



DILI XINXI
XITONG SHIYAN
JIAOCHENG

地理信息系统 实验教程

杨金玲 孙彩敏 编著

 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



DILI XINXI
XITONG SHIYI
JIAOCHENG

地理信息系统 实验教程



杨金玲 孙彩敏 编著



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书是作者在总结多年教学与研究经验的基础上编写完成的。本书由一系列的具体实验操作组成,使学习者循序渐进地掌握地理信息系统(GIS)的基本功能。本书选用现在市场普及率最高的 ArcGIS 软件,依据地理信息系统原理,采用动手练习操作的编排方式,逐一讲解 ArcGIS 操作基础、ArcGIS 的数据采集与组织、空间数据编辑与处理、数据显示与地图编制、空间数据三维分析、空间分析基本原理、GIS 空间分析、拓扑分析、空间分析建模等。读者可通过动手练习和操作的结果理解各项地理空间数据组织和处理的基本原理和功能方法。

本书可作为高等院校地理信息系统、地理学、测绘学等专业学生的教材,亦可供从事地理信息系统、测绘工程工作及相关工作的技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统实验教程/杨金玲,孙彩敏编著. —
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2018. 12
ISBN 978 - 7 - 5661 - 2070 - 0

I. ①地… II. ①杨… ②孙… III. ①地理信息系统
—实验—高等学校—教材 IV. ①P208 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 286225 号

选题策划 刘凯元
责任编辑 张忠远
封面设计 博鑫设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 北京中石油彩色印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 16.25
字 数 430 千字
版 次 2018 年 12 月第 1 版
印 次 2018 年 12 月第 1 次印刷
定 价 40.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

地理信息系统(Geographic Information System 或 Geo-Information System, GIS)有时又被称为“地学信息系统”。它是一种特定的十分重要的空间信息系统,是在计算机硬、软件系统支持下,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布的数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。它是一门综合性学科,结合了地理学与地图学,以及遥感和计算机科学,被广泛地应用在不同的领域,是用于输入、存储、查询、分析和显示地理数据的计算机系统。随着 GIS 的发展,也有人称 GIS 为“地理信息科学”(Geographic Information Science)。近年来, GIS 也被称为“地理信息服务”(Geographic Information Service)。GIS 是一种基于计算机的工具,它可以对空间信息进行分析和处理(简而言之,是对地球上存在的现象和发生的事件进行成图和分析)。GIS 技术把地图这种独特的视觉化效果和地理分析功能与一般的数据库操作(例如查询和统计分析等)集成在一起。因此,要运用 GIS 软件解决实际问题,就需要掌握 GIS 实验方法,熟悉并灵活运用 GIS 软件。

目前,市场上商用的 GIS 软件平台产品主要有 SuperMap、MapGIS、MapInfo 和 ArcGIS 四种。其中,SuperMap 和 MapGIS 是国产的 GIS 软件平台,分别由北京超图公司和武汉中地数码公司研制;MapInfo 和 ArcGIS 则是美国产品,分别为 MapInfo 公司和 ESRI 公司所有。本书主要介绍基于 ESRI 公司的 ArcGIS 软件平台的 GIS 实验方法。

本书共分 10 章,具体编写安排如下:第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 5 章和第 6 章由杨金玲编写(约 23 万字),第 3 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章和第 10 章由孙彩敏编写(约 20 万字)。全书由杨金玲进行总体设计、组织、审校和定稿。黑龙江工程学院地理信息系统专业学生常宇佳、候继成、罗雨斐、宁泽峰、万振雷、杨威、于航、朱莎莎等参与了本书的编写和整理工作,在此一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参阅了相关文献,引用了同类书刊中的一些资料,在此谨向有关作者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

编著者

2018 年 6 月

目 录

| | |
|------------------------------------|-----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 1.1 地理信息系统概述 | 1 |
| 1.2 GIS 空间分析 | 4 |
| 1.3 GIS 软件概述 | 5 |
| 第 2 章 ArcGIS 操作基础 | 21 |
| 2.1 ArcGIS 的数据模型 | 21 |
| 2.2 ArcGIS Desktop 的基础模块 | 23 |
| 2.3 ArcMap 的基本操作 | 23 |
| 2.4 ArcCatalog 的基本操作 | 39 |
| 2.5 ArcToolbox 应用基础 | 43 |
| 第 3 章 ArcGIS 的数据采集与组织 | 49 |
| 3.1 地图投影 | 49 |
| 3.2 数据转换 | 58 |
| 3.3 使用 Georeferencing 工具配准地图 | 61 |
| 3.4 使用 ArcEditor 屏幕数字化 | 63 |
| 3.5 Geodatabase 数据库创建 | 65 |
| 第 4 章 空间数据编辑与处理 | 68 |
| 4.1 ArcMap 的数据编辑基础 | 68 |
| 4.2 图形编辑 | 69 |
| 4.3 属性编辑 | 84 |
| 4.4 数据处理 | 96 |
| 4.5 数据编辑与处理实例 | 102 |
| 第 5 章 数据显示与地图编制 | 108 |
| 5.1 ArcMap 数据符号化 | 108 |
| 5.2 ArcMap 数据层标注 | 115 |
| 5.3 ArcMap 图形制作和输出 | 118 |
| 第 6 章 空间数据三维分析 | 124 |
| 6.1 ArcScene 三维可视化 | 124 |
| 6.2 表面创建 | 136 |
| 6.3 表面分析 | 141 |
| 6.4 可视化分析实例 | 148 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 第7章 空间分析基本原理 | 156 |
| 7.1 空间分析概念 | 156 |
| 7.2 空间几何关系分析 | 157 |
| 第8章 GIS 空间分析 | 175 |
| 8.1 缓冲区分析 | 175 |
| 8.2 叠加分析 | 180 |
| 8.3 网络分析 | 186 |
| 8.4 表面分析 | 194 |
| 8.5 统计分析 | 199 |
| 8.6 重分类 | 203 |
| 8.7 空间分析实例——市区择房分析 | 205 |
| 第9章 拓扑分析 | 218 |
| 9.1 拓扑基础 | 218 |
| 9.2 ArcGIS 中的拓扑规则 | 221 |
| 9.3 ArcGIS 中的拓扑操作 | 229 |
| 第10章 空间分析建模 | 241 |
| 10.1 空间分析模型与建模 | 241 |
| 10.2 图解建模 | 243 |
| 10.3 脚本文件 | 248 |
| 10.4 图解与脚本混合建模 | 250 |
| 参考文献 | 252 |

第1章 绪 论

1.1 地理信息系统概述

1.1.1 地理信息系统的定义

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 是在计算机硬、软件系统支持下,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布的数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。与地图相比, GIS 具备的先天优势是将数据的存储与数据的表达进行分离,因此,基于相同的基础数据能够产生各种不同的产品。

不同的部门出于不同的应用目的,对 GIS 的定义也有所不同。当前对 GIS 的定义一般有四种观点,即面向数据处理过程的定义、面向工具箱的定义、面向数据库的定义和面向专题应用的定义。Goodchild 把 GIS 定义为“采集、存储、管理、分析和显示有关地理现象信息的综合技术系统”;Burrough 认为 GIS 是“属于从现实世界中采集、存储、提取、转换和显示空间数据的一组有力的工具”;俄罗斯学者把 GIS 定义为“一种解决各种复杂的地理相关问题并具有内部联系的工具集合”。面向数据库的定义是在面向工具箱的定义的基础上,更加强调分析工具和数据库间的连接,认为 GIS 是空间分析方法和数据管理系统的结合。面向专题应用的定义则是在面向数据处理过程的定义的基础上,强调 GIS 所处理的数据类型,如土地利用 GIS、交通 GIS 等。GIS 和其他计算系统一样包括计算机硬件、软件、数据和用户四大要素,只不过 GIS 中的所有数据都具有地理参照,也就是说,数据通过某个坐标系统与地球表面的特定位置发生联系。

地理信息系统简称 GIS,其英文全称多数人认为是 Geographic Information System(地理信息系统),也有人认为是 Geo-information System(地学信息系统)等。人们对 GIS 的理解在不断深入,其内涵在不断拓展,“GIS”中“S”的含义包含系统、科学、服务和研究四层意思。

一是系统(System),从技术层面的角度论述地理信息系统,即面向区域、资源、环境等规划、管理和分析,是指处理地理数据的计算机技术系统,但更强调其对地理数据的管理和分析能力。地理信息系统在技术层面意味着构建一个地理信息系统工具,如给现有地理信息系统增加新的功能,或开发一个新的地理信息系统,或利用现有地理信息系统解决一定的问题。一个地理信息系统项目可能包括以下几个阶段:

- (1) 定义一个问题;
- (2) 获取软件或硬件;
- (3) 采集与获取数据;
- (4) 建立数据库;
- (5) 实施分析;
- (6) 解释和展示结果。

这里的地理信息系统技术(Geographic Information Technologies)是指收集与处理地理信

息的技术,包括全球定位系统(Global Positioning System, GPS)、遥感(Remote Sensing, RS)和GIS。从这个含义看,GIS包含两大任务:一是空间数据处理,二是GIS应用开发。

二是科学(Science)。广义上的地理信息系统,常称之为地理信息科学,是一个包含理论和技术的科学体系,意味着研究存在于GIS和其他地理信息技术背后的理论与观念(GIScience)。

三是服务(Service)。随着信息技术、互联网技术、计算机技术等的应用和普及,地理信息系统已经从单纯的技术型和研究型逐步向服务型转移,如导航需要催生了导航GIS的诞生,著名的搜索引擎Google也增加了Google Earth功能,GIS成为人们日常生活中的一部分。当同时论述GIS技术、GIS科学和GIS服务时,为避免混淆,一般用GIS表示地理信息技术,GIScience或GISci表示地理信息科学,GIService或GISer表示地理信息服务。

四是研究(Studies),即认为GIS的全称为Geographic Information Studies,研究有关地理信息技术引起的社会问题(societal context),如法律问题(legal context)、私人或机密主题、地理信息的经济学问题等。

因此,地理信息系统是一种专门用于采集、存储、管理、分析和表达空间数据的信息系统,它既是表达、模拟现实空间世界和进行空间数据处理分析的“工具”,也可看作人们用于解决空间问题的“资源”,同时还是一门关于空间信息处理分析的“科学技术”。

1.1.2 地理信息系统的组成

地理信息系统的组成如图1-1所示。

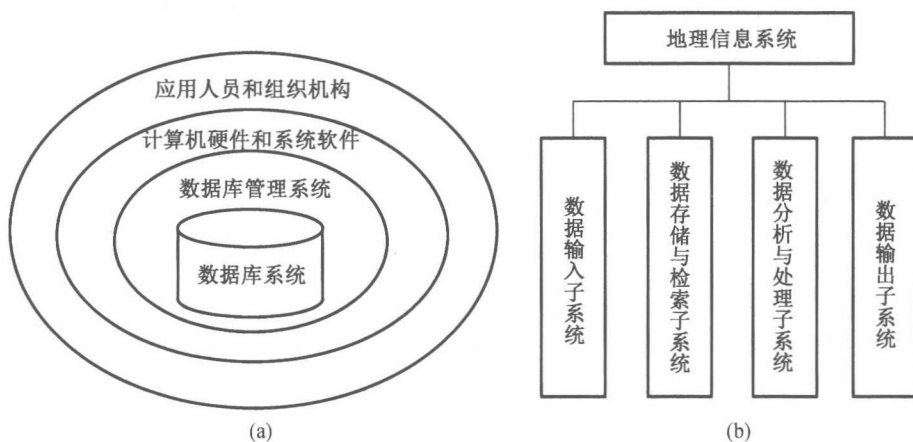


图 1-1 地理信息系统的组成

(a)从系统论和应用的角度出发分类;(b)从数据处理的角度出发分类

1. 从系统论和应用的视角出发分类

从系统论和应用的视角出发,地理信息系统被分为四个子系统,即数据库系统、数据库管理系统、计算机硬件和系统软件、应用人员和组织机构。

(1) 数据库系统

数据库系统的功能是完成对数据的存储。数据库系统包括几何(图形)数据库和属性数据库。几何数据库和属性数据库也可以合二为一,即属性数据存在于几何数据中。

(2) 数据库管理系统

数据库管理系统是地理信息系统的核心,可以完成对地理数据的输入、处理、管理、分析和输出。

(3) 计算机硬件和系统软件

计算机硬件和系统软件是开发、应用地理信息系统的基础。其中,硬件主要包括计算机、打印机、绘图仪、数字化仪、扫描仪,系统软件主要指操作系统。

(4) 专业人员和组织机构

专业人员,特别是那些复合人才(既懂专业又熟悉地理信息系统的人才)是地理信息系统成功应用的关键,而强有力的组织是系统运行的保障。

2. 从数据处理的角度出发分类

从数据处理的角度出发,地理信息系统又被分为数据输入子系统、数据存储与检索子系统、数据分析与处理子系统、数据输出子系统。

(1) 数据输入子系统

数据输入子系统负责数据的采集、预处理和数据的转换。

(2) 数据存储与检索子系统

数据存储与检索子系统负责组织和管理数据库中的数据,以便于数据查询、更新与编辑处理。

(3) 数据分析与处理子系统

数据分析与处理子系统负责对数据库中的数据进行计算和分析、处理,如面积计算、储量计算、体积计算、缓冲区分析、空间叠加分析等。

(4) 数据输出子系统

数据输出子系统以表格、图形、图像等形式将数据库中的内容和计算、分析结果输出到显示器、绘图纸或透明胶片上。

1.1.3 地理信息系统的功能

地理信息系统具有处理空间或地理信息各种基础的和高级的功能,其基本功能包括对数据的采集、管理、处理、分析和输出。同时,地理信息系统依托这些基本功能,利用空间分析技术、模型分析技术、网络技术和数据库集成技术等,更进一步演绎丰富相关功能,满足社会和用户的需要。从总体上看,地理信息系统的功能包括数据采集与编辑、数据库管理系统、制图、空间查询与空间分析,以及地形分析。

1. 数据采集与编辑功能

其包括图形数据采集与编辑和属性数据编辑与分析等。

2. 数据库管理系统功能

其包括数据库定义、数据库的建立与维护、数据库操作、通信等。

3. 制图功能

根据 GIS 的数据结构及绘图仪的类型,用户可获得矢量地图或栅格地图。地理信息系统不但可以为用户输出全要素地图,而且可以根据用户需要分层输出各种专题地图,如行政区划图、土地利用图、道路交通图、等高线图等。地理信息系统还可以通过空间分析得到一些特殊的地学分析用图,如坡度图、坡向图、剖面图等。

4. 空间查询与空间分析功能

其包括拓扑空间查询、缓冲区分析、叠加分析、空间集合分析、地学分析等。

5. 地形分析功能

其包括数字高程模型的建立、地形分析等。

1.1.4 地理信息系统的发展

当前的许多学科都受益于地理信息系统技术。同时,当今活跃的地理信息系统市场导致 GIS 组件的硬件和软件向低成本持续改进。这些发展反过来导致这项技术在科学、政府、企业和产业等方面具有更广泛的应用,包括房地产、公共卫生、犯罪地图、国防、可持续发展、自然资源、景观建筑、考古学、社区规划、运输和物流等。地理信息系统分化出了定位服务(LBS),LBS 是使用 GPS 根据所在地与固定基站的关系用移动设备显示其位置(最近的餐厅、加油站、消防栓等),移动设备(朋友、孩子、一辆警车等)或回传他们的位置到一个中央服务器显示或做其他处理的一种定位服务。随着 GPS 功能与日益强大的移动电子产品(手机、平板电脑、笔记本电脑)的紧密结合,这些基于 GIS 技术的服务将会继续发展。

随着云计算、物联网、移动终端等新技术的快速发展,未来的 GIS 将会朝着普适化 GIS 的方向发展,用户日益多样的需求借助 GIS 和云计算、物联网等新技术将能够得以轻松满足,无论任何人都可以使用,无论在任何地方、无论拿着任何终端都可以访问 GIS 服务,让普通用户都可以通过多种媒介进行访问。

1.2 GIS 空间分析

自从有了地图,人们就自觉或不自觉地进行着各种类型的空间分析,例如在地图上测量地理要素之间的距离、面积,以及利用地图进行战术研究和战略决策等。随着现代科学技术,尤其是计算机技术引入地图学和地理学,地理信息系统开始孕育、发展。以数字形式存在于计算机中的地图,具有更为广阔的应用领域。利用计算机分析地图,获取信息,支持空间决策,成为地理信息系统的重要研究内容,“空间分析”这个词也就成了这一领域的一个术语。

空间分析是 GIS 的核心和灵魂,是 GIS 区别于一般的信息系统、CAD(Computer Aided Design,计算机辅助设计)或者电子地图系统的主要标志之一。空间分析,配合空间数据的属性信息,能提供强大、丰富的空间数据查询功能。因此,空间分析在 GIS 中的地位不言而喻。

空间分析是为了解决地理空间问题而进行的数据分析与数据挖掘,是从 GIS 目标之间的空间关系中获取派生的信息和新的知识的过程,是从一个或多个空间数据图层中获取信息的过程。空间分析通过地理计算和空间表达挖掘潜在的空间信息,其本质包括:探测空间数据中的模式;研究数据间的关系并建立空间数据模型;使空间数据更为直观,表达出其潜在含义;提高对地理空间事件的预测和控制能力。

空间分析主要通过对空间数据和空间模型的联合分析来挖掘空间目标的潜在信息。这些空间目标的基本信息,无非是其空间位置、分布、形态、距离、方位、拓扑关系等。其中,距离、方位、拓扑关系组成了空间目标的空间关系,它是地理实体之间的空间特性,可以作为数据组织、查询、分析和推理的基础。通过将地理空间目标划分为点、线、面 3 种不同的类

型,可以获得这些不同类型空间目标的形态结构。将空间目标的空间数据和属性数据结合起来,可以进行许多特定任务的空间计算与分析。

GIS 中常用的空间分析方法主要有空间信息量算、空间信息分类、缓冲区分析、叠加分析、网络分析,以及空间统计分析。

1.3 GIS 软件概述

1.3.1 MapGIS 软件平台

MapGIS 是中地数码集团的产品,是中国具有完全自主知识产权的地理信息系统,是全球唯一的搭建式 GIS 数据中心集成开发平台,实现了遥感处理与 GIS 的完全融合,是支持空中、地上、地表、地下全空间真三维一体化的 GIS 开发平台。

MapGIS 采用面向服务的设计思想和多层体系结构,实现了面向空间实体及其关系的数据组织、高效海量空间数据的存储与索引、大尺度多维动态空间信息数据库、三维实体建模和分析,具有 TB 级空间数据处理能力,可以支持局域和广域网络环境下空间数据的分布式计算,支持分布式空间信息分发与共享、网络化空间信息服务,能够支持海量、分布式的国家空间基础设施建设。

1. 体系框架

MapGIS 的体系框架包括开发平台、工具产品和解决方案。

(1)开发平台包括服务器开发平台(DC Server)、遥感处理开发平台(RSP)、三维 GIS 开发平台(TDE)、互联网 GIS 服务开发平台(IG Server)、嵌入式开发平台(EMS)、数据中心集成开发平台和智慧行业集成开发平台,供合作伙伴进行专业领域应用开发。

(2)工具产品覆盖各行各业,包括矢量数据处理工具产品、遥感数据处理工具产品、国土工具产品、市政工具产品、三维 GIS 工具产品、房产工具产品和嵌入式工具产品。

(3)解决方案是包括开发平台、需求文档、设计文档、使用文档的一款集成化服务。MapGIS 在三维 GIS/遥感、数字城市/数字市政、国土/农林、通信/广电/邮政领域都有应用,同时在 WebGIS、“金盾二期”PGIS、森林防火、房地产信息管理、质量监督等行业也有相应的应用解决方案。

2. 系统功能

(1)图库管理

①图库操作:提供建立图库、修改、删除及图库漫游等一系列操作。

②图幅操作:提供图幅输入、显示、修改、删除等功能,用户可随时调用、存取、显示、查询任意图幅。

③图幅剪取:用户可以任意构造剪取框,系统自动剪取框内的各幅图件,并生成新图件。

④小比例尺图库及非矩形图幅建库管理:提供图幅拼接、建库及跨带拼接等功能。

⑤图幅配准:提供平移变换、比例变换、旋转变换和控制点变换等功能。

⑥图幅接边:可对图幅帧进行分幅、合幅并进行图幅的自动、半自动及手动接边操作,自动清除接合误差。

⑦图幅提取:对分层、分类存放的图形数据,可按照不同的层号或类别,根据用户相应

的图幅信息,合并生成新的图件。

(2) 数据库管理

①客户端/服务器结构:使用空间数据库引擎在标准关系数据库环境中实现了客户端/服务器结构,允许多用户同时访问,支持多硬件网络服务器平台,支持超大型关系数据库管理空间和属性数据,支持分布式服务器网络体系结构。

②动态外挂数据库的连接:可实现一图对多库,多图对一库应用要求。

③多媒体属性库管理:可将图像、录像、文字、声音等多媒体数据作为图元的属性存放,以适应各种应用需要。

④开放式系统标准:支持运用 TCP/IP 协议的 LAN 和 WAN 环境的访问,支持 LINUX 和 PC 平台混合配置。

⑤完善的安全机制:保证用户对数据库的访问权限,在单个图元记录及空间范围层面上支持共享和独占的锁定机制。

(3) 折叠分析工具

①空间叠加分析:提供区对区叠加分析、线对区叠加分析、点对区叠加分析、区对点叠加分析、点对线叠加分析、BUFFER 分析等。

②属性数据分析:支持单属性累计频率直方图和分类统计,以及双属性累计直方图、累计频率直方图和四则运算等操作。

③地表模型和地形分析:能进行坡度、坡向分析,分水岭分析,流域分析,土方填挖计算,地表长度计算,剖面图制作及根据地形提取水系,自动确定山脊线、等高线等。

④网格化功能:能对离散的、随机采样的高程数据点进行网格化,对规则格网高程数据进行加密内插处理。

⑤TIN 模型分析:可对平面任意域内离散点构建三角网,并提供三角网的约束边界,对特征约束线进行优化处理。

⑥三维绘制功能:可对 Grd、Tin 模型数据完成三维光照绘制,实现三维景观的多角度实时观察,并提供三维地表模型模拟飞行功能、三维彩色立体图绘制功能。

(4) 折叠分析功能

①最短路径求解:可指定若干地点,求顺序经过这些地点的最短路径。

②游历方案求解:可求取遍历网线集合或结点集合的最佳方案。

③上下游追踪:可查找网络中与某一地点联系的上游部分或下游部分。

④最佳路径:可任意指定网线和结点处的权值,求取权值最小的路径。

⑤空间定位:可为用户规划各类服务设置的最佳位置。

⑥资源分配:可模拟资源在网络中的流动,求取最佳的分配方案。

⑦关阀搜索:可由用户指定爆管处,求取所有需关闭的阀门。

(5) 折叠分析与处理

①多波段遥感图像处理。

②正态分布统计、多元统计。

③图像配准镶嵌,图像与图形迭合配准。

(6) 方便的二次开发

①开放性:支持 VC ++、VB、Delphi、ActiveX 等集成开发环境。

②多层次:API 函数层、C ++类层、ActiveX 控件层。

3. 功能特点

MapGIS 具有以下特点。

- (1) 采用分布式跨平台的多层多级体系结构,采用面向服务的设计思想。
- (2) 具有面向地理实体的空间数据模型,可描述任意复杂度的空间特征和非空间特征,可完全表达空间、非空间、实体的空间共生性、多重性等关系。
- (3) 具备海量空间数据存储与管理能力,可以进行矢量、栅格、影像、三维四位一体的海量数据存储,拥有高效的空間索引。
- (4) 采用版本与增量相结合的时空数据处理模型、“元组级基态 + 增量修正法”的实施方案,可实现单个实体的时态演变。
- (5) 具备具有版本管理和冲突检测机制的版本与长事务处理机制。MapGIS 基于网络拓扑数据模型的工作流管理与控制引擎可实现业务的灵活调整和定制,解决 GIS 与 OA 的无缝集成。
- (6) 具有标准自适应的空间元数据管理系统,能实现元数据的采集、存储、建库、查询和共享发布,支持 SRW 协议,具有分布检索能力。
- (7) 支持三维建模与可视化,能进行海量三维数据的有效存储和管理、三维专业模型的快速建立、三维数据的综合可视化和融合分析。
- (8) 提供基于 SOAP 和 XML 的空间信息应用服务,遵循 OpenGIS 规范,支持 WMS、WFS、WCS、GLM3,支持互联网和无线互联网,支持各种智能移动终端。

1.3.2 SuperMap 软件平台

北京超图软件股份有限公司是亚洲领先的地理信息系统软件平台企业,主要从事地理信息系统软件的研究、开发、推广和服务,依托中国科学院强大的科研实力,立足技术创新,研制出了新一代地理信息系统软件平台 SuperMap,形成了全系列国产 GIS 软件产品。

1. 体系框架

(1) SuperMap SDX +

其是支持海量空间数据管理的大型空间数据库引擎。

(2) SuperMap Objects . NET

其是基于超图共相式 GIS 内核进行开发的采用 . NET 技术的组件式 GIS 开发平台。超图共相式 GIS 内核采用标准 C ++ 语言编写,以实现基础的 GIS 功能;在此基础上,SuperMap Objects . NET 组件采用 C ++/CLI 进行封装,是纯 . NET 组件,不是通过 COM 封装或者中间件运行的组件,与通过中间件调用 COM 的方式相比在效率上将有很大的提高。SuperMap Objects . NET 支持所有 . NET 开发语言,如 C#、VB . NET、C ++/CLI 等。

(3) SuperMap Objects Java

其是 SuperMap Objects 家族中的一员,是基于超图共相式 GIS 内核进行开发的采用 Java 技术的组件式 GIS 开发平台。在超图共相式 GIS 内核的基础上,SuperMap Objects Java 组件采用 Java + JNI 的方式构建,是纯 Java 组件,不是通过 COM 封装或者中间件运行的组件,并且由于 Java 代码只负责调用内核功能,与完全采用 Java 语言编写组件或通过中间件调用 COM 相比在效率上将有很大的提高。

(4) SuperMap Deskpro . NET 6R

其是一套运行在桌面端的专业 GIS 软件,是通过 SuperMap Objects . NET 6R、桌面核心

库和 .NET Framework 2.0 构建的插件式 GIS 应用,能够满足用户的不同需求。它是一款可编程、可扩展、可定制的二、三维一体化的桌面 GIS 产品,是超图新一代的桌面 GIS 产品。Deskpro .NET 基于 .NET 框架,采用异常机制,极大地提高了应用系统的稳定性;使用 Ribbon 界面风格取代了传统的菜单工具条模式,不仅美观,而且使功能组织清晰化、直观化;采用“功能就在您手边”的设计理念,提供了丰富的右键菜单和鼠标动作的响应功能,随时随地可以进行想要的操作,软件的易用性强;采用模板化的应用方式,用户可使用自己设计模板及系统提供的模板,提高了工作成果的重用性,提高了工作效率;采用所见即所得的呈现方式,使得用户的操作会实时地得到应用,并且保证用户能在第一时间看到操作的工作成果,方便设计和修改;所有的功能都是以插件的方式实现和提供的,并且应用系统所加载的插件和界面构建都采用配置方式来管理;采用基于产品的基础框架,用户可以对产品进行定制和扩展开发。

(5) SuperMap iServer 6R

其是面向服务式架构的企业级 GIS 产品。该产品通过服务的方式,面向网络客户端提供与专业 GIS 桌面产品功能相同的 GIS 服务;能够管理、发布和无缝聚合多源服务,包括 REST 服务、OGC WS 服务等;支持多种类型客户端访问;支持分布式环境下的数据管理、编辑和分析等 GIS 功能;提供从客户端到服务器端的多层次扩展的面向服务 GIS 的开发框架。

2. 产品特性

SuperMap 采用共相思想的核心技术,为跨平台提供了基础;采用全面基于 SOA 的架构体系,方便系统集成和扩展;采用开放式服务架构,满足任意层次的开发需求;采用灵活的企业级应用系统部署;采用以服务的方式提供完整的 GIS 功能,允许在权限范围内被广泛访问和使用;采用基于网络的 GIS 服务,允许分布于各地且采用不同技术的资源协同工作;采用松散耦合的服务,允许与其他标准业务系统集成;支持多源服务无缝聚合,便于 GIS 数据和 GIS 功能共享;采用分布式多层次空间服务集群,通过多个 GIS 服务器的资源整合提高服务性能;支持广泛的应用开发环境,如 Java、.NET、AJAX、Flex、Silverlight、html5 等;提供三维服务(数据、制图与分析)发布,支持三维终端,支持二、三维一体化等方面的应用。

1.3.3 ArcGIS 软件平台

ArcGIS 是美国环境地理研究所公司(Environmental System Research Institute, Inc., 简称 ESRI 公司)集四十余年地理信息系统咨询和研发经验,奉献给用户的一套完整的 GIS 平台产品,具有强大的地图制作、空间数据管理、空间分析、空间信息整合、发布与共享能力。

1. ArcGIS 10 体系结构

ArcGIS 10 是 ESRI 公司开发的 GIS 软件,在 2010 年推出,它设计了一个统一的地理信息平台,在原有的 ArcGIS 9 的数据服务器 ArcSDE 和 4 个基础框架(Desktop GIS、Server GIS、Embedded GIS 和 Mobile GIS)中添加了 ArcGIS Online 等功能。

(1) Desktop GIS

Desktop GIS 包含 ArcMap、ArcCatalog、ArcToolbox 和 ArcGlobe 等用户界面组件,其功能可分为 3 个级别:ArcView、ArcEditor 和 ArcInfo。ArcReader 是一个免费的浏览器组件。其中, ArcView、ArcEditor 和 ArcInfo 是 3 个不同的桌面软件系统,它们共用通用的结构、通用的编码基础、通用的扩展模块和统一的开发环境,功能由简单到复杂。

(2) Server GIS

ArcGIS 10 包括三种服务端产品: ArcSDE、ArcIMS 和 ArcGIS Server。ArcSDE 是管理地理信息的高级空间数据服务器; ArcIMS 是一个可伸缩的通过开放的 Internet 协议进行 GIS 地图、数据和元数据发布的地图服务器; ArcGIS Server 是应用服务器, 用于构建中式的企业 GIS 应用, 基于 SOAP 的 Web Services 和 Web 应用, 包括在企业和 Web 构架上建设 Server GIS 应用的共性 GIS 软件对象库。

(3) Embedded GIS(嵌入式 GIS)

在 Embedded GIS 支持方面, ArcGIS 10 提供了应用于 ArcGIS Desktop 应用框架之外的嵌入式 ArcGIS 组件 ArcGIS Engine。在使用 ArcGIS Engine 时, 开发者可在 C++、COM、.NET 和 Java 环境中使用简单的接口获取任意 GIS 功能的组合来构建专门的 GIS 应用解决方案。

(4) Mobile GIS(移动 GIS)

在 Mobile GIS 方面, ArcGIS 10 提供了能实现简单 GIS 操作的 ArcPad 和能实现复杂 GIS 操作的 Mobile ArcGIS Desktop System。ArcPad 为实现简单的移动 GIS 和野外计算提供解决方案。ArcGIS Desktop 和 ArcGIS Engine 集中组建的 Mobile ArcGIS Desktop System 一般在高端平板电脑上执行 GIS 分析决策野外工作任务。

(5) Geodatabase

Geodatabase 是 Geographic Database 的缩写, 是一种在专题图层和空间表达中组织 GIS 数据的核心地理信息模型, 是一套获取和管理 GIS 数据的全面的应用逻辑和工具。

无论是客户端的应用、服务配置, 还是嵌入式的定制开发, 都可以运用 Geodatabase 的应用逻辑。Geodatabase 还是一个基于 GIS 和 DBMS 标准的物理数据存储库, 可以应用于客户访问、个人 DBMS 及 XML 等。Geodatabase 被设计成一个开放的简单几何图形的存储模型。Geodatabase 对众多的存储机制开放, 如 DBMS 存储、文件存储或者 XML 方法存储, 并不局限于某个 DBMS 的供应商。

(6) ArcGIS Online

ArcGIS Online 是全球唯一的“云架构”GIS 平台, 集中了所有 ArcGIS 的在线资源, 其主要资源有以下 4 种。

- ① ArcGIS Online 地图服务: 支持各种类型的底图、专题图。
- ② ArcGIS Online 任务服务: 支持网络上发布的 Geoprocessing(GP) 服务。
- ③ ArcGIS 网络地图: 支持 Flex、JavaScript、Microsoft Silverlight 的开发环境。
- ④ 地图社区: 支持用户协同工作平台。

所有在线资源通过 ArcGIS.com 获得, 它是实现用户协同工作的网络门户, 是在线资源对外的展示窗口。

2. ArcGIS 新特性

ArcGIS 10 全系列产品对 ArcGIS Desktop 的用户界面进行了全新设计, 改善了现有功能, 并添加了大量新功能。

(1) ArcGIS Desktop 管理

在新的版本中, 部署和管理 ArcGIS Desktop 10 变得更加容易: 可以借入 ArcGIS Desktop 10 许可, 以便在外业工作中临时使用(例如在现场工作时、在家工作时或出差时); 可以通过 Web 借助许可管理器授权许可, 不再需要基于硬件钥匙或 MAC 地址从 ESRI 客户服务中心处申请许可文件。

许可管理器在其他方面的功能增强包括:可以将许可管理器安装在系统中的任何位置,可以直接将许可从许可服务器迁移到另一台服务器。

(2) 文档

更新后的 ArcGIS 资源中心将所有在线资源(如 ArcGIS 的帮助系统、实例、模板、日志、论坛和技术文章)整合到一处,便于用户访问。

新的版本对产品文档进行了重新组织和全面改善。

①对超过 75% 的帮助文档进行了重新编写和更新。

②按技能体系对所有主题进行了组织。“基础”库中包含 GIS 和 ArcGIS 的核心概念,“专业”库中包含软件功能、用法及更多的高级 GIS 概念,“管理员”库中包含用户在安装软件、管理许可以及管理服务器和数据库时需要的信息。

③ArcGIS 教程在新版本中以帮助主题的形式呈现,而不再提供单独的 PDF。

④安装的帮助文件只占用很少的计算机空间。

(3) 数据管理

① 地理数据库

ArcGIS 10 版本中地理数据库的新特性主要体现在以下几个方面。

a. 可使用新增的升级地理数据库(Geodatabase)地理处理工具或 Python 脚本来升级个人、文件及所有 ArcSDE 地理数据库。

b. 重构了地理数据库方案,将地理数据库系统表中的信息合并为 6 个表。

c. 创建个人地理数据库(Personal GDB)和创建文件地理数据库(File GDB)工具中添加了新选项,用于支持在 ArcGIS 10 客户端创建较早版本的地理数据库。

d. 新增了 6 种拓扑规则。

e. 简化并重新设计了“新建几何网络”向导。

f. 新增命令按钮以更有效地将要素加载到几何网络中。

g. 可通过在空间数据库中定义一个针对 SQL 空间类型的空间查询语句,创建一个可直接在 ArcMap 中查看和访问的图层(即查询图层)。

h. 单向复本改用存档方式(取代之前的版本管理)来追踪复本的更改。使用存档功能追踪复本更改时不会创建任何系统版本,从而简化了复本的管理。

i. 新增对子→父的单向型复本的支持。这种类型的复本允许用户在子复本中编辑数据,并同步至父复本。

j. 文件地理数据库新增 3 个关键字(GEOMETRY_OUTOFLINE、BLOB_OUTOFLINE 和 GEOMETRY_AND_BLOB_OUTOFLINE),用于在处理复杂几何和大 Blob 对象的过程中更好地控制要素类的存储,从而使性能得到大大的改善,尤其是在使用 terrain 数据集时。

k. 增强 ArcSDE 管理命令 sdemon 以断开或阻止与地理数据库的直连。

l. ArcGIS Desktop、ArcGIS Engine 及 ArcGIS Server 都包含了创建与 9.2 或 9.3 版地理数据库的直连所需的驱动程序,但是不支持从较早版本的 ArcGIS 客户端连接到 ArcGIS 10 地理数据库。

m. ArcGIS Desktop、ArcReader 及 ArcGIS Server 安装了 Microsoft SQL Server 2008 本地客户端,以支持对 SQL Server 中地理数据库的直连。Microsoft SQL Server 2008 本地客户端也作为一个单独的可执行程序被包括在 ArcGIS Engine 介质中。

n. 可在 Oracle、PostgreSQL 和 SQL Server 中的 ArcSDE 地理数据库中安装新增的 SQL 栅

格类型 (ST_Raster)。用户可在 ArcGIS 客户端和 SQL 客户端中使用这种存储类型。

o. 增强了迁移存储地理处理工具以支持栅格数据至 ST_Raster 类型的移动和二进制空间数据至 SQL Server 中几何或地理类型的移动。

p. Oracle 和 PostgreSQL 中的 ST_Geometry 类型支持利用 SQL 或 ArcSDE API 创建的参数圆和椭圆存储。

q. 新增了对通过 ArcSDE API 在 IBM DB2、Oracle 11g、PostgreSQL 及 SQL Server 的地理数据库中使用本地 XML 列的支持,还可以在 DB2、Oracle 及 SQL Server 中的这些本地 XML 列上定义 XML 模式。

r. 增加了对 SQL Server 中地理数据库内的 varbinary (max) 和 datetime2 列的支持 (datetime2 仅在 SQL Server 2008 中提供)。

②编辑

新版本通过以下方式改善和简化了编辑过程中的用户体验。

a. 重新设计了编辑器工具条。

b. 使用了要素模板,添加新要素变得更加容易,因为要素模板定义了创建要素所需的所有信息。

c. 编辑器工具条和新增的“创建要素”对话框提供对用于构建要素的要素模板和工具的集中访问。

d. 重新设计了捕捉环境,使其更加易于管理。

e. 创建和编辑要素时,新增的微型弹出工具条可用于快速访问编辑工具。

f. 编辑的启动更加容易,而且用户体验得到了改善。可用鼠标右键单击内容列表中的图层或表来启动编辑。此外,启动编辑操作后 ArcMap 遇到错误或包含性能建议时,则会显示问题列表,其中包括有关如何修复这些问题的信息。

g. 重新设计了“属性”对话框、“编辑草图属性”对话框以及其他编辑对话框。例如,“属性”对话框使用图层的字段属性(例如字段别名)来显示要素,并考虑了字段排序和可见性设置。

h. 选择要素及编辑现有要素的折点和线段变得更加容易。可通过在地图上拖出一个选框来选择、添加和移除多个折点。

i. 注记和尺寸注记要素的创建和编辑变得更加容易。

③宗地编辑

ArcGIS 10 中引入了新的宗地编辑器工具条(需要 ArcEditor 或 ArcInfo 级别许可),它取代了之前的 Survey Analyst 地籍编辑器。同时,之前的地籍结构也被新的宗地结构所取代。

宗地结构中包含多个可提高宗地数据库的编辑和维护效率的要素。可利用 ArcCatalog 在任何要素数据集内创建宗地结构。可通过升级宗地结构地理处理工具或 Python 脚本将现有的 9.2 版和 9.3 版的地籍结构升级为宗地结构。

以下是宗地编辑器工具条提供的功能。

a. 宗地编辑器工具条包含一个集成了编辑命令的下拉菜单,以及其他一些新项目,包括方案目录和宗地选项等。

b. 之前版本中随地籍编辑器一起提供的宗地构造工具条已经集成到“宗地详细信息”对话框中。

c. “宗地详细信息”对话框中包括一系列新特性,如【保存并连接】、【构建宗地并连接】