

地理信息系统理论与应用丛书

宋小冬 叶嘉安 著

地理信息系统及其在城市规划 与管理中的应用

科学出版社

地理信息系统理论与应用丛书

地理信息系统及其在城市规划 与管理中的应用

宋小冬 叶嘉安 著

科学出版社

2001

内 容 简 介

在国外(除了发达国家外,还包括不少发展中国家)地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用正迅速发展,国内也有不少地方已经准备或正在建立各种地理信息系统。本书全面、系统地介绍了地理信息系统的基本原理、应用方法、最新理论与发展趋势,及其在城市规划与管理方面的应用实例,还提供一些在应用方面的经验和教训。

本书可供城市管理与规划人员,地理信息系统研究、操作人员,以及大专院校有关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用/宋小冬,叶嘉安著. —北京:科学出版社,1995.10

ISBN 7-03-004865-2

I. 地… II. ①宋…②叶… III. ①地理信息系统-应用-城市规划②地理信息系统-应用-城市建设 IV. TU984

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第10232号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

丽泽印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1995年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2001年2月第五次印刷 印张:9 1/2
印数:5 701—8 700 字数:225 000

定价: 28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

序 言

地理信息系统(GIS)在我国的应用已有多年,但主要还是停留在研究人员和测绘专业人员之间,大多数规划设计和管理人员还是闻其名而不知其实,知其要而不知其用。由于电脑技术和信息观念还不普及,这方面的书刊又极少,不少人对 GIS 的原理和应用往往认为高不可攀,甚至视为畏途,影响了 GIS 的推广应用。我想本书的出版将会弥补这一缺陷。

本书对 GIS 的基本原理、应用经验、实施管理方法和今后的发展都作了浅显而又系统的阐明。仔细读后,就有入门之感。非专业人员阅读计算机书籍往往因名词概念缺乏准确理解而感到难懂。我个人体验,只要有一定科技知识基础,初看不懂,多看几遍,就有所悟;如果再结合实际,操作、应用,理解就会深入;所以即使非计算机专业出身,也能够对计算机有准确的理解。许多业余爱好者学习电脑不就是这样逐步提高的吗?何况 GIS 本来是为规划而发展起来的,规划师对它不但可以入门,要深入理解也是达得到的。

本书的初稿在 1993 年先作为教学参考材料和城市规划在职干部培训教材,在同济大学内部使用,后来又作了修改补充,成为现在这样一本容易读懂的 GIS 基本教材和实用参考书。

如果说具有信息观念和懂得计算机使用是人们进入 21 世纪的通行证,那么,在信息时代,GIS 将是城市管理、环境管理、地域管理、房地产管理以及有关规划管理和规划设计的基本工具,是现代城市工作所不可缺少的。我国广大规划设计和管理人员应该懂得 GIS,会运用 GIS,提高我们对信息的集成和水平,走向 21 世纪的大道。

中国科学院院士
中国工程院院士 周千峙
原建设部副部长

1995 年 4 月 22 日

前 言

地理信息系统(GIS)是一项以计算机为基础的新兴技术,围绕着这项技术的研究、开发和应用,形成了一门交叉性、边缘性的学科。GIS 的应用前景十分广阔,几乎渗透到了与地理空间分布有关的各个领域,因而发展迅速。在中国,城市规划、管理方面的 GIS 应用(包括各种公用事业、基础设施管理)已形成一个热点,受到人们的普遍关注。但是,人才不足制约了这项技术的应用和学科的发展,迫切需要传播 GIS 的基本原理、应用经验、实施管理方法,让更多的人了解它、使用它、发展它。由于系统介绍 GIS 的中文著作极少,为此本书从 GIS 的原理、应用、实施三个方面来讨论,涉及的范围较宽。虽然重点围绕着和城市规划、管理有关的问题,但对相关领域力图起到触类旁通的作用,并且在写法上考虑了初次接触 GIS 的人的阅读能力。

本书可用作高等院校 GIS 课程的教学参考书,也可供实际工作部门的规划人员、技术人员、管理干部、领导干部直接阅读。对于准备专门从事 GIS 研究、教育的工作者来说,可把本书作为一个起点。

为了照顾某些对计算机还较陌生的读者,书末特加了两个附录。附录一介绍一些与地理信息系统有关的计算机基本常识。附录二是常用专业名词英汉对照表,以便于读者阅读英文书刊时查阅、理解。

和 GIS 相关的技术、学科发展很快,作者力求保持书中的内容在若干年内基本稳定,但肯定会有不完善和过时之处,希望读者来批评、补正。

中国科学院院士、中国工程院院士、原建设部副部长周干峙先生在百忙中抽出时间,为本书作序,作者在此深表谢意。

作者

1994 年 11 月

目 录

序言
前言

第一篇 导 论

第一章 地理信息系统导论	(1)
一、地图与空间信息	(1)
二、应用发展过程	(3)
三、什么是地理信息系统	(4)
参考文献	(7)

第二篇 原 理

第二章 数据结构与数据管理	(8)
一、数据库的一般原理	(8)
二、栅格空间数据模型	(12)
三、矢量空间数据模型	(17)
四、栅格模型和矢量模型比较	(21)
五、地理信息系统数据的组织与管理	(22)
参考文献	(26)
第三章 数据来源与输入	(28)
一、信息来源与输入方法	(28)
二、地图数据的输入	(32)
三、数据质量	(35)
参考文献	(37)
第四章 空间数据的转换与维护	(38)
一、栅格数据与矢量数据的相互转换	(38)
二、坐标体系的转换	(38)
三、坐标校核	(40)
四、地图的手工编辑	(42)
五、点、线、面的生成	(42)
六、数字高程模型的生成	(44)
七、不同软件之间的数据交换	(48)
参考文献	(48)

第五章 空间信息的查询与分析 (49)

一、查询与量算 (49)

二、叠合 (50)

三、分类 (53)

四、网络 (54)

五、邻近 (55)

六、数字高程模型 (59)

七、分析过程和成果输出 (60)

参考文献 (65)

第三篇 应 用

第六章 应用实例:土地使用规划与控制..... (66)

一、区域居住用地选择 (66)

二、区域土地使用控制 (69)

参考文献 (73)

第七章 应用实例:厂址选择..... (74)

一、选址的准则 (74)

二、分析与评价方法 (75)

三、效果总结 (80)

参考文献 (80)

第八章 应用实例:城市建设管理..... (81)

一、新城开发管理 (81)

二、城市建设日常管理 (84)

参考文献 (89)

第九章 应用实例: GIS 和分析、预测模型的结合 (90)

一、圣迭戈地区的地理信息系统应用 (90)

二、地理信息系统在暴雨污染控制中的应用 (95)

参考文献..... (100)

第四篇 实 施

第十章 建立地理信息系统的方法与过程..... (101)

一、信息系统的功能与作用 (101)

二、一般信息系统结构化的分析与设计方法 (102)

三、原型化的方法 (104)

四、地理信息系统的研制方法 (106)

参考文献..... (109)

第十一章 地理信息系统实施中的组织管理问题..... (110)

一、提出建议和制定长期计划 (110)

二、GIS 项目的经济评价 (111)

三、综合性的试验实例 (114)

四、方案征集与评选 (115)

五、人员构成与组织管理 (116)

六、GIS 对决策的副作用 (118)

七、GIS 的发展模式 (119)

参考文献..... (119)

第五篇 总 结

第十二章 总结与展望..... (120)

一、地理信息系统技术的进展 (120)

二、实施和管理 (123)

三、开拓地理信息系统在城市规划中的应用 (124)

四、结语 (128)

参考文献..... (129)

附录一 与地理信息系统有关的计算机常识简介..... (131)

附录二 常用专业名词英汉对照..... (135)

第一篇 导 论

第一章 地理信息系统导论

一、地图与空间信息

从产生人类文明的远古时代起,地图就一直是描述地球表面空间事物的工具,也是储存空间信息的载体。无论是交通运输、农田水利建设、市政建设和管理,还是疆土、行政区域的划定,以至军事、国防,离开了地图,人类就无法进行正常的活动。

到了近代社会,人类在地球表面的活动越来越激烈,地图的用途越来越广泛,种类也越来越多,但地图的制作一直很麻烦、耗时,各国各地政府不得不制作通用的或标准的地图(一般多为地形图)来供各行各业使用。但事实上,通用地形图往往不够用,例如在农业规划方面,除地形外,还要地表植被、地下水、土壤成分的分布情况;在公共卫生方面,不同疾病在不同地区的发生率、死亡率常常和生活习惯、居住条件、自然环境有密切的关系;在公共安全方面,事故、犯罪在地理上的分布是救援、防范的重要依据。诸如此类,都要对一些特定事物在空间上的分布情况进行描述、分析,并把信息储存起来重复利用。为此,通常的解决办法是制作专题地图。如用不同颜色组成的色块图(如表示事故、犯罪的性质),不同线型、线宽表示的线条图(表示某些公用设施)等等。

专题地图很难或无法标准化、通用化,事先还需要大量的准备工作。如作土壤、岩石的分类图必须先对很多指标作分类统计;绘制城市规划用的人口密度图必须分别在地图上量算面积和查阅人口统计资料。这些工作费时费力,稍有不慎还要返工。另外靠一两张专题地图来分析空间事物还是不够,人们还要进一步从专题地图上获取信息,如工程建设中的土方量估计,需要在等高线地图上量算各种设计方案的填挖方位置和数量;农业用地的适宜性分析需要把很多张专题图叠加起来,作综合评价等等。

综上所述,以纸片或胶片为媒介的专题地图有很大的局限。归纳起来主要有(Burrough, 1986):

(1)原始数据必须简化、分类后才便于表达、理解,但很多有用的信息在分类中被丢失。

(2)为了减少信息丢失,必须绘得非常细致、精确,这就导致工作量很大,制作复杂,而过分精细反而不便于观察。

(3)精确而复杂的地图不得不分成一张张、一幅幅,同时要观察几张、几幅时,很不方便,而且不连续。

(4)分类完毕后,若要换一种方式重新分类,又得从头做起。

(5)在图上查找、检索、量算很不方便,误差大。

(6)要加入新的信息,或要建立起不同专题地图之间的联系非常困难。

此外,地图的更新方法复杂,更新周期太长,常常要十几年或更长的时间。对于变化很快的事物,如城市建设,很难及时跟踪。

为了有效地研究、规划、开发、保护、管理人类赖以生存的空间环境,需要方便、迅速、精确地对空间信息进行储存、查询、分析、表达的工具,以弥补手工绘制专题地图、标准地图的不足。

20世纪50年代末,数字式电子计算机作为商品推向了社会,人类从此进入了信息技术的时代。几项与计算机密切相关的技术的发展,大大有助于对空间信息的储存、分析与表达(Marble,1984;Burrough,1986):

1. 计算机图形学

计算机图形学解决了常用图形的输入、表达、编辑、输出等问题。如:快速、清晰、多色彩地显示图形,放大、缩小、平移、旋转、修改、复制以及三维立体显示等,大大方便了人们对空间事物的直观观察。尤其是人机交互方式的图形处理,使用户可以直观地看到自己的操作结果而不必理会在计算机内部究竟发生了哪些变化。

2. 计算机地图制图

在计算机图形处理技术的基础上,将地图测量的结果用数字方式储存起来,然后按需要显示出来或绘在纸上、胶片上,使制出的地图更加精确,地图的修改更加简便、直观。

3. 航空摄影测量与遥感

拍摄航空照片作为信息来源,用于地形图的制作,在计算机发明之前就有。但这种技术和计算机相结合后,可用专门的仪器在航空照片上直接读取坐标,输入到计算机中,从而简化了地图的制作过程,精度也得到提高。另外,地球表面物体对不同电磁波的反射,可用装在飞机或卫星上的仪器(传感器)接收到,如果用照片记录这些信息,则可进一步人工判读、解译或用计算机扫描,获得很多一般地图上不能获得的信息。如果用数字方式记录这些信息,就可变成数字化的影像图,供计算机处理。这种对自然电磁波或人工发射的电磁波接收、记录、利用的技术称为遥感技术。

4. 数字图像处理

由于遥感图像可以用数字方式储存、传递,就可发挥计算机的特长。数字图像处理技术可以把反射不同电磁波的图像重叠在一起,按需要对某些要素进行转换、增强、分类、识别、统计、显示等,从而比野外调查省时、省力,而且简化了机构、组织。

5. 数据库管理系统

计算机最初是用于科学和工程问题的计算,后来大量地用于一般事务管理。在一般事务管理方面,数值计算往往比较简单,但要储存的数据很多,查询、检索、插入、删除的处理

量很大,为此专门发展出了数据库管理系统软件。自然,人们也考虑到可以把空间信息及其相关的非空间信息用数据库来管理。

上述各项技术对空间信息的收集、储存、转换、分析、表达都有很大帮助,使人们处理空间信息的能力大大地提高了。随着工作的深入,人们发现单独地运用这些技术仍有很多局限,例如计算机地图制图只是比手工绘图更为精确、简便、迅速,所储存的数据之间只有少量的内在联系,无法完成复杂的分析。航测遥感技术是获取信息的重要手段,但野外现场调查和社会调查仍是非常重要的信息来源,应把从多种渠道得到的信息综合起来。数字图像处理的重点往往在分类、识别,对空间事物的分析、模拟不是主要目的。事务管理用的数据库管理系统软件也不适合处理空间信息。总的来说,上述各项技术大都存在着获取、显示空间信息的能力强,综合管理、分析能力相对弱的问题。因此,具有独特的对空间信息进行储存、管理、转换、分析功能,又吸取了上述各项技术的成果,并与它们相互交叉的地理信息系统技术逐渐地产生、发展、完善起来了。和上述其他技术相比,在空间信息的管理、分析方面,地理信息系统技术处于核心地位,它是发明地图以来,人类在处理地理信息上的一次巨大飞跃(Department of Environment,1987)。

二、应用发展过程

虽然计算机技术起了关键性的技术手段上的作用,但地理信息系统产生与发展的根本原因还是人类经济、社会活动的自身需要。二次大战结束后,欧美各国开展了大规模的经济建设,物质形态的急剧变化,使人们意识到必须对自己赖以生存的空间环境进行有计划地开发、保护与管理,因此,区域和城市规划逐渐受到重视。

1960年,加拿大政府准备对全国农业土地的利用和开发进行规划。这项工作的基础是收集比较全面的地图资料,对全国农业用地的投资开发效益进行评价。经过局部地区的试验后发现,至少要在土地资源调查机构(Canada Land Inventory)中新增500名熟练技术员,连续工作三年才能将有关的地图读一遍(Tomlinson,1984)。显然,这是一项非常艰巨的工作(而且只读一遍也是不够的)。当时,用半导体晶体管代替电子真空管制作的电子计算机已经生产出来,因此就有人想到用计算机来储存、管理、分析地图。从1962年起,在加拿大政府的土地资源调查机构中开始了地图数字化的试验,利用当时最先进(现在看来既笨重又原始)的计算机设备和软件,开发出了世界上第一个具有实用价值的地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS)。CGIS在农业规划上获得了一定效果。在技术方面,初步解决了地图手工数字化或自动扫描后矢量转换,地图数据和文字属性数据的联接,将大范围的连续地图分成一幅幅来处理,以及不规则多边形按属性分类、面积量算、叠合等技术问题(Tomlinson,1984)。与CGIS差不多同时期,美国的纽约州、明尼苏达州等也研制了有实用价值的土地资源信息管理系统;与人口普查相结合,美国国情普查局从1970年起采用了手工与计算机相结合的拓扑型地图数据编码(DIME)。和实用型的开发研究相并行,美、英、加的一些大学(如哈佛大学计算机制图与空间分析实验室)在60年代从学术角度开始了计算机制图和空间分析的基础性研究。和现在相比,尽管当时计算机条件很简陋,各门相关技术也还很幼稚,多数实用型系统建成后未能长期运行(如LUNR等),但是在60年代后期所取得的成果为后来的发展奠定了重要基础,也证明了地理信息系统是一

个很有生命力的领域。

到了 20 世纪 70 年代,国际性的学术组织开始交流、推广地理信息系统及其相关领域的学术思想和实践经验,一些大学也开始培养有关的技术人才或对在职人员进行培训。各国各地政府也自行发展了不少为自己服务的实用性的地理信息系统或计算机地图制图、公共设施管理信息系统。和地理信息系统有关的学科、技术,如计算机地图制图、摄影测量与遥感、数学图像处理、数据库管理系统、软件工程等有了显著进步。但是,由于地理信息系统技术的综合性、复杂性,付诸实用时投资大、周期长,与机构、组织的关系密切等等,20 世纪 70 年代的地理信息系统主要在学术研究上有明显的进展,实用系统方面未获长足的进步,仅是在 20 世纪 60 年代基础上巩固、改进、扩大而已。

进入 20 世纪 80 年代后,计算机产品的性能获得了突飞猛进的发展,价格不断下降,不少和地理信息系统相关的技术已逐步实用,60、70 年代许多失败或幸存的地理信息系统的经验、教训得到了总结,还出现了一些研制商品化地理信息系统软件的专业公司、为建立实用性地理信息系统提供技术服务的专业机构以及提供通用数据的社会化服务机构。同时,人类对资源、环境的保护,对城市、区域的规则和管理更为关注。所以,从 80 年代中期,地理信息系统在发达国家获得了明显进展,在发展中国家也得到了一定程度的开发、应用。从 80 年代中起,地理信息系统的应用已扩展到和地理空间分布有关的各个领域,至少在八个方面已得到了较大规模的推广应用:

- (1)地籍与房产管理;
- (2)农业、土地和水资源规划;
- (3)林业;
- (4)资源调查;
- (5)环境保护;
- (6)大型工程项目的前期准备和实施控制;
- (7)公用事业管理;
- (8)市政建设与管理(包括城市规划)。

此外,在社会科学研究与有关政策制定、商品储存、销售网点规划、交通运输管理、医疗保健、治安、紧急事故救援以及军事、国防等方面也有很多成功的实例。

中国从 20 世纪 70 年代开始探索计算机在地图制图和遥感领域的应用,在 20 世纪 80 年代开展了地理信息系统的研究与试验性的应用,其侧重点在自然资源的管理(黄杏元等,1989)。进入 20 世纪 90 年代后,很多行业纷纷投资于实用性地理信息系统的建设,特别在城市建设、城市管理方面的地理信息系统已成为人们普遍关注的热点。

三、什么是地理信息系统

地理信息系统的英语名称为 Geographic Information System,简称 GIS。广义来说,它是储存和处理与地理空间分布有关信息的集合。它主要由以下四部分组成:①信息获取与输入;②数据储存与管理;③数据转换与分析;④成果生成与输出。本书所涉及的地理信息系统均是指用计算机来完成储存和处理工作。

地理信息系统把要处理的信息分为两类,第一类是反映事物地理空间位置的信息,从

计算机的角度可称空间位置数据,也常称地图数据、图形数据;第二类是与事物的地理位置有关,反映事物其他特征的信息,可称专题属性信息或专题属性数据,也称文字数据、非图形数据。为了通俗起见,本书把第一类信息简称为空间信息或空间数据,把第二类信息简称为属性信息或属性数据。

事物空间位置最基本的表示方法是点、线、面和三维表面。所谓点是该事物的大小、长度可忽略不计,如环保监测站、水井,区域规划层次上的城市在地图上常用点来表示。所谓线是该事物的面积可以忽略不计,但长度、走向很重要,如道路、河流、地下管线可在地图上用线来表示。所谓面是该事物具有特定的、封闭的边界,如行政区域、房屋基底在地图上往往是由线围成的不规则多边形。所谓三维表面是该事物在一定地理范围内是连续变化的,其边界往往是模糊的,如不规则的地形表面,大气中的二氧化硫含量等。三维连续表面在地图上常用等值线、均匀渐变的颜色块来表示。地理信息系统将点、线、面、三维表面储存在计算机中,成为事物的空间数据,储存的方式和手工地图本质上相似。环保监测站的各种监测资料,水井的水质、取水量,道路的交通量、路面质量,地下管线的用途、管径、埋深,河流的径流量,行政区的常住人口、人均收入,房屋的产权人、质量、层数、居住人口等等,都是和点、线、面的位置即空间(地图)数据相对应的属性(文字)数据。三维表面的属性如地面高程、大气二氧化硫的含量一般和空间数据储存在一起。地理信息系统最基本的功能是将分散收集到的各种空间、属性信息输入到计算机中,建立起有相互联系的数据库,当外界情况变化时,只要更改局部的数据,就可维持数据库的有效性和现势性。

将数据储存到计算机中,其目的是分析和输出。查询、分类是GIS最简单也是最常用的分析功能。例如,空间数据可以和手工地图相类似的表达方式显示在计算机的屏幕上,指定任意的空间位置就可以知道有关事物的属性,当用光标选择了若干监测站、地下管线、行政区域,就可马上知道对应的监测资料,管径、埋深、用途,人口、收入等等。管线的长度、行政区域的面积均可自动量算获得。从属性数据角度可查出每小时交通流量大于500的道路有几条,日耗水量大于40吨的工厂有几家,也可同时在屏幕上将符合条件的道路、工厂位置用不同的颜色显示出来。除查询外还可进行分类。查询、分类的结果可以一般地图或报表的形式绘制、打印在纸上。

更复杂一些,GIS可从空间位置的相互关系上进行综合分析。人们可以将道路网定义为一组线,某个区域定义为一个面。把线的有关数据和面叠合到一起时,面内的每公顷路网长度、总的交通流量、进入或出去的交通流量等,均可用文字报告的形式输出。定义一条道路的中心线和规划红线宽度,并和房屋空间数据叠合,可得到在红线范围内有多少房屋可能拆除,大致有多少居民要动迁等等。

对于不规则的地形,可在地图上(或实测)获得一些关键点的坐标和标高,然后推算出整个区域大致的三维地形表面,绘出等高线图、三维网状地面透视图等。这一方法可用于水电站的坝高、坝址的选择,对水库容量、淹没范围、迁移人口进行估算。如果将地形标高换成环保监测数据,就可得出一定范围内大气污染、噪声的等值线图,以及对居民、生态的影响等等。

本章曾经提到,地理信息系统和计算机图形学、计算机地图制图、航空摄影测量与遥感、数字图像处理、数据库管理系统等项技术的发展有密切关系,这些技术也影响到其他一些计算机应用系统,如计算机辅助设计(CAD)系统、自动地图制图和公用设施管理

(AM/FM)系统等。一些土木工程方面的CAD系统也具有绘图、地图数据处理、数据库管理的能力,但CAD主要是把设计过程和结果用数据库来管理,用图形、图像来表达(还包括工程设计所需的特定功能),它不需要对地图及其相关属性进行综合管理,也不需要复杂的查询、叠合等功能。当然地理信息系统软件也不具备辅助设计的能力,不适合搞工程设计,所以CAD与GIS有很大区别。自动地图制图和公用设施管理系统也把地图和属性信息的综合管理作为自己的主要功能,但是自动地图制图(AM)系统只需要简单的空间查询和空间分析,专用的公用设施管理(FM)系统的空间查询和分析功能比较特殊,不像一般的GIS那样通用。当然,一些功能比较齐全的GIS软件常被用于AM/FM领域。更确切地说,GIS和AM是相互交错,具有部分相同功能的两种系统,而FM已逐渐地被看成是GIS的一个专门应用领域。

综上所述,对空间信息及其相关的属性信息的处理是GIS的基本功能,空间信息的查询和分析是GIS和其他数据处理系统的主要区别,迅速、及时地更新数据库,大规模、综合性地管理与地理分布有关的信息是计算机方式和手工方式的根本区别。

建立为城市规划和管理服务的实用性的地理信息系统,并使其长期运行,要受计算机硬件、计算机软件、数据、应用、人才、组织管理等六种因素的制约,缺一不可。其中应用处于核心地位。GIS所用的计算机硬件大都是通用产品,因此其技术集中体现于软件。尽管目前的GIS软件技术已相当实用,但仍有很大的局限性,如何选择现有的技术或进一步发展技术显然须由应用来决定。同时,技术所达到的水平、所能解决的问题也反过来影响应用目标的选择。信息系统所需数据的收集、输入和应用也构成相互制约的关系。实用性的GIS一般要收集大量信息,转化成数据形式,输入到数据库里才能使系统发挥作用。由于在多数情况下,没有或很少有现成数据可直接利用,而间接的资料、数据一般都分散在不同的机构里或根本没有,因此数据收集、输入的费用往往很高。另外,收集数据和组织、机构之间的协调有密切的关系,因为需要建立起新的机制,来经常性地提供信息,及时地更新信息,否则系统只能暂时性地起作用,无法长期运行。信息系统的使用必然要引起工作方式、决策程序的变化,这也会带来组织、机构、人员之间关系变化,需要一个调整、适应的过程。GIS是一项历史较短的新技术,又在迅速发展之中,大多数人对它还很陌生,人才不足已明显影响到这项技术的推广、应用,需要从各种途径来解决。地理信息系统是一项有很大应用潜力的新技术,它必须得到进一步发展,但在把现成技术转向实用时,切不可只重视技术本身,而忽视应用目标、数据收集、人才培养、组织机构之间的协调等非技术性的问题,否则就无法使系统长期稳定地发挥作用。

因此,一个实用性的地理信息系统必须和实际应用结合到一起,有明确的目的和服务对象,必须生长在它所处的机构与组织环境之中,建立起自身的管理、维护体系。从使用者的角度,GIS只是辅助管理、辅助决策的工具,而对地理空间分布有关的信息进行储存和处理的计算机系统,仅是GIS的技术构成(见图1-1,图1-2)。既然GIS可以看成是一种技术、一种工具,那么当这种技术或工具被用于具体领域、服务于具体对象时,应采用一些更为确切的名称,例如GIS用于土地管理时常称土地信息系统或地籍信息系统,用于自然资源的管理与规划时常称资源管理信息系统,用于环境问题的研究与管理时常称环境信息系统,用于城市规划时常称城市规划信息系统。从技术原理的角度,上述各种应用系统都可看成是GIS技术的具体应用并加入了各自专门的技术或特殊方法,如地籍管理方面

要和地籍测量相结合,资源管理方面往往强调遥感数字图像的处理能力,环境保护信息系统须与环境监测资料的获取相结合,公用设施地理信息系统特别适合处理各种线状、网络状的信息,城市规划方面应加入规划所需的专用模型等等。总之,从学科发展的角度,发展与完善地理信息系统的理论和技术,其目的是为了各种应用系统更加有效。

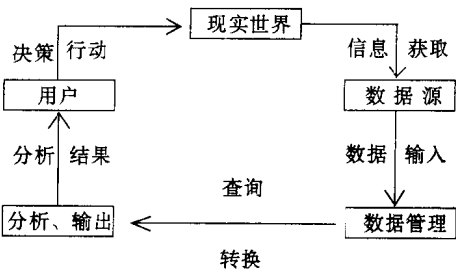


图 1-1 地理信息的处理过程及其和外部世界的关系

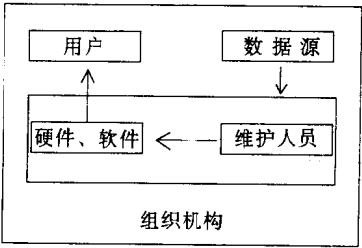


图 1-2 地理信息系统与组织机构环境

参 考 文 献

宋小冬,1991,地理信息系统的特征及其与其他系统的关系,城市规划,1991年第6期,41—43。
黄杏元、汤勤,1989,地理信息系统概论,北京:高等教育出版社,1—19。
Burrough, P. A. , 1986, Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment, Oxford: Clarendon Press, 1—12。
Department of Environment, 1987, Handling Geographic Information, London: HMSO。
Marble, D. F. , 1984, Geographic Information Systems: An Overview, Proceedings of Recora 9 Conference, Sioux Falls, S. D. , 18—24。
Tomlinson, R. F. , 1984, Geographic Information Systems — A New Frontier, The Operational Geographer, 5, 31—55。

第二篇 原 理

第二章 数据结构与数据管理

一、数据库的一般原理

1. 数据库的发展

科学家和工程师早期研制的计算机,侧重于科学和工程问题的计算,其特点是数值运算工作复杂,输入、输出、储存的数据量很小。随着计算机外部储存设备的发展,人们逐渐发现计算机也适合于事务管理。在 60 年代,一些大型工程项目的材料和零配件的订货、进货、库存、发货管理,民用航空公司的订票、售票、退票系统等都是计算机用于事务管理的成功实例。这些应用的数值运算并不复杂,但在外部存储设备中存放大量的数据,查询、插入、删除、更新的任务很频繁,因而发展出了适合事务管理用的计算机软件,其中数据管理问题是这类软件的一个关键。地理信息系统的非空间属性数据的管理和一般事务管理方面的应用基本相似。本节将重点介绍数据库问题,因为它是数据管理的核心,也是用户和数据打交道的主要途径。

现在使用的计算机中磁盘是最常用的外部存储器,文件是数据存放的基本独立单位,若干有相互联系的文件组成数据库。早期事务管理方面的数据处理方式原理如图 2-1 所示。这种处理方式的好处是程序比较简单,单一程序完成单一工作,处理效率较高,硬件性能要求低,但是存在三个主要问题:

- (1) 编写程序的人必须知道文件的详细结构才能读写数据。
- (2) 某项处理工作要改进时,除了要改进程序本身,可能还要改变数据文件的内部结构。
- (3) 某个数据文件的更改,会引起其他有关程序的修改。

因此,这种处理方式仅适合于数据处理功能明确,不需要经常变动的情况。为了获得更大的灵活性,产生了数据库管理系统(DBMS),在数据库和应用程序之间加了一个起管理和调度作用的软件系统(见图 2-2)。它有如下优点:

- (1) 数据独立。用户编制各种应用程序时,只要了解(数据库管理系统)DBMS 对数据库的逻辑定义,不必知道数据在磁盘上的物理存放方式,数据库的局部修改不需要更改应用程序。
- (2) 数据共享。各种用户可以共用一个或几个数据库,减少了储存冗余,提高了数据的利用率,也便于数据更新。

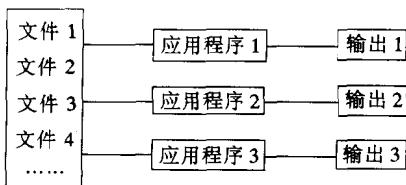


图 2-1 没有 DBMS 的处理方式

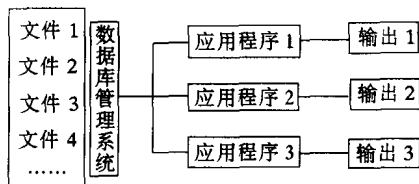


图 2-2 有 DBMS 的处理方式

(3) 中央化的控制。大型数据库可由专人来管理,以保证数据输入的正确,并减少不必要的储存量,提高存取速度。可以制定数据保密的技术措施,防止任意修改或查询。另外还便于事务管理,如飞机订票系统共用一个数据库时,任何一处的订座、退座都在同一个数据库里解决,不但可防止重复订座,而且退座生效后可以马上再订出。

(4) 使用方便。不会编程的用户可通过打入命令来操作、查询,会编程的用户,因可利用查询语言,其编程工作也明显简化。

当然,使用 DBMS 后也会有缺点:

(1) 复杂性。用户使用的简便性是以 DBMS 内部的复杂性为代价的,DBMS 的研制成本高,对硬件设备的要求也高。

(2) 可靠性。如果在中央控制的某个环节上出了故障,可能会造成整个系统的瘫痪。

(3) 效率。应用程序和数据之间增加了一个管理层次,会降低数据处理的效率。

随着计算机硬件性能上升,价格下降,对硬件的速度要求在很多情况下已不是主要制约。数据库管理系统技术逐渐成熟,促使了 DBMS 软件的商品化,从而降低了社会的总费用。可靠性问题则可采取其他技术、管理措施来弥补,所以 DBMS 的优点越来越明显,使用范围越来越广。地理信息系统也采用数据库管理系统或相类似的方法来管理空间、属性数据。

2. 数据模型与数据结构

为了便于研究问题,人们通常把数据结构问题抽象成四个层次:

(1) 现实世界。客观存在的事物,其中某些特征可用数据来表达。

(2) 数据模型。根据未来使用上的要求和事物的特征用概念化的语言和示意图来描述现实世界。

(3) 数据结构。用逻辑关系图、列表、矩阵来表达数据模型,并用某些数据项来反映现实世界以及数据之间的逻辑关系。

(4) 文件结构。用数据项表示数据在计算机硬件中的储存方式,通过用计算机语言编制的程序可以实现这种方式,并可以读、写数据。

用计算机把现实世界的信息储存起来,并进行管理,需要人来完成转换工作,这一转换过程是先把现实世界抽象成思维模型(数据模型),然后转变为描述事物的形式逻辑模型(数据结构),再转换成计算机硬件可以接受的物理模型(文件结构)。这样人们在考虑、交流数据储存与管理问题时,可以暂不管具体的物理储存方式,而集中于概念的、逻辑的