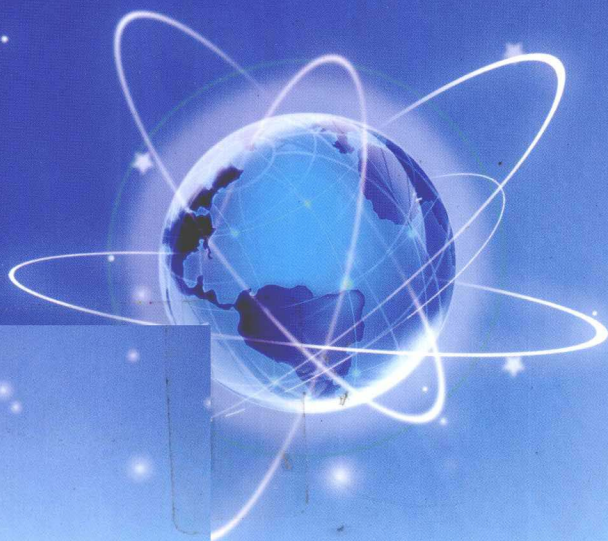


地理信息服务质量的理论与方法

■ 吴华意 章汉武 桂志鹏 沈盛彧 著

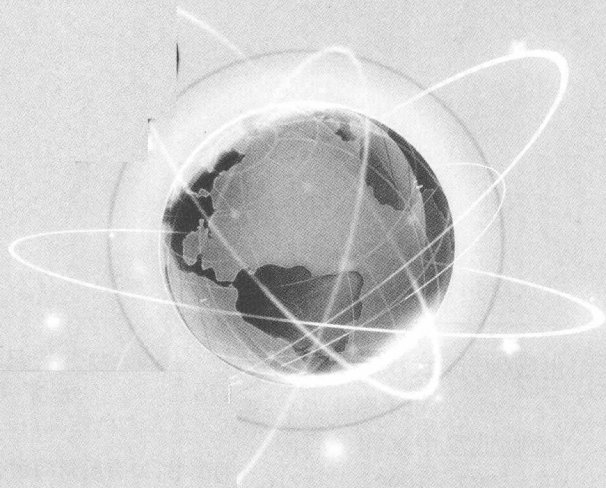


WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

地理信息服务质量的理论与方法

■ 吴华意 章汉武 桂志鹏 沈盛斌 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理信息服务质量的理论与方法/吴华意,章汉武,桂志鹏,沈盛彧著.
—武汉:武汉大学出版社,2011.3
ISBN 978-7-307-08397-4

I. 地… II. ①吴… ②章… ③桂… ④沈… III. 地理信息系统
IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 257334 号

责任编辑:黄汉平 责任校对:黄添生 版式设计:王 晨

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:武汉中远印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:361千字 插页:1

版次:2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷

ISBN 978-7-307-08397-4/P·178 定价:40.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

序 言

学科的交叉发展总是在学科间寻找融合的突破口，在技术、需求和成本之间寻找最佳的结合点。20 世纪 90 年代，美国国家地理信息分析中心(NCGIA)提出了十四个优先研究领域，2002 年美国大学地理信息系统联合会(UCGIS)提出了十大主要领域，虽然两类优先研究领域有很大的差异，但是，地理数据的质量却都是其中的研究主题之一。倏然回首，十几年过去了，信息技术的发展日新月异，数据的获取能力大大加强，数据的积累惊人，数据的质量也大大提高。

网络的发展更是改变了人们生活的方式，政府部门、企业和公众对地理信息的需求和方式改变了，并还在继续改变着。2005 年 6 月，被誉为“网格之父”的美国阿贡国家实验室的 Ian Foster 教授在 *Nature* 上提出了“基于服务的科学”(service-oriented science)的概念，基于服务的架构(Service-oriented Architecture, SOA)使得过去只有专家才能拿到的数据变成任何人都可以方便地获取，过去人工数据处理和分析的工作如今可以通过远程服务的方式自动而廉价地实现。

地理信息科学也在同步发展，过去几年的最大趋势之一就是 Internet 的普及使得地理信息可以为公众随时随地获得和应用。虽然通过网络使用地理信息的已经相当普及，但是地理信息的处理、模型和知识的网络共享问题成为研究的热点。相应地，质量问题的重心在转移，数据质量的问题演进为更广泛意义上的地理信息服务质量的问题。本书作者较早地开始关注这个问题，他们在地理信息技术的背后寻找科学的问题，并且从更广阔的学科背景中寻找解决方案。

本书为我们呈现了一幅美好的未来景象：地理信息服务的资源将极大地丰富，形成地理信息服务的竞争市场，就如同目前地理信息系统软件的竞争格局；所有地理信息服务都通过网络进行，这些服务可以很方便、快速地找到，通过地理信息服务质量监控、评价与认证，地理信息服务的在线实时组合成为通用的地理信息增值服务方式，大量现有的各种地理综合分析模型可以通过网络服务得到，用户根据价格和质量的比较，和服务提供商在线协商和交易。

地理信息科学的持续发展需要不断开辟新的思维和新的研究领域，祝我们年轻的学者能够在嘈杂的环境中，找到科学的宁静，百尺竿头，更进一步！

李德仁

2010 年 10 月 30 日

前言

2003年,本书作者之一吴华意还在加拿大约克大学做网络三维地理信息系统的研究。在当时开发一个三维网络地理信息系统的过程中,项目组在设计数据结构、网络传输协议和客户端渲染策略等方面做了精心的研究,虽然开发的软件成为加拿大高科技公司 GeoTango 的产品,并且最后产品连同公司一起被微软收购,但是,有个问题却一直萦绕在吴华意的脑海,“难道一个个网络三维地理信息系统,都需要这么费劲地开发吗?”在这些系统的后面,或者在更广泛的学科、技术背景中,有没有共性的应用基础问题?

带着这些问题,吴华意在武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室组织了研究小组开始地理信息服务质量的理论与方法研究。开始的研究是零碎的、局部的和朴素的,但是随着研究的深入,大家认识到,网络化的大趋势既是技术发展的必然,也是需求演进的结果。在地理信息领域,表现为地理信息系统的发展必然会过渡到以标准的地理信息服务为中心的大网络时代,其中地理信息服务质量将是这个时代的基础。基于这样的认识,在教育部新世纪优秀人才项目、863 项目和国家自然科学基金项目的支持下,研究组的人员系统地开展了这个方向的研究,提出了地理信息服务质量的概念、参考模型、要素模型和体系结构等,对地理信息服务质量的传播、优化、控制进行建模、分析和模拟,设计并开发了相关的原型系统软件,初步对网络地图服务的资源进行搜索、建库、监测和评价,获得了丰硕的成果,再对这些成果进行系统整理,形成本书。

本书共分 10 章。第 1 章绪论,由吴华意和章汉武执笔,从地理信息的网络化趋势提出地理信息服务质量的研究课题;第 2 章地理信息服务质量,由吴华意、章汉武和桂志鹏执笔,综述质量、服务、Web 服务、地理信息服务质量等的研究前沿;第 3 章地理信息服务质量的参考模型,由章汉武、桂志鹏和吴华意执笔,给出地理信息服务质量的术语和概念体系;第 4 章地理信息服务质量的要素模型,由吴华意、章汉武和沈盛或执笔,探讨如何构造度量地理信息服务质量的指标体系;第 5 章支持地理信息服务质量的体系结构,由沈盛或和章汉武执笔,提出描述地理信息服务质量的方法和支持地理信息服务质量的地理信息服务发布、注册、查找、绑定的方法;第 6 章地理信息服务质量的评价,由桂志鹏、刘伟和沈盛或执笔,介绍了地理信息服务质量的简单线性加权法、模糊综合评价方法、逼近理想解排序法和灰色关联度综合评价方法;第 7 章地理信息服务质量的传播,由桂志鹏和沈盛或执笔,提出如何从基本地理信息服务的质量来计算地理信息服务链的质量;第 8 章地理信息服务质量的优化与控制,由桂志鹏和吴华意执笔,

研究如何构造、选择或者绑定到一组地理信息服务,使得集成的地理信息服务链的质量最佳;第9章地理信息服务质量监测、评估和应用,由沈盛或、吴华意和刘志佳执笔,介绍开发的原型系统;第10章地理信息服务质量的研究展望,由吴华意执笔。本书还给出了三个附录,分别是地理信息服务质量的元数据 XML Schema、扩展的 WFS 1.1.0 能力文档 XML Schema 和能力文档与 ebRIM 匹配关系。本书后面列出书中引用到的 300 多篇参考文献,可以为地理信息服务质量的研究提供更多的参考资料。全书由吴华意审阅统稿。

地理信息服务质量的研究属于地理信息服务的应用基础研究,目前还属于研究的开始阶段,我们热忱希望有更多的研究人员加入进来。本书作为该研究的阶段性总结,可以作为相关领域的教学与科研人员的参考书。

在地理信息服务质量的研究和本书的写作过程中,我们得到了各个方面的帮助。武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验的学术委员会主任李德仁院士对本小组的研究和本书的出版给予了长期的积极鼓励,并为本书作序。实验室的主任、长江学者龚健雅教授在本书的写作和修改过程中,提出了许多建设性的意见。作者有幸和美国乔治·梅森大学的狄黎平教授、David Wong 教授和杨超伟副教授,中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室周成虎研究员,美国密西根大学的李斌教授,香港理工大学的李志林教授,武汉大学研究室的朱欣焰教授、王伟教授、王艳东教授、陈能成教授、高文秀副教授就地理信息服务和质量的研究有很多交流,他们给予了我们很多有益的启示,和他们的交流开阔了我们的视野,作者对他们表示衷心感谢!

在研究小组的活动中,我们几乎每周都组织讨论,这些年在一起讨论学习的小组其他成员,也经常为地理信息服务质量的研究提出自己的想法,甚至直接对本书的完成有部分贡献,他们是陈玉敏、刘华、李佩川、刘志佳、刘伟、李慧、张磊、刘哲、邓晓光、何正伟等,我们对他们的工作表示十分的感谢!

感谢国家科技部对地观测 863 计划、国家基金委、教育部新世纪优秀人才计划对我们研究的支持。感谢武汉大学、武汉大学科学技术发展研究院、测绘遥感信息工程国家重点实验室和武汉大学出版社,他们为课题的研究和本书的出版提供了便利的条件。

作者还要感谢家人和朋友,他们对作者的支持和理解,是本书完成的最大动力。

本书的工作是在参考了大量的国内外同行研究成果的基础上完成的,我们感到在研究的道路上并不孤独,在此,我们对相关的作者表示感谢。

本书涉及的知识范围广,书稿中难免存在疏漏之处,恳请读者不吝批评指正。

吴华意 章汉武 桂志鹏 沈盛或

2010 年 10 月 28 日

目 录

56	要素量度	2.3
58	对待水平卷照	3.3
62	服务交付与支付卷照	3.3
62	结论	3.3
22	要素量度的量度卷照信息前取照	章1第
22	要素量度的量度卷照信息前取照	1.4
第1章	绪论	1
58	1.1 地理信息系统的网络化趋势	1
04	1.2 面向服务的体系结构(SOA)与 Web Services 技术	2
54	1.3 地理信息领域的标准化和服务化	5
54	1.4 地理信息领域质量问题的进化和演变	7
64	1.5 地理信息服务质量的研究内容	9
第2章	地理信息服务质量	13
84	2.1 质量	13
84	2.2 服务	15
12	2.3 服务质量	15
	2.4 Web Services 服务质量研究	17
52	2.4.1 服务质量参考模型与框架的研究	18
52	2.4.2 服务质量要素(属性、维度)的研究	20
62	2.4.3 支持服务质量的注册与发现模型	21
62	2.4.4 服务组合上下文环境下的服务质量问题	22
62	2.4.5 服务水平协商与商业交互模型	22
52	2.5 地理信息服务质量	22
62	2.6 小结	24
第3章	地理信息服务质量的参考模型	25
	3.1 概述	25
82	3.2 服务实体	26
15	3.3 服务描述	27
	3.4 角色	27
15	3.4.1 需求分析、设计与开发阶段	29
55	3.4.2 服务发布与发现阶段	29
	3.4.3 服务协商与绑定阶段	31
05	3.4.4 服务运行及管理阶段	31

3.5	质量要素	32
3.6	服务水平协议	33
3.7	服务执行及上下文环境	34
3.8	小结	34
第4章	地理信息服务质量的要素模型	35
4.1	建立地理信息服务质量要素模型的原则	35
4.2	地理信息服务质量要素模型	36
4.2.1	度量指标含义	37
4.2.2	服务实体质量要素模型	40
4.3	服务执行质量要素	42
4.3.1	质量树	42
4.3.2	常见服务执行质量要素的度量指标	45
4.4	扩展通用地理信息服务质量要素模型	46
4.5	地理信息服务质量要素模型实例——WMS 服务质量要素	48
4.5.1	WMS 简要介绍	48
4.5.2	WMS 质量要素模型	48
4.6	小结	51
第5章	支持地理信息服务质量的体系结构	52
5.1	支持地理信息服务质量的 OWS 框架(Q-OWS)	52
5.1.1	基本层	53
5.1.2	组合层	54
5.1.3	管理层	55
5.2	支持地理信息服务质量的地理信息服务描述	57
5.2.1	基于 WSDL 的服务质量描述	59
5.2.2	基于能力文档的服务质量扩展	64
5.3	支持地理信息服务质量的地理信息注册服务	68
5.3.1	构建支持地理信息服务质量的地理信息注册服务的原则	68
5.3.2	ebRIM 注册器	71
5.3.3	基于 ebRIM 扩展支持地理信息服务质量的元数据注册、查找、发现	73
5.4	小结	77
第6章	地理信息服务质量的评价	79

6.1	地理信息服务质量评价流程	79
6.1.1	确定评价对象	79
6.1.2	确定评价指标体系	80
6.1.3	构造初始评价矩阵	80
6.1.4	规范化评价矩阵	81
6.1.5	确定评价指标权重	82
6.1.6	选取综合评价模型并进行评价	82
6.1.7	根据综合评价结果进行优劣排序	82
6.2	地理信息服务质量要素权重的确定方法	82
6.2.1	传统的权重确定方法	83
6.2.2	层次分析法	84
6.3	简单线性加权法	90
6.3.1	基本原理	90
6.3.2	评价流程	90
6.4	模糊综合评价方法	93
6.4.1	基本原理	93
6.4.2	评价步骤	93
6.5	逼近理想解排序法	95
6.5.1	基本原理	95
6.5.2	评价步骤	95
6.6	灰色关联度综合评价方法	97
6.6.1	灰色系统	97
6.6.2	灰色关联分析模型	97
6.6.3	邓氏关联度	97
6.6.4	评价步骤	98
6.7	小结	99
第7章	地理信息服务质量的传播	100
7.1	服务链与传播模型综述	100
7.1.1	相关概念	100
7.1.2	传播模型综述	101
7.2	层次聚合模型与图式聚合模型	103
7.2.1	通用 Web 质量要素与基本假设	103
7.2.2	workflow 模式	104
7.2.3	层次聚合模型	106
7.2.4	图式聚合模型	110

057	7.2.5 层次聚合模型与图式聚合模型比较	114
057	7.3 基于概率的不确定值传播模型	115
058	7.3.1 背景	115
058	7.3.2 模型定义	117
118	7.3.3 模拟实验	125
528	7.4 地理信息服务链元模型与服务质量传播模型	135
528	7.4.1 地理信息服务链元模型 DDBASCM	135
528	7.4.2 地理信息成果质量要素及其传播模型	139
528	7.5 小结	141
528	第8章 地理信息服务质量的优化与控制	142
052	8.1 基于服务质量的服务链优化方法综述	142
054	8.1.1 相关概念	143
052	8.1.2 优化方法综述	144
559	8.2 最优化求解方法	145
559	8.2.1 穷举法寻优	145
559	8.2.2 基于线性规划的最优化方法	148
559	8.2.3 模拟实验	155
559	8.3 近似最优化算法	167
559	8.3.1 遗传算法	167
559	8.3.2 启发式算法	174
559	8.4 动态规划方法	179
559	8.4.1 背景及基本原理	179
559	8.4.2 基于马尔可夫决策过程的服务链优化	182
559	8.5 多任务规划与应急响应模式	185
559	8.5.1 资源竞争模式下的多任务规划	185
559	8.5.2 应急渐进优化模式	186
559	8.5.3 支持服务质量的服务链建模与执行环境	187
559	8.6 小结	189
559	第9章 地理信息服务质量的监测、评估与应用平台	191
559	9.1 平台总体介绍	191
559	9.1.1 平台功能性需求与非功能性需求	191
559	9.1.2 平台总体框架结构	192
559	9.1.3 逻辑视图	192
559	9.1.4 子系统功能简介	192

9.1.5 数据内容及其逻辑结构	193
9.1.6 平台开发和运行环境	193
9.2 支持地理信息服务质量的注册中心	195
9.2.1 软件功能介绍	195
9.2.2 数据库结构	196
9.2.3 软件使用	202
9.3 地理信息服务质量监测系统	210
9.3.1 软件功能介绍	210
9.3.2 软件使用	211
9.4 地理信息服务质量评价系统	213
9.4.1 软件功能介绍	213
9.4.2 软件使用	214
9.5 支持地理信息服务质量的地理信息服务应用示范 系统	215
9.5.1 软件功能介绍	215
9.5.2 软件使用	217
9.6 小结	222
第 10 章 地理信息服务质量的研究展望	223
10.1 地理信息服务技术的发展	223
10.2 基于地理信息服务质量的服务链建模	224
10.3 地理信息组合服务的质量优化和控制	225
10.4 地理信息服务质量的应用前景展望	227
附录 A 地理信息服务质量的元数据 XML Schema	229
附录 B 扩展的 WFS 1.1.0 能力文档 XML Schema	232
附录 C 能力文档与 ebRIM 匹配关系	234
参考文献	239

第1章 绪论

近十年来,地理信息技术呈现网络化服务的发展趋势,不仅仅包括通过网络发布、查找和获取地理信息,更包括部署在互联网的地理信息处理、分析和决策支持服务。地理数据的提供也从本地读取变为提供数据服务,与此相对应的是,地理数据的质量研究逐渐转向地理信息服务质量的研究。

1.1 地理信息系统的网络化趋势

地理信息系统(geographic information system, GIS)是计算机科学、地理学、测绘学、遥感学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学、应用数学和管理科学等多学科集成并应用于各领域的基础平台(边馥苓, 1996),是一种特定而又十分重要的信息系统,它是以采集、存储、管理、分析和描述整个或部分地球表面(包括大气层在内)与空间和地理分布有关的数据的信息系统(龚健雅, 2001)。

自从 Roger Tomlinson 首先采用计算机来分析和处理海量地理数据,并开发出世界上第一个地理信息系统(加拿大地理信息系统, CGIS)以来,地理信息系统的每一步发展几乎都与计算机科学和地理科学息息相关。

从 20 世纪 60 年代直到 80 年代,地理信息系统都是基于少数体积庞大的小型机或大型机。所有的数据和处理功能都集中在主机上,用户通过终端设备进行系统操作,对整个系统和数据具有完全的控制力。这种集中式计算环境限制了大部分数据处理及信息系统的应用,其中包括 GIS 在主要的森林组织、公共事业部门、市政当局以及土地记录管理中的应用(Longley 等, 1999)。这种系统的优点是数据集中管理,数据集中度高,有利于数据的共享和安全管理。缺点是所有大大小小的数据处理任务均由主机承担,主机的任务繁杂,对主机的性能要求高,同时主机的资源又难以十分有效地利用(龚健雅等, 2004)。

到了 20 世纪 80 年代末期,随着微处理技术和磁记录技术的迅猛发展,PC 机的功能不断增强,性能价格比迅速提高,以前只能由小型机、中型机或较高档次的计算机承担的任务,在一般档次的 PC 机上就能实现(龚健雅等, 2004)。基于个人计算机的 GIS 产品使 GIS 操作不再是信息管理人员的特权。桌面地理信息系统的开发得到了工业界的重视,也产生了许多具有代表性的产品,如 ESRI 的 ArcInfo 和 MapInfo 的 MapInfo 等。桌面地理信息系统的出现降低了地理信息系统的门槛,随着 PC 机的普及和流行,地理

信息系统开始走向大众。但是, 受限于当时 PC 在数据通信与互操作方面的不足, 桌面地理信息系统给数据的共享与安全带来了困难。另外, 由于 PC 机在处理能力和存储方面的不足, 桌面地理信息系统还不能完成许多大型的空间处理功能。

20 世纪 90 年代 IT 技术最引人注目的进展就是 Internet 的普及与发展。它推开了网络时代的大门, 为社会带来了巨大的发展空间(龚健雅等, 2004)。地理信息系统逐渐开始与 Internet 相结合, Internet GIS 开始出现。众多开放、标准技术, 特别是 WWW 技术, 如 HTTP 和 HTML 的出现与流行, 出现了一种新的 Internet 应用模式。WWW 技术的标准性、普及性和简单性促进了 Internet GIS 体系结构的发展, WebGIS 就是这种变化的产物。在 WebGIS 系统中, 用户只需一个网络浏览器, 就可以浏览、查询和分析地理信息, 而不需购买完整的成套软件, 这进一步地降低了地理信息共享的成本。

在网络和 IT 技术的进步促进地理信息系统网络化的同时, 地理信息本身也需要地理信息系统的网络化。地理信息是指与研究对象的空间地理分布有关的信息, 它表示地表物体及固有的数量、质量、分布特征、联系和规律(龚健雅, 2001)。地理信息固有的空间分布特性, 使得所有的数据不可能为某一个部门所有, 必然分布在不同的组织或者部门。随着各种高分辨率卫星、多光谱传感器等各种地理信息采集设备的进步, 地理信息急剧膨胀, 每天新增的数据量以 PB 来计算。海量的数据分布在不同的位置和部门, 需要集成起来才能完成某些具体的任务, 例如灾害应急部门需要从基础地理数据部门获取基础地理数据, 还需要从民政部门获取人口分布等信息。网络是解决分布化和链接离散个体的方法和手段, 因此, 网络化是空间数据应用的本质需求。

总之, 地理信息系统正从原来紧密耦合的单机系统和局域网系统, 朝着数据网络分布、功能分布和人员分布的超大集成系统发展。地理信息系统的内涵也发生了明显的变化, 早期的系统是一个操作者、数据和软件的系统, 现在的地理信息系统则更加强调数据提供者、数据、数据使用者、数据加工者、数据分发者、软件和知识等的全面集成与互操作。

1.2 面向服务的体系结构(SOA)与 Web Services 技术

今天的商业企业时刻都面临着多变的顾客需求和快速响应用户需求的压力, 但是传统的企业系统大多是分割独立的系统, 难以集成与互操作, 因而也难以快速适应环境的变化。不仅内部系统需要集成, 在全球化和区域化日益明显的今天, 无论是经济的考虑还是政治的原因, 越来越多的组织需要使用外部提供的资源(程序、数据和仪器等)来达成自身的目标。随着越来越多的企业相互使用对方的应用和系统, “虚拟企业”开始成为一种新的现象和趋势(Weerawarana 等, 2005)。

应用和系统的集成需要分布式计算技术, 从分布式组件的交换内容和抽象级别看, 分布式计算技术可以分为两类: 面向消息和基于 RPC(remote procedure call)。基于 RPC 技术的分布式计算技术主要是分布式对象技术。相对于面向消息的技术, 分布式对象技

术处于一个较高的抽象层次,符合人类的思维,一直是分布式计算的主流技术。分布式对象技术主要有三种体系框架:OMG(object management group)的 CORBA、Sun 的 J2EE 和 Microsoft 的 DCOM。分布式对象技术由于有主要 IT 企业的支持,一直是构建分布式系统的首选,但是这种技术有三个明显的不足:

(1)系统的分布范围普遍受到限制。由于以 TCP 作为传输协议,网络通信不能穿越现在普遍存在的防火墙。分布式对象的这种不足使得其不能成为广域网范围的互联技术,而只能作为局域网内部构建分布式系统的选择。

(2)不能很好地满足“异构”的需求。大多数企业或者组织内部的系统都存在着“变化”和“异构”的现状(IBM, 2004)。异构,即差异,包括语言的差异、体系结构的差异和平台的差异等,是构建分布式系统不可回避的问题。CORBA 虽然可以很好地解决编程语言的异构问题,但是要求交换的双方都采用 ORB(object request broker)。J2EE 技术采用 RMI 作为分布式对象的调用协议,但要求双方都使用 Java 语言。DCOM 虽然能够在多种程序语言之间实现,但绑定在单一的操作系统上(Windows 操作系统)。目前的系统往往都是采用不同的技术、体系结构和语言构建,要使这些异构的系统交换消息、协同工作,必须采取一种可以跨越语言、平台和框架的技术。

(3)不能很好地满足“变化”的需求。分布式系统建立的目的是满足业务需求,但是,业务需求时刻在变化,反映到分布式系统上,需要系统可以增加新的功能、改变已有功能或者调整操作流程。但是,采取分布式对象技术,交换的双方必须共享相同的对象空间,因而也造成了协作双方的紧密耦合,当出现“变化”的时候,系统易脆,不具有很好的稳定性(Weerawarana 等, 2005)。

鉴于分布式对象技术的诸多缺陷,不适合广域网和全局范围的计算,面向服务的计算(service-oriented computing, SOC)开始出现。面向服务的计算是一种利用“服务”作为基本元素开发应用的计算模式(Papazoglou, 2003)。“服务”是一个软件组件,它对外提供功能操作,这些功能操作可以是简单的如股票查询,也可以是复杂的企业业务流程。“服务”的概念在商业界有着很深的基础,面向服务(service-oriented)是一种商业和政府机构的组织原则,它同样也适用于软件。面向服务的体系结构(service-oriented architecture, SOA)是一个全面采用“服务”作为其基本元素和组织模式的框架,也是一种设计方式,它指导业务服务在其生命周期(从构思开始,直至停止使用)中包括创建和使用的方方面面(Newcomer 和 Lomow, 2005)。

SOA 的核心思想是“接口与实现分离”,这种思想其实早已在 J2EE、CORBA、COM 甚至 DCE(distributed computing environment)中得到了充分的检验,但 SOA 主要通过文本文件来实现服务与其执行环境的分离,而且分离得更明确、更完全(Newcomer 和 Lomow, 2005)。这种基于文本表达接口的方式使得松耦合成为可能,服务的调用者再也不用对服务的实现细节有事先的知识。

SOA 的基本角色包括服务、客户和服务代理。服务代理在服务提供者与服务消费者之间起桥梁的作用,通过它,客户不需要事先知道服务的访问地址和交互协议。服务

的提供者发布服务的描述信息到服务代理，表明服务的存在。服务的描述是服务的元数据，包括服务支持的操作名称、输入消息、输出消息、交换协议和访问地址等。客户通过服务代理的查询接口，搜索满足需要的服务。通过服务的描述信息，客户绑定到服务，调用其方法。服务代理、客户和服务三者之间的交互构成了 SOA 的基本交互模型，其关系如图 1.1 所示。

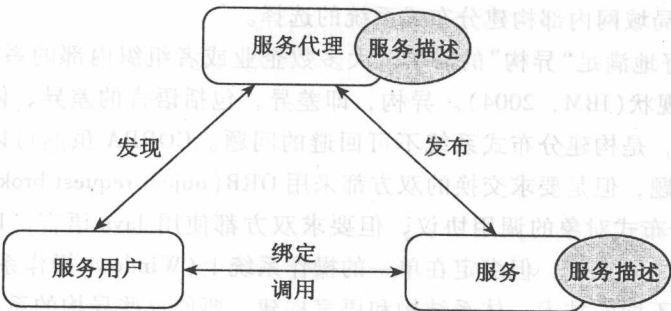


图 1.1 SOA 基本交互模型

SOA 仅仅代表了一个抽象的框架概念，它是建立在松散耦合组件(服务)基础上软件系统的一个实现方法(Weerawarana 等, 2005)。实现 SOA 的技术有多种，可以用 CORBA，也可以用 MOM (middleware oriented message)，但是目前一致认可的技术是 Web Services 技术。采用 Web Services 技术构建的系统称为 Web 服务。Web 服务是这样 一个软件系统，它的目的是支持网络上机器到机器可互操作的交互，它的接口用机器可以处理的语言来描述(特别是 WSDL)，另外的系统与它交换的消息一般采用 HTTP 等与 Web 相关的开放标准，而消息的格式用基于 XML 的编码语言(一般是 SOAP)来规范(W3C, 2004)。相对于 Web 提供程序与人的交互，Web Services 被设计为支持程序与程序的交互(Kreger, 2001)。Web Services 建立在一系列基于 XML 的开放标准之上，使得实现程序到程序间松散耦合和动态的交互成为可能。

对 Web 服务使用者而言，Web 服务实际上是一种部署在 Web 上的对象或组件，其具有以下特征：

良好的封装性。Web 服务既然是一种部署在 Web 上的对象，自然具备对象的良好封装性，而对于使用者而言，仅能看到该对象提供的功能列表。

松散耦合。当一个 Web 服务的内部实现发生变更的时候，调用者不会感觉到任何变化。对于调用者而言，只要 Web 服务的接口维持不变，Web 服务实现的任何内部变化对他们都是透明的。

使用标准协议规范。Web 服务无论是传输协议，还是接口描述都使用公共的、开放的标准协议，相对一般的对象而言，其接口调用更加规范，更易于机器理解。

高度的可集成能力。由于 Web 服务的接口描述基于简单的、易于理解的标准，所

以完全屏蔽了不同软件平台的差异,无论是 CORBA、DCOM 还是 RMI,都可以通过这一标准的协议进行互操作,实现了在网络环境下的高度集成性。

1.3 地理信息领域的标准化和服务化

正如开放的标准促成了 WWW、Internet 等的成功一样,地理信息领域的发展壮大也离不开开放的标准。开放使得系统、程序和数据不依赖某一个公司的产品,容易吸引更多的公司和组织参与;标准是解决矛盾、不一致的必然手段。开放的标准需要有开放的标准组织来推进。在地理信息领域,比较著名的、全球范围的标准化组织是 OGC(开放地理信息联盟, Open Geospatial Consortium)与 ISO/TC 211。

OGC 成立于 1996 年,是一个由 340 多个公司、政府代理和大学等组成的国际行业联盟,它成立的目的是开发公众可以利用的接口和数据规范。OGC 制定了一系列规范,这些规范统称 OpenGIS 规范。OpenGIS 规范提供了一种“空间化”Web、无线网、基于位置的服务、主流 IT 的可互操作方法。OpenGIS 规范分为两大类:抽象规范和实现规范,涵盖了数据模型、接口标准和数据编码等各个方面。

ISO/TC 211 是 ISO 的地理信息标准技术委员会,是 ISO 的众多技术委员会之一,它负责开发数字地理信息的系列标准。很多部门积极参与了 ISO/TC 211 标准的制定工作,包括国家级标准部门、OGC、国际专业组织(如 FIG、ICA)、联合国分支机构和地区级标准组织(如 DGIWG、ICAO)。ISO/TC 211 的成果是 ISO 19100 系列标准。

1998 年秋天,OGC 与 ISO/TC 211 签署协议,建立了 A 类联络关系(class A liaison),使得两个组织可以充分利用对方的成果。自从建立了联络关系后,两个组织进行了有效的合作,包括:OGC 合并 ISO/TC 211 的文档作为其抽象规范的一部分;OGC 提交实现规范到 ISO/TC 211,作为候选的标准(OGC, 2004)。在 OGC 以及 ISO/TC 211 等标准化组织的推动下,有关空间数据模型、编码和接口等方面的众多规范被开发出来,极大地促进了地理信息领域内部的互操作及地理信息领域与其他行业的集成与融合。开放性、标准性已经成为衡量系统、技术和方法的重要标准。

在传统的以系统为主的时代,地理数据是地理信息系统的中心。由于地理数据具有多源、格式多样和处理复杂等特点,地理数据的互操作成了互操作问题的核心。从发展历程来看,地理数据的互操作方式经历了从直接访问,到通用格式,再到基于标准访问 API 的过程(龚健雅等, 2004)。随着不同行业和应用对地理数据需求的增加,迫切需要一个全面的框架来推动地理数据的访问、管理和分发,在此背景下,SDI(spatial data infrastructure)应运而生。SDI 是一个通过通信和信息技术,专注于管理、共享来自不同拥有者的数据的分布式系统(Onchaga, 2003),从区域范围来分,SDI 可以分为国家空间数据基础设施(NSDI)和全球空间数据基础设施(GSDI)。通过政策法规和行业共识,利用市场化手段,SDI 可以集成不同部门、不同来源和类型的空间数据,它降低了发现和访问空间数据的难度,有力地促进了地理信息系统之间、地理信息系统与其他系统之

间的融合。但是,面向数据的集成系统有以下缺点:

(1)不能很好地分割不同部门的职责,也容易出现数据安全和利益的纠纷。在传统系统模式下,数据是核心资产,随着数据的交换,资产也实现了转移。要实现一个系统,它既保护所有者的利益,又不降低系统的流畅性、灵活性和智能性,并不是一件容易的事情。

(2)集成系统紧密耦合,系统僵硬、不易扩展。由于面向数据,抽象和建模的层次较低,数据使用者与数据提供者需要在数据的模型、存储方式上达成共识,因此系统耦合度较高,一旦有新的需求出现,必将在数据模型的层次提出放大的需求,系统不容易扩展。

(3)不能满足需求的多样化。用户和使用者不仅需要数据,也需要功能。传统的地理信息系统要求用户购买和维护整套 GIS 系统,即使用户仅仅用到整个系统功能的 10% 甚至更少(贾文珏, 2005)。

SOA 使用开放的标准,系统的各个部分可以按需选择、运行和维护,而无论其来自哪个厂家、哪种存储模型。SOA 灵活的体系结构,可以容易适应改变的需求,减少花费,增进效益(OGC, 2005)。基于互操作的需求和 SOA 的种种优点,OGC 及 ISO/TC 211 把 SOA 作为下一代互操作体系结构的框架样式。采用 SOA, GIS 由传统的数据紧耦合(tight-coupling)、集中(central)、封闭(closing)系统向松耦合(loose-coupling)、分布(distributed)、开放(open)系统的方向发展,地理信息系统逐渐发展为开放网络环境下的易于集成的地理信息服务(贾文珏, 2005)。基于上述现状,SDI 的角色也开始发生变化,它正在从一个简单的数据发现与获取设施,向着一个提供定制信息和服务的基础系统发展(Radwan 等, 2004)。

由于 Web Services 技术是实现 SOA 的首选,因此,基于 Web Services 的地理信息系统成为近几年地理信息互操作和软件开发领域研究的热点。基于 Web Services 的 GIS 具有以下优点:①复用度高。开发者集中精力设计 GIS 信息处理部分,而不再需要同时考虑整个系统的架构和通讯方式等细节。②灵活方便。XML 作为一种开放式的通信方式,在具有形式化、结构化等特点的同时具有良好的可扩充性,使系统具有较高的灵活性,可以支持不同形式的客户端,也可以使用现有的 GIS 软件及数据资源。③便于更新维护。服务提供者与服务的请求者相分离,降低了系统的耦合度,服务结构的改变只会引起部分的修改,不会因为依赖关系影响全局。另外,服务的使用者与提供者之间的维护成本也大大降低(邬伦 等, 2003)。

为了促进 Web Services 平台下的互操作和重用,OGC 领导建立了 OGC Web Services (OWS) 框架。OWS 是一个基于标准的、可进化的和能够无缝集成各种在线空间处理及位置服务的系统框架。OWS 使得分布式的空间系统能够用各种流行的技术,如 XML、HTTP 等进行通信和协作。OWS 提供了一个厂家中立的互操作框架,该框架可以在 Web 范围内实现发现、访问、探索、集成和可视化各种在线空间数据、传感器传出的信息和各种空间处理功能(OGC, 2001)。地理信息服务是一类特殊的 Web 服务,它以