

基于图形矢量模式的图像几何信息压缩方法^①

Methods of Geometrical Image Compression Based on Vector Mode of Images

李翠芳 赵建荣 侯晓荣 (宁波大学 理学院 浙江 宁波 315211)

摘要: 根据气象图像的具体特点从图像的矢量形式出发,对图像进行了有效的压缩。该过程用 matlab 程序实现,对其中曲线则用合适的插值拟合方法选用特定曲线代替,并验证了这种拟合在误差允许的范围內是有效的。这种图像的压缩方法同样适用于其他类型的图像。

关键词: 图像压缩 存储空间 矢量形式 气象图像 样条曲线化

随着数字化的应用越来越深入,各种工程项目及生产管理系统必将实行全面的数字化。随之而来的便是大量的数据需要存储,其中海量的图像信息是众多应用中必须解决的问题。对于气象预报局来说,由于研究及历史保存的原因,存储大量的气象图像是必然的,因此对减小图像存储空间的研究具有重要的现实意义。

其中图形图像的存储模式及所占存储空间的大小关系到图形图像运用系统速度的快慢,也是运行系统是否成功的关键^[1]。

数字图形图像存储格式有位图图像模式和矢量图形模式^[2],在此基础上可以得到减小图像存储空间的有效的方法。位图图像又称作点阵图像、位映射图像,它是由一系列像素组成的可识别的图像。如果把一幅位图图像看成一个数字矩形,则矩形中的任一元素(即像素)对应于图像中的一个点,而相应的值对应于该点的颜色或者灰度。于是利用图像处理工具裁剪掉图像中的次要信息部分,将图像按比例缩小,或者改变图像颜色深度都可以减小存储空间加快系统运行速度^[3]。

矢量图形不是直接描述图像数据的每一个点,而是描述产生这些点的过程以及方法,通过数学方程来对图形的边线和内部填充描述以建立图形。矢量图形的关键是计算机用数学方程来描述物体。矢量图形是

由各个矢量对象组成,它是用数学原理将各种矢量对象组合而成的图形,以一组指令的形式存在。这需要根据不同的图像文件研究不同的压缩算法^[4],如为了对折线数据给予压缩处理,可以采用分治压缩算法和线性压缩算法,当然不同的算法会具有不同的空间复杂度及时间复杂度。

1 现有的气象图像的压缩方法存在的问题

采用准可逆二抽一的方法^[5]压缩图像是常用的图像压缩方法。在图像采用像素点的方法描述时,对其中的像素每间隔一点来保存,这样相对原来的图像实现了4:1的压缩比。图1是本文讨论要压缩的图像,抽象得到的如图2的气象图像在小范围内可看作是由连续型线条表示的,那么,空心点的值便可以从与它相邻两个实心点的值延连来恢复。即相邻两个实心点都为1时,中间的空心点为1,否则为0。这种方法易于恢复保真较好,但压缩比较小,因此使用范围有限。

不可逆的多点抽一压缩方法:若要再提高图像数据的压缩率,还可以采用三抽一和四抽一方法,使压缩比提高到9:1和16:1。但用多点抽一法压缩,信息损失量会大大增加并且该压缩过程是不可逆的。多点抽一法主要用于对精度要求不高,或只显示不分析场合。

^① 收稿时间:2009-03-23

另外还可以采用取图中有限区域的混合压缩法。这种方法对小范围的研究非常实用，但进行大量图像数据存储时则明显不适用。

总之上述的压缩方法都是从图像的位图模式出发得到的压缩方法。本文则从图像的矢量模式出发，对如下所示的气象图的存储加以研究^[6]。图 2 是图 1 中抽取出的等压线部分，对大量底图相同的气象图像，我们只需存储提取出来的等压线数据^[7-9]。图中采用大量直线、曲线等加以描述，我们出于图形矢量描述法的理论，对减小大量的类似图像的存储空间进行了研究。对直线可以采用两个端点代替，曲线则采用拟合的方法进行压缩存储^[10]。

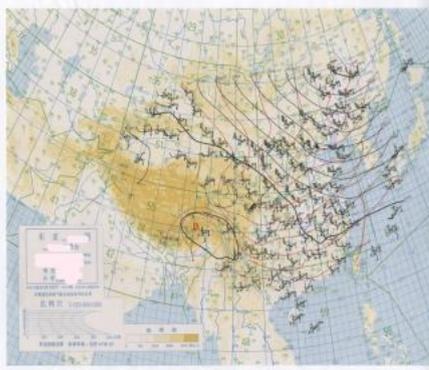


图 1 要压缩的气象图像原图

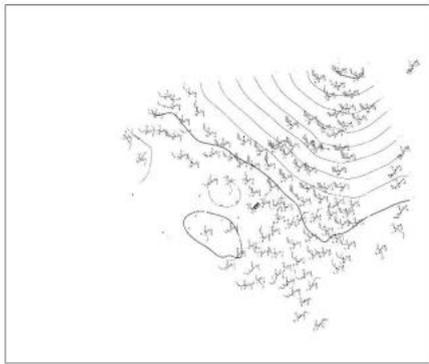


图 2 提取出的等压线图像

2 直线的压缩存储算法

直线是图像中容易存储的元素，可经过如下步骤对其存储空间进行压缩：

- (1) 读取直线并利用 matlab 中 `bwmorph` 函数进行细化；
- (2) 遍历直线中所有点取出端点；
- (3) 记录直线的端点、颜色、粗细；

即实现用较少的文档数据记录完整的直线图像信息。

比较：对图 3 的直线假设它是一条粗细为单个像素的黑色的直线，进行如下的比较：



图 3 将要进行压缩的直线原图

图 3 中的直线利用 BMP 方式存储时，占用空间 952KB。

利用此处的压缩存储算法，

```
I = imread('直线'); % 读取直线
```

```
bw = im2bw(I); % 0 为黑点, 1 为白点,
```

白色是底色

```
bw = ~bw morph(~bw, 'thin', inf);
```

% 对直线进行细化

```
[r,c] = find(bw == 0); % 提取黑色的点
```

```
rc = [r c]; % 记录所有点的坐标
```

由此得到需要存储的端点为：起点[76, 39]，终点[490, 370]；因此图像信息转化为简单的文本信息，比较原来 952KB 的存储空间达到了明显的压缩存储的目的；并且此压缩过程是可逆的即由直线两端点的坐标，容易还原的到原来的直线。

3 曲线的压缩存储算法

我们对图 4 的曲线采用拟合的方法进行压缩

图 4 的曲线利用 BMP 方式存储时，占用空间 495KB。

3.1 三次样条插值拟合方法

按如下的步骤进行：

- (1) 取出曲线上所有点的横坐标及纵坐标；
- (2) 遍历所有点，存储曲线的端点、极值点、拐点，计入数组 `savedpoints`；

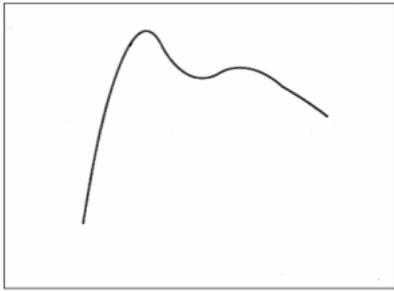


图 4 将要进行压缩处理的曲线

(3) 为了保证拟合的误差不超过定值 **tolerance**, 还需记录这样的点: 若数组 **savedpoints** 中相邻两点的横坐标之差大于定值 **value**, 则对曲线上该两点之间的部分的横坐标以长度 **value** 进行分段, 将端点计入数组 **savedpoints**;

(4) 若数组 **savedpoints** 中相邻两点的纵坐标之差大于定值 **tolerance**, 则对曲线上该两点之间的部分的纵坐标以长度 **value** 进行分段, 将端点计入数组 **savedpoints**.

上述过程用 **matlab** 程序可以实现, 得到结果: 需要存储的五个点是(96, 267), (166, 45), (227, 99), (269, 87), (364, 143); 即图 2 中圈出的点, 因此可以看出我们把原来占用空间为 495KB 的一条曲线简化为五个点来记录。但这用存储有意义的前提是这种简化是可逆的, 即从存储的这五点中可以恢复原来的图像。

图像还原的过程通过下面的步骤实现: 可以用 **interp1** 指定内插方式为 **spline** 来进行曲线的拟合,

$$y = \text{interp1}(xi,yi,x,'spline');$$

其中, **xi,yi** 分别是数组 **savedpoints** 中各点的横坐标和纵坐标, **x** 是遍历曲线时得到的曲线所有点的横坐标。即采用样条差值拟合的方法, 拟合出原来各横坐标对应的纵坐标。

设图像的宽为 **width**, 高为 **height**; 对坐标轴进行控制, 使用矩阵格式即是把图原点设在左上角横轴不变纵轴由上往下递增。

$\text{plot}(xi,yi,'o',x,y),\text{axis}([0, width, 0, height]),$
 $\text{axis } ij;$

即可得到拟合后的曲线如图 5 所示, 图中圆圈标出的点即为上述存储的五个点。

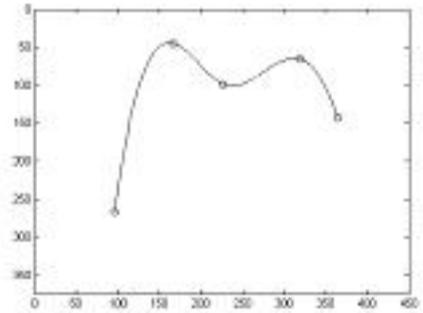


图 5 三次样条拟合差值方法压缩后的点与原曲线对比图

上述过程用可容忍的误差 **tolerance** 进行了控制, 因此拟合结果是可信的。

3.2 自适应分段拟合

对上面的直线若采用自适应分段法进行拟合, 是将距两个端点连线距离大于 **tolerance** 的点存储, 并用该点重新分段^[11]。

则需要存储的点有(96, 267), (113, 168), (123, 126), (134, 90), (143, 68), (153, 52), (162, 45), (172, 46), (178, 52), (187, 70), (195, 81), (205, 91), (221, 99), (237, 98), (251, 90), (264, 87), (283, 89), (299, 96), (315, 109), (342, 126), (364, 143), 共 21 个点, 即图 6 中标示的点。

该方法在误差允许的范围内同样是可逆的, 下面的 **matlab** 语句可以恢复原图像,

$\text{plot}(xi,yi,'-k',\text{LineWidth},1),\text{axis}([0, width, 0, height]),\text{axis } ij, \text{hold on};$

拟合后的曲线如图 6 所示。

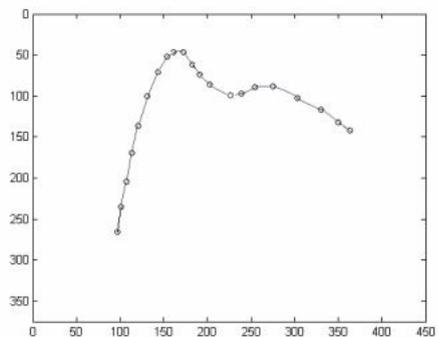


图 6 自适应分段拟合方法压缩后得到的点与原曲线对比图

(下转第 193 页)

4 结语

气象研究工作中拍摄到的图像都是位图模式的,这种图像利于研究却不便于存储。本文从图形的矢量模式的角度对特定的气象图像中的几何图形进行了压缩。这种方法可以避免位图模式压缩方法的很多缺点,既可以实现理想的压缩比又满足了图像压缩的可逆的要求。

参考文献

- 1 薛淑磊,王振辉,王振铎.PB 数据库图像存储技术研究.多媒体技术及其应用,2008,7:1320-1323.
- 2 冈萨雷斯,阮秋琦,译.数字图像处理. MATLAB 版,北京:电子工业出版社,2006.211-245.
- 3 Zhao E, Liu D. Fractal image compression methods:A review. Digital Object Identifier, 2005,1:756-759.
- 4 Taskin C, Sarikoz SK. An overview of image compression approaches. Digital Object Identifier.2008,5:174-179.
- 5 季致建.气象图像资料的压缩.气象,2007,10:19-21.
- 6 张蓉生,魏学锋,李立.基于曲线拟合及计算机辅助技术的图形数字化方法.应用基础与工程科学学报,2008,8:504-510.
- 7 Mrak M, Grfic S, Grgic M. Picture quality measures in image compression systems. IEEE CNF Computer as a Tool, 2003,1:233-236.
- 8 Jackson DJ, Hannah SJ. Comparative analysis of image compression techniques. Digital Object Identifier, 1993,7-9:513-517.
- 9 包长明,付屏,陈晓丽.BREW 应用中减小图像存储空间的方法.单片机与嵌入式系统设计.2005,5:82-83.