

# 基于最大树法的模糊图像分割方法

杨梦宁<sup>1</sup> 杨丹<sup>1,2</sup> 张强劲<sup>3</sup>

(重庆大学数理学院 重庆 400044)<sup>1</sup> (重庆大学软件学院 重庆 400044)<sup>2</sup>

(云南农业大学基础与信息工程学院 昆明 650201)<sup>3</sup>

**摘要** 本文提出一种新的模糊图像分割方法。根据任一像素点与相邻像素点的关系,计算局部均值均方差向量,并建立像素间的模糊相似关系,采用最大树方法进行模糊聚类分析,在模糊意义下实现图像分割。模糊逻辑下的图像分割,具有刻画视觉系统不精确度量特性的优点。由于待处理图像像素点数目巨大,采用最大树方法分类,能够大幅度减少工作量。因此,用最大树方法进行模糊聚类,实现图像分割,是一种既简便又高效的智能化的处理方法。

**关键词** 最大树,模糊逻辑,图像分割

## Fuzzy Image Segmentation Based on Maximum Tree Method

YANG Meng-Ning<sup>1</sup> YANG Dan<sup>1,2</sup> ZHANG Qiang-Jing<sup>3</sup>

(Department of Mathematics & Physics, Chongqing University, Chongqing 400044)<sup>1</sup>

(Faculty of Software Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044)<sup>1,2</sup>

(Department of Foundation & Information Engineering, Yunnan Agriculture University, Kunming 650201)<sup>3</sup>

**Abstract** A novel fuzzy-based maximum tree image segmentation method is presented in this work. According to the relation between a pixel and the  $3 \times 3$  neighborhood of pixels about this center pixel, calculate the local mean and variance vectors, construct the fuzzy relationship, cluster by maximum tree method, and perform fuzzy image segmentation. Thanks to fuzzy logic, it preserves the propriety of measure of imprecision. Because of the great number of the pixels in processing image, we cluster by the method of maximum tree to reduce the works largely. So, it is a simple and efficient intellectualized method that clusters the pixels with maximum tree in a fuzzy way and performs image segmentation.

**Keywords** Maximum tree, Fuzzy logic, Image segmentation

## 1 引言

图像分割是图像处理中主要问题之一,其目的是试图从观察得到的带噪声的图像中复原出原本的实物图像<sup>[1]</sup>。模糊方法应用于图像处理中刻画不精确特性,为推进计算机视觉的智能化起到了至关重要的作用。这方面的研究成果不断涌现<sup>[2,3]</sup>。为了高效、直观、便捷地实现图像的智能化分割,我们应用 Hilbert-peamo 扫描,把平面的二维图像转化为一维序列<sup>[4-6]</sup>,给出局部均值、局部均方差及局部均值方差向量的定义,选用绝对值减法由局部均值方差向量确定序列中各像素间的相似关系,采用直观简便的最大树方法聚类,选取不同的水平参数  $\alpha$ ,实现不同效果的分割,获得了较好的结果。

文章第 2 节提出方法,定义一个像素的局部均值方差向量,并由该向量建立像素间的模糊相似关系,再由最大树方法对输入图像的像素点序列聚类。第 3 节给出实现方法的算法。第 4 节中采用多云天空图像在不同的水平参数取值范围内,对算法进行实验,并作出分析。最后是结论,对基于最大树法的模糊图像分割方法的应用和相关研究提出展望。

## 2 方法

### 2.1 一个像素的局部均值方差向量

图 1 为以像素点  $x$  为中心的  $3 \times 3$  相邻像素阵列。

阵列中 9 个像素点灰度值的平均值定义为图像在像素  $x$

处的局部均值。记作:

$$m_x = \frac{1}{9} (x + \sum_{i=1}^8 p_i) \quad (1)$$

P1	P4	P7
P2	P5	P8
P3	P6	P9

图 1  $3 \times 3$  相邻像素阵列

阵列中周边 8 个像素分别与中心点像素  $x$  之方差的平均定义定义为图像在像素  $x$  处的局部均方差。记作:

$$\delta_x = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 (P_i - x)^2 \quad (2)$$

对于输入图像中的每一个非边界点像素,都可以由(1)式和(2)式计算得出一个二维向量  $\bar{x} = (m_x, \delta_x)$  用来刻画像素点与相邻像素的整体关系。我们称这个二维向量为  $x$  像素的局部均值方差向量。

### 2.2 建立模糊相似关系

对于输入图像中任何两个非边界点像素  $x_i$  和  $x_j$ ,其局部均值方差向量分别为:  $\bar{x}_i = (m_{x_i}, \delta_{x_i})$  和  $\bar{x}_j = (m_{x_j}, \delta_{x_j})$ 。采用绝对值减法建立  $x_i$  和  $x_j$  的相似关系为:

$$r_{ij} = \max \left\{ 0, 1 - \frac{\|\bar{x}_i - \bar{x}_j\|}{\omega} \right\} \quad (3)$$

其中范数  $\|\bar{x}_i - \bar{x}_j\| = |m_{x_i} - m_{x_j}| + |\delta_{x_i} - \delta_{x_j}|$ ,宽度参数  $\omega$  用来调节模糊性质的疏密程度,使  $r_{ij}$  尽量分布在整体  $[0, 1]$

区间。不同的参数  $\omega$  对应不同的区域灰度层次对比度。

### 2.3 像素序列的聚类分析

由于图像的像素点数目很大,例如  $256 \times 256$  的图像,像素点的数目为  $n = 256^2$ ,相应的相关矩阵元素个数为  $n^2 = 256^4$ 。为了使工作量尽可能地小,我们采用 Hilbert-peano 扫描把输入的二维图像转化为一维序列,由(3)式确定的关系程度,用最大树方法对输入图像进行聚类分析。其步骤为:

1. 以输入图像的一维像素点序列为顶点;
2. 当  $r_{ij} \neq 0$  时,  $x_i$  和  $x_j$  之间可以连一边;
3. 将  $r_{ij}$  ( $1 \leq i, j \leq n^2$ ) 从大到小排列为:  $a_1 > a_2 > \dots > a_l$ , 其中  $a_k$  ( $k=1, 2, \dots, l$ ) 为某  $r_{ij}$ ;

4. 将关系程度为  $a_l$  的对象连接,并在相应的线段上注明  $a_l$  (不出现相交线),若在连接某两对象时出现回路,则不画此线;

5. 依次对  $a_2, a_3, \dots, a_k$  ( $k \leq l$ ) 重复步骤 4 直至全部对象连通为止 (不一定到  $l$  步),从而得到最大树;

6. 取  $\alpha \in [0, 1]$ , 去掉线段上值小于  $\alpha$  的连线,剩下互相连接的对象则在水平  $\alpha$  下归为一类。

通过以上步骤,只需将  $\alpha$  的取值确定在  $[0, 1]$  的某一个子区间内,就可以将输入图像的像素点在模糊意义下分类。这样分类所得的分割区域能够较好地刻画不精确性,使分割效果具有人工智能性质。

### 3 算法

第 1 步:输入图像  $X$ , 用 Hilbert-Peano 扫描将二维图像转化成一维序列:  $X = \{x_k\}$ ;

第 2 步:对  $X = \{x_k\}$  中每一个像素  $x_k$ , 计算  $m_{x_k}$  及  $\delta_{x_k}$ , 进而构建局部均值方差向量:

$$\bar{x}_k = (m_{x_k}, \delta_{x_k});$$

第 3 步:设定参数  $\omega$ , 计算任意两像素点  $x_i$  与  $x_j$  的相似关系:

$$r_{ij} = \max \left\{ 0, 1 - \frac{\|\bar{x}_i - \bar{x}_j\|}{\omega} \right\};$$

第 4 步:设定参数  $\alpha$  的取值范围  $\alpha \in (\alpha_1, \alpha_2) \subset [0, 1]$ , 由最大树方法聚类,得到分割图像  $X$ 。

### 4 实验结果分析

我们对图 2 中的多云天空图像 ( $432 \times 208$ ) 作基于最大树法的模糊图像分割实验。显然这幅图像在云和天空的分界处具有很大的模糊性,也就是不精确性,因此用我们的方法能够得到较好的分割结果。

图 3 是我们选取宽度参数  $\omega = 15$ , 水平参数  $\alpha$  的取值区间分别为  $A = (0.425, 0.475]$ ,  $B = (0.475, 0.525]$ ,  $C = (0.575, 0.625]$ , 进行算法实验所得的结果。

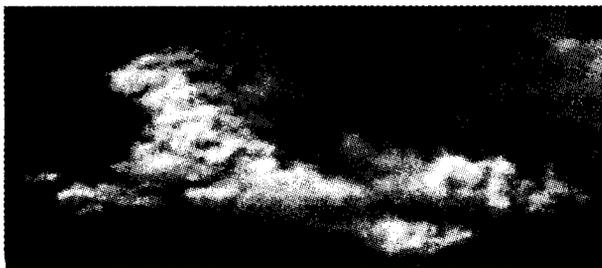


图 2 多云天空图像 ( $432 \times 208$ )

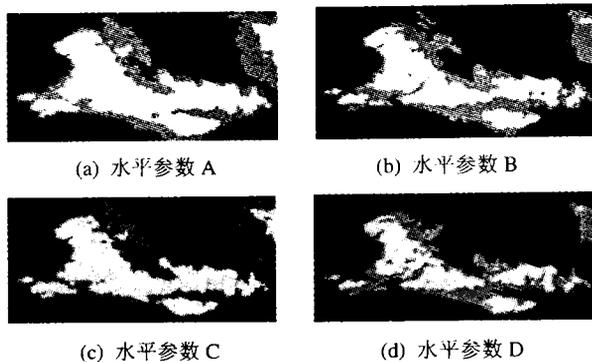


图 3 宽度参数  $\omega = 15$ , 水平参数分别 A, B, C, D 获取的分割图像

从实验结果可以看出,随着水平参数  $\alpha$  的取值增大,所得分割图像的层次增加,得到的分割类增加。事实上,当  $\alpha$  取 0 时,图像的所有像素划分为一类,从而整个分割所得图像全部是背景;而当  $\alpha$  取 1 时,图像的像素没有分类,也就是得到的结果是原图像本身。

从实验结果还可以清楚地看出,该方法的模糊处理主要的作用是用于划分图像中的混合区域,也就是刻画不精确性,从很大程度上满足了视觉系统的需要,具有较好的智能性。

**结论** 本文的研究成果是:得出一种新的用模糊聚类方法进行图像分割的算法。定义像素的局部均值和局部均方差的概念,采用局部均值方差向量刻画像素之间的相似性,用最大树方法实现模糊聚类。由于分割方法引入模糊逻辑,从而很好地刻画了混合区域的不精确性,得到了智能性质的结果。采用最大树方法聚类,具有直观高效的优点。

通过对多云天空图像的分割实验,证实了模糊聚类方法在图像处理中的巨大益处。用模糊方法分割云图可应用于不同云图的分类,这是气象学中的一个重要问题。从这项研究成果出发,我们计划通过其它的途径建立模糊相似关系,并结合统计方法研究自适应的模糊图像分割方法。这无疑是一项有意义的工作。

### 参考文献

- 1 Carincette C, Derrode S, Sicot G, et al. Unsupervised image segmentation based on a new fuzzy HMC model. IEEE ICASSP, 2004, (V):693~696
- 2 陈武凡,鲁贤庆,等. 彩色图像边缘检测新算法. 中国科学(A辑), 1995, 25(2):219~224
- 3 Liang L R, Looney C G. Competitive fuzzy edge detection. Applied Soft Computing, 2003, 3:123~127
- 4 Skarbek W. Generalized Hilbert scan in image printing. In: Theoretical Foundations of Computer Vision, R Klette, W G Kropetsch, eds. Berlin: Akademik verlag, 1992
- 5 Giordana N, Pieczynske W. Estimation of generalized multisensor HMC and unsupervised image segmentation. IEEE Trans. On Pat. Anal. and Mach. intel., 1997, 19(5):465~475
- 6 Avrachenkov K E, Sanchez E. Fuzzy Markov Chains. Fuzzy Optimization and Decision Making, 2002, 1(2):143~159