

一种基于映射阈值的图像增强方法

李仁和^{1,2}

(1 淮安信息职业技术学院, 江苏 淮安 223003; 2 江苏省电子产品装备制造工程研发中心, 江苏 淮安 223003)

摘 要: 针对灰度变换中映射范围难以确定的问题, 提出了一种利用映射阈值进行图像增强的新方法. 在直方图灰度的映射变换过程中, 自动搜索目标区和背景区峰值间的最低点, 并将其作为阈值进行关于图像灰度范围的映射, 以调整图像的灰度覆盖范围, 从而实现图像的亮度和对比度增强. 实验分析表明, 该方法能够调整图像增强后的灰度动态范围, 取得比常规直方图灰度变换更好的增强效果. 新方法解决了映射变换中的灰度范围确定问题, 是一种有效的图像增强方法.

关键词: 图像增强; 灰度变换; 映射阈值

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)11-0001-03

A Novel Method of Image Enhancement Based on Mapping Threshold

LI Ren-he^{1,2}

(1 Huai'an College of Information Technology, Huai'an 223003, China;

2 Jiangsu R&D Center of Electronics Equipment Manufacturing Engineering, Huai'an 223003, China)

Abstract: Aiming at the difficulty in determining the mapping range in gray-level transformation, a novel image enhancement method based on mapping threshold is proposed. The lowest point between target area and background area is searched automatically in the mapping transformation of histogram gray-level. Then it is operated as a threshold for mapping of image gray-level scale so as to adjust the gray coverage of the image. Finally, the brightness and contrast of the image are improved. Experiment analysis demonstrates that, the proposed method can adjust the image dynamic gray-level range so that obtain better enhancement effects than conventional gray histogram transformation. The new method has solved the problem of determining the image gray-level scale in the mapping transformation, is an effective image enhancement method.

Key words: image enhancement; gray-level transformation; mapping threshold

1 引言

受光线、天气、设备性能等多种因素的影响, 视频监控系统中获取的图像在视觉效果和清晰度等方面很容易变差^[1]. 图像增强是一种能改善图像质量、丰富信息量、加强图像判读和识别效果的图像处理方法. 其中, 灰度变换增强是指按照一定的线性或非线性变换, 修改图像每一像素的灰度值, 从而改变图像的灰度动态范围, 使图像对比度扩展、边缘清晰、特征明显, 是图像增强的一种重要手段^[2].

直方图灰度变换能够提高整个图像的亮度以及辨析程度, 算法简单, 增强效果好, 是一种快速有效的图像增强算法^[3-4], 但是在进行灰度变换时, 若灰度范围选取不当, 容易导致目标边缘的丢失或图像特征不突出. 针对这一问题, 本文提出了一种基于映射阈值的图像增强方法. 在直方图灰度映射变换过程中, 自动搜索目标区和背景区峰值间的最低点, 并将其作为阈值进行对图像灰度范围的映射, 通过变换调整图像的灰度动态范围, 提高图像的亮度和对比度. 实验表明采用该方法可获得较理想的图像增

收稿日期: 2009-09-24; 修回日期: 2009-11-24

基金项目: 国家“八六三”计划项目(2006AA10A301)

强效果.

2 图像增强方法

2.1 直方图灰度变换

直方图作为图像灰度密度函数的近似表示,在图像增强中具有重要的统计特征.通常情况下,灰度密度函数与像素点所在位置有关.设图像中像素点 (x, y) 处的灰度密度函数为 $p(z; x, y)$,则图像的灰度分布函数为

$$p(z) = \frac{1}{S} \iint_W p(z; x, y) dx dy \quad (1)$$

式中, W 是图像的定义域, S 是区域 W 的面积.

在数值计算中,要得到图像的灰度分布函数比较困难,所以一般用灰度直方图来代替^[4].灰度直方图是一个离散函数,它表示数字图像每一级灰度与该灰度级出现频率的对应关系.低对比度图像具有灰度级比较集中、动态范围窄等特点,而常规直方图均衡化也存在一定的问题^[5],可利用灰度级等距离映射对图像进行对比度增强.

设原图像中某一像素点的灰度值为 $D = f(x, y)$,经过处理后该像素点灰度值为 $D' = g(x, y)$,则灰度增强关系可表示为: $D' = T(D)$ ^[6].如果图像的灰度分布主要集中在 $[D_{\min}, D_{\max}]$ 范围内,而在 $[0, D_{\min}]$ 和 $[D_{\max}, 255]$ 范围内只有小概率的灰度分布,可以利用单调函数 $D' = g(x, y)$ 将图像中目标区像素点的灰度范围 $[D_{\min}, D_{\max}]$ 映射至 $[D'_{\min}, D'_{\max}]$,使 $D_{\min}, D_{\max}$ 分别与 $D'_{\min}$ 和 $D'_{\max}$ 相匹配.同时,将区间 $[D_{\min}, D_{\max}]$ 划分为 n 个灰度级 $D_1, D_2, \dots, D_n, i = 0, 1, \dots, n-1$,并进行等距离重新排列,每一个小区间 $[D_i, D_{i+1}]$ 也被相应的映射到了另一个新区间 $[D'_i, D'_{i+1}], i = 0, 1, \dots, n-1$.

为了简化整个图像灰度变换过程的计算复杂度,将 D' 设为具有下列形式的连续解析函数:

$$D' = kD^r + b, x \geq 1, r \geq 1 \quad (2)$$

式中, $k = \frac{D'_{i+1} - D'_i}{D_{i+1} - D_i}$; $b = D'_i - aD_i$; 映射参数 r 用来描述 D 和 D' 值关系曲线的形状, $r < 1$ 时,输入灰度值越大,输出值越加强, $r = 1$ 表示线性灰度拉伸变换, $r > 1$ 时,输入灰度值越大,输出值越减弱.

r 取不同值时对应的校正曲线如图1所示.

2.2 映射阈值搜索

目标区的物体除了在边界处表示出不连续性外,在区域内部则具有某种同一性或均匀性,如灰度值同等或相近.为了使目标区图像覆盖整个灰度范

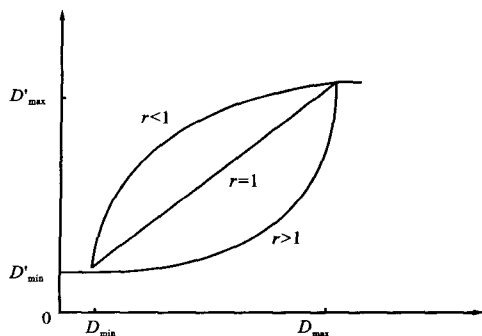


图1 不同 r 值对应的校正曲线

围,需要对目标区的灰度范围 $[D_{\min}, D_{\max}]$ 作出精确的判定.本文首先确定出直方图目标峰和背景峰,然后取两者之间的极小值作为映射阈值来确定 $D_{\min}, D_{\max}$ 的大小.因此,如何找到目标区对应的峰值成为问题的关键.

图像在目标区一般表现为低灰度,背景区则表现为高灰度.根据图2所示的阈值选取示意图,直方图的阈值搜索过程如下:

(1) 对全灰度区间 $[0, 255]$ 进行归一化,并找出背景区峰值对应的灰度值 d_p .

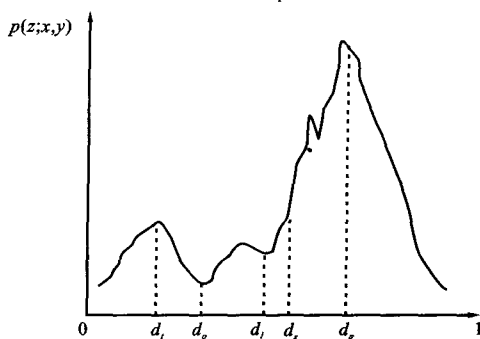


图2 阈值选取示意图

(2) 根据正态分布的性质,首先大致定出 d_p 左侧 $2\sigma^2$ 处的对应点 d_s (一般取 $0.85 \sim 0.95$),作为 $D_{\max}$.

(3) 从 d_s 继续向左搜索,取其左侧的极小值点即可对应于背景区的左边界 d_l .

(4) 找目标区的峰值所对应的灰度值 d_t .在区间 $[0, d_t]$ 中寻找对应于最大值的灰度值 d'_t ,分别计算 d'_t 左右两侧的质心 c_r 和 c_l .其中

$$c_r = \frac{\sum_{d \in [0, d_t]} [d \times f(d)]}{\sum_{d \in [0, d_t]} [f(d)]},$$

$$c_l = \frac{\sum_{d \in [d_t, 255]} [d \times f(d)]}{\sum_{d \in [d_t, 255]} [f(d)]}.$$

(5) 将 d'_t 与两质心之间的距离作为相关性的判断准则. 若 $|d'_t - c_r| > |d'_t - c_l|$, 则说明此峰值与背景的相关性较大, 应将其归入背景类, 继续向左搜索下一个最大峰值, 直到满足 $|d'_t - c_r| \leq |d'_t - c_l|$ 为止, 此时 d'_t 即可视为对应的目标峰值 d_t ;

(6) 确定映射阈值 $D_{\min}$. 在区间 (d_t, d_l) 中找出最小值点 d_o , 作为 $D_{\min}$.

3 实验分析

图像增强技术关系到图像中目标与背景的区分效果. 为了测试本文方法对图像亮度和对比度的增强效果, 在 Matlab7.01 软件环境下进行实验对比. 在奶牛饲养场采集的原始图像及其直方图如图 3 所示. 取映射参数 $r = 1.2$, 对原始图像进行常规直方图灰度变换得到的图像及其直方图如图 4 所示.

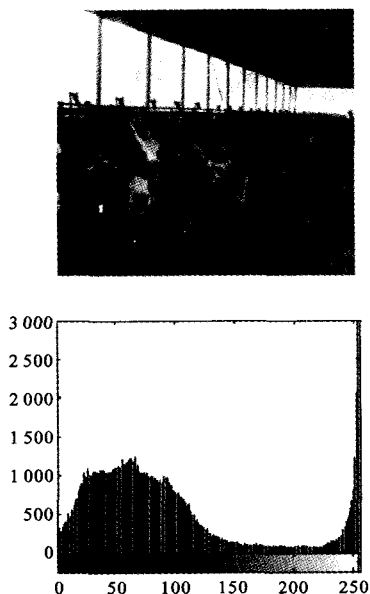


图3 原始图像及其直方图

从图 4 可以看出, 图像经过变换处理后, 对比度得到一定程度的增强, 但是锐化效果不太明显; 变换后直方图中的像素点密集于中、低灰度层, 图像整体仍偏暗, 暗处细节的增强效果也并不理想.

采用本文所述方法对原始图像进行增强处理, 得到的图像及其直方图如图 5 所示.

从图 5 可以看出, 基于映射阈值的增强方法提高了灰度图像的亮度和对比度, 诸如奶牛眼睛、耳标等一些暗处细节得到突出. 从图 4、图 5 的对比看出, 经过阈值映射后, 目标区像素的灰度分布范围比常规直方图变换要大得多, 保证了图像有较大的对比度. 而且前者的对比度增强不是很明显, 图像的视觉增强效果逊于后者.

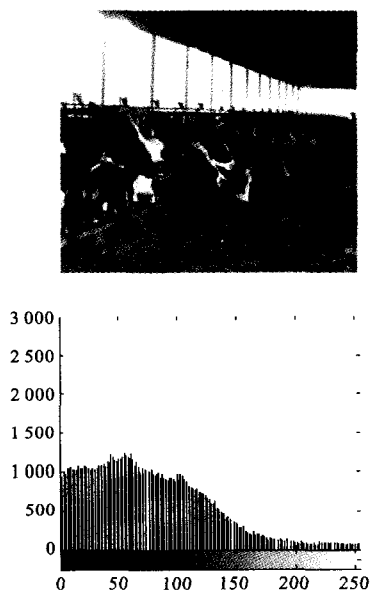


图4 常规直方图灰度变换图像及其直方图

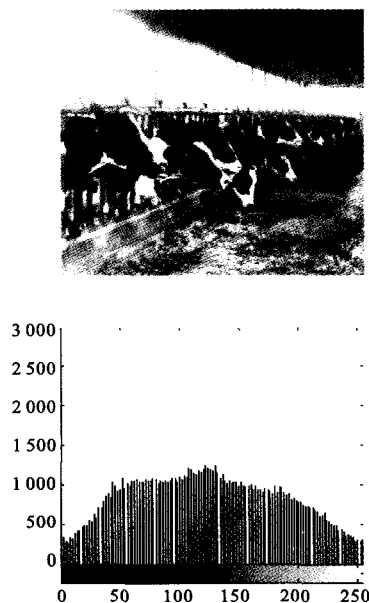


图5 利用本文方法处理的图像及其直方图

上述分析表明, 通过自动搜索映射阈值进行灰度变换, 图像对比度明显增强, 图中物体的轮廓也更加清晰; 该方法可以在灰度动态范围和图像锐化之间达到较好的平衡, 取得比常规直方图变换更好的增强效果.

4 结束语

本文将映射阈值原理引入直方图灰度变换过程中, 自动搜索目标区和背景区峰值间的最低点, 并将其作为阈值进行图像灰度范围的映射, 调整图像变换后的灰度覆盖范围. 该方法提高了图像亮度和对

(下转第 9 页)

对 Web 服务的动态绑定也更为有利,为组合 Web 服务的使用奠定了基础;本模型用于语义 Web 服务组合、验证和使用,能最大程度地满足用户需求。作者将进一步完善目标本体,将参考已有成果^[9],进一步研究 Web 服务的验证方法、调度与执行算法,并进一步降低计算复杂度。

参考文献:

- [1] Clarke E M, Grumberg O, Peled D A. Model checking [M]. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2001.
- [2] 张琳霞,李茵,李小丽. 基于 Petri 网和 Web 服务的工作流建模方案[J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(3): 150 - 153.
- [3] 滕星权,李增智. 基于 OWL-S 的 Web 服务组合的验证研究[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(12): 62 - 66.
- [4] The Object Management Group. UML 2.0 Superstructure Specification, OMG Adopted Specification ptc/03 - 08 - 02[R]. 2003.

(上接第 3 页)

比度,解决了映射变换中灰度范围难以确定的问题,是一种有效的图像增强方法。

参考文献:

- [1] 张便利,常胜江,李江卫,等. 基于彩色直方图分析的智能视频监控系統[J]. 物理学报, 2006, 55(12): 6399 - 6404.
- [2] Ching - Chung Yang. Image enhancement by modified contrast - stretching manipulation [J]. Optics & Laser Technology, 2006, 38(3): 196 - 201.
- [3] 王震洲,刘教民,李穆,等. 低压电器开关电弧图像增强的直方图算法[J]. 电工技术学报, 2008, 23(6): 50 -

- [5] Grønmo R, Jaeger C, Hoff H. Transformations between UML and OWL - S [C]// Proceedings of Conference on Foundations and Applications. European, 2005: 269 - 283.
- [6] Skogan D, Grønmo R, Solheim I. Web service composition in UML[C]// Proceedings of 8th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (E-DOC 2004). USA, California, 2004.
- [7] Dragan Djuric. MDA - based ontology infrastructure[J]. Computer Science Information Systems (ComSIS), 2004, 1(1): 91 - 116.
- [8] Spin - Formal Verification[EB/OL]. [2007 - 02 - 08]. <http://spinroot.com/spin/whatispin.html>.
- [9] 杨文军,李涓子,王克宏. 领域自适应的 Web 服务评价模型[J]. 计算机学报, 2005, 28(4): 514 - 523.

作者简介:

朱正东 男, (1963 -), 博士. 研究方向为计算机网络及其应用。

53.

- [4] 张懿,刘旭,李海峰. 自适应图像直方图均衡算法[J]. 浙江大学学报:工学版, 2007, 41(4): 630 - 633.
- [5] Subr K, Majumder A, Irani S. Greedy algorithm for local contrast enhancement of images[C]// Proceedings of International Conference on Image Analysis and Processing. Cagliari, 2005: 171 - 179.
- [6] 张长江,汪晓东,张浩然,等. 图像对比度增强的非线性变换法[J]. 光电工程, 2006, 33(6): 65 - 67.

作者简介:

李仁和 男, (1963 -), 研究员. 研究方向为电子产品装备。