

文章编号:1673-9469(2009)03-0073-05

Petri 网在语义 Web 服务组合中的应用研究

邹金安

(莆田学院 电子信息工程系,福建 莆田,351100)

摘要:通过 Petri 网对语义层次上的 Web 服务组合进行描述与建模,并将 Petri 网形式化元素加入到 Web 服务中,然后对 Petri 网模型用 XML 进行描述,使之能在实际中应用。最后,给出了基于 Petri 网的 Web 服务组合应用实例。

关键词:Petri 网;语义 Web 服务;Web 服务组合

中图分类号:TP311

文献标识码:A

Study on semantic Web service composition based on Petri net

ZOU Jin-an

(Department of Electronic Information, Putian College, Fujian Putian 351100, China)

Abstract: Firstly, the semantic Web service based on Petri net is described and modeled in this paper. Secondly, Petri net formalized elements are added to Web service. Thirdly, Petri net model is described with XML in order to put the semantic Web service come into practice. Lastly, this paper give the practice of Web service composition.

Key words: Petri net; semantic Web service; Web service composition

Petri 网是一个模型描述工具,它使用图形来进行建模,它能很好的描述动态并发的过程,而且有丰富的元素可以描述语义信息^[1,2]。特别地,使用 Petri 网建立的服务组合模型可以用 XML 描述并部署,具有很好的实用性。Web 服务是在 Web 上的软件构件,它实现某种功能满足某种需求^[3]。在当今分布式软件应用中,Web 服务应用越来越广泛。Web 服务以其互操作性服务请求方与提供方的松耦合而有别于其它技术,也是 Web 服务优于其它技术之处。在应用中,基本 Web 服务的功能有限,往往是为了满足需求需要将各种基本 Web 服务组合起来。Web 服务组合通过组合基本 Web 服务提供增值服务,这些基本 Web 服务来自于分布式的站点。语义 Web 服务就是给 Web 服务加入语义的元素,利用语义相关的技术给 Web 服务指定一个语义。语义 Web 服务可以让 Web 服务之间在语义层面实现互操作,从而使应用本身更加灵活和智能化^[4,5]。在语义层次进行 Web 服务组合对描述服务的组合有更高的要求,必须

要有足够的语义描述能力,还需要有实用性,能够应用到实际中。

1 Petri 网描述 Web 服务组合

1.1 Petri 网介绍

Petri 网是信息处理系统描述和建模的数学工具之一,主要特性包括:并行、不确定性、异步和分布描述能力和分析能力。一个 Petri 网的结构元素包括^[6]:

位置(place):描述可能的系统局部状态(条件或状况),例如,队列、缓冲、资源等。

变迁(transition):描述修改系统状态的事件、动作,例如,信息处理、发送、资源的存取等。

弧(arc):使用两种方法规定局部状态和事件之间的关系:引述事件能够发生的局部条件状态;由事件所引发的局部状态的转换。

随机 Petri 网在 Petri 网的基础之上加入了时

收稿日期:2009-4-18

基金项目:福建省科技厅自然科学基金项目(S0750014)

作者简介:邹金安(1963-),男,福建莆田人,副教授,从事计算机软件与理论、网络技术的研究与教学。

间元素,在每个变迁的可实施与实施之间联系一个随机的延迟时间。

1.2 基于 Petri 网的 Web 服务

定义 1 服务的操作:服务的一个操作,标记为 OP,定义为一个三元组(OPNAMES, OPIN, OPOUT),其中,OPNAMES 表示操作的集合,OPIN 表示 OP 的输入集合,OPOUT 表示操作的输出集合。

定义 2 加入服务元素的 Petri 网:定义一个四元组(P, T, F, OP),前三种与基本 Petri 网的形式化定义一致。

其中 P——一个有限的位置集合,即是各种服务操作的集合;T——一个有限集的转移变迁,即是服务的动态组合; $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$ ——有向弧的集合,服务组合的过程是一个确定的过程,因此要么迁移可以发生,要么迁移不能发生,即 $F \rightarrow \{0, 1\}$;OP——服务的操作集合。

定义 3 Web 服务:Web 服务定义为一个三元组 $WS = (SNAME, COMS, SPN)$,其中各变量的意义如下:

SNAME 表示 Web 服务的名称。

COMS 表示组成此 Web 服务的各基本 Web 服务的集合,如果集合中的元素与 SNAME 相同,本身就是基本服务,其它情况下是组合服务。

SPN 表示加入 Web 服务元素的 Petri 网, $SPN = (P, T, F, OP)$ 。

基于以上的定义,我们将 Web 服务组合和 Petri 网进行了联系,将 Web 服务的动态组合过程等同为 Petri 网的动态建模过程。

2 组合 Web 服务

2.1 基本 Web 服务

基于以上的定义,基本 Web 服务的描述很简单。假设基本服务的名称为 S1,其操作 OP 为 OP1,操作对应的输入为 OPIN,输出为 OPOUT,则

基本 Web 服务对应的服务模型为 $WS = (SNAME, COMS, SPN)$,其中的变量为

SNAME 为 S1; COMS = {S1}; SPN = (P, T, F, OP); OP = (OP1, OPIN, OPOUT);

2.2 复合 Web 服务

复合 Web 服务是由基本 Web 服务或者其它的复合服务组合而成,通常复合 Web 服务由以下的一些组合关系组成^[7,8]。

1)顺序组合服务。顺序组合是指 Web 服务按照顺序依次执行,只有等前一个 Web 服务活动执行完后方可执行下一个 Web 服务。假设有两个基本 Web 服务 S1,S2,它们之间的执行关系是顺序执行,这两个 Web 服务分别表示为 $WS1 = (S1, \{S1\}, SPN1)$, $WS2 = (S2, \{S2\}, SPN2)$,并设它们之间的连接迁移为 t,则它们经过顺序组合后的服务 WS 可以表示为 $WS = (S, COMS, SPN)$,S 为新组合的名称。

$COMS = \{S1, S2\}; SPN = (P, T, F, OP);$

$P = P1 \cup P2; T = T1 \cup T2 \cup t;$

$F = F1 \cup F2 \cup \{(O1, t), (t, I2)\}$ OP = (OP, OPIN, OPOUT);

$OP = OP1 \cup OP2 \cup \{t\}; OPIN = I1; OPOUT = O2。$

顺序组合服务对应的 Petri 网图形如图 1 所示。

2)分支组合服务。分支组合服务是有多个分支 Web 服务,根据条件判断执行哪个 Web 服务分支。以两个基本 Web 服务分支为例,假设 S1,S2 为两个分支服务, $WS1 = (S1, \{S1\}, SPN1)$, $WS2 = (S2, \{S2\}, SPN2)$,设最初的输入为 I,最后的输出为 O,并设对于输入的两个变迁为 t_{11}, t_{12} ,输出的两个变迁为 t_{01}, t_{02} ,则经过分支组合后的服务 $WS = (S, COMS, SPN)$,

$COMS = \{S1, S2\}; SPN = (P, T, F, OP)$

$P = P1 \cup P2 \cup \{I, O\}; T = T1 \cup T2 \cup \{t_{11}, t_{12}, t_{01}, t_{02}\};$

$F = F1 \cup F2 \cup \{(I, t_{11}), (I, t_{12}), (t_{11}, I1), (t_{12}, I2), (O1, t_{01}), (O2, t_{02}), (t_{01}, O), (t_{02}, O)\};$

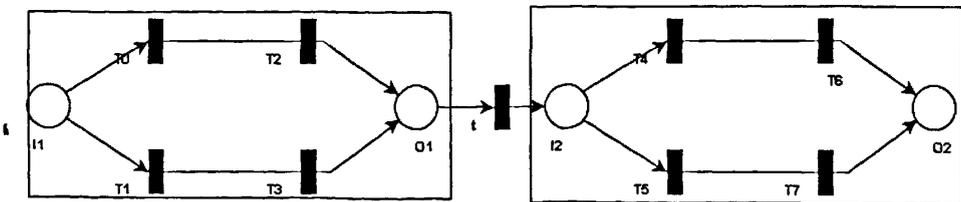


图1 顺序组合Web服务图

Fig.1 Ordinal Web services composition

$OP = (OP, OPIN, OPOUT);$
 $OP = OP1 \cup OP2 \cup \{t_{11}, t_{12}, t_{01}, t_{02}\}.$
 分支组合服务对应的 Petri 网图形如图 2 所示。

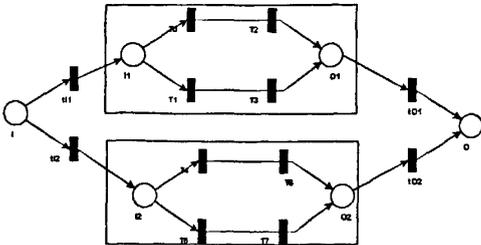


图2 分支组合Web服务图

Fig.2 Embranchment Web services composition

3) 并发组合服务。并发组合服务是指同时执行多个基本 Web 服务,这些 Web 服务的执行是独立的。以两个 Web 服务并发为例,假设 S1,S2 为两个并发服务, $WS1 = (S1, \{S1\}, SPN1)$, $WS2 = (S2, \{S2\}, SPN2)$, 设最初的输入为 I,最后的输出为 O,并设输入变迁为 t_1 ,输出的变迁为 t_0 ,则经过并发组合后的服务 $WS = (S, COMS, SPN)$ 。

$COMS = \{S1, S2\}; SPN = (P, T, F, OP);$
 $P = P1 \cup P2 \cup \{I, O\}; T = T1 \cup T2 \cup \{t_1, t_0\};$
 $F = F1 \cup F2 \cup \{(I, t_1), (t_1, I1), (t_1, I2), (O1, t_0), (O2, t_0), (t_0, O)\};$
 $OP = (OP, OPIN, OPOUT);$
 $OP = OP1 \cup OP2 \cup \{t_1, t_0\}.$

并发组合服务对应的 Petri 网图形如图 3 所示。

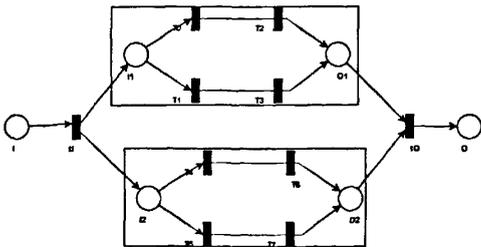


图3 并发组合Web服务图

Fig.3 Shunt-wound Web services composition

4) 循环组合服务。循环组合服务是指在条件满足之下重复执行某一个基本 Web 服务。假设 Web 服务为 S1, $WS1 = (S1, \{S1\}, SPN1)$, 设循环变迁为 t,最初的输入为 I,最后的输出为 O,并设输

入变迁为 t_1 ,输出的变迁为 t_0 ,则经过其循环组合的 Web 服务为 $WS = (S, COMS, SPN)$ 。

$COMS = \{S1\}; SPN = (P, T, F, OP);$
 $P = P1 \cup \{I, O\}; T = T1 \cup \{t_1, t_0, t\};$
 $F = F1 \cup \{(I, t_1), (t_1, I1), (O1, t_0), (t_0, O), (O1, t), (t, I1)\};$
 $OP = (OP, OPIN, OPOUT);$
 $OP = OP1 \cup OP2 \cup \{t\}.$

循环组合服务对应的 Petri 网图形如图 4 所示。

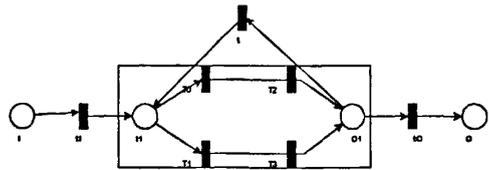


图4 循环组合Web服务图

Fig.4 Cycle Web services composition

3 Petri 网描述 Web 服务组合的 XML 描述

根据上述 Petri 网对 Web 服务组合的描述,我们可以将各种服务组合的 Petri 网描述转化成 XML 程序,以这种格式可以与 WSDL 文件进行接口交互,并进行部署,从而应用在具体实际中。

对于顺序结构可以描述如下,其中 invoke 表示调用, portType 表示端口类型, operation 表示操作, opIn 表示操作输入, opOut 表示操作输出。

```
< sequence >
  < invoke portType = " " operation = " " opIn = " "
  " opOut = " />
  < invoke portType = " " operation = " " opIn = " "
  " opOut = " />
  .....
</sequence >
```

对于分支结构可以描述如下,其中相同的标签如上所述, condition 表示分支的条件,条件为真时对该分支 Web 服务进行调用。

```
< fork >
  < invoke condition = " " portType = " " operation = " "
  " opIn = " " opOut = " />
  < invoke condition = " " portType = " " operation = " "
  " opIn = " " opOut = " />
  .....
</fork >
```

对于并发结构可以描述如下,标签如上所述。

```
< concurrent >
  < invoke portType = " " operation = " " opIn = "
" opOut = " "/>
  < invoke portType = " " operation = " " opIn = "
" opOut = " "/>
  .....
</ concurrent >
```

循环结构可以描述如下,condition 表示该 Web 服务执行条件,条件为真时进行循环执行,条件为假时跳出。

```
< while >
  < invoke condition = " " portType = " " operation
= " " opIn = " " opOut = " "/>
  .....
</ while >
```

4 Web 服务实例

一个在线电子学习系统,用户通过该系统达到学习的目的。该系统是一个分布式软件系统,用户为了达到一个学习的目的,需要采取一系列的学习活动。该系统包括两个部分,一个是用户要达到学习的目的要进行一系列活动,这一系列活动的发现与组合;另外就是学习的资源,包括数据和文档,这就是我们定义的 Web 服务。对于该电子系统,我们设定有如下几门培训课程,包括中文,英语,计算机,电子课程,数学。其中英语包括单词和语法;计算机包括三门课程,分别是面向对象程序设计、软件工程和人工智能;电子课程包括三门课程,分别是电工原理、数字电路和模拟电路;数学也包括三门课程,分别是高等数学,概率论和线性代数。

假设在学习面向对象程序设计这门课之前需要学习高等数学和英语这两门课,则学习面向对象程序设计这门课的 Web 服务对应的组合用 Petri 网描述如图 5 所示。

假设高等数学是必修课,软件专业的学生软件工程和人工智能作为二选一的选修课,选修软件工程或者人工智能课程必须将高等数学作为其前导课程,则软件专业的学生如果要取得毕业证,则此 Web 服务对应的组合 Web 服务用 Petri 网描述如图 6 所示。

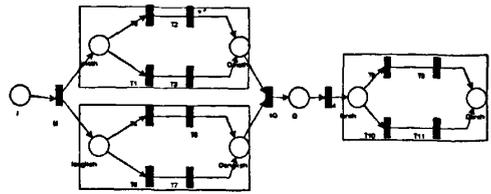


图5 学习面向对象程序设计Web服务图

Fig.5 Web service of learn object oriented programming

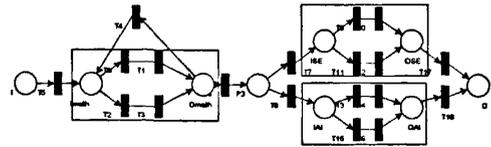


图6 软件专业Web服务图

Fig.6 Web service of software specialty

5 结束语

Petri 网作为处理系统和模型的建模工具,其直观性的模型有益于进行自动 Web 服务组合的生成,其对并发动态过程的描述能力能胜任 Web 服务组合的过程描述,其与 XML 描述的转化可以助其应用于实际。Web 服务技术与 Petri 网的融合具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] HAMADI R, BENATALLAH B. A Petri net - based model for Web service composition[C]. In Proceedings of the Fourteenth Australasian Database Conference on Database Technologies, 2003, 17: 191 - 200.
- [2] NARAYANAN S, MCLLRAITH S A. Simulation, verification and automated composition of Web Services[C]. In Proceedings of the Eleventh International Conference on World Wide Web, 2002: 77 - 88.
- [3] 喻坚, 韩燕波. 面向服务的计算原理和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [4] STEFANIA GALIZIA, ALESSIO GUGLIOTTA, CARLOS PEDRINACI, et al. Applying semantic Web services[C]. 4th Italian Semantic Web Workshop in Semantic Web Applications and Perspectives, Italy, 2007: 180 - 189.
- [5] HAROLD BOLEY. Semantic Web services[C]. ICEC 2006 Tutorial, 2006: 2 - 13.

- [6] EDWIN CHUNG, TIM KIMBER, BEN KIRBY, *et al.* Petri nets group project final report[EB/OL]. <http://pipe2.sourceforge.net/documents/PIPE2-Report-20070327.pdf>, 2008.
- [7] BIPLAV SRIVASTAVA, JANA KOEHLER. Web service composition - current solutions and open problems[C]. ICAPS 2003 Workshop on Planning for Web Services, 2003:160-171.
- [8] JINGHAI RAO, XIAOMENG SU. A survey of automated Web service composition methods[C]. In: Cardozo J, Sheth A, eds. Proc. of the SWSWPC 2004. LNCS 3387, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005:43-54. (责任编辑 刘存英)

(上接第62页)

3 结论

1) 不论室内设计计算温度 t_n 取何值, 辐射散热量所占总散热量的比值 $q_f/(q_f+q_d)$ 都随地板表面平均温度 t_b 的升高呈现出下降趋势。但是随着室内设计计算温度 t_n 升高, 在地板表面平均温度 t_b 相同的情况下, 辐射散热量所占总散热量的比值 $q_f/(q_f+q_d)$ 却是升高的。

2) 低温热水地板辐射采暖是一种较为舒适的供暖方式, 具有干净、整洁、便于运行调节和热量计费等特点, 值得进行推广。在设计计算中, 应根据建筑的使用特点和实际功能确定各个房间的室内计算温度, 尽量确保每个房间能满足人体的热舒适性。

参考文献:

- [1] 林海涛. 地板辐射采暖分户热量计量系统的应用与分析

- [J]. 吉林建筑工程学院学报, 2008, 25(4):56-59.
- [2] 孔凡刚, 刘俊林, 王恒年. 低温热水地板辐射采暖施工技术[J]. 施工技术, 2000, 29(7):24-25.
- [3] 路永军. 地板采暖的常见问题研讨[J]. 山西建筑, 2008, 34(31):188-189.
- [4] 赵薇, 张于峰, 邓娜. 太阳能—低温热管地板辐射供热系统实验研究[J]. 太阳能学报, 2008, 29(6):637-643.
- [5] GB50019-2003, 采暖通风与空气调节设计规范[S].
- [6] 李向东, 于晓明. 分户计量采暖系统设计与安装[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [7] DBJ14-BT14-2002, 低温热水地板辐射采暖技术规程[S].
- [8] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993.
- [9] 王子介. 地板供暖及其发展动向[J]. 暖通空调, 1999, 29(6):35-38.

(责任编辑 闫纯有)

Petri网在语义Web服务组合中的应用研究

作者: 邹金安, ZOU Jin-an
作者单位: 莆田学院电子信息工程系, 福建, 莆田, 351100
刊名: 河北工程大学学报(自然科学版) 
英文刊名: JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING (NATURAL SCIENCE EDITION)
年, 卷(期): 2009, 26 (3)

参考文献(8条)

1. HAMADI R;BENATALLAH B A Petri net-based model far Web service composition 2003
2. NARAYANAN S;MCLLRAITH S A Simulation,verification and automated composition of Web Services 2002
3. 喻坚;韩燕波 面向服务的计算原理和应用 2006
4. STEFANIA GALIZIA;ALESSIO GUGLIOTYA;CARLOS PEDRINACI Applying semantic Web services 2007
5. HAROLD BOLEY Semantic Web awrvices 2006
6. EDWIN CHUNG;TIM KIMBER;BEN KIRBY Petri nets group project final report 2008
7. BIPLAV SRIVASTAVA;JANA KOEHLER Web service composition-current solutions and open problems 2003
8. JINGHAI RAO;XIAOMENG SU A survey of automated Web service composition methods.LNCS 3387 2005

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjkjxyxb200903018.aspx