

# PCNN 与行程编码结合的图像压缩方法

阮柏尧, 陈伟峰, 张歆奕

RUAN Bai-yao, CHEN Wei-feng, ZHANG Xin-yi

五邑大学 信息学院, 广东 江门 529020

Information School of Wuyi University, Jiangmen, Guangdong 529020, China

E-mail: baiyao963@163.com

RUAN Bai-yao, CHEN Wei-feng, ZHANG Xin-yi. Method of image compression using PCNN and run-length encoding. *Computer Engineering and Applications*, 2008, 44(20): 196-197.

**Abstract:** Run-Length Encoding (RLE) is a simple method of image compression based on wordbook, yet it is inefficient on the compression of some specific images. In this paper, a new method of image compression using PCNN and RLE is put forward to overcome the limitation of RLE. The results of experiment show that the new method is efficient on different kinds of image compression.

**Key words:** Pulse Coupled Neural Network(PCNN); Run-Length Encode(RLE); image compression

**摘要:** 行程编码是一种简单的基于字典的图像压缩技术, 但它本身存在着对某类图像不能有效压缩的缺陷。提出了一种由 PCNN 和行程编码结合的图像压缩方法, 来克服行程编码的缺陷。实验表明, PCNN 和行程编码结合的图像压缩方法对不同的图像都能进行有效的压缩。

**关键词:** 脉冲耦合神经网络; 行程编码; 图像压缩

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2008.20.059 文章编号: 1002-8331(2008)20-0196-02 文献标识码: A 中图分类号: TP274

## 1 引言

现在图像压缩方面已形成一些标准, 如在静态图像压缩标准有 JPEG, 动态图像压缩标准有 H.261, MPEG 等。但这些标准也有一些缺陷, 例如, 这些标准用固定大小块进行压缩, 只能得到中低程度的压缩比<sup>[1]</sup>。为克服这些缺陷, 许多人做了大量的研究。像马义德等人提出, 用 PCNN 把图像分割后再求正交基的方法是一种很好的压缩算法。

本文提出的图像压缩算也是先用 PCNN 把图像进行分割, 但分割后没有求正交基, 而用行程编码进行压缩。这样, 压缩算法就变得简单了。

## 2 PCNN 模型与行程编码

### 2.1 PCNN 模型

PCNN(Pulse Coupled Neural Network, 脉冲耦合神经网络)是 20 世纪 90 年代 Eckhorn 等人对猫的视觉皮层神经元脉冲串同步振荡现象进行研究, 得到的哺乳动物神经元模型<sup>[2]</sup>。该模型结构如图 1。

该神经元模型分为三部分, 前面是与输入  $I_{ij}$  和相邻神经元输出  $Y_{kl}$  相连的输入部分, 中间是连接部分, 最后是输出产生脉冲部分。模型中各变量表达式如下<sup>[2]</sup>:

$$F_{ij}[n] = \exp(-\alpha_F) F_{ij}[n-1] + V_F \sum m_{ijkl} Y_{kl}[n-1] + I_{ij} \quad (1)$$

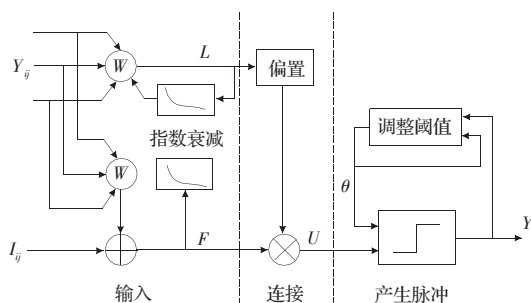


图 1 脉冲耦合神经网络神经元模型

$$L_{ij}[n] = \exp(-\alpha_L) F_{ij}[n-1] + V_L \sum \omega_{ijkl} Y_{kl}[n-1] \quad (2)$$

$$U_{ij}[n] = F_{ij}[n] (1 + \beta L_{ij}[n]) \quad (3)$$

$$Y_{ij}[n] = \begin{cases} 1, & U_{ij}[n] > \theta_{ij}[n-1] \\ 0, & U_{ij}[n] \leq \theta_{ij}[n-1] \end{cases} \quad (4)$$

$$\theta_{ij}[n] = \exp(-\alpha_\theta) \theta_{ij}[n-1] + V_\theta \sum Y_{kl}[n-1] \quad (5)$$

式(1)中  $I_{ij}$  是要处理的图像像素构成矩阵在  $(i, j)$  处像素的灰度值,  $Y_{kl}$  是该神经元周围的神经元的输出,  $F_{ij}$  是反馈输入,  $m$  为内部连接矩阵  $M$  中为  $F_{ij}$  而设的加权系数; 式(2)中  $L_{ij}$  是线性连接输入,  $\omega$  为内部连接矩阵  $W$  中为  $L_{ij}$  而设的加权系数; 式

**作者简介:** 阮柏尧(1982-), 男, 研究生, 主要研究方向为信息处理理论与技术; 陈伟峰(1981-), 男, 研究生, 主要研究方向为信息处理理论与技术; 张歆奕(1965-), 男, 博士, 副教授, 研究生导师, 主要从事语音信号处理、语音识别和电子设计自动化等研究。

收稿日期: 2007-10-10 修回日期: 2008-01-21

(3)中 $\beta$ 为连接强度常数, $U_{ij}$ 为内部活动项;式(4)、(5)中 $\theta_{ij}$ 为神经元内部活动项 $U_{ij}$ 能否激发脉冲产生的动态门限。

$V_F, V_L, V_\theta$ 分别为 $F_{ij}, L_{ij}, \theta_{ij}$ 的固有值, $\alpha_F, \alpha_L, \alpha_\theta$ 分别为 $F_{ij}, L_{ij}, \theta_{ij}$ 的衰减时间常数,它们之间满足: $\alpha_F < \alpha_L < \alpha_\theta$ 。在 PCNN 模型中,通常把一个神经元和它附近 $3 \times 3$ 的区域相连,即 $W$ 和 $M$ 都是 $3 \times 3$ 的矩阵,并且通常取 $W=M$ 。

### 2.2 行程编码

行程编码(RLE)是一种简单的基于字典的压缩技术。它把图像中在同一行且具有相同灰度值的一些像素组成的序列,称为一个行程<sup>[9]</sup>。在存储图像时,行程编码只要存储一个代表那个灰度值的码,后面是行程的长度,而不必将同样的灰度值存很多次。

行程编码具有编码简单,编码速度快等优点。用行程编码来进行图像压缩是属于无损压缩。

行程编码对有单色背景下物体的图形图像或连续像素是同一颜色比较多的图像可以达到很高的压缩比,但对于一些连续像素是同一颜色比较少的图像,它的压缩率就较小。最坏的情况是每一个像素与它周围的像素不同时,它不但没有压缩,反而使文件的大小增加。

### 3 PCNN 与行程编码结合对图像进行压缩方法的提出

在连续像素是同一颜色比较少的图像中,直接用行程编码进行压缩效果不好,这是行程编码先天的缺陷,但如果对这一类图像进行行程编码之前进行一些处理,使得连续像素是同一颜色的地方增多,这样就可以克服行程编码这一缺陷。当图像通过 PCNN 时,灰度相似且空间位置相邻的像素点就会放出同步脉冲一起点火<sup>[4]</sup>。把图像按点火的先后顺序,把图像画分成不同区域。那么,在同一区域内图像的灰度就相似。

于是,就会想到用 PCNN 对图像先进行分割,再把同一行且在同一区域的连续的像素点当成相同灰度的点来处理,并且把它们的平均灰度值代表它们的灰度值。这样,就可以克服行程编码存在的这一缺点。

不过,这样用 PCNN 处理了图片后再进行行程编码对图像进行压缩,就会存在失真。但如果失真在允许的范围内,这一压缩方法是可行的。

### 4 实验结果

用一幅连续灰度值相同的点比较多的图片(361×370)和 lena(512×512)图像作为实验图像。

所选择的 PCNN 参数如表 1:

表 1 各参数取值

| $\alpha_L$ | $\alpha_F$ | $\alpha_\theta$ | $V_L$ | $V_F$ | $V_\theta$ |
|------------|------------|-----------------|-------|-------|------------|
| 1          | 1          | 0.2             | 0.5   | 0.2   | 150        |

$$W = \begin{bmatrix} 0.7 & 1 & 0.7 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0.7 & 1 & 0.7 \end{bmatrix}$$

对第一幅图像,把 $\beta$ 取 0.1 进行实验。实验结果如图 2。

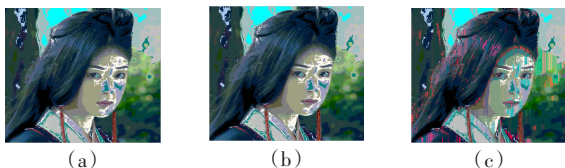


图 2 实验结果比较(1)

表 2 图 2 各图存贮单元比较

| 图 2 中的图像 | (a)     | (b)     | (c)     |
|----------|---------|---------|---------|
| 存贮单元     | 133 570 | 70 076  | 53 946  |
| 比例       | 1.000 0 | 0.524 6 | 0.403 8 |

其中图 2(a)是原始图像;图 2(b)是行程编码后复原图像;图 2(c)是 PCNN 处理后,再进行行程编码的复原图像。

从图 2 中的(a)图和(b)图可以看出行程编码对图像的压缩属于无损压缩这一点,但由于这幅图像连续像素点是同一颜色的序列比较多,所以用行程编码后的图(b)的存贮单元比原图(a)要少得多,其压缩率达到 52.46%。

而从图 2(c)可以看出,它与原来图像相比是有一定的失真,但总体来说,失真还算小。而通过 PCNN 处理后,它的压缩率达到 40.38%。这样,就以小的失真来换取了更好的压缩率。

可见,在行程编码能够有效进行图像压缩的情况下,PCNN 与行程编码结合对图像压缩能得到更好的压缩效果。

对 lena 图像,把 $\beta$ 分别取 0.3 和 3 进行实验。实验结果如图 3。



图 3 实验结果比较(2)

表 3 图 3 各图存贮单元比较

| 图 3 中的图像 | (a)     | (b)     | (c)     | (d)     |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| 存贮单元     | 179 664 | 297 176 | 78 490  | 56 628  |
| 比例       | 1.000 0 | 1.654 1 | 0.436 9 | 0.315 2 |

其中图 3(a)是 lena 原始图像;图 3(b)是行程编码后复原图像;图 3(c)是经过的 PCNN 处理后,再进行行程编码的复原图像;图 3(d)是 PCNN 处理后,再进行行程编码的复原图像。

同样地,从图 3 中的(a)图和(b)图可以看出,用行程编码进行图像压缩是无损压缩。不过,lena 图像与上一幅图像不同的是,它连续像素点是同一颜色的序列很少。所以,用行程编码进行图像压缩后,存贮量没有减少,反而增加,存贮量是原图像的 1.654 1 倍。

图 3 中的(c)图和(d)图分别是经 $\beta=0.3$ 和 $\beta=3$ 的 PCNN 处理后再进行行程编码复原的图像。在 $\beta=0.3$ 时,图像的压缩率达到 43.69%。而在 $\beta=3$ 时,图像的压缩率达到 31.52%。由此可见,PCNN 处理后再进行行程编码进行图像压缩,可以克服行程编码本身的缺陷。

不过仔细观察一下,就会发现,图 3(d)的失真比图 3(c)稍为大些。由此可知,用这一方法进行图像压缩时,较好的压缩率会造成较大的失真。

这一实验结果表明,在行程编码未能够有效地进行图像压缩的情况下,PCNN 与行程编码结合也能较好的压缩效果。

### 5 小结

行程编码用于图像压缩非常简单,但其本身存在缺陷,就是在处理连续像素点为同一颜色的序列比较少的图像时,图像

(下转 237 页)