

RESEARCH ON SPATIAL
DATA STRUCTURE

空间数据结构研究

崔伟宏

中国科学技术出版社

RESEARCH ON
SPATIAL DATA STRUCTURE

空间数据结构研究

崔伟宏

中国科学技术出版社

北京

内 容 提 要

本书以作者在中国科学技术大学研究生院和其他高等院校讲授“空间数据结构”课程时编写的讲义为基础,几经修改后完成的。书中介绍了空间数据结构、空间数据模型理论体系的最新成果。突出阐明空间数据结构的若干新理论和新方法,其中包括 Corbett 单元结构理论;TIGER/I 和 TIGER/L 系统结构;超图数据结构(HBDS);四叉树数据结构;空间数据标准化和空间数据基层设施(NSDI)等。其中的超图数据结构研究是在国家自然科学基金的支持下前后将近 10 年研究成果的基础上完成的。

本书可作为博士生、硕士生专业课的教材,可供科研机构、高等院校及资源与环境信息系统有关机构和部门广大科技和管理人员、教师和研究生参考。

空间数据结构研究

崔伟宏

责任编辑 张秀智

特约编辑 路奇云

中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路 32 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国保险公司印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/17 印张: 字数:300 千字

1995 年 11 月第一版 1995 年 11 月第一次印刷

印数:1—1000 册 定价:35.00 元

ISBN 7-5046-1835-7/0.34

序 一

空间数据结构做为地理信息系统的核心问题,早为国内外所关注。崔伟宏教授在地球信息科学领域辛勤耕耘,从事研究教学,历时卅余年。功力深厚,学贯中西。终于别树一帜,从自己的大量实践再次上升为理论,脱颖而出,纂成专著。本书立论清新,评断端直,纲举目张,举一反三。有幸先睹为快,谨此表示衷心祝贺!

本书兼收并容,西学为体,中学为用。对欧美著名系统之优异,概括回顾,从容剖析,博采百家之所长,汇集众说之精髓,取精用宏,在继承的基础上,探索传统格局的突破,发人深思,启迪良多。此其一。

本书所论及的空间数据结构与空间分析模型,作者多年来曾在国家攻关项目中反复实践与检验,受到了北美、亚、非不同地区决策及设计部门的欢迎,得到了地学、信息等多学科专家的肯定,认为便于操作,适于推广,给予高度评价。此其二。

本书曾作为教材,多年在大学与研究生院宣讲,条分缕析,淋漓尽致,形成了系统性强、逻辑严谨的体系。此其三。

这样一部既有总结性又有探索性,继往开来的学术著作,既是凝聚着作者智慧与汗水的金秋硕果,也是地球信息科学领域的报春新枝!

未来 21 世纪将走向信息社会,大势所趋,不可逆转。地理信息系统作为区域社会经济可持续发展的管理与决策工具,用于对区域差异的宏观调控、对地球系统科学的研究与全球变化的对策,乃至外层空间环境的探索,都将发挥愈来愈重要的作用。而空间数据结构与空间分析模型,则是地理信息系统优化设计,使其能够接纳卫星遥感与地面台站网络海量信息,融汇社会经济统计与自然环境观测数据的“水库群”。同时又是疏导高速数据网络中信息流,加速社会信息共享的“缓冲器”和“接合部”。本书所阐述的许多理论问题和关键技术,正是提高地理信息系统社会效益、解决瓶颈问题的要害。作为本书的读者,我不仅珍惜它曾经发挥的作用,而更多地着眼于它未来的影响。

陈世彭

1995 年 11 月 15 日

序 二

空间数据结构和空间数据模型是地理信息系统和遥感技术发展的一项前沿领域,对于以信息科学解释、分析和反映客观世界,沟通计算机科学和地球科学,发展地理信息系统具有重要意义。

进入 90 年代以来,随着信息科学的迅速发展、新的遥感传感器的不断研制成功、计算机软硬件更新换代的步伐加快、信息技术产业化的不断深入,人类正在逐步走向信息时代。信息论、系统论、控制论和地球科学之间正在逐步靠拢、互相渗透形成新的前沿领域,面临这一新的形势,促使遥感、地理信息系统和全球定位系统在理论、技术、方法等方面酝酿新的变革和发展。在这新的发展之中,空间数据结构和空间数据模型是关键问题之一,因为任何一个新的空间信息系统的提出,首先必须从空间数据结构和空间数据模型做起。这本专著正是在这一背景下出版并与读者见面的,这将有助于我们开拓思路,促进理论和方法研究,为迎接新的挑战做准备。

这本专著是作者在中国科学技术大学研究生院和其他高等院校、最近 3 年讲授并编写的“空间数据结构”讲义的基础上完成的。在内容上介绍了空间数据结构与数据模型的理论和方法体系以及国际上若干最新的研究成果,其中包括若干前沿领域中的热点,例如空间数据结构的一体化,三维地理信息系统,时空数据库,全球数据库等。该书还介绍了作者在国家自然科学基金项目支持下,在超图数据结构方面的研究成果,作者在这方面进行了很有意义的开拓和探索。该书的内容是比较丰富的,是作者理论探讨和实际工作的结晶,涉及到地理信息系统发展中的一些核心问题,我想这对于促进我国 GIS 的研究和发展,迎接 21 世纪的挑战是很有意义。

最近刚刚召开了研究生工作会议,会议要求提高博士生的培养质量,对于博士生课程的设计,要求体现基础学科发展的前沿和方向,要求有计划地开设反映当代科技前沿、体现学科交叉的博士生系列课程,要做到这点就必须有一定数量、高质量的教材,但是目前为研究生提供的教材,特别是高层次的边缘学科发展前沿的教材太少,我祝贺这本专著的出版,希望从事 GIS 和遥感方面的研究生从中得到启发,我也希望有更多的为研究生们编写的专著出版,为提高博士生和硕士生的教学质量做出贡献。

杨冠华

1995 年 11 月 10 日

前 言

“空间数据结构研究”这本书即将与读者见面了,这本书是作者最近三年在中国科技大学研究生院讲授“空间数据结构”的基础上,参考了作者于 1987,1989,1990 年在美国弗吉尼亚理工学院(Virginia Polytechnic Institute & State University),弗吉尼亚州立大学(Virginia Commonwealth University)为研究生开设“地理信息系统”、“城市信息系统”课程,以及作者在北京大学、北京师范大学等院校讲授“空间数据结构”讲座的讲稿,整理完成的。

“空间数据结构研究”这本书的内容涉及当前 GIS 研究中一些非常值得注意的理论和方法。该书系统地介绍了空间数据结构和空间数据模型的理论,介绍了在这一领域的一些最新研究和进展,同时也介绍了作者最近 10 年在数据结构方面理论和方法的最新研究成果。这些研究得到了美国弗吉尼亚州立大学院长基金、弗吉尼亚州水土保持和水资源基金和美国人口调查局国际合作基金的支持,得到了弗吉尼亚州立大学 R. D. Rugg 教授的热情指导、支持和合作,得到人口调查局地理司司长 R. Marx 先生的热情安排和指导。得到弗吉尼亚理工学院 V. Shanholtz 教授, J. Bohland 教授的积极支持,在国内得到国家自然科学基金委多次立项资助,得到郭廷彬主任、吕克俭副研究员的热情指导和帮助。在中国科技大学研究生院得到地学部两届领导何铸文教授、周慧兰教授的积极支持,特别是赵英时教授对课程的设计和安排等方面给予具体的指导和帮助。这些对于本书的完成起了十分重要的作用,谨表示最衷心的感谢。

在数据结构的应用研究方面,还得到了国家科委社会发展司甘师俊司长、王志雄副司长、孙洪处长的领导和大力支持,得到国家遥感中心郑立中主任的热情鼓励,得到中国科学院社会发展协调局前局长刘安国、张琦娟处长和农业项目管理办公室王天生、吴昌惠等各位领导的热情指导和帮助。在立项和工作中得到中国科学院生态环境研究中心、高林研究员热情支持和鼎力合作,中国科学院遥感应用研究所郭华东、刘纪远、田国良、周上益等领导和余琦副处长给予大力支持,对这些单位领导和专家给予的指导、支持和帮助,深表感谢和致意。特别是陈述彭先生、徐冠华先生不仅给予了热情鼓励,全力支持,而且在关键时刻始终给予悉心指导和帮助,为此谨致最诚挚的谢意。

参加本书文稿整理和校对的有中国科学院遥感应用研究所的工作人员和硕士生、博士生闫君、刘东辉、关燕宁、王晓栋、张显峰、吴晓清、吴晨英、卢冬梅、狄志萍、陶永轶、王蓓等,卫政同志负责全书的编辑,李良群同志负责全书图件及封面设计,谨致衷心的感谢。

空间数据结构研究毕竟是一个前沿领域,它本身的理论和方法还在不断发展,本书难免疏漏之处,欢迎国内外同行不吝指正。

作 者

1995 年 10 月 30 日

目 录

序一	陈述彭
序二	徐冠华
前言	作者
第一章 概论	(1)
一、背景和意义	(1)
二、空间数据结构与其他相邻学科的关系	(3)
第二章 两种空间分析体系	(4)
一、地理信息系统	(4)
二、地理信息系统要素	(5)
三、两种空间分析体系	(6)
第三章 空间数据结构的理论框架	(16)
一、新要求和新论点	(16)
二、空间数据模型	(17)
三、空间数据的提取(Spatial Data Abstraction)	(17)
四、空间数据模型的设计	(19)
五、空间数据的主要内容	(19)
六、空间实体与空间目标	(20)
七、空间属性与相关关系	(20)
八、空间数据模型的评价标准	(20)
九、空间数据结构与空间数据模型概念上的区分	(21)
第四章 Corbett 的拓扑理论	(23)
一、单元结构论概述	(23)
二、单元(Cells)	(25)
三、定向单元(Oriented Cells)	(26)
四、集合(Complexes)	(26)
五、链(Chains)	(27)
六、边界和协边界操作	(27)
七、循环或回程(Cycles or Circuits)	(28)
八、线段的二元性(Duality)	(28)
九、领域(Neighborhoods)	(29)
十、地图拓扑	(31)
十一、伪二元图(Pseudo-Dual Graphs)	(32)
第五章 空间数据模型	(34)
一、基本类型	(34)
二、矢量模型(Vector Model)	(34)
三、镶嵌模型(Tessellation Models)	(39)

四、混合类型(HiBrid Model)	(42)
五、矢量和栅格类型的相互转换	(44)
六、空间数据模型的现代发展	(46)
第六章 TIGER 数据模型和数据结构	(49)
一、TIGER 的科学含义	(49)
二、空间支撑系统的历史发展	(50)
三、1980 年以后人口调查的自动化技术	(50)
四、TIGER 系统的设计	(53)
五、TIGER/I 数据库结构	(58)
六、TIGER/L 数据库结构	(66)
七、TIGER 系统	(72)
八、TIGER 的新发展	(74)
第七章 超图数据结构	(76)
一、超图数据结构(HBDS)的发展	(76)
二、空间数据结构的基本类型	(76)
三、HBDS 的基本理论	(78)
四、HBDS 数据库的设计	(93)
第八章 超图数据结构的应用和发展	(99)
一、应用 HBDS 建立国土基础数据库	(99)
二、应用 HBDS 建立城市信息系统	(103)
三、应用 HBDS 建立城市快速反应系统	(109)
四、应用 HBDS 建立地理结构专家系统	(112)
五、应用 HBDS 建立区域可持续发展决策支持系统	(119)
第九章 四叉树数据结构	(133)
一、点四叉树	(134)
二、区域四叉树	(134)
三、相邻寻找技术	(136)
四、点四叉树和区域四叉树的比较	(137)
五、CIF 四叉树	(137)
六、庖斗(Bucket)方法	(139)
七、矢量数据	(143)
八、剥树皮法	(144)
九、有规律的分解方法	(146)
十、八叉树数据结构	(149)
第十章 空间数据标准化	(151)
一、国外空间数据标准化的历史与发展	(151)
二、空间数据标准化	(159)
三、空间数据转换标准(SDTS)	(162)
四、空间数据基础设施(NSDI)	(168)

附录:作者最近几年在国际上发表的有关空间数据结构论文。

Cui Weihong, Tao Yongyi, Urban Information System Study Utilizing RS With GIS and GPS Integrated Data Model, Presented in Asia GISILIS AM/FM and Spatial Analysis Conference, Hong Kong, March 1994

..... (173)

Robert D. Rugg, Rober W. Marx, Cui Weihong, A Geographically Integrated Encoding Support System for China, This is a proposal written by authors in 1990

..... (185)

Cui Weihong, Yan Shanchang, Design of Sanya Urban Integrated Information System, Presented in UNDP Urban Information workshop, Beijing, 1993

..... (190)

Robert D. Rugg, Weihong Cui, Creating A Hypergraph — Structured Data Base for Urban Cartographic Analysis, U. S. GS Report, 1989

..... (198)

Robert D, Rugg, Cui Weihong, Development of a Feature—Based Planning Support System, This paper was a proposal writted by authors in VCU, Richmond, U. S. A, 1990

..... (208)

《空间数据结构研究》英语用语与缩略词表 (214)

CONTENTS

Preface one	Chen Shupeng
Preface two	Xu Guanhua
Foreword	Cui Weihong
Chapter 1. Introduction	(1)
1. Background and Significance	(1)
2. Spatial Data Structure and the Relationship between it and the related disciplines	(3)
Chapter 2. Two Kinds of Spatial Analytic System	(4)
1. Geography Information System (GIS)	(4)
2. Elements of GIS	(5)
3. Two Kinds of Spatial Analytic System	(6)
Chapter 3. Theoretical Framework for Spatial Data Structure	(16)
1. New demands and new ideas	(16)
2. Spatial Data Model	(17)
3. Spatial Data Abstraction	(17)
4. Design of Spatial Data Model	(19)
5. Main Contents of Spatial Data Model	(19)
6. Spatial Entity and Spatial Object	(20)
7. Spatial Attribute and Relationship	(20)
8. Criterion for Spatial Data Model Evaluation	(20)
9. The Concept Differentia between Spatial Data Structure and Spatial Data Model ...	(21)
Chapter 4. Corbett's Topological Theory	(23)
1. Summary of Cell Structure Theory	(23)
2. Cells	(25)
3. Oriented Cells	(26)
4. Complexes	(26)
5. Chains	(27)
6. Boundary and Coboundary Operation	(27)
7. Cycles or Circuits	(28)
8. Duality of Line Segment	(28)
9. Neighborhoods	(29)
10. Map Topology	(31)
11. Pseudo—Dual Graphs	(32)
Chapter 5. Spatial Data Model	(34)
1. Basic Types	(34)
2. Vector Model	(34)

3. Tessellation Models	(39)
4. Hybrid Models	(42)
5. Mutual Transform Between Vector and Raster Data Type	(44)
6. Advanced Development for Spatial Data Model	(46)
Chapter 6. TIGER Data Model and Data Structure	(49)
1. Scientific Meaning of TIGER	(49)
2. Historical Development of Spatial Support System	(50)
3. Automatic Technology Used in the Census Before 1980	(50)
4. TIGER System's Design	(53)
5. TIGER/I Database Structure	(58)
6. TIGER/L Database Structure	(6)
7. TIGER System	(72)
8. New Development of TIGER	(74)
Chapter 7. Hypergraph Based Data Structure	(76)
1. Development of HBDS	(76)
2. Basic Types of HBDS	(76)
3. Basic Theory of HBDS	(78)
4. Design of HBDS Database	(93)
Chapter 8. Application and Development of HBDS	(99)
1. Use HBDS to Establish Land Basic Database	(99)
2. Use HBDS to Establish City Information System	(103)
3. Use HBDS to Establish Urban Rapid Reaction System	(109)
4. Use HBDS to Establish Geography Structure Expert System	(112)
5. Use HBDS to Establish Regional Sustainable Development Decision Support System ...	(119)
Chapter 9. Quadtree Data Structure	(133)
1. Point Quadtree	(134)
2. Region Quadtree	(134)
3. Neighbouring Search Technology	(136)
4. Comparison of Point Quadtrees and Region Quadtrees	(137)
5. CIF Quadtree	(137)
6. Bucket Method	(139)
7. Vector Data	(143)
8. Strip Tree Method	(144)
9. Methods Based On A Regular Decomposition	(146)
10. Octtree Data Structure	(149)
Chapter 10. Spatial Data Standardization	(151)
1. History and Development of Overseas Spatial Data Standardization	(151)
2. Spatial Data Standardization	(159)
3. Spatial Data Transformation Standard	(162)

4. Spatial Data Infrastructure	(168)
--------------------------------------	-------

Appendix;the author's articles on HBDS published overseas in recent years.

Cui Weihong,Tao Yongyi,Urban Information System Study Utilizing RS With GIS and GPS Integrated Data Model, Presented in Asia GISILIS AM/FM and Spatial Analysis Conference, Hong Kong, March 1994

..... (173)

Robert D. Rugg,Rober W. Marx,Cui Weihong,A Geographically Integrated Encoding Support System for China, This is a proposal written by authors in 1990

..... (185)

Cui Weihong,Yan Shanchang,Design of Sanya Urban Integrated Information System, Presented in UNDP Urban Information workshop, Beijing, 1993

..... (190)

Robert D. Rugg, Weihong Cui,Creating A Hypercraph—Structured Data Base for Urban Cartographic Analysis,U. S. GS Report, 1989

..... (198)

Robert D,Rugg,Cui Weihong,Development of a Feature—Based Planning Support System, This paper was a proposal writted by authors in VCU, Richmond, U. S. A, 1990

..... (208)

第一章 概 论

一、背景和意义

最近 20 多年来,地理信息系统(Geographic Information System——GIS)取得了广泛、深入的发展,渡过了研究、试验、推广等阶段,80 年代进入市场,在市场机制推动下,促使 GIS 的发展与遥感(RS),空间定位系统(GPS),智能决策系统(ES)等相结合走向了一个高效率、智能化、一体化的新阶段。

从理论上讲,空间数据模型(Spatial Data Model)和空间数据结构(Spatial Data Structure)是任何地理信息系统设计的核心,也是推动地理信息系统发展,使之不断更新的关键,因此历来为科技界所广泛重视。

由于空间数据模型和数据结构研究在整个 GIS、CAM(Cartographic Automatic Mapping 自动制图)、RS(Remote Sensing 遥感)中的重要地位,吸引着众多的科学家在这一领域从事理论与实践方面的辛勤开拓。据初步统计,从 1984 年在瑞士苏黎世召开的国际空间数据讨论会(Spatial Data Handling)到 1991 年召开的 Auto Carto 10,共 8 次国际会议当中,有关数据模型和数据结构的论文占 35%—40%,比例最高的是 Auto Carto 9,占 40%,最低的为 Spatial Data Handling(1984)占 35.7%,1991 年以后国际会议发表的论文虽未做详细统计,但粗算结果,空间数据结构和空间数据模型的论文仍保持着上述相当的比例。由此可见空间数据结构和空间数据模型在学术领域中的重要地位。

另一方面,从最近 20 年来 GIS 的发展史可以看出,一个新的 GIS 系统的诞生总是从空间数据模型和数据结构开始的。例如:

引人注目的加拿大地理信息系统的发展,是在 1973 年发明了 N 维空间数学方法的 Peano 数据模型之后建立起来的;

ARC/INFO 是以拓扑结构和关系数据库为基础建立起来的;

GENAMAP 是在属性和图形一体化管理,即用户可以在相同的界面上实行空间和属性查询的基础上建立起来的;

SYSTEM 9 是在面向目标数据模型的基础上发展起来的;

法国 IGN, Cartographic Data Base Model 全国的 1:5 万和 1:10 万地图数据库是在超图数据结构(HBDS)的基础上建立起来的;

美国的 TIGER 系统是目前世界上最大的空间数据库系统,其容量达 36 000 兆比特,是在 Corbett J. 二维单元结构的理论支撑下建立起来的。

美国三维地理信息系统(TDGIS——Three Dimensional GIS)是在八叉树数据结构理论研究的基礎上发展起来的,已在华盛顿建立了系统的雏形,称为国家首都城市规划系统(NCUPS——National Capital Urban Planning System)。

由此可见,空间数据模型和空间数据结构的研究,不仅仅是任何一个地理信息系统的核

心,而且也一个新系统研究的起点,这是“空间数据结构”之所以能够迅速发展的重要原因。

研究空间数据结构和空间数据模型,不能不回顾一下人类用科学的方法认识、解释地球体客观世界的历史,概括地说大体经历了三个阶段:第一个阶段是以空间几何定位为基础。人类认识、解释和分析自然环境首先依靠的是地图,地图一开始就是一种空间地、科学地认识自然与人文环境的重要工具与手段。裴秀的“制图六体”提出:分率,准望,道里,高下,方邪,迂直六点体制(陈述彭 1962),其最大贡献是从空间几何学的概念来认识客观世界。托勒密的“地理学指南”提出经纬网格的概念和地图投影的初始理论,但还没有离开空间几何的基础。第二阶段以数值方程为基础。到了20世纪初,随着大地测量学和地图投影理论的发展,逐步形成了以圆锥投影、圆柱投影和方位投影等投影体系为中心的数学方法和误差纠正理论,为人类认识自然界提供了一个新的二维平面的数学工具。例如,Класовский 的地球随球体研究,Соловьев 的斜轴方位投影研究,Волков 的量图学研究,Гимболк 的投影变换,吴忠性教授和胡毓矩教授的地图投影和地图量算理论,这些研究都是以投影学和点的空间变换的数值方程为数学基础,比空间几何定位来说是一个新的飞跃,它对于认识和解释客观世界起了重要作用。第三个阶段是以信息科学和计算机技术为基础,60年代计算机技术的飞跃发展,信息论、系统论、智能科学以及空间技术的应用,特别是计算机辅助制图、遥感和地理信息系统的发展,促使了一个新的学科、新的理论的形成和发展,这就空间是数据模型与空间数据结构的形成和发展。这是人类以信息科学角度来认识、解释与分析客观界的一个新阶段。

60年代到70年代,当计算机辅助制图刚刚兴起的时候,有人提出点变换原理是计算机辅助制图的理论基础,为此而发展了相应的理论。但是这些理论是以地图投影转换为基础的,并不能作为信息系统和数据库设计的理论基础,因为所谓点变换,仅仅涉及到不同投影下的地图载体上的空间几何位置及其相互关系,而GIS对于空间要素的识别、采集、分析和处理,则提出了一系列新的命题,其中包括:

1. 空间目标的相互关系,被几何的和非几何的两种基本特性所制约的描述。几何特征包括空间目标的空间位置及分布,空间目标的几何解释和用点(0维)、线(1维)、面(2维)、体(3维)来表示。非几何特征通过属性名称的值来表示。名称代表属性的特征(例如:河流、道路……)。Parkess 于1980年提出了地理现象的3个基本要素:空间、时间和属性。属性还包括如何识别它的标志,因而一个属性的名称可以定义为一个从目标到值的特殊命名的函数。

2. 空间目标之间的相关关系,不仅包括各目标之间的几何和非几何特征之间的直接关系和间接关系、它们之间的空间分布和相互制约与影响,而且包括各空间目标在一定时间序列下的动态变化,包括过去发展的历史轨迹及今后的发展趋势。

3. 空间目标要在计算机内存贮和搜索,要求所设计的空间数据模型能最大限度地提高计算机的效率和最大限度地节省计算机存贮及运行空间。

4. 人机对弈的有效性——人机对弈在GIS中称为上下关联。空间目标存贮在计算机以后,对弈是在一定的规则下随机进行的,对弈的规则和策略相当于空间分析系统和各模型系统的规则方法及智能对策,各数据单元之间的相互关系按一定规则确定,以保证GIS上下关联的有效性。

从以上这些新的命题可以看出,这些都不是地图投影公式或者点变换的计算等数值方程所能包括的,这需要研究非数值性的程序设计,以便空间要素能在计算机系统中按要素之间的相互关系进行运行。换句话说人类用科学的方法认识客观正从投影学发展到信息科学,从数值

方程方法发展到非数值性程序设计方法。这是一个新的飞跃。

综上所述:①空间数据模型和空间数据结构研究是人类认识和解释客观世界的桥梁。它是以信息理论和计算机技术为依据,来解释、反映和分析客观世界的理论基础。②它是任何一个GIS和Data Base(数据库)设计的核心,制约着系统的功能、系统的有效性和实用性。③它是推动信息系统、数据库向新的目标发展的动力,具有国际前沿性质。

二、空间数据结构与其他相邻学科的关系

空间数据结构研究,不论在国内还是国外,都是一门新的学科。从70年代到80年代,在美国大学的计算机系和地理系,开设有专门的课程。比较著名的“空间数据结构”专著有:《THE QUADTREE AND RELATED HIERARCHICAL DATA STRUCTURE》(Maryland 1984)和《THE HYPERGRAPH BASED DATA STRUCTURE》(Bouille 1979)等。

空间数据模型通过一定的数学方法,把空间实体提炼成模型,而空间数据结构是在空间数据模型的基础上发展起来的,是一种软件常规的内涵,通过计算机的编码理论、存取方式以及各数据单元在计算机组织、存贮中的分配来实现。

空间数据结构的研究涉及到4个领域,即地学、数学、计算机硬件和计算机软件,这种相互关系可以用图1.1来表示。

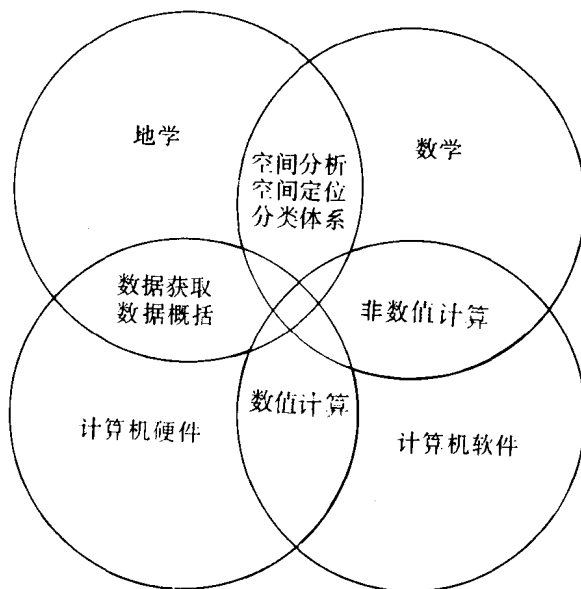


图 1.1

第二章 两种空间分析体系

一、地理信息系统

应用计算机于空间分析的历史表明,从数据采集、分析与表示方面的发展来看,众多与计算机数据文件有关的学科,例如:地形制图、地籍制图、专题制图以及遥感与图形分析、农林与城市规划等,它们的发展都与地理信息系统的发展与应用紧密相关(图 2.1)。

地理信息系统是采集、存贮、处理、分析、转换和输出空间数据的计算机系统。

但是地理信息系统不同于计算机自动制图,它们之间的主要区别在于,计算机自动制图中很大一部分工作与可视材料的显示、处理与绘制有关,不太注意那些非图形属性,同时图的处理一般不考虑拓扑关系;GIS 主要集中于空间数据的分析与处理,更多地注重对地理数据的编码、存贮、分析与处理(F. Gocille 1978)。换句话说,在地理信息系统中被编码的数据代表一个真实世界的模型,通过输入、转换、处理、人机交互分析后,为规划与决策人员提供决策服务。GIS 也与遥感不同,它把图形处理作为空间分析的基础。GIS 的这一特点决定了它比 CAM 和 RS 更注重数据模型和数据结构研究。

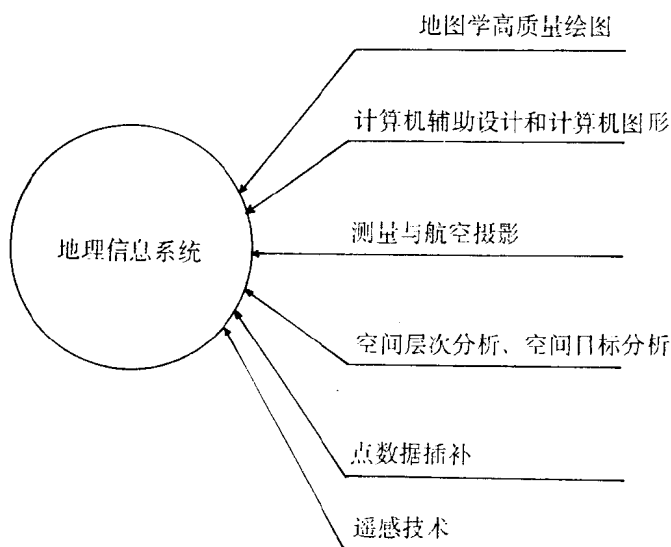


图 2.1

二、地理信息系统要素

地理信息系统具有 3 个重要要素:计算机硬件;软件模型集和一定目标下的上下联贯组织 (P. A. Burrough 1990), 对于一个成功的地理信息系统, 上述三要素必须互相配合和统一。

地理信息系统的计算机硬件结构如图 2.2 所示。

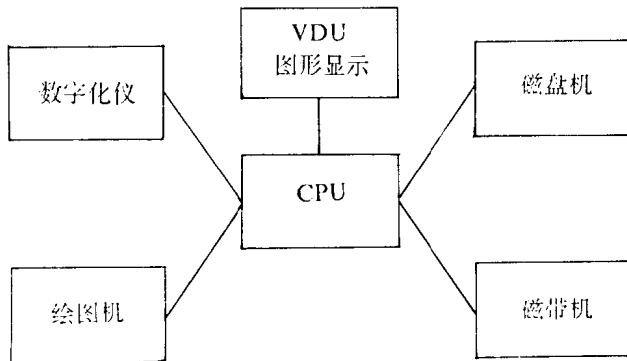


图 2.2

数字化仪, 无论是跟踪式的还是扫描式的, 其主要功能都是将图形(地图)文件转换为数字形式, 然后输送到计算机中。绘图机及其他图形显示器用于表示数据处理的结果。磁带机和磁盘机用于存贮数据和程序, 或者与其他计算机进行信息交换和遥感数据交换。

用户通过终端显示器 VDU (Visual Display Unit) 控制计算机及其他外部设备。

地理信息系统的软件模型集包括以下 5 种基本技术模型(图 2.3): 数据输入和处理; 数据存贮和数据库管理; 数据输出和表示; 用户人机交互软件。

数据输入包括数据采集与转换等方面, 它以地图、野外调查和遥感(航空遥感和卫星遥感)数据为采集与输入的数据源。地理信息系统数据的输入框架如图 2.4 所示。

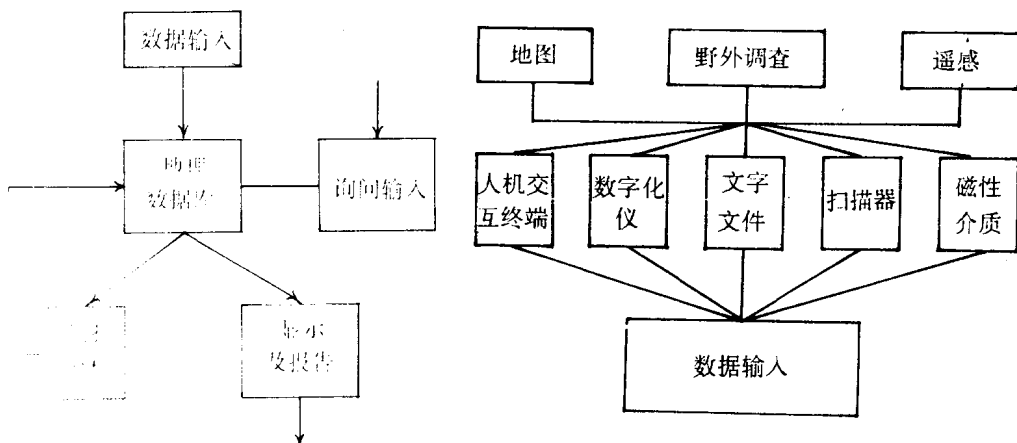


图 2.3

图 2.4

数据存贮和数据库管理软件, 必须考虑数据的定位和连接(拓扑)以及地理要素的属性(所