

基于等腰直角三角形的分形图像压缩算法*

Image Compression of Fractal Code Based on Isosceles Right Triangle

荣宝坚¹, 刘杨², 杨丽芳¹, 梁莹¹, 李玥¹

RONG Bao-jian¹, LIU Yang², YANG Li-fang¹, LIANG Ying¹, LI Yue¹

(1. 广西计算中心, 广西南宁 530022; 2. 广西科技信息网络中心, 广西南宁 530012)

(1. Computing Center of Guangxi, Nanning, Guangxi, 530022, China; 2. Guangxi Science and Technology Information Network, Nanning, Guangxi, 530012, China)

摘要: 为了提高二值图像的压缩比, 采用自顶向下的编码方法, 提出一种基于等腰直角三角形的分形图像压缩算法, 并进行仿真实验。该算法对无损压缩的图像还原后与原图像没有差别, 压缩比比一些无损压缩算法高, 提高了压缩图像的压缩比。该算法在重构图像时不会产生水平与垂直边际效应, 而且可以在有损压缩和无损压缩之间灵活切换。

关键词: 分形编码 二值图像压缩 等腰直角三角形

中图分类号: TP301.6 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2008)04-0291-02

Abstract: In order to improve the ratio of binary image compression, using top-down method of coding, bring forward a fractal image compression method based on isosceles right triangle, and simulated. After restoration, there is no difference between lossless compression image and original image, and improve the ratio of image compression. Using the algorithm to reconstruct the compressed image in a manner that does not have a marginal effect of horizontal and vertical, but also can switch between lossy compression and lossless compression.

Key words: fractal code, binary image compression, isosceles right triangle

近年来,随着网络化和数字化办公的发展,人们对文件、档案等办公资料的数字化、电子化需求越来越大。在文档数字化的过程中,将文档扫描并以二值图像保存是一种非常好的存储方法。与灰度和彩色图像相比,二值图像摒弃了色彩、灰度方面的数据,所以数据量很少。由于二值图像每比特所包含的信息量饱满,所以不易实现有损压缩,或者在有损压缩时难以改善视觉质量。对于海量的文档的存储和管理压力仍然十分沉重。因此提高二值图像的压缩比成了文档数字化过程中的迫切需求。本文对分形学中基于等腰直角三角形的二值图像压缩算法进行分析研究。

1 压缩算法思路

分形图像压缩编码的关键有两点:(1)原图像分

割后具有明显的分形特点;(2)构造出一个能尽可能恢复原来子图像的迭代函数^[1]。等腰直角三角形的独特性质使其在图像分割和构造迭代函数方面都具有相当明显的优势。等腰三角形存在一个直角顶点和两个相等的直角边,在计算中可通过存储一个直角顶点和另一个顶点来表示该等腰直角三角形;等腰直角三角形可等分成4个子等腰直角三角形。

将一幅 $2^n \times 2^n$ 的二值图像等份地划分为4个直角三角形^[2],对每一个直角三角形进行像素值判断,如果三角形区域中包含的像素值相同则不需要继续划分。如果不同则继续划分。对于生成的黑色三角形区域可用一个直角顶点坐标和另一个顶点的坐标来表示;对于最小等腰直角三角形中的点可直接存储^[3]。在图像恢复时可用填充算法将黑色三角形区域直接恢复以达到还原二值图像;同时可以通过一个阈值来控制图像的有损与无损压缩。其压缩与恢复处理如图1所示。

收稿日期:2008-10-06

作者简介:荣宝坚(1984-),男,主要从事软件研究与开发工作。

* 广西自然科学基金应用基础研究专项项目(桂科基 0342016)资助。

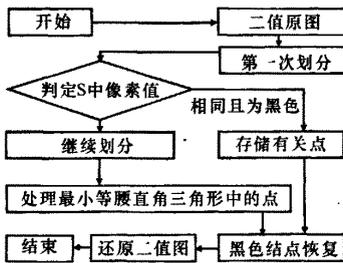


图1 压缩与恢复原理

2 压缩算法描述

步骤1:将二值图像按正方形区域的对角线划分为4个等腰直角三角形。

步骤2:判断等分割的第三个子图 $\sum p(k)_{(黑)}$ 与 $\sum p(k)_{(白)}$ 。如果 $\sum p(k)_{(黑)}$ 与 $\sum p(k)_{(白)}$ 有一个为零,则转向步骤4,否则转向步骤3。

步骤3:将第三个子图按生成等腰直角三角形的方法生成4个大小相等的子图。

步骤4:形成一个叶节点,改变叶节点包含的像素值状态,如果为黑色区域则存入线性表L中^[4]。

步骤5:对最小等腰直角三角形中的黑色结点可直接存储到线性表K中。

步骤6:如果还有待分割子图,转向步骤2,否则结束。

当图像被等腰直角三角形分割时,采用阈值 T 来决定该子结点是否连续分割, $T_1 = \frac{\sum P(k)}{\sum P(k)_{白}}$,可自行设定 $T = M$,当某一个三角形区域中 $S = \frac{\sum P(k)_{黑}}{\sum P(k)_{白}}$ 小于 T 表示有损压缩。当 $0 < M < 0.5$ 时表示有损压缩。

3 仿真实验

选用如图2所示的图像进行仿真实验。基于等腰直角三角形的分形图像编码所得的无损压缩图像,如图3所示。

从实验结果(图3、图4)可以看到,无损压缩的图像还原后与原图像没有差别,压缩比比一些无损压缩算法高,不过无损压缩的时间开销很大。算法采用了自顶向下的编码方法,图像中的每个像素至少都会被扫描一次,以检查子图像是否是叶结点。 $2^n \times$

2^n 大小的图像构造算法的时间复杂度为 $O(n^2)$ 。在有损压缩方面,虽然能得到更高压缩比的图像,只有图4(a)没有太大的失真。



图2 原始图像



图3 无损压缩后的效果

取 $T = 0.3$ 时,所得有损压缩图像如图4所示。



图4 有损压缩后的效果

4 结束语

从本文的算法描述中可以看出,与其他压缩算法相比,基于等腰直角三角形的分形图像压缩算法充分利用了图像的自相似性,提高了压缩图像的压缩比,在重构图像时不会产生水平与垂直边缘效应,而且可以在有损压缩和无损压缩之间灵活切换。但是在图像分割、判断方面算法复杂,运算量很大。

参考文献:

- [1] Barnsley M, Hurd L. Fractal image compression[M]. Wellesley: A K Peter, 1993.
- [2] 牛冀平,余志超. 二值图像的四边形区域压缩算法研究[J]. 黄冈师范学院学报, 2005, 25(6): 52-57.
- [3] 邓江华,熊小红. 基于等腰直角三角形的二值图像压缩算法研究[J]. 黄冈师范学院学报, 2007, 27(6): 52-57.
- [4] 陆声链,林士敏. 基于距离的孤立点检测研究[J]. 计算机工程与应用, 2004, 33: 73-75.

(责任编辑:尹 闯)