

基于 RS 和 GIS 的生态环境监测评估应用系统

匡昭敏¹, 陈超泉², 黄永璘¹, 何立¹, 莫伟华¹

(1. 国家卫星气象中心遥感应用试验基地/广西气象减灾研究所, 南宁 530022; 2. 桂林工学院现代教育技术中心, 桂林 541004)

摘要: 通用遥感影像处理软件侧重于遥感数据的预处理, 用于实现旱涝等生态环境监测评估功能时操作复杂。为简化生态环境监测评估的工作流程, 该文结合 RS、GIS 和 GPS 技术, 以监测评估模块为核心, 研发了基于 RS 和 GIS 的生态环境监测评估系统。用该系统对广西 2005 年 6 月的特大洪涝灾害进行了动态监测和评估, 取得了较好的监测效果。

关键词: 遥感; 监测评估; 生态环境; 洪涝

Ecological Environmental Monitoring and Evaluation System Based on RS and GIS

KUANG Zhao-min¹, CHEN Chao-quan², HUANG Yong-lin¹, HE Li¹, MO Wei-hua¹

(1. Remote Sensing Application and Validation Base of National Satellite Meteorological Center/Guangxi Meteorological Disaster Mitigation Institute, Nanning 530022; 2. Modern Education Technology Center, Guilin University of Technology, Guilin 541004)

[Abstract] Universal remote sensing image processing software is focused on remote sensing data preprocessing, and the work flow of monitoring and evaluation in ecological environment is complicated. To simplify the work, integrated with the technology of RS, GIS and GPS, the ecological environment monitoring and evaluation system embedded application module is researched and developed based on the RS and GIS, which is used in monitoring and assesses the severe flood disaster in Guangxi in June 2005, and satisfied monitoring results is achieved.

[Key words] Remote Sensing(RS); monitoring and evaluation; ecological environmental; flood

1 概述

生态环境是人类生存和发展的基本条件。保护并建设好生态环境, 实现可持续发展, 是我国现代化建设中必须坚持的一项基本方针。频繁的生态灾害不仅会带来巨大的直接经济损失, 还会导致生态破坏或生态系统退化, 区域生态系统服务功能持续下降。

遥感技术(Remote Sensing, RS)和 GIS 技术是宏观生态环境监测评估发展的方向和主要技术手段。RS 是一种高效能的信息采集技术, 集多种传感器、多级分辨率、多频段和多时相为一体, 以获取信息为主, 以物理手段、数学手段和地学分析为基础的综合性应用技术, 具有宏观、综合、动态、快速的特点。RS 技术在国内外生态环境监测评估方面已得到广泛应用。

但目前, 通用的遥感影像处理软件其功能多侧重于遥感数据的预处理方面, 其应用功能相对较弱, 且没有专门的旱涝等生态环境灾害监测模块, 实现旱涝等各种生态环境监测功能的操作比较复杂。因此, 有必要设计开发专业的遥感生态环境监测软件, 通过内建的专用模型实现旱涝等生态环境灾害的监测。

为了简化工作流程, 提高开展生态环境监测评估的工作效率, 本文研发了基于 RS 和 GIS 的生态环境监测评估应用系统, 该系统以 EOS/MODIS 数据为主要遥感数据源, 可实现遥感影像数据预处理, 简便、快捷地进行旱、涝、林火等生态环境动态变化监测评估, 为资源的充分利用、生态环境保护和防灾减灾措施的制定等提供科学依据, 促进农业生产的可持续发展。

2 系统分析与设计

2.1 系统开发目标

基于 RS 和 GIS 的生态环境监测评估应用系统的总体设计目标是以 RS 技术为基础、以 GIS、GPS 技术为辅助手段、以应用监测评估模型为核心, 遵循标准化、规范化、空间化原则, 设计开发出基于 RS 和 GIS 的生态环境监测评估应用系统。通过系统的建设运行, 使应用遥感数据开展干旱、洪涝、林火等生态环境灾害监测评估的工作更高效地运行, 提高生态环境监测评估的工作效率。本系统设计的另一个目标是做好系统核心模块以及其他应用模块的设计, 提供一个扩展性强、易于维护和二次开发的应用系统。

2.2 系统开发与运行环境

硬件环境: 系统开发机为 PC 机, 内存 512 MB, CPU P4 1.7 GHz, 硬盘 40 GB 以上。软件环境: 操作系统为 Windows XP Professional; 开发平台为 Visual C++ 6.0。

2.3 系统功能结构设计

面向对象是一种认知方法学^[1-2], 既提供了从一般到特殊的演绎手段(如继承等), 又提供了从特殊到一般的归纳形式

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划基金资助重点项目(2006BAD04B03); 广西自然科学基金资助项目(桂科自 0640053, 桂科基 0778006-11); 广西气象局科研基金资助重点项目(桂气发 2004-233-2)

作者简介: 匡昭敏(1968—), 女, 高级工程师、硕士, 主研方向: 生态环境, RS 和 GIS 技术的应用; 陈超泉, 副教授、硕士; 黄永璘, 助理工程师; 何立, 工程师; 莫伟华, 高级工程师、硕士

收稿日期: 2007-10-22 **E-mail:** kzhaomin@163.com

(如类等)^[3]。

本系统采用面向对象(OOP)设计方法进行设计,以遥感数据处理与生态环境监测评估为主线,实现遥感数据预处理的常规功能(辐射校正技术、投影变换技术和几何纠正技术)、遥感数据管理功能、数字图像处理功能(图像显示、图像增强、图像缩放/挖图)与系统的应用功能(陆面温度 LST 和归一化植被指数 NDVI 的反演计算,干旱、洪涝、火情等生态环境遥感监测评估,监测区影像数据提取,分区面积统计),以及矢量地理信息的叠加和矢量图形风格设置的实现。基于 RS 和 GIS 的生态环境监测评估应用系统的功能结构见图 1。

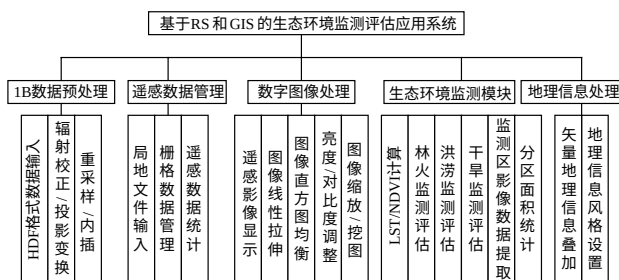


图 1 系统功能结构

3 系统的关键技术

3.1 面向对象设计技术

系统设计采用面向对象的设计方法,开发出规范化、具有较高可移植性、可扩展性的软件,提高系统开发效率。在本系统开发过程中,将相关功能模块进行封装,便于集成和使用。

3.2 MODIS 1B 数据投影变换

地图投影是把地球表面投影到某个投影面上,在一个平面上表示出来。要实现遥感数据的应用,必须对遥感图像进行投影变换。本系统使用等角投影,等角投影又称“正形投影”,是地图投影的一种,该投影能保持小范围内图形轮廓与实地相似。变换公式如下:

$$\begin{cases} x = \varphi \\ y = \theta \end{cases} \quad (1)$$

其中, θ 表示经度; φ 表示纬度。

3.3 重采样/内插技术

遥感数据经过几何纠正后原像元的地理位置不一定准确对应校正后影像的像素点,须对校正后图像进行内插计算。常用的内插方法有最邻近内插法、双线性内插法、三次卷积法、反距离归一化权重法等。经试验对比,选择反距离归一化权重插值法。插值公式如下:

$$\begin{cases} SUM = \sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} \\ V = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{d_i}}{SUM} \end{cases} \quad (2)$$

其中, n 为参与计算的像素点数; d_i 为第 i 点到当前点的距离; V_i 表示为第 i 点的属性值; V 为计算所得当前点的属性值。

3.4 遥感图像增强技术

图像增强指利用各种数学方法和变换算法提高图像中的对象(研究目标)与非对象(对象以外的背景)的对比度与图像清晰度。从而突出人或接收系统感兴趣的背景。而遥感图像增强则是用各种数学方法和变换算法提高某灰度区域的反差、对比度与清晰度,从而提高图像显示的信息量,使图

像易于被人眼分辨。本系统主要使用分段线性增强^[4],分3段公式如下:

$$g(x,y) = \begin{cases} \frac{c}{a-\min_f} f(x,y) - \frac{c \times \min_f}{a-\min_f}, & \min_f \leq f(x,y) < a \\ \frac{d-c}{b-a} f(x,y) + \frac{bc-ad}{b-a}, & a \leq f(x,y) < b \\ \frac{255-d}{\max_f-b} f(x,y) + \frac{d\max_f-255b}{\max_f-b}, & b \leq f(x,y) \leq \max_f \end{cases} \quad (3)$$

在式(3)中,遥感数据的范围为 $(\min_f, \max_f)$,分为 $(\min_f, a)$, (a, b) 和 $(b, \max_f)$ 3 段,分别做线性增强到 $(0, c)$, (c, d) 和 $(d, 255)$ 3 个灰度区间。

3.5 地理信息矢量图形叠加

使用面向对象的程序设计方法,构建多种矢量图形元素对象,包括点、直线、连续直线、多边形等图形元素对象,并在对象中封装矢量图形的修改、显示、风格设置等功能,使其能实现相应功能。

4 系统主要功能模块与实现

4.1 EOS/MODIS 1B 数据预处理模块

卫星数据的预处理技术主要包括辐射纠正技术、投影变换技术和几何纠正技术。使用第三方类库读取 MODIS 1B HDF 格式数据,经过数值转换、等角投影变换、几何纠正等处理,采用人机交互方式,选择 1 B 文件的路径、输出局地文件路径、投影的经纬度范围以及经纬度分辨率等,最后生成局地文件,供后续应用处理使用。

4.2 遥感数据管理模块

系统允许同时打开多个数据文件,而每个遥感数据文件有多个通道,该模块主要用来读取和管理遥感数据。该模块由以下 3 个对象构成:

(1)单通道遥感数据对象,表示一个遥感数据文件中的一个通道, C++描述为 CBand 类。对象属性包括通道数据的行列数、通道号、经纬度、投影方式、分辨率等信息;对象接口包括通道的读取、释放、统计等。

(2)局地文件对象,表示一个局地文件,管理若干个单通道数据对象 CBand, C++描述为 CGrid 类。对象属性包括 CBand 对象的个数、对象别名、对应文件的路径等;对象接口包括获取通道数据、添加单通道对象、删除单通道对象等。

(3)局地文件管理对象,系统支持打开多个遥感数据文件,该对象表示为管理多个遥感数据文件的对象, C++描述为 CGridset 类。对象属性包括 CGrid 对象个数等;对象接口包括获取 CGrid 对象、添加删除 CGrid 对象等。

基于上述构建的对象,系统采用分 3 层树型的数据管理方式。自树根到树叶可描述如下:以局地文件管理对象对象(CGridset)为树根,系统主框架只有一个 CGridset 对象,它管理的对象为多个打开的文件,即将局地文件对象(CGrid)作为树枝进行管理,每个 CGrid 对象对应每个文件;而每个遥感数据文件有多个通道数据,每个通道数据对应为树叶,也就是单通道遥感数据对象(CBand),如图 2 所示。

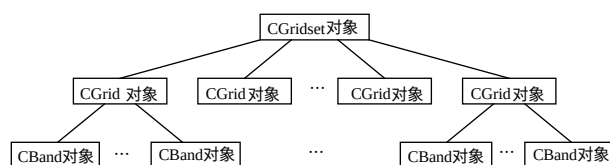


图 2 数据管理结构

4.3 地理信息处理模块

地理信息处理模块实现地理信息数据的读取、显示、叠加及风格设置等功能,支持 ArcView SHP 矢量文件格式,系统提供树型的地理信息数据管理界面,可以方便地进行地理信息叠加及风格设置。该模块由多个矢量图形对象构成,首先构建基本矢量图形系统元素对象, C++描述为 CDraw, 然后在后在此基础上派生出点、直线、连续直线、多边形等矢量图形元素对象^[5]。

4.4 数字图像处理模块

图像处理模块由图像处理对象组成,主要处理遥感影像的彩色合成、图像调整、图像增强、分级着色等功能, C++描述为 CImage 类。

(1)对象属性包括 RGB 对应通道的 CBand 对象、对应位图信息、图像行列数等。

(2)对象接口包括图像的显示、图像分段增强、分级着色、图像亮度/对比度增强、图像直方图均衡增强^[6]、监测区影像数据提取、缩放、挖图等接口。

4.5 生态环境监测评估模块

生态环境监测评估模块是本系统的核心,从功能上它首先是对某监测评估对象(如旱情、洪涝等)提出个别模型,通过人机对话选择个别模型,经过逐步计算生成监测评估专题图。目前生态环境监测评估模块包括陆面温度(LST)计算、归一化植被指数(NDVI)计算、干旱监测评估模型、洪涝监测评估模型和火灾监测模型等。本模块可以随着监测对象的增加,不断扩充新的个别监测评估模型,从而满足日益增加的监测需求。

例如洪涝监测专题模块:

洪涝监测采用多波段监测模型,主要分析水体在多波段、各类植被指数域特征,建立逻辑判别式确定相应阈值,交互式进行云、陆地、水体识别,通过水体判识模型(NDWI, ANDWI, VRWI)计算,综合提取水体信息。实现判识预览功能、面积计算、判识结果保存,叠加相应的行政边界、河流、城市等地理信息,并提供不同时期的水体识别结果进行叠加对比分析,系统运行结果以图表形式显示。

5 系统应用实例

广西地处亚热带地区,南临北部湾,受海洋气候影响,西北邻云贵高原,常年旱涝交替,气候灾害种类多,属生态环境较脆弱区,对全球气候变化的反应十分敏感。本系统已应用于广西洪涝、干旱及火灾等生态环境灾害监测评估业务中,为地方政府及相关部门提供了决策参考,取得了理想的服务效果。

在 2005 年 6 月中下旬,受强盛的西南暖湿气流和弱冷空气的共同影响,广西暴雨天气过程频繁发生,降雨量异常偏多,造成了重大损失。此期间应用本文系统,利用 EOS/MODIS 卫星于 2005 年 6 月 22 日~2005 年 6 月 29 日获取的实时数据,选择梧州西江河段、桂平三江口河段等主要河段,对这次洪涝灾害过程进行了动态监测和灾情评估。遥感监测结果显示:通过 6 月 24~6 月 29 日对浔江流域桂平-平南段的连续监测,与正常水位时相比较,发现流域内水体范围明显增

大,洪涝受灾区主要分布在郁江和浔江流域附近,以及桂平市和平南市的多个区域。其中,桂平市位于黔江、郁江和浔江 3 江交汇处,该市的南木镇、思宜镇、江口镇和蒙圩镇均有洪涝发生,平南县的思旺镇、官成镇、安怀镇也有大片涝区,24 日淹没区的范围最大,29 日淹没区明显变小,退水区域增加,灾情大大缓解,直至 7 月初,平南县仍有部分的重灾区存在。洪涝灾情统计见表 1。

表 1 广西桂平市和南木县 2005 年洪涝灾情统计

地点	洪涝面积/(km) ²			
	6 月 24 日	6 月 25 日	6 月 26 日	6 月 29 日
桂平南木	10.34	云覆盖	9.85	6.80
桂平思宜 1	14.90	云覆盖	3.46	2.53
桂平思宜 2	8.17	云覆盖	云覆盖	水退
桂平思宜 3	5.02	云覆盖	云覆盖	水退
桂平蒙圩	9.83	云覆盖	云覆盖	云覆盖
桂平江口—平南思旺	43.54	37.52	云覆盖	17.35
平南官成—安怀	35.43	云覆盖	云覆盖	23.21

6 结束语

基于 RS 和 GIS 的生态环境监测评估应用系统对生态环境保护、防洪抗旱、灾害监测评估等具有重要意义。本系统实现了 RS 与专业监测评估模型的有机结合,提供了灵活的人机交互界面和可视化表达,实现了遥感数据预处理,陆面温度 LST 和归一化植被指数 NDVI 的反演计算,干旱、洪涝、火灾等生态环境监测评估等功能。实践证实了该系统的实用性和先进性。

生态环境监测评估内容广泛,对于生态环境的其他监测内容,只要把专业监测模型进行移植就可以直接采用本系统架构。随着计算机技术的发展,RS, GIS 技术在生态环境方面的应用将更加实用化、智能化,对增强生态环境保护和管理工作的主动性、实现可持续发展有着重要意义。

参考文献

- [1] Shou Yucheng, Dong Jingxiang, He Zhijun. Integrate CAD to CAPP/CAM With Objectoriented Engineering Database Using STEP[C]//Proc. of 1993 IEEE Region 10 Conferences on Computer. [S. l.]: Control and Power Engineer, 1993: 592-595.
- [2] 缪逸,步丰林,张申生.面向对象方法在专用 CAD 系统建模中的应用[J]. 计算机应用, 1999, 19(1): 7-9.
- [3] 窦连旺,陈鑫,刘鲁源.基于面向对象技术的参数化 CAD 系统[J]. 计算机工程, 2004, 30(9): 182-186.
- [4] 殷年.基于线性拉伸的遥感图像处理[J]. 光电子技术与信息, 1998, 11(5): 29-33.
- [5] 陈建春. 矢量图形系统开发与编程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [6] 何斌,马天予,王运坚,等. Visual C++数字图像处理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.