

地理信息服务建模 理论与方法



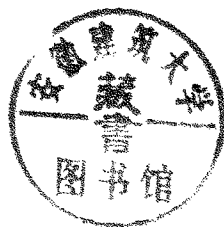
靖常峰 杜明义 著



科学出版社

地理信息服务建模理论与方法

靖常峰 杜明义 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

在智慧城市、地理国情普查、物联网等地理信息技术相关应用领域和技术水平快速发展的时代背景下,地理信息学科发展和应用深化对地理信息服务相关理论研究和技术研发提出了新的需求。基于国际开放地理信息联盟(OGC)标准规范实现GIS服务的建模和互操作,是本学科主要的研究方向之一,也是为各行业提供智能服务的重要技术基础。本书借鉴国际组织的标准和规范提出地理信息服务的链式建模模型,在基本术语定义、应用模式研究等理论研究的基础上,介绍基于 workflow 技术的地理信息服务建模可视化技术和流程管控技术。

本书适合作为地理信息科学专业或相关专业本科生、研究生教材,也可供从事GIS数据获取分发服务的GIS企业、GIS技术研发与集成应用的相关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息服务建模理论与方法 / 靖常峰, 杜明义著. —北京: 科学出版社, 2018.5

ISBN 978-7-03-055943-2

I. ①地… II. ①靖… ②杜… III. ①地理信息系统—信息服务—系统建模—研究 IV. ①P208.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 309430 号

责任编辑: 杨 红 程雷星 / 责任校对: 孙婷婷

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencecp.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 5 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2018 年 5 月第一次印刷 印张: 8 3/4

字数: 180 000

定价: 59.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

GIS 服务理论与应用研究是当前地理信息技术的研究热点,国际开放地理信息联盟(OGC)制定了一系列标准规范实现 GIS 服务的共享和互操作。伴随 GIS 服务应用从单个服务的简单调用转向多个服务的组合调用, GIS 服务建模理论与方法研究日益成为研究热点。作者在本科生及研究生教学中深切感受到学生对 GIS 服务建模学习的迫切需求,因此,编写并出版 GIS 服务建模理论和方法相关书籍十分必要。

本书借鉴国际组织的标准和规范提出地理信息服务的链式建模模型,在基本术语定义、应用模式研究等理论研究的基础上,介绍基于 workflow 技术的地理信息服务建模可视化技术和流程管控技术。第 1 章介绍了地理信息服务的概念、链式建模及 workflow 技术研究现状;第 2 章介绍了 GIS 服务链的术语、参考模型等理论基础;第 3 章讲述了 GIS 服务链建模的相关技术和实现模型;第 4~5 章论述了 GIS 服务链建模的技术方法;第 6 章浅析了 GIS 服务链建模的评价方法和模型;第 7 章依据工程项目讲述了 GIS 服务链建模的设计与实现。

本书的出版获得了国家自然科学基金(1771412)、北京未来城市设计高精尖创新中心科技计划(UDC2016050100)、北京建筑大学学术著作出版基金(CB2017005)和北京市自然科学基金(8182015)的资助。作者对以上项目课题的支持表示诚挚的感谢!

在此特别感谢浙江大学刘仁义教授、刘南教授,正是导师长期以来对学生的培养和关怀,促成了本书的完成。本书涉及的一些研究工作得到了浙江省 GIS 实验室、北京建筑大学测绘学院许多领导、老师、同门的热心支持,在此表示衷心感谢!还要感谢科学出版社对本书出版的大力支持,以及本书所有被引用文献的作者。

由于作者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,敬请读者批评指正。

作 者

2017 年 11 月于北京

目 录

前言

第 1 章 地理信息服务建模概述	1
1.1 GIS 服务	1
1.2 GIS 服务链与工作流技术	11
1.3 GIS 服务链模型及基于工作流技术实现的研究现状	15
1.4 本书研究内容	18
第 2 章 GIS 服务链理论基础	21
2.1 GIS 服务和服务链相关术语	21
2.2 GIS 服务链参考模型	28
2.3 GIS 服务链分类	30
2.4 本章小结	35
第 3 章 GIS 服务链相关技术及实现模型	36
3.1 GIS 服务链应用模型	36
3.2 GIS 服务链实现模型	39
3.3 GIS 服务链技术框架体系	42
3.4 本章小结	51
第 4 章 基于工作流技术的 GIS 服务链集成模型	53
4.1 工作流和 GIS 服务链	53
4.2 分布式 GIS 集成研究现状	56
4.3 基于工作流的 GIS 服务链集成模型	65
4.4 两步式空间数据检索机制	69
4.5 大数据量影像数据处理算法设计	72
4.6 基于版本机制的协同编辑数据模型	74
4.7 本章小结	77
第 5 章 基于工作流和扩展 ECA 规则的 GIS 服务链建模	79
5.1 建模要素及关系	79
5.2 建模研究现状	80
5.3 基于关系数据库和扩展 ECA 规则的服务链建模方法	85
5.4 本章小结	92

第 6 章 服务链性能评价初步研究	93
6.1 面向用户的 QoS 评价指标体系	93
6.2 服务链性能分层评价模型	101
6.3 GIS 空间数据评价指标	102
6.4 本章小结	103
第 7 章 GIS 服务链应用实验系统设计与实现	105
7.1 规划业务的新需求	105
7.2 GIS 服务链的解决方案	107
7.3 基于服务链的 UPGIS 系统	110
7.4 基于关系数据库和扩展 ECA 规则的服务链模型设计和实现	114
7.5 基于 workflow 技术的 GIS 服务链执行追踪与监控实现	120
7.6 本章小结	123
参考文献	124

第 1 章 地理信息服务建模概述

地理信息系统(geographic information system, GIS)技术已进入 GIS 服务(GIS services)时代。20 世纪末始,开放地理空间信息联盟(Open GIS Consortium, OGC)、国际标准化组织地理信息技术委员会(ISO/TC211)等研究结构和国内外学者对 GIS 服务进行了广泛的研究, GIS 服务在理论和技术上逐渐成熟。随着近年来 GIS 服务的广泛应用, GIS 服务应用方式从独立服务的简单调用,向多个服务组合完成复杂任务转变, GIS 服务建模理论与技术研究被提上了日程,成为新的研究热点。

1.1 GIS 服务

1.1.1 GIS 服务概念

20 世纪末以来, GIS 技术从 GIS 系统逐步转入 GIS 服务的阶段,这已经成为 GIS 领域很多学者的共识(贾文珏, 2005; 邬群勇, 2006; Castronova et al., 2013; Gong et al., 2015)。关于 GIS 服务的定义,目前并没有达成一致。OGC 的规范中定义 GIS 服务为: GIS 服务是用于解决不同函数级别的应用系统访问和使用地理信息的解决方法。在不改变原有系统中函数、功能的基础上, GIS 服务提供一系列通用标准接口实现系统间数据和功能的互操作。GIS 软件系统和开发者能够使用这些标准接口提供用于 GIS 行业的通用或专用服务,同时能够实现与其他 IT 相关行业应用系统的集成(ISO19119 and OGC, 2002)。贾文珏(2006)认为, GIS 服务可以定义为:网络环境下的一组与地理信息相关的软件功能实体,通过接口暴露可供用户使用的功能和数据。GIS 服务包括 GIS 数据服务和 GIS 功能服务, GIS 数据服务通过接口向外提供空间数据, GIS 功能服务通过接口向外提供空间数据处理功能。

作者认为 GIS 服务是具有以下功能的 Web 服务:①能够操作或访问地球表面及地下相关 GIS 数据;②具有基于网络的互操作能力,能够实现多种 GIS 数据和多个 GIS 平台的通信和操作。

GIS 服务的出现为 GIS 注入了新的活力,改变了 GIS 应用模式。GIS 用户可以不购买数据库和整套的 GIS 软硬件,只需在网络上缴纳所租用的空间数据和

地学处理功能模块的使用费即可,直接的效果就是 GIS 应用走向地学信息服务(李德仁, 2003)。

GIS 服务是 GIS 和 Web 服务的结合,具有良好的互操作性、松散耦合性,以及高度的可集成能力等特征,实现了分布式环境下异构系统异质数据的操作并能提供服务,为不同的分布式应用之间的按需动态结合开辟了一种新的、充满希望的途径,为 GIS 行业带来了技术和应用的创新性发展。

1.1.2 GIS 服务发展

GIS 应用的深入发展使 GIS 服务需求越来越迫切。20 世纪 60 年代始, GIS 经过 40 多年的发展,在行业内或者组织内的应用相对成熟,已经建立了较好的数据体系和应用系统,但在跨行业、跨组织的应用方面发展比较滞后,主要表现在异质数据集成和异构系统互操作等方面。例如,伴随 Internet 的普及应用,人们在使用多个站点的数据或者多个不同 GIS 平台的数据时出现了数据模型等引起的异构异质问题,而且问题暴露得越来越明显。GIS 服务即在此背景下产生。

GIS 服务使得 GIS 由传统的数据紧耦合、集中、封闭系统向松耦合、分布式、开放系统的方向发展;从面向数据应用到面向服务应用;从面向数据重用到面向功能重用, GIS 逐渐发展为开放网络环境下的易于集成的地理信息服务(Gunther and Muller, 1999; Schade et al., 2004; Yue et al., 2009)。

GIS 服务技术是在组件技术基础上,融合通用协议和标准发展而来的。传统(现有)的 GIS 软件大多采用组件技术构建,将 GIS 的各大功能分解为若干组件或控件,用户可以根据现实需要,组合不同的组件或者构件,在通用的开发环境中进行二次开发,并可以与其他功能组件集成,具有高效性和灵活性(龚健雅等, 2004a)。但是各种分布式组件技术采用的组件模型和传输协议不同,使得不同类型组件之间很难集成,难以满足分布式、异构、网络环境下集成应用需求。因此,分布式 GIS 集成需要网络环境下的新的集成和互操作技术平台。GIS 服务正是这样的一种技术方法。

OGC 与 ISO/TC211 等国际研究组织开展了 GIS 服务的规范研究,提出了 Web 地图服务(Web mapping service, WMS)、Web 要素服务(Web feature service, WFS)、Web 覆盖服务(Web coverage service, WCS)、Web 处理服务(Web processing service, WPS)等 Web 服务的接口规范,点燃了 GIS 服务研究的星星之火。当前 GIS 服务的研究主要集中在:空间信息服务的框架与关键技术(卢亚辉和杨崇俊, 2003; 江泳和方裕, 2004; 李建任等, 2004; 郑春梅, 2014);面向服务的空

间数据共享与互操作(蔡晓兵, 2003; 龚健雅等, 2004b; 江泳和方裕, 2004); 空间 Web 服务链接模式(Alameh, 2002; Aditya and Lemmens, 2003; Alameh, 2003; 游兰, 2015); 空间元数据服务技术(王浒等, 2004); 基于 GML、SVG 的空间信息表达与可视化(王兴玲, 2002; 周文生, 2003); GIS 服务语义描述(Lemmens et al., 2006); 基于本体的 GIS 服务语义地理匹配(Lemmens and Arenas, 2004)。

IT 和 GIS 行业均展开了 GIS 服务(空间服务)的开发研究。微软基于 .NET 开发了 MapPoint3.0 提供一系列 LBS 服务, 还开发了 TerraService 地图服务器和卫星影像数据仓库(Microsoft Mappoint, Microsoft TerraService)。ESRI 公司在 2002 年提出了 g.net 的概念。g.net 的终极目标是逐步建立起一个覆盖全球的、可以充分共享和交互的 GIS 虚拟世界, 使得不同的用户均可以共享与使用相应的空间数据进行分析与处理。ESRI 自 2004 年推出 ArcGIS 9.0 版系列平台后逐步在产品中增强对 Web 服务框架的支持, 并开发了 Web 服务原型应用 ArcGIS Online (<http://www.arcgis.com/features/index.html>)。

在网络技术和现实应用需求的双重推动下, GIS 服务不断发展和成熟, 出现了越来越多的 GIS 服务。这些服务有的位于网络, 有的是位于单位或组织内部, 如天地图(<http://www.tianditu.com>)、搜狗地图(<http://map.sogou.com>)、中国都市通(<http://www.chinaquest.com>)、加拿大地理空间数据基础设施 Web 服务原型(<http://cgdi-dev.geoconnections.org/prototypes/owsview/index.html>)等。

面对充斥在网络上如此众多可用的 GIS 服务, 如何有效组合这些分布的 GIS 服务实现更多复杂任务的处理, 成为一个新的研究热点。近年来, OGC 和 ISO/TC211 联合推出了 ISO19119 规范, 提出了 GIS 服务链的概念。从此, GIS 服务链的研究逐步开展起来。

1.1.3 相关国际研究组织

GIS 服务的快速发展, 一方面归功于越来越成熟的 IT 技术——Web Service; 另一方面是一些研究组织和协会的充分研究工作, 如开放地理空间信息联盟(OGC)、ISO/TC211 等研究组织。

1. 开放地理空间信息联盟

开放地理空间信息联盟(OGC)是一个公益的行业协会, 成立于 1994 年, 总部位于美国马萨诸塞州。截至 2008 年, OGC 已经是拥有来自公司、政府机构、高校、研究组织等 358 个成员的国际性工业协会。OGC 与其他研究组织, 特别是 ISO/TC211 和 ISO/TC204(智能交通系统)建立了牢固的合作联系; 与主要的商

业标准化集团,如 IETF (Internet)、LIF (移动通信)和 W3C (World Wide Web Consortium, 网络)建立了协同关系。OGC 为产生供开放界面和协议用的首部一致认可的开放式 GIS 技术规范经历了若干年的艰苦工作,做出了杰出贡献。在 1996 年和 1997 年的适当增补后,该技术规范的颁布和供应商的采用率迅速加快了。OGC 网站列出了已经实现 OGC 规范的 GIS 产品列表,为 GIS 软件开发者和用户提供了一个查找所需“即插即用”产品的地方。

OGC 的目标是在全世界各种不同的地学处理系统中创造跨技术平台、应用领域和产品类别的相互可操作性。OGC 在开放式 GIS 指南中把相互可操作性定义为在多个系统之间的信息共享、相互可利用与协作过程控制的能力。相互可操作性要求各软件公司的地学处理系统能够通过网络直接进行信息交流,并能让用户方便地在不同类型地学处理系统内操作,如 GIS、遥感图像处理、设施管理/自动制图 (FM/AM)、基于位置的服务系统 (location based service, LBS)、各种数据库管理系统 (database management system, DBMS)、计算机辅助设计 (computer aided design, CAD) 等其他软件系统。

为了实现互操作,OGC 制定了开放 GIS 规范,即通常所说的 OGC 规范,它是一个通用的分布式访问地理数据和地理处理数据源的软件结构规范。开放 GIS 规范为全世界的软件开发者和用户提供了一个详细的通用的界面模板,这个模板可以与其他软件开发者开发的开放 GIS 软件进行交互操作。

2. ISO/TC211

国际标准化组织地理信息技术委员会 (ISO/TC211) 是 1994 年成立的“地理信息/地球信息” (Geographic Information/Geomatics) 标准化技术委员会。该委员会是从事地理信息标准化研究、国际标准制定工作的国际性组织,其宗旨是:适应国际地理信息产业的迅猛发展,促使全球地理信息资源的开发、利用和共享。截至 2017 年,该委员会已有积极成员 (P 成员) 39 个,观察员 (O 成员) 29 个;我国于 1994 年正式加入该组织并经努力工作由 O 成员升格为 P 成员,且国家技术质量监督局 (现国家质量监督检验检疫总局) 已于 1995 年 7 月,批准所属国家测绘局的国家基础地理信息中心承担 TC211 的国内技术归口工作 (图 1-1)。

ISO/TC211 成立了 10 个专家工作组 (WG1~WG10),明确了先行研究的 20 个地理信息标准化项目。

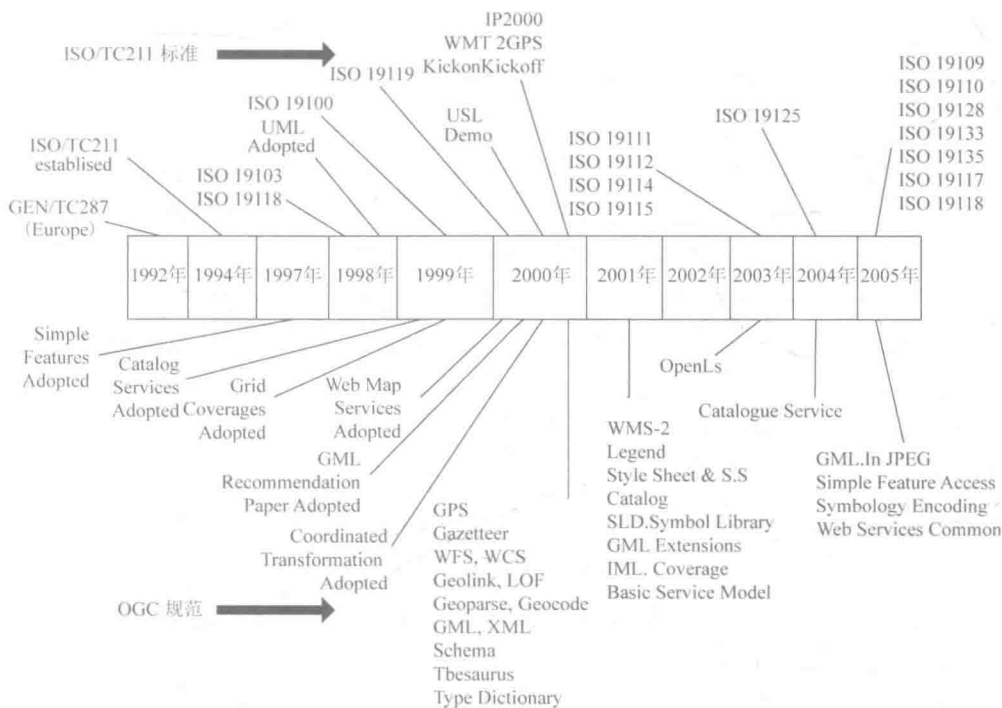


图 1-1 OGC 和 ISO/TC211 的发展 (Atkinson and Berre, 2002)

1.1.4 相关协议和规范

国际标准化组织地理信息技术委员会 (ISO/TC211)、开放地理空间信息联盟 (OGC)、万维网联盟 (W3C) 和 Web 服务互操作组织 (Web Services Interoperability Organization, WS-I) 等正在研究与制定空间与地理相关系列化基础标准和应用标准、规范, 特别是 OGC 在开放地理数据互操作规范 (open geodata interoperability specification) 方面取得了重要成果。

OGC 为地理数据和地理操作的交互性和开放性提出了一套规范, 包括抽象规范与实现规范两类。

OGC 的抽象规范被分为 18 个不同的主题 (OpenGIS, 2005), 包括: 要素几何体、空间参考系统、定位几何体结构、存储函数与插补、要素、时空数据类型、地球影像、要素之间的关系、精度、要素集合、元数据、OpenGIS 服务体系结构、目录服务、语义和信息团体、图像探索服务、图像坐标转换服务、移动定位服务、地理空间资源数字证书管理参考模型, 为不同 GIS 系统软件、不同的分布式处理平台及不同领域的信息团体之间实现开放的信息交流提供了“基本模型”。

OGC 提出的 18 个不同主题抽象规范, 将空间信息 Web 服务划分为五大类

(图 1-2)：多源集成应用客户、注册服务、数据服务、描绘服务和处理服务，另外还有一个重要的组成部分——编码（OpenGIS，2003a）。

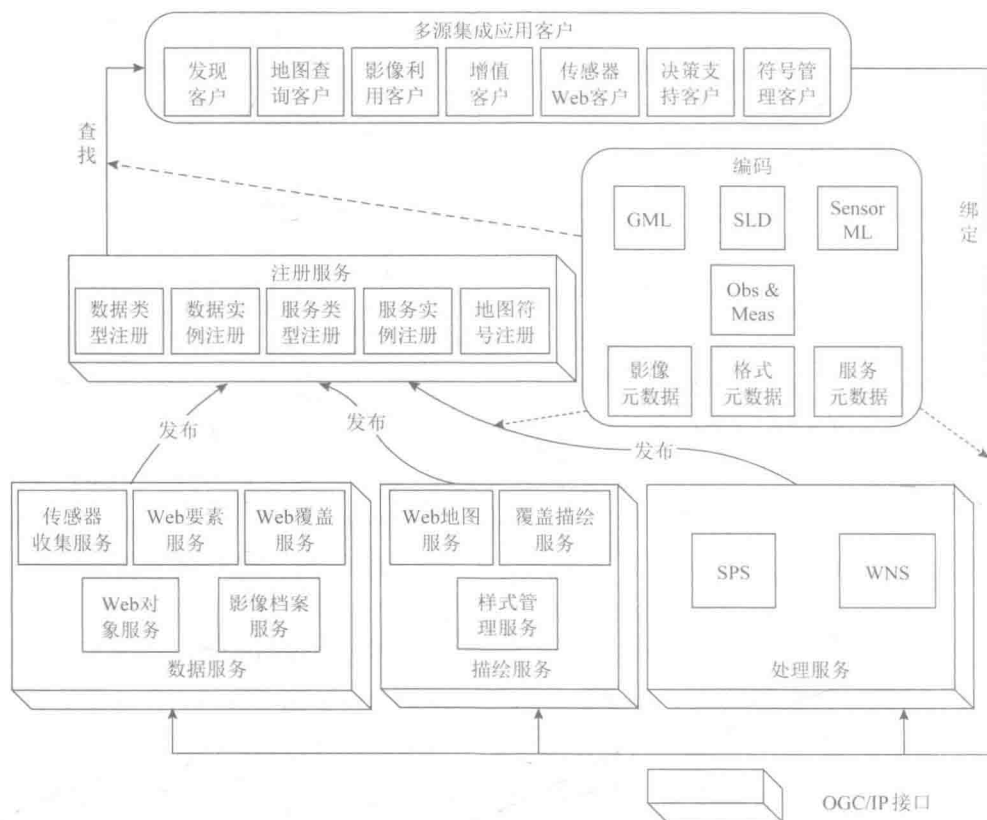


图 1-2 OGC Web 服务框架（OpenGIS，2003a）

(1) 多源集成应用客户（multi-source integration application client）。多源集成应用客户是实现人机交互、应用服务与数据服务交互的客户端构件，通过搜索和发现机制查找、访问、使用注册的服务和数据，包括发现客户、地图查看器、增值客户、影像利用客户、传感器 Web 客户、决策支持客户和符号管理客户等组件。

(2) 注册服务（Web registry service, WRS）。注册服务提供了一种 Web 资源信息（数据和服务）的分类、注册、描述、搜索、维护和访问的通用机制，主要包括数据类型、数据实例、服务类型、服务实例、地图符号的注册服务。注册服务提供了各个注册项的登记、更新与查找服务。注册服务允许资源提供者发布和请求者发现资源的类型等信息，以及请求者访问（绑定）提供者（邬群勇，2006；施荣荣和常庆龙，2015）。

(3) 描绘服务 (portrayal service)。描绘服务提供支持空间信息可视化的专业功能。描绘服务包括 Web 地图服务 (WMS)、覆盖描绘服务 (coverage portrayal service, CPS) 和样式管理服务 (style management service, SMS)。描绘服务通过给定的输入生成可视化地图。可视化地图包括按制图规范描绘的地图、地形透视图、有注记的影像、随时空动态变化的特征视图等。

(4) 数据服务 (data service)。数据服务是提供数据,特别是地理空间数据的基本服务。数据服务可访问的资源通常可以按照名称(标识符、地址等)引用。数据服务包括 Web 要素服务 (WFS)、Web 覆盖服务 (WCS)、传感器收集服务 (sensor collection service, SCS)、Web 对象服务 (Web object service, WOS) 和影像档案服务 (image archive service, IAS) 等。

(5) 处理服务 (processing-workflow service)。处理服务提供操作地理空间数据和元数据的基本应用服务和增值服务。处理服务包括坐标转换服务、地名服务、地理分析服务、传感器规划服务和网络通告服务等。

(6) 编码。在 OpenGIS 服务框架中,所有编码都是基于扩展标记语言 (extended markup language, XML) 的,主要的编码包括:地理标记语言 (geography markup language, GML)、地图图像标注 XML (XML for image and map annotations, XIMA)、图层样式描述符 (style layer description, SLD)、位置组织者文件夹 (location organizer folder, LOF)、服务元数据、影像元数据、传感器标记语言 (Sensor ML) 和观测与度量 (observations and measurements, Obs&Meas) 等 (邬群勇, 2006)。

OGC 的主题定义了不同层次上对地理信息表示、发现、访问与处理的一致性理解,是 OpenGIS 规范的基础。OpenGIS 模型由三部分组成 (图 1-3): 开放地理数据模型 (open geodata model, OGM)、地理服务模型 (open services model, OSM) 及实现团体间的地理数据和处理资源共享的语义与信息团体模型 (information communities model, ICM), 这些模型与主题具有相互依赖性。

OGM 是以地理要素 (feature) 为核心,以数学和概念化方法来表示地球及地球现象的通用数字化方法。它定义了一系列通用的基本地理空间信息类型,基于这些基本空间信息类型,可以使用基于对象的程序设计方法或常用的程序设计方法,为不同应用领域的地理空间数据建模。OSM 由一组可互操作的软件构件集组成,提供要素访问对象的管理、获取、操作和交换等服务设施。它是一个在不同的信息团体之间实现地理空间数据获取、管理、操纵、表达及共享服务的通用规范模型。ICM 的目的是使用语义转换机制,使具有不同特征类定义及语义模式的信息用户群之间实现语义的互操作性 (李新通和何建邦, 2003)。

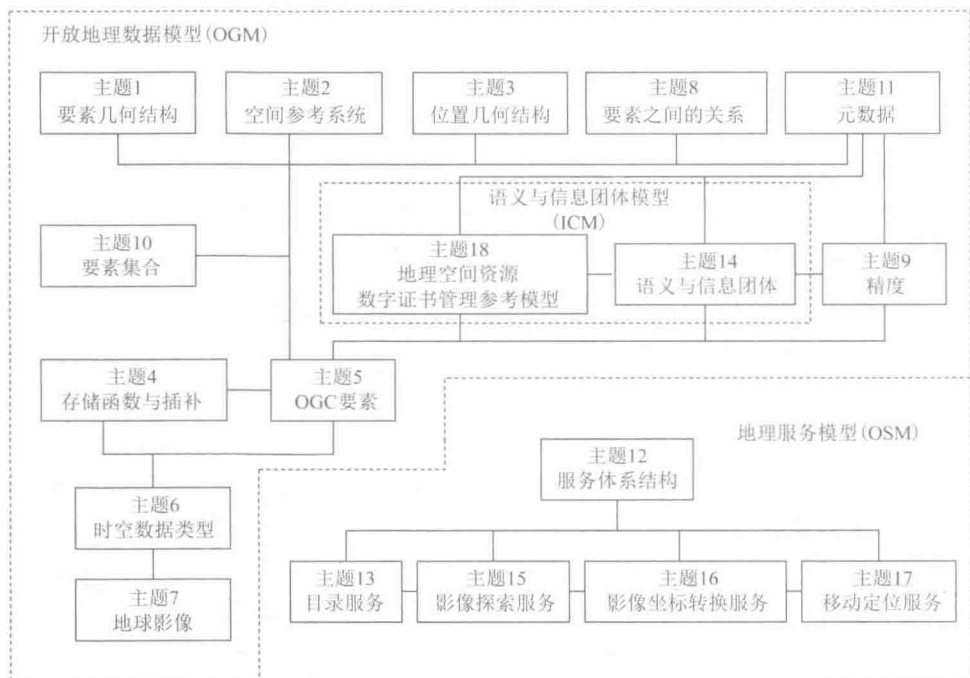


图 1-3 Open GIS 抽象规范的主题及其相互关系

OGC 实现规范是基于抽象规范或抽象规范在具体应用领域的扩展,提出的应用程序接口的软件规范 (OpenGIS), 如在 OLE/COM、CORBA、SQL 等计算平台上实现的简单要素服务、坐标转换服务、地理位置标记语言等,作为 OGC 的技术开发程序与在具体分布式处理平台上 OGC 抽象规范的部分实现。

OGC 定义的服务实现规范从概念层、技术层和系统层提出逐步实现空间信息的 Web 服务。OGC 制定的一系列地理信息服务相关规范主要有: 矢量数据服务 (Web feature service, WFS)、栅格数据服务 (Web coverage service, WCS)、地图服务 (Web map service, WMS)、发布注册服务 (Web register service)、Web 处理服务 (Web processing service, WPS) 等。以上这些规范既可以作为 Web 服务的空间数据服务规范,又可以作为空间数据的互操作实现规范。只要某一个 GIS 软件支持这个接口,部署在本地服务器上,其他 GIS 软件就可以通过这个接口得到所需要的数据。据统计,目前已注册 416 个实现了 OGC 规范的组件产品。

GIS 服务和服务链的技术基础是 Web 服务,而 Web 服务是在现有的 Web 技术和设施之上,通过制定新的协议和标准,提出的新技术实现(孙健和张鹏,2004),因此 Web 服务中相关技术和协议在 GIS 服务中同样适用。与 Web 服务相关的主要协议和技术包括简单对象访问协议 (simple object access protocol, SOAP), Web 服务描述语言 (Web services description language, WSDL), 统一描述、发

现和集成 (universal description, discovery and integration, UDDI), Web 服务流语言 (Web services flow language, WSFL)。SOAP 用来定义数据描述和远程访问的标准; WSDL 是 Web 服务信息的描述语言; UDDI 则把 Web 服务与用户联系起来, 起中介作用, 是 Web 服务发布和查找的场所; WSFL 是商业流程模型的描述、定义语言。

Web 服务之所以具有革命性的力量, 主要在于通过以上的标准协议和通用技术成为跨越各种平台边界的桥梁。Web 服务相关协议和技术构成 Web 服务叠层协议栈, 如图 1-4 所示。

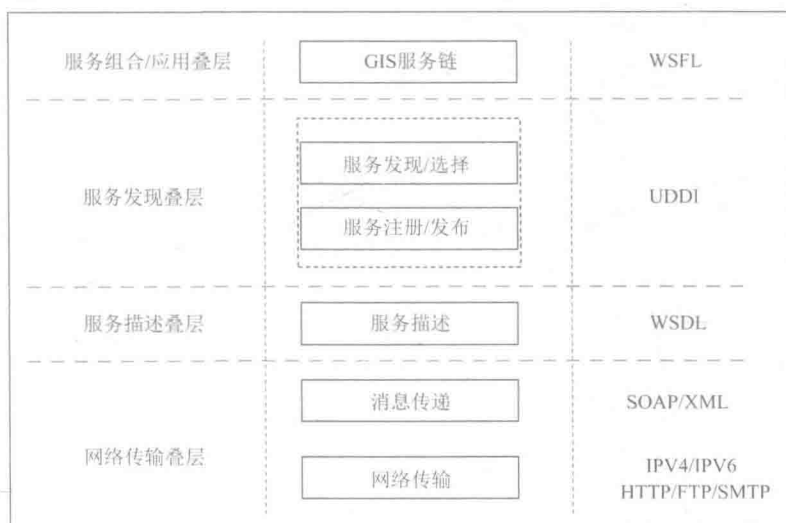


图 1-4 Web 服务叠层协议栈

1.1.5 GIS 服务注册中心

伴随 Web 服务技术的发展及 GIS 与 Web 服务的结合, 越来越多的 GIS 服务出现在网络上, 为了统一管理和使用这些服务, 需要一种管理机制帮助用户在众多服务中高效发现并选择所需服务, 同时能够实现服务的组织管理。由此诞生了 GIS 服务注册中心。

GIS 服务注册中心是 GIS 服务链应用的核心部分, 与服务提供者、服务使用者紧密相连。服务注册中心是 GIS 服务注册、查找发现、选择的数据库中心。目前常用的 GIS 服务注册中心有 UDDI、WRS、WCS、基于数据交换中心 (Clearinghouse) 的元数据目录等。

基于数据交换中心的空间数据的元数据目录提供了一个虚拟信息空间, 存储大量元数据, 实现空间数据的获取和发布, 但是这种模式只考虑了空间数据, 没有考虑 GIS 服务的特点 (黄裕霞, 2003)。OGC 提出了目录分类服务 (OpenGIS

catalogue services for Web, CSW)、目录注册服务(Web registration service, WRS)和服务组织目录(service organizer folders, SOFs),用于GIS服务管理,其中,SOFs是存放GIS服务引用的数据结构,为用户的特定应用提供服务检索支持。

统一描述、发现和集成(UDDI)起源于电子商务,提供了一套标准方法注册和查询服务,使用户可以共享分布式服务信息。应用中,用户根据需要可以建立不同规模的UDDI中心,既可以使用全球UDDI中心,也可以建立小范围应用的私用UDDI中心。

OGC提出的CSW、WRS等目录服务,是一种面向GIS服务的数据结构,推出时间较迟,因此在服务的注册和查找发现方面远没有UDDI成熟。UDDI源自电子商务,不能很好地支持GIS服务的注册和发现,影响了其应用。OGC目前也正在进行UDDI的扩展研究,结合OGC的目录服务与UDDI的注册发现技术,实现两者之间的集成。

虽然UDDI不能完美解决GIS服务注册和查找发现的问题,但因为其发展历史悠久、技术相对成熟,所以在基于GIS服务的应用系统中也得到了应用。下文将重点介绍UDDI服务注册中心。

UDDI在逻辑上分为两部分:商业注册和技术发现。前者是用来描述企业及其提供的Web服务的一份XML文档;后者则定义了一套基于SOAP的注册和发现Web Service的编程接口。这两部分的框架全由XML Schema定义。其中,UDDI商业注册是UDDI的核心组件。

UDDI商业注册中心在逻辑上是集中的,在物理上是分布式的,由多个根节点组成,节点之间通过复制(replicate)机制保持彼此间的内容同步。因此,这些节点在逻辑上被看做为一个整体。当在UDDI商业注册中心的一个节点中注册服务后,其注册信息会被自动复制到其他UDDI根节点,使得服务使用者能在任何节点查找所需服务。

从概念上来说,UDDI商业注册所提供的信息包含白页、黄页和绿页三个部分。Web服务注册信息就是通过以上三种信息注册发布,提供用户使用的。“白页”介绍服务提供者的名称、地址、联系方式等;“黄页”包括基于标准分类法的行业类别;“绿页”详细介绍了访问服务的接口等技术信息,以便用户能够编写应用程序使用Web服务。这三类信息通过UDDI定义的四种数据结构类型定义。

(1)商业实体(business entity)结构:它处于所有结构的顶层,用于表达商业机构专属信息集。它用Identifier Bag和Category Bag元素,提供企业标识分类与行业分类信息,并用contacts和discoveryURLs元素提供地址、联系方式等信息,以快速准确地了解商业实体。

(2)商业服务(business service)结构:它将一系列有关商业流程或分类目录

的 Web service 的描述组合到一起。它用 name、Category-Bag 元素提供所涉及的各个 Web service 的名称、服务分类信息。

(3) 绑定模板 (binding template) 结构: 用于 Web service 的技术描述。它使用 accessPoint 元素提供 Web service 的入口地址信息, 或用 hostingRedirector 元素支持对入口地址的重定向, 并包含指向 tModel InstanceInfo 结构集的容器。这些 tModel InstanceInfo 结构都以 tModel 的实例形式出现, 进一步提供了各服务所遵循技术规范等细节信息。

(4) tModel 结构: 它是 UDDI 中为提供一个基于抽象的引用系统, 其中所含内容记录了由键标识的元数据。在 UDDI 中, tModel 主要有以下两种用途: 描述 Web 服务技术规范 and 定义抽象的命名空间引用。

UDDI 注册服务中心中服务的发现即基于 UDDI 分类法。分类法作为一种非常重要的 tModel, 其作用就是为 UDDI 注册中心提供对数据自动分类的能力, 使其能快速准确地定位用户所需要的数据 (詹应乐等, 2005)。UDDI 规范 1.0 内置了三个分类法: NAICS 工业分类法、UN/SPSC 产品分类法和 ISO3166 地理分类法命名空间。这三种分类方法适用欧美的商业习惯, 缺少普遍应用性, 因而出现了面向不同地域和领域应用的分类法需求。自 UDDI2.0 规范引入已检验 (checked) 的分类架构外部命名空间的概念后, UDDI 操作入口站点支持新的类别模式, 并将其集成到 UDDI 注册中心。这一机制使得第三方的分类体系或标识系统的提供者能够扩展 UDDI 操作入口站点, 通过集成第三方的分类标准, 支持扩展的行业应用。利用这一新特点, 贾文珏 (2005) 提出并验证了分布式 GIS 服务分类法; 龚小勇 (2007) 扩展 UDDI 对 Web 服务的每个 QoS (quality of service, 服务质量) 指标建立一个分类架构, 使 UDDI 在不改变内部结构的前提下实现对 QoS 的支持, 用于服务发现。

1.2 GIS 服务链与 workflow 技术

1.2.1 服务链

20 世纪末以来, Web 服务发展迅速, 目前在网络上或行业组织内部充斥着众多可用的服务。这些服务大多只能完成单个简单任务, 为组合这些服务用于更复杂的应用, 产生了服务组合的研究。在计算机学科中, 为了区别电子商务和工业中服务链 (供应链) 的概念, 将此称作“服务组合” [OGC 和开放分布式处理参考模型 (reference model of open distributed processing, RM-ODP) 规范中, 将此称作服务链]。因为本书重点研究服务和组合在分布式 GIS 中的应用问题, 所以作者沿用 GIS 行业内国际研究组织 OGC 的术语和定义, 使用 GIS 服务链表示服务的组合。