

# 基于二级模糊增强的图像分割

李雷, 张宁, 房小萍  
(南京邮电大学, 江苏 南京 210046)

**摘要:** 图像分割是图像处理的重要手段, 它的目的是把感兴趣的目标从背景及无关区域中分离, 从而获取与目标相关的特征结构等其他有用信息。随着新技术的层出不穷, 图像处理技术已成为一个跨学科领域, 由于图像本身的模糊性, 很多学者将模糊技术运用到图像处理中。文中给出一种图像分割的算法, 首先对图像进行滤波, 以减小噪声, 然后再进行两次模糊增强预处理, 最后进行阈值分割得到结果。与简单阈值分割算法作对比实验, 验证了本方案的有效性。

**关键词:** 模糊技术; 图像增强; 图像分割

**中图分类号:** TP31

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2012)12-0161-03

## Image Segmentation Method Based on Twice Fuzzy Enhancements

LI Lei, ZHANG Ning, FANG Xiao-ping

(Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210046, China)

**Abstract:** Image segmentation is an important tool in image analysis and processing. The aim is to separate interested objects from the background and irrelevant region, so that obtain more useful information such as structure, characteristics related to the objectives. With the endless stream of new technologies, image processing technology has become an interdisciplinary field. Many scholars make use of fuzzy techniques in image processing in recent years. In this paper, give a segmentation method based on existing fuzzy technology. First the image is filtered to reduce noise, then do fuzzy enhancement twice, finally obtain segmentation results. The simulation results show this algorithm gets better performance.

**Key words:** fuzzy technology; image enhancement; image segmentation

### 1 两种模糊增强算法

图像增强可以改善图像质量, 增强对某种信息的辨识能力, 是图像处理过程中的重要环节。为了使图像分割的效果更好, 可以先对图像进行增强的预处理。由于图像本身的模糊性, 近年来许多专家学者将模糊技术引入到图像处理中。下面介绍两种基于模糊技术的图像增强算法。

#### 1.1 Pal. King 算法

80年代中期, Pal 和 King (以下简称 Pal. King) 提出了一种模糊增强算法<sup>[1]</sup>, 具体过程如下:

第一步: 将图像从灰度空间域映射到模糊特征空间。Pal 和 King 定义的隶属度函数如下:

$$\mu_{mn} = G(x_{mn}) = (1 + \frac{X_{\max} - X_{mn}}{F_d})^{-F_e} \quad (1)$$

上式中,  $F_d$  为倒数型模糊因子,  $F_e$  为指数型模糊因子。

第二步: 在模糊特征空间进行非线性  $T_r$  变换:

$$T_r(\mu_{mn}) = \begin{cases} 2(\mu_{mn})^2 & 0 < \mu_{mn} < 0.5 \\ 1 - 2(1 - \mu_{mn})^2 & 0.5 \leq \mu_{mn} \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

如此变换之后, 增强了边缘两侧图像对比度。同时, 增强算子  $T_r$  在模糊集  $G$  上产生另一模糊集:

$$\mu'_{mn} = T_r(\mu_{mn}) = T(T_{r-1}(\mu_{mn})), r = 1, 2, \dots \quad (3)$$

其中  $T_{r-1}$  定义为  $T$  的多次调用。

第三步: 利用  $G^{-1}$  变换将增强后的图像由模糊空间变回灰度空间。

假设当  $X_{mn} = X_c$  时,  $T(x_c) = 0.5$ , 称  $x_c$  为渡越点, 有如下式子成立:

$$T(x_c) = (1 + \frac{x_{\max} - x_c}{F_d})^{-F_e} = 0.5 \quad (4)$$

由此可得:

收稿日期: 2012-03-11; 修回日期: 2012-06-17

基金项目: 国家自然科学基金(61070234); 江苏省高校自然科学基金(04KJB110097, 08KJB520003)

作者简介: 李雷(1958-), 男, 安徽砀山人, 博士, 教授, 主要从事智能信号处理和非线性科学及其在通信中的应用研究工作; 张宁(1988-), 女, 江苏徐州人, 硕士, 主要研究方向为信号处理和智能系统。

$$F_d = \frac{x_{\max} - x_c}{2^{1/F_e} - 1} \quad (5)$$

参数  $F_d$  由  $x_c$  和  $F_e$  共同决定。当设定  $x_c$  和  $F_e$  时, 可得  $\mu_{mn}$  和  $T(u_c)$  的对应曲线(见图 1):

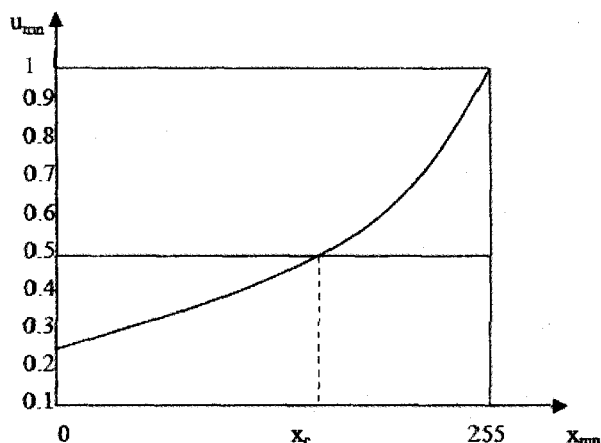


图 1  $\mu_{mn}$  和  $T(u_c)$  的对应曲线

根据曲线, 可以分析 Pal. King 算法的一些不足之处<sup>[2~4]</sup>:

(1)  $T_e$  增强变换后, 原图中很多低灰度值在变换之后都硬性变 0, 很多灰度值低的边缘信息都被损坏, 不利于后续的处理。

(2) 如果多次迭代, 可使增强效果更加明显, 但实验表明, 当迭代次数大于 4 时, 反而会使过多的边缘细节消失。

(3) 模糊因子  $F_d$ 、 $F_e$  计算公式复杂, 而且它们的选取又决定图像的处理效果, 故还存在一个参数寻优问题。

## 1.2 一种改进的图像增强算法

为了修正 Pal. King 算法的不足, 有人又给出一些改进方案<sup>[5,6]</sup>, 介绍其中的一个。定义了如下的模糊隶属度函数:

$$\mu_{mn} = G(x_{mn}) = \frac{x_{mn}}{X_{\max}} \quad (6)$$

新的隶属度函数  $G(x_{mn})$  的值域是  $[0, 1]$ , 这样就可以保留较多的图像信息, 但是有另外一个问题出现: 对于噪声干扰的图像, 若按照这一方法处理, 一些不在边缘上的点也会被误判为边缘点, 也不利于后面的处理。

## 2 基于模糊增强的图像分割算法

综合前面提到两种模糊增强算法的优缺点, 希望一方面能够尽量保留与目标相关的边缘信息, 一方面又能消除噪声对于图像的干扰<sup>[7~9]</sup>。

文中给出一种基于二级模糊增强的图像分割算法<sup>[10]</sup>。该方法的步骤描述如下:

(1) 采用  $3 \times 3$  模板的均值滤波, 对图像进行滤波处理<sup>[11,12]</sup>, 以减少噪声和干扰引起的误差。

(2) 进行第一级模糊增强处理。定义模糊隶属度函数  $\mu_{mn}$  为:

$$\mu_{mn} = \frac{x_{\min} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (7)$$

其中  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  为图像的最大、最小灰度。

选取的模糊增强函数为:

$$T(\mu_{mn}) = \begin{cases} 2\mu_{mn}^2 & 0 \leq \mu_{mn} \leq 0.5 \\ 2[1 - \mu_{mn}]^2 & 0.5 \leq \mu_{mn} \leq 1 \end{cases} \quad (8)$$

在本次模糊增强中, 经过几次迭代后再逆变换回原来的灰度空间。

(3) 第二次模糊增强处理。选取 Pal. King 的隶属度函数:

$$\mu_{mn} = G(x_{mn}) = (1 + \frac{X_{\max} - X_{mn}}{F_d})^{-F_e} \quad (9)$$

选取模糊因子  $F_d = (X_{\max} - X_{\min})/2$ ,  $F_e = 2$ 。

模糊增强函数为:

$$T(\mu_{mn}) = \begin{cases} 1 - \frac{(1 - \mu_{mn})^2}{1 - x_c} & 0 \leq \mu_{mn} \leq x_c \\ \frac{\mu_{mn}^2}{x_c} & x_c \leq \mu_{mn} \leq 1 \end{cases} \quad (10)$$

其中,  $x_c = (X_{\max} - X_{\min})/2$ 。经过几次迭代后再逆变换回原图像空间。

(4) 利用迭代算法选取阈值对分割图像, 得到最终结果。

Pal. King 算法会损失一些灰度信息, 而改进算法又会使一些非边缘信息变成边缘信息, 因此, 在图像分割之前, 进行两次图像增强, 先将一些非边缘信息变为边缘信息, 进而采用 Pal. King 算法, 又会损失一些边缘信息, 反而会得到较好的处理效果。下面会用实验来证明。

## 3 实验结果及分析

将二级模糊增强算法与灰度阈值分割的方法作了对比实验。见图 2 和图 3。图 c, d 分别为取阈值为 64, 192 进行图像分割的结果。图 e 为采用上述改进方法进行分割的结果。对比实验表明, 此改进方案能够得到更好的分割效果。

各图之间的对比非常明显, 例如图 3 中人物所带的吊坠, 用改进的方法很明显地检测了出来, 面部轮廓也相当清晰。该方法很适合对复杂环境中获取的图像进行分割, 在增强的环节中, 两次不同算法的模糊增强使得一些重要的特征信息不会消失, 而迭代选取的最佳阈值又为分割效果作了保障。



(a) 原始图像

(b) 加入 $p=0.06$ 的椒盐噪声后的图像

(c) 阈值为64分割后的图像



(d) 阈值为192分割后的图像



(e) 改进方法分割后的图像

图2 lena 图像测试分割效果比较



(a) 原始图像

(b) 加入 $p=0.06$ 的椒盐噪声后的图像

(c) 阈值为64分割后的图像



(d) 阈值为192分割后的图像



(e) 改进方法分割后的图像

图3 一般图像测试分割效果比较

#### 4 结束语

文中给出的改进方案,与传统方法相比,具有一定的适应性。如何提取复杂环境背景条件下的目标以及设计更具适应性的多类分割方法将是下步研究重点。

#### 参考文献:

- [1] Pal N R, Pal S K. A review of image segmentation techniques [J]. Pattern Recognition, 1993, 26(9): 1277-1294.
- [2] Tang Yuanyuan, Yang L H, Liu J M. Wavelets theory and its application to patten recognition[M]. Singapore: World Scientific Press, 2000.
- [3] Vincent É, Laganier R. Detecting and matching feature points [J]. J. Vis. Commun. Image R, 2005, 16(1): 38-54.
- [4] 王倩,阮海波,李俊山,等.快速模糊边缘检测算法[J].中国图象图形学报, 2001(1): 92-95.
- [5] 郭桂蓉.模糊模式识别[M].北京:国防科技大学出版社, 1993: 148-159.
- [6] 史卉萍,耿国华,周明全,等.基于模糊集的图像增强[J].微计算机信息, 2008(24): 291-292.
- [7] 李士勇.模糊控制·神经控制和智能控制论[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社, 2006: 80-86.
- [8] 朱志刚,林学闯,石定机.数字图像处理[M].北京:电子工业出版社, 2007: 1-12.
- [9] 袁林,巴力登. VC++调用 Matlab 实现图像处理[J].计算机技术与发展, 2007, 17(6): 215-218.
- [10] 朱俊株,郭立.一种基于模糊增强的图像分割方法[J].微机发展(现更名:计算机技术与发展), 1999, 9(6): 33-35.
- [11] 黄长专,王彪,杨忠.图像分割方法研究[J].计算机技术与发展, 2009, 19(6): 76-79.
- [12] 周密,李尊尊.基于小波阈值的图像去噪方法研究[J].计算机技术与发展, 2008, 18(5): 22-24.