

文章编号: 2095-2163(2020)04-0299-05

中图分类号: TP75

文献标志码: A

基于高分辨率遥感影像数据处理与信息提取系统的设计及实现

吕军^{1,2}, 石岚^{1,2}

(1 中煤航测遥感集团有限公司, 西安 710199; 2 陕西省地理空间信息工程技术研究中心, 西安 710199)

摘要: 本文对国产高分系列遥感影像数据处理与自然资源信息提取的方法技术和实用软件进行了系统研究。从原始影像解压缩开始, 到辐射定标、大气校正、正射校正到多光谱数据和全色数据融合生成 DOM。应用 NDVI、NDWI、SBI 等多种指数, 基于灰度、纹理、光谱特征、形状等多种属性信息, 根据各个对象的权重来设置阈值, 对高分遥感影像进行面向对象分割, 实现来了不同地物类型的自动提取。研发的软件系统采用遥感与 GIS 一体化集成方案, 将遥感图像处理功能、信息提取和 GIS 空间分析、综合制图等集成到统一平台, 具有功能强大、使用方便等特点。

关键词: 遥感影像; 数据处理; 自动提取; 遥感与 GIS 一体化

Design and Implementation of Data Processing and Information Extraction System Based on High Resolution Remote Sensing Image

LV Jun^{1,2}, SHI Lan^{1,2}

(1 Aerial Photography of Chinese Coal Incorporated Company, Xi'an 710199, China;

2 Provincial Geospatial Information Engineering Technological Research Center of Shanxi, Xi'an 710199, China)

[Abstract] The method technology and practical software system of data processing and natural resources information extraction based on domestic high-resolution series remote sensing images are studied. From the decompression of original image to the fusion of radiation calibration, atmospheric correction, ortho-correction, multi-spectral data and panchromatic data to generate DOM, using NDVI, NDWI, SBI and other indices, based on gray, texture, spectral characteristics, shape and other attribute information, threshold is set according to the weight of each object, and object-oriented segmentation of high-resolution remote sensing image is different. Automatic extraction of terrain types. The developed software system integrates remote sensing and GIS, integrates remote sensing image processing, information extraction, GIS spatial analysis and integrated cartography into a unified platform. It has powerful functions and is easy to use.

[Key words] remote sensing image; data processing; Automatic extraction; Integration of Remote Sensing and GIS

0 引言

随着遥感技术的飞速发展, 中国已进入大数据时代, 虽然每天接收的遥感数据已达 TB 级, 但信息提取严重不足。当前遥感研究的重点就是如何快速高效的从海量的遥感影像中提取需要的信息。传统的人工目视解译费时费力, 基于中高分辨率的遥感影像信息自动提取势在必行。

使用遥感影像地物信息自动提取技术, 实现智能化的自然资源利用遥感监测管理, 是该系统的主要目的。能够对国产主流高分遥感卫星数据实现自动化预处理工作和地物分类识别, 并对分类结果进行统计分析、制图打印等功能, 为政府及相关管理部门提供科学决策支持。

1 系统技术路线

系统的遥感数据处理与信息提取模块基于 IDL 语言开发, GIS 数据空间分析和制图使用 ARCEngine 插件开发, 充分发挥 IDL 和 ArcEngine 的

特点, 实现真正的 GIS 与遥感一体化集成。

1.1 基于 IDL 语言的遥感平台

IDL (Interactive Data Language) 交互式数据语言是进行二维及多维数据可视化表现、分析及应用开发的理想软件工具。作为面向矩阵、语法简单的第四代可视化语言, IDL 致力于科学数据的可视化和分析, 是遥感应用开发的最佳选择。该软件可以完成图像数据的输入/输出、定标、几何校正、正射校正、图像融合、镶嵌、裁剪、图像增强、图像解译、图像分类、动态监测、矢量处理、波谱分析、异常地物提取、目标识别、植被分析、与 GIS 的整合等^[1-3]。

1.2 基于 ArcEngine 构建 GIS 平台

ArcGIS Engine 是为 GIS 开发者提供的一个完备的 GIS 组件库。利用 ArcEngine 可以将 ArcGIS 功能嵌入到其它应用程序中, 从而能够为用户提供先进的地理信息系统解决方案。通过对地理现象, 事件及其关系进行可视化表达, 从而解决用户的问题, 构

作者简介: 吕军(1981-), 男, 学士, 工程师, 主要研究方向: RS 与 GIS 应用开发工作。

收稿日期: 2019-10-30

建特定的应用,提升工作效率以及制定科学决策。GIS操作包括:地图浏览、地图创建、编辑、维护、数据空间分析、制图等。

2 系统总体结构

系统以高分系列卫星遥感影像为数据源,结合GIS技术,通过建立遥感解译模型,对自然资源信息进行自动提取。本系统为专业应用系统,系统结构主要采用C/S结构,系统开发采用三层架构设计,由数据支撑层、业务逻辑层和用户交互层组成。系统总体结构如图1所示。

数据支撑层主要为系统提供数据服务,包括数据存储和数据维护,是系统运行的基础;业务逻辑层主要提供数据处理的过程,通过编制的应用程序对数据加工处理,以满足系统所需;用户交互层为用户启动功能处理提供界面,用户在界面上为功能处理提供相关参数。

数据预处理模块主要包括数据预处理单项功能和一键自动化生产DOM功能。

信息自动提取模块主要包括对农作物、林地、道路、建筑用地、水域等信息的分类自动提取功能。

空间统计分析模块主要包括对信息提取成果进行空间运算、变化提取、标注、缓冲区分析、面积统计输出等功能。

专题制图模块主要包括对信息提取成果进行专题图制作、符号化、页面整饰、打印预览、输出等功能。



图1 系统总体结构图

Fig. 1 Overall structure of the system

3 系统主要功能与实现

高分辨率遥感影像数据处理与信息提取系统主要由6个功能模块组成,基本操作、数据预处理、影像自动处理、分类信息提取、空间统计分析、专题制图。图2为系统主界面。



图2 系统主界面

Fig. 2 System main interface

3.1 基本操作

基本操作包括文件操作、图层视图、辅助工具、皮肤等功能。

文件操作包括新建文档、打开文档、保存文档、另存文档和打开数据,系统可增添各种常用栅格和矢量数据。

层视图操作包括复位、选择、信息、放大、缩小、平移、前一视图、全图显示和后一视图。

辅助工具操作包括距离操作、面积测量、图层刷新、图层属性和图片输出。

3.2 数据预处理

数据预处理包括栅格矢量数据投影变换、投影定义、坐标转换、辐射定标、正射校正、大气校正、几何配准、图像融合、图像镶嵌、图像裁剪、重采样等功能。

正射校正:对影像进行倾斜改正和投影差改正;辐射定标:将影像数据的灰度值转换为辐射亮度值图像;大气校正:减少大气对遥感图像的影响,得到真实的地表反射信息;

几何校正:系统默认使用全球900m空间分辨率DEMS数据,也可以选择更高精度的DEM替换此数据,从而提高正射校正的精度;

几何配准:可以自动定位和匹配同名点,系统也支持加入已有的控制点来提高配准精度。

影像融合:采用Gram-Schmidt融合方法,较好地保留了图像的光谱信息。

3.3 影像自动处理

影像自动处理主要包括高分1号和高分2号自动处理功能。

高分1、2号自动处理从原始影像解压缩、辐射定标、大气校正、正射校正、融合等一键自动完成数据预处理。

3.4 分类信息提取

分类信息提取主要包括农作物、林地、道路、建

设用地、水域等功能。本系统应用的信息提取指数主要有 NDVI、DNWI、SBI 等。

归一化差值植被指数 NDVI (normalization difference vegetation index), 主要应用于检测植被的生长状态、覆盖度和消除部分辐射误差等。因为这一形式可部分消除由照明条件变化、倾斜、观察姿态所造成的误差, 故能很好地反映植被和土壤差异以及植被覆盖度, 与植物不同生长期的生物量有较好的相关关系。

$$NDVI = (p(Red) - p(NIR)) / (p(Red) + p(NIR)), \quad (1)$$

归一化差异水体指数 NDWI (Normalized Difference Water Index), 用遥感影像的特定波段进行归一化差值处理, 抑制植被和土壤信息, 以凸显影像中的水体信息。

$$NDWI = (p(Green) - p(NIR)) / (p(Green) + p(NIR)), \quad (2)$$

土壤亮度指数 SBI (Soil Brightness Index), 反应土壤的裸露状况, 土壤背景和环境反射率的空间变化与土壤结构、构造、颜色和湿度有关。由于土壤背景的作用, 当植被覆盖稀疏时, 红波段辐射将有很大的增加, 而近红外波段辐射将减小。

$$SBI = \sqrt{p(Red)^2 + p(NIR)^2}. \quad (3)$$

其中, $p(Red)$ 代表遥感影像的红波段, $p(Green)$ 代表绿波段, $p(NIR)$ 代表近红外波段。

3.5 空间统计分析

空间统计分析是在信息提取模块成果数据的基础上, 进行空间叠加、统计分析等, 通过空间位置建立数据间的统计关系。主要包括空间运算、面积计算、变化提取、图层标注、缓冲区分析等功能。

空间运算: 同一区域、同一比例尺的两组或两组以上的多边形要素的数据文件进行叠加产生一个新的数据层, 其结果综合了原来图层所具有的属性。

面积计算: 据所选择的图层的空间参考信息, 以及选定的面积计算后赋值的字段, 将重新计算的图斑面积值赋值到该字段。如果当前图层没有相应合适的面积赋值字段, 则需要创建新的面积字段。

变化提取: 指定两期变化叠加分析成果的前后字段的值不相等的情况, 并将符合条件的图斑提取出来。

图层标注: 矢量数据可以根据其属性数据进行地图标注, 标注可以根据某一个属性值, 也可以根据多个属性的组合。标注方式有双字段标注、分式标注、复杂分式标注 3 种。

缓冲区分析: 据所选择图层的空间信息, 以及设定的缓冲距离, 生成缓冲区。

3.6 专题制图

专题制图包括专题图渲染、添加制图要素、页面设置、地图输出打印等功能。

专题图渲染分矢量专题图渲染和栅格专题图渲染。矢量专题图有唯一值、数量、图表 3 种渲染模式, 栅格专题图制作有拉伸、唯一值、已分类、离散颜色 4 种渲染模式。

添加制图要素: 布局视图中可以加入数据框、指北针、文字、比例尺、图例等, 且可以设置加入要素的属性。

页面设置: 置页面纸张大小、纸张来源、方向、页边距。

地图输出打印: 前视图以图片格式输出到本地存储。输出图片格式有 jpeg、tiff、bmp、emf、png、gif; 可在打印预览视图中查看当前的布局视图, 在地图打印中将当前布局视图打印。

4 系统关键技术

4.1 面向对象三层结构设计

在面向对象的开发中, 通常把面向对象系统中的所有相互联系的对象分成三层: 数据访问层、业务逻辑层、用户交互层。这样有利于对系统的开发、维护、部署和扩展。当然, 分层的目的也在于“高内聚, 低耦合”的思想。采用“分而治之”, 把问题划分开来各个解决, 易于对整个开发过程的控制、延展和合理的分配任务。

数据访问层、业务逻辑层与用户交互层这三层构成了系统的物理模型, 在构造系统模型中使用 UML 语言作为建造模型的工具。所谓三层体系结构, 是在客户端与数据库之间加入了一个“中间层”, 也叫组件层, 三层体系的应用程序将业务规则、数据访问、合法性校验等工作放到了中间层进行处理。通常情况下, 客户端不直接与数据库进行交互, 而是通过网络与中间层建立连接, 再经由中间层与数据库进行交互。实现三层结构, 有利于对系统的维护。

4.2 C#与 IDL 混合编程

C# (C Sharp) 是一种新的编程语言, C# 与 COM (组件对象模型) 直接集成, 是微软公司 .NET windows 网络框架的主角。

IDL 则一直是应用程序开发和科学家进行可视化与分析的首选语言, 是进行科学数据分析、可视化表达和跨平台应用开发的高效软件和理想工具。作

为第四代语法简单、面向矩阵运算的计算机语言,IDL 拥有丰富的分析工具包,开发实现数据处理分析和可视化程序变得非常容易。

C#可以通过 COM 组件的方式直接调用 IDL 进行开发。IDL 提供了 IDLDrawWidget 和 COM_IDL_CONNECT2 个组件,其中 IDLDrawWidget 组件是带 UI 的可视组件,可在其它语言框架下创建 IDL 的显示 Draw 组件,使得该技术非常适合进行 ENVI/IDL 的可视化展示;COM_IDL_CONNECT 是不带 UI 的功能组件,非常完善地提供了 ENVI/IDL 现有功能调用的支持。本系统开发采用了 COM_IDL_CONNECT 组件。

4.3 组件式 GIS

组件式 GIS 是目前 GIS 系统开发的主流方法,组件式 GIS 是面向对象和组件技术在 GIS 软件中的应用。组件式 GIS 的基本思想是把 GIS 的各大功能模块划分为几个控件,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。与之前的 GIS 相比,组件式 GIS 主要特点包括:小巧灵活、价格便宜、无须专门 GIS 开发语言、强大的 GIS 功能、开发简捷等。目前组件式 GIS 主要采用微软的 COM/DCOM 或者 .Net 组件、SUN 的 JavaBean 组件和 OMG 的 CORBA 组件等可重用的软件模块技术。本系统采用的是微软的 .Net 组件。

5 系统特点

5.1 影像自动化处理

系统提供高分 1 和高分 2 号全自动化处理,从原始影像解压缩开始,到辐射定标、大气校正、正射校正到多光谱数据和全色数据融合一键生成 DOM。系统集成全球 900 米空间分辨率 DEM 数据,如果有更高精度的 DEM,可替换此数据,从而提高正射校正的精度。高分系列影像自动化处理工具缩短了制作 DOM 时间,比传统制作 DOM 方法提高了几倍的效率。如图 3 所示。

5.2 面向对象信息提取

“同物异谱,同谱异物”会对遥感影像分类产生影响,加上高分辨率影像的光谱信息不是很丰富,高分 1 号和高分 2 号只有 4 个波段,常伴有光谱相互影响的现象,这给基于像素的分类方法加大了难度,而面向对象的影像分类技术从一定程度减少了上述影响。

系统应用了 NDVI、NDWI、SBI 等多种指数,基于灰度、纹理、光谱特征、形状等多种属性信息^[4-5],根据

各个对象的权重来设置阈值,进行面向对象分割^[6-8]。图 4 为基于高分 1 号图像的道路信息提取。

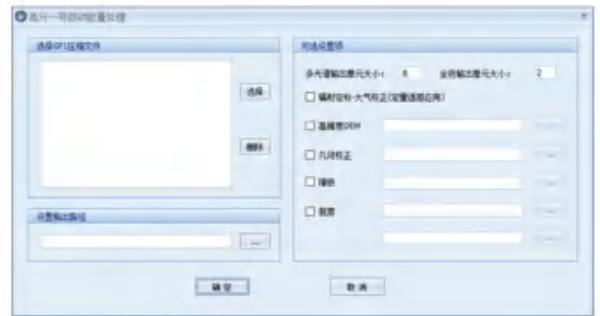


图 3 高分 1 号自动批量处理

Fig. 3 GF-1 automatic batch processing

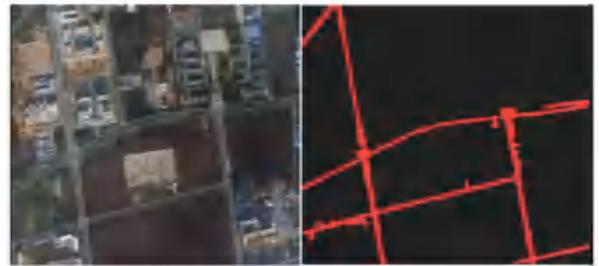


图 4 道路信息提取

Fig. 4 Road information extraction

5.3 遥感与 GIS 一体化

遥感是空间数据采集和分类的有效手段,遥感影像已经成为 GIS 的主要信息源,并作为 GIS 的核心组成部分,GIS 是管理和分析空间数据的有效工具,帮助提升遥感影像的利用价值。遥感与 GIS 的一体化集成逐渐成为一种趋势和发展潮流^[9-11]。

系统采用 IDL 与 ArcEngine 一体化集成方案,通过 C#、IDL 语言和 VS 开发工具,将图像处理、信息提取、空间分析等遥感和 GIS 功能集成到一个平台。通过 ArcEngine 解决了数据浏览、栅格矢量叠加、栅格矢量渲染、专题制图以及空间分析等问题;用 IDL 开发影像处理引擎,解决专业的影像处理过程;基于成熟平台的二次开发,快速实现了系统无缝集成开发,而且大大减少了程序的开发量、开发周期,减少了系统开发的风险。

6 结束语

本系统采用遥感与地理信息系统一体化集成方案,通过二次开发实现了国产高分数据从原始数据包到遥感专题数据生成的自动化。系统运行环境大众化,体系结构完整,具有较高的开放性,以保证后期的扩展。已在某地的自然资源资产审计工作中得到了应用,取得了较好的效果,得到了客户的好评。

(下转第 305 页)