

# 浅析 GIS 发展的几个热点技术

王卉,王家耀

(信息工程大学测绘学院,河南郑州 450052)

[摘要] 本文从 GIS 多元化的数据源、无缝 GIS、组件式 GIS、万维网 GIS、三维 GIS 等方面介绍了目前 GIS 发展的几个热点技术。

[关键词] 多元化的数据源,无缝 GIS,组件式 GIS,万维网 GIS,三维 GIS

[中图分类号] P208 [文献标识码] B [文章编号] 1001-8379(2002)02-0057-03

## INTRODUCTIONS ON HOTSPOT TECHNIQUE OF THE GIS DEVELOPMENT IN BRIEF

WANG Hui, WANG Jia-yao

GIS 是一门融合测绘科学、摄影测量与遥感科学、地图科学、地理科学、卫星导航定位技术、计算机科学等多门学科的综合技术,近年来其发展尤为迅速。其主要的原动力一方面来自日益广泛的应用领域及用户对 GIS 不断提高的要求;另一方面,计算机科学的飞速发展,为 GIS 提供了先进的工具和手段。目前,GIS 正朝着数据标准化、数据多维化、数据海量化、系统集成化、平台网络化和多维动态化的方向发展,下面我们对当前 GIS 研究领域中的几个热点问题作一简单介绍。

### 1 GIS、RS、GPS 和 DPS(数字摄影测量系统集成)集成的多元化的数据源

目前,地图数据仍是 GIS 的基础空间数据源,主要依靠扫描数字化方法获取。随着数学形态学方法、人工神经网络方法、图论方法在地图模式识别中的应用,扫描数字化的自动化程度也越来越高,如彩色地图要素的自动分离、独立地物符号和地图数字注记的自动识别、线状地物或面状地物的自动跟踪等。

虽然目前很多地图扫描数据采集系统已用于生产,在基础地理数据获取方面发挥了重要作用,但其数据更新速度还是远远满足不了 GIS 应用的要求。近年来,GPS 技术的出现对 GIS 数据的获取产生了巨大的影响。GPS 作为一种全新的空间定位方法,以其全球无缝连续覆盖、精度高、实时定位速度快、抗干扰性能好、保密性强等特点,将空间定位技术从陆地和近海扩展到整个海洋和外层空间,从静态扩展到动态,从单点定位扩展到局域和广域差分定位,从事后处理扩展到实时(或准实时)定位与导航。广域差分 GPS 网的建立,可使单

机实时定位达到 1-5 米的精度,可满足建立中、小比例尺 GIS 数据采集的精度要求;正在研究快速、高精度相位差分 GPS 技术,可获得优于厘米级的定位精度,这对于大比例尺 GIS 数据采集是很有意义的。

RS 是 GIS 的重要数据源和最有效的数据更新手段。目前主要采用人机协同方法实现线状面状目标的自动、半自动提取,对 GIS 的空间数据进行更新。但是,如何建立高效、快速的数据采集、编辑软件,以解决 RS 中提取的现势数据与 GIS 中的历史数据进行数据匹配和属性融合,一直是 GIS 数据更新领域研究的热门课题。

GPS 用于 GIS 数据实时更新,如果加上 CCD 摄像机进行实时摄像和自动影像处理,就可形成实用的 GIS 系统,如用于交通状况自动监测的智能交通系统和工业生产的自动调节系统等;利用 GPS 进行全自动转点下的空中三角测量和 DPS,可自动生成用于 GIS 的数字高程模型(DEM)和数字正射影像(DOM),进行人机交互式的半自动数字测图。

### 2 无缝 GIS 的研究

1998 年,美国副总统戈尔提出了数字地球的概念,将无缝 GIS 技术推到了地理信息系统研究领域的前沿。当前,对无缝 GIS 的研究主要集中在以下两个方面。

#### 2.1 GIS 多源空间数据的集成

GIS 的迅速发展和广泛应用导致了多源空间数据的产生。如何实现不同的 GIS 软件共享并操作不同来源的地理数据,即 GIS 多源空间数据的集成,成为 GIS 发展的关键。目前 GIS 多源空间数据的集成主要朝着三个方向发展,一是通过建立

统一的数据交换标准来约束并规范已有的各类地理信息系统,采用数据交换标准来进行空间数据交换;二是建立开放式地理数据互操作规范,进行地理信息系统互操作;三是 GIS 数据中间件技术。

统一的空间数据交换标准是实现地理信息共享的最低层次,由于地理信息系统的应用面不同、用户需求不同,采用统一的数据标准不太现实,因此它不能从根本上解决问题。地理信息系统互操作,特别是所谓的“Open GIS”模式,是一个重要发展趋势。Open GIS,即开放式地理信息系统,是为了使不同的地理信息系统之间具有良好的互操作性,以及在异构分布式数据库中实现信息共享的途径,它需要将 GIS 技术、分布处理技术、面向对象方法、数据库设计及实时信息获取方法更有效地结合起来。目前,Open GIS 只是处于研究阶段,相对而言,GIS 数据中间件技术比较成熟。

所谓 GIS 数据中间件是指能够嵌入各类 GIS 系统的软件插件,该类插件由各类 GIS 软件开发人员与用户各自独立完成。从时间段上 GIS 数据中间件的完成分二个阶段完成,其一阶段,某类 GIS 开发人员根据本类 GIS 的特点规定 GIS 数据中间件的数据输入输出(I/O)接口,并完成相应与 GIS 底层直接通信的部分;在第二阶段,GIS 用户根据自身需要及所处理的空间数据源的特点完成中间件的数据源解释部分,经过简单的编译实现可运行的 GIS 数据中间件,注册进系统,GIS 系统就完成了对用户数据的支持。

## 2.2 GIS 无缝空间数据库管理

GIS 起步之初,提供给用户的空间范围仅仅为“图幅”,即它的空间范围是有限的。随着 GIS 技术的不断发展应用,GIS 用户的需求也不断提高,目前能够管理多比例尺的、海量数据的无缝空间数据库已经成为 GIS 研究与应用的焦点。这里,无缝空间数据库的管理意味着 GIS 管理的数据不再是单一的图幅,而是范围更加广阔的区域,这个区域小可到一个城市,大到地球。由于硬件条件的限制,计算机系统尚不能处理海量的空间数据,因此从具体技术的实施上,可采用将空间数据分块存储于数据库中,即物理上空间数据是有缝隙的,但空间数据库提供图块之间的接图信息及拼接手段,保障了空间数据在使用上的空间连贯性,即数据在使用上是无缝的。

实现 GIS 无缝空间数据库系统的关键包括:1)设计科学的无缝空间数据结构;2)解决无缝空间数据的并发处理、统一调度和数据维护(包含网络多任务环境下的空间数据采集、编辑、自动分块、拼接)等问题;3)重新设计无缝 GIS 软件中的

多数功能,如空间数据分层显示、空间要素符号化、捕捉、空间分析等。

## 3 组件式地理信息系统(ComGIS)

组件式 GIS,也称嵌入式 GIS,是目前 GIS 软件领域的一个前沿技术。组件式 GIS 的基本思想是把 GIS 的各大功能模块划分为若干控件,每个控件完成不同的功能,各个 GIS 控件之间,以及 GIS 控件与其它非 GIS 控件之间,可以方便地通过可视化的软件开发工具集成起来,形成最终的 GIS 应用。

将若干部件集成在一起,像搭积木似地构造软件系统,是计算机软件行业长期以来一直企盼的事情。这种方法不仅节省时间和资金,提高工作效率,更重要的是可以产生更加统一、可靠的应用程序。目前,被计算机界广泛接受的微软的构件软件技术几乎成为一种工业标准。从它的 OLE1.0(对象连接与嵌入)到 OLE2.0,再发展到今天的 Active X(OCX)控件技术,已相当成熟。

目前,为顺应技术新潮流,各大厂商相继推出了基于 OLE 技术的嵌入式 GIS 组件,如全球最大的 GIS 厂商 ESRI(美国环境研究所)推出的 MapObject、著名的桌面 GIS 厂商 MapInfo 公司推出的 MapX 和加拿大阿波罗科技集团的 TITAN 等。嵌入式 GIS 组件为开发人员提供了一个快速、易用、功能强大的地图化组件。用户可以利用工业标准的可视化开发环境,如 Visual Basic、Visual C++、Delphi、PowerBuilder 等,只需在设计阶段将 GIS 组件嵌入到用户的应用程序中,就可以实现地图制图和 GIS 功能。

虽然采用 GIS 构件在开发上有许多优势,但也不可避免地存在一些功能上的欠缺和技术上的不成熟,主要包括以下几个方面:1)与专业的 GIS 客户端软件相比,采用构件技术不可避免地带来效率上的相对低下,这在访问超大空间数据(如大数据量的遥感图像)的时候表现得尤为明显;2)支持的空间数据量有限;3)目前 GIS 构件,只覆盖了 GIS 系统的部分功能;4)系统的可靠性、容错性有待提高。

## 4 万维网地理信息系统(WebGIS)

当前 Internet/Intranet 正在以惊人的速度迅速膨胀发展,在这样的形势下,如何将 GIS 引入 Internet/Intranet 世界,使 GIS 充分利用和发挥互联网的优势,就成为 GIS 发展研究的一个重要课题。与传统的基于桌面或局域网的 GIS 相比,WebGIS 以更广泛的访问范围、更简单的操作、更强现势性以及平台的独立性受到越来越多的 GIS 用户的青睐。WebGIS 的研究目标就是建立基于 Client/Serv-

e( 客户机/服务器 )结构的 GIS ,使用户能在其终端调用服务器上的数据和程序 ,或者通过互联网 ,实现地理数据的远程互操作和互运算 ,并进行在线 ( OnLine )分析和数据挖掘 ( Data Mining )。

最早的 WebGIS ,是将预先制成的地图图片链接到网页上 ,以满足所有用户的查询。随后的改进方案是在服务器端使用 CGI ( Common Gateway Interface )技术 ,由 CGI 程序负责处理用户输入 ,将用户的操作指令传递到运行在后台的 GIS 服务器 ,然后将服务器返回的结果 ( 服务器端生成的图像数据 )反馈给用户。这种动态操纵空间数据库生成查询结果图形和数据的方式 ,我们称为动态 ( dynamic )的 WebGIS。由于用户发出的所有指令最终都由服务器来完成 ,客户端实际上是起了一个图形终端的作用 ,致使服务器端负担过重 ,并且当网络数据流量较大时 ,容易在服务器端形成瓶颈 ,进而影响整个系统的效率。

与动态 WebGIS 相对应 ,目前研究最多的是“瘦”服务器“胖”客户端的 WebGIS ,即主动的 WebGIS。它不是由服务器包办处理用户的一切请求 ,而是通过服务器向客户端发送一段运行在本地机上的客户程序。这个程序可以与用户进行交互 ,处理用户的一些简单请求 ,如地图的开窗、放大等 ,所需的矢量数据直接向服务器申请。当客户发出一些较复杂、高级的操作要求而客户程序不能处理时 ,才请求 WebGIS 服务器处理 ,其处理结果也以矢量数据的形式发还给客户端。采用主动的 WebGIS 的优点在于 :1) 传送给用户的是矢量的 GIS 数据 ,而不只是一幅由服务器处理好的静态图像 ,用户不但可以查询地图数据 ,还可以分析和更新数据。2) 在网上传输的是矢量图形数据和属性数据 ,数据量较图像数据大大降低 ,同时由于程序是在客户端执行的 ,许多简单操作无须通过网络传交服务器处理 ,减少了用户和服务器之间的数据流量 ,提高了整个网络的运行效率 ,加快了响应速度。

### 5 三维地理信息系统 ( 3D GIS )

自然界三维空间现象很多 ,包括地表现象、地质现象、矿山现象、洋流现象、大气 ( 污染 )现象、地下自然和人工现象等 ,这些现象的描述、存贮、管理、分析和应用 ,用传统的 2 维或 2.5 维 GIS 来解决则显得无能为力 ,所以我们提出了三维地理信息系统 ,即 3D GIS。目前 ,3D GIS 研究重点集中在 :1) 三维数据结构的研究 ;2) 三维拓扑关系的研究 ;3) 三维空间分析的研究。

三维数据结构的研究主要成果归纳为五个方

面 :一是用于城市 3D GIS 的基于 TIN 和 CSG ( Constructive Solid Geometry )集成模型 ,其中 TIN 表示地形 ,CSG 表示建筑物 ;二是用于矿山、地质、海洋等领域 3D GIS 的基于八叉树和四面体格网 ( TEN )的混合模型 ,其中八叉树用于整体描述 ,TEN 用于局部描述 ;三是具有一般性的矢量栅格集成的三维空间数据模型 ;四是顾及空间剖分的三维拓扑数据模型 ,给出了其数据结构和三维实体的空间剖分方法 ;五是表达空间对象的时态 ,提出了一种 GIS 中面向对象的时空数据模型 ,将版本信息标记在属性上 ,直接表达同一对象不同时期多个版本的属性值。

3D GIS 拓扑关系的研究对于 3D GIS 中空间数据的查询与分析非常重要。主要成果有 :在分析 GIS 的时空特征的基础上 ,探讨了时空拓扑关系定义及时态拓扑关系的描述方法 ,给出了一个语义层时空拓扑关系定义 ,提出了一种完备、唯一的描述时态拓扑关系的 4I 框架 ;以点集拓扑理论为基础 ,运用维数扩展方法 ,提出了三维拓扑空间关系完善和形式化描述框架 ,定义了五种基本的拓扑空间关系 ,并给出了三维拓扑空间关系最小集的互斥性与完备性证明 ;结合矿山与地质领域的应用特点 ,提出三维矢量结构 GIS 的结点、边、环、曲面片、体之间的五组拓扑关系 ,给出了五组拓扑关系动态建立与维护的方法。

3D GIS 空间分析目前的研究成果认为 :3D GIS 的空间分析 ,有一些可以由 2D GIS 或 2.5D GIS 中常用的空间分析推广到 3D GIS 中来 ,如叠置分析 ( 面叠置、体叠置、线与面叠置、线与体叠置、面与体叠置 )、缓冲区分析 ( 点缓冲区、线缓冲区、面缓冲区、体缓冲区 )、网络分析 ( 路径分析、选址分析 )、地形分析 ( 坡度/坡向分析、挖/填土方量计算、断面分析、通视分析、地表距离与面积计算 )。另外 ,3D GIS 还有自己特有的空间操作与分析功能 ,如目标显示、拓扑关系等 ,它们必须建立全新的算法 ,像基于八叉树、TEN 的空间操作与分析等。

#### [ 参考文献 ]

- [ 1 ] 李峻 ,边馥苓.几个 GIS 技术发展热点及面临的问题 [ A ].GIS 年会论文集 [ C ].1999.
- [ 2 ] 王家耀.地理信息系统在中国的开拓与进展 [ A ].地理信息系统与电子地图技术的进展论文集 [ C ].长沙 :湖南地图出版社 ,1999.
- [ 3 ] 方裕 ,等.第四代 GIS 软件研究 [ J ].中国图形图象学报 ,2001 ( 9 ).
- [ 4 ] 华一新 ,等.地理信息系统原理与技术 [ M ].北京 :解放军出版社 ,2001.