

## 一种基于局部同态性分析的边缘检测算法

庞银卓, 张新荣

(天津大学 电子信息工程学院, 天津 300072)

(pyzwonder@sina.com)

**摘要:**提出了一种新的边缘检测算法。首先利用局部同态性分析来获得同态性检测的标准, 然后根据此标准做出一个“模板”, 各个像素都用此模板来进行同态性检测, 从而得出它经过同态检测后的值, 这样就可以找到图像的边缘。实验结果表明此方法易于实现, 对图像的边缘检测效果很好。

**关键词:**边缘检测; 同态性; J-值; J-图像

**中图分类号:** TP391.41 **文献标识码:** A

## Edge detection algorithm based on local homogeneity analysis

PANG Yin-zhuo, ZHANG Xin-rong

(Institute of Electronic & Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** This paper proposed a new algorithm for edge detection. First, it proposed a criterion for homogeneity by using local homogeneity analysis, then made a template according to the criterion. Every pixel in image did homogeneity analysis with this template and got new value, so the edge of image could be found. Experiment results indicate that this method has low complexity and therefore improves the quality of edge detection.

**Key words:** edge detection; homogeneity; J-value; J-image

### 0 引言

图像边缘往往反映了图像的重要特征, 边缘检测可使图像后继处理的数据量大大减少, 有利于后继的特征提取和识别, 因此对图像边缘检测算法的研究得到持久的关注。

传统的边缘检测算法有 Sobel 算子算法、Krish 算子算法、Laplacian 算子算法和 Marr 算子算法等。在这些算法中, Sobel 算子算法最为简单, 它对图像  $\{f(i, j)\}$  的每个像素, 考察它上、下、左、右邻接像素点的灰度的加权差, 与之接近的邻接像素点的权值大:

$$S(i, j) = |f(i-1, j-1) + 2f(i-1, j) + f(i-1, j+1) - [f(i+1, j-1) + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1)]| + |f(i-1, j-1) + 2f(i, j-1) + f(i+1, j-1) - [f(i-1, j+1) + 2f(i, j+1) + f(i+1, j+1)]|$$

取适当的门限  $T$ , 则当  $S(i, j) > T$  时,  $(i, j)$  为阶跃边缘点。Krish 算子算法针对 Sobel 算子只考虑 4 个邻接方向的不足进行了改进, 它对数字图像  $\{f(i, j)\}$  的每个像素, 考察它 8 个方向的邻接像素点的灰度变化, 以其中 3 个相邻像素点的加权之和减去剩下的 5 个邻接像素点的加权和。让 3 个邻接点  $(i, j)$  环绕不断移位, 取其中差值的最大值作为 Krish 算子值。

即  $K(i, j) = \max\{1, \max[5S_i - 3T_i]\}$  ( $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ), 其中  $S_i = 3$  邻接点之和,  $T_i = 5$  个邻接点之和, 取门限值  $T$ , 如果  $K(i, j) > T$ , 则  $(i, j)$  为阶跃边缘点。

另外 Laplacian 算子算法是根据图像边缘模型和二阶导

数在边缘点处出现零交叉来对图像的每个像素取它关于  $x$  轴方向和  $y$  轴方向的二阶差分之和。此算法是一个与边缘点方向无关的检测方法。Marr 算子算法是克服了上述几个算法对噪声敏感的缺点提出的, 它首先对图像进行平滑, 然后再使用 Laplacian 算子算法寻找边缘。

本文方法类似与 Sobel 算子算法但是却像 Krish 算法一样考虑了 8 方向, 而不是 Sobel 算子的 4 方向, 同时结合了图像的局部同态性来寻找图像的边缘。实践证明这种方法鲁棒性好, 对细节部分边缘提取效果较好。

### 1 算法基础

本算法主要是受到一种称为 JPSG<sup>[1]</sup> 的彩色图像分割算法中关于 J-图像的求取算法的启示。

众所周知, 图像分割问题的难点是图像纹理的存在, 如果一副图像仅仅包括几个同类的颜色区域, 那么在颜色空间内应用聚类算法就可以解决问题了。但是现实图像都是颜色和纹理并存的, 由此 JPSG 算法提出: 首先对图像按照颜色的相似性量化为几个颜色类<sup>[2]</sup>, 接下来图像的像素值被替代为其对应的颜色类的标号, 这样就形成了所谓的“图像的类地图”(class-map)。同时也提出了应用此地图的一个标准, 把这个标准用于局部区域就可以获得所谓的 J-图像。

假设  $Z$  是上述颜色地图上所有图像  $N$  个像素点的集合,  $z = (x, y), z \in Z, m$  是平均值, 即  $m = 1/N \sum_{z \in Z} z$ , 假设  $Z$  被分为  $C$  类  $Z_i (i = 1, 2, \dots, C)$ 。 $m_i$  是每个类  $Z_i$  中  $N_i$  个点的均值,  $m_i = 1/N_i \sum_{z \in Z_i} z$ 。假设  $S_T = \sum_{z \in Z} \|z - m\|^2, S_w = \sum_{i=1}^C \sum_{z \in Z_i} \|z - m_i\|^2$ 。

$m_i \parallel^2$ , 同态性检测的标注  $J = (S_T - S_w)/S_w$ , 应用此检测标准到图像各个局部区域, 就可以检测到图像的边缘点。

由于上述算法中关于颜色量化的算法比较复杂, 本文对它进行了几点改进: 首先我们也将得到一个用于局部同态性检测的标准, 但不是通过类似 JPSG 颜色量化后得到的颜色地图, 而是直接通过原始图像计算获得; 另外, 两个像素之间的不同之处也将考虑进来。例如, 在本文的标准中, 红色与洋红色不同。而在 Y. Deng<sup>[2]</sup> 的论文中, 这两种颜色如果分在同一个类中将被看作是相同的, 这显然是不合理的。

## 2 本文算法

对同态系统进行量化是很复杂的一件事情, 有很多的因

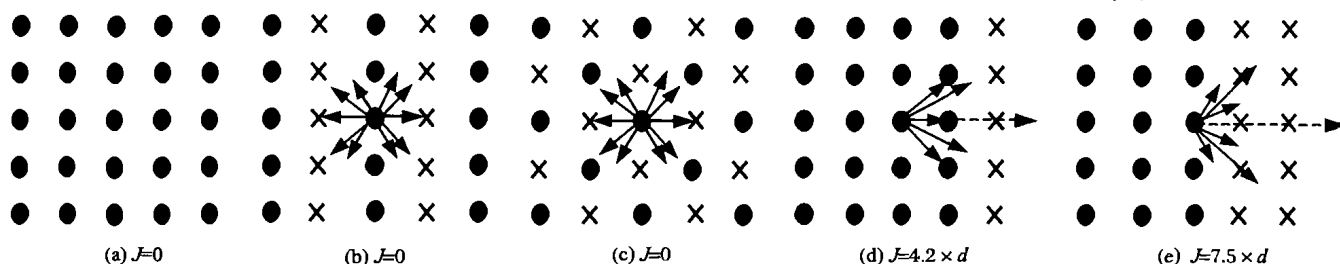


图1 几个例子

由此可以看出,  $J$  标准有如下几种:

- 1) 对于同态系统,  $J$  值很小, 例如图 1 中的 (a) ~ (c);
- 2) 对于包括几个同态区域的系统,  $J$  值通常很高, 例如图 1 中的 (d) 和 (e);

- 3)  $J$  值越高, 说明模板的中心点越靠近边缘, 例如图 1 中的 (d) 就比 (e) 的  $J$  值小。

有了以上的标准, 我们就可以得到  $J$ -图像了。  $J$ -图像是灰度图, 它的每个像素点的值是通过局部模板 ( $W$  窗口) 的中心与当前待处理的像素重合进行同态性检测来计算得到  $J$  值。同时  $J$ -图像中暗和亮的区域分别代表区域中心和区域边界。

另外, 在计算  $J$ -图像的过程中需要注意以下两点:

- 1) 由于我们的局部同态检测窗口必须以待处理像素点为中心, 对于靠近图像区域边缘的点, 就应该特殊处理。为此本文采用了所谓的“镜像扩张”方法。具体说来就是: 假设图像的高和宽分别是  $h$  和  $w$ , 点  $(x, y)$  的属性是  $g(x, y)$ , 如果  $x$  和  $y$  满足以下等式, 我们就让  $g(x, y)$  为  $g(x', y')$ :

$$x' = \begin{cases} -x, & x < 0 \\ 2 \times w - x - 2, & x \geq w \\ x, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y' = \begin{cases} -y, & y < 0 \\ 2 \times h - y - 2, & y \geq h \\ y, & \text{otherwise} \end{cases}$$

- 2) 对于彩色图像, 本文采取相同的方法应用到 RGB 值。另外有很多种方法来结合这 3 个  $J$ -图像, 本文采用欧式距离, 用以下公式来得到彩色图像的  $J$ -图像:

$$J = \sqrt{J_R \times J_R + J_G \times J_G + J_B \times J_B}$$

## 3 实验结果及结论

从实验结果可以看出, 本文方法对于灰度差异不大的边缘区域也能较好地分辨, 比 Sobel 算子算法的边缘更加

清晰且细节分明。实践证明, 本文方法能够较好地检测图像边缘, 并且运算速度快、鲁棒性强, 可以为图像的后继处理提供好的基础, 能够满足实时系统的要求。

本文把图像看作左上角为原点的二维区域, 区域中的每个点都有一个属性——灰度  $g(i, j)$ 。另外, 让  $W$  是一个长和宽都为 3 的窗口,  $c$  是此窗口的中心点, 这样窗口中的每个像素点  $p_i = (x_i, y_i)$   $1 \leq i \leq (2N+1)^2$ , 就对应一个向量  $cp_i = (x_i - x_c, y_i - y_c)$ , 基于这个向量, 本文定义了一个新的加权向量  $f_i = (g(x_i, y_i) - g(x_c, y_c)) \times cp_i \div \|cp_i\|$ , 设定  $f$  是  $W$  内所有向量的和, 即  $f = \sum_{i=1}^{(2N+1)^2} f_i$ 。这样, 本文中的尺度  $J$  就可以得到了, 即  $J = \|f\|$ 。此时  $W$  就可以看成所谓的“模板”了。图 1 展示了一些例子和它们相应的  $J$  值。

清晰且细节分明。实践证明, 本文方法能够较好地检测图像边缘, 并且运算速度快、鲁棒性强, 可以为图像的后继处理提供好的基础, 能够满足实时系统的要求。



图2 实验结果之一



图3 实验结果之二

## 参考文献:

- [1] DENG Y, MANJUNATH BS, SHIN H. Color Image Segmentation [A]. Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR '99 [C]. Fort Collins, CO, 1999, 2: 446-451.
- [2] DENG Y, KENNEY C, MOORE MS, et al. Peer group filtering and perceptual color image quantization [A]. Proceedings of ISCAS [C], 1999, 4: 21-24.
- [3] 王积分, 张新荣. 计算机图像识别 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1988.
- [4] 田捷, 沙飞. 实用图像分析与处理技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1995.
- [5] 贾云得. 机器视觉 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.