

Kongjian Zhishi Wangge Jichu Yu Yingyong

空间知识网格 基础与应用

谢储晖 著

*Kongjian Zhishi Wangge
Jichu Yu Yingyong*

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

空间知识网格基础与应用

谢储晖 著

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

空间知识网格基础与应用/谢储晖著. —徐州:中国矿业大学出版社, 2005. 10

ISBN 7 - 81107 - 182 - 7

I. 空… II. 谢… III. 网格—研究 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 108646 号

书 名 空间知识网格基础与应用

著 者 谢储晖

责任编辑 何 戈

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> **E-mail:** cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 **印张** 11.125 **字数** 288 千字

版次印次 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

序

网格(Grid)是近几年信息技术领域研究的热点之一,网格技术的研究和开发正吸引着越来越多的人员和机构参加,引起了社会的广泛关注。网格的根本目标是实现资源共享和协同使用,以解决有限资源和用户无限需求之间的矛盾。面向问题和服务需求是网格技术发展的重要特点,一般认为网格能够充分吸纳各种资源,并将它们转化为一种随处可见的、可靠的、标准的、经济的信息能力。

网格的本质是网络服务,开始是通信服务、信息服务,之后发展到其他服务内容,如空间知识服务、商务服务、旅游服务、政务服务、金融服务、医疗服务等。网格技术的目的是实现资源的一体化服务。其应用服务的层次和领域十分广泛,如计算网格、信息网格、知识网格。典型的网格应用可以是面向某个领域的或专业性的服务,也可以是面向综合性的服务。

空间知识网格以一种崭新的结构、方法和技术来管理、访问、分析、整合分布的空间数据,充分利用空间信息系统的各种资源,实现空间信息的有效共享与互操作,提供空间信息的联机分析处理与服务。空间知识网格为我们提供了新一代的一体化的空间信息获取、处理、存储与应用服务的基本技术框架,以及智能化的空间信息处理平台和基本应用环境。空间知识网格能够对空间信息源的数据、信息和知识进行有效的描述、组织、管理、处理和交换。

当今信息技术正发生着广泛而深刻的变革,随着技术的进一步发展,语义 Web、Web 服务、网格技术、Agent 技术等将更加完善和进一步发展。地球空间信息科学技术、测绘科学技术引入这些技术将促进其向着网络化、标准化、全球化和大众化发展。空间信息

网格将帮助我们在空间信息的查询、综合分析和辅助决策中发挥更大更重要的作用,并且潜力巨大。

空间知识网格目前在国内外还是一个新生事物,系统的论著还较少,要发展成熟更有待时日。谢储晖博士于1982年毕业于中国矿业大学,之后,一直从事计算机科学技术、地理信息系统技术及其应用等的教学和研究工作。近年来,他潜心于网络、网格技术及其与空间信息系统相结合的研究和实践,《空间知识网格基础与应用》一书比较系统地反映了他在这方面的主要研究成果。我相信,这本书的出版对有志于空间知识网格研究的科技工作者和研究生大有裨益。作为一个新兴学科领域的一本专著,本书反映了其前瞻性和开拓性。期望本书的出版对我国空间知识网格的研究和发展能起到推动作用,并有更多新著作问世,加速我国信息化、现代化的进程。



2005年8月28日于北京

前 言

网格是利用高速互联网把地理上广泛分布的计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源等连成一个逻辑整体,最终实现在网络这个虚拟环境中的资源共享和协同工作。网格是解决目前由于缺乏标准化、模块化的应用产品和服务,以及企业信息化成本过高等问题的关键技术,是一种信息社会的信息网络基础设施。目前,大型空间信息应用问题日益突出:

(1) 不同空间数据提供者的信息资源不能共享,空间信息资源的整体利用率较低。据估计,目前约有 80% 以上的数据是空间数据,并以每日 TB 级的速度增长,因而造成:一方面,长期积累下来的各种信息资源被存放在相互孤立的不同生产者手中,形成无法共享的“信息孤岛”;另一方面,数据消费者在进行分析决策时却发现无法或者很难获得想要的信息,迫切需要将现有的信息资源以一种最方便、最有效的方法提供给用户。

(2) 空间信息资源支撑环境的异构性,导致不同系统无法进行有效的协同工作。在空间信息基础设施的建设过程中,各部门、单位往往只根据自身的需要进行空间信息的汇集和整理,通常不考虑其他部门和行业的需求,因此,各自开发或采购的软硬件系统只能为本单位或本部门服务,即使这种系统是开放的,也由于系统的异构性,造成不同单位间无法进行协同工作来解决信息资源的共享等应用问题。

(3) 空间信息技术的标准化工作,特别是服务的标准化工作相对滞后。在信息标准化建设方面,目前已经在空间信息的数据和元数据表示方面制定了相关标准。而在网络环境下,空间信息处理

更需要实现服务的标准化,以支持空间信息共享和协同工作。

空间知识网格是将地理上分布的、系统异构的各种计算机、空间数据服务器、大型检索存储系统、地理信息系统、虚拟现实系统等通过高速互联网络连接并集成起来,形成对用户透明的、虚拟的空间信息资源的超级处理环境。它是一个在广域范围内的空间信息无缝集成和协同处理系统。换句话说,空间知识网格是实现互联网上与空间信息相关的所有资源,如计算资源、存储资源、通信资源、GIS 软件资源、空间信息资源、空间知识资源等全面连通的 GIS 基础平台和技术体系。空间知识网格是把整个互联网整合成一台巨大的超级 GIS 服务器,实现各种空间资源的全面共享、消除资源孤岛的一种支撑技术。空间知识网格的核心思想是解决广域环境下各种空间信息处理资源的共享和协同工作。

网格、语义 Web、Web 服务和本体等是当今 IT 的热点,基于这些技术来构建空间信息系统及其功能组件,无疑是空间信息领域最受关注的领域。本书将介绍本体、语义 Web、Web 服务、网格等概念,以及相关技术,以实现空间信息系统的集成和互操作,并将本体、语义 Web、Web 服务、网格等技术紧密结合到一起,构造一个空间知识网格系统,也即一个在广域范围内的空间知识无缝集成和协同处理系统。

本书主要探讨和介绍以下几个方面的内容:

(1) 知识工程、本体、语义 Web、Web 服务、网格技术和网格体系结构的概念,空间知识网格的理念及其体系结构,网格服务的目标及 OGC 等国际标准化组织的开放协议标准,以及空间知识网格系统的框架体系。

(2) KE 技术的发展、主要成就及最新的研究进展。对 KE 技术发展中最新的本体技术从发展、定义的多样性、不同特征的分类、应用等方面做了较全面而深入的介绍,还介绍了在 RDF 标准基础上发展起来的、面向语义 Web 的本体语言 OWL 和基于语义

Web 的知识管理。

(3) 本体是实现互操作和共享的基础,可以作为领域内部的交换格式。因而以本体为主线:提出了一种适用于 Web 环境的空间知识本体建模方法 OSKW,该建模方法直接建立在本体的基本理论之上,具有朴素的知识建模思想,是一种融合了描述逻辑系统 NEOCLASSIC 与标准建模语言 UML 的领域知识建模方法;在 OSKW 的基础上,详细探讨了空间知识集成模型及其建模机制;详细论述了空间知识建模的过程与具体实现。

(4) 在空间知识网格环境下,应用系统如何能够依据业务需求,快速、灵活地集成各种已有和新添的 Web 服务,并使它们有机地协作、交换信息来完成共同的任务,实现基于空间知识网格环境的协同工作和应用集成,实现按需服务。为此:提出和设计了支持空间知识服务的语义服务描述模型,强调完整的服务描述不仅应包括传统组件描述的输入输出等调用格式,还应包括参数的语义信息、服务的语义信息和服务质量描述信息,基于这三种描述信息,才能够很好地支持空间知识服务;提出和实现了基于语义的 Web 服务协同模型,强调如何发现分散空间服务之间的逻辑关系、如何利用协同模型将分散空间服务组合起来。通过引入动态服务组合和服务匹配、绑定机制,并且和空间知识本体库密切配合,实现资源动态绑定,从而有效地支持空间服务的动态组合与协同。

(5) 介绍了一种融合 Web 服务、网格和对等计算技术,支持空间知识网格的空间信息资源管理系统模型;以及一种资源级调度模型,可适应分级的资源管理模型,通过划分用户级调度和资源级调度体现了公平性,支持资源使用者和提供者双方协商服务级协定。

(6) 在讨论网格安全性的基础上,提出了一种灵活的访问控制安全策略和安全模型,它支持空间知识网格环境的动态性、可伸缩性和可扩展性。

本书涉及的内容广泛,在撰写过程中参阅了大量的文献,对所引用的具体技术都予以标明。限于篇幅和可能的疏漏,有一部分参考内容没有列出其参考文献,谨请有关作者谅解。如有不妥之处,请通过电子邮件(xch8801@163.com)告知本人改正,在此表示歉意和谢意。

本书在写作过程中得到中国矿业大学郭达志教授的大力支持和指导,感谢他在百忙之中抽出时间阅读书稿,并对书稿提出了修改意见和建议。感谢所有给予我任何形式帮助的各位同志。

网格技术目前正处在迅速发展时期,新思想、新技术、新观点不断提出,其相关科技的发展也是日新月异,空间知识网格还处于婴儿期(或萌芽状态),本书力求比较全面地介绍空间知识网格的主要技术及其应用,但由于水平和精力所限,远不足以及时、全面地反映本学科的最新成就,挂一漏万以及缺点、错误在所难免,恳请读者不吝指教。

谢储晖

2005年8月于闽江学院

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 问题的提出及研究意义	1
1.2 测绘科学数据	6
1.2.1 科学数据	6
1.2.2 测绘科学数据	8
1.2.3 测绘科学数据的特征	8
1.2.4 测绘科学数据共享技术的进展	11
1.3 相关技术研究及其发展现状	13
1.3.1 知识工程(KE)技术	13
1.3.2 本体工程技术	15
1.3.3 Web 服务(Web Service)	17
1.3.4 语义 Web(Semantic Web)	30
1.3.5 Agent 技术	32
1.3.6 语义网络	33
第 2 章 网络技术研究及其应用	35
2.1 网络的内涵和特征	35
2.2 网络系统的基本功能	36
2.3 网络应用领域	37
2.3.1 分布式超级计算	38
2.3.2 分布式仪器系统	38
2.3.3 数据密集型计算	38
2.3.4 远程沉浸	38
2.3.5 信息集成	38

2.3.6 资源和数据共享	38
2.4 服务网格下的软件集成	39
2.4.1 复杂的应用集成	39
2.4.2 服务网格下的软件集成	40
2.4.3 关键技术	42
2.5 典型网格计算技术研究	43
2.5.1 Globus/OGSA	44
2.5.2 Legion	45
2.5.3 Condor	45
2.5.4 Nimrod-G	46
2.5.5 AppLeS	46
2.5.6 NetSolve	47
第3章 空间知识网格体系结构	48
3.1 网格的体系结构	48
3.1.1 以协议为中心的五层结构	48
3.1.2 开放网格服务体系结构(OGSA)	50
3.1.3 网格服务的应用模式	56
3.2 空间知识网格的研究背景	57
3.2.1 空间知识网格的提出	57
3.2.2 空间知识网格及其特征	59
3.2.3 空间知识网格研究的若干问题	60
3.3 空间知识网格体系结构	61
3.3.1 空间基础服务层	61
3.3.2 空间语义信息服务层	64
3.3.3 空间知识服务层	68
3.3.4 人类层	70
3.4 OGC 基于 Web 的地理信息服务组成结构	71
3.4.1 网络地图服务规范	74

3.4.2 网络覆盖服务规范	75
3.4.3 网络要素服务规范	76
3.5 OpenGIS 服务体系结构和服务框架	77
3.5.1 OpenGIS 服务体系结构	77
3.5.2 OpenGIS 服务框架	78
第4章 语义 Web 与知识管理	82
4.1 语义 Web 的技术基础	82
4.1.1 语义 Web 的层次结构	82
4.1.2 元数据表示层 RDF 和 RDFMS	83
4.1.3 RDF 模式语言 RDFS	85
4.2 本体	88
4.2.1 什么是本体	89
4.2.2 本体的分类	90
4.2.3 本体在空间 KBS 中的应用	91
4.3 面向语义 Web 的本体语言 OWL	92
4.3.1 OWL Lite 提供的表达本体的原语	93
4.3.2 OWL DL 和 OWL Full 在 OWL Lite 基础上 增加的原语	98
4.3.3 OWL 文档结构描述	101
4.3.4 OWL 与 RDF(S)比较	106
4.4 本体在 Web 中的应用简介	108
4.5 基于语义 Web 的空间知识管理	110
4.5.1 空间知识管理的基本概念	110
4.5.2 SKM 的应用	113
4.5.3 基于 Web 计算环境建立 SKMS	115
第5章 Web 环境中空间知识集成及实现	116
5.1 本体建模的主要方法	116
5.1.1 Mike Uscholddede & King 的“骨架”法	116

5.1.2 Gruninger & Fox 的 本体建立模式	116
5.1.3 Berneras etal. (KACTUS 工程) 方法	117
5.1.4 Methontology 方法	118
5.2 基于本体的空间知识建模方法 OSKW	118
5.2.1 面向本体的方法论	119
5.2.2 空间知识本体	120
5.2.3 OSKW 的分析方法和主要步骤	121
5.2.4 OSKW 方法中空间知识本体的图示化建模 符号	122
5.3 空间知识本体模型的实现	128
5.3.1 NEOCLASSIC 系统	128
5.3.2 OSKW 空间知识本体的 NEOCLASSIC 表示方法及 其语义解释	130
5.3.3 图示化本体到 NEOCLASSIC 描述的转换	134
5.4 应用实例与本体表示	140
5.5 基于本体的空间知识集成模型	145
5.5.1 基于本体的层次化空间知识集成模型	145
5.5.2 基于本体的空间知识集成模型建模机制	151
5.6 空间知识建模过程及实现	155
5.6.1 空间知识本体的层次结构	155
5.6.2 ODGIS 的体系结构	157
5.6.3 基于本体的空间知识集成	166
5.6.4 ODGIS 系统互操作	174
5.7 国土资源信息系统建设总体设计	177
5.7.1 系统的总体技术框架设计	177
5.7.2 国土资源信息系统本体管理子系统设计	180
5.7.3 国土资源信息系统本体应用子系统设计	181

第 6 章 基于语义 Web 服务的空间知识服务	188
6.1 空间知识服务的基本架构和关键技术	188
6.1.1 空间知识服务的基本架构	188
6.1.2 服务组合的模式	190
6.1.3 空间知识服务的关键技术	198
6.2 基于语义 Web 服务的空间知识服务的体系结构 SKS	200
6.3 SKS 服务描述模型	202
6.3.1 OWL-S 描述模型	203
6.3.2 空间知识服务描述抽象模型	209
6.3.3 SKS 服务描述模型	210
6.4 SKS 服务协同模型	222
6.4.1 空间知识服务协同模型的定义	223
6.4.2 动态空间知识服务组合机制	224
6.5 旅游信息平台原型系统	234
6.5.1 旅游信息平台原型的实现	235
6.5.2 应用实例:网上行程安排	240
第 7 章 空间知识网格资源管理与实现	249
7.1 空间信息资源管理	249
7.1.1 空间信息资源管理系统设计	250
7.1.2 空间信息资源动态部署与发现	255
7.2 空间信息资源调度	260
7.2.1 空间信息资源调度模型	260
7.2.2 空间信息资源的静态调度	262
7.2.3 异构环境中空间信息资源的静态调度算法	262
7.2.4 空间信息资源的动态调度	268
7.3 空间知识网格原型系统概述	273
7.3.1 空间知识网格原型系统组件模型与特征	273

7.3.2 单一系统映象实现	277
7.3.3 单一入口点实现	279
7.3.4 单一控制点实现	279
7.3.5 统一用户管理的实现	282
7.3.6 统一资源管理的实现	284
7.3.7 统一任务管理的实现	285
第8章 空间知识网格的安全性	290
8.1 空间知识网格环境中的安全性	291
8.1.1 基本概念	291
8.1.2 空间知识网格的主要安全特征	292
8.1.3 空间知识网格的安全性需求	292
8.1.4 空间知识网格的安全体系结构	295
8.2 空间知识网格访问控制安全策略设计	297
8.2.1 访问控制安全策略划分	297
8.2.2 全局访问控制安全策略设计	299
8.3 实现空间知识网格安全结构的关键技术	303
8.3.1 一站式认证	303
8.3.2 安全组通信	305
8.4 空间知识网格安全模型 SKGSMAC	308
8.4.1 SKGSMAC 的定义	308
8.4.2 SKGSMAC 的形式化描述	311
8.4.3 SKGSMAC 的协议	312
8.4.4 SKGSMAC 设计的安全考虑	317
8.5 空间知识网格安全结构实现	319
8.5.1 建立动态可插入安全中间件	319
8.5.2 案例分析	321
参考文献	325

第 1 章 绪 论

1.1 问题的提出及研究意义

GIS 从其诞生以来,它的发展就与计算机技术的进展息息相关。随着网络技术的迅猛发展,WebGIS 系统如雨后春笋般地出现。目前,可以提供地图发布、地图浏览和查询的网站已数不胜数,如 National Geographic、USGS、Go2map 等,Interro Media 站点对这些应用系统的特点及性能从浏览功能、使用方法、地图显示、功能、交互性、定制功能、特殊功能等几个方面给出了一个全面的比较^[1]。

但是,因为 Web 的种种限制和 GIS 本身的一些特点和弱点,现有的 WebGIS 的实现技术还存在很多问题。主要表现在以下几个方面:

(1) 数据访问不透明。在空间信息应用服务中,用户为了执行一项应用,不得不先用人工方法到一个个数据库中找到一系列有关的数据文件,然后一个个“打开”或“导入”这些数据文件,再进行空间分析等工作。由于许多空间数据在地理上是广泛分布的,而且这些数据是分属于不同的单位,有不同的管理权限。因此采用这种方法获取有关数据是非常不方便的。

现在我国遥感卫星地面站定期接收各种遥感卫星数据,但是这些大量遥感数据集中在少数几个单位存储,不但加重了它们在数据存储方面的开销,如购买大容量存储设备,而且也不利于数据共享,因为把遥感数据集中在少数几个单位,加重了与这些单位连

接的网络的负载。

(2) 非一体化服务。目前各行业的空间信息服务系统大都是以某一厂家的地理信息系统与系统集成技术为基础,形成彼此隔离的信息孤岛式的系统,数据格式也不相同,不能实现网络业务的交换、共享、协同和控制,相互之间难以在业务与安全范围内实现互联互通与互操作。由于利益冲突和业务的巨大差异,很难形成统一标准和规范,要建立规整的、一体化的、自底到顶的空间信息服务平台是不可能的。

例如,某个用户准备从福州到北京游玩,他首先在网上查找到北京的交通路线,由于有多种交通工具可以选择,他不得不到铁路部门查看列车时刻表、到民航部门查找飞机航班时刻表、到公路部门查找长途汽车时刻表,然后比较这些出行方式的时间安排和花费情况。选好出行方式以后,还要预订宾馆房间,由于北京有许多家宾馆,为了找到一家旅行方便又经济实惠的宾馆,又不得不在网上查找比较。选好宾馆之后,又要预订门票之类,最后还得人工计算各种方案的花费。总之,用户觉得非常不方便,特别是那些事务较多的商业人士。如果有一种空间信息应用服务系统能够为用户旅游提供一体化的方案推介,并且图文并茂,最后筛选出几种可行方案,由用户最终确认后执行,如代为办理火车票、房间、门票预订和车辆接送等事务,可为用户节省大量宝贵时间。

(3) 无法实现跨平台。分布式的应用程序逻辑需要使用分布式的对象模型,诸如:微软的 DCOM、OMG 的 CORBA 或 SUN 的 RMI 等。通过使用这些基本结构,开发人员可使用本地提供的丰富资源,并可将服务置于远程系统中。但是这些系统有一个共同的缺陷,就是要求系统必须是一个同类基本结构。因此,使用这些平台构建的 WebGIS 将无法实现跨平台的数据访问。

(4) 网上数据资源利用率低。面对汪洋大海般的网上空间信息,用户使用现有的手段是很难招架的。一方面已经下载的空间信