

# 一种非限制行程的行程码图像压缩方法

何兴恒, 陈 慧

HE Xing-heng, CHEN Hui

中国地质大学 计算机学院, 武汉 430074

College of Computer Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

E-mail: chenhui1007@126.com

**HE Xing-heng, CHEN Hui. Image compression method of non-restricted run length encoding. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(29): 187-189.**

**Abstract:** With the rapid development of the information society, image has become one of the important carriers which can transmit information. Because of the massive content of information of unprocessed image, it is extremely important to work hard at research and develop the technology for image coding. By researching and analyzing the run length encoding, an image compression method of non-restricted run length encoding is presented; the method sets the length flexibility and overcomes the limitations of the traditional run length encoding. Experiment indicates that the improved technique can greatly improve compression efficiency, and the compatibility of the new algorithm is more widespread, especially for the image compression of a large area of continuous shadow and the same color. The efficiency promotion is remarkable. The technique presents a new approach for the technique of static image compression.

**Key words:** image compression; non-restricted run length encoding; run-length-encoding

**摘 要:** 在信息社会高度发展的今天, 图像成为可以传递信息的重要载体之一。由于未经处理的图像信息量非常大, 大力研究和开发图像压缩编码技术就非常重要。文中通过对行程编码算法的研究和分析, 提出了一种非限制行程的行程码图像压缩方法, 该方法灵活处理了行程长度, 克服了传统行程编码中行程长度固定的局限性, 实验表明运用这种方法实现静态图像压缩可以使压缩效率得到进一步的提高, 适应性更加广泛, 特别是对于存在连续阴影或者大量连续相同像素的图像压缩, 效率显著提升。该方法为实现静态图像压缩开辟了新的思路和途径。

**关键词:** 图像压缩; 非限制行程; 行程长度编码

**DOI:** 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.29.055 **文章编号:** 1002-8331(2009)29-0187-03 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP317.4

在信息环境中, 大量的信息是以数字化的方式表示、存储和传输的, 而人们面对的一个重要问题是数字化的信息占用巨大的空间, 在数据的存储和传送上遇到了巨大的挑战, 解决的方法之一是对数据进行压缩编码, 以应对数据膨胀带来的数据阻塞。所谓数据压缩是通过改变信息的表示方式, 在有限的信息空间中表示尽可能多的信息。压缩算法主要有两类<sup>[1-2]</sup>: 一类压缩是可逆的, 即从压缩后的数据可以完全恢复出原始数据, 没有任何信息损失, 称为无损压缩; 另一类压缩是不可逆的, 即从压缩后的数据无法完全恢复原来的数据, 信息有一定的损失, 称为有损压缩。通常情况下有损压缩的压缩效率比无损压缩的压缩效率要高。但是, 一般数据压缩率越高, 信息的损耗或失真也越大, 需要找出一个相对平衡点。通过对行程编码进行分析研究, 提出了一种非限制行程的行程码图像压缩方法, 该方法灵活处理了行程长度, 使行程长度不受限制, 克服了传统行程编码算法中的一些局限性, 达到比传统行程编码更理想的压缩比, 同时还具有算法简单、易于解压等特点。

## 1 行程长度编码算法

### 1.1 算法原理

行程长度编码(Run Length Encoding), 常用 RLE 表示。RLE 算法是一种利用空间冗余度进行压缩的方法, 是统计编码中一种基本的无损压缩编码方法<sup>[3]</sup>。其算法思想比较简单, 即当数据中出现连续重复的字符形成的字符串时, 如果给定形成这个字符串的字符、长度和串的位置, 就能恢复出原始的数据。RLE 的编码基本数据结构如图 1,  $K$  表示数据字符重复的个数,  $A$  表示被压缩的数据字符的透明度, RGB 代表该数据字符红、绿和蓝三种加型底色。因此每个存储单元均为 5 个字节, 包括一个字节长度信息和四个字节的颜色信息 (RGBA 色彩模式)。

$K$ (个数)	$A$ (透明度)	$R$ (red)	$G$ (green)	$B$ (blue)
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	1 byte

图 1 RLE 基本数据结构图

**作者简介:** 何兴恒 (1956-), 男, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 图形图像处理与可视化; 陈慧 (1984-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 图形图像处理与可视化。

**收稿日期:** 2008-06-03 **修回日期:** 2008-09-04

假如有一幅灰度图像,第 $n$ 行的像素值如图2,用RLE编码方法所示数据结构得到的代码为:80315084180。这种方法实现起来很容易,而且对于具有长重复值的串的压缩编码很有效,特别是有大面积的连续阴影或者颜色相同的静态图像。

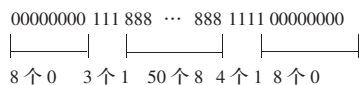


图2 灰度图像第 $n$ 行像素值图

## 1.2 RLE 算法缺点

由于RLE算法采用的是逐行压缩,虽然可以缓解对于同一像素的重复存储,但是行程长度固定,在实际应用中,对于压缩之后的图像仍然存在冗余<sup>[4-6]</sup>。对于图1的数据结构,由于存储数据 $K$ 的字节数是固定的,即最多只可以连续存储255个连续的像素,对于较大的连续区域像素相同的图像(相同像素个数大于255),同一像素就需要存储多次,导致存储冗余,不利于压缩效率的提高。

因此,RLE算法的压缩比有待于进一步的提高,提出的非限制行程的行程码图像压缩算法(Non-restricted Run Length Encoding, 简称为NRLE)可以有效地解决RLE算法带来的不便,对于存在连续阴影或者大量连续相同像素的图像压缩,可以考虑不限制存储数据 $K$ 所需要的字节数,使存储所需的字节数随着像素个数的改变而改变,从而提高图像的压缩效率。

## 2 NRLE 算法原理

所谓“非限制行程”,就是要克服RLE算法在编码过程中因固定用一字节来记录行程长度而造成在一组编码数据中最大行程长度不能超过255的缺点,达到最大行程长度基本不受限制的目的。该算法所采用的思路是:用于记录行程长度(重复像素的个数)的字节数不固定,即根据重复像素的个数灵活地确定字节数,当重复像素的个数大于255时用2字节,否则用1字节,这样就可以使一组编码数据所代表的重复像素个数达到65 535,即对于连续相同的65 535个像素点来说,只需6个字节的存储空间(2个字节记录长度,4个字节记录颜色数据),可以很大程度地提高压缩效率。

### 2.1 标志设置

按以上思路进行编码压缩,就会使得不同的编码数据组所占字节数可能不同,要使在解压过程中识别每组编码数据中记录行程长度的字节数,就必须在每组编码数据中设置标志,才能正确地实现解压;这里使用颜色数据中 $R$ 字节的最低位作为标识行程长度的标志,当行程长度大于255时该位设为0,否则设为1,每组编码数据都按颜色数据在前,长度数据在后的顺序存放,数据结构如图3所示;这样,在解压过程中先读取颜色数据后,就可以检测该标志位,根据该标志位来决定其后读取长度的字节数。

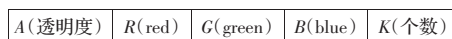


图3 NRLE基本数据结构图

### 2.2 膨胀处理

行程编码压缩是建立在图像存在着较多重复像素的基础上才有效果,如果图像中的重复像素很少时,只按以上的方法进行编码就会出现很多编码组的长度只有一个像素而其长度也占了一个字节的情况,造成不但没有压缩反而还多出一个字

节的现象,这种现象成为“膨胀”,必须作相应的膨胀处理,才能使压缩算法适应于各种情况。

这里采用的膨胀处理方法也是设置标志位,用颜色数据中 $B$ 字节的最低位作为标识行程长度是否为1的标志,当行程长度为1时该位设为1,同时不再记录长度数据,只记录颜色数据,否则设为0,同时按前面的方法处理;在解压过程中先读取颜色数据后,首先检测该标志位,该标志位为1时不再读取长度数据,这样就可以避免膨胀现象。

从压缩编码的角度考虑,此算法对不同情况分别进行存储,增加了算法的灵活性,虽然该压缩方法损失了颜色数据中 $R$ 和 $B$ 的最低位,属于有损压缩,但这种只是最低位损失是肉眼看不见的,对应用是无碍的,相对于其压缩效果而言是微不足道的,该方法用最低的损失最大限度地提升算法效率是科学合理的。

## 3 算法的实现

### 3.1 压缩编码的实现

压缩过程可以简单地看作按行依次扫描点,然后选取合适的存储单元存储颜色值和行程长度。压缩编码的基本流程图如图4。

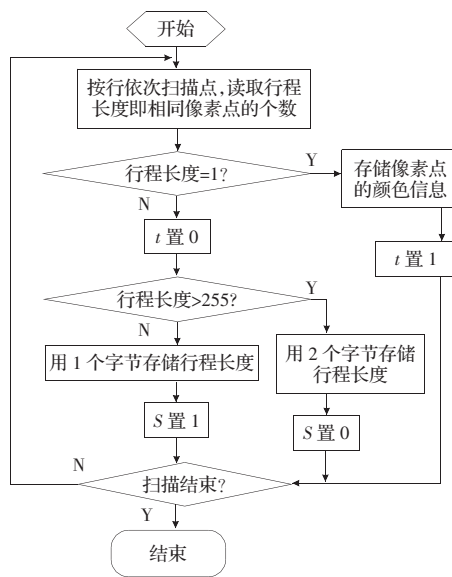


图4 压缩编码流程图

采用内存画图的方法,将一副BMP图像先扫描到内存缓冲区中,然后按行依次扫描像素点,进行处理。在压缩存储的过程中采用逻辑运算的方法设置标识位。其中 $s$ 代表像素颜色 $R$ 分量的最低位, $t$ 代表像素颜色 $B$ 分量的最低位。最后,在压缩存储结束时判断此时的行程长度是否为0。如果不为0,选择适合的存储单元存储剩余信息。否则若剩下的颜色信息没有存储,将导致解码后打开的图像为乱码。

### 3.2 解压缩编码的实现

解压缩过程可以看做:首先按行依次读取像素点的颜色值,再读取标识位判断行程长度,然后按照行程长度恢复像素点。读取标识位也是采用逻辑运算的方法来实现的。解压缩编码的基本流程图5,其中 $s$ 代表像素颜色 $R$ 分量的最低位, $t$ 代表像素颜色 $B$ 分量的最低位。

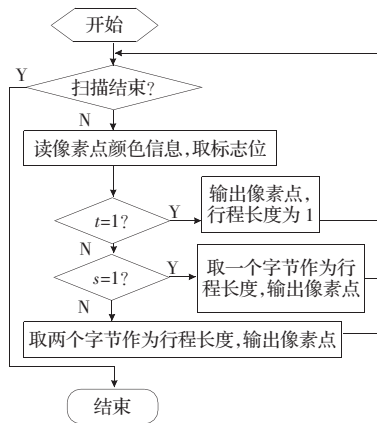


图5 解压编码流程图

## 4 算法实验分析

### 4.1 两种压缩算法的实验比较

根据上述原理,新方法突破了行程长度的限制,虽然损失了一定的图像精度,但却大大提升了算法效率。分别利用NRLE压缩算法和RLE压缩算法对四幅图像通过计算机编程实验进行图像压缩,表1反映的数据为采用两种压缩算法得到的压缩比。同时也与BMP格式的原图大小进行了比较。

表1 在不同算法下的压缩比

图像	原图大小	采用RLE算法	采用NRLE算法	NRLE算法相比于RLE算法提升/(%)
(a)	2.25 MB	2.57 MB	2.16 MB	18.22
(b)	1.47 MB	1.40 MB	1.20 MB	13.61
(c)	2.25 MB	1.70 MB	1.49 MB	9.34
(d)	2.15 MB	0.937 MB	0.783 MB	7.16

对于图6中的四幅图,图像压缩效率的改变如表1所示:

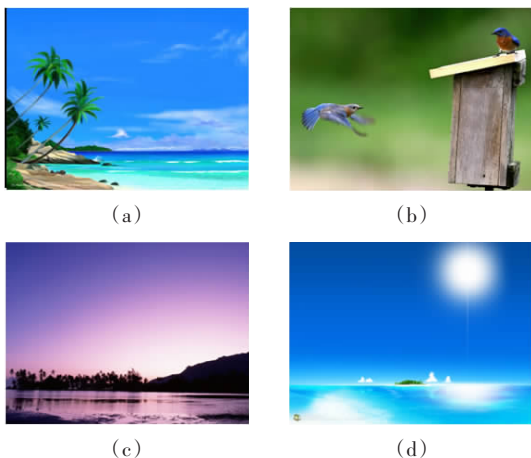


图6 实验用图

### 4.2 分析结果

从表1的数据可以看出,同时对这四幅32位真彩色图像,采用NRLE算法得到的压缩比要优于RLE算法。在压缩时间

和解压缩时间上,两种算法的最坏时间复杂度相同,都是与图像大小均成正比。

实验结果表明,对于存在连续阴影或者大量连续相同像素的图像压缩,提出的NRLE算法压缩比更高,算法稳定,实现简单;对于像素点颜色杂乱的图像(平均行程长度较短甚至为1),采用NRLE算法压缩后,与原图像存储大小相比,压缩效率有小幅提升,同时不会造成数据膨胀。

以上的实验用图并不是典型的连续相同像素很多的图片,但其压缩效率还是体现出来了,相信对于很多典型的图片来说,该算法的压缩效率将得到充分的体现。

## 5 结论

非限制行程的行程码图像压缩算法原理简单、效率提升显著,并且压缩后图像的失真度极小;同时它灵活地处理了行程长度为1和大于255的问题。

综上所述,非限制行程的行程码图像压缩方法的适应性更广,对于不同类型的图像均能够很好地进行压缩处理,效率都会有相应的提升。该方法为实现静态图像压缩开辟了新的思路和途径。

## 参考文献:

- [1] 王常远, 彭代渊, 易雄书. 一种基于行程编码和小波变换的图像压缩编码算法[J]. 计算机应用, 2007(21).
- [2] 潘梅森, 颜君彪. 图像块动态调整的自适应差值补偿矢量量化[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(7): 71-74.
- [3] 芦亚亚, 丁维龙, 古辉. 由行程编码改进的一种通用性压缩算法[J]. 浙江工业大学学报, 2007, 35(1).
- [4] 常速, 谭运猛, 杨宗凯. 基于行程压缩编码的信息隐藏算法[J]. 计算机工程与应用, 2003(17).
- [5] 叶青, 高宁. 一种基于动态行程的有损压缩[J]. 长春光学精密机械学院学报, 2002(1).
- [6] 蓝波. 一种改进的RLE算法在图像数据编码中的应用[J]. 微电子学与计算机, 2004(5).
- [7] Gibson J D, Berger T, Lookabaugh T, et al. 多媒体数字压缩原理与标准[M]. 李煜晖, 朱山凤, 段上为, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [8] 陈延标. 一种基于行程长的无损选择加密算法[J]. 通信技术, 2007(11).
- [9] 海根. 图像处理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000.
- [10] 王汇源. 数字图像通信原理与技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
- [11] 客观澳. 计算机图像处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [12] Salomon D. Data compression: The complete reference[M]. New York: Springer-Verlag, 2000.
- [13] Sayood K. Introduction to data compression[M]. 2nd ed. [S.l.]: Morgan Kaufmann publishers, 2000.