

基于因果关系矩阵的动态服务组合技术研究

朱雪峰¹, 谢 谦¹, 戴桂兰²

(1 河南大学 计算机与信息工程学院, 河南 开封 475000; 2 清华大学 信息技术研究学院, 北京 100084)

摘 要: 为提高卫星信息资源领域的服务动态组合速度和准确度, 提出了一种基于因果关系矩阵和图论的组合方法. 将用户需求通过语义匹配筛选出一个服务集合, 再将服务集合按照因果关系矩阵规则构建出一个服务的输出与服务输入之间匹配程度的矩阵, 在组合方法中, 使用之前构建好的关系矩阵, 并通过基于图的组合算法准确快速地从矩阵中选择相应的服务构建出服务链集合. 再根据每个服务链的非功能属性值, 筛选出最符合用户需求的服务组合产品. 该方法将服务间的依赖关系使用最大化, 提高了组合服务链过程中匹配相应节点服务的速度.

关键词: 卫星服务; 服务组合; 因果关系矩阵; 图论; 非功能属性

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)12-0067-04

The Research of Automatic Dynamic Service Composition Based on Causal Relationship Matrix

ZHU Xue-feng¹, XIE Qian¹, DAI Gui-lan²

(1 College of Computer and Information Engineering, Henan University, Kaifeng 475004, China;

2 Research Institution of Information Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: In order to increase the speed and accuracy of the dynamic service composition in satellite information resource area, this text proposed a combined method based on causal relationship matrix and Graph theory. Firstly, it screens out a service composition from user demands through semantic matching, then a matrix of matching degree between service inputs and service output is structured according to the rules of causal relationship matrix. By making use of relationship matrix, a set of service chain is made fast and accurately, via selecting corresponding services in the matrix through the graphical combinational algorithm. Furthermore, it picks out the service combination product that best fitting user requirements on the basis of non-functional attribute value of each service chains. This method maximums the use of dependency among every services, and increases the speed of matching corresponding nodes during the process of combining service chain.

Key words: satellite services; service composition; causal relationship matrix; graph theory; non-functional property

1 引言

随着 web 服务技术的不断发展, 特别是面向服务的体系结构^[1](SOA)的成熟和推广, 使得面向服务的计算成为一门新兴的计算学科. 未来卫星信息资源服务也趋于多样化和颗粒化^[2], 这就要求各个功能服务单元不仅具备单项服务能力, 还要求各功能服务之间能够动态组合在一起, 以提升整体服务的能力, 卫星信息资源的动态服务组合方法成为新

的难题. Web 服务组合技术提供了一种高度互操作、跨平台和松耦合的框架体系^[3], 针对卫星信息资源服务体系的难题提出解决方法. 通过小粒度的 web 服务之间的通信和协作来实现大颗粒度服务, 通过组合多个 web 服务^[4], 实现服务增值和服务重用, 将 web 服务的潜能得以最大限度发挥.

在服务组合模型的实现方面, 通过用户服务需求的响应, 将系统高层服务组合模型转换成可执行的服务组合, 实现方式有多种途径, 根据国内外研究

现状,传统方式可分为三种:一是通过人工形式的定义与配置,实现服务组合任务的完成,缺点是构建出的 workflow 未考虑新发布的各个具体服务,人工参与灵活性差^[5];二是借助软件辅助环境构建从服务过程模型到具体需求服务组合定义的关联,再由人工完成详细服务内容的添加,缺点是不能完全智能化,匹配的效率高不高^[6];前两种方法显然都需要人工的参与配置,无法做到完全自动的组合,复杂度也比较高,组合结果难以满足用户的实际需求^[7].三是使用智能服务组合代理技术实现服务组合的自动完成,本文针对这种方法进行研究.

为解决服务动态组合的组合时间长,复杂度高以及组合结果不能完全满足用户需求等问题,本文提出一种基于语义的动态服务组合框架.该框架主要通过运用在服务组合时少量且必要服务,构建其因果关系矩阵,在基于图论的组合各个服务的过程中提高匹配服务效率,并在组合过程中加入非功能属性值的判断,组合出最符合用户需求的服务链.

2 卫星领域动态服务组合平台的总体框架

卫星领域动态服务组合平台以支持快速按需服务为目的,根据用户需求生成环境所需的应用卫星信息服务产品.平台根据用户的需求进行自动化建模,然后依据每个服务语义化的描述,在服务库中选取所需要的服务进行组合,并通过执行引擎执行该服务.整体框架图如图 1 所示.

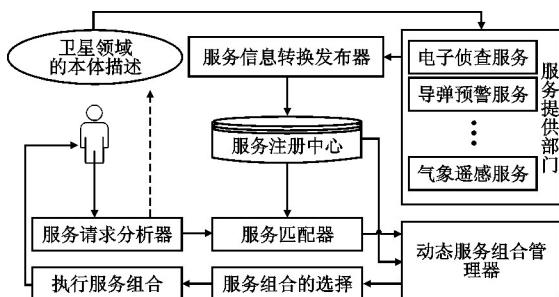


图 1 卫星领域动态服务组合平台

由图 1 可知,首先,服务提供部门通过服务转换发布器,依据卫星领域的本体描述,将其服务转换成 OWL-S 描述的服务^[8],并将服务注册到服务注册中心.其每个服务主要包含 7 个属性, $S \leq ID, Desc, EndPoint, I, O, P, E, G, NF$. 其中, ID 代表服务的标示, Desc 代表一种自然语言的服务描述, I 代表服务输入集合(参数), O 代表服务输出集合(参数), P 服务先决条件的集合, EndPoint 服务节点的位置(wsdl 的链接), G 代表服务所能完成的目标,

N 服务非功能函数的属性值和约束值.

其次,服务请求分析器将请求者的需求进行分析,提取出需求服务的各个参数,构成一个用 OWL-S 描述的 XML 文件,通过服务匹配器将其所用到的服务进行匹配筛选^[9],结合卫星领域的本体列出所有可能用到的服务.

再次,通过动态服务组合管理器,将筛选出的服务根据因果关系矩阵规则构建出相应矩阵,显示出服务与服务间的匹配关系,在基于图论的组合算法上组合出满足用户需求的服务链.

最后,在多个服务链之间选择最优组合,并放入执行引擎,开始执行.

本文针对卫星领域动态服务组合平台中的动态服务组合管理器的服务组合过程进行研究.

3 服务链的动态构建过程

基于语义的动态服务组合的设计思想:首先将筛选出来的服务通过服务之间的匹配程度构建因果关系矩阵,然后用图论的方法在因果关系矩阵中选取相应满足条件的服务构成服务链,再通过对比非功能参数的值,最终生成符合条件的服务组合.

3.1 因果关系矩阵 CRM(causal relationship matrix)

关系矩阵用来存储不同服务之间的输入输出的关系以及语义之间的联系,在矩阵中能够体现出两个服务之间的匹配程度,以便于在组合过程中,为筛选相应的服务提供相应的参考因素.

CRM 矩阵中的每个元素是一个三元组,定义为 $\langle \text{服务 } S_A, \text{匹配值 } MR(\text{matching relation}), \text{非功能属性值 } NF(\text{Non-functional}) \rangle$, 其中的匹配值 MR 是当前服务 S_A 的输出与当前列的参数值(服务 S_B 的输入参数)的匹配关系.

构建 CRM,分为以下几个步骤:

第一步:根据用户提出的需求语义分析匹配,筛选出在服务组合中可能需要用到的服务集合.

第二步:将所有服务的输入参数作为矩阵的行,将服务的输入参数和用户需求的输出参数作为矩阵的列.

第三步:根据以上设定向矩阵中添加三元组.行的参数值为 m ,列得参数值为 n ,他们对应的元素包含某个三元组,三元组中的服务 S 表示输入为 m 输出参数中包含 n 的服务.例如设 S_A 的输入为 In_{S_A} ,输出为 Out_{S_A} ,则行为 In_{S_A} ,列为 Out_{S_A} 对应的元素填为 $\langle S_A, MR, NF \rangle$.

第四步:根据以下四种配关系,针对上述 S_A 设

定 MR 的取值:

如果 S_A 的输出参数与 S_B 的输入参数完全匹配,表现形式为 $Out_{S_A} \equiv In_{S_B}$,则 MR 取 $\equiv$; 如果 S_A 的输出参数属于 S_B 的输入参数的一部分,表现形式为 $Out_{S_A} \subseteq In_{S_B}$,则 MR 取 $\subseteq$; 如果 S_B 的输入参数属于 S_A 的输出参数的一部分,表现形式为 $In_{S_B} \supseteq Out_{S_A}$,则 MR 取 $\supseteq$; 如果 S_B 的输入参数与 S_A 的输出参数是交叉满足的,表现形式为 $Out_{S_A} \cap In_{S_B}$,则 MR 取 $\cap$;

只要基于以上四种匹配程度,都认为两个服务是存在组合的可能性的,其他情况均说明当前两个服务无法组合。

因果关系矩阵的构建极大的提高了在组合过程中筛选服务的效率,传统的查找服务的方式需要通过关键字匹配,在大容量高密度的服务库中寻找所需要的服务,查找速度慢、准确率低。基于本体逻辑关系的方法,也会造成逻辑推理复杂,匹配资源耗费大。然而通过语义的描述,依据所需服务间的关联匹配程度,构造出的因果关系矩阵,大大提高了服务匹配的精度和性能。

3.2 基于图论的组合算法

算法流程如图 2 所示。

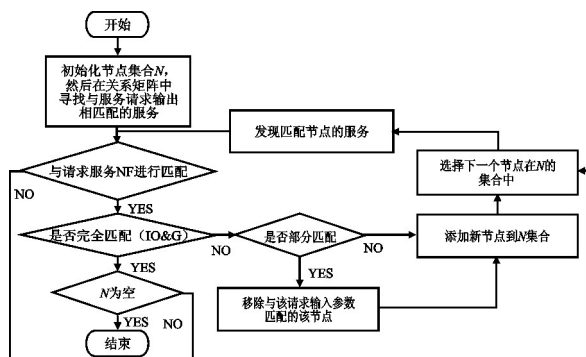


图 2 基于图论的算法流程图

算法的实现步骤

(1) 用户提出具体请求服务 S , 并且该服务的输出结果为 Out_s 。通过构造因果关系矩阵, 对其进行检索, 查找出与该请求输出参数相同的集合, 并将其加入到集合 N 中。如果未能在因果关系矩阵中找出满足条件的集合, 则直接终止构建。

(2) 从集合 N 中取出一个服务 S_i , 并定义该服务的输入参数为 In_{S_i} 。从关系矩阵中找出输入列与 S_i 的输入 In_{S_i} 相一致的所有服务 (本算法所表述的一致关系为上文提到的四种匹配关系 $\equiv$ 、 $\subseteq$ 、 $\supseteq$ 、 $\cap$ 的任意一种)。

(3) 首先检查该服务的 NF 属性值, 如果小于 NF 值, 则将服务的输入输出参数和目标参数进行匹配, 如果完全匹配, 并且 N 为空, 则终止构建。如果不完全匹配, 参考其中的输入参数, 匹配的话将该服务节点移除 N , 并添加新的节点 n 。如果大于用户请求的 NF 值则, 在图中的分支被舍弃, 此服务链中断, 进行下一个服务链的寻找。

(4) 其次通过上面的方法, 遍历查找出的所有服务, 如果其中某一服务 S_i 的 NF 值与 n_i 的 NF 值相加后满足用户在请求服务时对 NF 的要求, 并且该服务的输入与用户提出的请求服务的输入参数相匹配, 则将 S_i 至 n_i 的这一条服务链及它们各自 NF 值相加后的结果保存至服务链列表中。

(5) 循环执行第 (2) 至第 (4) 步骤, 穷尽集合 N 中的每一个元素。对服务链列表中的各个服务链的 NF 值进行比较, 挑选出与所需求的非功能参数 NF 最匹配的服务链, 完成服务组合。

4 实例分析

本节用一个模拟获取并发布联合战场态势的简单例子说明一下动态服务组合模型的组合过程。将获取战场态势细分为四个步骤: 情报收集、情报融合、情报处理、态势分发。假设已经将可能在这四个步骤中用到所有服务选取出来, 如表 1 所示的卫星侦察服务 (Service A)、雷达侦察服务 (Service B)、信息融合服务 (Service C)、态势生成服务 (Service D)、态势分发服务 (Service E)。在情报收集阶段, 根据实际用户需求和非功能参数的考虑, 在服务 A 和 B 之间进行自动选择, 在剩下的三个阶段分别选取相应服务, 最后将四个阶段最适合的四个服务进行自动组合, 完成用户所需的战场态势信息分发。

表 1 所需服务集合列表

服务列表	服务的输入 input	服务输出 output	非功能参数/s
Service A	$In_{S_A_Any_Location}$ $In_{S_B_Coordinates}$	$Out_{S_A_Detect_Data}$	1
Service B	$In_{S_B_Domestic_Location}$ $In_{S_B_Coordinates}$	$Out_{S_B_Detect_Data}$	2
Service C	$In_{S_C_Detect_Data}$	$Out_{S_C_Fusion_Data}$	5
Service D	$In_{S_D_Fusion_Data}$	$Out_{S_D_Process_Data}$	2
Service E	$In_{S_E_Process_Data}$	$Out_{S_E_Distribution_Data}$	1

表 2 中列出了用户的需求输入输出参数,其中输入参数包含用户想要侦查的境内位置信息和经纬度,输出分发战场态势信息.

通过所需服务集合以及用户的需求,可以得到如表 3 所展现的关系矩阵,这个关联匹配值是对两个服务输入输出的语义相似度评估,也可以用来作为两个服务链的比较.

表 2 服务关系矩阵表

需求服务	需求输入	需求输出	非功能参数/s
Service Req	In_Req_ Domestic _ Location In_Req_ Coordinates	Out_Req_ Distribution_ Data	10

表 3 服务关系矩阵表

	Any Location	Coordinates	Domestic Location	Detect Data	Fusion Data	Process Data	Distribution_ Data
Any_Location				$\langle S_A, \equiv, 6 \rangle$ $\langle S_B, \equiv, 3 \rangle$			
Coordinates							
Domestic _ Location				$\langle S_B, \equiv, 3 \rangle$			
Detect_ Data					$\langle S_C, \equiv, 5 \rangle$		
Fusion_ Data						$\langle S_D, \subseteq, 2 \rangle$	
Process_ Data							$\langle S_E, \equiv, 1 \rangle$

最后应用上文中提到的基于图论的算法,如表 4 所示第一步找出满足用户需求输出战场态势信息分发的服务,通过关系矩阵找到了 S_E 服务,查看它的 NF 属性是小于 10 的,添加成功. 第二步根据 S_E 的服务输入和因果关系矩阵找到服务 S_D 同样匹配他的 NF 属性值,满足条件,添加成功. 第三步根据 S_D 的服务输入和因果关系矩阵找到服务 S_C 同样匹配他的 NF 属性值,满足条件,添加成功. 第四步根据 S_C 的输入和关系矩阵找到匹配的服务集合 S_A 、 S_B ,将他们放入节点集合 N 中,分别构造两条服务链,一条是 $\langle S_A \rightarrow S_C \rightarrow S_D \rightarrow S_E \rangle$ NF 属性值为 9,另一条服务链是 $\langle S_B \rightarrow S_C \rightarrow S_D \rightarrow S_E \rangle$ NF 属性值为 10,所以根据用户需求的 NF 属性值优先选择服务链 $S_A \rightarrow S_C \rightarrow S_D \rightarrow S_E$,完成服务的组合,再向服务库中调用相应的服务并执行.

表 4 服务关系矩阵表

步骤	集合 N	组合过程	非功能属性/s
1	$\{S_E\}$	$\{S_E\}$	1
2	$\{S_D\}$	$\{S_D\} \rightarrow \{S_E\}$	3
3	$\{S_C\}$	$\{S_C\} \rightarrow \{S_D\} \rightarrow \{S_E\}$	8
4	$\{S_A, S_B\}$	$\{S_A\} \rightarrow \{S_C\} \rightarrow \{S_D\} \rightarrow \{S_E\}$ $\{S_B\} \rightarrow \{S_C\} \rightarrow \{S_D\} \rightarrow \{S_E\}$	9 10

通过以上过程可以看出,本框架可以自动地完成用户所提出的需求服务的动态组合构造,从而实现高效快速的服务组合,大大提高了服务组合的动态性和灵活性.

5 结束语

本文提出了一种基于语义在关系矩阵中进行服务匹配和组合的方法,根据服务之间的匹配程度,构建符合条件的因果关系矩阵,在用图论进行组合服务链时能快速寻找到相应的服务,提高了服务组合之间的准确度,并节约了服务组合的时间. 在组合的多个结果中,根据基于语义描述的非功能属性值的比较选出最符合用户需求的服务+组合. 本文的组合框架并未考虑服务组合 QoS 的问题,在后续完善中,需要做以下工作,对服务组合结果的 QoS 建立模型. 选取组合结果的事务属性、可靠性、移动预测、消耗资源等评估标准.

参考文献:

- [1] 唐秀良. SOA 发展探索与研究[J]. 中国电子科学研究院学报,2009(5):473-479.
- [2] 李忠宝. 卫星应用战略发展思路[J]. 卫星应用,2013(5):1-5.
- [3] 闫志刚,胡海涛. 基于语义的 Web 服务动态组合框架的研究[J]. 微电子学与计算机, 2010, 27(8): 197-200.
- [4] 马于涛,张海粟,刘玉超. 一种 Web 服务综合描述模型[J]. 电子与信息学报, 2012, 34(3):449-556.
- [5] 张德育. SOA 中基于 BPEL 的服务组合方法研究与设计[J]. 沈阳理工大学学报, 2013, 32(4):4-8.

(下转第 74 页)

超出了正常值就应该在运行时抛出异常,避免越界访问行为的发生。

7 结束语

本文针对 Java 卡 COS 进行了漏洞分析,首先通过篡改 CAP 文件找到卡片在执行时存在的一个漏洞,其次利用该漏洞做了进一步实验来攻击卡片,导致卡片的防火墙受到安全威胁,以此证明此漏洞为安全漏洞,最后提出了一种抗攻击措施。

参考文献:

- [1] 王晓亮,方勇,彭彦. Java 智能卡安全运行时环境的设计[J]. 网络安全技术与应用,2009,9(2):39-41.
- [2] Zeqiri Nderin, Luma Artan. Intelligent communication system, automation control, java card and security[C] // Mathematics and Computers in Science and Engineering. North Holland, 2008:117-121.
- [3] Wojciech Mostowski, Erik Poll. Malicious code on java card smartcards: attacks and countermeasures[J]. Smart Card Research and Advanced Applications, Lec-

ture Notes in Computer Science,2008(5189):1-16.

- [4] 吴俊军,马鑫龙. 一种混合模式的 Java 卡内字节码校验算法[J]. 微电子学与计算机,2009,26(4):152-155.
- [5] Yuchuan Wu, Yaqin Sun. Analysis and research of securing from attack for Java Card[C] // Proceedings of the International Conference on E-Business and E-Government, ICEE, Shanghai, 2010:1296-1298.
- [6] 周捷,吴东辉,陈章龙. Java 卡平台安全性的设计与实现[J]. 计算机工程与应用,2004,40(21):114-117.

作者简介:

徐江珮 女,(1990-),硕士研究生. 研究方向为 Java 卡的安全. E-mail:xjp11@mails.tsinghua.edu.cn.

乌力吉(通讯作者) 男,(1965-),副教授,博士生导师. 研究方向为集成电路与系统、商用信息安全.

杨向军 男,(1974-),高级工程师. 研究方向为 Java 卡嵌入式软件的开发与应用.

王玉忠 男,(1975-),高级工程师. 研究方向为 Java 卡嵌入式软件的开发与应用.

(上接第 70 页)

- [6] 赵晓华,李卫民,辛明军. 基于 TCPN 的 LBS 动态服务组合建模与验证[J]. 小型微型计算机系统,2013(1):96-99.
- [7] 王珏,向朝参. 语义 Web 服务发现研究现状与发展[J]. 计算机应用研究,2013,30(1):7-12.
- [8] 李建新,柯钢,杨怀德. 一种基于 OWL-S 领域本体的 Web 服务语义标注方法研究[J]. 现代计算机,2013(4):27-30.
- [9] 曾诚,韩光辉,李兵,等. 一种改进的基于路径的语义相似度计算算法[J]. 微电子学与计算机,2011,28

(8):135-141.

作者简介:

朱雪峰 男,(1989-),硕士研究生. 研究方向计算机网络. E-mail:zhuxuefeng01@yeah.net.

谢 谦 男,(1973-),博士研究生,副研究员. 研究方向计算机网络和操作系统.

戴桂兰 女,(1972-),博士研究生,副研究员. 研究方向为计算机网络和软件工程.