

当前国际 GIS 发展的几个特点

郭秋英 (中国矿业大学 221008)

摘要:本文主要就 GIS 数据结构、数据模型、GIS 的信息处理模式、GIS 与专家系统、神经网络、CAD 的集成以及虚拟 GIS、开放式 GIS 等方面论述了当前国际 GIS 发展的几个特点。

关键词:地理信息系统 地理信息系统的发展 数据结构 虚拟 GIS 开放式 GIS

自 60 年代世界上第一个 GIS 诞生以来, GIS 似“星星之火”在世界各地迅速发展起来;特别是近几年, GIS 发展非常迅猛,各种 GIS 软件层出不穷,一代比一代功能强、应用方便、界面友好。GIS 的应用领域也迅速扩大,已从传统的自然资源管理、土地规划等领域扩大到商业、交通、军事、卫生、保险、企业管理等非常广泛的领域, GIS 越来越走近人们的日常生活。GIS 在短时间之内之所以有如此快的发展,主要归功于计算机软硬件技术、数据库技术、网络技术、多媒体技术、客户/服务器技术等计算机的迅速发展,因为 GIS 的实现是在计算机技术支持下完成的,计算机技术的发展必将推动 GIS 技术的发展。下面谈谈当前国际 GIS 发展的几个特点。

一、数据结构与数据模型

1. 真三维和时空四维数据结构

在 GIS 的分析中,通常采用 2 维或 2.5 维来表示 3 维现象,3 维数据的处理通常是将 Z 值当作一个属性常数,如 DEM 数据,这种 2 维或 2.5 维数据结构难以真正表达 3 维空间数据及随时间变化的空间数据,如一些重要的地质构造如断层处,在一固定位置会有不同的高程值,因而不能由 2 维或 2.5 维表示,而真 3 维结构则能真正地表示这种地质构造。近些年来,计算机的发展使显示和描述物体的 3 维几何特征和属性征成为可能,因此真 3 维数据结构成为目前 GIS 研究中的一个热点。

3 维数据结构基本上可分为两类:一类是基于表面表示的数据结构,如格网结构,不规则三角网(TN)、边界表示等,侧重于 3 维空间表面表示;另一类是基于体表示的数据结构,如八叉树(Octree)、3 维栅格(Array)、四面体格网(TEN)、实体结构几何法(CSG)以及八叉树与四面体格网的混合结构等。

空间和时间是许多实时世界现象的两个重要的方面,在 GIS 研究中具有重要的意义。而近几年提出的空

间一实时数据模型仅能处理空间二维和时间一维,不能完全表示和分析这个不断变化的三维世界,因此需要开发时空四维数据模型,这方面的研究也在逐渐深入。Cheng Tao 等运用面向对象技术开发出一种面向对象空间一实时模型用于处理 4 维 GIS 数据。

2. 关系模型、面向对象模型和对象一关系模型

GIS 中的数据管理方式一般采用图形和属性数据分开管理,即图形以专门的文件方式存储,并由专门的图形软件处理,属性数据则由关系数据库管理。这种分离式管理方式具有以下弱点:①不利于空间数据的整体管理,数据的一致性也易遭破坏,查询速度慢;②GIS 的开放性和互操作性受限制;③数据共享和并行处理无保证,不支持 Client/Server 结构。此外,关系数据库(RDB)经过 30 多年的发展,虽已取得了极大的成功,提出和发展了一系列标准的数据库技术,如非过程式查询机制、动态模式更新、事务管理、并发控制以及故障恢复等。但随着数据库应用的日益发展,RDB 也表现出以下一些缺陷:①不能有效地表示和处理复杂对象,层次数据通常被表示成多个关系元组,在应用时不得通过多关系连接(JOIN)来恢复这些数据,而 JOIN 是一个开销很大的操作;②不支持用户定义的数据类型;③不支持对象封装。因此用关系数据库难以有效地管理 GIS 的数据。

面向对象技术与数据库技术的发展产生了面向对象数据库及面向对象数据模型。面向对象方法为数据模型的建立提供了四种数据抽象技术(分类、概括、联合、聚集)和两种数据抽象工具(继承和传播),利用这几种技术构造的数据模型要比传统的数据模型丰富有力得多,更适于定义复杂的地理实体和对复杂对象的直接操作,因此面向对象数据模型成为人们较为理想的统一管理 GIS 空间数据的有效模型。但是面向对象数据库(OODB)目前仍未在市场以及关键任务应用方面被广泛接受,其主要原因包括以下两个方面:①OODB 作为一个 DBS 还不

太成熟,如缺少完全非过程性的查询语言以及视图、授权、动态模式更新和参数化性能协调等;②OODB与RDB之间缺少应有的兼容性,因而使得大量的已经建立起来的庞大的RDB的客户不敢轻易地再去选择OODB。因此,传统RDB仍要求继续发展(如ORACLE、SYBASE、INGRES等都向OO方向扩充),OODB也要求进一步成熟并与在市场和应用中占主导地位的RDB保持尽可能兼容,于是就导致了关系范型和OO范型合一这样一个必然趋势,即对象关系数据库(Object-Relational Database)。目前,国外已在研究与开发对象-关系数据类型(Object-Relational Model)用于GIS数据的管理。

二、GIS的信息处理模式

GIS的信息处理模式由集中式转向客户/服务器模式。

以往的GIS信息处理模式主要采用集中式,主机承担系统的所有空间和属性数据的查询、存储、处理与应用管理,因此要求主机必须有大容量存储设备,超高速I/O率,一般由中、小型机、工作站担任,这种集中式GIS信息处理模式对主机的性能要求较高,一次性投资较大,系统缺乏灵活性,不易扩展。

随着计算机网络技术和客户/服务器技术的发展,一些大型的数据库系统(如SYBASE, Informix, ORACLE)均支持客户/服务器结构。在这种结构中,客户,可由微机承担;服务器负责提供服务,它通过网络接受用户请求,并把请求处理的结果回送给客户机,可由微机、工作站、小型机、专用服务器承担。这种客户/服务器模式具有对计算机硬件要求较低,数据安全性较好,易于扩充,易于资源共享等优点,因此受到普遍关注和采纳,GIS软件商已逐渐将客户/服务器模式引入GIS软件中,如ARC/INFO、SYSTEM9、Arcview等均提供了客户机/服务器计算模式。在这种模式中,客户机处理GIS应用软件,服务器负责存储GIS的数据,执行空间与属性数据库管理软件,响应客户机对GIS应用功能的服务请求。

三、GIS与专家系统、神经网络的结合

GIS与专家系统的结合称为专家GIS或基于知识的GIS或智能GIS,它实际上是基于知识的专家系统(Knowledge-Based Expert System简称KBES)在GIS中的一种应用。GIS经过近30年的发展已逐渐走向成熟,但它的应用还主要停留在建立数据库、数据库查询、空间叠加分析、缓冲区分析和成果输出显示上,缺乏知识处理

和进行启发式推理的能力,还无法为解决空间复杂问题如城市规划与管理、交通运输管理、生态环境管理等提供足够的决策支持,因为这些问题的解决过程需要大量的人为经验和专家知识。因此,GIS与ES相结合是解决一些空间复杂问题的重要途径。目前这方面的研究已得到广泛的重视,如Gennert, M. A.开发出了一种原型网络专家GIS,用于土地资源管理,该系统从各种文献资源中提取有关规则组成知识库建立专家系统,由GIS完成位置分析工作,由专家系统来评价,GIS与专家系统相结合,相互补充,组成专家GIS。Lam, David等将专家系统、神经网络与GIS相结合建立了用于环境管理的决策支持系统。Sarasua, Wayne A.等讨论了基于知识的GIS用于铁路与高速公路交叉口的安全管理与分析问题;此外,还有专家GIS在城市交通、地下水管理等领域的应用研究。

四、GIS与CAD的集成

GIS与CAD集成,创造下一代GIS。

众所周知,GIS与CAD(Computer-Aided Design)软件在功能和应用上均有差别:CAD主要用于绘制范围广泛的技术图形,图形功能极强,而对非图形数据的管理功能相对较弱;GIS是存储、管理与分析空间数据的有效工具与技术系统,其中的空间数据包括图形数据与属性数据。在以往很长一段时间内,CAD与GIS技术均各自沿不同的方向发展,各自定义自己的前景;当前的发展趋势是CAD与GIS技术交织在一起,相互结合,相互补充,创造下一代功能更强的GIS。目前国际市场上一些基于CAD的软件包已经上市,这些程序包可用于编辑和操作空间数据以及创建实体数据间的空间拓扑。目前市场上流行最广泛的三种基于CAD的GIS软件包是Autodesk公司生产的AutoCAD MAP1.0、ESRI公司生产的ArcCAD(允许用户在AutoCAD中利用和交换ARC/INFO中的GIS数据)以及Bentley System公司生产的Microstation Geographyics。这些软件包均具有创建GIS拓扑关系、属性数据管理、与外部数据连接、数据的查询与计算、空间分析和地形图绘制等功能,并且使用方便,用户界面友好。

五、虚拟GIS:GIS与虚拟环境技术的结合

虚拟环境(Virtual Environment)也称虚拟现实(Virtual Reality)技术是当代信息技术高速发展、各种技术综合集成的产物,是一种最有效地模拟人在自然环境中视、听、动等行为的高级人机交互技术,这种模拟具有两个基

本特征:即“临境感”(immersive)和“交互性”(interactive)。“临境感”是指“参与者”全身心地沉浸在计算机所生成的虚拟环境中,并产生身临其境的感觉;“交互性”是指“参与者”利用视觉、触觉等感官功能及对话、行走等人类自然技能对虚拟环境中的实体进行交互考察与操作。确切的说,虚拟环境是靠计算机系统建立的一种仿真数字环境,通过计算机将数据转换成图像、声音和触摸感受,从而为人们提供一个逼真的模拟环境,用户可通过人的自然技能如头部运动、手势及其他人体动作来与此环境进行沟通、对话;此外,借助于交互式计算机软件或一些三维传感器设备如数据手套、立体显示器等,用户还可以如同在真实世界那样“处理”计算机系统所产生的虚拟物体。

由于技术的限制,GIS软件商还未能开发出应该遥感和GIS用户广泛的需求的真3D可视化的数据分析软件包。GIS与虚拟环境技术相结合,将虚拟环境带入GIS会使GIS更加完美,GIS用户在计算机上就能真正处理真3D的客观世界,在客观世界的虚拟环境中将能更有效地管理、分析空间实体数据,因此,开发虚拟GIS(VGIS)已成为GIS发展的一大趋势。最近在3D硬件、虚拟环境技术、可视化技术和软件标准方面的发展,使得开发价格低廉的虚拟环境软件包成为可能,如Virtual GIS软件产品不仅可使用户在3D环境中观察他们的GIS数据,而且可在3D环境中分析操作GIS数据;另外,Virtual GIS软件产品和虚拟环境软件产品为进一步开发Image GIS软件铺平了道路。Koller, D.等开发出Virtual GIS——一个实时3D GIS,该系统可使用户在编辑分析复杂和动态的地形数据库时产生一种临境感,该系统还提供了包括高程、图像、属性特征、建筑物、车辆以及其他物体的地形模型的可视化方法。

六、开放式GIS(Open GIS)

空间数据共享是当前GIS用户面临的一个主要问题,因为GIS的多种数据源、多种类型的数据格式之间有许多方面不统一;此外,大多数GIS应用系统由于各自采用不同的应用软件、不同的数据模型和数据结构,从而造成各个系统彼此相对封闭,系统间的数据交换困难。随着GIS应用范围的进一步扩大及计算机网络技术的发展,在当今大力发展资源共享的信息时代,建立面向用户的、资源共享的开放式GIS已势不可挡。

所谓开放式GIS,是指在国家和世界范围内的分布式环境下实现空间数据和地理信息处理资源的共享,它

是随着计算机网络技术(如Internet)、客户/服务器技术、ODBC(Open Database Connectivity)技术、GIS技术等的不不断发展与成熟而产生的,它是通过“开放式地理数据交互操作规程(Open Geodata Interoperability Specification)”来实现的,它允许用户通过网络实时获取不同系统中的地理信息,避免了冗余数据存储,是实现空间数据共享的一次深刻的技术革命。美国1996年新成立了“开放式GIS联合会(OGC)”,专门研究开放式地理信息技术。

众所周知,Internet是世界上最大的互连网络,越来越多的GIS软件商和地理数据库建设单位将他们的产品和服务送入Internet,越来越多的用户通过3W、FTP等服务器从Internet网上查询他们所需的GIS数据、GIS软件等信息服务。例如,美国国家地图局将其数字地形高程数据放在Internet网上,通过其3W网址<http://www.nima.mil>可以查询数字地形高程数据及有关信息;通过网址<http://www.usgis.org>可以了解地理信息科学的大学联合会(UCGIS—University Consortium for Geographic Enformation Science)的研究目标、研究机构及有关GIS的发展、教育等信息。许多GIS软件公司也均有相应的3W网址,如ESRI公司的<http://www.esri.com>,Autodesk公司的<http://www.autodesk.com>等网址可供网上用户随时查询各公司的软件信息。

七、结束语

当前国际GIS发展的特点除以上几点外,GIS与各种应用模型(如环境模型、降雨模型)的结合,GIS与GPS、RS的进一步集成,并行处理技术在GIS中的应用等都是GIS研究与发展的热点。GIS的以上这些发展并不是孤立的,而是相互影响、相互促进,其目的就是促进地理信息产业的建设与发展,更好地为人类了解和保护人类赖以生存的环境服务。

参考文献

- [1] 李德仁、李清泉,一种三维GIS混合数据结构研究,测绘学报1997.2
- [2] Cheng Tao, VanZuidam, R. A.; et al. A Unified Spatio-Temporal Data Model for 4-D GIS In: GIS/LIS 95 Annual Conference and Exposition VOL. 2
- [3] Shin-Bong Kang; Yoon-Chul Choy. Object-Relational Data Modeling for GIS In: GIS/LIS95 Annual Conference and Exposition VOL. 1

(来稿时间:1997年9月)