

地图信息的分形描述与 自动综合研究

王 桥 毋河海 著



武汉测绘科技大学出版社

国家自然科学基金资助项目

地图信息的分形描述与 自动综合研究

王 桥 毋河海 著

武汉测绘科技大学出版社

1998 年 · 武汉

(鄂)新登字 14 号

内 容 提 要

针对传统数学在处理复杂、非规则现象中的局限性和地图图形数据自动处理研究的实际需要,引入了新近发展起来的专门研究复杂现象的新型工具——分形理论。在分析、归纳分形理论的基本原理、发展过程和在地学方面应用进展的基础上,抽象出分形分析的基本思想方法——粗视化方法,并从分维扩展、分形存在层次、图形形状特征变化分形分析等诸多方面,深化和发展了分形理论。揭示了分形理论用于地图图形数据自动处理的途径和潜力。同时,较广泛地扩展了分形理论的应用模型,分别建立了地貌、河网等要素的线状、面状分形分析模型以及方根规律的分形扩展模型等,并建立了分形理论与制图综合的内在联系,分要素提出了一系列基于分形分析的自动综合方法。该研究获国家自然科学基金项目资助,编号 49571061。

图书在版编目(CIP)数据

地图信息的分形描述与自动综合研究/王桥,毋河海著. —武汉:
武汉测绘科技大学出版社,1998.9
ISBN 7-81030-599-9

I. 地… I. ①王… ②毋… III. ①地图学-地图综合 ②数学-分形理论-应用 IV. P28

责任编辑:董 巍 封面设计:曾 兵
武汉测绘科技大学出版社出版发行
(武汉市珞喻路 129 号,邮编 430079)
武汉测绘科技大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:12.125 插页:5 字数:225千字
1998年9月第1版 1999年12月第2次印刷
印数:501-1500册 定价:25.00元

前 言

空间信息处理是信息处理范畴的一个特殊而重要的领域。其主要特征体现在信息量的海量性、地理信息内容的相关性与复杂性、实体大小和形状的多样性及其空间分布特征的区域性、信息处理方法的综合性等。地图信息是空间信息处理的主要支撑,同时也是处理结果的直观且重要的表达形式。

尽管分形学的思想可追溯到 1919 年的 Hausdorff 著作(甚至更早至 1875 年的 Weierstrass 等),但真正形成一门新的学科应是本世纪 70 年代的事了。B. B. Mandelbrot 对“英国海岸线有多长”这个地图量测学问题的研究及其权威著作 *The Fractal Geometry of Nature* 的问世,触发与推动了分形学的广泛研究与应用,远远超越早期的确定海岸线长度的地图量测学范畴。然而,源于地图量测学的分形学原理在地图信息处理中的应用的研究却显得有些迟钝。因此,在地图信息处理领域中对分形学原理与方法进一步研究与应用的重要性是显而易见的了。

在地图中,有很多要素具有典型的分形特征。海岸线曾起了分形学之母的作用是不用说的了;河流、政区界线以及表示地貌的等高线等要素,均有着极其典型的分形特征,是分形学原理与方法应用的理想场所。如果说分形学源于地学,则地学工作者有责任把这一新颖的理论与方法充分地用于地学信息处理。

本书首先对地图信息的综合作总体性论述,作为后继各章论述的主线。

与欧氏几何相比,被誉为大自然几何学的分形学具有描述自然界复杂物体与现象的能力。随着分形学研究的进展,人们普遍认为仅用一个分形维数无法充分地描述复杂的物体或现象,于是提出了分维的扩充问题。因此,本书对此问题进行了初步的理论探讨与数值试验。

结合国家八五科研项目,以水系和地貌两个典型要素为重点研究对象,以图论、计算几何和计算机视觉为技术工具,进行基于结构化思想的地图信息自动综合。分形学方法在研究过程中呈

现出“准结构化”的特点。随着对扩充分维的进一步研究,分形学方法将由“准结构化”向“结构化”发展。

本书在着重论述分形学原理与方法在地图信息自动处理中重要应用的同时,也及时顾及到其自身的局限性,在于许多地理过程是尺度依赖的(Goodchild,1980),或者说在自然界只存在有限层次的自相似是分形学方法应用局限性的主要原因。

空间信息处理是复杂且困难的,不能指望用一种科学方法去完满地解决,需要把若干科学方法有机地组合起来,按照“综合性”的途径来逼近。

著 者
1998.9

目 录

导 言 地图信息自动综合引论	(1)
0.1 制图综合——地理环境的认知手段	(1)
0.2 图形信息的认知特点:一目了然	(2)
0.3 机助制图与制图综合的关系	(2)
0.4 影响制图综合的主要因素	(3)
0.5 空间信息处理中综合的普遍性	(4)
0.6 制图综合算子——自动制图综合过程的算子分解	(5)
0.7 制图综合的“数字景观模型”(DLM)观点	(6)
0.8 地图制图自动综合是一个国际难题	(7)
0.9 地图数据的自动处理——计算机视觉的体现	(8)
0.10 制图综合对地理实体信息的描述与管理要求:结构化制图 综合的支撑环境	(9)
0.11 地图内容自动综合的基本模型	(9)
0.12 制图综合的主要方法	(11)
0.13 河系的自动综合	(17)
0.14 地貌形态的自动综合	(20)
0.15 居民地的自动综合	(24)
第 1 章 分形方法研究与应用概述	(28)
1.1 引言	(28)
1.2 分形理论的历史与现状	(28)
1.3 分形理论在地学领域中的应用	(33)
1.4 本书研究的目标和主要内容	(38)
第 2 章 分形学基本理论	(40)
2.1 符号注释与基本概念	(40)
2.2 Hausdorff 测度与维数	(42)
2.3 自相似与自仿射	(44)
2.4 分形概念的提出	(45)
2.5 分形维数	(47)
2.6 经典分形及其分维计算举例	(50)
2.7 随机分形	(53)
2.8 分形空间与迭代函数系	(57)

2.9	分形插值	(61)
2.10	多重分形	(66)
第3章 分形分析方法及其在地学图形数据处理中的若干扩展		
	扩展	(70)
3.1	关于分形分析的一般方法	(70)
3.2	线状要素的分维估值	(74)
3.3	无标度区及其判定	(83)
3.4	面状要素的分维估值	(87)
3.5	地形表面的分维估值	(98)
3.6	河网的分维估值	(107)
3.7	分形分析的理论与应用问题的一些讨论	(115)
第4章 面向自动制图综合的分形建模与应用		
4.1	分形分析应用研究的几点基本思考	(135)
4.2	自动制图综合与分形分析	(137)
4.3	基于分形分析的线状要素自动综合	(143)
4.4	方根规律模型的分形扩展	(152)
4.5	基于分形分析的面状要素自动综合	(158)
4.6	基于分形分析的地貌形态自动综合	(162)
4.7	基于分形分析的河网自动综合	(168)
第5章 功能模块及其初步应用		
5.1	功能模块简介	(173)
5.2	自动综合模块的应用	(173)
第6章 结束语		
	参考文献	(177)
	参考文献	(179)

导言 地图信息自动综合引论

0.1 制图综合——地理环境的认知手段

0.1.1 抽象概括是科学认知的基本手段

在地图上要表达的社会、经济与地理环境信息,在地域上是广阔的,在内容上是复杂多样的,要正确地认识、掌握与应用这种广而复杂的信息,需要进行去粗取精,去伪存真的思维加工。这要求对社会、经济及地理环境进行科学的认识。对于复杂的现象,首先要进行为了某种目的的选择与分类。这是一个从感性认识到理性认识的一个抽象过程。一切科学和抽象,都能更深刻、更正确、更完全地反映着自然。抽象与概括揭示着事物的本质。

当一个任务需要较为概括的信息时,提供过多的细节就成为干扰,就会淹没主要信息。这时,多余的信息就变成噪音。若为决策者提供远远多于他进行决策需要的信息时,决策者反而什么也看不见了。

0.1.2 认识客观事物的领域观

对于同一的客观世界,不同社会部门或学科领域的人群有其独特的行业选择需求。文学家着重人物的内心世界与感情性格的刻画;卫生部门关心的则是人们的健康与疾病的防治;地理学家关心的却是地理资源的合理开发与利用等等。

0.1.3 制图综合——抽象概括原理在地学信息处理中的应用

地图是空间信息的重要传播手段之一,空间信息不仅数量庞大,类型复杂,并且还在与日俱增,因此,在有限的图面上要反映这些庞大而复杂的空间信息,就不得不进行去粗取精,反映主要的、本质性的方面,舍弃次要的、非本质性的方面,以确保地图的易读性,这个过程就是制图综合。

制图综合问题可以看作是一种最佳逼近的问题,是逼近理论应用的一个特殊领域,因而可以用一种数学优化的模型来描述。制图综合应使地图上所表示的有限量的信息能“最佳地”复现现实世界的情况。综合首先意味着对地理信息的全局性评价,即查明与建立地理目标的分布规律与结构关系。地理要素的层次(树)结构就是全局性分布关系的重要表示手段。此外,不仅制图综合而且也包括地理数据处理在内,均要求顾及区域特征,因为同样的物体在不同的环境下会具有不同的重要性。这就要求在进行综合时,不仅要

有从整体上评价地理物体的“结构特征”机制,还要拥有从“邻近度”上分析各个物体相对重要性的手段。从而使得在全局结构中处于同一级别的各个物体能获得一个补充性的区域重要性的评价依据。这样,既顾及了全局性结构,又注意到区域特征。空间数据处理的智能化主要体现在这里。

0.2 图形信息的认知特点:一目了然

“千言万语不如一张图”说明图形与文字相比,前者拥有优异的表现力。这可从以下几个方面来说明:

从数据结构方面看,图上不仅表示了各种物体及其有关属性,而且也表示了各个物体的位置、形状和空间关系。对于位置、形状和空间关系的描述,文字语言是无能为力的;

图形具有随机阅读的性能,即可沿任意方向阅读,不受方向与顺序的限制。文字语言则不能;

图形具有并行阅读的性能,即对视野范围内的所有物体,能瞬时尽收眼底,这正是“一目了然”之所在。文字著作则不然,需要通读。

对于微观事物,需要放大观察,以求“一目了然”。而对于地理信息这样的广阔宏观事物,只有进行必要的缩小观察,才能达到“尽收眼底”的目的。若在地理物体相对稀少的地区,尽管图面物体数目不多,也要进行必要的舍弃,以强调地理物体的空间分布特征,这样的综合可认为是主动的综合;若仅是受到图面空间的限制而被迫舍弃一些目标,这样的综合可认为是被动的综合。在地图制图综合中应把这两种综合恰当地结合起来。

衡量“一目了然”的唯一准绳是:是否表达了地图设计书中根据目的与用途所作出的“构思”,而不是内容越少,越直观,从而越一目了然。

0.3 机助制图与制图综合的关系

自动化地图制图被称为地图制图中的“数量革命”,它不仅体现在以数字的形式表示地图信息,并且用数学方法对地图内容进行自动化处理,从而在一定程度上使地图内容的处理增强了客观一致性和科学严谨性。对以数字形式表示的地图可借助计算机进行各种各样的数值分析,以提取多种多样的有用的信息。并把传统地图概念扩展到“非可见地图”。

0.3.1 机助制图——研究“如何绘制(可视化)”问题

机助制图的任务是根据指定图式或图例符号系统将数字地图(DLM—Digital Landscape Model)转换成模拟地图或DCM(Digital Cartographic Model),以解决图形显示(可视化)或绘图输出问题。其实质是“数/图转换”问题。

0.3.2 制图综合——研究“绘制什么(信息的科学选择与变换)”问题

在制图自动化的前两个步骤(数据的获取与存贮组织)中花费了巨大的代价,现在应该充分利用计算机的性能,把用数字形式精心组织起来的地图信息,根据不同的用途目的与区域地理特征进行科学的处理(地理实体的评价、抽象、选择与概括等),以生成具有不同比例尺的空间数据库,特别是借此能从基础比例尺地图生成多种比例尺地图,以支持用于不同目的、不同层次和不同部门的规划、管理与决策,省去多次的重复编图或为满足多种用途而进行多重数据获取。这就是自动制图综合问题。其实质是地理信息的变换问题,是从较大比例尺数字地图(DLM1)向较小比例尺数字地图(DLM2)作信息变换。

0.4 影响制图综合的主要因素

0.4.1 地图的目的与用途

地图的目的与用途是控制地图数据处理的主导因素,是制订图式规范与编图大纲的依据,并直接决定着地图的比例尺。一切地图数据处理的最终成果都是为地图的目的与用途这一总目标服务的。

0.4.2 地图比例尺

在地图的目的与用途在宏观上决定了比例尺之后,比例尺便成为地图数据处理的几何限制条件了。之所以执行比例尺条件,也正是为了确保地图用途与目的的落实。

0.4.3 区域地理特征

区域地理信息是空间数据处理的对象。它的整体特征与局部差异正是数据处理时要予以顾及并要突出反映的。只有充分顾及地理特征,才能使空间数据处理体现出整体性、综合性与区域性等地理数据处理的特点。

0.4.4 可视化要求

可视化是地理信息处理的窗口与处理结果的直观表达形式,因而是决策的直观依据。只有把空间数据库中的海量数据转换为直观的图形信息,地理信息处理结果才能为规划、管理与决策提供有力的支撑。

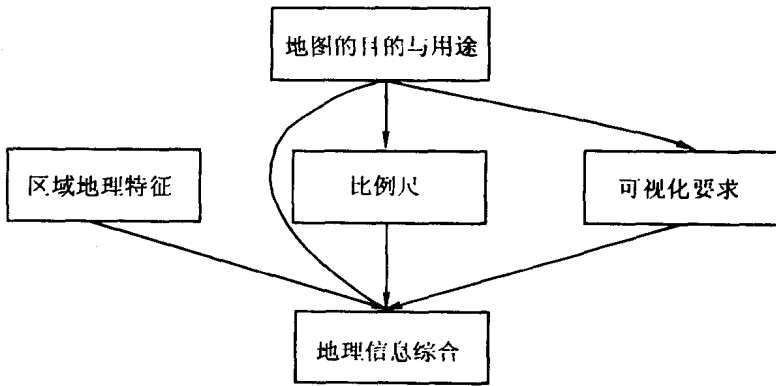


图 0-4-1 影响制图综合的主要因素

0.5 空间信息处理中综合的普遍性

在空间信息处理的每一个环节中,均存在信息选择与分类概括问题:

0.5.1 编辑准备与地图设计工作中的信息综合

在地图资料(基本资料、补充资料和参考资料)的分析中,对它们的内容进行选取与归纳,根据新图的目的与用途对地图信息进行再分类,决定各种资料的使用程度和具体要素内容的筛选。这些工序都是地图信息的综合问题。类别的选定与地物选取的宏观控制是未来地图面貌的总构思。显然,这里不仅存在着地图的信息综合,而且是具有决定意义的、全局性的综合,因而也是最为严厉的综合。

0.5.2 信息采集与外业测图中的信息综合

客观世界是一个充满着类别繁多、数量难以估量的信息源,空间信息或地理信息只是其一个子集,因此,从客观世界采集空间数据(外业测量或内业测图)的过程是一个在具体地理环境下执行规范、细则的过程。这是一个从现实世界复杂多样的信息中选择符合规范与细则中所要求的信息,是最为原始的综合,是从客观世界到信息世界的转换。

0.5.3 多比例尺编图中的信息综合

前面曾讲到,根据不同的用途目的,对空间信息综合处理,以生成具有不同分辨率的空间数据库与自动编制多种比例尺地图,以支持用于不同领域的规划、管理与决策,即从较大比例尺已作过初步综合的数字地图

(DLM1)向较小比例尺数字地图(DLM2)作信息变换。这种综合已经进入实体信息与实体间的关系处理阶段,正是本书所要研究的核心内容。

0.5.4 GIS 多重比例尺表达中的信息综合

地图是GIS中所有专题信息的空间依附。因此,一切有关图形的信息综合都为GIS所必需。此外,在GIS中,除了图形信息综合之外,对于各种专题信息在空间上与语义上,也需要进行必要的综合。

0.6 制图综合算子——自动制图综合过程的算子分解

制图综合是一个高度智能化的和具有创造性的作业过程,它是一个整体任务。由于这个任务包含一系列不同性质的操作,就需要把它分解为若干个子过程来实现。由于地理/制图物体的复杂性,使得制图综合的总体过程不等于各个子过程的组合。把整个过程分解为若干子过程来实现的方法叫做启发式方法*。在自动综合的长期研究中,所得出的基本共识是模拟传统制图的基本手法(如选取、概括、移位等)。并把它们分别地(孤立地)予以算法化。

由于这些子过程之间缺少明确的内在或逻辑联系,使得这些子过程是以某种混合形式来组合应用。这种整体不等于各个部分之和的问题是一个非线性问题。可通过线性算子(如启发式方法)作迭代式逼近。

不同学者对制图综合过程提出了不同的分解模式:

- 1) 三算子模式:选取、概括和移位。
- 2) 四算子模式:选取、概括、合并和移位。

3) 七算子模式(G. Hake):

纯几何综合:简化、夸大、移位;

几何/概念综合:合并、选取、类型化、强调。

4) 二十算子模式(W. A. Mackaness):

简化(simplification)、光滑(smoothing)、选择性组合(selective combine)、选择性舍弃(selective omission)、合并(merging)、提炼(refinement)、增强(enhancement)、局部移位(local displacement)、掩蔽(masking)、面到线的压缩(area to line collapse)、缩略(abbreviation)、图形联合(graphic as-

* 启发式方法认为,对于创造性的工作是没有通用的方法的。对于很多在逻辑上不能解决的问题,可提出一些法则或方案,它们虽然不能确保达到目的,但可大大提高成功的可能性、工作的富有目的性和切实有效性。这些法则称为启发式方法。(J Mueller, 工程研究中的启发式方法,俄文版,1984)

sociation)、面到点的转换(area to point conversion)、聚合(aggregation)、通过分类融化(dissolution through classification)、再选择(reselection)、改变比例尺(scale change)、混合(amalgamation)、符号化(symbolization)、夸大(exaggeration)。

0.7 制图综合的“数字景观模型”(DLM)观点

由上述可见,制图综合涉及的处理算子是复杂的和多种多样的。因此,在研究制图综合的各种算子时,需要从实体处理的角度对各种算子进行“去粗取精”,即对它们也进行“综合”。此处从算子的功能特点出发,我们把所有的综合算子归为两类:信息变换类和图形再现类。

0.7.1 信息变换类算子

信息变换类算子是用来对空间信息本身或数字景观模型(DLM)进行信息变换,形成新的信息,原则上不涉及具体图形的表示问题。

0.7.2 图形再现类算子

图形再现类算子是在进行“数/图转换”,处理图形的清晰和可视化问题。它在原则上不涉及地理信息的改变,所以,它应该归于“数字制图模型”(DCM)。

把制图综合分解为两类模型操作,体现了“分而治之”原则,把信息内容与其表示方法分开,这有利于对它们进行专门的更为深入的研究。基于这一点,本文将制图综合的核心问题仅集中于地理/制图信息变换的研究。在作者的若干论文中,曾就制图综合作过如下论述:制图综合是一种信息变换,其实质在于把初始状态下(地图用途 1,比例尺 1,地图性质 1,…)的实体集 $E_{\text{初始}} = \{e_{\text{初始}}\}$ 及关系集 $R_{\text{初始}} = \{r | r \in E_{\text{初始}} \times E_{\text{初始}}\}$ 变换为在新条件下(地图用途 2,比例尺 2,地图性质 2,…)的实体集 $E_{\text{新}} = \{e_{\text{新}}\}$ 及关系集 $R_{\text{新}} = \{r | r \in E_{\text{新}} \times E_{\text{新}}\}$ (图 0-7-1)。

制图综合的各种操作是针对地理/制图实体的,制图综合的核心应是实体信息变换,包括实体概念(分类、分级等)的变换,各类实体集的形成(选取多少和选取哪些)和实体属性信息的概括。

实体概念的变换是由地图设计作出规定,在地图设计中同时对未来地图内容各要素的重新分类、选取指标和选取准绳(资格、标准)等作出宏观控制,完成新图的“构思”,确定新图的总貌。“选取多少”的控制数额确定之后,如何选取成为关键;因为前述选取标准是个参考或模糊资格,在具体选取过程中应因地制宜,这正是制图工作者发挥其创造性的地方,非他莫属。这是个“构图”的过程。对自动综合来说,计算机的智能操作主要集中在在这个地

方。为进行这样的综合,计算机应对全图“一目了然”。避免“只见树木,不见森林”,而在处理各个地理实体时,又能用“邻近度”的手段对物体的局部重要性作出相对评价。这些功能的总和可以称为自动综合中的计算机视觉。

书中的基本论述原则上集中于普通地图中河系、地貌和居民地的自动综合,研究它们的结构化选取问题。被选取实体的内部结构与外部轮廓的概括,主要涉及单条曲线的简化问题,对于单一曲线的综合,已有足够多的算法可供选用,本书不作进一步的阐述。

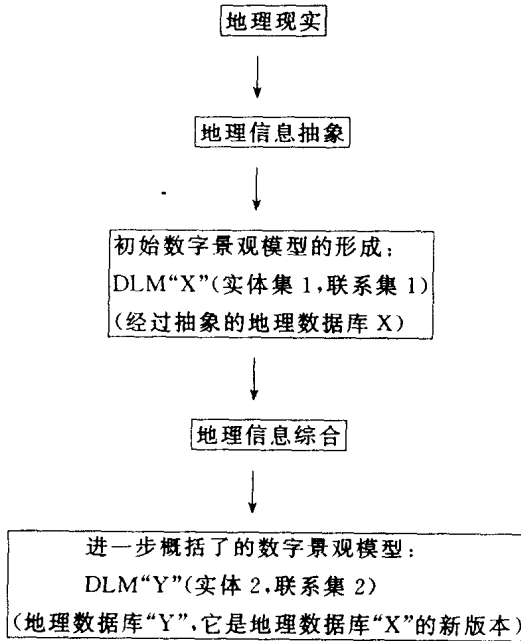


图 0-7-1 制图综合的 DLM 观点

0.8 地图制图自动综合是一个国际难题

0.8.1 地图数据处理的广泛的代表性

计算机处理地图信息的难度:地图数据的计算机处理是数据处理领域中的典型代表。“地图领域提供了数据库的最好的范例之一,在此,几乎数据库问题的每一个方面都表露了出来”(J. G. Linders)。

0.8.2 地图信息构模的难度

D. C. Tsichritzis, F. H. Lochovsky 在其专著《数据模型(Data Models)》(1982)一书中写道:“还有其它许多模型对人类是非常有用的,典型的例子就是地图……,但它不是这里要进行研讨的对象,其原因是到目前为止,难

以用传统的计算机对地图进行编码并表示在地图上所进行的操作。”

0.8.3 自动综合是一个国际难题

自动综合从 50 年代就有人着手研究了,半个世纪过去了,还未实现预期的愿望,一直困扰着地图学工作者。在迫不得已的情况下,有的国家采用人工对制图物体作分级编码,借此编制不同比例尺的地图;有的国家则采用多级比例尺重复数字化,借此回避制图综合问题。由此可见,地图与地理信息的自动综合处理所遇到的困难成为充分利用数字地图信息的一个重大障碍,因此,对自动综合问题的研究具有重大意义。

0.9 地图数据的自动处理——计算机视觉的体现

制图综合自动化的实质,是要利用计算机这一最强大的新技术来代替制图工作者的富有创造性的编图操作。如何使计算机能完成创造性的操作,对图形处理来说是一个计算机视觉的实现问题。

对于制图员来说,图上的各种地物,它们的形状、大小以及相互关系等是一目了然的,而这些物体本身的信息(类别、性质、形状、大小等)在计算机中的表示没有什么困难,而物体之间的相互关系,特别是空间关系,在计算机中表示就不是一件容易的事。

制图综合的目的,就是要在有限的图面上尽可能多地反映相对重要的物体。“重要”就意味着要对物体进行评价。物体的重要性主要从三个方面进行评价:

本身的资格(等级、大小、行政意义等);

所处位置的特殊性(同级物体所处位置不同,其重要性也会不同);

特殊意义(历史名城、名胜古迹、革命胜地等)。

即是说,要使计算机运作具有创造性(智能),除了用物体资格来控制以外,最主要的是要用物体间的关系来制导计算机,使计算机能发现和利用物体间的关系,这种空间关系或结构的揭示是一种特殊意义下的模式识别,从而从更深的意义上来评价物体,这就是图形信息处理中的计算机视觉问题的所在。

0.10 制图综合对地理实体信息的描述与管理要求:结构化制图综合的支撑环境

0.10.1 基于地理实体的信息管理机制

为了使计算机能一览全局地对任何地理目标进行实时评价,要求强有力的基于地理实体的数据库管理系统。同时应具有构造复杂(复合)实体的功能。

0.10.2 基于实体的信息描述

实体信息模型的任务主要是合理组织地理目标本身的属性信息,实体信息完整是一个重要要求。特别是要集图形与属性(地名信息、复杂物体间的父子/兄弟关系、专题属性、数量指标、质量描述、其它文字式语义描述等)于一体,以保证综合评价的信息需求。这主要表现为以下两个方面:

- 1) 实体语义信息描述:类型、等级、特殊意义等;
- 2) 实体几何信息描述:量度信息(位置、形状、长度、面积等);
- 3) 实体的专题属性与数量质量指标等。

0.10.3 实体间关系的建立

- 1) 实体间语义关系的建立:行政隶属、专题意义等;
- 2) 实体间空间关系的建立:邻接、关联、结点度、包含、连通关系与邻近度关系等。

查明与建立这些关系的目的是为科学合理地评价与处理(选取、概括等)制图目标提供全局性与局部性的结构信息。

0.10.4 多功能信息查询与检索保证

用于制图综合的地理数据库应具备分层(分类、分级)检索、开窗检索、按任意多边形检索、按拓扑关系检索和按缓冲区检索等功能,从而可使计算机能随机地注视任何地区的任何要素,犹如“漫游”一样。以这些功能为基础,在专用软件的支持下,自动地进行地图要素的全局结构识别和邻近度分析,为实现空间数据处理中的计算机视觉问题提供功能保证。

0.11 地图内容自动综合的基本模型

在自动化制图发展的初期,主要研究课题是对单个线条的处理,未能考虑各要素图形总体的特点以及不同要素之间的相互联系。在70年代,不少

学者已感到不能再继续孤立地处理单个线条了,而试图以各种近似的方式对制图物体进行准整体性处理,这无疑是一个明显转折。在数据库技术比较发达的今天,可以实现对地图内容的定性、定位和拓扑检索,使制图综合可由原先的线处理扩展到面处理,即考虑到物体在空间上的联系。

自动制图综合数学模型的主要作用是要对现实世界作同胚表示。这可理解为在地图数据的处理过程(连续变形)中,要保持地图内容的总体结构特征和不同内容要素之间相互关系。自动综合数学模型按其实施的逻辑顺序可分为三个主要组成部分:

0.11.1 总体选取模型——选取“多少”实体的问题

数学模型在这里的任务是要建立由现实世界(或资料图上)的初始信息通过数值函数向所编图变换的问题,以确定地物的总体选取数量。这个问题的解决属主动综合问题,可由规范、编图大纲作出控制性规定。必要时,可用诸如开方根规律或其它方法(解析法、样图试验法等)近似地进行估算。

在具有数字地图数据库的情况下,获取资料图的起始信息,不仅方便,而且精确,在此基础上自动地进行地图信息的分类、分级和各种分区指标图的制作,都可通过数据库系统中的定性检索、定位检索和拓扑检索来实现。起始信息指标的形成是建立选取模型的基础。在此基础上,根据所编图的用途、比例尺等的不同,可采用不同的数学方法来确定所编图上所应保留的信息量或其等价物地图载负量。

在地图数据库的支持下,可选择若干影响制图综合的主要参数,列出若干组合方案,用数据库检索与瞬时快速显示或绘图的方法,决定参数的最佳组合。

总体选取模型为实体的选取提供控制指标,即确定出“选取多少”的问题。这是一个解决目标选取的“定量”问题,即实现 $E_{\text{初始}}$ 到 $E_{\text{新}}$ 的变换。至于如何选取,即到底应选出哪些物体,由结构模型来实现。

0.11.2 结构模型——选取“哪些”实体的问题

数学模型在这里的任务是要通过图形元素间的层次关系(等级从属)、拓扑关系(邻接与关联)及结点度(如通过交汇于一个居民地的道路的数目)和邻近度等逻辑比较手段,从初始物体集合 $E_{\text{初始}}$ 中确定所需物体及其空间分布。显然,关系方面的考虑就意味着反映区域的总体结构和不同地物之间的联系问题。它实现了 $R_{\text{初始}}$ 到 $R_{\text{新}}$ 的变换,解决目标选取的“定位”问题。

为了从质量关系、空间关系等结构方面来解决“选取哪些实体”的问题,必须在数据库技术中包含相应的基本直接检索性能,其中定性检索功能可用来解决选取中的层次等级关系,定位检索功能可用来解决选取中的几何关系,拓扑检索可用来支持数据的相关处理。结构模型的作用是用实体间的结构联系,从起始信息中分离出更为重要的部分内容,即实体选取与否,不