

“数字塔河”生态遥感监测的关键技术

赖百炼^{1,2}

(1. 长安大学 地质工程与测绘学院 陕西 西安 740064; 2. 中煤航测遥感局 陕西 西安 710054)

Key Technology of Ecological Remote Sensing Monitoring for Digital Tarim River

LAI Bailian

摘要: 阐述新疆塔里木河流域数字生态环境建设中的几项关键技术, 该技术对生态环境遥感监测系统研究具有重要的借鉴作用, 对“数字流域”建设也具有一定的参考价值。

关键词: 生态环境; 遥感监测; 信息提取; 系统集成; 无缝镶嵌

一、前言

近年来, 国家投入 180 多亿元对新疆塔里木河进行综合治理, 在“数字流域”的框架下, 以生态环境遥感监测为主线, 应用 3S 集成技术, 建立生态环境数据采集、传输、储存管理、动态监测、分析预警等子系统是其中的重要工作之一。在两年多的“数字塔河”项目研发中, 笔者根据塔里木河流域生态环境及相关因素的数据现状和未来发展趋势, 采用遥感信息自动提取技术、遥感与 GIS 集成技术、空间数据无缝镶嵌技术、海量空间数据管理技术、基于数据流的系统集成技术及基于 WebGIS 的信息共享技术, 以数据集成为中心, 各子系统间数据流动关系为纽带, 把整个系统集成成为基于子系统数据间关系紧密、物理结构松散的组件式系统, 为“数字塔河”建设奠定了良好的基础。

二、“数字塔河”研发中的几项关键技术

1. 遥感信息自动提取技术

遥感的根本目的是为了从图像上提取信息。从卫星遥感图像中提取土地利用等信息的方法可以归纳为 3 种类型: ① 由计算机自动完成, 主要以光谱数据提取与土地利用相关的特征参数, 并设计相应的分类模型, 以达到分类的目的; ② 人工目视解译方法, 运用专家知识实施综合解译; ③ 人机相互结合的交互式解译方法, 由此提高解译的效率和精度。由计算机自动完成的遥感信息自动提取是遥感应用领域一个重点的研究和发展方向, 目前国内外在该技术的研究和探讨仅局限在范围较小的

区域内, 虽然也有很多的技术方案和算法, 但离实际的生产需求仍有很大差距。遥感信息的提取精度问题一直是困扰遥感信息自动提取应用推广的技术瓶颈, 主要表现在两个方面: ① 遥感信息本身的同谱异物和同物异谱现象, 以及待提取地物单元在数字遥感影像上色调、纹理、形态上的复杂性, 都给信息自动提取带来了很大的困难; ② 当前遥感信息自动提取技术大多还停留在试验阶段, 算法以及参数设置等都不成熟, 可操作性较差。因此, 要将信息自动提取技术应用于生产较实际确实面临许多技术上的难点^[1]。

新疆塔里木河流域地域宽广, 地势较平坦, 地物类型相对单一, 所要提取的耕地、林地、天然草地、沙漠等地类影像特征清晰, 且空间分布规律明显。这在我国其他地区是不多见的, 尤其是在我国植被覆盖多, 地类混杂的东南、西南地区, 有很多地类人工目视解译都很难区分。因此, 在新疆塔里木河流域进行信息自动提取具有得天独厚的优势。

遥感信息提取的精度决定了整个塔里木河流域生态动态监测与分析的效率, 而“数字塔河”项目采用了多种技术手段保证了遥感信息自动提取以及修编后的精度, 其中包括图像自动提取算法设计、图像处理一致性、解译参考完整性、人工修编规范性等方面。从信息自动提取算法的角度讲, 算法要求严密、先进, 但必须具有通用性。综合国内外相关信息提取算法, 再结合新疆塔里木河流域地物特征, 笔者采用了分级分类的分类思想。所谓分级分类就是按照级别来一级一级划分, 对于一个待分类的遥感影像, 首先可以区分为两个大类: 植被类

收稿日期: 2011-04-12

作者简介: 赖百炼(1964—), 男, 江西宁都人, 博士生, 教授级高级工程师, 主要研究方向为摄影测量与遥感。

与非植被类或是水体类与非水体类,而后在下一级的的时候再考虑在植被类里面划分林地、灌木、草地、农田等。一方面,这样分类看似简单,却合乎我们通常的认知过程,可以避免在一些大类别上的划分错误,同时可以缩小划分某一地类时的考虑范围,大大提高了分类的精度。另一方面,对于最低一级的类型划分采用监督分类的思想,依据知识库中所建立的对应地类的解译标志、地物样方、地物光谱等之间的对应关系,选择对应地类的样方信息。最后再经过主要/次要分析、集群分析等分类处理后即可得到某一专题的自动提取结果。笔者针对植被覆盖度、植被类型、土地沙质荒漠化、土壤盐渍化和土地利用5个生态环境专题各自不同的专题特征,建立了5个专题的信息自动提取流程。

2. 遥感与GIS集成技术

随着遥感技术的发展,遥感数据源的空间分辨率、光谱分辨率、时间分辨率都有了长足的进步。新型、海量的遥感数据使人们能够获得大量更加真实、准确的信息,并且与传统的地图数据采集过程相比,成本大幅度降低,数据更新周期显著缩短。因此,遥感数据已逐渐成为GIS的主要信息源和实时更新数据的重要保证。RS与GIS、GPS的集成,使得人们能够实时地采集数据、处理信息、更新数据以及分析数据。它们之间的集成,不仅实现了互补,而且产生了强大的边缘效应,将极大地增强以GIS为核心的综合体系的功能^[2]。

生态环境遥感监测子系统较好地集成了遥感图像的各种处理功能以及矢量数据的分析功能,形成了一个完备的生态环境监测、分析系统。从对遥感影像的校正、镶嵌、裁切、拉伸、融合等操作,到植被、沙质荒漠化、土壤盐渍化和土地利用等生态环境专题的信息自动提取,以及遥感信息提取所必需的遥感知识库查询和管理,再到基于栅格数据的图像对图像和分类图对分类图动态监测,构成了完整的基于遥感影像处理的栅格数据处理平台;从矢量专题数据的后期修编,到多期专题数据的动态分析,再到支持不同区域不同属性的查询统计,构成了比较完备的基于矢量数据的处理平台。遥感监测子系统很好地实现了两个平台的有机集成,遥感信息自动提取的结果可以直接输入到数据管理中,而数据管理模块中调入的栅格数据也可以应用于遥感影像的处理中。

3. 空间数据无缝镶嵌技术

空间地理数据的表示主要有栅格和矢量两种不同的形式。栅格形式是将地理表层空间划分为

一系列网格,空间目标由这些网格的位置及其量化值来表示;矢量形式则是将地理空间的一切事物、概念进行抽象,形成点、线、面,由点、线、面来组成各类空间目标。由于数据获取、数据表达、地图投影等方面的原因,在计算机世界里,地理信息往往被表示成不连续的子空间,为了更好地模拟客观世界,人们需要将其处理成连续无缝的数据^[3]。

塔里木河流域地域广阔,地理坐标介于东经 $73^{\circ}10'$ ~ $94^{\circ}05'$,北纬 $34^{\circ}55'$ ~ $43^{\circ}08'$ 之间,东西跨越了4个 6° 带,而通过数据采集系统所采集的各种基础图件都是分幅的,并且采用的是平面直角坐标系。如果将这些数据直接入库将会在跨带处产生缝隙,不能形成逻辑意义上完整的河流表现,也无法完成基于整个流域的生态环境分析。因此,必须采用相应的数据处理与建库技术,实现塔河整个流域数据的无缝集成管理,使之形成统一的整体。

4. 海量空间数据管理技术

随着对地观测技术的飞速发展,快速获取高分辨率遥感影像已不再困难。高分辨率意味着大数据量,对于同一地区不同分辨率的遥感影像,分辨率越高,数据量越大,两者之间并不是简单的线性增加,而是呈指数倍增长。塔里木河流域生态环境动态监测系统所采用的基础数据源就是多种分辨率的遥感影像,包括TM/ETM+、SPOT 5、QuickBird等。这些原始的基础数据经过融合、镶嵌等处理过程,形成的成果也是影像数据,可以直观地反映出塔里木河流域生态环境的变化情况,也是其他专业应用子系统进行分析的基础。因此,所产生的遥感影像成果应存入综合数据库中,并实现数据的快速查询、调用。此外,塔里木河流域所采集的数字高程模型(DEM)、数字正射影像图(DOM)、数字栅格图(DRG)等基础数据也有着较大的存储量,这些数据都可以归类为栅格结构的数据。因此,海量空间数据管理技术,最重要的就是对遥感影像等栅格结构数据的存储管理^[4]。

塔里木河流域综合数据库系统对遥感影像、数字高程模型(DEM)、数字正射影像图(DOM)、数字栅格图(DRG)等栅格数据均建立了独立的存储表空间,为了获得高效率的存取速度,在数据的组织上使用了金字塔数据结构和网格分块数据结构,并对影像数据进行了压缩,以缩短数据抽取时间。以高分辨率为底层,通过逐级抽取数据,建立不同分辨率的影像数据金字塔结构,并逐级形成较低分辨率的遥感影像数据,以便在数据查询检索时,调用合适级别的遥感影像数据,提高浏览和显示速度。

这种方法通常会增加 20% 左右的存储空间,但却可以提高影像数据的显示速度。

5. 基于数据流的系统集成技术

系统集成是大型应用系统建设必须考虑的一个问题。它是一个广义的概念,包括了硬件系统的集成、软件模块的集成、软件与硬件的集成、基础平台软件与开发软件的集成等。本系统所说的基于数据流的集成,主要是解决各子系统之间数据、功能的协调统一,通过数据流使得所开发的 4 个应用子系统形成统一的整体,完成塔里木河流域生态环境从数据获取、分析到信息发布的整个过程^[5]。

塔里木河流域生态环境动态监测系统由于要完成不同的功能操作,在结构上采用了划分子系统(功能模块)的方法,由各子系统完成特定的功能,并通过数据库系统进行关联,这是一种“数据紧密关联,功能独立松散”的连接关系。系统集成的关键就是围绕着数据进行集成,通过数据集成以及成果数据流时序的检测控制实现整个系统的集成。

塔里木河流域生态环境动态监测系统是一个涉及多种应用需求的综合系统,在运行时需要大量的数据作为支撑。本系统采用数据仓库和中间件相结合的模式进行系统数据集成,总体结构采用数据仓库方式,所有数据集中存储在综合数据库中,这样有利于实现数据的共享,系统同时也可使用中间件数据集成技术,并通过中间件管理系统实现对数据请求的响应。

6. 基于 WebGIS 的信息共享技术

随着计算机网络技术与 GIS 技术的发展,Web-GIS 技术为当今空间数据的共享提供了一种全新、跨越时空、快捷、有效的手段。从理论上讲,在 Web-GIS 环境下,对各种空间数据只要依据统一的数据共享标准和规范进行适当的改造,就能在互联网中自由地存取、发布和共享。但由于空间数据的复杂性,使得在空间信息共享中,还面临各种各样亟待解决的问题,其中之一就是如何为各种 Web 用户提供均质、集成和无缝链接的时空数据,从而实现由数据的检索、查询和信息共享到规律的认识和知识的发现,真正使有限的数据成为服务于社会的“无限知识”^[6]。

“数字塔河”项目选用 Esri 公司的 ArcIMS 为地

理信息发布平台软件,并通过 ArcSDE 空间数据引擎访问空间数据库。ArcIMS 是 Esri 公司开发的一个基于 Internet 的成熟 GIS 平台,Esri 公司的地理信息系统软件和数据格式已经成为业界的通用标准,许多国家和行业选择 Esri 公司的系列软件建立专业的 GIS 应用系统。ArcIMS 允许集中建立大范围的 GIS 地图数据和应用,并将这些结果提供给 Internet/Intranet 上的广大用户。

“数字塔河”项目采用间接信息提供方式,通过 ArcIMS 提供的 ArcXML 语言进行定制开发,除了编辑功能以外,几乎所有的 GIS 功能都可以在以 ArcIMS 为核心开发的 WebGIS 系统中实现。ArcIMS 建立的 WebGIS 系统通过 Esri 公司的空间数据引擎 ArcSDE 在后台数据库 Oracle 服务器中检索空间数据,并通过服务器端或客户端的分析,为客户端提供空间数据查询服务。

三、结束语

“数字塔河”项目经过两年多的研发,其成果已经广泛运用于塔里木河管理局的日常管理工作,产生了良好的社会效益和经济效益。采用分级分类的思想,实现了塔里木河流域的土地利用、荒漠化、植被、盐渍化等专题信息的自动提取,具有较好的推广价值。采用数字仓库管理技术、空间数据与属性数据一体化技术、多源数据无缝集成、海量空间数据储存技术等,为数字塔河建设奠定了良好基础。

参考文献:

- [1] 明冬萍, 骆剑承. 高分辨率遥感影像信息提取与目标识别技术研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(3): 18-20.
- [2] 罗睿, 张永生. 遥感影像数据模型及影像数据库的建立[J]. 测绘学院学报, 2000, 17(4): 273-276.
- [3] 王卉, 王家耀. 无缝 GIS 的概念框架[J]. 测绘通报, 2004(10): 23-26.
- [4] 王卉, 王家耀. 无缝 GIS 发展的两个关键技术[J]. 测绘通报, 2002(4): 10-11.
- [5] 张显锋, 崔伟宏. 集成 GIS 和细胞自动机模型进行地理时空过程模型与预测的新办法[J]. 测绘学报, 2001, 30(2): 148-155.
- [6] 龚健雅. 当代地理信息系统的发展趋势[J]. 东北测绘, 2002, 25(4): 10-15.