得到 R_3 (网银账号);最后执行 $\text{PurchaseTicket}(R_2, R_3)$,得到 R_4 (购票结果)。

4 结论

提出了一种基于事件本体的 Web 服务动态组合模型,将服务映射为事件,通过事件本体得到服务组合的结果,最后通过应用实例初步验证该方法的有效和可行的。服务质量(QoS)是服务选择的重要依据,在后续的工作中将集中研究如何充分利用事件本体的事件要素描述 QoS 属性,并将他们用于服务组合,以及用实验进一步证明该方法的有效性。

参 考 文 献

- [1] 崔华,应时,袁文杰,等. 语义 Web 服务组合综述[J]. 计算机科学, 2010, 37: 21-25.
- [2] Martin D, Burstein M, Mcdermott D, et al. Bringing semantics to Web services with OWL-S[J]. World Wide Web, 2007, 10: 243-277.
- [3] 徐萌,陈俊亮,彭泳,等. 基于服务关系本体的服务生成[J]. 软件学报, 2008, 19: 545-556.
- [4] Stelmach P. Service composition scenarios in the internet of things paradigm[M]. Heidelberg: Springer, 2013: 53-60.
- [5] Mellraith S, Son T. Adapting golog for composition of semantic Web services[C]//Proceedings of the 8th International Conference on Knowledge Representation and Reasoning. Toulouse: IEEE, 2002: 482-496.
- [6] 王杰生,李舟军,李梦军. 用描述逻辑进行语义 Web 服务组合[J]. 软件学报, 2008, 19: 967-980.
- [7] 刘宗田,黄美丽,周文,等. 面向事件的本体研究[J]. 计算机科学, 2009, 36: 189-192.
- [8] de Bruijn J, Lausen H, Polleres A, et al. The Web service modeling language WSML: an overview[M]. Heidelberg: Springer, 2006: 590-604.
- [9] Battle S, Bernstein A, Boley H, et al. Semantic Web services ontology (swso) [EB/OL]. [2013-07-14]. <http://www.w3.org/Submission/2005/SUBM-SWSF-SWSO-20050909>.
- [10] 彭晖,史忠植,邱莉榕,等. 基于本体概念相似度的语义 Web 服务匹配算法[J]. 计算机工程, 2008, 34: 51-53.