

地基微波辐射计资料的等值线自动绘制方法

潘旭光¹ 王振会¹ 胡方超¹ 牟凤军¹ 安晶晶¹ 郭伟²

摘要

在传统矩形网格法的基础上提出了一种思想简单但行之有效的地基微波辐射计资料等值线自动绘制方法.该方法可从单边完成等值线的搜索,避免了平滑处理;采用简便的方法标注等值线,使等值线绘制更加简单实用;给出了等值线的连接绘制在 Delphi7.0 下的实现方式.该算法绘制的等值线的效果图表明其具有可操作性和实用性.

关键词

地基微波辐射计;等值线;矩形网格法;Delphi

中图分类号 TP301

文献标志码 A

0 引言

一些绘图软件(如 Matlab)具有绘制等值线的功能,但是在实际工作中不能满足实时自动显示等值线图的要求,而地基微波辐射计(TP3000 型号)自带的显示软件不能显示历史数据,只能显示实时数据,所以仍需自行编制等值线绘制程序.

目前等值线生成常用的基本算法有规则网格法和不规则三角形网格法 2 种^[1].不规则三角网格法的讨论集中于三角网格的构建方法^[2-3],该方法能够保持原有数据的精度,但算法复杂,等值线生成速度慢;而规则网格法多集中在网格出口边的判断上,算法简单,等值线生成速度快.本文研究的地基微波辐射计资料数据属于规则网格数据,所以等值线生成算法采用规则网格法.但与传统繁琐的网格法绘制等值线^[4]相比较,本文使用的改进的网格法绘制等值线从等值线追踪、平滑处理和标记等值线等入手,主要采用了单边追踪搜索加免平滑处理,简化了等值线绘制流程,提高了开发效率,并能达到预期的效果.

1 技术上的难点与解决方案

1.1 等值线的搜索

如何将等值线完整的绘制出来,必须有一个合理的等值线搜索方法.传统的等值线的搜索方法是先从边界的左下边从左向右搜索,看有无等值点,如有,则设该点为 P_1 ,按从下往上的情况虚设 P_2 点,追踪 P_3 点,直至这条等值线搜索完毕.继续向右看有无等值点,若有,则重复上述过程;若无,则再分别从矩形边界的左边、上边、右边作类似的搜索^[5].

新的等值线搜索方法是先从边界的左下边从左向右搜索,看有无等值点,如有,则设该点为 P_1 ,按从下往上的情况虚设 P_2 点,追踪 P_3 点,直至这条等值线搜索完毕.重复上述过程,直到搜索到边界的最右上方找不到等值点为止.

从单边搜索就能完成等值线的全部搜索,技术上的难点就是不能遗漏等值点.解决方法是用一个链表 ListForfirstdat 专门存放已经搜索到的全部等值点,以边界的最左下方作为起点,按从左往右、从下往上进行搜索,找到一个等值点就和链表 ListForfirstdat 中的数据进行比较,若链表中已经存在此点,对于开曲线从此点位置继续搜索,而

收稿日期 2010-09-28

资助项目 中国气象局武汉暴雨研究所开放课题(IHR2009K01);青海省三江源人工增雨工程科技支撑项目

作者简介

潘旭光,男,硕士生,研究方向为大气遥感技术. panxuguang-001@163.com

王振会(通信作者),男,教授,博导,研究方向为大气探测与大气遥感. eiap@nuist.edu.cn

1 南京信息工程大学 大气物理学院,南京,210044

2 中国气象局 气象探测中心,北京,100081

对于闭合曲线则返回到起点重新搜索;若链表中不存在此点,则把此点存入链表 ListForfirstdat 中并且继续搜索,搜索的结束条件是搜索到边界的最右上方的点.

1.2 等值线的平滑

对于等值线的平滑,传统的等值线绘制方法采用某种方法将等值点序列拟合成一条光滑曲线.如何既能满足要求又能避免复杂的等值线的平滑处理,解决的方法是在读入原始数据到动态数组 inidata、inidatx 和 inidatay 时,把 4×4 个小单元格记做一个大单元格来进行存储的.这样做的好处是在满足要求的情况下,避免因数据过于密集而使得画出的等值线毛刺太多.

1.3 标记等值线

一般情况下,在等值线自动标注时,根据等值线上的等值点拟合出每条等值线的函数,然后求它的导数和曲率,以此判断标注添加的位置,这样做的缺点是比较复杂,计算量也比较大.

新方法考虑简化标记等值线,技术上的难点主要是确定等值线属性标注在等值线的什么位置.解决方法:用链表 ListFordrawdat 顺序记录画一条等值线的所有等值点,若是闭合等值线,并且链表 ListFordrawdat 中数据个数超过设定的阈值,则在链表长度的 $1/2$ 记录处进行标注;若是非闭合等值线,则在链表长度的 $1/4$ 、 $1/2$ 和 $3/4$ 记录处标注.

2 改进的网格法的实现

2.1 数据结构

1) 原始数据点的存储

因为无法提前知道要处理多少个数据,所以原始数据点的存储用动态数组^[6]来实现,动态数组的数据结构定义如下:

```
type
Myarray = array of array of Extended;
inidata, inidatx, inidatay: Myarray;
```

inidata 存储的是原始数据点的属性值, inidatx 和 inidatay 分别存储原始数据的对应屏幕上的横坐标和纵坐标值.

2) 存入链表中的点的数据结构

以存入链表 ListFortempdata 的点的数据结构类型为例,存入另外 2 个链表(ListForfirstdata 和 ListFordrawdata)的点具有类似的数据结构.如下所示:

```
PtempdataRecord = ^tempdataRecord;
```

```
tempdataRecord = Record
```

```
x: Extended;
```

```
y: Extended;
```

```
end;
```

存入链表 ListFortempdata 中的数据是指向记录类型 tempdataRecord 的指针 PtempdataRecord,其中 x, y 表示等值点在图上的横、纵坐标.

3) 单元网格的结构定义

单元格 4 条边 side 按顺时针分别对应十进制数 1, 2, 3, 4(图 1).

单元格的等值线进入方向 enterdir 共 4 个方向,对应 5 个取值(表 1).

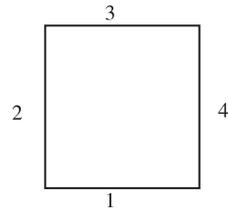


图 1 单元网格边的说明

Fig. 1 Illustration of unit grid edges

表 1 等值线进入方向

Table 1 Entering direction of contour line

enterdir	等值线进入方向
0	无法判断等值线走向
1	等值线由左进入网格
2	等值线由右进入网格
3	等值线由上进入网格
4	等值线由下进入网格

2.2 总体流程

绘制等值线的系统流程如图 2 所示,具体流程如下.

第 1 步. 从链表中读入原始数据到二维动态数组 inidata, inidatx, inidatay 中.

第 2 步. 按照从左到右, 从下到上的顺序, 遍历网格寻找第 1 个等值点 P_1 , 若遍历到网格最右上角没有找到新的等值点则结束等值线程序. 在这一过程中, 通过公式 $(Z - Z_1) \times (Z - Z_2) < 0$ 来判断某网格边上是否有等值线经过, 其中 Z_1, Z_2 为 1 条边 2 个端点的属性值, Z 为等值线的属性值^[7].

第 3 步. 若找到点 P_1 , 并且点 P_1 在链表 ListForfirstdata 中已存在, 则记录 P_1 点所在网格对应屏幕上的横坐标 i_1 , 返回执行第 2 步, 在第 2 步遍历横坐标从 $i_1 + 1$ 开始; 若点 P_1 是新找到的, 则计算它在

屏幕上的对应的横坐标和纵坐标值,并把它存入链表 ListForfirstdata 和 ListFordrawdata 中。

第4步.根据点 P_1 在网格上的哪条边上找到第2个点 P_2 ^[5],记录 P_2 点所在网格对应屏幕上的横坐标 i_2 ,计算点 P_2 在屏幕上的对应的横坐标和纵坐标值,并把它存入链表 ListForfirstdata 和 ListFordrawdata 中,连接点 P_1 和 P_2 ;

第5步.若 i_2 在网格边界范围内,则根据点 P_1 和 P_2 确定等值线从哪个方向进入网格^[7],即等值线的走向(如表1所示);否则返回执行第2步。

第6步.根据等值线的走向找到第3个点 P_3 ,若点 P_3 在 ListFortempdata 已存在,表示曲线是闭合的,返回执行第2步;若点 P_3 是新找到的,计算它在屏幕上的对应的横坐标和纵坐标值,并把它存入链表 ListForfirstdata、ListFordrawdata 和 ListFortempdata 中,连接点 P_2 和 P_3 ,并且用点 P_2 和 P_3 分别替换点 P_1 和 P_3 ,返回执行第5步。

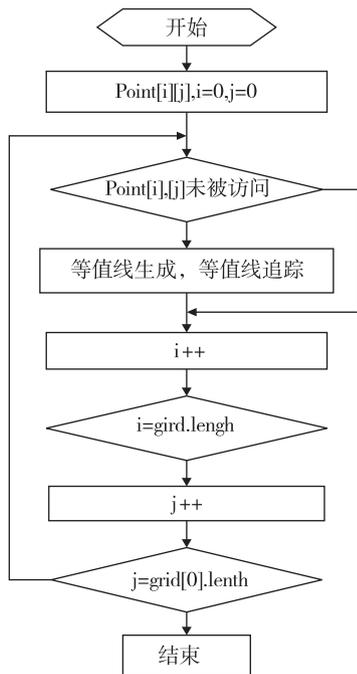


图2 系统流程

Fig. 2 System flowchart

2.3 程序实现

本文的等值线程序用 Delphi7.0 编程实现,等值线的连接绘制采用 Delphi7.0 的画布多点连接函数 Polyline(const Points; array of TPoint) 实现,它的参数是一个点数组^[6]。

3 应用效果

下面将通过2个个例来说明绘制等值线程序的应用效果。

1) 个例1

如图3所示,挑选的是2008-07-04日01:00—14:20的0~10 km的温度廓线的时间序列等值线图,设定了3条等值线,属性值从低到高依次为250、270和290,单位是K,这3条等值线都是开曲线。

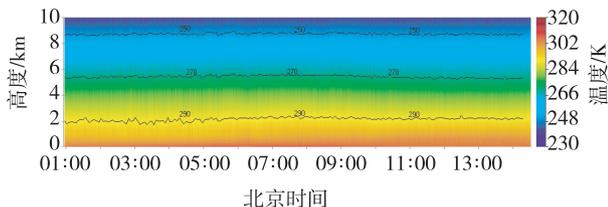


图3 2008年7月4日温度廓线的时间序列等值线

Fig. 3 Contour map of time series for temperature profile

2) 个例2

如图4所示,挑选2008-06-30日00:05—15:48的从0~10 km的水汽密度廓线的时间序列等值线图,设定了3条等值线,属性值从低到高依次为5、15和25,单位是 g/m^3 ,属性值是5和15的等值线是开曲线,属性值是25的等值线是闭合曲线。

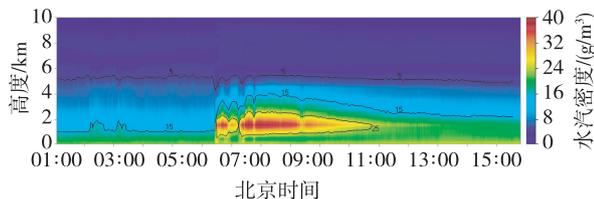


图4 2008年6月30日水汽密度廓线的时间序列等值线

Fig. 4 Contour map of time series for water vapor density profile

从以上2个个例看出,不管对于开曲线或闭合曲线,等值线绘制程序都能达到预期效果。

4 结语

利用本文的等值线自动绘制程序可以方便显示实时和历史数据等值线图,弥补了绘图软件和地基微波辐射计自带的显示软件的局限性和不足,为气象工作人员快速、直观、准确分析整个区域内某一气象要素变量的变化规律提供了有利工具。

本文绘制等值线采用改进的矩形网格法,该方法相对于传统网格法有以下几个优点。

1) 简化等值线的搜索过程.对于开曲线传统的

搜索方法是从矩形边界的4条边分别进行搜索,比较繁琐,本文的方法只要从矩形的一边就可以完成搜索,简化了搜索过程.

2) 避免等值线的平滑. 在读入原始数据时,是按照把 4×4 小单元格记做一个单元格来进行存储的,不用再进行另外的平滑处理,这样避免了数据过于密集,画出的等值线毛刺太多.

3) 简化等值线的标注. 传统的等值线标注方法过于复杂,本文的标注方法简单易行.

4) 实现边追踪边绘线,不用再另外开辟空间存储等值线的信息,可以节省内存,提高效率.

本程序也可以作为一个通用的二维平面等值线绘制模块嵌入到其他具有相同数据特点的数据计算与数值分析系统中,具有可移植性.

参考文献

References

- [1] 林毅,金焯,马登哲,等. 正规网格等值线的虚拟路径扫描算法 [J]. 计算机工程与应用, 2001, 37(13):92-94
LIN Yi, JIN Ye, MA Dengzhe, et al. Algorithm for tracing contour lines based on virtual paths [J]. Computer Engineering and Application, 2001, 37(13):92-94
- [2] 郑盛贵,颜七笙,黄临平. 基于点的三角形构网算法及等值线自动生成方法 [J]. 计算机与现代化, 2004(5):7-9

- ZHENG Shenggui, YAN Qisheng, HUANG Linping. Algorithm of triangle constructed grid based on points and method of automatically establishment contour [J]. Computer and Modernization, 2004(5):7-9
- [3] 陈剑,孔玉寿,李汇军. 基于三角形网格的气象场等值线自动分析 [J]. 气象科技, 2004, 32(2):116-119
CHEN Jian, KONG Yushou, LI Huijun. Automatic drawing of contours based on triangle-mesh meteorological fields [J]. Meteorological Science and Technology, 2004, 32(2):116-119
- [4] 余卫东,李湘阁,王靖. 气象场等值线自动绘制 [J]. 气象科技, 2002, 30(4):222-225
YU Weidong, LI Xiangge, WANG Jing. Isoline drawing programming of meteorological field [J]. Meteorological Science and Technology, 2002, 30(4):222-225
- [5] 唐艳红. 海洋环境信息等值线自动绘制方法研究 [D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学自动化学院, 2007
TANG Yanhong. Research on the automatic plotting of marine environment isoline [D]. Harbin: School of Automation, Harbin Engineering University, 2007
- [6] 梁水,李方超,赛奎春. Delphi 开发技术大全 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2007:76-77
LIANG Shui, LI Fangchao, SAI Kuichun. Delphi development technology [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2007:76-77
- [7] 陈学工,刘凯敏. 一种基于格网法快速生成等值线的算法 [J]. 电脑与信息技术, 2007, 15(3):4-6
CHEN Xuegong, LIU Kaimin. An algorithm of drawing contour from grid DEM [J]. Computer and Information Technology, 2007, 15(3):4-6

Automatic drawing method of objective contour for ground-based microwave radiometer data

PAN Xuguang¹ WANG Zhenhui¹ HU Fangchao¹ MOU Fengjun¹ AN Jingjing¹ GUO Wei²

1 School of Atmospheric Physics, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 Meteorological Observation Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081

Abstract As a commonly used method by meteorologists, contour can display the distribution of meteorological elements vividly. A simple but effective automatic drawing method of objective contour for ground-based microwave radiometer data is described in this paper, which is based on the traditional rectangular grid method. This algorithm completes the contour searching from only one side and avoids smoothing, then mark the contour by a convenient method to simplify the drawing process. This automatic drawing and connection of contour is implemented in Delphi 7.0, and two examples are given to verify this algorithm.

Key words ground-based microwave radiometers; contour; rectangular grid method; Delphi