



空间数据库系统 设计、实施和项目管理

[加拿大] Albert K.W.Yeung G.Brent Hall 著

孙鹏 曾涛 朱效民 刘焱 闫杰 隋国辉 译

Spatial Database
Systems

*Design, Implementation and
Project Management*



国防工业出版社
National Defense Industry Press



装备科技译著出版基金

空间数据库系统 设计、实施和项目管理

Spatial Database Systems
Design, Implementation and Project Management

[加拿大] Albert K. W. Yeung 著
G. Brent Hall

孙鹏 曾涛 朱效民 刘焱 闫杰 隋国辉 译

国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字:军-2012-021 号

图书在版编目(CIP)数据

空间数据库系统设计、实施和项目管理 / (加)
杨国伟, 霍尔(Hall, G. B.) 著; 孙鹏等译. —

北京: 国防工业出版社, 2013. 5

书名原文: Spatial database systems: design,
implementation and project management

ISBN 978-7-118-08576-1

I. ①空… II. ①杨… ②霍… ③孙… III. ①空间信
息系统 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 105796 号

Translation from English language edition:

Spatial Database Systems: *Design, Implementation and Project Management*

by Albert K. W. Yeung and G. Brent Hall

Copyright © 2007, Springer Netherlands

Springer Netherlands is a Part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

本书简体中文版由 Springer 授权国防工业出版社独家出版发行。版权所有, 侵权必究。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 21¼ 字数 525 千字

2013 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 109.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

杨国伟(Albert K. W. Yeung)博士

前任加拿大安大略警察学院教官

现任香港大学地理系荣誉教授

G. B. 霍尔(G. Brent Hall)博士

前任加拿大 University of Waterloo 规划学院教授

前任新西兰 University of Otago 测量学院院长

现任 ESRI Canada, Inc. 技术发展总监

序

空间数据库是传统数据库领域的一个分支。空间数据库系统主要涉及与空间数据相关的存储、管理、分析等。空间数据通常是海量的,到2007年底,美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)的对地观测系统(Earth Observing System Data and Information System, EOSDI)的数据中心已经存储了3.75 PB(Petabyte)数据,平均每天以1.7TB(Terabyte)速度增长。采用空间数据库系统对这些海量的数据进行有效管理是当前的主流方法,当前的空间数据库系统大多遵循统一的标准和规范,与Web服务相结合,便于数据共享和互操作。

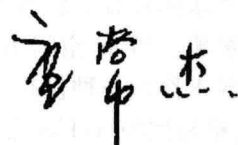
《空间数据库系统设计、实施和项目管理》一书从实施的角度来阐述空间数据库系统,兼顾了基础的理论和方法,内容涉及空间数据库的建模、需求分析、标准、法律法规、项目管理等方面,系统地阐述了空间数据库项目的生命周期活动。作者介绍了用户教育、培训和用户需求评估的概念和方法,讨论了开发实践中的一些基本原则,如数据导向、以用户为中心的设计、详细记录活动文档,以及遵守标准,还介绍了招投标中用到的征询建议书(Request for a Proposal, RFP),征询建议书的工作流程等,为工程技术人员、架构师以及企业管理层提供有价值的参考。内容如此丰富的书籍并不多见。

此书还介绍了空间数据挖掘和知识发现中的一些概念和技术,并与普通数据挖掘和知识发现进行了对比,突出了空间数据挖掘的特点。如同空间数据库一样,空间数据挖掘也是传统数据挖掘领域的一个分支,一些数据挖掘的算法本来来自于空间信息领域,例如聚类中经典的算法之一DBSCAN的作者就是空间信息领域研究者,空间数据挖掘是推动数据挖掘领域发展的重要动力之一。作者还介绍了跨行业数据挖掘过程标准(Cross-Industry Standard Process for Data Mining, CRISP-DM)推荐的空间数据挖掘实施参考模型,对空间决策支持项目实施十分有用。

此书还介绍了空间数据仓库、数据库联邦等涉及数据集成等问题,这是一本有益的参考书。

作者展望了未来的发展方向,虽然原书是在2007年出版,但至今这些预测和展望都不过时。例如空间信息技术和主流IT的日趋集成,研究界已逐渐不再把空间信息技术作为一个特殊的、需要专家指导的狭窄领域,例如,程序员使用地图API就如同使用其他常见的技术一样,不再认为空间信息技术是专业领域的技术,在2012年地理信息开发者大会上,若干研究报告已指出这一点;作者还对几类移动计算机进行了对比,与笔记本计算机、个人数字助理、手持计算机相比,认为平板计算机有着独特的优势,一定会获得快速的发展,当前iPad的广泛流行就是一个证明。

是为序。



2012年6月7日于成都

译者序

促成本书的翻译有几个因素。首先,当前空间信息技术的发展已经进入了一个新的阶段,即空间信息技术已经成为了主流信息技术的一部分,在项目的实施中,不再把空间信息技术视作只有地理信息系统(GIS)专业人员才能掌握。普通的程序员经过简单的培训就可能迅速胜任相关工作,而当前已有的教材对这一趋势以及如何从计算机主流方法的视角来实施空间信息相关的项目缺乏系统的介绍,本书无疑填补了这一空白。另外,本书的翻译获得了许多老师的支持和鼓励,如中科院计算所韩承德研究员、中科院软件所苏振泽和丁治明研究员、清华大学薛一波研究员、美国北得州大学(UNT)Yan Huang教授、四川大学唐常杰和唐宁九教授,特别是施普林格陈青老师,国防工业出版社王晓光老师都为促进本书的出版做了大量的工作,在此一并表示感谢。

在本书的翻译中,译者力图在准确表达作者原意的同时,对于有些词组的翻译用语的选择,多次进行了权衡比较,以让读者能够比较容易地理解。例如,linkage analysis,我们翻译为“关联分析”,而没用“连锁分析”。再如“standards are often developed through a modular approach using profiles”这句中的profiles的译法,译者就多次进行了讨论,可选的译法有“标准侧面”、“标准方面”、“标准剖面”、“标准基础面”、“子标准”等,最后为了更好地让读者理解,并跟原书作者沟通后,我们选用了“子标准”。诸如此类的例子有许多,不再一一列举。由于译者水平有限,不可能对所有词汇的选择都能恰当好处地表达原文的含义,在这些不容易翻译的地方我们都把原文用括号标出来,便于读者参考。

近10年来,地理空间信息技术获得快速发展,并不断拓展至许多新的应用领域之中,从智能交通、物流配送、城市管理、应急处理、测绘、数字地球、公共信息服务、互联网应用、城市规划、政府决策到作战指挥自动化、综合保障、全球侦察与目标定位系统等,其中皆能见到空间信息技术的身影。空间信息技术早已不再仅限于测绘、地学等传统应用。在这一爆炸式的发展过程中涌现出的软硬件产品、服务和工具更是让人目不暇接,如VegaGIS、ArcGIS、Oracle Spatial、PostGIS、Google Maps、Microsoft Virtual Earth以及housingmaps.com、tongmap.cn等,无不对人们的日常生活、企业的生产经营和政府的法律政策产生了巨大影响,也为信息产业发展带来了新机遇。空间信息技术已引起了学术界、工业界和政府部门的广泛关注。

在应对各种新需求并为新应用提供有效支撑的发展过程中,空间信息技术的相关概念和范畴也在不断深化与拓展,人们对空间信息技术的认识也在不断深入。近年来基于位置的服务(LBS)、空间数据挖掘、Web GIS、空间决策支持等概念和技术的发展,从系统架构、设计模式到实施方法都具有了新的内涵。这些新概念和新方法很大程度上受到了主流信息技术概念和方法的影响。另外,空间信息技术已经悄然融入到主流信息技术之中,逐渐地业界已不再把空间信息技术作为一种仅提供专业级服务的、仅供专家使用的、令人生畏的技术,这从Google Maps简单易用的API可见一斑。空间信息技术与主流信息技术融合的趋势将对整个信息产业的发展产生重要影响。

空间数据库是空间信息技术中的关键技术,它是 GIS、遥感图像处理、制图、空间数据挖掘等技术的基础。空间数据库系统和 GIS 的分工日渐明确,而许多 GIS 的传统数据分析功能在数据库引擎中也获得了支持,正因如此,当在数据库内进行数据分析时就可以避免在数据库与 GIS 之间传输大量待分析空间数据,从而降低网络传输开销、提高效率。空间数据库正在由原来的侧重于支持空间数据采集、存储、检索、空间分析的系统发展成为“具备知识推演、知识发现、预测预报、辅助决策的系统”。

实施空间数据库项目是一个系统工程。若想成功实施某个空间数据库项目,要涉及的因素很多,如空间数据和元数据标准、数据库建模、数据获取、数据清洗和导入、空间数据共享和互操作、二维/三维可视化、数据传输编码、用户交互以及项目中一些人的、组织机构等诸多方面的因素等。本书深入浅出地介绍了这些与空间数据库系统实施密切相关的概念与技术,其中还独具特色地探讨了用户培训、标准、法律等相关问题,本书内容全面翔实、视角独到、观点富有启发性,是一本不可多得的专业参考书。

本书富有特色地从空间数据库项目实施的视角展开阐述,易于初学者或项目实施人员理解,其内容对于设计、实施、维护空间数据库项目以及实施培训都具有很大帮助。希望本书的出版能够进一步推动空间信息技术在各行各业中的应用。

本书由孙鹏、曾涛、朱效民、刘焱、闫杰、隋国辉翻译和审校。参加翻译和审校的还有黄川渝、张会涵、苏岚、董惠、夏容容、王中杰、赵艳伟、钟运琴、段福高、贾振兴、何雄、赵红超、程振林、郎兵、郑晶晶、张成阳、罗宁、陈舒、祝超、张法星、李国正、莫雄、Jerry Yang、肖忠、杜源、杨岚岚、宋洪涛,以及中科院软件所的高骞、窦竹梅、周文亚、欧阳冠军、张会杰、李明宇、朱郅治、朱庆猛、廖闯、杨伟伟、王堪美等各位老师和同学。他们中的许多人利用周末的时间来为本书的翻译和审校做了大量的工作,没有他们的辛苦努力和鼓励,也不会有本书的出版,在此一并向他们表示感谢。

由于翻译水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,欢迎读者批评指正。

译者

2012 年 12 月

原 书 序

写这本书的动力源于几个因素:第一,尽管目前在空间信息数据库领域已经出版了数本很有用的教科书,但是该领域在一定程度上落后于技术的迅猛发展,而且大量的书籍只关注于某些特定领域的应用。第二,大量与空间数据库技术相关的信息散落在各类期刊和会议中,而且在本书之前,还没有人专门筛选、整理这些大量的文献并把主要成就编撰成一本书。对学生而言将相关的文献收集并不断整合起来是一项艰巨的任务,这个对大部分学生要求太高。本书的任务就是使知识体系的构建不再让人望而生畏。第三,或许也是最重要的,在许多空间信息科学课程中存在一个明显的趋势,就是本科一年级或二年级直到四年级的课程更注重让学生满怀自信且独立自主地使用各种越来越复杂的软件工具。因为上述原因,许多课程先天就偏重技术。结果是当我们源源不断地培养出大量技术娴熟型的学生时,却往往导致这些学生到了研究生阶段并未全面完整地掌握空间数据库知识。有些人试图通过引入空间数据管理课程解决这个问题,然而当前相关的教材与这类课程并不很配套。

本书旨在填补空间数据库项目创建、实施以及管理方面的空白,以帮助读者掌握相关知识。20世纪90年代中期以来,经历了从GIS应用驱动(application-driven)的模式逐渐向以数据库为中心(database-centric)的模式转变,而数据库中心模式正是本书采用的核心方法。因此,本书除了介绍作为组织内技术基础设施的GIS的规划、设计和最新的实施方法外,主要介绍了作为组织资源、商品和决策支持知识库的空间数据库系统。近些年空间信息技术主要是基于以数据为基础和以用户为中心的方法,本书为人们深入地讨论这些空间信息的新概念、新技术打下了坚实基础。

本书采用的方法允许把空间信息与主流的信息技术进行透明的集成。由于当前所有主要的数据库提供商都在其产品中提供了空间信息功能,因此学习空间数据库的学生和从业者充分掌握这些系统所提供的各项潜在功能显得尤为重要。同时,GIS提供商很大程度上重新设计和构建了他们的产品,以充分利用数据库处理空间数据的概念和方法。新方法紧密依赖于相关标准的开发和使用,本书将在多处做重点介绍。重要的是,这种空间信息市场工具再重构的过程并不会自动假定传统GIS的消亡。相反,GIS软件自身进入了一个新的“使用时期(era of usage)”。其中许多非传统的用户发现了新的应用,创建了新的特定领域的空间数据模型。

本书既适用于空间信息科学的学生,也适用于该领域的专业人士。二者对当前的空间数据库系统有着共同的兴趣。本书对读者的要求是需要完成至少一门、最好两门GIS领域的课程,以便对空间数据获取、特征和应用的观念,地理参考和定位技术以及特定领域的空间分析和空间数据建模有很好的理解。本书的读者涵盖广泛,从人文学科、自然科学到各种工程的领域均可涉猎。读者的多样性使得撰写此类技术内容变得具有挑战性,因为需要让具有不同技术知识和技能背景的读者都易于接受。因此本书将使用不是特别技术化的方法来阐述空间数

数据库的概念和技术。除此以外,为了掌握本书中几个章节中涵盖的一些材料,读者需要有计算和数据处理的基础。

本书的内容既可以作为一个高强度的半年课程,也可以作为两个连续的半年课程或者一个全年课程使用。在第一种情形下,共有 10 章(第 2 章~第 11 章)重要内容可以给高年级本科生或者研究生学习空间数据库课程使用,一个学期共有 13 周,每 1 章大概占用一周时间。作为一学期课程的开头和结尾,第 1 章和第 12 章会分别各用一周时间进行方法的介绍以及最后课程的总结。这种课程安排需要学生有相对高水平的技术知识,因为每一个章节中的材料相对广泛且本质上都是偏技术的。

对于第二种情况,该书可以作为本科三年级或四年级全年 26 周的课程学习,或者作为本科三年级到四年级期间两个连续的、各 13 周的课程学习。在这种情况下,第一和第二部分(第 1 章~第 6 章)可以涵盖第一学期的课程,课程名为“空间数据库原理和架构”;第三部分(第 7 章~第 12 章)可以涵盖第二学期的课程,课程名为“空间数据库实施和项目管理”。两种情况下(一个全年的课程和两个 13 周的课程),每一章可以占用两周或者约 6 个课时含实例的讲解。

为补充和加强本书的材料、并配合上面提到的课程结构,本书作者开发了一个辅助教学的网站(<http://www.springer.com/1-4020-5391-6>),以帮助教师提供授课材料,如 PowerPoint 幻灯片、补充参考资料以及学习资源,还包括一些案例学习、可借鉴的政府、商业以及学术研究中使用的空间数据库系统。空间数据库系统本质上是一门技术,可以通过阅读和实践来加以熟悉。因此我们还开发并在网站上发布了几个项目/实验作业。

需要特别重申的是,本书不仅适用于大学教学,也适用于使用空间信息技术的、不同专业的从业者。本书提供了一个高度功能性的概念框架,以帮助构建技术解决方案来处理工作场景中遇到的问题。这些问题涉及很多方面:例如空间元数据的角色和特征;法律上的考虑和影响以及相关的原则,如空间数据使用和分发中涉及的法律责任和知识产权问题;一个组织中评估空间数据需求的过程,根据第一原则启动空间数据库项目;撰写商业案例和征询建议书(RFP)文档并作出应答。除此之外,还包括遵循空间数据库最佳实践的原则以及使用质量控制和质量保证,这些对空间数据库投资商、管理员、项目经理以及开发者而言都是重要的知识要素。对于本书的所有读者,无论是本科生、研究生或者是从业者,每一章都广泛引用了最新的重要文献。本书中并未包含某些有关的具体研究案例,而是使用相关网站来提供这些内容。

在此,我们想要感谢那些在此书撰写过程中给予鼓励和支持的人。首先要感谢 Springer 出版社的编辑 Evelien Bakker 小姐。非常感谢她的耐心、对推动进度的坚持,及对在写作过程中不可避免的延期的包容。Yeung 博士希望感谢安大略警察学院(Ontario Police College)的院长 Rudy Gheysen 和副院长 Bill Stephens 先生对于本书项目的兴趣。Hall 博士希望表达对新西兰 Christchurch 市的 Canterbury 大学和新西兰 Dunedin 市的 Otago 大学信息科学系的感谢(部分手稿在那里完成)。Hall 博士还希望感谢与 Waterloo 大学几届研究生关于空间数据库友好、富有启发性的讨论。

本书还受益于许多人的评阅,其中有些人通读并评论了不同阶段的手稿,另外一些人在本书草稿的第一版全部完成之前给予了鼓励,并在提高本书内容的可读性方面给了我们一些有价值的建议。就此我们希望继续感谢 Stephen Adaran 先生(Ontario Police College),Yvan Bédard 教授(Laval University),Don Boyes 博士(University of Toronto),Dongmei Chen 博士

(Kingston 市的 Queen's University), Rob Feick 博士 (University of Waterloo), Piotr Jankowski 教授 (San Diego State University), Ian Masser 教授, Fraser Moffatt 先生 (Canada Border Services Agency), Tony Moore 博士 (University of Otago), Nigel Waters 教授 (University of Calgary), Michael Sawada 博士 (University of Ottawa), 以及 Lawton Tam 先生 (曾任职于 Ontario Ministry of Transportation)。

我们希望把最后的话留给我们的家人。写这本书非常耗时,也需要在专业领域内充分理解参考资料和教学要求。为满足这些要求不仅需要经验和知识,还需要他人大量的支持。在这里我们由衷地感谢我们的家人,谨以此书献给他们。

目 录

第一部分 引论

第1章 空间信息技术现状	1	1.2.3 空间数据库系统组织化	4
1.1 引言	1	1.2.4 空间信息基于数据和 用户为中心的方法	6
1.2 空间信息概念和技术进展	2	1.3 空间数据库知识和技能	7
1.2.1 空间信息的新隐喻	2	1.4 本书的组织和概览	8
1.2.2 空间信息和主流信息 技术的融合	3	参考文献	9

第二部分 数据库原理和体系结构

第2章 数据库系统的概念与 体系结构	10	2.4.2 客户端/服务器计算	25
2.1 引言	10	2.4.3 数据库软件	26
2.2 数据库和数据库系统	10	2.4.4 基于 Web 的数据库架构	27
2.2.1 数据库术语	10	2.5 数据结构	29
2.2.2 计算机数据的组织和 数据库	12	2.5.1 逻辑数据结构	29
2.2.3 数据库系统的分类	13	2.5.2 物理数据结构	30
2.3 数据库操作	15	2.5.3 数据库索引	31
2.3.1 数据存储与处理	15	2.6 小结	32
2.3.2 数据库安全与完整性约束 ..	16	参考文献	32
2.3.3 数据库查询	16	第3章 数据库模型与数据建模	33
2.3.4 数据库事务	19	3.1 引言	33
2.3.5 数据库备份与恢复	20	3.2 定义和概念	33
2.3.6 数据库复制和同步	20	3.2.1 数据库模型的定义	33
2.3.7 结构化查询语言	21	3.2.2 数据库模型、模式和实例	35
2.4 硬件与软件架构	23	3.2.3 概念、逻辑和物理数据 建模	36
2.4.1 集中式和分布式数据库 架构	23	3.2.4 数据库模型与数据建模的 重要性	39

3.3 常见的数据库模型.....	39	5.2 标准和标准化	78
3.3.1 实体—联系模型	39	5.2.1 标准的定义	78
3.3.2 关系模型	41	5.2.2 标准的分类	79
3.3.3 面向对象模型	44	5.2.3 标准组织	81
3.3.4 对象—关系模型.....	47	5.2.4 标准的开发	82
3.4 数据建模的原则与技术.....	47	5.2.5 标准的实施	83
3.4.1 数据建模四原则.....	48	5.3 空间数据标准.....	83
3.4.2 系统及数据库开发生命 周期	48	5.3.1 空间数据标准的重要性	84
3.4.3 CASE 工具	51	5.3.2 空间数据库系统的标准	84
3.4.4 以用户为中心数据库设计	51	5.3.3 几个空间数据标准实例	86
3.4.5 数据建模文档	52	5.4 元数据的方法和概念.....	94
3.5 小结.....	54	5.4.1 元数据定义	94
参考文献	55	5.4.2 元数据的重要性.....	95
第4章 空间数据和空间数据库系统.....	56	5.4.3 空间元数据标准.....	97
4.1 引言.....	56	5.4.4 空间元数据工具.....	99
4.2 空间数据的定义和分类.....	56	5.4.5 实施元数据的过程	101
4.2.1 空间数据和伪空间数据	56	5.5 空间数据库系统中的数据 标准和元数据	102
4.2.2 空间数据的功能视角	58	5.5.1 在空间数据库系统中实现 标准和元数据的问题	102
4.3 空间数据结构和数据库模型.....	59	5.5.2 空间数据库设计和实施 时使用标准和元数据的 模型	103
4.3.1 空间数据“几何体”概念	59	5.6 小结	104
4.3.2 拓扑和拓扑数据结构的 概念	60	参考文献.....	105
4.3.3 非拓扑数据结构	62	第6章 空间数据共享、数据仓库和 数据库联邦	106
4.3.4 地理—关系模型	63	6.1 引言	106
4.3.5 地理数据库模型	64	6.2 空间数据共享的概念和方法	106
4.4 空间数据库系统.....	66	6.2.1 空间数据共享的定义和 本质	106
4.4.1 空间数据库定义和分类	66	6.2.2 空间数据共享的重要性.....	109
4.4.2 空间数据库系统的特征	68	6.2.3 空间数据共享的障碍	110
4.4.3 空间数据处理	72	6.2.4 空间数据共享基于标准 的框架.....	111
4.5 小结.....	76	6.3 数据库异构及解决方法	117
参考文献	77		
第5章 空间数据标准和元数据.....	78		
5.1 引言.....	78		

6.3.1 数据库异构性的本质和特征	117	6.5 联邦数据库系统	126
6.3.2 本体的概念和方法	119	6.5.1 数据库联邦的方法	126
6.3.3 信息调解	121	6.5.2 联邦数据库系统架构	127
6.4 数据仓库	122	6.5.3 数据仓库和数据联邦的比较	128
6.4.1 数据仓库的定义和特征	122	6.6 小结	130
6.4.2 数据仓库的架构	124	参考文献	130
6.4.3 空间数据仓库技术的进步	126		

第三部分 空间数据库实施和项目管理

第7章 空间数据库系统的用户教育和法律问题	132	8.1 引言	156
7.1 引言	132	8.2 用户需求评估的概念与方法	156
7.2 空间数据库实施中的用户教育	132	8.2.1 用户需求评估的性质与定义	156
7.2.1 从项目管理的视角来看用户教育的本质	132	8.2.2 用户需求评估的目标	158
7.2.2 培训需求评估的概念	134	8.2.3 用户需求评估集成的方法	159
7.2.3 培训需求评估方法	135	8.3 通过联合应用开发来收集用户需求信息	163
7.2.4 实施用户教育策略	137	8.3.1 联合应用开发的定义	163
7.3 空间数据库实施的法律问题	138	8.3.2 多用户数据库环境中的联合应用开发	164
7.3.1 使用空间信息的法律制度	139	8.3.3 联合应用开发中的关键参与者	165
7.3.2 法律问题域	140	8.3.4 JAD 开发的流程	166
7.3.3 知识产权和版权	142	8.4 将业务功能转成用户需求规范	168
7.3.4 信息访问和隐私保护立法	148	8.4.1 业务功能分解	169
7.3.5 空间数据服务的法律责任	151	8.4.2 业务数据建模	171
7.3.6 空间信息用作法庭证据	153	8.4.3 业务过程建模	172
7.4 小结	154	8.5 多用户数据库模型和空间解决方案	176
参考文献	154	8.5.1 多用户数据库环境的特点	176
第8章 用户需求评估和多用户空间解决方案	156	8.5.2 空间数据多重表示的概念	177

8.5.3 多重表示和多用户 数据库模型	179	第 10 章 支持 Web 的空间 数据库系统	219
8.5.4 多用户应用开发	183	10.1 引言	219
8.6 小结	186	10.2 支持 Web 的空间数据库的 定义及其特点	219
参考文献	187	10.2.1 支持 Web 的空间数据库 系统的特点	219
第 9 章 空间数据库实施项目管理	188	10.2.2 支持 Web 的空间数据库 的优缺点	221
9.1 引言	188	10.3 技术和标准	222
9.2 项目管理原则	188	10.3.1 因特网上的信息通信	222
9.2.1 项目管理的定义和目标	188	10.3.2 内联网与外联网	223
9.2.2 项目管理生命周期	189	10.3.3 万维网的特点	224
9.2.3 项目管理的能力和技巧	192	10.3.4 可扩展标记语言(XML) 和相关标准	226
9.3 项目启动活动	193	10.3.5 开放地理空间联盟 Web 地图标准	229
9.3.1 初步的项目组织	193	10.4 支持 Web 的空间数据库 系统工作原理	230
9.3.2 开发项目活动	194	10.4.1 交互式 Web 架构	231
9.3.3 确定项目资源	194	10.4.2 对象 Web 架构	233
9.3.4 成本效益分析	195	10.4.3 下一代 Web 架构	234
9.3.5 撰写项目建议书	197	10.5 实施支持 Web 的空间 数据库	237
9.4 项目规划过程	199	10.5.1 设计的考虑	237
9.4.1 招募和组建项目团队	199	10.5.2 实施方法	238
9.4.2 完善项目计划	200	10.6 小结	242
9.4.3 潜在风险和机遇分析	202	参考文献	243
9.5 项目执行活动和方法	203	第 11 章 空间数据挖掘和决策 支持系统	244
9.5.1 征询建议书	203	11.1 引言	244
9.5.2 空间数据获取和评估	206	11.2 数据挖掘的定义、概念和 技术	244
9.5.3 技术采购和评估	207	11.2.1 数据挖掘的起源与特性	244
9.5.4 应用开发策略和技术	209	11.2.2 数据库中数据挖掘和	
9.6 项目监测和控制	211		
9.6.1 项目文档和记录保存	211		
9.6.2 合同管理和控制	212		
9.6.3 质量保证和质量控制	214		
9.7 项目关闭和实施后评估	216		
9.7.1 技术发布活动	216		
9.7.2 实施后评估	217		
9.8 小结	217		
参考文献	218		

知识发现	246
11.2.3 数据挖掘中的人类智慧	247
11.2.4 数据挖掘概念与技术	250
11.3 空间数据挖掘概念和技术	255
11.3.1 空间数据挖掘的特点	255
11.3.2 空间概念层次	256
11.3.3 空间数据挖掘的机器学习技术	257
11.3.4 空间数据挖掘的可视化技术	262
11.3.5 空间数据挖掘的实施问题	263

11.4 空间决策支持的概念、系统组成和应用	265
11.4.1 决策制定的阶段	265
11.4.2 决策支持系统的特点	266
11.4.3 决策支持系统组件	267
11.4.4 基于 Web 和支持 Web 的决策支持系统	269
11.5 空间决策支持系统的应用	270
11.5.1 空间决策支持系统	271
11.5.2 空间决策支持系统应用	272
11.6 小结	276
参考文献	276

第四部分 展望未来

第 12 章 空间数据库系统的趋势	278
12.1 引言	278
12.2 空间信息技术的趋势	278
12.2.1 空间和主流信息技术的集成	278
12.2.2 移动计算和技术集成	280
12.2.3 集成技术的意义和影响	283
12.3 空间数据趋势	285
12.3.1 空间数据可用性和互操作	285
12.3.2 实时空间数据库处理	286
12.3.3 空间数据交付	288
12.4 空间应用的趋势	288
12.4.1 空间应用服务提供者 和 Web 服务	288

12.4.2 基于位置的服务	291
12.4.3 新涌现的特定领域的 应用	293
12.5 空间数据库开发中人的因素	297
12.5.1 空间信息技术的社会需求	297
12.5.2 公众参与式 GIS 和空间数据库	299
12.6 空间数据库研究趋势	301
12.6.1 当前的趋势	301
12.6.2 空间数据库系统研究前沿	303
12.7 小结	306
参考文献	306

术语表	308
-----------	-----

第一部分 引论

第1章 空间信息技术现状

1.1 引言

可以公平地讲,在信息技术(Information Technology, IT)领域中,变化和发展才是不变的永恒。从近几年空间信息技术领域的发展来看,确实如此。自从20世纪50年代开始将计算机用于制图和测绘,硬件和软件工具就始终不断地进行更新换代,使得空间信息的用户操作起来更加容易,进而不断地拓展了前沿知识。随着硬件和软件的不断发展,使用空间信息的新概念和新技术也相伴而生,与之相关的信息技术进而被不断地且越来越快地融入到空间信息领域中。

近10年空间信息在不同领域的广泛应用,与20世纪90年代早期及其之前年代的情况形成了鲜明对比。这一时代的特征可以用一个概括性术语,即地理信息系统(Geographic Information Systems, GIS)来表达,它作为一种高度专业化的技术引起了主要是专业用户和特定应用中研究人员的兴趣。近年来空间信息的流行,其背后主要的动力来自于政府和商业空间数据日渐增加的可用性,这些数据通过空间数据基站(spatial data depots)、数字地理馆(digital geolibraries)以及空间数据仓库和交换中心(spatial data warehouses & clearinghouses)在互联网上进行分发;另外一个主要的动力是当今社会的各个部门越来越认识到空间信息的重要性。例如,公共部门的政策制定者们已经接受了这一理念,即空间信息是良好治理的重要要求,是经济的基本面,且能够对这类信息进行访问是公民的权利,可以使得公民能参与公共事务。与此同时,商业组织包括硬件和软件开发者、数据采集商和提供商,以及信息服务提供商都在他们的视野范围内看到了空间信息的商业机会。空间信息的使用者不再仅限于专家和研究者,还包括了那些使用互联网在线地图规划旅行线路的人们,还有那些使用房地产买卖交易服务(Multiple Listing Service, MLS)搜索新房子以及通过万维网查询社区、环境、国内和国际事务地理参考信息的人们。

如果没有空间数据库,上述所讲的空间信息采集、管理和使用的这种变化或许将不会出现,至少变化不会发展到这么明显。本书描述空间信息的使用时会采用一种以数据为基础(data-based)和用户为中心(user-centric)的整体方法,而不再采用传统的以应用驱动(application-driven)和GIS为中心(GIS-centric)的方法。新方法包含数据库开发和管理、数据访问策略和交换、标准和元数据、空间数据服务的商品化和责任、空间知识发现和决策支持等,所有这些都将在后续章节中逐一探讨。从培训和教育的角度来看,这一概念隐含着需要把传统的方法(即把GIS看成数据管理、制图和空间分析)进行拓展以适应新的认识,即把空间信息看作机构资源、商品以及为决策使用的知识库。本质上来讲,这一对空间信息崭新的视角是作者写

本书的主要动机之一。

本章为本书的目的、内容和结构提供一个概念框架。这一章首先简述了空间信息新方法在概念和技术上的最新进展。接着探讨了设计、实施和管理空间数据库所需要的知识和技能。然后是本书的组织,将简要介绍每一章的内容以及一些主题,这些主题将在各自章节中逐一展开讨论。

1.2 空间信息概念和技术进展

空间信息技术的设计和实施很大程度上依赖于信息技术总的发展潮流。当今空间数据库系统的概念和技术很大程度上来自于过去 10 年来数据库系统中逐步形成的原理和方法。这把直至 20 世纪 90 年代中期前还被广泛认为是一个独立技术的空间信息带入主流信息技术。这也把特定项目的 GIS 应用转变成作为一个企业信息基础设施的支持多目标的数据库世界,它既能支持日常的商业需求也能支持决策支持管理。当今在组织内促使使用空间信息的动力源自于数据和用户,而非应用和技术,由此导致了针对空间信息处理的以数据为基础的和以用户为中心的方法的出现,该方法体现了当今空间数据库系统实施过程中的实际特征。

1.2.1 空间信息的新隐喻

在传统意义上,空间信息从 3 个方面来研究,分别是空间数据管理、制图和空间分析。它们通常是从工具性的或面向工具的(tool-oriental)视角来看待空间信息的。Sui 和 Goodchild (2001)认为这类空间信息的视角本质上是不充分的,无法抓住空间信息技术的本质及其社会含义。他们建议,公平的讲,空间信息应当从媒体(media)的视角去思考,而媒体常被定义为面向公众的信息通信方法。媒体的范畴也应当包含大众传媒,大众传媒是指存在于当前社会中大众通信的工具,这样信息能够在短时间内传递到很多人那里。

如图 1-1 所示,基于传统空间信息观点以及 Sui 和 Goodchild 的建议,新的空间信息概念得以形成。此概念的核心部分由空间信息的 4 个的功能模块所组成,即数据库系统、制图、通信和空间分析,每一个功能都服务于特定的但也相互关联的应用领域,在图中以矩形框表示。

空间数据库模块在空间信息的新隐喻中扮演了中心且关键的角色。当今典型的空间信息应用都是数据和计算密集型的(data-intensive, computation-intensive),这就需要存储大量的既包含传统的(字母数字的, alphanumeric)又包含非传统的(几何对象、图像、时间序列)数据集。如果背后没有强大的空间数据库系统,无论是数据管理,还是空间分析和制图功能都不能高效地工作。

在强大的空间索引和数据处理能力支持下,空间数据库系统能够快速装配好相关的数据以备特定的应用使用,而且若和空间数据分析技术结合则可为空间决策制定开发解决方案。通过利用一些计算智能(computational intelligence)领域新兴的技术,决策支持所使用的空间信息分析技术能够得以改进,它使用人工智能技术来容许空间数据库中的不精确和不确定性,从而获得好的鲁棒性和可接受的方案(Bezdek, 1994)。还有一些统称为数据挖掘(Data Mining)的新技术,自动地在空间数据库中扫描数据以发现数据元素间可能的关系,进而揭示了那些别的技术很难或不可能发现的现象(Miller 和 Han, 2001)。所以相比于传统的 GIS 方法,数据库方法能够极大地改进空间信息决策支持的应用。

日益增长的对互联网空间数据库系统和相关技术的依赖,产生了许多新的空间信息通信