气象要素场客观分析软件

冯建设[1] 王建源[1] 崔玉东[2] 袁爱民[3]

(1 山东省气象局气象中心,济南 250031;2 山东省气象科技开发中心,济南 250031;3 邹城市气象局,邹城 273500)

摘要 介绍了一套在 VC++环境下开发的气象要素场客观分析软件。该软件利用三角形网格进行等值线分析,采用 3 次 B-样条曲线平滑,采取逆距离加权法插值;封装了 CxImage 图形包的部分功能,实现了内存图形的快速绘制与存储;通过菜单信息列表、产品输出列表和控制信息列表等接口设计,成功地实现了客观分析的自动化控制,灵活性大大加强,既可作为独立平台,也可作为模块,可自动化,也可人机交互;借助于 Windows 的计划任务,实现了无人工干预的山东省级实时雨情业务的全自动化图形服务。

关键词 客观分析 接口设计 气象要素

引言

气象要素的客观分析在气象基本业务、决策服务、专业服务甚至科研工作中均有广泛的需求。目前气象要素场的等值线分析方法主要采用矩形网格法和三角形网格法等。矩形网格法是在绘图区域内划分出若干矩形网格,将气象资料转换到网格节点上[1]。由于格点数值是通过站点数据插值过来的,不可避免地存在误差,常常出现等值线的分布与实测结果不符的现象。三角形网格则以站点为格点构筑三角形网,从根本上解决了上述问题,且每个网格只需判断两个出边,等值线分析量大大减少,已经成为客观分析的首选方法。

目前,客观分析大多是作为业务系统的一个子模块存在,应用范围限制在系统内部,难以随心所欲地应用于各种客观分析工作中。开发一套简单、通用的客观分析软件,既可作为独立的客观分析平台,又可作为客观分析模块,嵌入各种业务软件中,将大大提高各种业务、服务的客观分析能力,本文介绍的客观分析软件是根据气象业务、服务中的需求而设计的。

1 软件的主要特点

气象客观分析软件是在 VC++6.0 环境下利用 MFC 基础类库开发的,封装了 CxImage 的部分图形功能,适于在 Windows 平台(Win9X, Win2K, WinXP 等)上运行。该软件结构简单、体积小(发行版仅 380 k),利用三角形网格进行等值线分析,采用 3 次 B-样条曲线平滑,以命令行参数传递数据接口。数据接口采用通用文本格式,可作为独立平台,也可作为模块,可自动化分析,也可人工操作。

2 关键技术

2.1 数据接口设计

客观分析涉及的信息很多,如:边界、站点、格点、网格文件、分析等级、填充颜色、字体、背景、专业线路等,这些信息因不同地域、不同气象要素、不同用户需求而不同。本软件根据各种数据依赖关系,将可变信息编辑到一个控制列表中,以命令行参数形式给出,大大提高了软件的灵活性。

2.2 网格边界处理

(1)选取辅助点。三角形网格是以实际站点为格点进行构筑的,要使等值线与地理边界相交,就必须增加辅助点。选取辅助点时有两个要点:一是根据边界附近站点的分布,考虑等值线的走向确定辅助点的位置和个数;二是以辅助点构成的网格边界尽可能与地理边界外切,保证等值线的端点尽量逼近地理边界。

(2)辅助点的数据映射。辅助点本身没有数据,

山东省气象局“山东省第三次农业气候区划”课题资助

作者简介:冯建设,男,1966 年生,高级工程师,主要从事农业气候区划工作,Email:sdqxfjs@yahoo.com.cn

收稿日期:2004 年 6 月 1 日;定稿日期:2004 年 7 月 4 日

必须给它映射数据。边界附近辅助点的数据映射主要考虑等值线的走向要符合人的分析习惯,在边界附近,若让等值线从某两个测站之间出边,则将其数据分别映射到网格边界的两个辅助点上即可(见图1)。

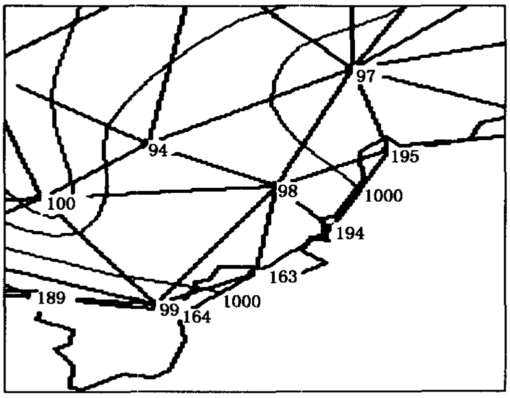

图1　网格边界辅助点数据映射示意

图1 中 97、98、99 为边界附近测站,195、194、163、164 为辅助点,97、98、99 的数据分别映射到 195、163(194)、164 上,这样,经过 97 与 98 之间的等值线就会在 194 与 195 之间出边,经过 99 与 98 之间的等值线就会在 164 与 163 之间出边,而 163 与 194 均等于 98 的值,因此没有等值线通过。

2.3　缺报站点的插值

本软件采取逆距离加权的方法进行插值,取距离缺报站最近的 4 个站点(在不同方向上),以其距离平方的倒数作为权重因子,具体计算公式如下:

$$W = \sum_{j=1}^{k}(W_j \times R_{cj}) \Big/ \sum_{j=1}^{k} W_j$$

其中 $k = 4$, W为插值结果, R_{cj}为第 j个参与加权的站点数值, $W_j = 1/r_j^2$为第 j个参与加权站点的权重因子, r_j为第 j 个参与加权的站点与缺报站间的距离[2,3]。

2.4　气象要素分析菜单的动态装载

作为独立的客观分析平台,需要分析的气象要素种类繁多,在软件安装前也是不可知的,因此,实现分析菜单的动态装载是非常必要的。在 VC++ 环境下实现动态菜单是非常方便的,预设菜单 ID,利用 Cmenu 类的 AppendMenu()等函数,即可动态装载菜单。要实现菜单的动态装载,关键是如何传递接口数据创建新的分析对象。由于软件采用统一的命令行参数格式,可将待分析的气象要素对应菜单标题、命令行参数编辑在一个文本文件中,如:"月降水 f:\ vcprog \ eqldat \ mjs.txt　f:\ vcprog \ eqldat \ jsc.txt　d:\ "。其中,"月降水"为菜单标题,后面 3 项分别为命令行参数所对应的数据源、控制列表文件和输出路径。程序启动时,将上述信息装载到一个动态数组中,一旦选中菜单项,相应的命令行参数在程序内部传递,创建新的分析对象。

2.5　自动输出图形产品

(1)产品输出列表。为了实现图形的自动输出,可将用户对输出图形属性要求以逻辑真假的形式编辑在产品列表中,进行内部调用,例如:

//**地市边界、站点位置、数据、站名、填色、底图、专业线路**//　(文件头)

0　(图形格式)

2　(图形输出数量)

1　1　1　0　0　0　0

1　0　0　0　1　1　0

以上是输出两张图形的输出列表,文件中用 0(逻辑假)和 1(逻辑真)规定了输出图形的属性。

(2)图形的自动绘制。在 VC++ 环境下,图形分析通常是在窗口方式下通过触发菜单或工具条,发送命令来添加或撤消图形属性,要自动生成各种不同图形属性产品,可以在应用程序类函数 InitInstance()中添加语句:m_pMainWnd->SendMessage(WM_COMMAND,ID_PRODUCT,0L),自动触发图形绘制函数的执行,其中 ID_PRODUCT 为图形自动绘制函数菜单 ID。

(3)在内存中生成图形文件。图形保存通常是将屏幕所显示的图形写到文件中,速度较慢且不能受到干扰,在对一系列图形进行保存时,占用时间太多,令人难以忍受。本软件直接在内存设备描述表上绘图,并保存成图形文件,速度提高 4 至 5 倍。在 View 类中的 OnInitialUpdate()函数中创建内存设备描述表和内存位图,在内存设备描述表上选中内存位图并清空。自动绘制图形函数就可以直接在内存设备描述表上绘图。利用 CxImage 的 CreateFromHBITMAP(),从内存位图中创建 CxImage 对象,再调用 CxImage 的 save 函数保存成图形文件。当图形输出完毕后,可发送 WM_CLOSE 消息,也可以将 InitInstance()中的 return TRUE 改写为 return FALSE,自动退出程序。

2.6　颜色填充

合理选择种子点是颜色填充的关键,本软件以

站点为种子点,依据站点数据确定其填充颜色。对处于峰值的站点,周围等值线密度很大,会出现两条线之间没有站点的现象。在等值线经过峰值站点周围网格时,如果同一网格线有多条等值线通过,可记录下每两条等值线与网格的交点,在等值线进行 B-样条曲线平滑时,记录下这两个交点经过平滑计算后的派生点(即最后得到的等值线上的点),再求取对应的两个派生点的中间点作为种子点。

3　软件应用

气象要素客观分析软件是在应用实践中不断完善的,目前已经应用于山东省省级专业气象网络服务、手机无线上网、农业气象情报服务及山东省数字化预报制作平台、山东省酸雨预报业务系统等科研项目。气象要素涉及温度、日照、降水、相对湿度、风速等。从应用情况来看,主要是利用其自动化控制的特点,作为一个图形分析模块嵌入到各种业务系统中,其应用形式可归结为以下几种:

(1) 网络图形服务的后台支持。根据网络服务的产品需求,以命令行参数的形式编辑批处理文件,自动批量生成图片,目前为山东兴农网、山东决策服务网、山东专业气象服务网及手机无线上网提供相关图形服务支持。

(2) 业务系统的嵌入模块。根据业务系统各自处理的数据情况,配置相关接口,作为系统的一个模块嵌入,完成客观分析任务。目前已被嵌入到正在研究的山东省数字化预报制作平台、山东省酸雨预报业务系统中。

(3) 独立的分析平台。利用其分析菜单动态装载的特点,配置各种分析项目的相关接口,即可装配用户自己的客观分析平台。目前山东省农业气象情报业务中的图形分析部分就是按上述方法装配的独立分析平台,可完成农业气象旬月报、实时雨情、资料查询等业务的图形分析任务。

(4) 全自动化实时图形服务:借助于 Windows 的计划任务,根据业务时效需要设置计划任务,以批处理形式调用。目前已实现了山东省实时雨情自动化图形分析及山东省自动观测站逐时雨量图形分析。

4　小结

本软件重点考虑数据接口设计,应用比较灵活,只要根据相关接口要求准备各类信息文件即可装配运行,只要提供符合要求的数据文件,即可进行分析。该软件的客观分析对象仅针对具有连续意义的气象要素场,对于二值化的数据,如阴、晴、雨、雪、雾等天空状况,两个格点数值之间的分析等级是无意义的,需要进行专门处理。

参考文献

1　余卫东,李湘阁,王靖. 气象场等值线自动绘制. 气象科技,2002,30(4):222-225

2　成秋影. 天气分析和诊断方法. 北京:气象出版社,1992

3　冯建设,吕红梅. 不连续场等值线的微机自动分析. 山东气象,1996,16(4):39-40

An Objective Analysis Software for Meteorological Elements

Feng Jianshe[1]　Wang Jianyuan[1]　Cui Yudong[2]　Yuan Aimin[3]

(1 Shandong Provincial Meteorological Center, Jinan 250031; 2 Shandong Provincial Meteorological Scientific and Technological Service Center, Jinan 250031; 3 Zoucheng Meteorological Bureau, Shandong Province, Zoucheng 273500)

Abstract: An objective analysis software for meteorological elements developed under VC++ environment is described. It makes isoline analysis by means of triangle grids and cubic B-spline curve smoothing, and counter-distance weighting method for interpolation. Some functions of the CxImage graph package were sealed so as to realize the quick generation and storage of graphics in the memory. Through the interface design of data menu, product output list, and information-control list, automatic objective analysis was realized successfully. The software can be used as an independent platform or as a module, and can be operated automatically or manually. The real-time graphic rainfall display across Shandong Province without any manual intervention was realized under Windows. The software has been used in the Shandong provincial-level meteorological service and research.

Key words: objective analysis, interface design, meteorological element