

王荣喆, 钱莉. ArcGIS 在气象短临监测预警业务系统的开发与应用[J]. 干旱气象, 2013, 31(2): 432-436, doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-02-0432

ArcGIS 在气象短临监测预警业务系统的开发与应用

王荣喆^{1,2}, 钱莉²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省(中国气象局)干旱气候变化与减灾重点(开放)实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省武威市气象局, 甘肃 武威 733000)

摘 要: 甘肃省武威市气象灾害短临监测预警业务系统考虑了气象资料获取、阈值设定、气象灾害影响范围等因素, 以区域气象站观测资料、地理信息数据作为输入, 从数据处理、数据监测、数据分析及结果输出等几方面进行设计, 通过设定气象灾害监测阈值进行监测。利用 ArcGIS 的分析功能与移动通讯技术相结合, 实现了气象数据收集、处理、输出于一体的气象灾害监测预警功能, 增强了气象灾害防御的主动性和时效性。

关键词: ArcGIS Engine; 气象灾害; 短临; 监测; 预警

文章编号: 1006-7639(2013)-02-0432-05 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-02-0432

中图分类号: P409

文献标识码: A

引 言

气象服务是气象工作的出发点和归宿, 是立业之本。近年来, 在全球气候变暖的大背景下, 气象灾害呈现出突发性强、种类多、强度大、频率高等特点, 给人民群众生命财产安全带来严重威胁。因此, 迫切需要进一步加强气象灾害的监测能力, 建立和完善气象灾害的监测预警、应急服务机制, 为政府决策部门、广大社会公众及时提供精细化的气象服务产品和防灾减灾信息, 以期减少人员伤亡和灾害损失。GIS 即地理信息系统以地理空间数据库为基础, 采用统计学分析方法, 能将用户实时提供的各种空间和动态信息与所处地理位置有机结合起来, 根据实际需求准确真实、图文并茂地呈现给用户, 以供用户进行辅助决策^[1-6]。利用移动手机短信结合 GIS 技术开展气象灾害监测防御工作, 将有效发挥手机短信快捷便利、不受时空限制的优势和 GIS 技术准确定位的作用, 建立气象灾害防御的快速联动机制, 有效减免气象灾害危害, 保护人民生命财产安全。

1 相关技术简介

1.1 ArcGIS Engine 简介

ArcGIS 是美国 ESRI (Environmental Systems Re-

search Institute, Inc. 美国环境系统研究所) 开发的新一代 GIS 软件, 是使用最广泛的软件之一。ArcGIS Engine 是 ESRI 在 ArcGIS9 版本后推出的一套完备的 2 次开发功能组件包, 利用它开发的 GIS 应用程序可以脱离 ArcGIS Desktop 环境而运行。开发人员可以使用不同的程序语言和开发环境, 建构具有独立界面的 GIS 程序, 完成地理信息在不同行业应用程序中的嵌入^[7-10]。

1.2 短信收发

市场上大多数的短信收发设备(俗称短信猫)根据短信数量的大小分为单口、4 口、8 口、16 口等规格, 除带有专门的应用软件外, 均带有 2 次开发接口, 常以 DLL 或 OCX 组件提供, 供购买者按实际需要进行 2 次开发。将接口组件引入到系统中, 通过编程, 可实现对灾情预警信息的发送和反馈。

2 系统设计

2.1 技术路线

利用微软公司 VS2005 为系统开发平台, 使用 C# 程序设计语言设计单机版系统, 在系统中嵌入 ArcGIS Engine 地理信息数据引擎及 GMS 短信收发组件, 采用模块化编程思路, 按功能划分各子模块, 通过定时扫描存贮在 SQLServer 服务器上本区域内气

收稿日期: 2012-03-31; 改回日期: 2013-01-30

基金项目: 甘肃省气象局 2011 年科研项目“武威市 GIS 技术与移动通讯结合的气象防灾减灾业务系统”资助

作者简介: 王荣喆(1972-), 男, 汉族, 甘肃镇原人, 工程师, 主要从事网络管理与软件编程. E-mail: 15339712538@189.cn

象站实时发送的气象要素信息,以预先设定的要素阈值为条件进行判断,并将报警点定位到GIS地图,通过屏幕闪烁、播放语音等方式提醒业务人员,同时可根据需要生成灾害影响范围分布图。业务人员在分析天气变化的基础上,利用系统提供的手机短信功能提醒报警点周围指定范围内的相关人员,从而达到预警目的。

2.2 功能模块介绍

本系统由资料处理模块、监测预警模块、绘图分析模块、缓冲区分析模块和三维图示模块组成(图1)。

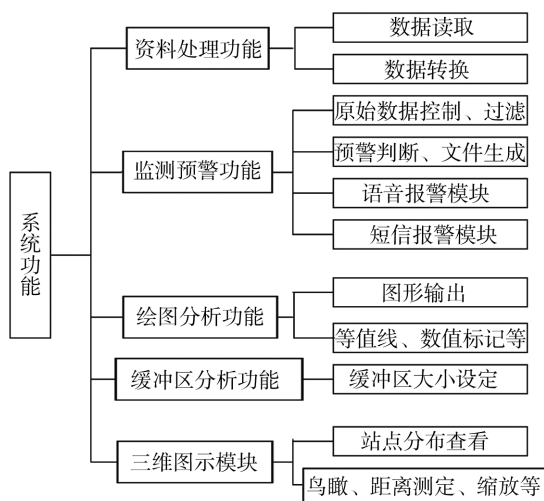


图1 程序功能设计图

Fig.1 Program functions design diagram

2.2.1 资料处理模块

ArcGIS的数据组织比较特殊,要实现数据的自动化处理,首先应对数据进行格式转换,经过剔除、修正原始数据中的不合理数据后形成ArcGIS可以识别的数据类型。Shape文件是ArcGIS的基础文件类型,存储了非拓扑几何和属性信息,由于不需要处理拓扑数据结构文件头,在编辑等方面具有更快的处理速度。实时气象数据是“点”数据,无须使用复杂的拓扑结构,故可以将实时气象数据转换为Shape文件,方便后期利用ArcGIS强大的地理统计分析功能。目前气象部门自动气象站及区域气象站采集的实时数据1次/h,保存在各省气象信息中心数据库中,可以使用标准的SQL语句从数据库中下载,并同时取出各站的经纬度、高度、站名、站号等信息写入到Shape文件中^[11-12]。该模块结构图如图2所示。

2.2.2 监测预警模块

气象灾害的种类繁多,包括大风、沙尘、强降水、

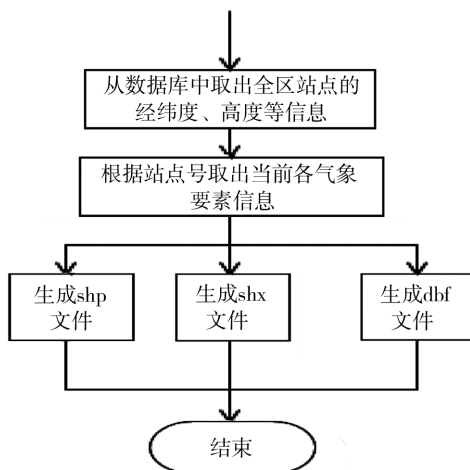


图2 资料处理流程示意图

Fig.2 Schematic diagram of the data processing flow

高低温、雷暴、冰雹等多种天气现象,并且往往是多种灾害性天气同时出现。鉴于此,本模块的设计分为3步:第一步设定各种灾害性天气对应气象要素的监测阈值;第二步从数据库中对各要素以预先设置的预警阈值进行扫描,将达到和超过预警值的要素甄选出来后进行分类编码,形成临时文本文件;第三步根据分类编码调用不同要素的标注符号,最终实现在ArcGIS图面上的显示,同时根据设置启动音乐报警或短信报警,实现监测预警的目的^[13-16]。该模块结构图如图3所示。

地图符号是表达空间数据的基本手段,由形状不同、大小不一、色彩有别的图形和文字组成。对于点状符号,ArcGIS提供了点状、箭头状、字符状、以图片为背景的符号等12种符号对象,并全部实现了ISymbol接口^[8]。在短临监测系统中,为形象地表达出各气象要素,采用以图片为背景的符号在图面标注方法。

有了以上基础,在地图图面上标注预警信息就可以进行了,先根据经纬度定位预警信息的位置,然后利用IGraphicsContainer接口添加元素,完成预警信息在图面上的显示。

2.2.3 绘图分析模块

绘图分析模块是将每小时获取的数据,利用ArcGIS空间分析中的分析方法,经过插值计算、掩膜提取、栅格渲染、添加等值线等步骤,按照《气象预报及服务产品色标规范(试行)》要求^[9],最终形成各气象要素的实时分布图,供预报人员直观地了解辖区内的天气要素变化状况。流程图如图4所示。

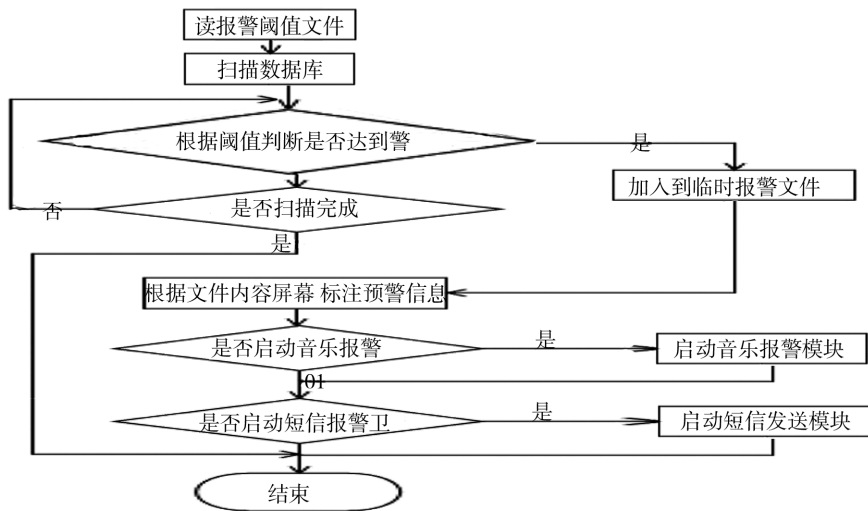


图3 监测预警程序流程图

Fig. 3 Monitoring and warning procedure figure

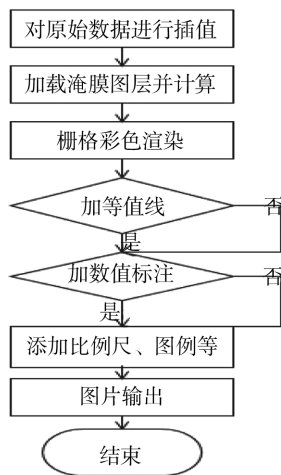


图4 绘图分析流程图

Fig. 4 Drawing analysis process figure

(1) 数据差值

由于气象数据是点数据,要实现绘图分析,首先要进行插值计算,以便形成平滑的格点数据。ArcGIS 提供了局部多项式插值法、移动平均插值

法、最近邻点插值法等数十种常用的空间插值方法^[10],考虑到区域气象站的建站分布特征,在程序中选用了常用的反距离权重插值方法,该方法综合了泰森多边形的自然邻近法和多元回归渐变方法的长处,在插值时为待估点 Z 值为邻近区域内所有数据点的距离加权平均值,当有各向异性时,还要考虑方向权重。反距离权重插值方法具有全部样本点都参与某一待估点的 Z 值的估算的特点,它是一种精确的插值法,即插值生成的表面中预测的样点值与实测样点值完全相等,能够较好地反映出数据的分布特征。

(2) 掩膜提取

掩膜提取是栅格叠置分析的一种,在 ArcGIS 中,掩膜(mask)英文意思为掩盖、遮挡,顾名思义就是一个参考,即用一个区域去切割另一个大区域,然后对切割出来的区域进行数据分析和处理(图5)。掩膜图层可以是栅格图层,也可以是要素数据集。它从一个大的地图文件中单独分离出来作为边界的限定,与数据插值生成的图层进行运算,得到本区域内的分布图。

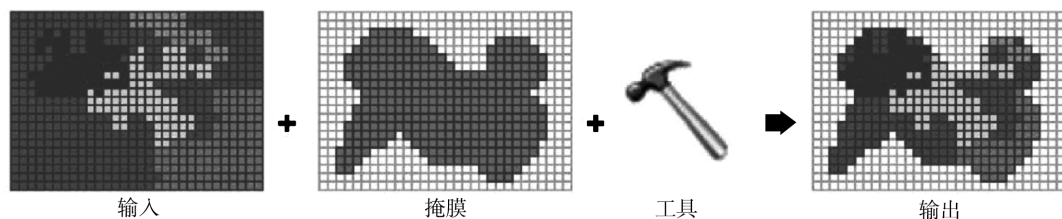


图5 掩膜提取过程

Fig. 5 The process of mask extraction

在掩膜提取运算后,进行栅格渲染,即依据不同要素的各级数值来设置不同的符号或颜色,从而达到能够一目了然地区分不同类型要素的目的。需要注意的是,由于不同气象要素数据范围不同,必须根据每类要素的最大最小值动态确定渲染符号颜色带的起始和终止颜色,可通过编写一个函数来完成这项任务。在分析完成后,还可以继续在分析图上选择添加等值线,数据标注、添加指北针、图例、比例尺等工作,并可以输出为 bmp、jpg 等多种图像格式,完成分析图的快速输出。

(3)缓冲区分析模块

ArcGIS 的缓冲区分析是指以点、线、面实体为

基础,自动建立其周围一定宽度范围内的缓冲区多边形图层,然后建立该图层与目标图层的叠加,进行分析而得到所需结果^[7]。它是用来解决邻近度问题的空间分析工具之一,利用 ArcGIS 的缓冲区分析功能,能够直观地反映灾害天气的影响范围和落区,对于防灾减灾有重要的意义。

缓冲区可以定义为:

$$P = \{x \mid d(x, A) \leq r\}$$

上式中 d 一般是指欧式距离,也可以是其它的距离,其中 r 为邻域半径或缓冲区建立的条件。点状要素、线状要素和面状要素的缓冲区示意图见图 6。



图6 缓冲区形状示意图

Fig.6 Schematic diagram of the buffer zone shape

在本系统中,以点状要素为例建立缓冲区。这里的“点”代表已达到设定阈值的气象站点,根据不同气象要素所影响范围的距离大小,建立缓冲区,从而观察地质灾害易发点、人口聚集区等是否处于缓冲区或其边缘,并根据天气连续变化的情况,判断天气系统的影响趋势。

2.3 三维图示模块

与二维 GIS 相比,三维 GIS 有其独特的优势。三维 GIS 因更接近于人的视觉习惯而更加真实,同时三维能提供更多信息,能够直观地展示复杂的地理信息,同时具有强大的空间分析功能^[7]。在本程序中,将区域站的位置通过三维展示出来,以便帮助预报人员直观地了解全区站点的分布,分析达到预警值区域站的地形特征,预测强对流天气进一步的影响,为防灾减灾指挥提供精确的信息。同时系统也提供了漫游、缩放、鸟瞰等功能,方便预报人员操作查看(图7)。

3 应用情况

系统投入业务使用后,在暴雨、大风、高温等监测预警中取得效果良好。成功的监测预警出 2011



图7 三维站点分布示意图

Fig.7 Schematic diagram of the dimensional site distribution

~2012 年出现的暴雨 9 次、大风 12 次、 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ 高温 5 次,监测预警准确率 100%。如 2011 年 8 月 14 日夜間到 15 日凌晨武威市有 5 个雨量监测点出现暴雨,其中古浪降水量 53.8 mm,日雨量打破历史极值。短临监测预警系统在 15 日 01 时监测到区域气象站有 4 个站点出现雨量 $\geq 8 \text{ mm/h}$;02 时监测到区域气象站有 8 个站点出现雨量 $\geq 8 \text{ mm/h}$,最大小时

雨量出现在古浪新堡乡,降水量达 21.6 mm/h。武威市气象台根据监测预警系统的雨量预警提前发布暴雨橙色预警信号,武威市政府应急办接到暴雨橙色预警信号后,全市各大水库全线泄洪,减轻了人民生命财产损失。2012 年 7 月 29 日下午到 30 日早晨武威市有 4 个区域气象站出现暴雨,降水中心在天祝安远镇,降水量达 85.7 mm。短临监测预警系统在 29 日 18 时监测到区域气象站有 2 个站点出现雨量 ≥ 8 mm/h,18 时监测到区域气象站有 5 个站点出现雨量 ≥ 8 mm/h;20 时监测到区域气象站有 7 个站点出现雨量 ≥ 8 mm/h,最大雨量出现在天祝安远镇,降水量达 61.3 mm/h。武威市气象台根据监测预警系统的雨量预警于 19:16 发布暴雨红色预警信号,并通过该系统发布预警短信、雨情实况和预报短信,由于预警及时,有效减轻了洪涝灾害损失。

4 结 论

在气象短临监测预警业务中引入 ArcGIS 地理信息系统,定时通过资料调取分析、绘图对比等,能够直观地观察到气象要素的时空变化情况,结合本区域气象灾害易发地、村镇级土壤结构、植被分布等数字地图,较好地反映出区域大风、强降水等中小尺度灾害性天气的演变趋势及可能造成的影响,把原始气象数据转换成地理信息数据并在地图上显示的过程中,通过设定合理的预警阈值,通过声音、短信等告警方式提醒预报人员及时分析各气象要素的变化,提高短临气象预报信息的准确率,达到防灾减灾的目的。

参考文献:

- [1] 王勇,李晓霞,李晓苹. 兰州铁路防洪指挥气象预警服务系统[J]. 干旱气象,2009,27(4):415-418.
- [2] 王遂继,李照荣,付双喜,等. 西北地区冰雹监测、预警及防雷指挥业务系统[J]. 干旱气象,2007,25(4):80-84.
- [3] 张鸿,缪锥,张铁军,等. 基于 Web 技术的西北指导预报系统的设计与实现[J]. 干旱气象,2006,24(1):75-78.
- [4] 卫建国,张晓煜,张磊,等. 基于 GIS 的宁夏干旱监测预警系统设计与应用[J]. 气象科技,2011,39(5):635-640.
- [5] 郭善云,潘建华,王勤,等. 基于 ARCGIS 9.2 的气象服务产品及其应用技术[J]. 气象科技,2011,39(5):641-645.
- [6] 陆晓静,郭善云,王建英,等. GIS 技术在宁夏决策气象服务产品中的应用研究[J]. 干旱气象,2012,30(2):283-286.
- [7] 汤国安. Arcgis 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 科学出版社,2006. 196-212.
- [8] 潘永地. 剖析 ARCGIS SHAPE 文件及写入代码[J]. 贵州气象,2006,30(6):36-39.
- [9] 邱洪钢. arcgisEngine 开发从入门到精通[M]. 人民邮电出版社,2010. 108-148.
- [10] 蒋波涛. 插件式 GIS 应用框架的设计与实现[M]. 电子工业出版社,2008. 184-196.
- [11] 沙莎,邱新法,何永健. 基于 GIS 的自动气象站数据系统的研发[J]. 干旱气象,2011,29(3):372-376.
- [12] 罗琦,韩茜,李文莉,等. 基于 WEBGIS 的气象科学数据查询显示系统的设计与实现[J]. 干旱气象,2010,28(4):494-498.
- [13] 中国气象局.《气象预报和服务产品色标规范(试行)》. 中气发,[2006]129 号
- [14] 苏军锋,肖志强,魏邦宪,等. 基于 GIS 的甘肃省陇南市暴雨灾害风险区划[J]. 干旱气象,2012,30(4):650-655.
- [15] 王锡稳,张铁军,冯军,等. 甘肃地质灾害气象等级预报研究[J]. 干旱气象,2004,22(1):8-12.
- [16] 冯军,尚学军,樊明,等. 陇南地质灾害降雨区划及临界雨量研究[J]. 干旱气象,2006,24(4):20-24.

Application of Arcgis Engine to Short-term Meteorological Disaster Monitoring and Warning System

WANG Rongzhe^{1,2}, QIAN Li²

(1. Lanzhou Institute of Arid Meteorology, CMA; Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province; Key Open Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China; 2. Wuwei Meteorological Bureau of Gansu Province, Wuwei 733000, China)

Abstract: The short-term meteorological disaster monitoring and warning system in Wuwei considered the meteorological data acquisition, the meteorological disaster threshold setting, the meteorological disaster influencing extent, etc, and took regional weather station observation data and geographic information as input data. The data processing, data monitoring, data analysis and results output were carried on the design. The system monitored meteorological disaster through setting disaster threshold. The analysis function of Arcgis combined with mobile communication technology has realized the meteorological disaster monitoring and early warning function including the meteorological data collection, processing and output and so on, which enhanced the initiative and efficiency of meteorological disaster prevention.

Key words: Arcgis engine; meteorological disaster; short-term; monitoring; warning