

423642

地理信息系统(GIS)简介

黄卫昌

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303)

摘要 本文介绍了地理信息系统的发展过程, 结构组成和典型地理信息系统软件; 指明地理信息系统技术的完善和进步离不开第五代计算机——人工智能计算机专家系统和遥感(Remote Sensing)、全球定位系统(GPS)等空间技术的发展; 论述了地理信息系统发展趋势及其在现代生态学研究的应用前景。

关键词 地理信息系统; 生态学; 遥感; 全球定位系统

地理信息系统(Geographical Information System, 简称 GIS)是管理和分析空间数据与信息的计算机系统, 是地图学、大地测量学、资源环境学、统计学、遥感、管理运筹学等学科与计算机技术相结合的产物。它具有空间特征数据的采集、存贮、分析处理、转换及显示功能。随着计算机的普及和信息系统的发展, 地理信息已成为土地管理、环境保护、自然资源开发与管理以及生物保护的重要工具。本文拟在介绍地理信息系统发展过程及其结构与功能基础上, 探讨地理信息系统的发展趋势和在现代生态学研究的应用前景。

一、地理信息系统的发展概况和类型

1. 地理信息系统的发展概况

地理信息系统脱胎于地图学, 而国际计算机化的地理信息系统发展始于 60 年代初, 我国到 80 年代才开始兴起。世界上第一个地理信息系统产生于加拿大, 渥太华是 GIS 的故乡。1960 年, 加拿大的 R. F. Tomlinson 等人利用计算机进行森林分类和统计, 就对此系统采用了“加拿大地理信息系统”(Canada Geographic Information System)即 CGIS 这一名称。但地理信息系统作为一个专门的科学术语最早出现于 1968 年, 由 Tomlinson 在一次学术会议上提出。

现在, 地理信息系统有许多同名词, 诸如“土地信息系统”(Land Information System)、“土地资源信息系统”(Land Resources Information System)、“自然资源信息系统”(Natural Resources Information System)、“空间信息系统”(Spatial Information System)。在我国也称为“资源与环境信息系统”(Natural Resources and Environment Information System)。尽管各自目的倾向不同, 但研究方法基本上是一致的。

纵观地理信息系统 30 多年的发展历史, 大体可分为三个阶段:

第一阶段为地理信息系统的产生与创立阶段, 这一阶段起始于六十年代初, 其主要标志是许多有关地理信息系统的组织与机构相继成立。如加拿大的地理信息系统(CGIS)在 GIS 技术上取得重大突破。同时期的有哈佛大学计算机图形与空间分析实验室。他们为当今 GIS 的发展奠定了坚实的基础。

第二阶段为地理信息系统的发展与成熟阶段, 从 70 年代开始, 一方面计算机技术进

一步改进和完善,包括数据库和数据库管理系统的应用、数字化仪和自动绘图仪的改进等有关地理信息系统的理论和手段基本成熟;另一方面社会对信息系统进行管理和综合分析的需要不断增多,因而世界各地出现了不同专题、不同规模、不同类型的地理信息系统。如美国森林调查局的资源信息显示系统(RIDS),日本的数字国土信息系统,法国建立了地理数据库即 GITAN 系统。

第三阶段(80 年代至今)是地理信息系统普及与实用阶段。随着计算机技术的不断发展和普及,地理信息系统的应用领域迅速扩展,目前已广泛应用于科研、管理及生产等部门。如城乡发展规划、土地评价与土地管理、自然资源管理、环境监测与环境保护,军事上用于地形、方位分析,地面仿真模拟,计算机战争演习与辅助指挥等等。

2. 地理信息系统类型

目前,地理信息系统大致可分成三大类:

(1) 区域地理信息系统(Regional Information System)

主要以区域综合研究和全面的信息服务为目标,其涉及的空间范围有不同规模。如国家级的、地区或省级的、市级和县级等不同级别行政区的区域地理信息系统,也可以按自然分区或流域为主的区域信息系统,如我国的黄河流域信息系统等。

(2) 专题地理信息系统(Thematic Information System)

针对具体应用和专业特点的信息系统,如森林生态信息系统、植被信息系统、土壤信息系统等。

(3) 地理信息系统工具或地理信息系统外壳(GIS-Tool)

地理信息系统工具是一组具有图形数字化,存贮管理,查询检索,分析运算和多种输出等地理信息系统基本功能的软件包。

二、地理信息系统的组成

任何一类地理信息系统通常都是由四个部分构成,即计算机硬件系统、计算机软件系统、地理空间数据和系统管理操作人员。均以计算机系统为核心,联结必要的输入/输出设备,形成系统的骨架。

1 地理信息系统的硬件构成

地理信息系统的硬件配置包括两部分(见图 1—A):一是计算机系统共有的部分,如主机、显示器、键盘、打印机等;二是地理信息系统特有的部分,包括数字化仪、图像扫描仪、绘图仪、彩色图形图像监视器等。

2 地理信息系统的软件构成

软件是 GIS 的灵魂,地理信息系统的软件包括两部分(见图 1—B):一是 GIS 日常工作所需要的计算机系统软件,如操作系统、编译程序、汇编程序、诊断程序、库程序等。二是地理信息系统软件和其它支撑软件,可以是通用的 GIS 工具系统或专门开发的 GIS 软件包,也可包括数据库管理系统(DBMS)、计算机图形软件包、计算机辅助设计(CAD)等。

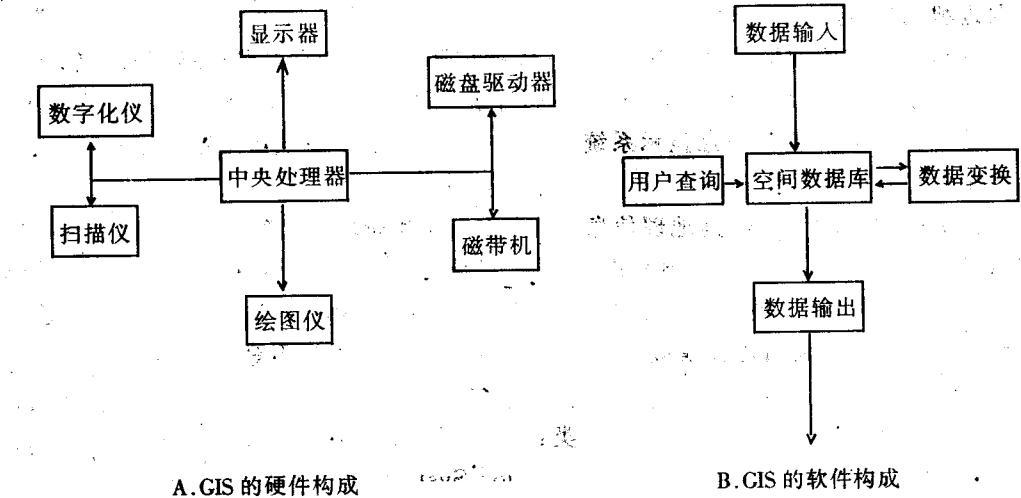


图 1 地理信息系统的硬件、软件构成

3 地理信息系统的信息构成——地理空间数据

地理信息系统的信息构成包括三种相互联系的数据类型(模型)即位置数据、拓扑数据、属性数据。

4 地理信息系统“人件”构成——系统开发和管理操作人员

一个典型的 GIS 中心一般有 5 至 7 个人,包括系统管理员、数据库管理员、系统操作员、系统分析员、数字化操作员。作为地理信息系统的主宰者,管理操作人员的素质直接影响着系统潜力的发挥,决定了系统的应用水平。所以要求操作人员掌握更多的计算机技术、大地测量中新兴的 GPS 技术、遥感、管理运筹学和统计分析方法等。

三、遥感(Remote Sensing)、全球定位系统(GPS)和地理信息系统

地理信息系统是传统科学与现代技术的结合。每一相关学科都提供了一些构成 GIS 技术的方法。鉴于篇幅有限,在此仅对遥感和 GPS 技术作些论述。

1 遥感技术

遥感即“遥远感知”是指利用动载工具上的仪器,通过从远处收集地球表面目标物的电磁波信息以识别其性质的技术。遥感系统主要由遥感平台(飞机、卫星)、传感器、图像接收和分析判读三部分组成。航天、航空图像是地理数据的主要来源之一,Landsat MSS 和 TM 的最常用的遥感数据。遥感图像解译可得到多种类型的数据,如植被类型、作物分布、土地利用状况等。GIS 和遥感有着非常密切的关系,二者互为补充。一方面,遥感是数据收集的重要手段,GIS 是数据存贮、分析、整理的有力工具。另一方面,为最大程度利用遥感图像的信息量和提高其分辨力,处理遥感图像时常需要一些辅助数据。如利用遥感图像进行高精度专题分类时需利用高程数据、土地覆盖和土地利用等附加数据,这样就需要一个较好的地理信息系统环境,地理信息系统可以把从原始资料、实验室和野外考察中所获取的大量数据与遥感数据相结合,从而提高遥感图像处理和解译的精度。

从现代观点来看, GIS 和遥感的结合, 有利于发挥各自的最大潜力。景观生态学可以进行景观的空间格局和动态变化分析; 行为生态学可进行野生动物的栖息和迁移特征分析; 种群生态学可调查种群的分布范围和动态规律分析。

2. GPS 技术

全球定位系统(Global Positioning System, 简称 GPS), 是本世纪 70 年代初首先由美国军方开始研制的新型卫星导航系统。GPS 具有全球性、全天性、连续性和实时性的导航、定位和定时功能, 能为各类用户提供精确的三维坐标(经度、纬度和高度)、三维速度和时间信息。GPS 由空间、控制和地面用户三个部分构成。

空间部分包含 24 颗卫星(21 颗工作星, 3 颗备用星), 均匀分布在高度 20183km 的六个近圆形轨道面上。卫星可调制 3 种伪随机噪声码: P 码(精码)、C/A 码(粗码, 或称 S 码)和 Y 码(加密的 P 码)。P 码和 Y 码只限于美国及其盟国军事部门或授权的民用部门用; C/A 码可供民用。

GPS 的控制部分, 包括总站美国科罗拉多州的斯普林斯和 5 个地面固定站。

地面用户部分为 GPS 接收机。在任何时间、地球的任何地方, GPS 接收机都能接收到 4 颗 GPS 卫星发出的电波。

地图是 GIS 的重要数据源, GPS 是地图制作的一个尖端而新型的手段。利用 GPS 可以生成电子地图, 能大大提高工作效率, 降低资源管理的成本。如瑞典林业勘察局将 GPS 装备于移动车辆上, 对指定的森林区域进行定位, 当移动车辆围绕该区域一周时, 发出的 GPS 信号在控制中心的计算机屏幕上便生成闭合曲线。可见, GIS 和 GPS 技术结合, 更有利于获得区域的资源和环境的动态信息。

四、国内外主要 GIS 软件

国内外已推出了许多地理信息系统软件。比较有代表性的 GIS 软件见附表。其中加拿大的 CGIS 和美国的 ARC/INFO 是处理的分析空间数据的典范。

在国内, 北京天维资源环境技术研究所研制的“面向地学及环境专家的全中文高档微机地理信息系统 SPACEMAN4.0”是一套功能齐全的空间信息管理工具。其硬件配置: 微机、数字化仪、绘图仪、打印机。基本软件配置: 图形图像采集编辑和分析管理模块、数据库管理模块、数字地形(DTM)制作模块、统计制图制表模块、综合管理模块等。可选软件配置: GIS 扫描输入系统、遥感地图制做系统、GIS 教学演示系统。另有中国林科院资源信息研究所研制的“基于 WINDOWS 的地理信息系统 WINGIS”。WINGIS 是一套通用地理信息系统软件, 可以广泛应用于农、林、环境保护、国土规划和旅游咨询等不同领域。其硬件配置: 微机、数字化仪、绘图仪、打印机。软件配置: WINDOWS 系统、中文 GIS 系统(有 11 基本模块)。

五、地理信息系统在现代生态学中的应用

现代生态学研究正从过去的个体、种群、群落、生态系统层次向着景观、生物圈甚至全球的层次发展, 景观生态学(Landscape Ecology)、生物圈生态学(Biosphere Ecology)、全球生态学(Global Ecology)已成为目前生态学研究中的热点。研究的空间尺度由过去局

部的、定位的向区域性扩展,这要求多学科、多层次、区域性的综合研究。要进行综合性研究需要一定的技术支持和保障,解决各种信息的存贮、管理和复合等问题。在现有的信息系统中,只有地理信息系统能做到这一点。所以,地理信息系统在现代生态学中具有十分广阔的应用前提。下面以环境和生物多样性保护为例,谈谈地理信息系统应用的几个方面。

1 自然环境信息的管理

运用地理信息系统可以对自然环境因素,如地形、地貌、水系、土壤类型等地理因素,以及温度、降水、辐射等气候因子的数据进行采集、处理、存贮、分析和管理的。

2 生物多样性信息的管理

生物多样性的丧失最重要的原因是生物生境的人为破坏。对生物生境的评价,是分析物种种群减少、濒危原因的重要手段。运用地理信息系统,通过信息的采集、存贮、更新、查询,可以对生物多样性状况得到全面、准确地认识与了解。可以比较精确地反映区域内的植被及各种生境类型,动植物物种的分布场所与分布范围。如尼泊尔朗唐国家公园运用地理信息系统(ARC/INFO)成功地进行了小熊猫栖息地及种群大小研究。此外,运用地理信息系统可以评价不同生境的生物多样性空间分布特性,研究生物多样性的空间特征,为保护区的规划、资源开发与管理提供基础。如我国卧龙自然保护区运用地理信息系统技术进行了生物多样性空间特征研究。

六、地理信息系统的发展趋势

目前,地理信息系统的发展趋势主要表现在以下几个方面:

1 遥感、全球定位系统和地理信息系统集成

地理信息系统需要遥感资料更新数据库中的数据;而遥感影像的识别需要在地理信息系统支持下改善其精度;全球定位系统的组合技术系统为遥感对地测量信息提供了准实时或实时的定位信息和地面高程模型。因此,遥感、全球定位系统集成技术将建成新型的地面三维信息,形成快速、高精度的信息处理流程。

2 智能地理信息系统(IGIS)

专家系统(Expert System)是根据专家经验和智慧开发的计算机程序。它能就一些重要问题提供具有专家水平的解答。在生态系统及自然资源管理中常用的专家系统有:诊断专家系统、预测专家系统、模型专家系统。智能地理信息系统(IGIS)是地理信息系统的最新发展,它应用人工智能(Artificial Intelligence,简称 AI)原理,把专家知识和 GIS 相结合,使现有的地理信息系统不仅能模拟传统的作业方法,而且能部分地代替专家推理。但是,专家系统技术的应用需要知识的积累。在一个典型区域开展定位研究,是知识积累的主要方法。

3 开放式地理信息系统(Open GIS)

地理信息系统的开放是 GIS 发展成为公众信息系统及进入信息高速公路的基石,是实现地球资源和网络信息共享的接口。但 GIS 的数据标准、数据质量是开放式 GIS 亟待解决的问题。

4 应用性(专门化)地理信息系统的研制

应用性地理信息系统是针对某一特定目的,解决某一专业问题而开发的。地理信息系统迅速发展及其在生物、环境与资源中的广泛应用,反映了现代生态学对应用性地理信息系统即生物与环境的分析、表达系统——生态信息系统(Ecological Information System, 缩写为 EIS)的需求。

总之,作为地理学的第三代语言,地理信息系统是一门多学科融合在一起的边缘科学。它被广泛应用于地学、生物学等各个领域,在现代生态学中具有广阔的应用前景。第五代计算机——人工智能计算机专家系统和空间技术(如遥感、全球定位系统)的发展,推动了地理信息系统技术的进步。未来能模拟人脑机制的第六代计算机——生物计算机的开发,将使地理信息系统技术成为人类规划、管理和决策更为有效的技术工具。

参考文献

- [1] 周成虎. 地理信息系统概要. 北京: 中国科学技术出版社 1993
- [2] 邬伦等. 地理信息系统教程. 北京: 北京大学出版社 1994
- [3] 李之喜. 林业遥感, 长春: 东北林业大学出版社 1990
- [4] 韦益民等. 全球定位系统(GPS)与林业工程. 世界林业研究 1995;8(5):18—23
- [5] 徐冠华等. 遥感信息科学的进展与展望. 地理学报 1996;51(5):385—397

附表 国内外有代表性 GIS 软件

项 目 \ 名 称	ARC/INFO	INFORMAP	MIPS	SPACEMAN	GEOUNION	GRAMS
开发单位	Environmental System Research Institute, Inc	Syncrom Technology, Inc	Micro Images	北京天维资源环境 新技术研究所	资源与环境信息系 统国家重点实验室	中国科学院遥 感所
计算机环境	Apollo, VAX, IBM TEKTRONIX 等 多种机型	VAX - VMS IBM - PC Tektronix	PC/386	PC/286, 386	IBM-PC/XT, AT	IBM-PC/286, 386
数据结构	矢量	栅格、矢量	栅格、矢量	栅格、矢量	矢量	栅格、矢量
属性数据库接口	INFOORACLE, DBASE 等	ORACLE 等	DBASE III DBASE IV 等	DBASE III 等	ORACLE	DBASE III
遥感图像处理	校正、叠加、更新		校正、分类、叠 加、更新			校正、叠加、交 互判读、更新
输出方式	绘图、打印			绘图、打印	绘图	绘图、打印