

一种基于直方图的自适应分段线性变换法

陈明亮 陈成新 古建平

(深圳市计量质量检测研究院 深圳 518055)

摘要: 针对灰度图像分段线性变换转折点选取的问题,提出了在直方图基础上使用 Otsu 法和格拉布斯法,设计了一种得到分段线性变换函数双转折点的方案。该方案自动选取双转折点,确定了灰度变换曲线,对图像的背景区、过渡区和目标区进行了很好的区分。该方案将背景和目标之间的过渡区进行线性增强,从而为边沿检测提供了有效的预处理方案。实验表明该方案寻找分段线性变换的转折点简单高效,具有较好的应用前景。

关键词: 分段线性变换;直方图;Otsu 法;格拉布斯法;边沿检测

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.60

Adaptive piecewise linear transform method based on histogram

Chen Mingliang Chen Chengxin Gu Jianping

(Shenzhen Academy of Metrology and Quality Inspection, Shenzhen 518055, China)

Abstract: In order to determine the transformation point in piecewise linear transformation of the gray image, put forward to make use of the Otsu method and the Grubbs method based on the histogram, a program which searches the double transformation points of a piecewise linear transform function is designed. The program selects the double turning points automatically, and then the gray scale transformation curve is determined, which cuts the image into a target area, a transition area and a background area with a good distinction. The transition area between the target area and the background area is enhanced with the designed program, so as to provide an effective pretreatment for the next edge detection. Experiments show that the solution which finds the turning points of the piecewise linear transformation in a simple and efficient, and has a good application prospects.

Keywords: partition linear transformation; histogram; Otsu method; Grubbs method; edge detection

1 引言

分段线性变换是一种简单有效的增强图像对比度的方式,使用分段线性变换可以突出感兴趣的目标区同时抑制背景区,对图像进行加工后的结果对于特定的应用比原始图像更加合适。

为了分离图像中的目标和背景,需要准确的定位边沿轮廓位置。当目标与背景之间的过渡区域灰度值处于线性状态时,其二阶导数的零交叉点即是过渡区域的中心,因此使用基于二阶导数的边沿检测算子可确定过渡区域的中心位置^[1]。使用分段线性变换函数对原图像灰度值的过渡区进行线性变换,使得到的结果适用于后续的边沿检测。

在使用分段线性变换方法时,关键在于过渡区 2 个转折点的选取,转折点选得过窄,有可能丢失信号;选得过宽,达不到线性化过渡区的效果^[2]。在一般情况下多根据灰度图像直方图采用人工手动调节的方式选取转折点,该方法虽然简单但缺乏灵活性,实用性差,在不同光照程度下采集的图像其转折点不尽相同,因此该方法效率低下。一些文献也提出了自适应选取转折点的方法,张秀君等人,提出了一种采用最小误差法实现区间边界点选择的自适应计算方法^[3];刘艳等人,提出了 Otsu 多阈值快速求解算法^[4],其中多阈值的获取需要图像直方图存在多峰性。

从具体应用出发,在灰度图像的直方图基础上,拟将 Otsu 法和格拉布斯检验法来自适应获取图像的分段线性变换的双阈值,分离出图像中目标与背景之间的过渡区,

然后使用边沿检测算法,达到获取显示目标边沿轮廓的目的。

2 基本思想

2.1 分段线性变换

灰度变换是将原图像的灰度值函数 $f(x)$ 经变换函数变换成为新的灰度值函数 $g(x)$ 。分段线性变换是将图像灰度值分成两段乃至多段,在每段上进行线性变换^[5]。需要在过渡区进行线性拉伸变换,同时增强目标区和背景区的对比度,使用的分段线性变换如图1所示。

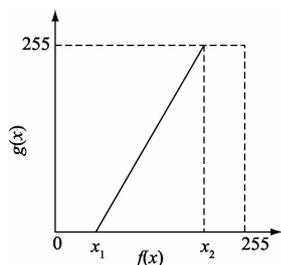


图1 分段线性拉伸变换函数

其数学表达式为:

$$g(x) = \begin{cases} 0, & f(x) < x_1 \\ \frac{255}{x_2 - x_1}(x - x_1), & x_1 \leq f(x) \leq x_2 \\ 255, & x_2 > f(x) \end{cases} \quad (1)$$

通过分段线性变换可以很好的控制灰度图像直方图的分布,将处于 x_1 与 x_2 之间的输入图像灰度值拉伸至 $0 \sim 255$ 。

2.2 Otsu 法

Otsu 法也称为类间方差最大法,是由日本学者大津展之首先提出的。灰度图像中,在目标和背景可分离的前提下,使用该方法计算类间方差,当其值最大时得到的分割阈值是最佳的^[6]。Otsu 法的重要特性在于它完全以一维灰度图像直方图计算为基础。

2.3 格拉布斯检验法

在对可疑数据进行分析时,可以根据基于统计学的格拉布斯检验法来判别其是否存在异常值,其判断准则为:

$$|\nu_{\max}| > G(p_c, n)s \quad (2)$$

式中: $|\nu_{\max}|$ 为最大残差值; $G(p_c, n)$ 为经验值,根据置信概率 p_c 及样本数量 n 查表得到; s 为标准偏差估计值。

当该准则成立时,对应的数据为异常值,应予剔除。格拉布斯检验法适用 $2 < n < 100$ 的情况,对数据样本中仅有一个异常数据的情况判别效率最高^[7]。

3 方案设计

应用中需要识别仪器设备 LCD 显示屏中的数字信息,其灰度图像及直方图如图2所示。

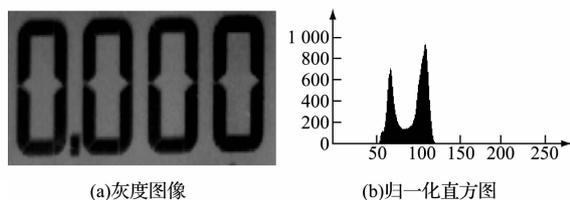


图2 LCD 灰度图像及直方图

灰度图像中目标区域与背景区域的对比度明显不同,在其直方图中表现为出现2个波峰。灰度值高的波峰对应的是背景区,灰度值低的波峰对应的是目标区,在2个波峰之间的波谷对应的是过渡区。过渡区属于斜坡边缘过渡类型,其存在一定的宽度,灰度值变化剧烈^[8],但其对应的出现概率呈均匀分布。当直方图中有清晰的波谷存在时,基于归一化直方图上使用 Otsu 法计算可得到最佳 Otsu 分割阈值,该阈值处于过渡区。过渡区灰度值出现的概率趋于一致,其数值可近似认为是等精度测量得到。因此,以 Otsu 分割阈值为原点,在其左右两侧各取一个灰度值,取3个灰度值对应的像素出现概率值组成初始“种子”数据序列。根据区域生长的原理^[9],分别向左右两侧添加新灰度值概率进入数据序列,对增加的每一个数据都使用格拉布斯检验法判别其是否为异常值。当有异常值出现时则终止该侧数据的扩展,取该异常值对应的灰度值作为该侧拐点。以2个波峰值作为数据序列扩展的终点,因此使用格拉布斯检验法寻找拐点是收敛的。当数据序列停止生长时,取左右两侧的拐点作为分段线性变换的转折点。方案流程如图3所示。

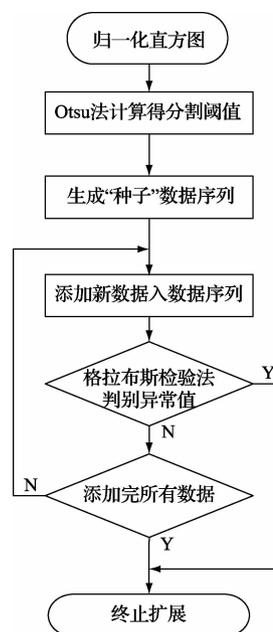


图3 方案流程

4 结果及分析

根据以上的方案设计程序,对图2(b)进行计算得到分段线性变换的左侧转折点 x_1 为“78”、右侧转折点 x_2 为“99”,其位置在直方图上如图4(a)所示,此时的分段线性拉伸变换函数如图4(b)所示。

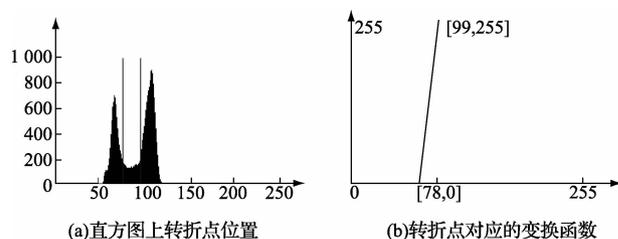


图4 分段线性变换转折点

如图4(a)所示,直方图中的2处转折点位于波谷区转向波峰区的拐角处,其对目标区、过渡区与背景区3个区域进行了有效的划分。为了验证本文算法的有效性,分别使用最小误差法与本文算法对原始图像(如图2(a)所示)进行分段线性变换,如图5所示。最后使用Canny算法^[10]对变换后的图像进行边沿检测,得到目标的轮廓,如图6所示。



图5 分段线性变换

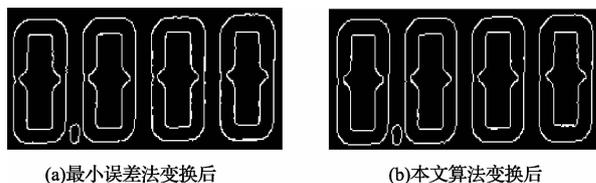


图6 边沿检测结果

从图6中可以看出,使用本文算法对图像进行处理得到的目标边沿毛刺比最小误差法所得到的明显减少。

5 结论

综上所述,基于Otsu法和格拉布斯检验法设计方案自动获取图像的双转折点,将图像划分成目标区、过渡区与背景区,再对各个区域进行相应的抑制、拉伸与增强处理,最后使用边沿检测算法计算得到显示目标的轮廓。通过与最小误差法的相互比较,使用所提方案算法所获取的目标边沿变得更加清晰,该方案算法简单高效,具有一定的实用价值,为图像的后续分析和处理提供了更加有利的条件。

参考文献

- [1] 赵志刚,万娇娜.一种基于梯度和零交叉点的图像边缘检测新方法[J].仪器仪表学报,2006,27(8):821-824.
- [2] 李晓冰.一种红外测量图像自适应分段线性灰度变换方法[J].光电子技术,2011,31(4):236-239.
- [3] 张秀君,孙晓丽.分段线性变换增强的自适应方法[J].电子科技,2005(3):13-16.
- [4] 刘艳,赵英良.Otsu多阈值快速求解算法[J].计算机应用,2011,31(12):3363-3365.
- [5] 石俊霞,李佩玥,刘春香,等.航天遥感TDICCD相机星上振动实时检测[J].电子测量与仪器学报,2014,28(7):777-786.
- [6] 丛焕武,郭福娟,吕飞,等.基于CCD图像处理的焊缝识别技术研究[J].电子测量技术,2012,35(3):73-77.
- [7] 林丽芬,肖化,吴先球,等.肖维勒准则和格拉布斯准则的比较[J].大学物理实验,2012,25(6):86-88.
- [8] 刘锁兰,杨静宇.起伏背景的红外图像过渡区提取[J].计算机应用研究,2008,25(2):501-503.
- [9] 李庆武,马国翠,霍冠英,等.基于NSCT域边缘检测的侧扫声呐图像分割新方法[J].仪器仪表学报,2013,34(8):1795-1801.
- [10] 李冰季,金聪.基于线条识别的图像语义分类方法[J].电子测量技术,2013,36(3):53-57.

作者简介

陈明亮,1983年出生,工程师,主要研究方向为智能控制技术。

E-mail: uestc200720704003@126.com