

基于 GIS 和 RS 的森林火灾管理系统的设计与实现

王 中^{1,2}

(1. 合肥工业大学 资源与环境工程学院,安徽 合肥 230009;
2. 中国地质科学院 矿产资源研究所,北京 100037)

摘要:介绍了组件式 GIS 开发技术的概念和特点,分析了 GIS 和 RS 技术在森林防火中的应用前景。针对森林防火管理的特点,将 GIS 和 RS 技术结合设计和开发出森林火灾管理系统,该系统实现了对火灾高发区及火场的定位、预测、监控和分析等功能,促进了森林防火信息化管理。利用组件式开发技术,森林火灾管理系统可以实现对林区的基本空间分析功能,并且可以对林区火场实现 3 维漫游,以辅助决策指挥。

关键词:组件式 GIS; 森林火灾; 管理系统; 设计; 实现

中图分类号:P208;C931.6 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2011)05-0016-04

Design and Implementation of Forest Fire Management System Based on GIS and RS

WANG Zhong^{1,2}

(1. Resources and Environment Engineering School, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
2. Research Institute of Mineral Resources of Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: This paper described the concepts and features of component GIS technology, and analyzed the application on forest fire prevention. Based on the characteristics of forest fire management, GIS and RS were combined to design and develop forest fire management system, which realized the functions including the position, forecast, monitoring and analysis on high possibility fire district, and improved the management of forest fire. Using of component development technology, forest fire management system can achieve the basic spatial analysis and 3D roaming on forest fire district to aid decision-making command.

Key words: component GIS; forest fire; management system; realization; implementation

0 引言

森林火灾是危害森林资源的主要灾害之一,防范和减少森林火灾是林业工作的重要组成部分,是保护森林资源的重要措施。当森林火灾发生时,如何及时掌握火点周围基本情况,采取科学有效的方法扑灭林火减少损失,已成为当今国内外森林防火研究领域热点之一。

森林防火是一项长期的、艰巨的工作。在实际的森林防火管理工作中,林业管理部门和森林公安消防部门必须结合森林防火的实际需求,通过整合信息平台以达到资源共享,才能高效有序地实现对森林防火的信息化、一体化管理。传统的森林火灾监测扑救、火险预测等防火技术存在实时监测难、数据分散、通信不畅、应急响应慢、不易统计归档、评估预测无可比性等诸多缺陷。因此结合地理信息技术,开发出适合我国林区特点的森林火

灾管理平台成为森林防火的重要工作之一。作为与地理信息技术密切相关的森林防火,将 3S 技术应用于森林防火研究,一方面可弥补传统空间信息获取手段的不足,另一方面为森林防火研究提供了新的途径与技术支持^[1],从而有效地提高森林防火的监测、救援、预测、分析、统计、决策水平。

1 系统设计

在森林火灾管理系统开发过程中,根据安徽省森林火灾管理的实际情况,采用了安徽省的基本地理信息数据,包括水系、交通网络、居民点、林区分布、地形等高线、森林防火重要设施分布、部分历史森林火灾地区的遥感影像等数据,在以上数据的基础上,选用 MapGIS 和 ArcEngine 作为 GIS 开发平台,采用 C#.NET 开发环境,开发出基于 Microsoft Windows 9x/NT/2000 的森林火灾管理信

收稿日期:2010-09-01

作者简介:王中(1980-)男,安徽合肥人,矿物学岩石学矿床学专业博士研究生,主要研究方向为地理信息系统在资源评价中的应用与开发。

息系统,该系统是以 MapGIS 为平台构建 2 维分析模块并结合 ArcEngine 实现 3 维功能,系统建立了火灾数据库、模型库、方法库,既具有 GIS 的基本功能还可对火灾空间数据进行 3 维漫游显示,可实现森林火灾高发区及火点的动态监测、实时定位、空间分析、损失评估等功能。

系统采用模块化结构设计,由总控模块调用各子模块,整个系统易于调试、维护和更新(如图 1 所示)。各子

模块按功能进行设计,具有相对的独立性和灵活性,为以后的系统升级和扩展提供可能。系统设计的目标是利用数据库技术、计算机网络技术、GIS 和 RS 技术,在建立森林资源及相关信息库的基础上,紧密结合森林资源及其重点目标的分布,实现森林火灾管理的智能化、数字化和自动化。

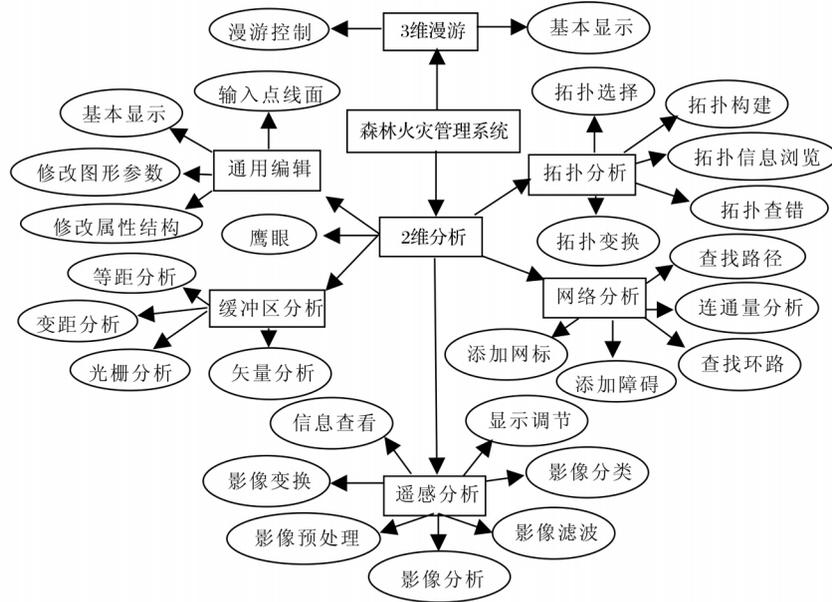


图 1 系统总体结构

Fig. 1 System structure

2 系统数据库的建立

森林火灾管理系统的数据库总体上是由基础 GIS 数据和防火专题数据两部分组成,系统数据库是在运用 GIS 技术结合基础地理数据、森林资源数据、森林防火数据等相关数据的基础上构建的。系统数据库采用 MapGIS 7.3 的 GDB(GeoDatabase) 企业管理器来建立。GDB 企业管理器集成了地理数据库创建、管理、浏览等多种功能。基于文件的地理数据库把数据存放于本地文件中,具备对数据的多种访问方法,可通过工具对数据文件、日志文件进行管理,还可以对地理数据进行查询、分析,并提供数据的安全管理。系统不仅通过 MapGIS 建立森林火灾数据库,而且通过 MapGIS 处理生成网络数据。3 维场景数据则通过 ArcGIS 对等高线数据进行处理生成 TIN 数据,再将 TIN 数据处理导出设计所需的 3 维场景数据。

3 系统设计开发的主要技术

3.1 面向对象的 GIS 技术

近年来,面向对象的 GIS(Object Oriented GIS) 已成为 GIS 领域的一个重要的研究方向。MapGIS 7. X 是新一代面向网络超大型分布式地理信息系统基础软件平台。MapGIS 7.3 采用全组件化结构,为了方便应用软件开发,

系统设计了一个全新的应用开发框架模型,使用当前主流的平台+插件组成框架,插件思想贯穿整个系统。这种全新开发框架模型的最大特性是可实现动态挂接符合 MapGIS 7.3 接口标准的功能模块,使系统具有很大程度的灵活性和扩展性。森林火灾管理系统中 MapGIS 7.3 实现的具体功能包括数据加载、图层添加、空间数据浏览、数据编辑、鹰眼、空间数据和属性数据的双向连接、缓冲区分析、网络分析、拓扑分析等功能。

3.2 组件式技术

组件式技术已经成为当今软件技术的潮流之一,为了适应这种技术潮流,GIS 软件和其他软件一样,正发生着革命性的变化,即过去由厂家提供全部系统或者具有二次开发功能的软件,过渡到提供组件由用户自己再开发的方向上来。无疑,组件式 GIS 技术将给整个 GIS 技术体系和应用模式带来巨大影响。传统 GIS 虽然在功能上已经比较成熟,但是由于这些系统多是基于十多年前的软件技术开发的,属于独立封闭的系统。同时,GIS 软件变得日益庞大,用户难以掌握,费用昂贵,阻碍了 GIS 的普及和应用。组件式 GIS 的出现为传统 GIS 面临的多种问题提供了全新的解决思路。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 控件与其他非 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^[2]。控件如同一堆各式各样的积木,他们分别实现不同的功能,根据需要把实现各种功能的“积木”搭建起来,就构成应用系统。

3.3 ArcGIS Engine

ArcGIS Engine 是一组完备的并且打包的嵌入式 GIS 组件库和工具库,开发人员用来创建新的或扩展已有的桌面应用程序。使用 ArcGIS Engine,开发人员可以将 GIS 功能嵌入到已有的应用软件中,或嵌入到商业生产应用软件中,还可以创建集中式自定义应用软件,并将其发送给机构内的多个用户。ArcGIS Engine 由两个产品组成,即构建软件所用的开发工具包以及使已完成的应用程序能够运行的可再发布的 Runtime^[3]。ArcGIS Engine 开发工具包是一个基于组件的软件开发产品,可用于构建自定义 GIS 和制图应用软件。ArcGIS Engine Runtime 是一个使终端用户软件能够运行的核心 ArcObjects 组件产品,并且将被安装在每一台运行 ArcGIS Engine 应用程序的计算机上。使用常用的可视化建模开发工具,如 Direct3D, Java3D, VRML 和 OpenGL 等进行建模时,都需要从底层编写代码,工作量大,不是非专业开发人员力所能及的。ESRI 公司基于 COM 技术构建的 ArcObjects 是一个强大的二次开发组件库,使用户可以根据需要对原有的系统软件功能进行功能扩展,其中可视化组件封装了 3 维建模功能。用其进行二次开发,一方面可简化代码的编写;另一方面它的代码执行速度快,占用内存小,所以越来越得到 3 维地理信息系统应用开发者的青睐^[4]。森林火灾管理系统使用 ArcGIS Engine 的 Scene Control 和 TOC Control 控件来进行开发,主要用于实现 3 维场景的可视化和 3 维空间漫游功能,搭建起逼真的 3 维场景。

4 系统功能实现

4.1 森林火灾预防分析功能

进入森林火灾管理系统(如图 2 所示),进入 2 维模块。在 2 维功能模块中,通过对历史上某林区火灾高发区(火灾热点)资料分析,可导入这些火灾热点数据图层,为使这些热点能够得到较好控制,防范火灾的发生,可以加入监控点图层和灭火设施存放点图层(如图 3 所示),通过热点与监控点的位置,以及周围交通网的分布,可以更加合理地配置森林火灾监控点和灭火设施存放点,得以有效防止森林火灾的发生。

4.2 属性查询与编辑功能

森林火灾管理系统中的属性数据支持对图上要素的属性信息查询、分析和编辑功能,可以满足森林火灾数据管理的基本要求(如图 4、图 5 所示)。

4.3 森林火灾遥感分析功能

监测森林火情的方法之一是通过遥感技术对地面进行拍摄,通过遥感图像进行判别。其判别的依据是林区地面温度的变化。林火通常初始温度为 500 ~ 800 °C,这个温度区间与气象卫星的第三通道温度范围相吻合,呈



图 2 系统主界面

Fig. 2 System main interface

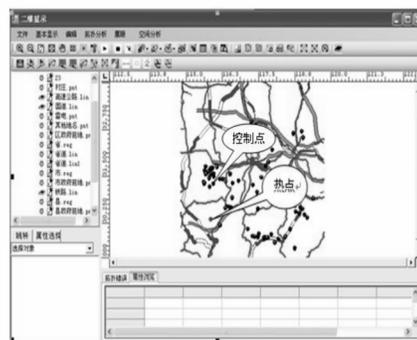


图 3 图层显示

Fig. 3 Layers display

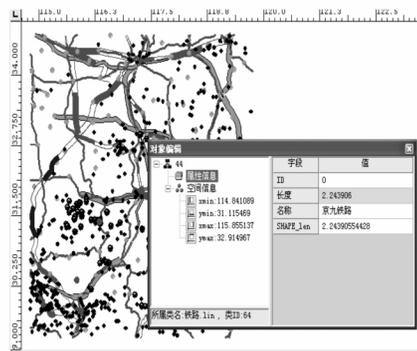


图 4 属性查询

Fig. 4 Attribute query

现在图像上则表现为黑色或褐色,即显示森林发生了火灾。美国陆地卫星 TM7 波段(2.08 ~ 2.35 μm)对温度变化敏感,在探测森林火灾方面有特殊作用;TM 4, TM 3 波段则分别属于红外光、红光区,是反映植被的最佳波段,并有减少烟雾影响的功能;同时 TM 7, TM 4, TM 3(分别赋予红、绿、蓝色)的彩色合成图的色调接近自然彩色,故可通过 TM 743 彩色合成图的分析来控制林火蔓延,了解灾后林木的恢复状况。在森林火灾管理系统中打开遥感图,可对图像进行多种处理和操作(如图 6 所示)。

4.4 火灾救援路径分析功能

在火灾发生后,需要组织力量快速有效地开展灭火



图 5 属性编辑
Fig.5 Attribute Editor

TIN 最后可生成 3 维漫游场景(如图 8、图 9 所示)。

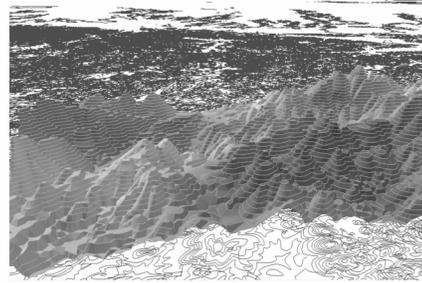


图 8 全景漫游
Fig.8 Panorama roaming

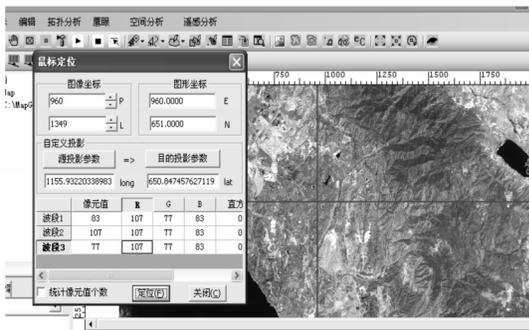


图 6 图像定位查询
Fig.6 Image location query

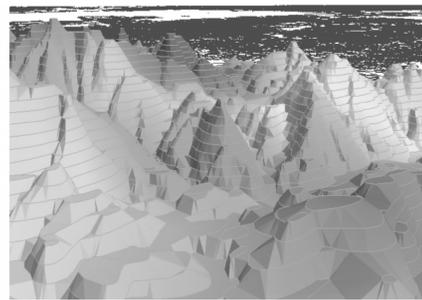


图 9 局部漫游
Fig.9 Local roaming

工作,需要及时制定有效的灭火方案。森林火灾管理系统所实现的网络分析功能可用于火灾的辅助决策分析。加载与火灾地区的网络数据,在路径上设定灭火设施和救援物资分布点,进行跟踪分析后可以遍历这些需要到达的分布点,从而为灭火提供路径决策支持(如图 7 所示)。

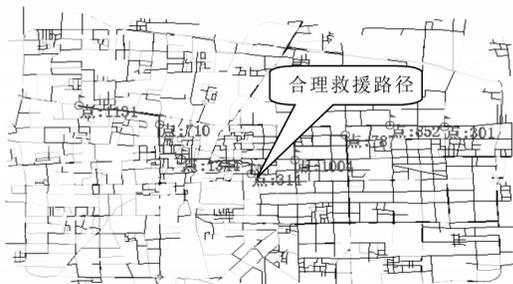


图 7 路径跟踪
Fig.7 Path tracking

4.5 火灾现场 3 维漫游

由于林区实际的地形复杂多变,影响火灾的地形因素更加重要,往往对火灾的决策有很大的影响,所以结合 2 维分析功能,实现了 3 维森林火灾的场景漫游,既有利于火灾的预防,更利于灭火的决策分析。在森林火灾管理系统中导入火灾场景的 2 维等高线数据,经过生成

5 结束语

设计实现基于 GIS 和 RS 的森林火灾管理系统,其目的是提高火灾预防和灭火指挥的科学技术水平,以期在日常森林消防安全管理和火灾应急处置过程中满足高效、便捷、准确、直观的要求。森林火灾管理系统的应用对森林消防和林业管理部门提高工作效率和管理水平有较大的帮助。

参考文献:

- [1] 任青山,杨小林,范文义. 3S 技术在拉萨市森林植被调查中的应用[J]. 东北林业大学学报, 2001, 29 (4): 18-21.
- [2] 宋关福,钟耳顺. 组件式地理信息系统研究与开发[J]. 中国图像图形学报, 1998, 3(4): 313-317.
- [3] 谭军辉. ArcGIS Engine 开发介绍及其新特性[M]. 北京: ESRI 中国(北京)有限公司, 2006.
- [4] 孙怡,杨宜进. 地理信息系统中的三维可视化方法[J]. 吉林大学学报, 2003, 8(5): 80-84.

[编辑:栾丽杰]