

面向对象的集成化地理信息系统基础软件

王伟 龚健雅

(武汉测绘科技大学,武汉 430079)

地理信息系统(GIS)作为信息技术,近20年来发展十分迅速,广泛用于农、林、地矿、水利、测绘、煤炭、石油、冶金、交通、邮电、土地管理、气象、环境、公安、城市规划、市政管理和军事等领域,成为政府、企业及其他部门现代化管理快速决策的有力工具,成为军事指挥和决策有力工具。目前我国的GIS基础软件市场基本上被国外产品占领,这不仅耗费了大量的外汇,更重要的是有可能严重影响我国空间信息的自主性和安全性,象GIS这种广泛应用于国民经济,特别在军事领域起着十分重要作用的软件长期依赖国外的局面必须改变。

本文主要介绍国产地理信息系统基础软件吉奥之星NT版(GeoStar for NT)的设计原理和主要功能模块。

1 数据模型

数据模型是数据特征的表示,它描述了数据的基本结构及其相互关系,以及定义在数据上的各种操作,它亦是数据库系统与用户的接口,是用户所能看到的数据形式。吉奥之星NT版采用的是面向对象的空间数据模型,它充分利用了面向对象的思想,向用户提供了自然、丰富的数据语义,这种数据模型巧妙地容纳了GIS中拓扑数据结构的思想,完全有能力表达空间数据的拓扑关系。

吉奥之星NT版将空间数据类型抽象为点状地物、线状地物、面状地物、地物注记以及由这几种简单地物组成的复杂地物。把这种几何特性的空间类型作为GIS中各种地物的超类,如图1所示。

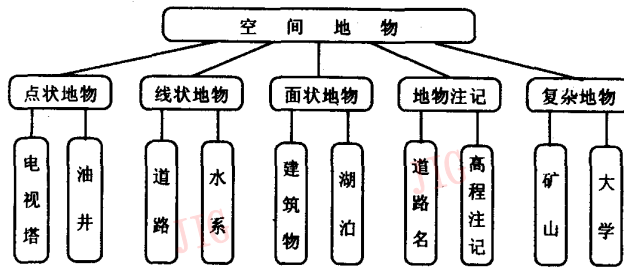


图1 空间地物的抽象分类

由工程和地物的属性而言,空间地物又可以进一步向上抽象,按属性特征划分为各种地物类型,若干种地物类型组成一个专题层。同一地理空间的多个专题层组成一个工作区,而一个工程又可以包含一个或多个工作区。这种从下到上的抽象过程与从

上往下的分解过程,组成了该系统的数据类型,如图2所示。一方面,它表达了地理空间的自然特性,接近人们对客观事物的理解;另一方面,它完整地表达了各类地理对象之间的各种关系。

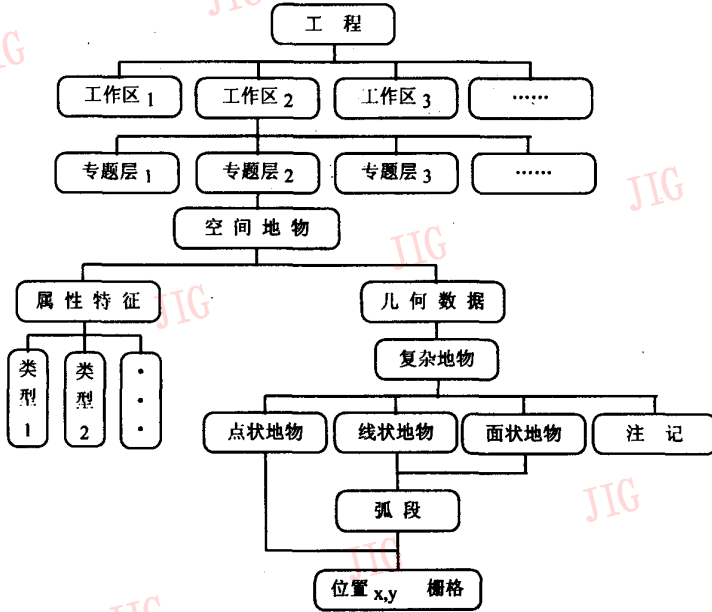


图2 面向对象的空间数据模型

2 空间数据库结构

吉奥之星 NT 版中的所有空间数据,包括几何图形数据、属性数据、影像数据、DEM 数据和多媒体数据,都是通过数据库来存储和管理的。数据库主要由几何分类层、属性层、空间索引表、地物分类表、多媒体数据表、历史数据表和临时数据表等组成。它们与图象数据库和 DEM 数据库组成了完整的空间数据库。如图 3 所示。

3 空间数据组织

吉奥之星 NT 版以工程和工作区来组织空间数据。工作区为某一范围内若干地物类的集合。工程由一个或多个工作区组成,工作区可独立使用,也可作为工程的一部分使用。工程按树形结构来组织工作区,树的上一层结点工作区成为本结点的下一层工作区的索引图,这种结构可以支持多比例尺建库。在物理组织上,多比例尺空间数据可以按层次在上一工作区的目录之下组织,也可按工程独立组织,然后再建立工程间的联系。如图 4 所示。

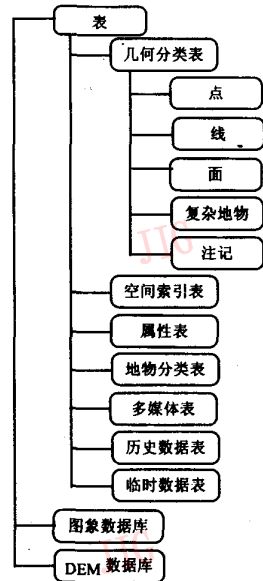


图3 空间数据库

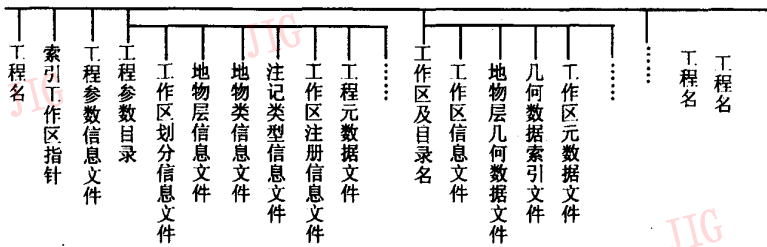


图4 空间数据组织

4 系统的总体框架

吉奥之星 NT 版继续采用当前计算机领域最先

进的面向对象技术。根据地理信息系统和计算机技术的发展地势,将网络化和集成化作为软件的基本特征。如图5所示。

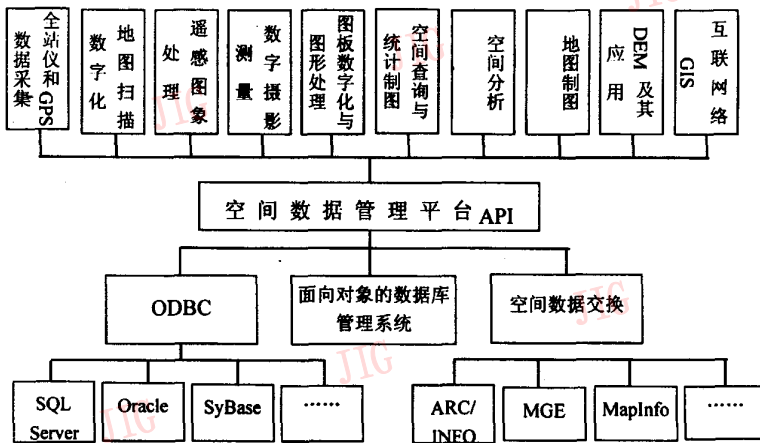


图5 系统的总体框架与模块

5 吉奥之星 NT 版功能模块

吉奥之星 NT 版采用当前计算机领域最先进的面向对象技术,根据地理信息系统和计算机技术的发展趋势,将网络化和集成化作为软件的基本特征。本软件的功能强大,可以与国外大型 GIS 软件相比,它几乎涉及地理信息系统和遥感应用领域的

所有基本功能。吉奥之星 NT 版定位在企业级,面向大型的空间数据管理。同时管理 GIS 中的图形数据、属性数据、影像数据和 DEM 数据,通过 ODBC 可以与各种商用数据库管理系统连接,如 SQL Server、SyBase、Oracle、Ingres 等,通过自行开发的空间数据交换模块可以与当前流行的 GIS 软件及我国的空间数据交换格

式交换数据。

吉奥之星 NT 版最独特的优点在于矢量数据、属性数据、影像数据、DEM 数据高度集成。这种集成面向企业级的大型空间数据库,矢量数据、属性数据、影像数据和 DEM 数据可以单独建库,并可进行分布式管理。通过集成的界面,可以将四种数据统一调度,无缝漫游,任意开窗放大,实现各种空间查询。吉奥之星 NT 版的研制成功,为发展我国大型地理信息系统基础软件奠定了基础。该软件已成功

地装载了全国 1:100 万地形图数据库。它的面市标志着我国将有自己的大型 GIS 基础软件来管理国家级、省级和大城市的空间数据库。
(1) 空间数据管理 空间数据管理是整个系统的核心。它负责对空间数据对象的存储、存取管理。GeoStar NT 版可以使用文件系统来存储和管理空间几何数据,也可以使用关系型数据库来存储和管理

空间几何数据,以适应不同用户、不同应用的需求。属性数据由关系数据库来管理,通过 ODBC 联接,能支持多种类型的 RDBMS。使用大型数据库管理系统(如:SQL Server、Sybase、Oracle 等),支持客户/服务器体系结构、大型空间数据管理以及在网络环境中对多用户并发空间数据访问。空间数据库部分为系统开发者提供了一个多用户的实时应用系统应用程序接口(API)。

支持多种空间数据类型:如点状目标、点群目标、线状目标、面状目标、注记等。

在大型数据库管理系统支持下,提供了空间事务控制功能,在区域及地物类层次上实施用户使用权限控制、提供区域加锁来控制多用户对空间数据库的并发操作。

有力的数据库空间索引机制,保证了高效可靠的数据查询性能。

(2) 用户界面 系统提供模块扩充功能,用户可根据需求动态地装载和卸载自己系统提供的和第三方开发的功能模块,并任意自由组合以增强系统功能。第三方开发的功能模块能够装入自己的菜单、工具条等资源,用户还可以定制自己的用户界面。

(3) 二次开发 系统提供数据库读/写、数据查询、数据更新、空间分析、数据转换、影像处理、界面设计等一系列应用程序接口(API)函数以供二次开发使用。利用这些函数,用户可以开发独立于 GeoStar 系统以外的全新界面的 GIS 应用系统;也可以开发独立的应用模块,直接挂在 GeoStar 系统上扩充其功能。系统还可以利用提供的控件在 C++ 环境下开发。系统提供一套控件,在 Visual Basic、Fox-Pro、Delphi 等环境下快速开发 GIS 应用软件。

(4) 数据采集 本系统提供了多种数据获取手段,包括手扶跟踪数字化、图纸扫描屏幕数字化、直接从测量仪器获取数据及外部数据文件等。

(5) 图形编辑 GeoStar 提供了一百多种丰富的编辑功能,图形操作的基本功能和 GIS 特有功能相结合使得操作方便,简洁,灵活。

(6) 空间查询 作为吉奥之星的基本模块,提供了丰富的查询功能。根据某一地物类中某项属性值查找几何目标;根据 SQL 语句查询满足特定条件的一组目标对象;从属性表直接查询目标对象;在属性表上点击一条记录,就可将该记录对应的目标在图形上显示出来。能在查询图形的同时将查到的图形目标所对应的属性信息显示在属性表中,并可在

属性表中对属性数据进行编辑,同时可以选择丰富的多媒体(如图形、属性、声音、录像和子目标)表示。

(7) 空间分析功能 运用空间算子思想,采用面向对象的方法与技术,将空间分析的各种问题系统地归结为基本粒度的有限数量的空间算子或这些算子的不同参数和顺序的任意组合。系统提供的只是这些基本空间算子,用户通过这些基本算子的组合或实施二次开发,完成各种各样的空间分析功能,为大容量多源空间数据支撑的决策问题提供完整的辅助解决方案。

系统提供的基本空间算子包括单目算子和双目算子。单目算子完成从一种地物到另一种地物的转换,如点线面的缓冲区生成、网络的最佳最短路径、资源分配等。双目算子可完成两种地物的空间和属性数据的单向或整体综合,如点、线、面、影像等地物之间的两两叠置(交、并、差),以一个点、线、面地物为模板从其它地物(点、线、面影像)综合出新属性的属性抽取等。

系统还将为一些常见的通用模型提供了专门的功能项,如多层叠置功能、多重缓冲区的生成和分析功能、变宽度的缓冲区、单侧缓冲等。用户还可以用系统提供的二次开发功能自行开发新的分析模型,并嵌入到系统,成为系统的一部分。

(8) 普通制图 运用多种符号、色彩等表现手法,将矢量数据库中数据再现。该模块主要针对基本比例尺地形图。基本功能包括两大部分:图幅整饰和普通地图符号设计。图幅整饰是普通制图中一项不可忽视的内容。它不仅使地图美观,对使用者来说,它提供具有一定参考意义的说明性内容或工具性内容。该部分的主要功能包括图幅整饰、保存整饰结果成文件、打开某一整饰文件并编辑,此外,还有以 EPS、EMF 格式输出地图,是否进行底图裁减等功能。

以表现地球表面为对象的普通地图的符号是经过长时间考验,由约定而达俗成。地图符号可简单分为点状符号、线状符号、面状符号三类。GeoStar 系统中该模块的正是从这三方面出发,采用参数化与图形界面相结合的思想进行符号的设计、编辑、修改、存储和浏览等功能。

(9) 专题制图 以简明、突出而又完备的形式再现繁杂的统计数据,使统计区的某个或某几个现象的分布或状态一目了然。专题图的内容多种多样,基本类型有自然地图、人文地图及其它特种用途的地图。系统提供了多种常用的专题图表示方法,

有分级统计图法、分区统计图表法、质底法、范围法和独立图表法。其中对分区统计图表法选取了常用的柱状符号类、饼状符号类、趋势图形类、等值图形类等来实现。每种符号又有多种式样的具体符号可供选择。分级统计图法可以用渐变填充色表现,也可以分级图表现。系统还提供了面状填充符号的设计功能。

(10) 数据转换 作为大型 GIS 系统的支持平台,GeoStar 支持较广泛的数据交换格式,可以与多种 GIS 图形处理系统交换数据。实现数据交换功能的模块通过简洁的用户交互,使数据能以最小的信息损失在系统间流动,让数据真正的流动起来。同时,GeoStar 向用户提供数据交换的程序接口,便于用户交换自己的格式。如表 1 所示。

表 1

数据转入	数据转出
AutoCAD 的 DXF	AutoCAD 的 DXF
MGE 的 ASCII Loader	MGE 的 ASCII Loader
MapInfo 的 MIF/MID	MapInfo 的 MIF/MID
ARC/INFO 的 E00	ARC/INFO Generate
ARC/INFO Coverage	VPF(标准交换格式)
Microstation Dgn	
PC Geostar	
IGS(解析测图仪)	
VPF(标准交换格式)	
VDT(MapIn)	

(11) 地图投影和坐标变换 汇集了 40 多种投影方式和 100 多种世界各国参考大地坐标系,包括了我国和世界目前常用的如高斯-克吕格、通用横轴墨卡托(UTM)、多圆锥、兰勃特、墨卡托等投影。涉及方位、圆锥、圆柱、伪方位、伪圆锥、伪圆柱、等角、等积、等距、正轴、横轴、斜轴、切、割等多种投影类型。各种投影参数如椭球名称、投影原点、标准纬圈、带号、真比例尺纬圈、比例缩放系数、东偏、北偏等都提供方便、友好的动态对话框由用户完全控制。同时还提供 100 多个旋转椭球体的参数,并允许用户自定义任意旋转椭球体。能够进行各种投影的正反算,实时完成投影后地图的显示、输出。将投影模块与其它 GIS 模块完全集成在一起,用户可在任意投影空间中进行各种图形显示、漫游、编辑、量算、查询、分析、制图。投影类型随时可以任意撤换。

除了能够进行地理坐标系与各投影坐标系间及

各投影坐标系相互之间的坐标变换外,还能够对各种坐标系进行任意的平移、缩放或仿射变换。投影及坐标变换能够满足测绘、遥感、规划、水文、地质、航空、航海、军事等各行业的需要,并具有可扩展性,用户能够二次开发继续扩充。

(12) 数字地面模型及其应用模块 GeoTIN 和 GeoGrid 该模块 GeoDEM 将数字高程模型和数字正射影像与常规的矢量数据和各种属性信息集成在一起,建立起一体化的三维数据输入、操作与可视化机制,为数据处理、空间查询与分析和各种三维模型操作提供了更加有力的支持,为地理信息系统提供了一个三维逼真的动态交互式的运行环境,可以广泛用于地理信息系统中的三维表示与分析、测绘和土木工程等专业领域中的规划与设计。

模块 GeoTIN 是专门针对多种比例尺地形数据的处理而设计开发的,它可以利用各种随机分布的地形单点(包括随机点和特征点)和特征线数据,快速、高效地建立不规则三角形网络(TIN)模型。TIN-DEM 数据来源可以是摄影测量、地面测量的数据,也可是既有地图数字化或扫描数字化后形成的数据。由于顾及特征的 TIN 模型具有高逼真度和灵活方便的特点,可以广泛用于多种比例尺地形制图、土木工程设计、三维分析与仿真以及规则格网 DEM 的生产等领域。

(13) 遥感图象处理 遥感图象处理系统主要用于航空与多种卫星传感器影像制图、地形图更新及其相关应用,同时为用户提供更复杂的、多功能的、多波段影像处理与分析、专题信息提取以及栅格与矢量数据的相互转换等。可以广泛应用于土地利用、资源调查、环境监测、建设规划、地矿勘探以及地图数据更新等领域。

系统提供大幅影像的快速显示、放大、漫游、多幅影像的任意裁剪、拷贝、动态增强、多通滤波、几何精校正、分解与合成等基本的图象处理功能。同时,还提供了图象镶嵌、边缘提取、图象复合运算、分类图象特征统计、图象间的相关分析、多波段图象的信息量及最佳波段组合分析、傅立叶分析、监督与非监督分类、分类后的专题滤波与光滑、彩色编码、分类后面积计算与统计分析、编辑修改、栅格与矢量的互换、遥感图象与矢量图形的叠加、结构信息提取、专题信息的更新以及屏幕数字化等高级功能。

(14) 影像数据库 建立多尺度的大型遥感影像数据库系统,以管理省级和国家级多尺度遥感影像数据为目标。建库原则为:各比例尺影像数据独

立建库,小尺度总揽全省影像库全局,大尺度以一定的规模建立若干子库,以各子库为基本的建库单位,由系统软件实现分散存储,统一调度,集中管理、影像数据文档的统一分发和历史数据的归档管理。并实现影像数据同尺度、跨尺度、跨子库的放大、缩小、漫游等操作。系统的主要功能:在创建图象工程总库(即多分辨率无缝影像库)的基础上,可方便地规划与创建图象[子]工程库;可任意、方便、快捷地递交访问图象工程(总库)、图象[子]工程、图象工作区;快速索引调度多分辨率无缝影像数据,实现跨尺度、跨工程、跨工作区浏览、漫游任意分辨率图象数据;方便的历史资料的归档管理;国家空间影像数据的交换与共享;影像数据产品的快速分发;实现与DEM、矢量数据的结合应用。

(15) WWW GIS/Internet GeoStar 建立基于矢量图形并与主数据库无缝连接的 Internet GIS,它具有以下特点和功能:客户机、Web Server 和数据库服务器任务分离,Web Server 负责 Web 服务,数据库服务器负责数据库管理和数据服务,其它任务由客户机完成;在客户机端用户能完成放大、缩小、漫游、查



王伟男,35岁,硕士,武汉测绘科技大学测绘与遥感信息工程国家重点实验室副教授,国产GIS基础软件~GeoStar的主要开发者之一。主要从事空间数据模型与数据结构研究,GIS理论研究,软件开发和工程应用等工作。

询、统计、分析等基本操作;严格的平台无关性。对用户而言,可采用任意WWW浏览器,通过WWW便可以引发Internet GeoStar,引发后,与浏览器无关;通过Java和JDBC可直接与GeoStar主系统选用的数据库连接,如Sybase、SQLServer等,并能获取不同层次的数据信息;安全性强。客户机只能获取数据信息,但不能修改数据库,不能将获取的数据在客户端保存;逐级开窗放大。从小比例尺的图形开窗放大,可以得到大比例尺的图形。如此进行,最终甚至可以得到真三维图形。

6 结束语

“八五”、“九五”计划以来,我国政府把研制我国自主知识产权的国产GIS基础软件作为重中之重攻关项目,并投入相当大的人力和资金,是推动我国的GIS软件产业的一个重大决策。可喜的是我们和国内同行经过短短几年的努力,工作版、PC版和Internet GIS基础软件已开始走入市场,我们相信,在不远的将来,国产GIS软件在国内市场占主导地位。

龚健雅男,42岁,博士,武汉测绘科技大学测绘与遥感信息工程国家重点实验室常务副主任,教授,博士生导师,国产GIS基础软件~GeoStar的主要开发者之一。主要从事GIS理论研究,软件开发,遥感图象处理,空间数据模型与数据结构研究等工作。