

北京市高等教育精品教材立项项目

地理信息系统

陆守一 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书为北京市高等教育精品教材立项项目。

本书系统地讲述了地理信息系统的原理及其应用。全书共分 11 章,主要包括地理信息系统的基本概念、空间数据模型和空间数据结构、空间数据的获取和质量控制、空间数据处理、空间数据管理、空间分析和分析模型、空间信息的可视化和制图、网络地理信息系统、地理信息系统集成系统、地理信息系统应用系统的分析设计及地理信息系统在资源环境领域中的应用。前面章节重原理,后面章节重应用,前后内容相互融合。

本书系统性强、内容丰富、结构紧凑、语言通俗易懂。

本书既可作为地理信息系统及相关专业教材,也可作为从事地理信息系统开发的人员参考。

前 言

随着地理信息技术的发展和应用领域的不断拓展,地理信息系统(GIS)正在融入 IT 技术的主流,成为 IT 的重要组成部分。

目前,人类正在步入以知识经济为特征的信息社会,世界各国都把发展信息产业、信息基础建设和培养信息建设人才作为重要的发展战略。面对信息技术的快速发展,面对 GIS 充满生机与活力的前景,近几年来,在我国的很多高等院校设立了“地理信息系统”专业,很多同 GIS 相关的专业,纷纷开设了 GIS 课程。在研究生教学中,很多学科把 GIS 课程作为学位课或选修课。由于 GIS 的实用性很强,很多相关学科的硕士、博士学位论文中也把 GIS 作为研究、分析、解决问题的重要手段。在这种形势下,如何加速 GIS 理论研究和应用技术人才的培养,如何抓住机遇、探索规律,不断开拓 GIS 应用领域,已成为有识之士广为关注的问题。

本书在多年教学实践的基础上,由北京林业大学陆守一主编。长期从事 GIS 教学和 GIS 应用系统开发的北京林业大学、浙江林学院、西北农林科技大学、福建农林科技大学、西安科技大学等单位的多位老师参加了本书的编写工作。

全书分为共分 11 章,由陆守一确定本书的结构和大纲,并编写了其中的第一章、第二章、第四章、第五章、第六章、第 11.1 节;史民昌参编了第十章和第 11.4 节;唐丽华参编了第八章及附录;赵鹏祥参编了第九章;赖日文参编了第三章;贾建华参编了第七章;程燕妮参编了第 11.2 节和第 11.3 节;张青参编了第 6.8 节。全书由陆守一定稿。

本书编写过程中得到了很多同行专家和朋友的帮助,中国农业大学的严泰来教授、张晓东博士,北京大学的秦其明教授审阅了全稿,并提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。谢谢大家的帮助,也感谢很多网友的无私奉献。

由于 GIS 发展迅速,作者水平有限,难免出现错误和不成熟之处,敬请读者批评指正。

编 者
2004 年 6 月

目 录

第一章 概论	(1)	2.4.2 矢量数据的空间关系 表达	(36)
1.1 基本概念	(1)	2.4.3 矢量数据的属性表达	(40)
1.1.1 信息和地理信息	(1)	2.5 矢量数据结构及其编码	(40)
1.1.2 信息系统和地理信息 系统	(2)	2.5.1 无拓扑数据结构	(40)
1.1.3 GIS 与其相关学科	(3)	2.5.2 拓扑数据结构	(41)
1.1.4 GIS 的类型	(5)	2.6 栅格数据结构及其表达	(45)
1.2 GIS 的组成和功能	(6)	2.6.1 栅格数据的位置形状 表达	(45)
1.2.1 GIS 的基本构成	(6)	2.6.2 栅格数据的空间关系 表达	(46)
1.2.2 GIS 的硬件组成	(7)	2.6.3 栅格数据的属性表达	(46)
1.2.3 GIS 软件系统	(13)	2.7 栅格数据结构及其编码	(47)
1.2.4 GIS 软件的主要功能	(14)	2.7.1 直接栅格数据编码	(48)
1.3 GIS 的发展和展望	(16)	2.7.2 费尔曼链码	(48)
1.3.1 GIS 的发展史	(16)	2.7.3 游程编码	(49)
1.3.2 GIS 发展动态	(17)	2.7.4 四叉树编码	(50)
思考题	(20)	2.8 栅格和矢量数据结构比较	(56)
第二章 空间数据模型和空间数据 结构	(21)	2.9 矢量栅格一体化数据结构	(57)
2.1 地理空间概述	(21)	思考题	(58)
2.2 空间数据的特点	(22)	第三章 空间数据的获取和质量 控制	(59)
2.3 空间数据模型	(24)	3.1 GIS 的数据源	(59)
2.3.1 数据模型	(24)	3.2 空间数据的地理参照系	(60)
2.3.2 空间数据模型	(25)	3.2.1 地图简介	(60)
2.3.3 时空数据模型	(28)	3.2.2 空间数据的坐标系	(61)
2.3.4 三维空间数据模型	(30)	3.3 地图投影	(62)
2.3.5 面向对象空间数据模型	(31)	3.3.1 地图投影简介	(62)
2.3.6 空间数据的表达和空间 数据结构	(34)	3.3.2 我国 GIS 中常用的地图 投影	(64)
2.4 矢量数据结构及其表达	(35)	3.3.3 地形图的分幅和编号	(66)
2.4.1 矢量数据的位置、形状表达	(35)		

3.4 空间数据的获取	(68)	4.5.1 空间数据坐标变换的 理论基础	(96)
3.4.1 地图数据的获取	(68)	4.5.2 几何纠正	(97)
3.4.2 遥感数据的获取	(72)	4.5.3 空间数据的投影变换	(100)
3.4.3 摄影测量数据	(74)	4.6 空间数据的结构转换	(100)
3.4.4 属性数据的获取	(75)	4.6.1 矢量到栅格数据的 转换	(100)
3.5 空间数据的质量	(76)	4.6.2 栅格到矢量数据的 转换	(104)
3.5.1 空间数据质量的概念	(76)	4.7 空间数据的数据共享	(107)
3.5.2 空间数据质量的评价和 控制	(77)	4.7.1 数据共享概述	(107)
3.5.3 空间数据的误差分析	(79)	4.7.2 空间数据的共享模式	(108)
3.6 空间数据的元数据	(80)	4.8 图形的剪裁与合并	(110)
3.6.1 空间元数据标准概述	(80)	4.9 空间数据的内插	(111)
3.6.2 空间数据元数据的 概念	(81)	4.9.1 局部拟合插值	(112)
3.6.3 空间数据元数据的 应用	(82)	4.9.2 趋势面插值	(113)
思考题	(83)	4.9.3 区域属性数据的插值	(113)
第四章 空间数据的处理	(84)	思考题	(115)
4.1 空间数据处理概述	(84)	第五章 空间数据的管理	(116)
4.2 空间数据处理基础	(84)	5.1 数据管理模式	(116)
4.2.1 弧段和多边形的外接 矩形	(84)	5.1.1 数据管理模式及其 发展	(116)
4.2.2 点、线、面的捕捉和 判断	(85)	5.1.2 数据库管理系统和 数据库系统	(117)
4.2.3 弧段的求交	(87)	5.2 数据库模型	(118)
4.2.4 点、弧段、多边形的 位置	(87)	5.2.1 数据库模型概述	(118)
4.3 拓扑关系的建立	(88)	5.2.2 传统数据库系统的数据 模型	(120)
4.3.1 点、线拓扑关系的生成	(88)	5.2.3 面向对象的数据库 模型	(122)
4.3.2 多边形拓扑关系的生成	(89)	5.3 空间数据库简介	(123)
4.4 空间数据的编辑处理	(91)	5.3.1 空间数据库的特点	(123)
4.4.1 空间数据的编辑	(92)	5.3.2 传统关系数据库模型的 局限性	(124)
4.4.2 矢量数据编辑的检查	(93)	5.4 空间数据管理中的数据库 技术	(124)
4.4.3 栅格数据的编辑	(95)	5.4.1 关系数据库技术	(124)
4.5 空间数据的坐标变换	(96)		

5.4.2 结构化查询语言	(126)	6.4.4 基于栅格数据的叠置 分析	(158)
5.4.3 面向对象的数据库 技术	(127)	6.5 邻域分析	(160)
5.4.4 对象—关系数据库 技术	(127)	6.5.1 缓冲区分析	(160)
5.4.5 客户机/服务器数据库 技术	(128)	6.5.2 泰森多边形分析	(165)
5.5 空间数据库管理模式	(130)	6.6 空间网络分析	(170)
5.5.1 全文件空间数据管理 模式	(130)	6.6.1 空间网络分析基础	(171)
5.5.2 文件和关系数据库混合 管理模式	(131)	6.6.2 路径分析	(173)
5.5.3 全关系型空间数据管理 模式	(132)	6.6.3 定位与配置分析	(175)
5.5.4 对象—关系型空间数据 库管理模式	(133)	6.6.4 地理编码	(177)
5.5.5 空间数据库引擎	(133)	6.7 地形分析及数字地面模型	(178)
5.5.6 空间数据的查询—— 扩展 SQL	(136)	6.7.1 数字地面模型概述	(178)
5.6 空间索引	(138)	6.7.2 DEM 的规则格网模型	(178)
5.7 空间数据的分层	(140)	6.7.3 不规则三角网模型	(182)
思考题	(141)	6.7.4 等值线模型	(183)
第六章 空间分析和分析模型	(142)	6.7.5 DEM 数据源的获取	(185)
6.1 空间分析概述	(142)	6.7.6 数字地形分析中基本地形 因子的计算	(188)
6.2 空间数据的量算	(144)	6.7.7 数字地形分析中地形特征 的计算	(193)
6.2.1 长度量算	(144)	6.7.8 数字地形的可视化	(195)
6.2.2 面积量算	(145)	6.7.9 DEM 模型及地形可视性 分析	(197)
6.2.3 分布中心的计算	(146)	6.7.10 DEM 模型的应用例	(198)
6.3 空间数据的查询	(147)	6.8 空间统计分析	(201)
6.3.1 空间查询类型	(147)	6.8.1 空间统计分析概述	(201)
6.3.2 空间查询的方法	(149)	6.8.2 聚类分析应用举例	(204)
6.4 叠置分析	(151)	思考题	(207)
6.4.1 叠置分析概述	(151)	第七章 空间信息的可视化和 制图	(208)
6.4.2 视觉叠置	(153)	7.1 空间信息可视化	(208)
6.4.3 基于矢量数据的叠置 分析	(154)	7.1.1 空间信息可视化概述	(208)
		7.1.2 空间信息可视化的常用 形式	(209)
		7.1.3 空间信息的三维可 视化	(211)

7.1.4 虚拟现实和虚拟地理环境	(212)	9.1.1 信息系统集成	(248)
7.2 地图的符号和符号库	(212)	9.1.2 GIS 集成系统	(249)
7.2.1 地图的符号和色彩	(213)	9.2 GIS 组件和组件式(化) GIS	(252)
7.2.2 地图符号库和汉字库 ..	(216)	9.2.1 GIS 的发展与组件技术	(252)
7.2.3 地图的注记	(217)	9.2.2 GIS 组件及组件式 GIS ..	(253)
7.2.4 空间实体的符号化过程	(218)	9.2.3 几种主要组件式 GIS 平台及其功能	(255)
7.3 专题信息和专题地图	(219)	9.3 3S 集成系统	(255)
7.3.1 专题信息和专题地图 ..	(219)	9.3.1 3S 和 3S 集成概述	(255)
7.3.2 专题地图的表示方法 ..	(220)	9.3.2 GIS 和遥感的集成	(257)
7.3.3 常用的几种专题图	(221)	9.3.3 GIS 和 GPS 的集成	(260)
7.3.4 专题图的设计制作	(223)	9.3.4 3S 和通信技术集成	(261)
7.4 电子地图	(225)	9.3.5 3S 集成应用	(262)
7.4.1 电子地图概述	(225)	9.4 “数字地球”简介	(264)
7.4.2 电子地图的应用	(226)	思考题	(267)
思考题	(227)	第十章 GIS 应用系统的分析设计	(268)
第八章 网络 GIS	(228)	10.1 GIS 应用系统概述	(268)
8.1 GIS 的网络化	(228)	10.1.1 GIS 应用系统的开发模式	(268)
8.1.1 网络技术概述	(228)	10.1.2 GIS 应用系统的开发模型	(269)
8.1.2 信息系统网络化模式 ..	(230)	10.1.3 GIS 应用系统的开发方法	(271)
8.1.3 地理信息系统网络化概述	(231)	10.1.4 GIS 应用系统开发的主要阶段	(271)
8.2 WebGIS	(232)	10.2 GIS 应用系统的分析	(272)
8.2.1 WebGIS 概述	(232)	10.2.1 GIS 应用系统的需求分析	(272)
8.2.2 WebGIS 的特点和用途	(233)	10.2.2 描述系统分析结果的工具	(274)
8.3 WebGIS 的结构框架	(235)	10.3 GIS 应用系统的设计	(274)
8.3.1 WebGIS 系统结构	(235)	10.3.1 GIS 应用系统设计的原则	(274)
8.3.2 WebGIS 的主要构造方法	(238)		
8.3.3 WebGIS 系统平台的分类	(244)		
思考题	(247)		
第九章 GIS 集成系统	(248)		
9.1 GIS 集成系统简介	(248)		

10.3.2	GIS 应用系统的总体设计	(275)	11.2	GIS 在森林资源管理中的应用	(292)
10.3.3	GIS 应用系统的功能设计	(277)	11.2.1	GIS 在森林资源管理中的应用概述	(293)
10.3.4	GIS 应用系统的数据库设计	(278)	11.2.2	森林资源管理信息系统	(297)
10.3.5	GIS 应用系统中的输入/输出设计	(279)	11.3	GIS 在森林防火中的应用	(302)
10.4	GIS 应用系统的实施和评价	(280)	11.3.1	GIS 在森林防火中的应用	(302)
10.4.1	程序编制	(281)	11.3.2	3S 技术在森林防火中的应用	(303)
10.4.2	系统测试	(281)	11.3.3	森林防火应用模型	(303)
10.4.3	系统运行和维护	(283)	11.3.4	森林防火信息系统	(307)
10.4.4	系统评价与更新	(283)	11.4	GIS 在水土保持中的应用	(313)
10.5	GIS 标准化	(285)	11.4.1	GIS 在水土保持中应用概述	(313)
10.5.1	GIS 标准化的内容	(285)	11.4.2	水土保持监测与管理信息系统分析	(313)
10.5.2	开放式地理数据互操作规范	(287)	11.4.3	水土保持监测与管理信息系统设计	(321)
10.5.3	ISO/TC211	(288)	11.4.4	水土保持监测与管理信息系统实现	(331)
	思考题	(288)		思考题	(332)
第十一章	GIS 在资源环境领域中的应用	(289)		附录	(333)
11.1	GIS 应用概述	(289)		主要参考文献	(337)
11.1.1	GIS 应用的特点	(289)			
11.1.2	GIS 的主要应用市场	(290)			

第一章 概 论

1.1 基本概念

1.1.1 信息和地理信息

1. 信息

信息(Information)是经过加工后的数据 ,是用数字、文字、符号、语言等介质来表示事件、事物、现象等的内 容、数量或特征 ,以便向人们(或系统)提供关于现实世界新的事实知识 ,作为生产、管理、经营、分析和决策的依据。

狭义信息论把信息定义为人们获取信息前后(人、生物和机器等)与外部客体(环境、他人、生物和机械等)之间相互联系的一种形式 ,是主体和客体之间一切有用的消息和知识 ,是表征事物的一种普通形式。

一般认为 ,信息是人们或机器提供的关于现实世界新的知识 ,是数据、消息中所包含的意义 ,它不随载体的物理形式的改变而改变。例如 ,某一棵树的高度数据用十进制表示为 11(米) ,如果以十六进制的形式存储其值为 B ,但是 ,不管它的存储形式如何改变 ,它向人们传达的信息是这棵树是大树。

从信息科学角度看 ,信息的四大特点为 :客观性、适用性、可传输性和共享性。

- 客观性是指信息都与客观事实相关 ,这是信息正确性和精确度的保证 ;
- 适用性是指信息从大量数据中收集、组织和管理 ,要有实用性 ;
- 可传输性指信息可以在系统内或用户之间以一定形式或格式传送和交换 ;
- 共享性是信息可传输性带来的结果 ,也就是信息可为多个用户共享。

信息来自数据 ,数据是未加工的原始资料 ,是客观对象的表示 ;信息则是数据内涵的意义 ,是数据的内容和解释。例如 ,从遥感卫星图像数据中抽取各种图形和专题信息。

2. 地理信息

地理信息(Geographic Information)是表征地理圈或地理环境固有要素或物质的数量、质量、性质、关系、分布特征和规律的数字、文字、图像、图形信息的总称。地理信息是一种空间信息 ,是与空间地理分布有关的信息。它具有空间性、专题性

和动态性。

据国际资料文献中心(International Documentation Center ,IDC)统计报道 :人类活动所接触到的信息中 ,约有 80% 信息与地理位置和空间分布有关 ;在政府部门所接触到的信息中 ,有 85% 信息与地理位置和空间分布有关。这意味着地理信息系统在国家信息化中将扮演着非常重要的角色。

1.1.2 信息系统和地理信息系统

1. 信息系统

信息系统(Information System)是具有采集、处理、管理和分析数据能力的计算机系统 ,它能为单一的或有组织的决策过程提供各种有用信息。

1) 信息系统的组成

从计算机的角度看 ,信息系统是由计算机硬件、软件、数据和用户四大要素组成的系统。其中的数据包括一般数据和经数据挖掘获得的知识 ;用户包括一般用户和从事系统建立、维护、管理和更新的高级用户。

从管理的角度看 ,信息系统涉及到战略层、用户层和操作层。战略层是决定信息系统方向的战略决策者 ;用户层是使用信息系统的高、中层的管理人员 ;操作层主要是操作人员。

2) 信息系统的分类

(1) 从功能看 ,信息系统的分类

① 管理信息系统(Management Information System ,MIS)是一种基于数据库的回答系统 ,它往往停留在数据级上支持管理者 ,如人事管理信息系统、财务管理信息系统、产品销售信息系统 ,等等。

② 决策支持系统(Decision Support System ,DSS)是在 MIS 基础上发展起来的一种信息系统 ,它不仅为管理者提供数据支持 ,还提供方法和模型级的支持 ,并对问题进行仿真和模拟 ,从而辅助决策者进行决策。

③ 智能决策支持系统(Intelligent Decision Support System ,IDSS)是在决策支持系统中进一步引入人工智能(Artificial Intelligence ,AI)技术。如用专家系统(Expert System ,ES)解决非结构化问题 ,提高系统决策自动化程度。

④ 空间信息系统(Spatial Information System ,SIS)是对空间数据进行采集、处理、管理和分析的信息系统。由于空间数据的特殊性 ,使空间信息系统的组织结构及处理方法有别于一般信息系统。空间信息系统包括内容很广 ,主要有地理信息系统(Geographic Information System ,GIS)、全球定位系统(Global Positioning System ,GPS)、遥感(Remote Sensing ,RS)、地球观测系统(Earth Observation System ,EOS)、数据摄影测量系统(Data Photogrammetric System ,DPS)、数字地球

(Digital Earth ,DE)等。

(2) 从系统结构看 ,信息系统的分类

① 单机信息系统 ,分 PC 机平台和 workstation 平台两种 ,各自依托不同的操作系统。

② 网络信息系统 ,分客户机/服务器(Client/Server ,C/S)结构、浏览器/服务器(Browser/Server ,B/S)结构及 C/S 和 B/S 混合结构。

2. 地理信息系统

地理信息系统是由计算机硬件、软件 and 不同方法组成的 ,具有支持空间数据的获取、管理、分析、建模和显示功能 ,并可解决复杂的规划和管理问题的信息系统。它是一种特定的、十分重要的空间信息系统 ,从不同的角度看有不同的强调点。

从技术角度看 ,GIS 是在计算机软件 and 硬件的支持下 ,管理、分析和显示空间数据的技术系统。这里的空间数据是指与地理空间位置相关的数据 ;管理是指获取、存储、查询、处理空间数据 ;分析是指为用户提供分析空间数据的方法 ;显示是指用图文等方式为用户显示多维数据的处理过程和结果。

从学科角度看 ,GIS 是一门新兴的交叉学科 ,属于空间信息科学 ,它依赖于地理学、测绘学、统计学等基础性学科 ,又取决于计算机硬件与软件技术、航天技术、遥感技术和人工智能与专家系统技术的进步与成就 ,其核心是计算机科学 ,基本技术是数据库、地图可视化及空间分析。GIS 既是新兴的交叉学科 ,又是一个技术系统 ,它以空间数据库为基础 ,通过各种时空分析模型完成其功能。

从应用角度看 ,GIS 是一门以应用为目的的信息产业 ,它的应用可深入到各行各业。随着 GIS 的应用 ,产生了许多行业地理信息系统 ,如城市地理信息系统、政府地理信息系统、土地资源信息系统等。这些系统研究的对象不同 ,但研究方法基本相似。随着 Internet 时代的到来 ,又出现了一批使用网络空间数据的用户群。

从发展角度看 ,GIS 起源于实际应用 ,开始是一门技术 ,之后进一步发展成一门交叉性边缘科学。由于 GIS 的理论、技术和应用一直在不断发展 ,GIS 的含义也在不断变化和发展。起初 ,注重 GIS 提供的空间数据的管理、查询和分析功能 ,之后 ,开始注重 GIS 通过共享的地理信息数据库提供协同工作的平台。目前更注重 GIS 在互联网和分布式网络环境下 ,整个社会共享数据、相互合作和协同工作。

GIS 研究的对象是地理空间数据 ,研究内容包括 GIS 基础理论、GIS 技术系统及 GIS 应用方法 ,三方面互相联系 ,相互促进。

1.1.3 GIS 与其相关学科

GIS 属于交叉学科 ,它既包括传统学科 ,又包括现代科学的技术和方法。因此 ,正确地理解 GIS 与其相关学科的关系 ,可以更好地理解 GIS 的概念。

1. GIS 的相关学科

测绘学和地理学是 GIS 的理论依托 ,地图和遥感影像是 GIS 的主要数据源 ,计算机科学为 GIS 建立提供技术手段 ,开发 GIS 用的基本技术是信息技术 ,包括数据结构、数据库技术、可视化技术、空间分析技术及网络技术等 ,如图 1 - 1 所示。

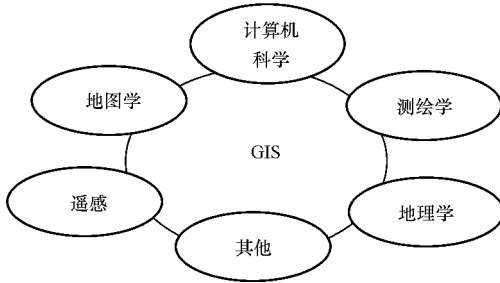


图 1 - 1 GIS 的相关学科

当代计算机技术的进步有力地推动了 GIS 的发展 ,如网络技术的发展带动网络 GIS 的发展 ,软件复用技术的出现促使了组件 GIS 的迅速发展 ,信息集成业的发展又促使 GIS 同其他信息技术的集成 ,使 GIS 的应用涉及各种行业。

2. GIS 的相关技术系统

1) GIS 与数字地图

数字地图是模拟地图在计算机中的表示形式。它将地形、地貌和其他专题要素在图上表示 ,并以数字形式将地图存储、管理和输出。数字制图系统强调的是图的表示 ,通常只对图形数据进行管理 ,缺少对非图形数据的管理能力。

GIS 强调的是空间数据的结构和分析 ,因此 ,它不仅有图形数据库 ,还有非图形数据库 ,并把两者结合起来进行深层次分析。

实际上 ,数字地图及制图应该是 GIS 的重要组成部分。首先 ,表现在数字地图是 GIS 重要的数据源 ,数字地图制图系统中存储和管理的信息往往是 GIS 所需要的 ;其次 ,GIS 中 ,处理分析结果常以数字地图形式来表现和输出。例如 ,用 GIS 对某区域进行土地利用规划后输出土地利用规划图 ,其内容包括数字地图的制图。

2) GIS 与计算机辅助设计(Computer Aided Design ,CAD)

CAD 主要是利用计算机代替或辅助工程设计人员进行各种设计。它处理的对象是规则的几何图形及其组合。因此 ,CAD 的图形处理功能极强 ,属性功能很弱。GIS 处理的对象往往是自然目标(如某一区域土壤类型、地形等高线等) ,因此图形处理难度大 ,属性功能十分重要 ,图形和属性之间紧密联系 ,常具有丰富的属性库和符号库 ,它强调空间数据分析功能 ,且数据源及输入数据方法种类繁多 ,数

据结构复杂。一个功能很强的 CAD 软件并不能代替 GIS 工作,反之亦然。但由于 CAD 软件有很强的图形数据采集和编辑功能,有些 GIS 将 CAD 作为数据采集的辅助工具。例如国际上流行的 AUTOCAD 软件,与很多 GIS 之间有接口,可以把 AUTOCAD 输入的图形数据传送给 GIS。美国 ESRI 公司和 AUTODESK 公司合作推出的 ARC - CAD,可以同 AUTOCAD 一起实现 GIS 功能,并同 GIS 软件 Arc/Info 有机地结合起来。

3) GIS 与管理信息系统

GIS 同一般管理信息系统的主要区别在于 GIS 处理的数据是空间数据,它不仅管理反映空间属性的一般数字、文字数据,还要管理反映地理分布特征及其之间拓扑关系的空间位置数据,而且要把两者有机结合起来进行协调管理和分析;而管理信息系统处理的只是属性数据,即使使用了图形,图形要素不能分解、查询,更没有拓扑关系。例如,电话管理信息系统主要为用户提供所询问的电话号码以及用户住址、通信地址等文字信息。

此外,GIS 对计算机硬件和软件资源要求比一般管理信息系统高,例如,GIS 必须具有处理空间数据的输入、输出装置,如数字化仪、扫描仪、绘图仪等;再有,由于 GIS 处理数据量大,运算复杂,对计算机存储量、运算速度等的要求相应也高。

1.1.4 GIS 的类型

1. 传统 GIS 软件的分类

1) 从性能角度分类

(1) 空间管理型 GIS

具有 GIS 性能的基础功能,强调空间数据的管理。

(2) 空间分析型 GIS

具有 GIS 的分析功能,强调空间数据分析模型及功能。

(3) 空间决策型 GIS

具有辅助决策功能,强调知识库。

2) 从软件角度分类

(1) 最终用户用 GIS

以 GIS 为最终工具,得到处理结果。强调处理结果,不关心过程。

(2) 专业人士用 GIS

具有较强的空间分析功能,能扩充成各种 GIS 专业应用系统。

(3) 软件开发者/系统集成者用 GIS

以组件为核心,为系统开发/集成者提供技术手段。

3) 从系统结构角度分类

(1) 单机结构 GIS

不支持网络环境,只能在独立的计算机上完成 GIS 的各种功能。

(2) 网络结构 GIS

可在局域网或 Internet 网络环境支持下完成 GIS 的各种功能。

4) 从研究对象分布范围分类

(1) 全球性 GIS

系统研究区域范围往往涉及全球范围,如全球人口资源 GIS。

(2) 区域性 GIS

指以某种区域(如行政区)为对象建立的 GIS,如我国黄土高原 GIS。

2. GIS 软件平台

随着技术的发展,当今 GIS 已融入 IT 技术的主流,形成 GIS 软件平台,从而淡化了上述分类的概念。通常在 GIS 软件平台上包含桌面软件、开发平台及利用平台开发的各种应用系统。

美国 ESRI 公司把原有 GIS 产品 Arc/Info、ARCVIEW 同 GIS 数据库技术、网络技术、人工智能等技术进行整合之后推出了 GIS 软件平台,即 ARCGIS 系列,是一个统一的 GIS 平台。国内武汉吉奥信息工程有限公司推出的吉奥之星 GeoStar 基础 GIS 平台,北京超图地理信息技术有限公司推出的 SuperMap GIS 软件平台,都为用户提供了完整的软件产品系列及各类应用系统,因此具有宽广的适应范围。

随着 GIS 应用的深入和普及以及计算机网络技术的发展,GIS 将进一步从平台 GIS 向跨平台操作 GIS 方向发展,以便保护现有的空间信息资源,实现空间信息的有效共享和互操作,其中组件技术、XML 技术的发展为实现跨平台互操作 GIS 奠定了技术基础。

1.2 GIS 的组成和功能

1.2.1 GIS 的基本构成

从信息系统论角度看,一个完整的 GIS 主要由计算机硬件系统、计算机软件系统、空间数据、系统的使用和维护人员(即用户、应用模型)组成,如图 1-2 所示。计算机硬件和软件系统提供工作环境,空间数据是 GIS 应用优劣的核心,应用模型提供了解决专门问题的理论和方法,用户决定了系统的工作方式。GIS 是一个复杂的系统,必须配备相应的系统开发、使用和管理人员,其中包括具有 GIS 知识和专业知识的高级应用人才,具有计算机知识和专业知识的软件应用人才以及具有

较强实际操作能力的硬、软件维护人才。

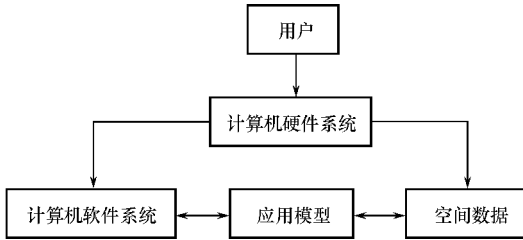


图 1-2 GIS 的基本结构

1.2.2 GIS 的硬件组成

GIS 的硬件系统是计算机系统中实际物理设备的总称,主要包括计算机主机、输入设备、存储设备、输出设备和网络设备。硬件配置随工作模式而不同,其基本类型如图 1-3 所示。

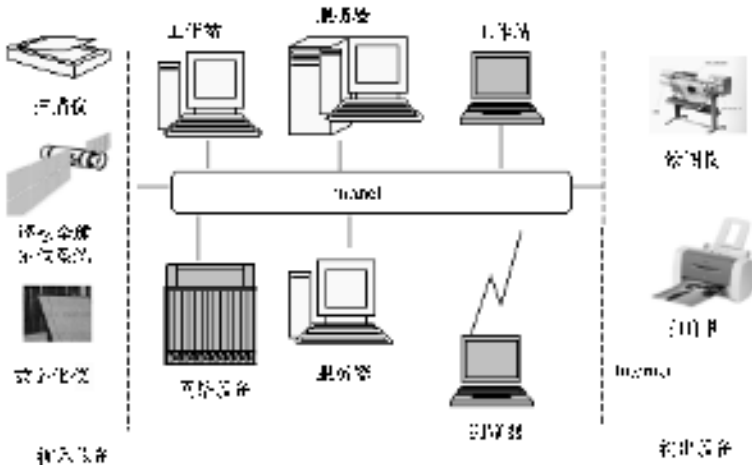


图 1-3 GIS 硬件配置

1. 主机

主机是 GIS 硬件系统的核心,其种类较多,包括大型机、中型机、小型机、工作站/服务器和微型机等。GIS 的工作站/服务器主要有 UNIX 和 NT 两种产品系列。但从发展看,GIS 将向不依赖平台的方向发展。

2. GIS 输入和输出设备与主机的接口

1) SP(Serial Port)口是串行口

在单根数据线上以二进制位串联发送和接收数据。

2) SPP (Standard Parallel Port)口是并行口

以字节为单位发送和接收数据。

3) EPP(Enhanced Parallel Port)口是新型并行口

是向下兼容的 SPP 口 ,由 Intel 公司提出 ,并在 1994 年被 IEEE 接受。

4) USB (Universal Serial Bus)口是通用串行总线的简称

它由世界上 7 家著名公司(IBM、Microsoft、NEC、Intel 等)在 1995 年提出 ,1998 年大量进入市场 ,以解决外设接口的规格不一致问题。目前称它为微型计算机接口的明星 ,已成为 GIS 输入和输出设备与计算机的主要连接接口。其最大优点是速度快、可连接设备多、可热插拔 ,尤其是 USB2.0 的出现 ,在速度上又有很大的提高。

5) IEEE 1394 口是一种串行接口

目前主要用在数字摄像机、数码相机同计算机的连接上。由于它可连线长及网络功能强化 ,被很多厂商看好。

3. GIS 主要输入设备

1) 手扶跟踪数字化仪(简称数字化仪)

手扶跟踪数字化仪是一种用来记录和跟踪地图点、线位置的手工数字化设备 ,它是 GIS 中一种重要的图形数据采集装置 ,主要获取矢量坐标数据。

目前常见的数字化仪是电磁感应式设备。其主要部件为图形感应板、定标器和内部的电子处理器。用它采集数据时需要人工干预 ,所以数据采集速度慢 ,称慢速数据采集装置 ,它同计算机之间联系的接口可以是低速的串行口 ,目前主要用 USB 接口 ,如图 1-4 所示。

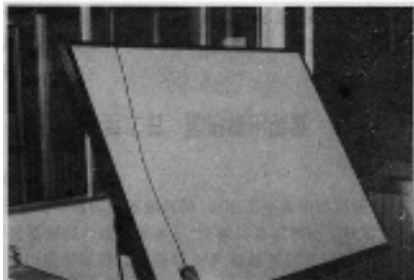


图 1-4 数字化仪

数字化仪的主要指标为有效幅面、分辨率、精度等。

① 幅面 :根据尺寸和使用条件的不同 ,通常小型数字化仪 (Tablet)的幅面为

A4、A3、A2 ;大型数字化仪(Digitizer)的幅面为 A1、A0、A00 等。

② 分辨率 :分辨率是用于记录数据的最小度量单位 ,一般用来描述在显示设备上所能显示的点(行、列)的数量 ,或在影像中一个像元点所表示的面积。数字化仪的最高分辨率取决于电磁技术 ,即对电磁感应信号的处理方法 ,一般为每毫米几十线到几百线。如 100 线/mm ,即 2 540 线/英寸。分辨率也可用直接标定值表示 ,如标定值为 0.01 mm。实际分辨率常比标定分辨率低。

③ 精度 :数字化仪的精度受数字化仪的分辨率、数字化的方式、操作者的经验和 技术等因素的影响。由于数字化仪是人工操作的设备 ,通常 ,操作员可获取的跟踪精度为 0.2 mm 左右。

④ 软件 :由 GIS 软件平台提供 ,并由所用软件系统决定数据存储格式。

2) 扫描数字化仪(简称扫描仪)

扫描仪是 GIS 中快速获取图形、图像、文字、数据的采集装置 ,主要用来获取栅格数据。利用它可将地图或图像按一定的分辨率转换成栅格格式数据。

(1) 扫描仪的种类

按分辨率分二值扫描仪、灰度扫描仪和彩色扫描仪 ;按结构分滚筒扫描仪、平台扫描仪和 CCD 摄像机。

(2) 扫描仪的主要部件

扫描头、光学系统、光电转换系统(CCD 单元将光信号转换为模拟电信号)、模数转换器(A/D 转换器将模拟电信号变为数字电信号)。

扫描仪的主要性能指标为有效幅面、光学分辨率(物理分辨率)、最大分辨率(内插分辨率)、辐射分辨率(色彩分辨或色彩位数)、接口方式等。

① 光学分辨率指扫描仪的光学系统可以采集的实际信息量 ,如扫描仪的感光元件——CCD 的分辨率。例如 ,A4 扫描仪可扫描的最大宽度为 216 mm(8.5 英寸) ,它的 CCD 含有 5 100 个单元 ,其光学分辨率为 5 100 点/8.5 英寸 = 600 D/I。分辨率常用 D/I 或像素大小表示 ,D/I 与像素有对应关系 ,如 1 000 D/I 像素 ,其大小相当于 $25 \mu\text{m} \times 25 \mu\text{m}$,相当于 20 线对/mm。

② 最大分辨率是在相邻像素之间求出颜色或者灰度的平均值 ,从而增加像素数的办法。内插算法增加了像素数 ,但不能增添真正的图像细节 ,因此 ,应更重视光学分辨率。

③ 辐射分辨率表示扫描仪分辨彩色或灰度细腻程度的指标 ,单位是 bit(位)。彩色位确切的含义是用多少个位来表示扫描得到的一个像素。彩色位分 24(3×8)、36(3×12)彩色位等。24 彩色位相当 $2^{24} = 1 677$ 万种彩色。

④ 接口方式又称连接界面 ,是指扫描仪与计算机之间采用的接口类型。目前 ,常用的有 USB 接口 ,早期产品有 SCSI 接口和并行接口。