

多源数据融合技术在灾害监测和预警上的应用研究

李晓涵

(辽宁师范大学地理科学学院, 辽宁 大连 116000)

摘要: 随着全球气候变化, 我国多地频发如滑坡、洪水等地质灾害。为了减少灾害危害的程度, 我国采用多种技术方式进行灾害监测和预警预报。本文以 Web GIS 平台为基础, 研究灾害监测和预警预报所需的地理信息技术, 目的是采用多源数据融合技术, 将遥感影像、基础设施、全景影像、重点点位无人机 VR、防洪物资以及矢量化 GIS 等数据充分融合, 从而为灾害实时监测以及预测预警提供充足的、必要的基础地理信息数据支撑。

关键词: 多源数据融合; WebGIS 灾害监测; 灾害预警

中图分类号: X52

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2023.20.022

随着全球气候变化, 因我国幅员辽阔, 南北地质和人文活动差异大, 山体滑坡、泥石流、地面塌陷、洪水等地质灾害不断增多。我国的地质灾害具有种类多、分布广、发生频率高、持续时间长、经济损失重、社会危害大的特点, 严重威胁国民的生存环境和财产安全, 并阻碍国家工程建设和国民经济的发展。为了实现灾害的预警预测和及时应对, 防患于未然, 并降低地质灾害的危害, 以及保证人民的生命和财产安全, 目前我国建立了多层级的防灾手段, 各个部门开展了大量工作, 如全国性的气象山洪泥石流预警预报, 国土部门的全国性地质危险隐患点普查, 以及各行业部门也建立了自己的地质灾害隐患点台账和人工定期排查, 并在重点部位建立了实时在线监测系统, 以期及时预报预警。

1 概述

在基础地理信息系统的应用上, 我国开展了地质灾害的全国普查、定点人工巡查等, 已经逐步建立起了山体、河流流域、重大基础设施、防灾设备、气象预警、降雨分布等地理信息的基础数据情况, 同时进行风险等级分类, 建立了实时在线监测手段, 这对于防灾减灾具有重要的意义。随着我国卫星、5G、物联网、互联网、大数据、人工智能等技术的快速发展, 我国进一步提升监测和预报预警的能力具有了一定的研究基础。虽然它对气象卫星、降水数据等有一定的指导作用, 但具体灾害隐患点属于微观尺度, 还需要大量的人工现场排查和盯防, 并确认具体的危险情况, 以进行必要的安全防范处置。此外, 如何将各类信息更好地融合, 为现场人员提供多元化的信息支撑是目前亟需解决的问题。多元化的信息包括获取灾害隐患点的基本信息、各类卫星影像、航空遥感影像、固定摄像头视频和个人移动视频、气象数据、环境数据、实时在线监测传感器数据、行政规划和河流、水库的周

边地理信息数据等, 这些有利于构建满足现场需求的基础地理信息数据、历史数据、实时数据以及未来预测的环境数据等。另外, 我们还可以综合各类数据构建专家模型系统, 对隐患点的危害进行综合评估和预测, 尽可能提升灾害在微观尺度上的预测预报能力, 从而减小局部隐患的危害范围。

2 多源数据融合技术构建基础底图

多源数据融合技术是指利用相关手段将调查、分析获取到的所有信息全部综合到一起, 并对信息进行统一的评价, 最后得到统一的信息的技术。该技术将各种不同的数据信息进行综合, 并吸取不同数据源的特点然后从中提取出统一的, 比单一数据更好、更丰富的信息。

本文主要针对灾害监测和预警预报为目的, 并对所需的地理信息系统的技术路线、基础数据种类、基础数据库数据的融合方式等进行了初步研究。

随着互联网技术的不断发展, 尤其是移动互联网技术的发展, 手机、平板电脑等便携式设备越来越便于在现场随时查看和采集各种数据。为此, 灾害监测和预警预报应采用 Web GIS 技术, 实现形象化、综合化的全面信息展示。Web GIS 是一种利用 Internet 技术, 采用 HTTP 协议, 在 Internet 环境下实现对地理信息的分布式获取、存储、分析、查询、显示和输出的地理信息系统^[1]。

2.1 Web GIS 基础平台总体架构

Web GIS 平台将计算机技术与空间地理分布数据相结合, 具备数据管理、分析及图形演示等功能。Web GIS 平台上可以同时融合卫星影像、矢量图、实景图和管理业务数据, 并可以实现 Web GIS 平台、灾害基础信息数据库、遥感影像数据库、全景影像数据库的相互关联。它是最终可以实现一体化集成防灾减灾基础地理信息的一个系统。此平台便于个人对基础数据

的信息综合查询,并具有友好的综合展示能力。

随着我国天基卫星增多,我国目前已经具备了全天候、全天时的对地观测能力。以新疆为代表的无人机技术,实现了航空遥感数据的便捷采集。固定高清摄像头实现了现场数据实时采集,个人终端实现了现场数据移动采集等。如此多的数据,基本可以构建近实时的灾害隐患点位的基础地理信息系统。一方面平台实现了周边大范围的广域排查和具体隐患点位的定点实时监控,另一方面也实现了历史数据与实时数据的综合比对分析。

为此,平台以高分辨率卫星遥感影像、无人机影像为底图数据,监控视频、个人移动视频为补充数据,构建动态的防灾减灾图像底图,并可涵盖水系、地形地貌,以此为基础进行图层分类,建立周边 POI 点位、重点管理点位、公里标等矢量数据,同时叠加气象数据、实时物联网监测数据,最终形成不同类别的动态基础底图数据库。

2.2 采用多源异构数据融合技术的应用

基础底图数据库的数据种类较多,如何将各类数据很好地融合,供使用者流畅稳定地使用,我们需要以大数据的思维考虑对关键数据如何进行很好地融合。

(1) 对 DEM 和 DOM 融合

在防灾减灾遥感影像底图的基础上,平台还需建立基础地形图资料、DEM 和 DOM。同时,对 DEM 进行加工优化,融合集成不同格网间距的数字高程模型数据,并按照瓦片规定的尺寸计算出最大等级数。此外,对 DEM 和 DOM 逐级进行切片,将不同等级的瓦片采用分层的方式存储在数据库中,以构建起三维大场景基础数据,从而更加直观地满足日常数据的应用和浏览需求^[2]。

(2) 矢量点线面数据融合

通过瓦片技术,平台实现 DEM 和 DOM 融合后,还需要在此基础上叠加人类日常作业所需的其他地理信息数据,即与观测点数据、行政边界、控规面等数据的融合。数据库构建对多源数据融合起着至关重要的支撑,其中数据应用端的 DOM、DEM、倾斜摄影、BIM 模型数据及 wmts 的地图服务都应用瓦片地图金字塔构建模式,从而保障了在浏览端分层渲染展示的流程程度。

3 灾害监测和预警数据模型的构建

平台在建立起灾害监测和预警预报所需的基础动态底图以后,还需要进一步对底图进行业务所需的地理信息模型构建、栅格数据模型构建。

3.1 构建地理信息系统数据模型

地理信息系统数据模型是在底图基础上叠加相应的坐标系统,并将地表实体的地理特征以点、线、面为基本元素表达达到

二维地图上。

点实体包括由单独一对 X、Y 坐标定位的一切地理或制图实体,在矢量数据结构中,除点实体的 X、Y 坐标外,还应存贮其他一些与点实体有关的数据来源来描述点实体的类型、制图符号和显示要求等。线实体可以定义为直线元素组成的各种特性特征,直线元素由两对以上的 X、Y 坐标定义,最简单的线实体只存贮它的起止点坐标、属性、显示符等有关数据^[3]。面实体是对停车场、湖泊、岛屿、物料场等的描述,由封闭曲线加内点来表示。

3.2 构建栅格数据模型

按照网格化思路,平台将基础底图数据进行栅格化处理,按照任务进行合理划分,从而实现工作任务的均衡分配以及各种资源的综合保障。

构建栅格数据模型的方式是围绕工作目标,并按一定规则将区域进行合理划分,从而形成许多的工作网格,每个网格单元可称为像素。

为此,栅格数据结构实际上就是像元阵列。在基础底图上,每个栅格只能赋予唯一的值,它代表了地表上的一个区域。根据区域不同,平台可进行相关的任务调度、统计分析等。

4 灾害监测和预警底图所需各类业务基础数据库的构建

平台建立起整张动态底图、基础模型和栅格化处理后,还需要根据业务需要,进一步叠加更加详细的业务基础数据库。这些数据库涉及的数据主要有行政区、危害点、水系、路网信息、重要点位、公里标、视频监控、全景影像、变化图斑等数据。表 1 列出了可进行编码的标准数据。

5 灾害监测和预警基础底图的总体应用架构与展示

5.1 总体应用框架

以上构建起灾害监测和预警的基础底图,在整体业务系统中,具有关键作用。本文基于该系统,以夏季交通道路防洪为案例,进行简要论述。

交通道路防洪系统以管理业务实际需求为导向,系统前端建设将基于 HTML5 技术,技术体系上选用 J2EE 技术,并采用 Browser/Web Server/Data Base Server,三层结构进行应用系统的开发。

该系统以 Web GIS 为平台,将遥感影像、基础地理信息、防洪视频和气象数据、行车视频、现场全景影像等为数据源,并将多源异构数据融合,制作交通防灾减灾区域的基础底图。该底图以国产高分辨率卫星影像为基础地形图资料,并对 DEM 和 DOM 进行加工优化,从而形成不同格网间距的数字高程模型数据。此外,按照业务需求、瓦片规定的尺寸等进行栅格划分,

表1 可编码标准数据

数据名称	内容
影像信息	省市县影像、受灾路段影像、变化图斑影像
行政区划	辖区内的行政区划范围
路网信息	行政区划及名称（县界、市界、乡界）；道路路网（省道、国道、高速公路）
辖区危险点位	县市危险点位
水系	主要河流信息和水库信息
涵渠	涵渠点位
桥梁	桥梁点位
隧道	隧道点位
联防设备	联防信息点位
大型机械	防洪大型机械点位
公里标	公里标、半公里点位
变化图斑	遥感影像分析比对后的变化图斑信息
防洪备料	防洪备料点位
防灾辅助信息点位	高速服务区、服务区、机场、收费站、乡镇名称、山峰点 省会名称、加油站、地级市名称、汽车站、县名称、村名

分层存储，从而满足不同人员的使用需求。



图1 系统整体框架

5.2 成果展示

以国产高分二号遥感影像为底图，制作交通道路防洪系统区域国产卫星影像，影像最高分辨率为0.8米。该系统以卫星遥感影像为底图，二维电子地图、全景地图、场景视频之间可相互切换图层进行查看。使用者可根据不同比例尺显示影像级别。同时，该系统可以对历史分析对比影像按年度、按级别进行管理。

6 结语

本文基于多源数据融合技术，以交通道路防洪系统为研究案例，实现了灾害监测和与预警区域的卫星遥感影像数据、基础设施基础数据、固定摄像头和个人移动影像、重点航空遥感影像、防洪气象数据、防洪危害点位地质数据，以及矢量化

GIS数据等，并形成了栅格化的模型动态数据库。以此为基础，该系统可为实时在线监测系统提供周边影像分析、历史变化分析、基于卫星遥感的沉降统计等等，同时图形化的信息综合展示，有利于进一步提升灾害监测和预警的能力。



图2 应用综合展示界面

（图片来源：遥感影像）

参考文献：

[1] 姬婧, 孟景风. 浅论 WebGIS 系统[J]. 煤炭技术, 2006, 25 (04): 99-101.

[2] 许浩, 李珊珊, 张明婕, 等. 城市信息模型平台关键技术研究[J]. 自然资源信息化. 2022, (02): 57-62.

[3] 罗婧. 基于 GIS 的山区铁路水害抢险救援系统[D]. 成都: 西南交通大学, 2007.

作者简介：李晓涵（2002-），女，辽宁锦州人，大学本科，主要从事地理科学研究。