

基于自然段落的车牌图像二值化算法

王聪丽¹, 侯著荣¹, 王凯¹, 陈鹏²

(1.军械工程学院, 河北 石家庄 050000; 2.武警石家庄指挥学院, 河北 石家庄 050000)

摘要: 在车牌图像的反转灰度直方图的基础上, 定义了全峰和半峰的概念。利用自然段落的思想, 根据自然段落的分布和长度, 确定出阈值所在全峰的范围。在此范围内求极值, 将求阈值的灰度范围大大减小, 降低了图像二值化的算法复杂度和运算量。实验证明, 该算法效果良好, 即使对于偏亮和对比度低的图像, 也能达到满意的效果。

关键词: 反转直方图; 自然段落; 全峰; 半峰; 阈值

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

A new binarization algorithm of license plate image based on nature paragraph

WANG Cong Li¹, HOU Zhu Rong¹, WANG Kai¹, CHEN Peng²

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050000, China; 2. The Shijiazhuang Commanding College of Armed Force, Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: Based on the inversed-histogram and natural phrase, this paper gives two concepts: full-peak and half-peak, and then advances a new method of binarization. This method confirms the range of threshold and finds the extremum in it according to natural phrase's distribution and length, so it makes the gray range minished and reduces image binarization's complexity and operation quantity very much. It proves that this algorithm can make good effect even about low-contrast and very bright image.

Key words: inversed-histogram; natural phrase; full-peak; half-peak; threshold

随着计算机技术和信息处理技术的发展, 将信息技术与交通系统结合起来, 以提高交通系统的智能化。在如今的智能化交通系统中, 车牌识别功能是非常重要的一部分。车牌识别技术就是对车牌的相关信息自动采集和处理, 最终得到正确的车牌号码技术。该技术的应用非常广泛, 比如交通卡口违章处理系统、高速公路管理系统、移动式车辆稽查系统及园区管理系统等。在实际应用中, 由于受到自然环境的影响, 摄像机拍摄的图像质量较差, 影响车牌字符的分割和准确识别。因此必须对图像进行预处理, 为下一步工作打下良好的基础。常用的预处理操作有: 图像归一化、中值滤波、灰度拉伸、二值化等。由于后期的车牌字符的分割和识别是在二值图像的基础上进行的, 因此, 图像二

值化结果的好坏直接影响到识别的结果。

基于灰度车牌图像的二值化算法的基本思想, 选择一个合适的阈值将字符和背景有效分开。阈值的选择是算法的关键。目前有很多算法通过不同的途径来选择这个阈值, 比如 OTSU 算法^[1](最大类间方差法)、Bernsen 算法^[2]等。这些算法有的需要图像灰度分布的先验知识, 有的计算速度慢。本文采取了一种利用自然段落^[3]的思想来确定阈值的算法, 该算法在统计图像灰度直方图的基础上, 利用自然段落处理图像的反转直方图达到确定阈值的目的。经实验证明, 该算法效果良好。

1 自然段落的思想

自然段落定义如下:

在有 256 个元素的数组中, 用一个水平门限值 A (在

图形、图像及多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

图中代表一条与 x 轴平行的直线)与数组元素 $g(x)$ 进行比较, 如果 $g(x) > A$, 标记为逻辑 1, 其他标记为逻辑 0。这样就将复杂的数组转换为简单的逻辑数组。逻辑数组中连续若干个相同的数值组成一个自然段落。每个自然段落中所含 0、1 的个数成为该段落的长度。除首尾段落之外的段落称为中间段落。

根据自然段落的定义可知:

(1) 只有 1 个段落的形式有 2 种, 逻辑数组中元素为全 0 或者全 1, 段落长度都为 256;

(2) 2 个段落的形式有 2 种, 即 {10} 和 {01}, 段落长度由 0 和 1 的个数决定, 但是两个段落长度之和为 256;

(3) 最多有 256 个段落, 0 和 1 交替出现, 有 2 种形式, {101010...} 和 {010101...}。

计算完每个段落的长度之后, 就可以根据需要查找符合要求的长度最大的自然段落(多个取首个), 查找该段落的坐标起始点, 便于进行后续处理。

2 基于自然段落的车牌图像二值化算法

本算法是在分析图像灰度直方图的基础上, 将图像的反转直方图划分为自然段落, 来确定阈值所在的灰度范围, 将阈值范围缩小到某一中间段落, 算法步骤如下。

2.1 反转直方图

图像的反转直方图是指用灰度直方图中的最大峰值来减去直方图中的每个灰度级的像素数目。对于灰度车

牌图像来说, 其直方图一般都是双峰型的, 如图 1 所示。图 2 为反转后的直方图。经过对比 2 幅直方图可以发现, 原来为峰的地方成了谷, 而阈值所在的谷变成了峰。对于反转直方图, 根据参考文献[3]中对于峰和谷的严格定义引入 2 个概念: 全峰(full-peak)和半峰(half-peak)。

全峰: 在极大值的左边随着下标的增加, 数值组严格增加; 在极大值的右边随着下标的增加, 数值组严格减少。

半峰: 在极大值的左侧和右侧至少有一侧, 随着下标的增加, 数值组不是严格减少或者近似相等。

根据定义, 可以看出, 在图 2 中存在着 2 个半峰和一个全峰。反映到自然段落直方图中, 由 5 个段落组成, 且逻辑值 0 和 1 交替出现。从自然段落直方图可以看出, 全峰表现在自然段落直方图上, 其特征是相邻 2 个自然段落逻辑值都为 0。因此, 经过直方图反转并画出反转直方图的自然段落直方图, 如图 3 所示, 就将求阈值的问题从原来直方图中求谷的极小值转化为在反转直方图中求峰的极大值问题, 而且范围被缩小到一个全峰的范围, 全峰的范围可以由确定自然段落的左右坐标值确定, 大大减少了计算量。将直方图进行反转还有另外一个优点是便于水平门限值 A 的确定。因为反转后直方图靠近 0 和 255 的区域都是非常接近直方图峰值, 非常平坦, 利用它和仅有的全峰相比, 可以根据经验方便地确定水平门限值 A 。

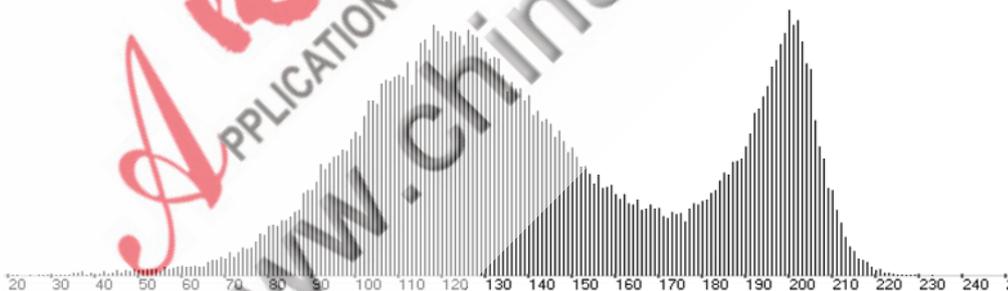


图 1 车牌图像的灰度直方图

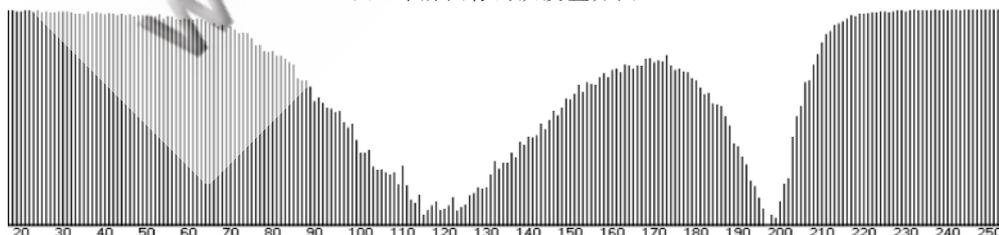


图 2 反转直方图

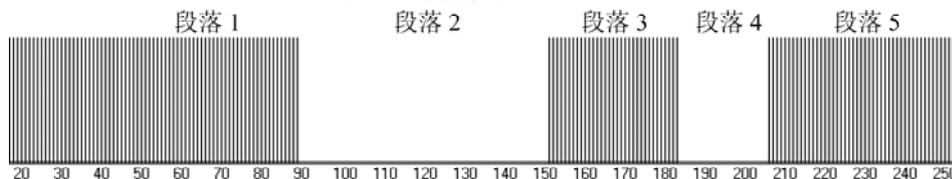


图 3 自然段落直方图

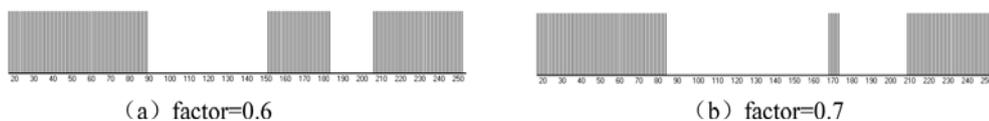


图4 factor取不同值时的自然段落直方图

2.2 水平门限值 A 的确定

水平门限值 A 是通过对比反转直方图全峰和半峰的差, 根据经验来确定的。一般来说, $0 < A < \text{峰值}$ 。设 $peakvalue$ 为峰值, 则 $A = factor \times peakvalue (0.0 < factor < 1.0)$ 。如果 A 选取得当的话, 可以将阈值所在的范围限制在一个较小的区域。如图4所示, 分别为 $factor=0.6$ 、 0.75 时的自然段落。

2.3 阈值的确定

通过反转直方图的自然段落, 可以看出, 阈值所在的区域是逻辑值为1的一个中间段落, 并且是中间段落中长度最大的一个段落, 反映到反转直方图中就是最大的一个全峰。通过求每个自然段落的长度可以确定该全峰极大值所在的一个范围, 也就是自然段落3的范围。确定范围后就可以求出极值, 即所要找的阈值。在求极值时, 采用 n 邻域比较法。经过推导可知, 当 $n=3$ 、

4时, 峰的情况如下:

3个数(a, b, c)比较, 当相邻2数的升升降关系为“升降”时, 第2点是3邻域的峰, 根据降幅不同有3种结果: $a < b \& c < b \& a < c$, $a < b \& c < b \& a > c$, $a < b \& c < b \& a = c$;

4个数相比较, 当相邻2数的升升降关系为“升降降”时, 第2点是4邻域的峰, 根据2次降幅不同有5种不同结果; 当相邻两数的升升降关系为“升升降”时, 第3点是4邻域的峰, 根据降幅的不同也有5种结果, 共有10种结果, 这里不再详细说明。

当 $n=5, 6, 7$ 时, 峰的结果种类分别为27、68、167。

通常选取 n 为奇数时, 邻域的中点为峰。比如 $n=3, 5, 7$ 等。本算法中采用 $n=5$ 。虽然理论上 $n=5$ 时峰的情况很多, 达到27种, 但是由于本算法已经将极值范围缩小到了一个很小的自然段落长度范围。因此, 计算量也是很小的。



图5 一般图像

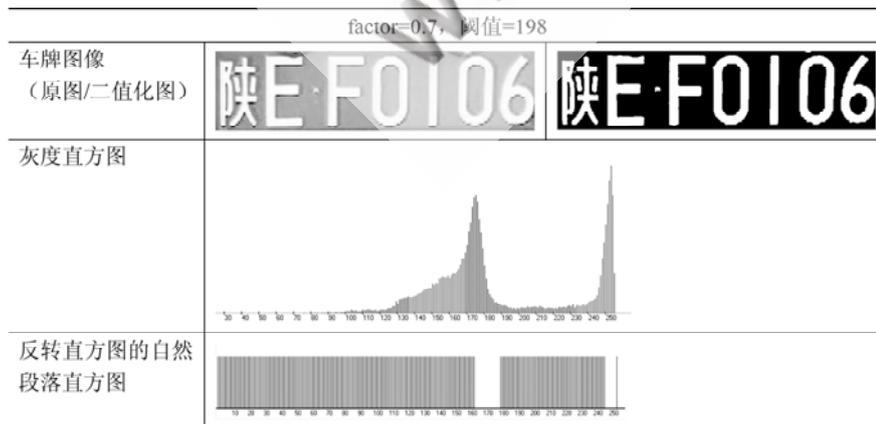


图6 偏亮图像

3 实验结果

实验用的灰度车牌图像经过滤波处理来去除噪点, 使其能更好地体现直方图的双峰性。图5为一般图像、图6为偏亮图像、图7为低对比度图像的实验结果, 最后结果还与OSTU算法进行了比较, 如图8所示。

从实验结果可以看出, 阈值都落在逻辑值为1的长度最大的中间段落内。对比图像的灰度直方图, 即为直方图的谷所对应的部分, 这是符合车牌图像的特征的, 因为直方图的两个峰分别由背景和字符的灰度所构成。该算法的二值化效果非常好, 即使对于偏亮和对比度不高的车牌, 只要适当选取 $factor$ 的值, 仍然能够非常好地将字符从背景中区分出来。与OSTU算法相比, 本文效果明显好于前者, 二值化后的图像边缘光滑, 字符清晰。

本文在分析图像的灰度反转直方图的基础上, 利用自然段落的思

图形、图像及多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

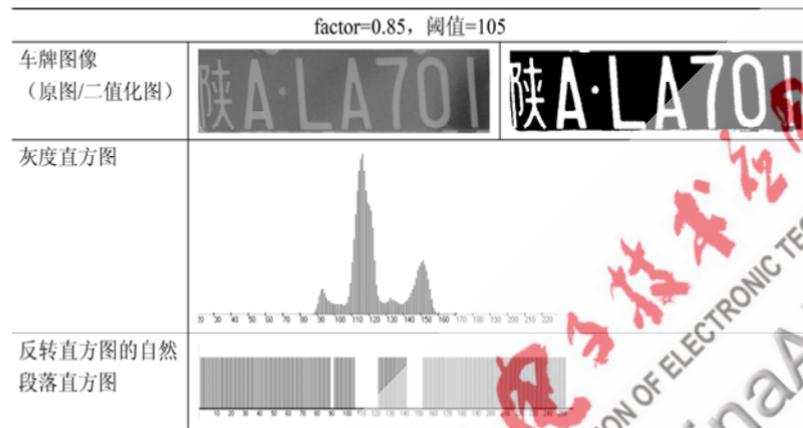


图7 低对比度低图像



(a) OSTU 算法结果



(b) 本文算法结果

图8 与 OSTU 算法结果比较

想, 根据关于直方图的峰与谷的严格定义提出了全峰和半峰的概念, 提出一种灰度车牌图像二值化的方法, 将阈值锁定在某一范围, 减小了算法的复杂度, 提高了运算速度, 减少了运算量。经实验证明, 算法效果良好。但是, 如何选择好的算法来确定水平门限值 A , 是需要解决的下一个问题。

参考文献

- [1] NOSTU, A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE Trans Svst, Man Cvbernet. 1979, SMC-9:62-66;
- [2] BERNSEN J. Dynamim thresholding of gray-level images, Proc. of the 8th Int' 1 conf. on pattern recognition. LOS Angeles, USA: IEEE Computer Society Press, 1986: 1251-1255.
- [3] 黄国祥, RGB颜色空间及其应用研究[D], 长沙: 中南大学, 2002.