

气象要素信息分析与应用系统

李永利¹ 常 骏¹ 吴 伟² 王 东³

(1. 内蒙古气象信息中心, 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古大学计算机学院;
3. 中国科学院声学所)

提 要: 开发了适合气象部门资料特点的等值线绘制和分析系统, 通过优化等值线算法, 进一步提高等值线绘制质量。同时利用数据共享网站, 采用 B/S 技术提供气象信息的自动等值线绘制和查询等服务。

关键词: 气象要素信息 等值线 绘制 填充 裁减

引 言

各种气象要素的观测数据量非常大, 单从这些数值上来分析、预测及查看天气情况是很不直观的。气象信息分析与应用系统是一个对气象要素可视化的过程, 就是通过对大量的各种气象要素观测值进行统计、分析, 并将分析的结果以直观的图表方式呈现给广大用户, 以方便进一步的综合分析及决策应用。

等值线就是最常见的一种直观的图表显示, 如温度、降水量等值线图, 用户可以很方便的查看各地区的天气情况, 以及不同地区各种气象要素之间的差异, 从而为进一步的统计决策提供帮助。通过和中国科学院声学所共同合作研究, 开发适合气象部门资料特点的等值线绘制和分析系统, 在现有的矩形算法和三角算法的基础上, 结合最新的三维图形绘制技术, 针对特定区域已知的离散的、不规则的气象空间数据进行整体分析优化, 利用离散数据来估计规则点上的非观测

数据, 进行“空间插值”, 实现有限数据资源的筛选整合。通过优化的插值算法, 利用新型的曲线生成模型, 最终实现把空间分布不规则而有限的点数据转换成指定区域的规则的网格化数据分布模型, 绘制符合气象部门需要的较为直观地体现气象要素分布情况的各类等值线图形。

本系统主要以内蒙古自治区地面常规资料、自动站资料、区域加密观测站资料中的温度、降水量等气象要素信息为数据源, 实现了基于 B/S 模式下的任意一种资料或多种资料间相同要素数据的补充叠加后进行等值线绘制、着色及显示功能, 其中包括全区每个盟市的等值线分析图, 以及盟市内每个旗县境内的等值线分析图等, 解决目前我们气象系统在离散而稀疏的站点分布条件下通过优化等值线算法, 进一步提高等值线绘制质量。用户可以方便的绘制、浏览、查询以上地理位置不同时期的等值线图, 也可以按照需求显示一定的统计信息及对比分析等。同时, 可以对观测数据进行人工修正, 以剔除异常数据的干扰。

1 系统结构设计

系统平台架构采用流行且成熟的技术方案 B/S 模式搭建系统框架 (图 1), 前端平台只需要浏览器功能即可实现系统的完全管理和控制, 不需要安装特别的软件。后台服务器需要安装支持 WEB+JSP 的服务软件及数据库系统 SQL Server 2000, Web 服务器采用 Tomcat 5.0。

因系统使用 B/S 模式, 具有良好的人机交互界面, 方便用户使用及后续功能的扩展。

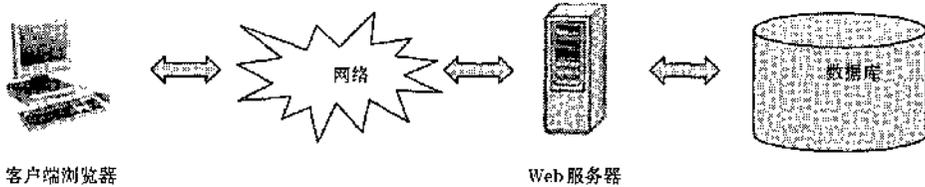


图 1 系统框架结构示意图

Default.jsp: 此应用系统的入口页面。

Weather.jsp: 实现应用系统业务功能的关键页面, 实现等值线图的需求与显示。

Correct.jsp: 观测站数据修正页面。

Export.jsp: 观测站数据导出页面, 导出格式为 Excel。

3 功能模块技术介绍

3.1 数据库存取模块

通过对全区各个观测站点数据的读取, 形成观测样本, 以方便网格数据的生成。读取数据库主要是通过 JDBC 技术, 由 imu.griddata.DBInfoBean 类实现的。

3.2 网格数据生成模块

这是本系统的核心模块, 等值线的生成

2 系统目录及文件简介

cache 及 cache1 文件夹: 分别存放图片和网格差值数据的缓存文件, 提高系统运行效率。

data 文件夹: 存放自治区及各盟市的地图数据。

qxdata 文件夹: 存放各盟市所属旗县区等的地图数据。

WEB-INF 文件夹: 存放本 Web 应用系统相关的 Java 类库、类和配置信息等。

就是基于该网格数据得到的, 采用的是双谐波样条插值算法。样条常用来对曲线与曲面进行插值, 插值的曲线与曲面通过一系列的不规则的空间点。由于插值的曲线曲面满足双调和方程, 因此具有最小曲率的特性。双调和的格林函数 (Green functions) 通常用来对非规则的空间点集进行插值。插值的曲线 (或曲面) 是以插值点为中心的格林函数的线性组合。它们的幅度可以调整, 可以通过空间数据点。

该模块主要是由 imu.griddata 包中的类实现的, 其中由 GridData 类中的成员函数 GriddataV4 实现的网格数据的生成, 过程如图 2 所示。

3.3 等值线生成模块

根据生成的网格数据, 采用等值线跟踪算法来跟踪网格中的等值点。算法基本思想

是从绘图区域边界开始，利用线性插值逐网格追踪每条等值线，得到各条等值线在其所穿过的网格边上等值点的坐标，对这些等值点进行曲线平滑处理，将结果（新的坐标点）存放在一个数组或链表中，连接这些坐标点即可绘出连续光滑的等值线。

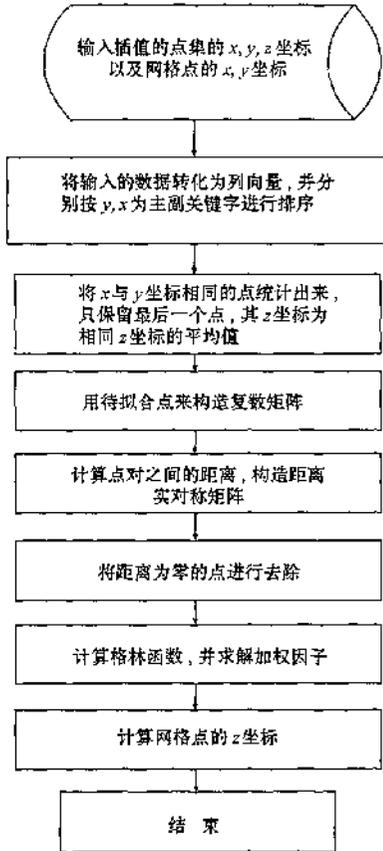


图2 网格数据生成过程

等值线可分为从边界出发到边界结束的等值线和内部封闭的等值线两种情况。追踪法的原理是首先从绘图区域边界或内部网格的边上求得一个等值点（等值线与网格边的交点），然后由该点出发，判断下一个等值点的坐标，直到下一个等值点落在绘图区域边界上或与起点重合，则对该条等值线的追踪就算完成了。

该模块主要包括 imu.contour 包中的类，其中等值线的生成主要是由 CContour 类完成的，其他的类主要是作为数据结构用来描述等值线。

3.4 地图数据生成和区域裁减模块

根据给定的内蒙古自治区经纬度坐标值和区内各盟市旗县数据生成投影后的内蒙古自治区行政区划地图，并对各盟市做了区域裁减功能。

该模块由 imu.cs.geo.map 包和 imu.cs.geo 包中的 MapParser、MapContour、MapRender、Style 等类实现。其中 imu.cs.geo.map 包定义了用来表示地图数据的各种数据结构；Style 类用来描述地图样式信息；MapParser 类用来读取地图数据文件，并解析为内存的对象结构；MapRender 类用来实现地图的绘制；MapContour 类中实现了地图边界的剪裁功能，主要借助于 Java2D 的设置剪裁区域的函数 setClip 实现。

3.5 等值线填充模块

通过对各种等值线进行观察可以发现：任意一条等值线，不外乎属于图3所示的四种情况之一。

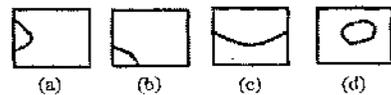


图3 等值线种类

基于任意两条等值线都不相交的前提，可得到前三种等值线与网格边界所围区域（简称为 a 区、b 区、c 区）的覆盖关系为：a 区内部决不会出现 b 区，b 区内部决不会出现 c 区。因此，在填充时只要依据一定的顺序依次填充第三、第二、第一种等值线与网格边界所围的区域，然后按照由外层向内层

的顺序填充第四种等值线所围的区域就可以完成对整个区域的填充。

该功能由 imu.cs.geo.MapContour 类实现。算法流程见图 4。

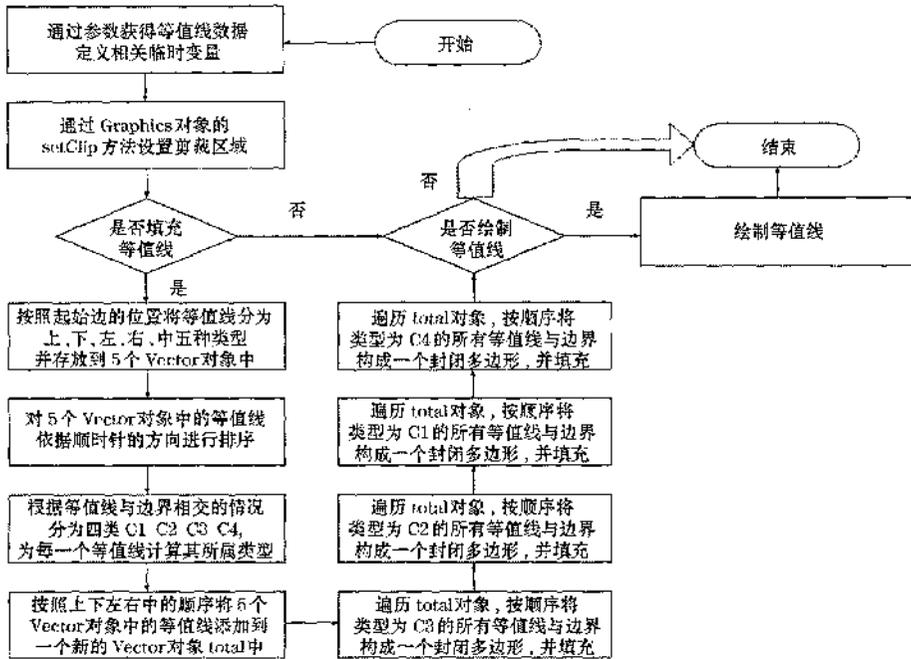


图 4 等值线填充算法的实现流程

3.6 生成、浏览、查询气象等值线信息图

此功能模块是通过 weather.jsp 页面实现:

- a) 实时生成等值线信息图;
- b) 分类浏览不同区域的各种气象等值线信息图;
- c) 查询指定时间、类型的气象信息等值线图;
- d) 可以选择是否显示站点名称、观测值等选项;
- e) 可以进行指定值的等值线图生成显示。

3.7 原始数据订正和输出

可以对等值线图的原始数据进行人工修正, 并导出数据到 Excel 文件中。

此功能主要是通过两个 jsp 页面 (correct.jsp 和 export.jsp) 实现, 无复杂的算法。

3.8 其他功能类简介

- a) imu.cs.geo.MapTool: 可以认为是后台业务模块的对外接口类, 通过静态方法 getWeatherImage 为 jsp 页面提供等值线图片生成的功能。
- b) imu.cs.geo.ConfigFile 与 imu.cs.geo.SystemConfig: 用来实现系统初始配置信息的解析与表示的两个类。
- c) imu.cs.geo.Transform: 实现坐标变换的类, 将地理坐标变换为投影后的屏幕坐标。
- d) imu.cs.geo.RequestInfo: 用来封装用户请求信息的数据结构。

4 系统流程描述

4.1 执行流程描述

目前系统只提供根据用户指定的参数查询相应的气象要素等值线填充图的功能。执行流程见图 5。其中 weather.jsp 页面主要负责实现与用户的交互功能，即让用户选择

查询相关的各种参数（如气象要素种类、时间、显示样式等），并为用户显示查询结果。

4.2 getWeatherImage 方法

此方法是系统的可视界面与后台业务实现代码的唯一连接渠道，jsp 页面通过调用这个方法请求后台为其生成一个符合查询要求的 JPEG 格式的等值线填充图片（图 6）。

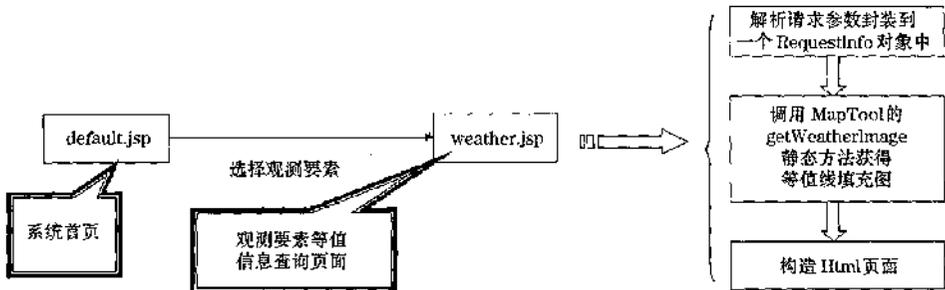


图 5 系统执行流程描述图

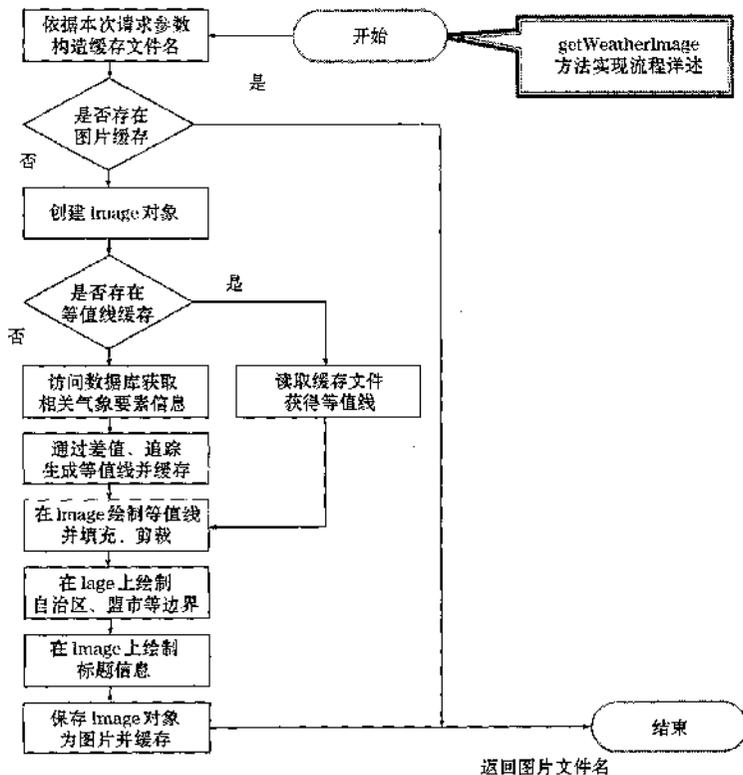


图 6 getWeatherImage 方法实现流程图

为了提高系统响应速度,为生成的等值线数据和填充图片都使用了缓存的机制,在方法的实现中都考虑到了优先判断是否存在缓存数据。

5 结束语

5.1 系统优点

采用 B/S 结构和集中数据存储,易于使用、方便维护;

采用完全独立于硬件平台的 J2EE 技术,易于系统的扩展、移植;

应用 struts 技术的 MVC 设计模式,使得系统的修改、功能扩充非常容易实现;

提供数据库级的安全性;

提供用户管理控制的安全性;

支持实时气象信息图片和等值线数据的两个层次缓存,提高操作的响应速度;

方便的远程管理控制;

基于全区的等值线信息图,生成基本准确。

5.2 改进和完善

由于双谐波插值算法对不规则数据的处理以及极其不规则的边界区域还是存在一定的局限性,使得在盟市一级的等值线图不是十分准确,精确度大约在 85%~95% 之间。今后仍需继续优化算法,使其在小样本观测数据下仍能得到很好的效果,同时提高中小尺度观测站数据的准确度及规模。