

 电子服务优秀专（译）著系列丛书

服务计算与技术

Service Computing and Service Technology

吴朝晖 邓水光 吴 健 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

微群 (11月) 目录群委计组

电子服务优秀专(译)著系列丛书

服务计算与技术

吴朝晖 邓水光 吴 健 著

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健

吴朝晖

邓水光

吴 健



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

服务计算与技术 / 吴朝晖等著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2009. 5

(电子服务优秀专(译)著系列丛书)

ISBN 978-7-308-06505-4

I. 服… II. 吴… III. 计算技术—应用—服务业—研究
IV. F719

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 212808 号

服务计算与技术

吴朝晖 邓水光

丛书策划 希 言 许佳颖

责任编辑 许佳颖 金更达

封面设计 陈 辉

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 杭州余杭人民印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 16.75

字 数 357 千

版 印 次 2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-06505-4

定 价 45.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

电子服务优秀专(译)著系列丛书编委会

顾问

曹健林 科技部副部长

廖晓琪 商务部副部长

主任

潘云鹤 中国工程院副院长

副主任

王新培 商务部信息化司司长

杨威武 科技部高新技术发展及产业司副司长

吴朝晖 浙江大学副校长

宋玲 中国电子商务协会理事长

高新民 中国互联网协会常务副理事长

柴跃挺 科技部现代服务业专家组副组长

李开复 Google 全球副总裁、大中华区总裁

叶天正 IBM 大中华区首席技术官

陈德人 浙江大学电子服务研究中心主任

委员

陈培 科技部现代服务业专家组责任专家

吴燕 教育部高教司财经政法管理处处长

刘兵 科技部高新技术发展及产业司信息处处长

石伟光 商务部信息化司电子商务处处长

刘英 教育部高教司远程与继续教育处处长

张树武 中国科学院自动化研究所研究员

龚炳铮 工业与信息化部计算机应用研究所研究员

李琪 西安交通大学经济与金融学院副院长

吕廷杰 北京邮电大学管理与经济学院院长

陈进 对外经济贸易大学信息学院院长

周 杰	清华大学现代服务科学与技术研究中心主任
童 缙	北京大学软件与微电子学院电子服务系主任
徐晓飞	哈尔滨工业大学计算机学院院长
范秀成	复旦大学服务营销与服务管理研究中心主任
吴晓波	浙江大学管理学院副院长
张 宁	北京大学电子商务实验室主任
覃 征	清华大学软件工程与管理研究所所长
刘 军	北京交通大学运输学院院长
孙宝文	中央财经大学科研处处长
汤兵勇	东华大学经济控制研究所所长
金雪军	浙江大学经济学院副院长
杭诚方	北京大学深圳研究生院信息工程学院副院长
梁春晓	阿里巴巴研究院资深研究员
杨冰之	北京国脉互联信息顾问公司首席研究员

序

电子服务是在全球经济向服务型转化,我国加快发展现代服务业大背景下产生的新兴交叉学科。在《国家中长期科技发展规划纲要(2006—2020)》中,国家对现代服务业的发展给予了高度重视,专门设立了“信息产业与现代服务业”领域,并把“现代服务业信息支撑技术及大型软件”作为优先主题;科技部进而设立了“现代服务业共性技术支撑体系与应用示范工程”重大专项,并从2006年开始正式实施。特别是自2007年3月国务院发布《国务院关于加快发展服务业的若干意见》以来,各地加快了促进现代服务业发展的政策制订和人才培养工作,电子商务、电子政务、电子金融、现代物流、数字教育、电子医疗等现代服务业发展日新月异。

近几年,我国高校在为现代服务业培养复合型人才方面进行了积极的探索,北京大学2005年第一个成立了电子服务系,清华大学2006年首先建立了现代服务科学与技术研究中心,浙江大学则在2006年底率先设立了电子服务博士点和硕士点,2007年由国务院学位办审核批准并于2008年正式开始招生。2007年7月,浙江大学联合计算机、管理、经济等学科的教授组建了浙江大学电子服务研究中心,以期充分发挥重点大学学科齐全、交叉研究的优势,通过复合型学科团队联合参与国家现代服务业科技攻关,逐步形成交叉型的高层次人才培养体系。这种将现代服务科学理论知识、计算机应用与服务工程技术、现代管理与电子事务能力等综合交叉的人才培养模式,将大大推进国内电子服务学科建设和科学研究的深入,进而推动我国的服务经济健康发展。

《电子服务优秀专(译)著系列丛书》是在教育部高教司、科技部高新技术司、商务部信息化司、中国互联网协会、中国电子商务协会电子服务专家委员会、教育部高等学校电子商务专业教学指导委员会、浙江大学电子服务研究中心等单位的大力支持和指导下组织推出的。

丛书从整体上把握了现代服务领域电子服务的发展范畴,既包括电子服务的支撑技术,也包括电子服务在行业领域中的应用,融合了国内外在电子服务学科的研究成果和最新动态。我相信,系列丛书的出版不仅将填补国内电子服务专业书籍的空白,也会有力地促进交叉学科的发展,促进高校教学科研与服务产业的融合。

衷心祝愿丛书出版获得成功!

潘云鹤

2008年1月18日

前 言

近年来,Web 服务技术的不断应用与发展,特别是面向服务的体系架构(Service Oriented Architecture, SOA)的成熟与推广,使得面向服务的计算(Service Oriented Computing, SOC)(简称服务计算)逐步发展成为一门新兴的计算学科,并得到了学术界和工业界的广泛关注。

在学术界,美国电子电器工程师协会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)成立了服务计算技术委员会,并从 2004 年开始每年组织多个以服务计算和技术为专题的国际会议,如 International Conference on Service-Oriented Computing (ICSOC), IEEE International Conference on Service Computing(SCC), IEEE International Conference on Web Service(ICWS)等。同时,各大学术组织和研究机构创办了多个期刊,如 *IEEE Transactions on Services Computing*、*International Journal of Web Services Research*、*Service Oriented Computing and Applications* 等。

在工业界,一大批软件巨头企业,如 Microsoft、IBM、HP、BEA、Oracle、SAP 等都已经纷纷把服务计算技术及其支撑平台软件作为必争的战略目标,并不断推出相关产品,旨在服务计算的中间件平台软件市场中先拔头筹,占据一席之地。与此同时,为了推动服务计算技术的应用,业界标准化组织,如万维网联盟(World Wide Web Consortium, W3C)和结构化信息标准促进组织(Organization for the Advancement of Structured Information Standards, OASIS)都纷纷成立相关工作组和技术委员会,制订一系列重要的技术标准和规范。

服务计算的核心思想是以服务为基本单位,通过服务重用和快速组合构建随需应变的松耦合分布式应用系统。它代表了分布式计算和软件开发的最新发展方向,将引领软件行业的新一轮发展浪潮,并将带来软件产业的又一次重大革命。服务计算核心思想的实现建立在一整套技术体系之上,即服务计算技术体系。该技术体系为服务计算解决动态、多变、复杂的互联网环境下的系统设计、软件开发、应用整合、业务集成等问题提供了相应的解决方案。服务计算技术体系涵盖了服务建模、服务描述、服务开发、服务实现、服

务管理、服务发现、服务组合、服务协作、服务流程、服务执行、服务监控和企业服务总线等技术。

目前,服务计算及其相关技术应用于多个领域,如电子政务、电子商务、电信等行业。现代服务业作为服务计算的重要应用领域,已被列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》重点发展产业,纲要设立了信息产业与现代服务业领域,并明确指出要大力发展现代服务业,要运用现代经营方式和信息技术改造提升传统服务业,提高服务业的比重和水平。为推动我国现代服务业的发展,我国科技部开展了国家“十一五”科技支撑计划重大项目“现代服务业共性技术支撑体系与应用示范工程”。该项目共组织实施现代服务业服务基础技术研究、现代服务业共性服务集成化技术研究等多个课题。服务计算为解决现代服务业中各行业应用的快速设计、开发、部署、运行、整合和管理提供了一系列重要技术、方法、工具、软件和支撑平台。

本书从服务计算的起源、概念、技术体系和国内外发展现状出发,结合浙江大学中间件技术工程研究中心多年的研究成果,全面介绍了服务计算的基础概念、科学问题、关键技术和方法、重要工具与支撑平台,旨在为服务计算技术的开发、应用与推广提供参考。本书得到了国家科技支撑计划“现代服务业共性技术支撑体系与应用示范工程”重大项目“现代服务业服务基础技术研究”(2006BAH02A01)、国家自然科学基金(60703042、60803004、60873224 和 60873045)和 863 计划(2006AA01Z171、2007AA01Z124、2008AA01Z141 和 2009AA01Z121)等项目的资助。

本书的完成得到了很多热心朋友的帮助和支持,浙江大学中间件技术工程研究中心的老师和同学多年的研究和开发工作为本书的撰写奠定了良好的基础。尹建伟教授、李莹副教授对全书的内容和结构提出了诸多建设性意见和建议;陈韩玮、殷昱煜、宋仲恺、王家忙、来瑾颖、叶斌等同学参与了本书第2、3、8、9、10、11、12等章节的撰写工作。此外,在本书编著的过程中,作者参考了国内外同行的相关文献资料。在此,我们一并致以衷心的感谢。

鉴于我们的水平和经验有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者给予批评指正。

作者

2009年3月于求是园

目 录

1 绪 论	1
1.1 服务计算概述	1
1.1.1 服务计算的起源	1
1.1.2 服务计算的概念	3
1.2 服务计算技术体系	4
1.2.1 服务资源层	4
1.2.2 服务汇聚层	5
1.2.3 服务应用层	5
1.2.4 服务系统层	6
1.3 服务计算发展现状	7
1.3.1 工业界	7
1.3.2 学术界	8
1.4 服务计算应用——现代服务业	9
1.5 本书组织结构	10
参考文献	11
2 Web 服务技术基础	12
2.1 Web 服务概述	12
2.2 Web 服务基础标准	13
2.2.1 SOAP	14
2.2.2 WSDL	16
2.2.3 UDDI	18
2.3 Web 服务安全	20
2.3.1 WS-Security	20

2.3.2	WS-Policy	22
2.3.3	WS-Trust	23
2.4	Web 服务事务	24
2.4.1	WS-Coordination	24
2.4.2	WS-AtomicTransaction	25
2.4.3	WS-BusinessActivity	26
2.5	语义 Web 服务	26
2.5.1	OWL-S	26
2.5.2	WSMO-WSML	27
2.5.3	SWSO/SWSL	27
2.5.4	WSDL-S	28
2.6	本章小结	28
	参考文献	28
3	面向服务的体系架构	30
3.1	面向服务的体系架构概述	30
3.2	面向服务的体系架构的参考模型	31
3.2.1	参考模型概念	31
3.2.2	面向服务体系架构参考模型的七要素	32
3.3	面向服务体系架构的服务组件模型	36
3.3.1	SCA 概念	36
3.3.2	组装模型	37
3.3.3	策略框架	45
3.4	面向服务体系架构的服务数据对象	46
3.4.1	SDO 概念	46
3.4.2	SDO 架构	46
3.5	支持面向服务的体系架构的中间件平台	47
3.5.1	国外产品介绍	47
3.5.2	国内产品介绍	48
3.6	本章小结	49
	参考文献	50
4	服务发现	51
4.1	服务发现概述	51

4.2	基于本体论和词汇语义相似度的服务发现	52
4.2.1	Web 服务本体	52
4.2.2	Web 服务相似度	53
4.2.3	词汇语义相似度	54
4.2.4	仿真实验与结果分析	57
4.3	基于接口依赖的服务发现	59
4.3.1	Web 服务注册模型	60
4.3.2	基于二分图匹配的 Web 服务发现	62
4.3.3	仿真实验与结果分析	69
4.4	基于倒排索引的面向组合的服务发现	71
4.4.1	倒排索引	72
4.4.2	面向组合的服务发现	74
4.4.3	仿真实验与结果分析	78
4.5	本章小结	80
	参考文献	81
5	服务组合	82
5.1	服务组合概述	82
5.2	服务与规则	84
5.3	回溯树与完备回溯树	85
5.3.1	回溯树及其性质	85
5.3.2	完备回溯树及其性质	88
5.4	基于回溯树的自动服务组合	89
5.4.1	回溯树的自动生成	90
5.4.2	生成路径的选取	92
5.4.3	生成路径的合成	93
5.4.4	自动服务组合示例	95
5.5	仿真实验与结果分析	96
5.5.1	仿真实验准备	96
5.5.2	不同规模的规则库	96
5.5.3	相同规模而具有不同对象数量的规则库	98
5.6	本章小结	99
	参考文献	99

6 服务验证	101
6.1 服务验证概述	101
6.2 基本定义	103
6.2.1 服务视图	103
6.2.2 行为兼容	105
6.3 行为兼容性的自动判定与计算	107
6.3.1 π 演算基本语法	107
6.3.2 服务行为及其交互的 π 演算表达	108
6.3.3 服务行为兼容性的自动定性判定	109
6.3.4 服务行为兼容性的自动定量计算	112
6.4 应用分析	114
6.5 本章小结	115
参考文献	115
7 钱塘中间件平台概述	117
7.1 平台背景	117
7.2 平台体系架构	118
7.2.1 基础应用服务器	118
7.2.2 服务计算组件库	119
7.2.3 集成开发环境	121
7.2.4 集成化管理控制台	121
7.3 本章小结	121
参考文献	122
8 钱塘服务构件开发环境	123
8.1 构件开发概述	123
8.2 钱塘服务构件开发环境体系结构	124
8.3 模型驱动的服务构件开发	125
8.3.1 模型驱动架构	125
8.3.2 基于 Cartridge 的模型转换技术	126
8.3.3 基于模型驱动的服务构件开发工具	127
8.4 服务构件组装	128
8.4.1 服务构件黑盒组装	129

8.4.2	服务构件灰盒组装	131
8.5	服务构件库	134
8.5.1	服务构件的语义描述	134
8.5.2	服务构件库管理	139
8.6	本章小结	141
	参考文献	141
9	钱塘服务社区	142
9.1	服务社区概述	142
9.2	钱塘服务社区体系结构	143
9.3	服务注册	144
9.3.1	服务基本属性注册	144
9.3.2	服务质量属性注册	145
9.3.3	服务语义信息标注	146
9.3.4	基于 Eclipse 插件开发的服务注册模块	147
9.4	服务分类	149
9.4.1	分类概述	149
9.4.2	基于服务内容的自动分类技术	152
9.5	服务发现	153
9.5.1	服务信息关键字搜索	153
9.5.2	基于 WSDL 内容的服务搜索	154
9.5.3	语义搜索系统	154
9.6	服务图形化展示	158
9.6.1	图形化展示方法	158
9.6.2	服务社区图形化展示	160
9.7	本章小结	163
	参考文献	164
10	钱塘分布式企业服务总线	165
10.1	企业服务总线概述	165
10.2	JTangSynergy 体系结构	167
10.2.1	Synergy 容器	168
10.2.2	服务组件	168
10.2.3	服务集合	170

10.3	基于内容路由的消息交换方法	170
10.3.1	消息交换	170
10.3.2	消息交换的实现	171
10.4	组件和服务生命周期管理方法	174
10.4.1	组件的管理	174
10.4.2	服务的管理	175
10.5	分布式节点可靠性维护方法	176
10.5.1	代理框架的应用	177
10.5.2	可扩展事件机制	178
10.5.3	分布式节点可靠性维护	178
10.5.4	维护方法的实现	179
10.6	企业服务总线中的业务建模	185
10.6.1	BPEL 引擎	185
10.6.2	JavaEE 引擎	187
10.6.3	XSLT 引擎	190
10.6.4	HTTP/SOAP 绑定组件	191
10.6.5	文件适配器	193
10.6.6	数据库适配器	194
10.7	本章小结	195
	参考文献	196
11	钱塘 workflow 管理系统	197
11.1	工作流概述	197
11.2	钱塘工作流体系结构	198
11.3	服务流程定义语言 SFDL	200
11.3.1	Process	201
11.3.2	Data	204
11.3.3	Activity	205
11.3.4	Transition	208
11.3.5	Aplication	208
11.4	工作流可视化定制器	208
11.4.1	定制器系统架构	210
11.4.2	人员组织管理	210
11.4.3	工程管理	213

11.5	workflow 执行引擎	214
11.5.1	引擎体系架构	214
11.5.2	引擎数据库设计	215
11.5.3	引擎核心模块	215
11.5.4	引擎路由机制	219
11.5.5	服务执行	223
11.6	workflow 监控器	224
11.7	本章小结	225
	参考文献	226
12	现代服务业应用—义乌全球网	227
12.1	应用概述	227
12.1.1	现代服务业	227
12.1.2	电子商务网	227
12.2	系统体系架构	229
12.3	数据集成	233
12.3.1	商务数据集成	233
12.3.2	DartGrid 平台	233
12.3.3	远程异构商务数据集成	235
12.4	负载均衡	237
12.4.1	分布式海量存储系统的负载均衡	237
12.4.2	缓存预取技术	239
12.5	协同商务环境	241
12.5.1	视频会议系统功能	242
12.5.2	支持智能切换的网络适配层技术	243
12.6	跨媒体搜索	244
12.6.1	标签系统	244
12.6.2	跨媒体标签搜索算法	245
12.6.3	效果展示	246
12.7	卫星通信	248
12.7.1	卫星通信平台和示范应用的连通	248
12.7.2	卫星通信平台在示范应用中的使用	248
12.8	本章小结	249
	参考文献	249



绪 论

纵观软件产业的发展历史,我们不难看出,每一种新的软件开发技术和设计思想的出现都触发了软件产业的一次重大变革。20 世纪 60 年代,面向对象技术的出现是对结构化程序设计与分析的一场实质性革命,它极大地减少了软件开发的繁杂性,提高了软件开发的效率;80 年代,软件构件技术的蓬勃发展则揭开了软件开发由作坊式生产向工业化生产转变的序幕,它从根本上改变了传统的软件生产方式,将软件产业带入了前所未有的高速发展轨道。如今,以服务为基本元素,以 SOA 为指导原则,以服务重用和服务组合为软件设计方法的 SOC 作为当前分布式计算的最新发展方向,正无可争议地引领着软件产业的新一轮发展浪潮。本章重点阐述服务计算的起源、概念、技术体系和发展现状等。

1.1 服务计算概述

随着计算机和网络技术的发展,现代企业正步入企业形态不断变化、企业外延不断扩展、企业环境不断变迁、企业业务不断调整的时代。传统的以一次开发、持续使用为特征的软件开发理念和开发方法日显陈腐和落伍。如何解决企业应用系统“按需应变”的问题是当今软件产业的焦点问题,也是制约软件产业再次腾飞的症结所在,服务计算技术正是为解决这一问题而提出来的一种新的计算方式。

1.1.1 服务计算的起源

服务计算从概念被首次提出,到不断吸引研究者和业界巨头公司的关注并视其为分布式计算的最新发展方向,再到被确立为一门独立的计算学科,前后仅仅经历了短短三年时间。服务计算的概念最早可追溯到 2002 年 6 月的国际互联网计算会议(International Conference on Internet Computing)。此次会议的 Web 服务计算(Web Service Computing)专题讨论首次将服务与计算结合起来,强调 Web 服务(Web Service)在分布式计算和动态业务集成中的重要作用。这得到了与会专家和学者的广泛认同,为之后服务计算的推广奠定了基础。2003