

JIYU FUWU GUANLIAN MOSHI DE ZUHE FUWU
XUANQU FANGFA YANJIU

基于服务关联模式的组合服务 选取方法研究

张 斌 张长胜 刘婷婷 张岳松 著



东北大学出版社
Northeast University Press

基于服务关联模式的组合服务 选取方法研究

张 斌 张长胜 刘婷婷 张岳松 著

东 北 大 学 出 版 社

· 沈 阳 ·

© 张 斌 等 2015

图书在版编目 (CIP) 数据

基于服务关联模式的组合服务选取方法研究 / 张斌等著. —沈阳: 东北大学出版社, 2015. 9

ISBN 978 - 7 - 5517 - 1082 - 4

I. ①基… II. ①张… III. ①互联网络—网络服务 IV. ①TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 225823 号

内容简介

本书研究了一种基于服务关联模式的组合服务选取方法。该方法利用数据挖掘等相关技术, 基于 Web 服务以往的执行、调用信息, 分析出具有 QoS 关联关系的服务以及建立组合服务业务模型的知识, 作为组合服务业务建模与选取的基础, 以提高单 SLA 与多 SLA 的选取质量。

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024 - 83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024 - 83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm × 240mm

印 张: 8

字 数: 154 千字

出版时间: 2015 年 10 月第 1 版

印刷时间: 2015 年 10 月第 1 次印刷

组稿编辑: 王 宁

责任编辑: 汪彤彤

封面设计: 刘江旸

责任校对: 春 晓

责任出版: 唐敏志

ISBN 978 - 7 - 5517 - 1082 - 4

定 价: 25.00 元

面向服务的架构(SOA)是一种软件架构风格,它能够重用、组合具有松耦合特征的服务构建、维护、集成应用,以改进贯穿整个应用生命周期中的生产率以及成本。在 SOA 中,每个应用通常被设计为一个工作流和若干具体的服务。每个服务封装了一个应用组件的功能及信息资源,工作流定义了服务之间如何相互作用。服务等级协议(SLA)定义了施加于工作流实例的端到端 QoS 需求。工作流中的抽象服务需要绑定具体服务,以满足 SLA 约定的 QoS 约束。

在实际的场景中,很多服务之间具有 QoS 关联关系。因此,为某个抽象服务选取关联服务时,需要考虑其他抽象服务与服务间的绑定关系。目前的研究都假设服务间的关联关系已存在,或者服务提供者已经声明了与之具有关联关系的服务。在关联服务的应用层面,这些研究都集中于为 Web 服务建立关联 QoS 模型,然后基于关联 QoS 模型进行服务选取。然而,这类方法在实际应用中存在诸多问题。首先,由于造成服务之间具有关联关系的原因比较复杂(例如,服务的部署环境),难以直接分析出哪些服务具有关联关系,进而影响关联关系在组合服务中的应用;其次,很多不同的应用可以通过具有关联关系的服务实现相似的功能性需求,现有的研究大都忽略了如何将关联关系作为一种可重用的知识应用于其他具有类似功能的系统中;再次,这些研究只考虑了如何在关联关系出现的情况下进行初始选取,忽略了服务异常时,如果已完成的服务与未完成的服务之间具有关联关系,如何对组合服务进行重选取;最后,这些方法只能解决单个 SLA 感知的服务选取问题,忽略了云环境下组合服务需要为不同的用户提供具有不同 QoS 等级的组合服务实例。

本书共分为七章,针对组合服务优化选取问题,重点阐述了一种基于服务关联模式的组合服务选取方法。

第 1 章简述了服务组合和 Web 服务等研究背景,分析了当前组合服务选取所面临的实际问题。在此基础上引出了关联模式的提取过程、关联情景下单

SLA 与多 SLA 感知的组合服务优化选取的问题, 并给出了问题中所涉及的主要研究工作和组织结构。

第 2 章对关联情境下组合服务优化选取问题中所涉及的关键技术进行分析和总结。分别给出了 Web 服务组合、组合服务选取、Web 服务模式提取等相关领域的研究现状, 以和本书方法进行对比分析。

第 3 章首先给出了提取服务关联模式的研究动机, 并给出了与服务关联模式相关的定义; 其次, 给出了服务关联模式的提取框架, 简要叙述了服务关联模式的提取过程; 再次, 叙述了服务关联模式在组合服务中应用的过程; 最后, 提出了服务关联模式的选取算法, 并给出了一个实例验证该方法。

第 4 章给出了提取服务关联模式的方法。首先, 给出了具有 QoS 关联关系的服务的挖掘方法; 其次, 恢复了组合服务的控制流程结构; 再次, 基于映射规则提取出具有关联关系的抽象服务; 最后, 给出实验对提取服务关联模式的方法进行验证。

第 5 章描述了基于服务关联模式的组合服务动态选取方法。首先, 给出了服务的关联 QoS 模型, 并基于关联 QoS 模型给出了关联服务的 QoS 聚合函数; 其次, 给出了支持关联 QoS 模型的服务选取方法; 再次, 建立了 Web 服务的性能模型, 根据环境状态预测 Web 服务的性能, 并给出了关联情境下的组合服务重选取算法; 最后, 对服务选取方法的效果与效率进行了验证。

第 6 章给出了关联情境下支持多 SLA 间服务共享的组合服务选取方法。首先, 以关联 QoS 为基础, 给出了支持服务共享的 QoS 聚合函数; 其次, 估算了服务实例的并发请求阈值; 再次, 使用多目标遗传算法对该问题进行了求解; 最后, 给出了实验验证该方法的有效性。

第 7 章为结论。对全书工作进行总结, 介绍所取得的成果, 并给出下一步的研究方向。

本书的完成得到了东北大学信息科学与工程学院计算机应用技术研究所各位同事的大力支持, 特别感谢张岳松博士为本书所付出的辛勤劳动。本书的研究工作先后得到了国家自然科学基金项目(61572116, 61572117)、宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ13265)、中央高校东北大学基本科研专项基金项目(N120804001, N120204003)的资助。

由于作者水平有限, 书中难免存在不妥及疏漏之处, 欢迎各位专家和广大读者给予批评指正。

作 者

2015 年 5 月

第 1 章 引 言	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 Web 服务与组合服务	1
1.1.2 组合服务选取方法	2
1.2 本书研究的问题与内容	3
1.2.1 支持关联情景的组合服务优化选取问题	3
1.2.2 本书主要研究内容	5
1.3 本书的组织结构	6
第 2 章 本书相关研究与相关技术	8
2.1 Web 服务	8
2.2 Web 服务组合技术	10
2.2.1 基于工作流的 Web 服务组合方法	10
2.2.2 基于 AI 规划的 Web 服务组合方法	11
2.2.3 模型驱动的 Web 服务组合方法	12
2.3 组合服务选取	13
2.3.1 单 SLA 感知的 Web 服务选取方法	13
2.3.2 多 SLA 感知的 Web 服务选取方法	14
2.4 Web 服务挖掘技术	15
2.5 本章小结	16
第 3 章 服务关联模式的相关概念	17
3.1 研究动机	18

3.2	服务关联模式的定义	21
3.3	服务关联模式的提取框架	23
3.4	服务关联模式的选取方法	26
3.4.1	服务关联模式应用于组合服务中的过程	26
3.4.2	服务关联模式的选取算法	27
3.4.3	实例分析	31
3.5	本章小结	33
第4章	组合服务关联模式的提取算法	35
4.1	具有 QoS 关联关系的服务挖掘算法	36
4.1.1	日志的结构	36
4.1.2	挖掘关联服务的算法	39
4.2	恢复关联服务控制流程结构的方法	42
4.3	关联抽象服务的提取算法	49
4.3.1	利用数值统计提取关联抽象服务的方法	49
4.3.2	利用信息熵提取关联抽象服务的方法	50
4.4	实验分析	55
4.4.1	实验的仿真策略	55
4.4.2	关联服务的挖掘结果	56
4.4.3	恢复控制流程的准确度	57
4.4.4	关联抽象服务的提取结果	60
4.5	本章小结	62
第5章	基于服务关联模式的单 SLA 感知的组合服务选取方法	64
5.1	基于关联模式组合服务的选取方法	64
5.1.1	关联服务的 QoS 模型	65
5.1.2	关联情境下的组合服务选取模型	66
5.2	关联情景下的组合服务重选取算法	69
5.2.1	Web 服务的性能预测算法	70
5.2.2	确定重选取的工作流程片段的算法	76
5.2.3	组合服务的重选取	78
5.3	实验分析	81
5.3.1	基于关联模式的组合服务选取方法效果与效率的分析	81
5.3.2	组合服务重选取方法的效果与效率	83

5.4 本章小结	84
第6章 关联情景下支持多 SLA 间服务共享的组合服务选取方法	86
6.1 研究动机	87
6.2 问题模型与基本概念	89
6.2.1 问题模型	89
6.2.2 相关概念	90
6.2.3 并发阈值的设定	92
6.3 支持服务共享的 QoS 模型	93
6.4 支持共享的多目标优化选取算法	97
6.4.1 可行解的支配关系	97
6.4.2 多目标优化选取算法的求解过程	100
6.5 实验分析	103
6.5.1 MSCS 的性能分析	103
6.5.2 服务实例利用率分析	104
6.5.3 解的分布	105
6.6 本章小结	106
第7章 结 论	108
7.1 本书工作总结	108
7.2 下一步的研究工作	110
参考文献	111

第1章 引言

1.1 研究背景

SOA(面向服务的体系结构)是一种软件架构风格,它能够重用、组合具有松耦合特征的服务构建、维护、集成应用,以改进贯穿整个应用生命周期中的生产率以及成本^[1]。在SOA中,每个应用通常被设计为一个工作流和若干具体的服务。每个服务封装了一个应用组件的功能及信息资源,工作流定义了服务之间如何相互作用。SOA中的服务是指能够处理任务过程的动作的抽象概念,这些服务可以被描述、发现,而后由服务代理负责向请求者提供服务并给出结果。随着网络技术的迅速发展和互联网的普及,Web服务已经成为实现SOA技术的最佳途径之一^[2]。

1.1.1 Web服务与组合服务

Web服务是一种通过统一资源标识符(URI)识别的自治软件系统,它能够发布、定位并根据基于XML的标准(例如,SOAP, WSDL和UDDI)封装的消息进行访问并且跨互联网使用的软件应用^[3,4]。Web服务封装了应用程序的功能以及信息资源,并通过标准的编程接口进行调用。依据Web服务技术规范实施的应用之间可以方便地交换数据或者集成,无论这些应用使用的是何种语言、平台或协议。Web服务的出现为多个组织之间业务流程的集成提供了一个通用的机制,使分布式系统和软件集成技术进入了新的发展阶段,已经成为工业界和学术界备受关注的主题之一。

为实现互操作性,Web服务平台给出了一套标准的协议,用于沟通异构平台、不同编程语言构建的不同类型系统。这些协议^[5]如

① SOAP。它是用于交换 XML 编码信息的轻量级协议，并且可以运行在任何其他传输协议上（例如，HTTP、FTP、SMTP 等）。

③ UDDI。它是一种提供了基于 Web 服务的注册和发现机制的规范。UDDI 注册中心包含了通过程序手段可以访问到的针对企业和企业支持的服务所做的描述,以及对 Web 服务所支持的因行业而异的规范、分类法定义、标识系统的引用。

在实际应用中, 单个 Web 服务往往无法满足用户的需求。因此, 需要以特定的方式将若干个服务组合起来产生增值服务, 称为 Web 组合服务。组合服务是指根据特定的业务目标, 将多个服务按照其功能、语义及它们之间的逻辑关系组装起来, 提供具有增值功能服务的过程^[6]。一方面, 这样可以更充分地利用现有的 Web 服务资源; 另一方面, 也能加快系统的开发速度, 提高软件的开发效率。因此, Web 组合服务是服务计算中的一个核心问题, 也是解决复杂 Web 应用的一种有效方案。

随着服务计算技术的广泛应用,在网络中存在大量具有相同功能的 Web 服务,很多能够提供相似功能的服务具有不同的 QoS 属性。服务等级协议(SLA)定义了施加于组合服务端到端的 QoS 需求^[7],例如吞吐量、延时和成本(即服务的使用费用)。为了满足给定的 SLA,必须在适合的 QoS 等级中选取服务绑定到工作流中的抽象服务(在本书中,抽象服务与任务表示的是相同的概念,二者可以互换)。这种决策问题被称为 SLA 感知的服务组合问题,它是一个搜索抽象服务与具体服务实例之间最优绑定关系的组合优化问题。

2

些优化方案中, 服务提供者能够基于用户的喜好与优先级决定哪个方案能够使用在相应的应用中。例如, 某些用户喜好低成本的服务, 那么该组合服务执行实例具有较低的吞吐量; 另一些用户希望获得较高的吞吐量, 那么用户需要为此支付较高的费用。

组合服务选取方法可以分为单 SLA 与多 SLA 感知的选取方法。在单 SLA 感知的组合服务选取方法中, 一次只能为一个用户选取出组合服务执行实例。目前, 大多数研究都集中于满足单个 SLA。然而, 随着“云计算”的兴起, 部署在云环境下的组合服务系统需要为不同类别的用户服务。例如, 亚马逊的 EC2 提供了 8 个不同的部署计划, 通过为服务实例分配不同的资源, 使得每个计划都可以满足不同的 QoS 等级^[12]。因此在为 workflow 选取需要绑定的服务时, 不能仅仅考虑单个用户的 SLA, 还需要同时考虑多类用户的 SLA 需求。因此, 从组合服务满足用户类别的角度看, 可以将服务选取方法分为单 SLA 感知与多 SLA 感知的服务选取。

1.2 本书研究的问题与内容

1.2.1 支持关联情景的组合服务优化选取问题

在服务选取的场景中, 很多服务之间具有 QoS 关联关系, 使得某些服务在一起使用时效果较好, 进一步导致了某些任务(即抽象服务)之间也具有潜在的关联关系。例如, 在“旅行者计划”组合服务中, 会使用到预订机票与支付服务, 选择与航空公司具有合作伙伴关系的银行支付票款时, 可以获得打折优惠, 导致预订机票的任务与支付任务之间具有了潜在的关联关系。因此, 忽略任务之间的关联关系, 会消极地影响组合服务选取或重选取的效果。然而, 目前关于关联感知的组合服务优化选取依然存在很多问题。

首先, 目前很多研究都假定服务间的关联关系已经存在, 或者服务提供者已经在服务规范中声明了与之具有关联服务的关系。然而, 只有当某些服务提供者之间具有业务合作关系时, 服务提供者才会对与之具有 QoS 关联关系的服务作出清晰的声明。某些外部因素也可能导致一些服务在一起调用时, 具有比较好的效果。例如, 两个提供不同功能的 Web 服务同时托管于同一家服务器租赁商, 由

于它们处在同一个局域网内,使得二者之间交换消息的速度较快,同时调用这两个服务可以获得较快的响应时间。因此,外部因素或者服务部署的物理环境的制约也能够使一些服务之间存在质量关联关系。由于造成服务间关联关系的原因较为复杂,难以直接分析出哪些服务具有关联关系,因此影响了关联关系在服务选取中的应用。

其次,很多不同的应用可以通过具有关联关系的服务实现相似的功能性需求。例如,一个“旅行者计划”组合服务会预订机票并通过银行进行支付,另一个“安排会议行程”的组合服务也会预订机票到目的地开会。这两个应用之间存在着部分相同的功能性需求。现有的在关联情景下进行服务选取的研究仅仅引入了支持关联关系的 QoS 描述模型,或者给出了支持关联关系的组合服务选取方法,而忽略了如何将关联关系作为一种可重用的知识应用于其他具有类似功能的系统中。

再次,由于 Web 服务部署在高度动态的网络环境中,因此在实际的执行过程中,某些 Web 服务的 QoS 值可能会偏离预期。此时需要重新选取可执行、满足用户需求的服务,确保组合服务的正常执行。然而,在关联服务出现的情况下,存在着一种情况:某些已经完成任务与尚未完成任务之间具有关联关系。现有的算法几乎忽略了该问题。

最后,在多 SLA 感知的服务选取方法中,需要为一个应用部署多个工作流实例(即绑定了具体服务的工作流),每个工作流实例提供一个等级的 QoS。目前,研究多 SLA 感知的服务选取方法比较少,这些方法将一个应用中的多个工作流实例统一编码,并独立地搜索适合每个等级 SLA 的具体服务。然而,这些方法都没有采用关联 QoS 作为服务选取的基础,造成了其使用的 QoS 值往往不准确。除此之外,目前的研究还存在两个问题:第一,当服务空间中性能较高的服务为某一个等级的工作流实例占有时,与之具有相似功能的其他服务由于性能较低难以满足其他工作流实例的需求,造成了无法为该应用搜索到一个可行解;第二,由于单独地为每个工作流实例部署对应的具体服务,使得高性能的服务只能服务于一个等级的工作流实例,造成了服务使用效率的降低,进而浪费了计算资源。

综上所述,如何在组合服务选取过程中充分考虑以上情况,以提高服务选取方法的实际效果,是一个需要解决的问题。

1.2.2 本书主要研究内容

针对上述组合服务优化选取的问题,本书研究了一种基于服务关联模式的组合服务选取方法。该方法的大致思路可以描述为:首先,需要从组合服务以往的执行日志中提取出与服务之间的关联关系相关的知识模式;其次,为了将挖掘到的关联知识模式充分利用到组合服务的应用中,给出一个关联知识模式的选取方法,以选取能够实现用户需求的模式;最后,将提取的知识模式应用到组合服务优化选取中,以提高单SLA与多SLA感知的服务选取方法的效果。图1.1给出了实现上述研究思路的过程。如图所示,本书的主要研究内容如下。

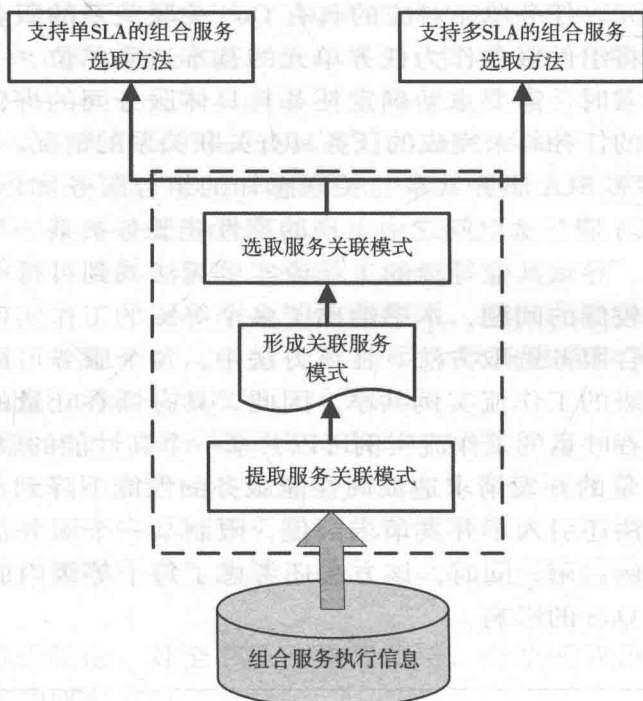


图 1.1 本书的研究体系

Fig. 1.1 The research architecture of this dissertation

① 服务关联模式的提取方法。该方法基于组合服务以往的执行信息,挖掘出具有 QoS 关联关系的 Web 服务,并根据服务调用事件日志,推理出组合服务的控制流程结构。最后,将具体服务间的关

联关系映射到抽象服务间的关联关系。关联抽象服务及其对应的 QoS 关联服务、组合服务的控制流程结构记录为服务关联模式。抽象服务与控制流程的设计反映了领域专家的相关知识。关联服务模式可以直接应用于其他的组合服务系统中。

② 服务关联模式的选取方法。该方法通过匹配关联抽象服务与用户的功能性需求,选出能够实现(或部分实现)用户需求的关联模式。选取出的服务关联模式包含的抽象服务及其对应的控制流程结构可以用于构建组合服务工作流程,它包含的具有 QoS 关联关系的 Web 服务可以用于组合服务的选取阶段。

③ 支持单 SLA 的关联感知的组合服务优化选取方法。该方法在 QoS 感知的服务选取算法中,将服务关联模式包含的抽象服务作为一个任务单元,任务单元对应的具有 QoS 关联关系的服务作为一个组件服务,将组件服务作为任务单元的基本选取单位。一旦某一个服务发生异常时,需要重新确定任务与具体服务间的绑定关系,特别是已完成的任务与未完成的任务具有关联关系的情况。

④ 支持多 SLA 服务共享与关联感知的组合服务优化选取方法。为解决多 SLA 服务选取问题中出现的高性能服务被某一等级的工作流实例占用,导致其他等级的工作流实例无法找到可行解以及计算资源利用率较低的问题,本书给出了多个等级的工作实例间可以共享服务的组合服务选取方法。在该方法中,每个服务可以被一个应用下多个等级的工作流实例共享。因此,具有低吞吐量的工作流实例以及中等吞吐量的工作流实例可以共享一个高性能的服务。此外,为了防止大量的并发请求造成高性能服务的性能下降到不可接受的程度,本方法还引入了并发请求阈值,限制某一个服务被过多等级的工作流实例占用。同时,该方法还考虑了每个等级内服务之间的关联关系对 QoS 的影响。

1.3 本书的组织结构

本书共分为七章。

第 1 章为引言,简述了组合服务和 Web 服务等研究背景,分析了当前组合服务选取所面临的实际问题。在此基础上引出了关联模式的提取过程、关联情景下单 SLA 与多 SLA 感知的组合服务优化选

取的问题,并给出了问题中所涉及的主要研究工作和本书的组织结构。

第2章对关联情境下组合服务优化选取问题中所涉及的关键技术进行了分析和总结。分别给出了Web组合服务、组合服务选取、Web服务模式提取等相关领域的研究现状,以和本书方法进行对比分析。

第3章首先给出了提取服务关联模式的研究动机,并给出了与服务关联模式相关的定义;其次,给出了服务关联模式的提取框架,简要叙述了服务关联模式的提取过程;再次,叙述了服务关联模式在组合服务中应用的过程;最后,提出了服务关联模式的选取算法,并给出了一个实例验证该方法。

第4章给出了提取服务关联模式的方法。首先,给出了具有QoS关联关系的服务的挖掘方法;其次,恢复了组合服务的控制流程结构;再次,基于映射规则提取出具有关联关系的抽象服务;最后,给出实验对提取服务关联模式的方法进行验证。

第5章描述了基于服务关联模式的组合服务动态选取方法。首先,给出了服务的关联QoS模型,并基于关联QoS模型给出了关联服务的QoS聚合函数;其次,给出了支持关联QoS模型的服务选取方法;再次,建立了Web服务的性能模型,根据环境状态预测Web服务的性能,并给出了关联情境下的组合服务重选取算法;最后,对服务选取方法的效果与效率进行了验证。

第6章给出了关联情境下支持多SLA间服务共享的组合服务选取方法。首先,以关联QoS为基础,给出了支持服务共享的QoS聚合函数;其次,估算了服务实例的并发请求阈值;再次,使用多目标遗传算法对该问题进行求解;最后,给出了实验验证该方法的有效性。

第7章为结论。对全书工作进行总结,介绍所取得的成果,并给出下一步的研究方向。

第2章 本书相关研究与相关技术

Web 服务是一种用来支持跨网络机器到机器间互相通信的软件组件。由于单个 Web 服务难以满足用户的复合需求,因此需要将已有的 Web 服务按照一定的业务逻辑(工作流)组合起来构成复杂的组合服务,从而满足用户的需求。SLA 是一个从客户角度出发,使用服务质量指标把服务提供者承诺的服务质量量化的服务等级协议^[13]。在满足用户的功能需求时,还需要满足来自 SLA 的质量约束和目标。从大量具有相同功能不同质量的服务中选取出具体的服务绑定工作流中的抽象服务,以满足给定的 SLA。这种决策问题被称为 SLA 感知的服务组合问题,它是一个搜索抽象服务与具体服务实例之间最优绑定关系的组合优化问题。

如何从备选服务集中选取满足用户约束的前提下具有最优质量的服务,一直是 Web 服务组合领域所关心的问题。为了有效地研究这一问题,本章将综述一些有关服务选取的相关技术,包括 Web 服务、Web 服务组合、Web 服务选取,以及 Web 服务挖掘技术等相关知识。

2.1 Web 服务

Web 服务是自描述、模块化、由 URL 标识的应用程序,是一种部署在 Web 上的对象,它采用基于 XML 和 Internet 的开放标准,支持基于 XML 的接口定义、发布和发现^[14]。Web 服务能够使运行在不同机器上的不同应用无须借助附加的第三方软、硬件,就可以交换数据或集成。支持 Web 服务规范的应用之间,可以交互数据,无论它们使用什么样的语言、平台或内部协议。Web 服务具有如下特

点^[15]。

① 松耦合。由于服务请求者通常使用消息来调用服务，服务提供者也通过消息进行响应，而非应用编程接口或文件格式。因此服务请求者无须了解服务提供者实现的具体技术细节，诸如编程语言、部署平台等。因此它们之间的绑定是松耦合的。

② 良好的封装性。从外部使用者的角度来看，Web 服务是一种部署在互联网上的对象或者组件。其只开放接口与服务描述，而隐藏了具体实现细节。

③ 使用标准协议规范。Web 服务使用基于 XML 的标准来描述、发布、发现、协调和配置应用程序，并使用互联网的标准协议（例如，HTTP）进行通信。

面向服务的体系结构由 3 个参与者和 3 个基本操作构成^[16]。3 个参与者分别是服务提供者(Service Provider)、服务请求者(Service Requester)和服务代理者(Service Registry); 3 个基本操作分别为发布(Publish)服务描述、查找(Find)服务描述和基于服务描述绑定(Bind)或调用(invoke)服务^[17]。图 2.1 展示了 SOA 中参与者间的协作, 并描述了 SOA 中角色和操作之间的关系。服务提供者将服务发布到服务代理的目录上(通常是 UDDI); 当服务请求者需要调用该服务时, 它首先利用服务代理提供的目录去搜索该服务, 得到如何调用该服务的信息; 然后根据这些信息去调用服务提供者发布的服务。当服务请求者得到调用所需服务的信息之后, 通信是在服务请求者和服务提供者之间直接进行的, 而无须经过服务代理。

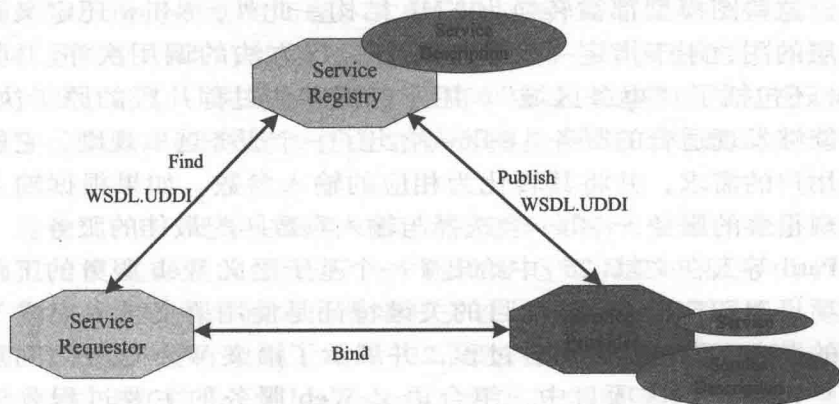


图 2.1 面向服务的体系结构

Fig. 2. 1 Service Oriented Architecture