

# 基于 SharpMap 的气象监测与预警系统

况 源<sup>1,2</sup>, 李秀娟<sup>1,2</sup>, 周小明<sup>1,2</sup>, 王晓娟<sup>1,2</sup>

(1. 四川省宜宾市气象局, 四川 宜宾 644000;

2. 高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室, 四川 成都 610072)

**摘 要:**随着多普勒天气雷达和自动气象站的不断发展与完善,多普勒天气雷达产品和自动站气象站数据在气象灾害监测预警中的作用越来越突出。为了进一步推进气象现代化建设和加强自动气象站数据、多普勒天气雷达产品的融合使用,在 Visual Studio 2010 开发环境中,使用 C#语言设计并开发了基于 SharpMap 的气象监测与预警系统。实现在 CIMISS 中提取自动气象站小时数据、5 分钟加密数据和本地读取多普勒天气雷达产品在 GIS 地图上的整合显示;实时监测自动气象站各要素数据,自动分析各区县、自动气象站附近和灾害隐患点附近的雷达回波情况,达到设定的预警阈值后,以多种方式向不同受众自动预警。系统投入业务运行后取得了较好的效果,提高了气象部门在应对气象灾害的速度和服务质量。

**关键词:**SharpMap;GIS;CIMISS;气象监测;预警;自动气象站;多普勒天气雷达

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)09-0175-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.09.033

## Meteorological Monitoring and Warning System Based on SharpMap

KUANG Yuan<sup>1,2</sup>, LI Xiu-juan<sup>1,2</sup>, ZHOU Xiao-ming<sup>1,2</sup>, WANG Xiao-juan<sup>1,2</sup>

(1. Yibin Meteorological Bureau of Sichuan Province, Yibin 644000, China;

2. Key Laboratory of Heavy Rain and Drought-Flood Disasters in Plateau and Basin of  
Sichuan Province, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** With the continuous development and perfection of Doppler weather radar and automatic weather station, Doppler weather radar products and automatic weather station data play an increasingly prominent role in meteorological disaster monitoring and warning. In order to further promote the construction of meteorological modernization and enhance the integration of automatic weather station data and Doppler weather radar products, SharpMap-based meteorological monitoring and warning system is designed and developed with C# language in the Visual Studio 2010 development environment. It can extract the hourly data of automatic weather station, encrypt data of 5 minutes and read Doppler weather radar products in CIMISS, and integrate the display on GIS map. Real-time monitoring of the data of all elements in the automatic weather station, automatic analysis of radar echoes in each district and county, around the automatic weather station and around the disaster risk points, and after reaching the set warning threshold, automatic warning is given to different audiences in various ways. After the system putting into operation, better results are achieved, which improves the speed and service quality of meteorological departments in responding to meteorological disasters.

**Key words:** SharpMap; GIS; CIMISS; meteorological monitoring; early warning; automatic meteorological station; Doppler weather radar

## 0 引 言

气象灾害是自然灾害中最为频繁而又严重的灾害,随着经济的高速发展,造成的损失亦呈上升趋势。为了提高气象在防灾减灾中的作用,同时进一步推进气象现代化建设和加强自动气象站监测数据、多普勒天气雷达产品的融合使用,设计并开发基于 SharpMap 的气象监测与预警系统<sup>[1-4]</sup>。该系统具有业务实用

性,不仅能提高气象部门在应对突发气象灾害的速度和服务质量,也能提高专业气象服务能力。

## 1 系统设计与核心功能实现

### 1.1 系统设计

根据功能需求,将系统设计为实况监测与预警、系统设置与任务配置、预警记录三个模块。其中核心模

块为实况监测与预警模块,整合显示 GIS 地图、自动气象站数据(使用 CIMISS 环境<sup>[5-6]</sup>的气象数据访问接口获取小时数据和 5 分钟加密数据)、多普勒天气雷达产品(解析产品文件并绘制成雷达回波图)和灾害隐患点信息,达到设定的预警阈值后以多种方式预警(颜色、声音、短信等)。

## 1.2 SharpMap 中加载地图文件

SharpMap<sup>[7-15]</sup>是一个基于 .net 使用 C# 开发的 Map 渲染类库,可以渲染各类 GIS 数据,可应用于桌面和 Web 程序。支持点、线、面等要素集合,支持常规的地图操作,可编制展示复杂的地图主体渲染。支持矢量数据格式有 ESRI Shape File、PostGIS、Oracle、Microsoft SQLServer、SQLite 等;支持栅格数据格式有 bmp、gif、tif、png、dem 等。且具有占用资源较少,响应较快,对于 .NET 环境支持较好,使用简单,开源免费等优点。其使用步骤如下:

(1) 下载 SharpMap 开发包;

(2) 添加 SharpMap 的 UI 组件至 Visual Studio 的工具箱;

(3) 给 WinForm 窗体添加 MapBox 组件;

(4) 为项目添加 SharpMap 引用,一般来说给 WinForm 窗体添加 MapBox 组件后,会自动引用 SharpMap.dll,如果没有,需手动添加;

(5) 在 WinForm 窗体的 Load 方法中添加如下代码,实现加载地图文件。

```
VectorLayer vlayer_yb=new VectorLayer("yibin");//创建地图图层
```

```
ShapeFile shp_yb = new ShapeFile(@"shp\宜宾边界.shp");//加载地图 Shp 文件
```

```
shp_yb.Encoding = System.Text.Encoding.GetEncoding("gb2312");//设置文字编码格式
```

```
vlayer_yb.DataSource=shp_yb;//为地图图层配置数据源
```

```
CoordinateTransformationFactory ctFact=new ProjNet.CoordinateSystems.Transformations.CoordinateTransformationFactory();
```

```
ICoordinateTransformation trans = ctFact.CreateFromCoordinateSystems(ProjNet.CoordinateSystems.GeographicCoordinateSystem.WGS84,
```

```
ProjNet.CoordinateSystems.ProjectedCoordinateSystem.WGS84_UTM(48, true));
```

```
vlayer_yb.CoordinateTransformation=trans;//设置投影方式 mapBox.Map.Layers.Add(vlayer_yb);//将地图图层添加到 SharpMap 的 MapBox 组件
```

```
Coordinate center=new Coordinate(104.47,28.55);
```

```
mapBox.Map.Center = trans.MathTransform.Transform(center);//设置地图中心显示位置
```

```
mapBox.Refresh();//刷新 MapBox 地图组件
```

## 1.3 SharpMap 中自定义图层

SharpMap 为用户提供了多种图层,如:Vector Layer 矢量图层、LabelLayer 标注图层、WmsLayer 服务图层、GdiImageLayer 图像图层、TileLayer 瓦片图层。在系统中叠加自动气象站数据时,要同时标注圆点、站点名称、实况数据,并且达到预警值以红色标注和控制各级别站点显示。SharpMap 中提供的现有图层不能满足功能需求,所以需要自定义图层类来实现该功能,核心代码如下:

```
class MyLayer:ILayer{
    public void Render(System.Drawing.Graphics g,SharpMap.Map map){ //图层绘制
        SolidBrush b_dot = new SolidBrush(Color.FromArgb(33,136,104));
        SolidBrush b_str = new SolidBrush(Color.FromArgb(5,76,54));
        SolidBrush b_str_r = new SolidBrush(Color.FromArgb(255,0,0));
        for(int i=0;i<coorsList.Count;i++){ //循环显示每个站点
            if((pointsList[i][12] == "全要素" && IsShowPointDjz) || (pointsList[i][12] == "1" && IsShowPointYlz) || (pointsList[i][12] == "2" && IsShowPointQyz) || (pointsList[i][12] == "4" && IsShowPointQyz) || (pointsList[i][12] == "6" && IsShowPointQyz)) //控制显示各级别自动气象站的显示
                PointF p = map.WorldToImage(coorsList[i]); //将大地坐标转化为笛卡尔坐标
            g.FillEllipse(b_dot,p.X-3,p.Y-3,6,6); //画圆点标注
            g.DrawString(pointsList[i][1],new Font("黑体",9),b_str,p.X-15,p.Y-18); //显示站点名称
            if(pointDataStyle == "1 小时雨量"){
                if(Convert.ToDouble(pointsList[i][7])>= d_rl){ //显示站点实况数据
                    g.DrawString(pointsList[i][7],new Font("宋体",9),b_str_r,p.X-10,p.Y+5); //大于预警阈值以红色显示
                } else //显示站点实况数据
                    g.DrawString(pointsList[i][7],new Font("宋体",9),b_str,p.X-10,p.Y+5);
            }
            //后面代码略}}}}
```

## 1.4 SharpMap 中加载雷达回波图

通过解析雷达产品文件<sup>[16-19]</sup>,绘制成 bmp 格式图片文件后,若要精确地叠加在 SharpMap 地图上,必须为该图片文件生成对应的配准文件。bmp 文件的配准文件的后缀名为 bmw,文件名要与对应 bmp 文件名相同,且保存在同一目录下,配准文件内容有 6 行数值:

A:栅格地图的一个像素在 X 方向上的像素分辨率;

B:平移量;

C:旋转量;

D:栅格地图的一个像素在 Y 方向上的像素分辨

率的负值;

$E$ : 栅格地图左上角像素的笛卡尔坐标的  $X$  坐标;  
 $F$ : 栅格地图左上角像素的笛卡尔坐标的  $Y$  坐标。  
其中,  $A$  = 栅格地图在  $X$  方向的地理距离(m)/栅格地图在  $X$  方向的像素点个数;  $B$ 、 $C$  一般为 0;  $D$  = - 栅格地图在  $Y$  方向的地理距离(m)/栅格地图在  $Y$  方向的像素点个数; 因为中心点为雷达站的位置, 所以左上角像素的笛卡尔坐标可根据雷达站经纬度推算。系统中为基本反射率雷达产品(R20)生成的配准文件内容如下:

```
125
0
0
-125
308831.554887426
3338147.27665223

在 SharpMap 中加载雷达回波图片的代码如下:
GdiImageLayer glayer_radar = new GdiImageLayer( " radar",
```

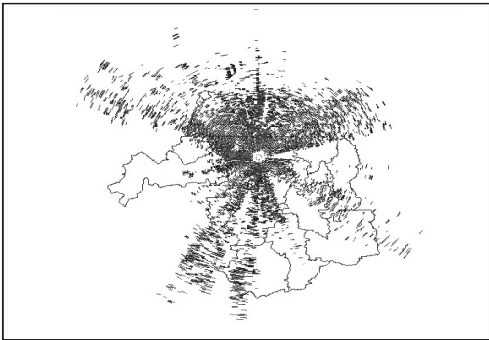


图1 匹配地理位置后的雷达回波

表1 为各区县定义的 RGB 色值

区县	RGB 色值	区县	RGB 色值
翠屏区	0,255,0	江安县	100,100,0
南溪区	255,0,255	筠连县	100,0,100
宜宾县	255,0,0	兴文县	0,0,0
屏山县	0,0,255	高县	255,255,0
长宁县	0,255,255	珙县	0,100,100

1.5.2 程序实现自动分析自动气象站附近和灾害隐患点附近雷达回波情况

分析自动气象站附近和灾害隐患点附近雷达回波情况,使用相同的算法:先将自动气象站的经纬度坐标转化为笛卡尔坐标( $x,y$ ) (SharpMap 在 SharpMap. Map 类下提供了该转化函数: PointF WorldToImage (Coordinate p)),与已知的中心点笛卡尔坐标( $x',y'$ )作偏移量计算,再转化为像素坐标,最后用中心点的像素坐标( $x_0,y_0$ )作偏移计算,就能求出自动气象站在图1中的坐标( $X,Y$ ),见下式。通过读取图1中坐标( $X,Y$ )附近的 RGB 值,分析出该点附近的雷达回波情况。分析出的自动气象站附近的雷达回波情况,可

```
strdir); //strdir 为雷达回波图片文件的路径

glayer _ radar. InterpolationMode = System. Drawing.
Drawing2D. InterpolationMode. Low; //设置雷达回波图的缩放
质量,因为雷达回波图为栅格图像,所以设置为低质量以降低因
放大图像后插值造成信息损失

mapBox. Map. Layers. Add( glayer_radar); //将图层添加到
MapBox 组件
```

1.5 程序实现自动分析雷达回波

1.5.1 程序实现自动分析各区县雷达回波情况

因雷达回波图是以不同颜色表示不同回波强度并按像素绘制而成,即对雷达回波的分析可视为对各像素颜色的分析。分析各区县出现强回波情况的方法为:在图1逐像素读取 RGB 值,如果值为(255,0,0)即为强回波(图1在绘制时已将强回波统一绘成 RGB (255,0,0)色),记录该点的坐标,从图2相同坐标点读取 RGB 值,当 RGB 值为非(255,255,255)时,则与表1相匹配,从而判定出所属区县。最终求得各区县的强回波数量和所占面积的百分率。

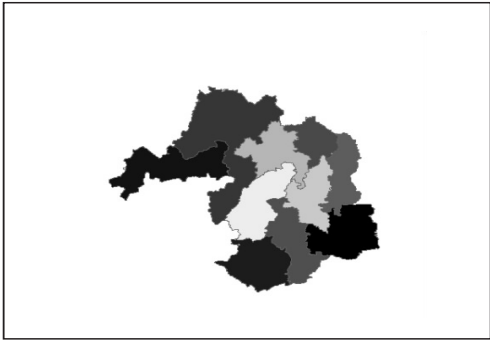


图2 各区县的位置判定

作为排查自动站的异常降雨量的依据;分析出的灾害隐患点附近的雷达回波情况可弥补在该处未建设自动气象站的不足。

$$\begin{cases} X = x_0 + \frac{x - x'}{A} \\ Y = y_0 - \frac{y - y'}{A} \end{cases}$$

其中,  $A$  为已求得的笛卡尔坐标与像素坐标转化系数,该系数与 1.4 小节中  $A$  的值相同;中心点为雷达站的位置, ( $x',y'$ ) 可用雷达站经纬度转化; ( $x_0,y_0$ ) 可根据图1的分辨率求得。

2 结束语

系统实现了 GIS 地图、自动气象站数据、多普勒天气雷达产品和灾害隐患点信息的整合显示与自动预警,在业务运行中取得了较好的效果,提高了气象部门在应对突发气象灾害的速度和服务质量,也能提高专业气象服务能力。随着业务需求的提高,后续还需继续丰富雷达产品和深入分析,系统界面见图3。

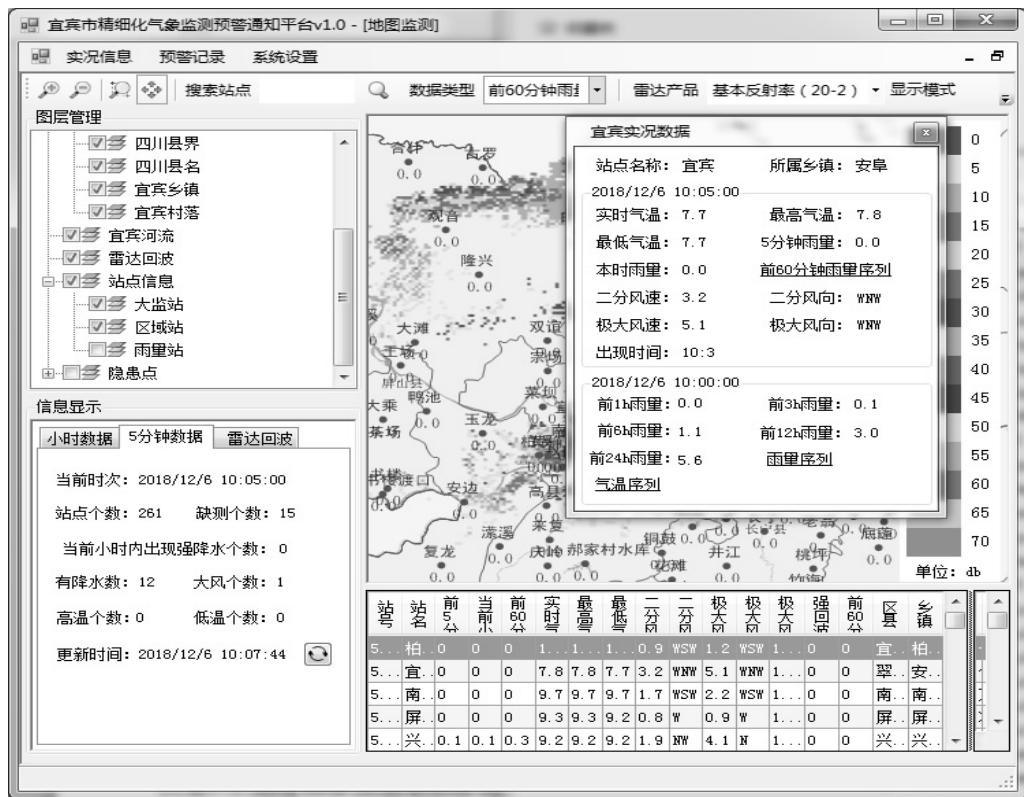


图3 系统界面

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 王凯松,郭志华. 基于 GIS 的气象监测与预警系统的设计与实现[J]. 计算机应用与软件, 2015, 32(9): 88-91.
- [3] 赵仁辉,刘 丽,王志宝,等. 基于开源 GIS 的林业有害生物监测与预警系统[J]. 计算机工程与设计, 2015, 36(3): 802-808.
- [4] 王志斌,万玉发,陈 波,等. 新一代短时天气预警报系统设计及实现[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(12): 296-299.
- [5] 张正阳,朱倩雨. 基于 CIMISS 环境的气象数据统一访问接口简介[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(s1): 134-136.
- [6] 陈 晴,杨 明,陈晔峰,等. 基于 CIMISS 的省级气象业务系统的应用设计[J]. 计算机应用与软件, 2018, 35(4): 117-121.
- [7] 张兰慧,王式功,尚可政,等. SharpMap 在青海省气象信息网络数据库中的应用[J]. 气象科技, 2012, 40(1): 57-60.
- [8] 张胜茂,周为峰,樊 伟. SharpMap 二次开发中的框架设计与实现[J]. 计算机工程, 2011, 37(24): 254-256.
- [9] 夏正龙,尹新怀,欧阳计跃,等. SharpMap 在实现湖南省降水色斑图显示中的应用[J]. 计算机系统应用, 2011, 20(2): 134-136.
- [10] 方静涛,张延军,黄贤龙,等. 基于 C#和 SharpMap 的浅层地温能资源数据库管理系统研究和开发[J]. 世界地质, 2012, 31(3): 608-613.
- [11] WISANTO A, SANIYA H, GUMILAR O. Integrating pipeline data management application and Google maps dataset on web based GIS application using open source technology SharpMap and open layers[C]//2010 8th international pipeline conference. Calgary, Alberta, Canada: International Petroleum Technology Institute and the Pipeline Division, 2010: 209-211.
- [12] PULSANI B R. Implementation of open-source web mapping technologies to support monitoring of governmental schemes[J]. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 2015, 2: 147-153.
- [13] TEO F J M. SharMap software libre para aplicaciones SIG[J]. Mapping, 2018, 27(188): 28-34.
- [14] ZHANG Shengmao, ZHOU Weifeng. Application of SharpMap open source mapping library in fisheries[C]//19th international conference on geoinformatics. Shanghai, China: IEEE, 2011: 1-4.
- [15] STEINIGER S, HUNTER A J S. The 2012 free and open source GIS software map—a guide to facilitate research, development, and adoption[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2013, 39(1): 136-150.
- [16] 扈海波,陈明轩. 融合雷达数据与地理信息系统的归并算法[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(16): 226-229.
- [17] 俞小鼎. 多普勒天气雷达原理与业务应用[M]. 北京: 气象出版社, 2006.
- [18] 折星星. 多普勒天气雷达数据分析系统的设计与实现[D]. 沈阳: 东北大学, 2008.
- [19] 王志斌,万玉发,沃伟峰. 天气雷达组网拼图并行处理方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(7): 187-190.