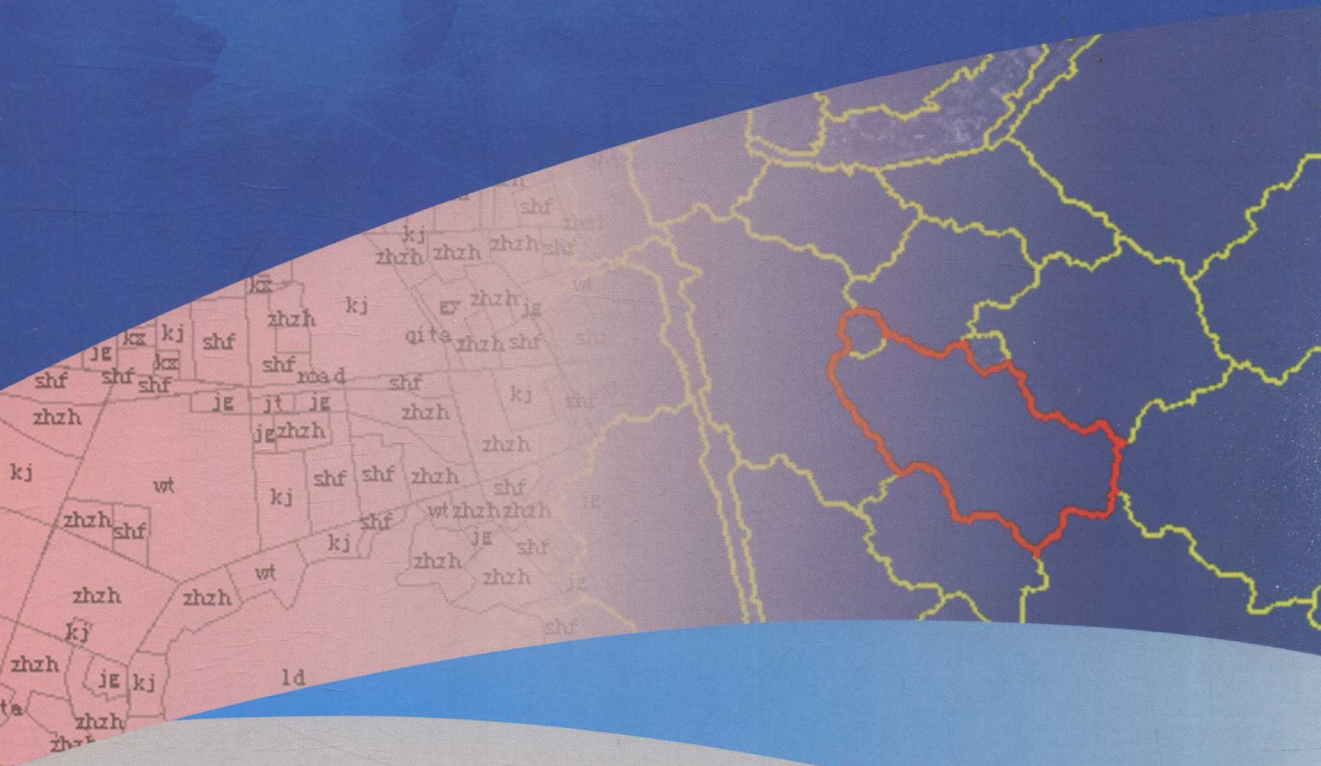


基于面向对象遥感技术的 地理本体建模

崔巍 著



科学出版社

基于面向对象遥感技术的 地理本体建模

崔巍 著

科学出版社

北京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

内 容 简 介

基于语义的空间信息系统集成和互操作是当前空间信息科学的一个热点。本书结合空间数据的特殊性,探讨了基于面向对象遥感技术的地理本体建模思想和方法。通过把地理本体与面向对象的遥感技术有机地结合在一起,构造一个基于遥感特性的地理本体系统,从而屏蔽空间信息资源和服务的分布、异构特征,在逻辑上为用户提供一个单一的虚拟空间信息视图;在此基础上,实现基于面向对象的遥感技术的地理本体推理机制。通过基于面向对象的地理本体建模研究,能够使地理信息系统更加全面和深入地介入不同应用领域,可以极大地促进地理信息系统的普及和社会化。

本书面向的读者为对基于地理本体的空间信息系统集成和互操作领域有兴趣的研究人员,也可供地理信息系统专业研究生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

基于面向对象遥感技术的地理本体建模/崔巍著. —北京:科学出版社, 2016.11

ISBN 978-7-03-050323-7

I. ①基… II. ①崔… III. ①测绘—地理信息系统—研究 IV. ①P208.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 256601 号

责任编辑:张颖兵 杨光华 / 责任校对:肖 婷

责任印制:彭 超 / 封面设计:苏 波



开本:787×1092 1/16

2016年11月第 一 版 印张:11 1/4

2016年11月第一次印刷 字数:284 800

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

基于语义的空间信息系统集成和互操作的研究正处于快速发展阶段,相关研究比较琐碎,不成体系,而且理论基础相对薄弱。在地理信息系统网络化和社会化日益增加的压力下,研究人员做了大量工作,也取得了一些成就,但空间信息基于语义集成和互操作研究的难度很大,要取得重大突破还需要进一步的努力。

本书结合空间信息的特殊性,探讨了基于面向对象的遥感技术的地理本体建模和互操作技术。通过研究地理本体理论在空间信息系统中的应用,利用地理本体记录各个领域共享的知识体系,把默认和隐含的语义信息显式和形式化地表达出来,为不同领域间的空间信息系统的集成和互操作提供了前提条件;通过把地理本体与面向对象的遥感技术有机地结合在一起,并应用到空间信息系统的集成和互操作中,构造一个基于遥感特性的地理本体系统,从而屏蔽空间信息资源和服务的分布、异构特征,在逻辑上为用户提供了一个单一的虚拟空间信息视图;可以实现基于语义的和广域环境下的空间信息资源和服务的集成与互操作。传统互联网实现了计算机硬件的连通,Web 实现了网页的连通,基于面向对象的遥感技术的地理本体试图在语义层面实现互联网上所有资源的全面连通。总之,通过基于面向对象的地理本体建模研究,使地理信息系统更加全面和深入地与各行业的信息系统有机地融合为一个整体,极大地促进了地理信息系统的普及和社会化。

为了实现上述目的,本书主要从以下 3 个方面开展工作。

(1) 对基于信息科学的本体建模技术进行归纳和总结,研究了基于面向对象的遥感技术的地理本体建模思想和方法。本书选择杭州市西湖区的高分辨率影像为实验数据,利用面向对象的遥感技术,通过多尺度的分割,形成了由不同遥感对象构成的一个多层次体系;然后根据林业(选择 11 类地物)和土地利用(选择 13 类地物)的分类标准,在多尺度遥感对象体系中进行识别和分类,建立起多尺度影像层与两套标准定义地物之间的对应关系;在此基础上,通过遥感影像对象的特征属性对不同类型的遥感对象进行建模;并重点研究了几种基于功能的典型地类建模问题。

许多地理对象是根据其实用功能进行分类的,如土地利用分类标准中的教学用地或商服用地,特别是教学用地多由教学楼、宿舍楼等建筑构成,在遥感特征上与普通的城镇住宅用地等城市建筑物没有本质区别,无法对其进行分类。现行的方法大多通过人工实地调绘完成。本书通过在遥感影像中提取阴影、屋顶和操场;计算提取的阴影面积,确定建筑的高度后按楼层高换算建筑面积;利用教育部与住建部的相关规定作为知识来源,建

立地理本体,由此获取学校总的建筑面积;最后利用空间分析方法确定教学用地的范围。本方法通过地理本体和遥感技术,为解决基于使用功能划分地类的分类识别难题提供了一种途径。

(2)提出了基于遥感特征和空间关系的地理本体推理方法。本书提出的语义逻辑推理,是通过地理本体概念集与多尺度遥感对象层次结构之间的关系实现的,主要根据在同一幅遥感影像中,分析不同地类的遥感特征属性值域之间的关系,确定彼此的语义关系;然后建立推理地类语义逻辑联系的规则。通过用不同遥感影像重复试验,证实在不同影像中存在语义联系的遥感对象,其特征属性值的区间虽然会发生变化,但彼此之间的关系(相交、包含或相等)仍然成立。通过原型系统的开发,验证了上述思路的可行性。

(3)提出了一种矢量元胞自动机模型,将地理本体、面向对象的遥感技术、蚁群算法和多智能体等多种原理和方法集成在城市土地利用/变化研究中,对本书提出的思想和方法进行了实例验证,达到了预期结果,证明了所提思想和方法的创新性、合理性和可行性,从而为进一步研究奠定了基础。

全书共分6章。

第1章为绪论。主要介绍基于语义的空间信息集成和互操作的研究背景与意义;并介绍了研究内容和创新点;通过对地理信息系统的发展过程进行详细分析,提出了目前面临的问题并指出了解决问题的途径。

第2章为地理本体。介绍了建立本体的方法,通过比较分析,提出了一种建立本体的混合方法——领域专家和数据挖掘相结合的方法;提出了基本本体的概念,对本体系统的粒度进行了研究;详细阐述了本体理论的原理、方法和应用,为后续各章的研究提供了理论依据。

第3章为面向对象遥感技术与遥感分割尺度研究。介绍了基于遥感特征的地理本体建模基础——面向对象高分辨率遥感影像多尺度分割技术,试图利用分形理论对最优分割尺度进行量化,并通过实验分析,得出了不同遥感对象的分维与其最佳分割尺度之间存在较强的关联性,为构建地理本体奠定了基础。

第4章为基于面向对象遥感技术的地理本体建模研究。全面讨论了基于遥感影像光谱特征的地理本体建模技术、基于遥感影像纹理特征的地理本体建模技术、基于缓冲区分析的地理本体建模技术和基于相对高程和行业规范的地理本体建模技术,在本体通用建模方法的基础上,针对空间信息的特点,提出了具有空间信息领域特点的地理本体建模思想和方法。

第5章为基于地理本体的逻辑推理及其发布系统。提出了基于遥感影像特征的地理本体逻辑推理机制,并设计和实现了基于用户查询的地理本体语义关系推理与发布系统原型。

第6章为实例分析——基于地理本体和面向对象遥感技术的矢量元胞自动机模型。利用所提出的关于地理本体建模的思想和方法,在土地利用/覆盖利用变化的范畴内,设计和实现了矢量元胞自动机模型,有效地验证了本书提出的思想和方法。

在本书的写作过程中,武汉理工大学资源与环境工程学院袁艳斌教授、黄解军教授、詹云军博士、尹章才博士和张晓盼博士提出了宝贵的修改意见,在此表示感谢。李荣、姚志武、汤世明、周琪和郑振东同学完成了本书的所有试验和原型系统开发,对几位同学的辛勤付出表示由衷的感谢。本书受到国家自然科学基金(项目批准号:41171319,40571128)、国家高技术研究发展计划(863 计划)(2009AA12201)和武汉理工大学研究生院的资助,在此表示感谢。

由于本书信息量大,资料收集难度大,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

作者

2016 年 8 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 地理信息系统的历史	3
1.1.1 20 世纪 60 年代早期发展阶段	3
1.1.2 20 世纪 70 年代巩固阶段	4
1.1.3 20 世纪 80 年代突破阶段	4
1.1.4 20 世纪 90 年代社会化阶段	5
1.1.5 21 世纪的空间信息语义网格阶段	5
1.2 地理信息系统发展中存在的问题及其原因	6
1.2.1 地理信息系统语义异构产生的原因	6
1.2.2 存在的问题	10
1.2.3 解决问题的途径	11
1.3 基于语义地理信息系统集成和互操作现状	12
1.4 小结	15
第 2 章 地理本体	17
2.1 本体与空间信息	19
2.1.1 本体的概念	19
2.1.2 本体描述空间信息语义的方法	20
2.1.3 小结	26
2.2 建立(再现)领域本体	26
2.2.1 本体方法论综述	26
2.2.2 领域专家建立地理本体	28
2.2.3 数据挖掘——属性相关性分析	29
2.2.4 混合方法	30
2.2.5 实例分析	31
2.3 本体概念与传统地理信息数据模型之间的关系	35
2.3.1 本体概念与类和对象之间的关系	35
2.3.2 面向对象数据模型与传统数据模型之间的关系	37
2.4 小结	38

第3章 面向对象遥感技术与遥感分割尺度	41
3.1 概述	42
3.2 面向对象高分辨率遥感影像多尺度分割技术	43
3.3 分形理论	44
3.4 实验分析	45
3.4.1 湖泊样本	45
3.4.2 河流样本	52
3.4.3 林地样本	55
3.4.4 裸地分块统计结果及分析	65
3.4.5 尺度平稳区间其他地类对象的变化	68
3.5 小结	71
第4章 基于面向对象遥感技术的地理本体建模	75
4.1 基于遥感影像光谱和形状特征的地理本体建模	77
4.1.1 林业领域地理本体建模	77
4.1.2 土地利用领域地理本体建模	88
4.2 基于遥感影像纹理特征的地理本体建模	97
4.2.1 采用小波变换提取纹理特征的方法	98
4.2.2 基于纹理特征的地理本体建模实验	99
4.3 基于缓冲区分析的地理本体建模	102
4.3.1 结合空间分析的西湖周边风景名胜用地的地理本体定义和对象提取	102
4.3.2 结合空间分析的农村宅基地地理本体建模	104
4.3.3 划分功能区域	108
4.4 基于相对高程和行业规范的地理本体建模	118
4.4.1 教学用地地理本体建模算法的基本原理	119
4.4.2 基于相对高程的科教用地地理本体建模算法的流程	125
4.4.3 研究结果及分析	127
4.5 小结	129
第5章 基于地理本体的逻辑推理及其发布系统	131
5.1 概述	132
5.2 基于遥感影像特征的地理本体逻辑推理	133
5.3 基于用户查询的地理本体语义关系推理	138
5.3.1 解决问题的方案	139

5.3.2 具体实施方式	140
5.4 小结	144
第 6 章 实例分析:基于地理本体和面向对象遥感技术的矢量元胞自动机模型	147
6.1 概述	148
6.2 基于面向对象遥感技术的矢量元胞自动机模型	149
6.2.1 试验区介绍	149
6.2.2 数据处理流程和结果	151
6.3 基于蚁群算法的元胞自动机转换规则挖掘算法	153
6.3.1 算法流程	153
6.3.2 分类效果	153
6.4 基于 Adaboost 的多蚁群 Agent 协商研究	157
6.4.1 Adaboost 算法与多蚁群 Agent 协商研究	157
6.4.2 黑板模型下蚁群系统的协商策略设计	157
6.4.3 实验过程与结果分析	160
6.5 小结	163
参考文献	164

绪 论

本章首先在 1.1 节中介绍了地理信息系统的发展过程,指出随着应用的深入和涉及领域的拓展,必然会导致空间信息异构、分布的趋势加快,这样就会出现空间信息的语义孤岛效应:各个空间信息系统局限于不同的应用领域,彼此之间无法进行有效的沟通和集成,极大地阻碍了空间信息的共享,提高了信息系统开发的成本。在此基础上,在 1.2 节中引入和分析了语义异构的问题;然后在 1.3 节中

分析了基于语义的地理信息系统集成和互操作的现状,提出了一个基于语义的地理信息系统集成和互操作的研究方向,即利用本体系统解决地理信息系统语义层的集成和互操作,从认知科学的研究角度对基于语义的地理信息系统集成和互操作展开较深入的研究。开展地理本体的建模研究,将极大地推进空间信息系统集成和互操作的发展。

1.1 地理信息系统的历史

地理信息系统脱胎于地图,它们都是地理信息的载体,具有获得、存储、编辑、处理、分析与显示地理数据的功能。地图是地理学的第二代语言,而地理信息系统已成为地理学的第三代语言。20世纪60年代初,在计算机图形学的基础上出现了计算机化的数字地图。1950年,麻省理工学院为它的旋风一号计算机制造了第一台图形显示器;1958年,美国一家公司在联机数字记录仪的基础上研制出滚筒式绘图仪;1962年,麻省理工学院的一名研究生在其博士学位论文中,首次提出了计算机图形学的术语,并论证了交互式计算机图形学是一个可行的、有用的研究领域,从而确立了这一学科分支的独立地位。在此基础上,地理信息系统发展起来。下面按照目前被广泛接受的观点(乌伦,2000)分4个阶段介绍地理信息系统的发展史;然后,提出地理信息系统即将进入一个崭新的阶段——空间信息语义网格阶段,并指出新时代地理信息系统所面临的问题。

1.1.1 20世纪60年代早期发展阶段

20世纪60年代初,计算机技术开始用于地图量算、分析和制作。60年代中期,在自然资源 and 环境的规划管理 with 应用加速增长的驱动下,对地图进行综合分析和输出的系统日益增多。

20世纪60年代中后期,许多与地理信息系统有关的组织和机构纷纷建立并开展工作,如美国城市和区域系统协会(Urban and Regional Information System Association, URISA)在1966年成立,美国州信息系统全国协会(National Association for State Information System, NASIS)在1969年成立,国际地理联合会(International Geographical Union, IGU)的地理数据遥感和处理小组委员会在1968年成立等。这些组织和机构相继组织了一系列地理信息系统的国际讨论会。

最初的地理信息系统主要是关于城市和土地利用的,如加拿大地理信息系统(Canada geographic information system, CGIS)就是为处理加拿大土地调查获得的大量数据而建立的。该系统由加拿大政府组织于1963年开始研制实施,到1971年正式投入运行,被认为是国际上最早建立的、较为完善的、大型使用的地理信息系统。

由于计算机硬件系统功能较弱,限制了软件技术的发展。这一时期地理信息系统软件的研制主要是针对具体的地理信息系统应用进行的,到20世纪60年代末期,针对地理信息系统一些具体功能的软件技术有了较大进展。

第一,栅格-矢量转换技术、自动拓扑编码,以及多边形中拓扑误差检测等方法得以发展,开辟了分别处理图形和属性数据的途径;

第二,具属性数据的单张或部分图幅可以与其他图幅在图边自动拼接,从而构成一幅更大的图件,使小型计算机能够分块处理较大空间范围(或图幅)的数据文件;

第三,采用命令语言建立空间数据管理系统,包括对属性再分类、分解线段、合并多边形、改变比例尺、测量面积、产生图 and 新的多边形、按属性搜索、输出表格 and 报告,以及多边形

形的叠加处理等。

这一时期的软件主要是针对当时的主机和外设开发的,算法尚显粗糙,图形功能有限。

1.1.2 20 世纪 70 年代巩固阶段

进入 20 世纪 70 年代以后,由于计算机技术的飞速发展,尤其是大容量存取设备——硬盘的使用,为空间数据的录入、存储、检索和输出提供了强有力的手段。用户屏幕和图形、图像卡的发展,增强了人机对话和高质量图形显示功能,促使地理信息系统朝着实用方向迅速发展。一些发达国家先后建立了许多不同专题、不同规模、不同类型、各具特色的地理信息系统。例如,美国森林调查局发展了全国林业统一使用的资源信息显示系统;美国地质调查所发展了多个地理信息系统,用于获取和处理地质、地理、地形和水资源信息,较典型的有地理信息检索与分析系统(geographic information retrieval and analysis system, GIRAS);日本国土地理院从 1974 年开始建立数字国土信息系统,存储、处理和检索测量数据、航空相片信息、行政区划、土地利用、地形地质等信息,为国家和地区土地规划服务;瑞典在中央、区域和市三级上建立了许多信息系统,比较典型的如区域统计数据库、道路数据库、土地测量信息系统、斯德哥尔摩地理信息系统、城市规划信息系统等。

此外,探讨以遥感数据为基础的地理信息系统逐渐受到重视,如将遥感纳入地理信息系统的可能性、接口问题,以及遥感支持的信息系统的结构和构成等问题;美国喷气推动实验室(Jet Propulsion Laboratory, JPL)在 1976 年研制成功兼具影像数据处理和地理信息系统功能的影像信息系统(image based information system, IBIS),可以处理 Landsat 影像多光谱数据;美国国家航空航天局(National Aeronautics and Spaces Administration, NASA)的地球资源实验室在 1979~1980 年发展了一个名为 ELAS(earth resources laboratory applications software)的地理信息系统,该系统可以接受 Landsat MSS 影像数据、数字化地图数据、机载热红外多波段扫描仪,以及海洋卫星合成孔径雷达的数据等,产生地面覆盖专题图。

1.1.3 20 世纪 80 年代突破阶段

由于计算机的发展,推出了图形工作站和个人计算机等性能价格比大为提高的新一代计算机,计算机和空间信息系统在许多部门广泛应用。地理信息系统软件技术在以下几个方面有了很大的突破。在栅格扫描输入的数据处理方面,尽管扫描数据的处理要花费很长的机时(与扫描时间相比为 10:1),但是仍可大大提高数据输入的效率;在数据存储和运算方面,随着硬件技术的发展,地理信息系统软件处理的数据量和复杂程度大大提高,许多软件技术固化到专用的处理器中,而且遥感影像的自动校正、实体识别、影像增强和专家系统分析软件也明显增加;在数据输出方面,与硬件技术相配合,地理信息系统软件可支持多种形式的地图输出;在地理信息管理方面,除了 DBMS(database management system)技术已发展到支持大型地图数据库的水平外,专门研制的适合地理信息系统空间关系表达和分析的空间数据库管理系统也有了很大的发展。

综上所述,这一时期地理信息系统的发展有如下特点。

第一,在20世纪70年代技术开发的基础上,地理信息系统技术全面推向应用;

第二,开展工作的国家和地区更为广泛,国际合作日益加强,开始探讨建立国际性的地理信息系统,地理信息系统由发达国家推向发展中国家,如中国;

第三,地理信息系统技术进入多种学科领域,从比较简单的、单一功能的、分散的系统发展到多功能的、共享的综合性信息系统,并向智能化发展,新型的地理信息系统将运用专家系统知识进行分析、预报和决策;

第四,微机地理信息系统蓬勃发展,并得到广泛应用。在地理信息系统理论指导下研制的地理信息系统工具具有高效率 and 更强的独立性和通用性,更少依赖于应用领域和计算机硬件环境,为地理信息系统的建立和应用开辟了新的途径。

我国地理信息系统方面的工作自20世纪80年代初开始。以1980年中国科学院遥感应用研究所成立的全国第一个地理信息系统研究室为标志,在几年的起步发展阶段中,我国地理信息系统在理论探索、硬件配制、软件研制、规范制定、局部系统建立、初步应用实验和技术队伍培养等方面都取得了进步,积累了经验,为全国范围内开展地理信息系统的研制和应用奠定了基础。

1.1.4 20世纪90年代社会化阶段

进入20世纪90年代,随着地理信息产业的建立和数字化信息产品在全世界的普及,地理信息系统将深入到各行各业乃至各家各户,成为人们生产、生活、学习和工作中不可缺少的工具和助手。地理信息系统已成为许多机构必备的工作系统,尤其是政府决策部门由于在一定程度上受地理信息系统影响而改变了现有机构的运行方式、设置与工作计划等。而且,社会对地理信息系统的认识普遍提高,需求大幅度增加,从而导致地理信息系统应用的扩大与深化。国家级乃至全球性的地理信息系统已成为公众关注的问题。

自20世纪90年代起,中国地理信息系统步入快速发展阶段。力图使地理信息系统从初步发展时期的实验、局部应用走向实用化和生产化,为国民经济重大问题提供分析和决策依据。同时,地理信息系统的研究和应用正逐步形成行业,具备了走向产业化的条件。

1.1.5 21世纪的空间信息语义网格阶段

随着地理信息系统社会化进程的加快,地理信息系统实现了地域空间信息的对外发送。但由于空间信息的分布性,各个地域的地理信息系统往往仅存储当地的空间信息,目前尚无任何一个地理信息系统拥有地球上全部的海量信息。为获取所需的资源,用户只能人工从大量的地理信息系统网站中逐个查询,这样不仅浪费时间,同时由于缺乏目的性,用户往往无法获得需要的信息。为解决这个矛盾,需要建立开放分布的跨地区、跨行业的网络化地理信息系统,使用户透明地使用网络上所有的空间信息资源。网格应用(Foster et al.,2001)的兴起,为问题的解决提供了较为理想的解决方案。所谓网格是把整个Internet整合成一台巨大的超级计算机,实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源的全面共享(李国杰,2001)。网格的根本特征并不是它的规模,而

是资源共享,消除资源孤岛。这种开放透明的共享资源模式决定了网格与地理信息系统结合的必然性(李德仁等,2003;夏曙东等,2002;孙九林等,2002)。空间信息网格的研究重点是如何消除信息孤岛和知识孤岛,实现信息资源和知识资源透明的共享。这种共享不是一般的文件交换与信息浏览,而是要把所有的地理信息系统连接成一个虚拟的社会组织(virtual organization),实现在动态变化环境中灵活控制的协作式信息资源共享。空间信息网格与 WebGIS 最大的区别是一体化,即用户看到的不是数不清的门类繁多的网站,而是单一的入口和单一系统映像。一个用户需要查询某一方面的地理信息数据,不必知道有哪些数据供应商或数据生产者,只需通过空间信息网格提供的元数据信息库进行最简单的查询,即可找到用户需要的地理信息数据。数据的查询检索对用户是透明的,只要查询请求的格式符合系统要求,经过网格计算,就可从空间信息网格中轻松获取所需要的数据。

1.2 地理信息系统发展中存在的问题及其原因

网格计算在科学计算领域是成功的,但对地理信息系统来说,如果仅仅在物理上把所有的地理信息系统连接起来仍然是不够的。由于人们对世界认知的不同,以及所遵循的政策法规、行业特征和习惯的差异,导致不同领域的专家对同一地理现象观察和描述会侧重于对象不同的侧面,从而产生观点上的差异,形成语义异构。因此,不同行业的地理信息系统对同一个概念的语义解释往往有很大差别,如果不考虑这种语义的差异,就可能对用户的要求无法回答或做出不正确的回答,空间信息网格系统也就失去其存在的价值和地位。例如,对于南方亚热带丘陵山地的认识,不同部门就出现了分歧,林业部门将其划为宜林地,而农业畜牧部门将其归类为草山草坡。这样就造成同一块土地在不同的部门有不同的分类,并且语义也不同。这时即使两个部门的信息系统实现了物理连接,仍然无法进行语义互操作,从而无法实现信息共享,所以不同行业的地理信息系统在纳入网格系统时必须考虑这种语义的差异。这种语义异构的出现,是用传统的方法建立地理信息系统过程的必然产物,所以下面首先从建立地理信息系统的一般过程出发,从中分析发掘出不同系统之间出现语义异构的内在原因,然后针对性地提出解决方案。

1.2.1 地理信息系统语义异构产生的原因

建立地理信息系统的过程就是一个对现实世界中的研究对象进行抽象、提炼,然后映射到软件世界的过程,OGC(Open Geospatial Consortium,1999)认为这个过程通常有 9 个层次,在这 9 个层次之间通过 8 个接口与它们连接,定义了从现实世界到地理要素集合世界的转换模型。这 9 个层次依次为现实世界(real world)、概念世界(conceptual world)、地理空间世界(geospatial world)、维度世界(dimensional world)、项目世界(project world)、点世界(points world)、几何体世界(geometry world)、地理要素世界(feature world)和要素集合世界(feature collection world)(图 1.1)。连接它们的 8 个接口分别为认识接口、地理信息系统学科接口、局部测度接口、信息团体接口、空间参照系接口、几何体结构接口、要素结构接口及项目结构接口。在 9 个层次的模型中,前 5 个模型是

对现实世界的抽象过程,没有在计算机软件中实现;后4个模型是关于真实世界数学的和符号化的模型,将在软件中实现。下面给出各个模型的详细介绍(乌伦,2000)。通过分析,语义异构出现的根本原因在于从现实世界到概念世界的抽象过程中,不同领域的专家因为其自身领域背景的影响,对相同的地理现象往往会产生不同的认知,这是出现语义异构的根本原因。而从维度世界到项目世界的投影过程中,本来就存在不同认识的抽象模型又被人为地割裂成不同的项目世界,放大了语义的分歧。找到出现语义异构的原因因为有针对性地解决语义异构提供了可能。

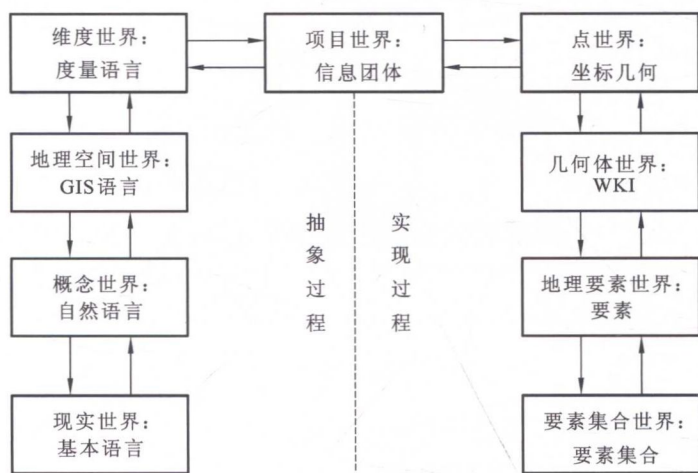


图 1.1 OpenGIS 的 9 层模型

1. 抽象过程

从现实世界到项目世界的抽象过程包括 5 个模型,具体的抽象步骤描述如下:现实世界→概念世界→地理空间世界→维度世界→项目世界。

1) 现实世界

现实世界是所有事物(fact)的集合,无论人们是否知道这些事物。根据事物的本质,人们可以认识理解现实世界中的事物。图 1.2 表示了人类生活于其中的现实世界。其中,云状的纹理结构占据了图形的绝大部分,代表了人们所不了解的事物,正是它们造成了宇宙的混沌状态。人们只知道一些所熟悉的事实,其中的一些被绘制在图中。

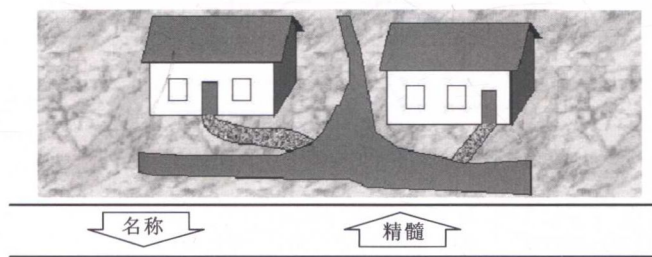


图 1.2 现实世界

2) 概念世界

概念世界是人类自然语言的世界,人类了解且认识其所命名的事物,因此这些事物构成了“语言的世界”。在图 1.3 的概念世界中,表示宇宙混沌状态的云已经不存在了,因为这些在自然语言内容中通常是不可见的。图 1.3 显示了容易识别的事物:门、路、砖、屋顶、房屋等。用这种方法可以返回到真实的世界中,抽象出一个事实的本质,称为精髓(pith)。由于可以给出所知道的事物的名字,而且能够感受到这些相同的已知事物的本质,所以称真实世界与概念世界之间的交互为认识接口(epistemic interface)。

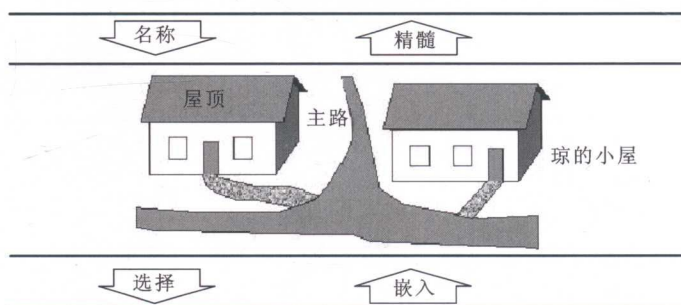


图 1.3 概念世界

不同领域的描述者对同一地物的描述是不同的,这对后续抽象过程影响巨大,从根本上讲,这是造成不同领域信息系统出现语义冲突的根本原因。

对于地理信息系统来讲,自然语言的概念世界并不是充分抽象的,在地理信息系统中只有概念世界中一个简化的子集才是兴趣所在。这个子集称为地理空间世界,人们与概念世界交互的方法叫选择。

3) 地理空间世界

从事地理信息系统的技术人员都习惯于把世界视为一个抽象的、几乎是具有卡通特性的世界。这是由于在概念层次的世界充满了复杂的形状、样式、细节。这些复杂性在地理空间世界中被消除,并用简单的、浅显的抽象来代替,这些抽象通常在时间及空间上都是静态的。通过地理空间世界的抽象,河流被视为线,地形被视为等高线多边形的简化,而森林被视为多边形(图 1.4)。

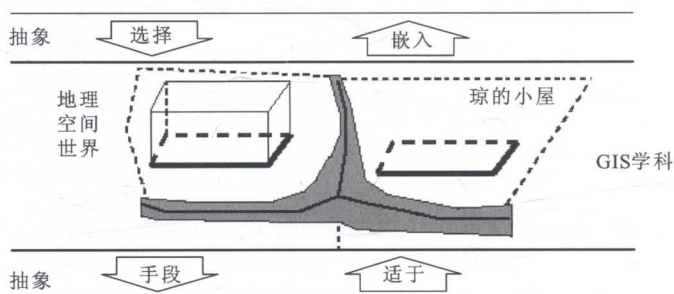


图 1.4 地理空间世界