

一种基于亮度均衡的图像阈值分割技术

彭兴邦, 蒋建国

(合肥工业大学 计算机与信息学院, 安徽 合肥 230009)

摘要:对于光照不均匀的图像,用通常的图像分割方法不能取得满意的效果。为了解决这个问题,文中提出了一种实用而简便的图像分割方法。该方法针对图像中不同亮度区域进行亮度补偿,使得整个图像亮度背景趋于一致后,再进行通常的阈值分割。实验结果表明,用该方法能取得良好的分割效果。

关键词:图像分割;阈值;亮度均衡;MATLAB

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)11-0010-03

An Image Segmentation Thresholding Method Based on Luminance Proportion

PENG Xing-bang, JIANG Jian-guo

(School of Computer and Info., Hefei Univ. of Tech., Hefei 230009, China)

Abstract: To the objective-image segmentation in non-even background, they cannot acquire good effect if using ordinary methods to segment image. In order to solve this problem, offers a new way to segment images. The method compensates every area of different luminance proportion in order to make the luminance of part area near to that of the whole area, then segment image using ordinary methods. The experiment proves that this way can get better result.

Key words: image segmentation; threshold value; luminance proportion; MATLAB

0 引言

图像分割就是把图像中具有特殊涵义的不同区域区分开来,这些区域是互不相交的,每一个区域都满足特定区域的一致性^[1]。最常用的阈值分割是一种利用图像中要提取的目标物与其背景在灰度特性上的差异,把图像视为具有不同灰度级的两类区域(目标和背景)的组合,选取一个合适的阈值,以确定图像中每个像素点应该属于目标区域还是背景区域,从而产生对应的二值图像。图像分割可以压缩数据,简化以后的分析与处理步骤,在很多图像处理系统中都是必不可少的一个环节。

阈值分割图像的基本原理描述如下:

$$g(x, y) = \begin{cases} Z_E, f(x, y) \in Z \\ Z_B, \text{others} \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中, Z 为阈值,是图像 $f(x, y)$ 灰度级范围内的任一灰度级集合, $Z \in [Z_1, Z_k]$, Z_1, Z_k 为任意选出的目标和背景灰度级。可见从复杂背景中分辨出目标并将其形状完整地提取出来,阈值的选择是阈值分割技术的关键,

迄今为止还没有一种对所有图像都能有效分割的阈值选取方法^[2]。因此对具体的某一类图像,要采取特定的方法。在现实生活中,由于光照不均匀或者摄像机曝光不足,使得图像中目标物体和背景的亮度不均匀,给图像识别造成很大干扰,文中提出一种针对图像亮度不均匀的阈值分割方法。

1 常用的阈值选取方法

最常用的阈值选取方法有:直方图阈值分割法、类间方差阈值分割法、局部阈值分割法、二维最大熵阈值分割法^[3]等。

1.1 灰度直方图法

灰度直方图就是灰度级的像素数 n_i 与灰度 i 的二维关系,它反映了一幅图像上灰度分布的统计特性,在MATLAB中使用函数“imhist.m”来实现^[4]。双峰法^[5]就是其中的一种简单的阈值分割方法,即如果灰度级直方图呈现明显的双峰状,如图1所示,则选取双峰之间的谷底 T 所对应的灰度级作为阈值分割。该方法简单易行,但是对于灰度直方图中波峰不明显或波谷宽阔平坦的图像,不能使用该方法。

1.2 最大类间方差法

由Ostu提出的最大类间方差法^[6],是在判决分析最小二乘法原理的基础上推导的,其算法比较简单,是一种

收稿日期:2006-03-09

基金项目:科技部国家中小企业创新基金项目(04C26213401216)

作者简介:彭兴邦(1978-),男,安徽六安人,硕士研究生,研究方向为信息与信号处理;蒋建国,教授,研究方向为多媒体信号传输与处理、嵌入式系统。

方便可行的阈值选取方法。该方法首先假设阈值 t 将具有 L 级灰度的图像 X 划分为两类: $C_0 \in [0, t]$, $C_1 \in [t+1, L-1]$, 并对图像直方图进行归一化, 由此可得:

$$p_i = \frac{n_i}{N}, p_i \geq 0, \sum_{i=0}^{L-1} p_i = 1, t^* = \arg \max_{0 \leq i \leq L-1} \sigma_B^2$$

其中, N 为图像总像素数, n_i 为灰度为 i 的像素数。则 C_0 , C_1 类出现的概率及均值分别为:

$$w_0 = p_r(C_0) = \sum_{i=0}^t p_i = w(t)$$

$$w_1 = p_r(C_1) = \sum_{i=t+1}^{L-1} p_i = 1 - w(t)$$

$$u_0 = \frac{\sum_{i=0}^t i p_i}{w_0} = \frac{u(t)}{w(t)} \quad u_1 = \frac{\sum_{i=t+1}^{L-1} i p_i}{w_1} = \frac{u_T - u(t)}{1 - w(t)}$$

其中 $u_T = \sum_{i=0}^{L-1} i p_i$ 为图像 X 的均值。

C_0 和 C_1 类的类间方差为:

$$\sigma_B^2 = w_0(u_0 - u_T)^2 + w_1(u_1 - u_T)^2 = w_0 w_1 (u_1 - u_0)^2$$

最佳阈值 t^* 应使类间方差最大, 即

$$t^* = \arg \max_{0 \leq i \leq L-1} \sigma_B^2$$

显然, Ostu 法是基于分割出的目标与背景之间的差距应最大的思想来确定阈值的。

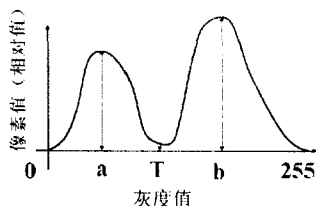


图 1 双峰直方图

1.3 局部阈值分割法

局部阈值法是把原始图像分割成较小的子图像, 并对每个子图像确定相应的阈值。用这种方法分割后的图像在不同子图像的边界处有灰度的不连续分布, 因此必须采用平滑技术来消除灰度的不连续性。该方法的缺点是每个子图像的大小和图像不能太小, 否则计算的结果无任何意义, 而且如果一幅子图像刚好落在目标区域或背景区域, 有可能得到更差的结果^[7]。

在实际图像中, 由于光照不均匀或图像的文字和背景复杂, 这时候使用以上 3 种阈值分割方法会产生较大的偏差。由图 2 可见在直方图法和最大类间差法使得亮度高的区域目标物被扩大, 而在低亮度区域目标物被背景屏蔽, 呈萎缩甚至缺损状态, 而局部阈值分割法则使目标多出一些干扰。因此必须对图像进行亮度均衡, 采用动态亮度均衡方法, 即在低亮度区采用低门限, 高亮度区采用较高门限, 理论上可达到较好的效果, 实际实现起来算法较复杂。

2 文中基于亮度均衡的阈值分割法

对于同一目标物体来说, 在高亮度区和低亮度区的最佳

阈值差别很大, 因而使用全局阈值分割法很难全部分割成功, 而使用局部阈值分割法容易造成局部分割失真, 为了避免上述算法的局限性, 笔者在实际应用中使用了一种基于亮度均衡的阈值分割法, 不是根据图像背景的明暗程度采用动态的阈值, 而是先对图像的背景亮度进行分块并动态地调整, 使调整过的图像背景亮度大致处于相同的水平, 再利用全局阈值进行分隔, 实验证明, 相比较以上方法可获得明显好转的目标图像。

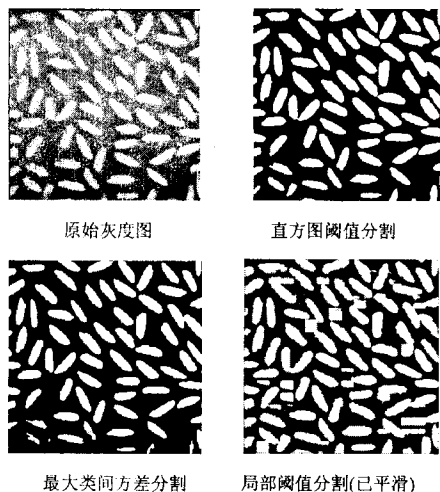


图 2 常用方法分割效果

算法原理: 设一幅 $M \times N$ 的图像, 灰度级为 $(0, \dots, L)$ 。平均亮度则为:

$$\text{Lum}_{av} = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} p(i, j)}{M \times N}$$

其中, $p(i, j)$ 是图像中坐标为 (i, j) 的像素亮度值。

用大小为 $m \times n$ 的子块对该图像进行分块, 则每个子块的亮度均值为:

$$\text{Lum}_{av, bm} = \frac{\sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} p(i, j)}{m \times n}$$

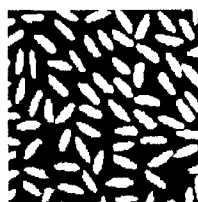
则子块亮度均值与全图亮度均值的差为 $\Delta_{lum} = \text{Lum}_{av, bm} - \text{Lum}_{av}$ 。

显然一幅图像中高亮度子块的 Δ_{lum} 为正, 而低亮度子块的 Δ_{lum} 为负。为了使得整个图像的亮度均衡化, 需要对每个子块的亮度进行调整, 所以文中算法对于 Δ_{lum} 为正的子块亮度进行衰减处理, 而对 Δ_{lum} 为负的子块亮度进行增强处理。但是为了避免局部阈值分割法出现的缺陷, 文中没有直接每个子块都加上或者减去同一个调整数值, 而是对按照分块的 Δ_{lum} 格式对子块的矩阵进行插值, 使之扩展到整个原始图像大小, 这样就使得相邻子块之间的调整值变化比较平滑, 然后用原始图像的像素值减去扩展后 Δ_{lum} 的矩阵, 实现了整个图像的亮度调整, 最后再用直方图法或者最大类间方差法对亮度调整后的图像进行阈值分割, 从而把目标体从亮度不均匀的图像中分割开来。

其算法步骤如下:

- (1) 装载图像, 求取图像的全局平均亮度;
- (2) 对图像的每小块 (16×16 或 32×32) 进行扫描求取该块的平均亮度, 按照每个子块的分布获得子块平均亮度矩阵, 图像分块愈小, 效果愈好, 但影响运算速度;
- (3) 把子块亮度矩阵中每个值都减去全局平均亮度, 获得子块亮度差值矩阵, 这样高亮度区子块的亮度差值为正, 而低亮度子块的亮度差值为负;
- (4) 把子块亮度差值矩阵通过插值运算 (实验证明, 采用 bicubic^[8] 插值法可保证数据的平滑性) 扩展到与原图像相同大小, 获得全图像亮度差值矩阵;
- (5) 将原始图像各像素亮度值各自减去全图像亮度差值矩阵中对应的数值, 这样使得图像亮度高的区域同时衰减, 而亮度低的区域得到增强;
- (6) 根据原图像中最低和最高亮度来调节每个子块像素的亮度使之符合整个亮度范围;
- (7) 利用常用阈值选取方法分割图像;
- (8) 输出图像观察并比较效果。

实验结果如图 3 所示。



阈值分割后的图像

图 3 改进的分割效果

图 4 再给出一张光照不均匀的图片用各类阈值分割方法做比较。

通过比较不难看出, 文中方法能够很好地分割出原始图像中的目标, 获得令人满意的效果。

3 结束语

针对几种常用的图像阈值分割方法在特定条件下的局限性, 提出了一种动态调整图像亮度的阈值分割法。文中算法是把图像进行分块, 对每个子块的亮度进行均衡处理, 使得处于不同光照强度下的目标体亮度趋于一致, 然后再进行阈值分割。实验结果证明, 该算法相比直方图阈值分割法、类间方差阈值分割法和局部阈值分割法可获得

较好的效果, 若再施以平滑滤波, 则效果更好。此方法简单易用, 具有一定的参考和借鉴意义。

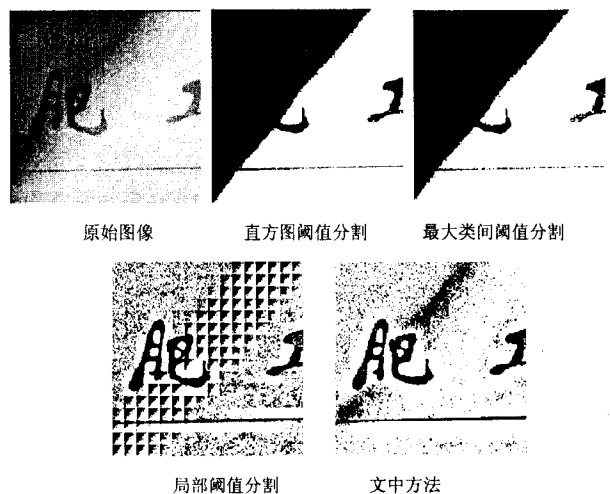


图 4 不同阈值分割方法比较图

参考文献:

- [1] Adleman L M. Molecular Computation of Solution to Combinatorial Problems[J]. Science, 1994(11): 1021 - 1024.
- [2] Lipton R J. DNA Solution of Hard Computational Problems[J]. Science, 1995(4): 542 - 545.
- [3] Abutaleb A S. Automatic Thresholding of Gray - Level Picture Using Two - Dimensional Entropies[J]. Pattern Recognition, 1989, 47: 22 - 32.
- [4] 郝文化. MATLAB 图形图像处理应用教程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [5] Lee S, Chung S. A Comparative Performance Study of Several Global Thresholding Techniques for Segmentation[J]. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1990, 52: 171 - 190.
- [6] Ostu N A. Threshold Selection Method from Gray - Level Histograms[J]. IEEE Trans on System, Man, and Cybernetics, 1979, 9(1): 62 - 66.
- [7] 庄 军, 李弼程, 陈 刚. 一种有效的文本图像二值化方法[J]. 微计算机信息, 2005, 21(8): 56 - 58.
- [8] Durand C X, Faguy D. Rational zoom of bit maps using B - spline interpolation in computerized 2 - D animation[J]. Computer Graphics Forum, 1990, 9(1): 27 - 37.

(上接第 9 页)

务技术建立了一个基于 UDDI 的 Web 服务平台, 在该平台基础上提出了一种基于 Web 服务的软件开发新模式, 将软件复用延伸到了广阔的 Internet, 同时基于该平台还能很好地实现 B2B 应用集成。

参考文献:

- [1] 饶 元, 冯博琴. 基于 Web Service 开放系统结构的软件重用[J]. 计算机工程, 2004, 30(20): 72 - 74.

- [2] 柴晓路, 梁宇奇. Web Services 技术、架构和应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [3] 廖 军, 谭 浩. 新一代开放分布式处理技术——Web Services[J]. 计算机应用, 2004, 24(8): 5 - 9.
- [4] 李安渝. Web Services 技术与实现[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003.
- [5] Deitel H M. Web 服务实用技术教程[M]. 励 志译. 北京: 机械工业出版社, 2004.