

基于图像纹理特征提取的车牌定位算法

刘广起¹⁾ 郑晓势¹⁾ 张晓波²⁾

¹⁾(山东省计算中心, 济南 250014) ²⁾(山东省科学院自动化研究所, 济南 250014)

摘要 车牌定位技术是车牌识别技术中最重要的部分,为了能在不同条件下准确、快速的定位车牌位置,提出了一种根据车牌区域的边框特征以及牌照区域二值化后车牌内部的纹理特征灰度变化频率来定位车牌的算法。实验证明这种算法具有定位准、适应性强的特点,符合实时性的需要。

关键词 车牌定位 纹理特征 行扫描

中图分类号: TP391.41 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2005)11-1419-04

License Plate Location Based on Texture Characteristic of Image

LIU Guang-qi¹⁾, ZHENG Xiao-shi¹⁾, ZHANG Xiao-bo²⁾

¹⁾(Shandong Computer Science Center, Jinan 250014) ²⁾(Institute of Automation Shandong Academy of Sciences, Jinan 250014)

Abstract It is the important part of license plate location in license plate recognition technology. In this paper, orients an algorithm of license plate location on the basis of texture characteristic of license plate binary image combined with line scanning. Studies have shown that the algorithm of license plate location can get better result, and the algorithm has better interference immunity.

Keywords license plate location, texture characteristic, line scanning

1 引言

车牌定位是车牌识别技术中的关键技术,因为车牌定位的准确与否直接影响着车牌识别的准确率。车牌定位就是把图像中的车牌区域从整幅图像中提取出来。在车牌定位算法中,关键是寻找某种图像处理方法,使原始图像经过该算法的处理后能够清楚地显示出车牌区域,同时使图像中的非车牌区域消失或者减弱,以便能准确有效地定位出车牌在图像中的位置。

了局部特征分布、形状等知识,如局部的宏纹理^[1,2](水平方向上的灰度和色度跃变的平均数)等信息。

为了不失一般性,对灰度图像进行研究,由于采集的图像是彩色图像(如图1所示),首先需要对彩色图像进行灰度化处理(如图2所示)。研究发现,由于汽车牌照在二值化后有边缘相对集中和规则的



图1 原图像

Fig.1 Source image

2 车牌定位算法流程

该算法充分利用了车牌本身的特点,并综合

基金项目:山东省中青年科学家奖励基金项目(编号2004BS01005)

收稿日期:2005-08-09;改回日期:2005-09-08

第一作者简介:刘广起(1978~),男,助理研究员。2005年获得西南科技大学控制理论与控制工程硕士学位。研究方向为图像处理、模式识别、数字水印。E-mail:confidant1005@163.com; liuguangqi@keylab.net



图 2 灰度图像

Fig. 2 Gray image

纹理特征,因此考虑对其进行扫描通过寻找相似纹理特征^[3],就能找到车牌候选区域。这种算法的具体流程图如图 3 所示。

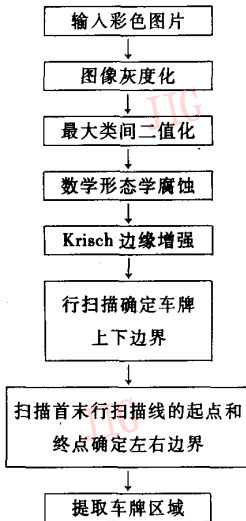


图 3 车牌定位流程图

Fig. 3 Flow chart of license plate location

3 图像二值化和腐蚀运算

车牌图像二值化处理就是将图像转换成二值图像,这里定义灰度级 255 为白,0 为黑,而由于受光照不均,动态范围太窄和车辆牌照被污染等原因影响,致使车辆牌照的质量往往不佳,常存在严重的伪影和字符边缘模糊,因而极大影响了牌照图像的二值化效果。而将用牌照图像的空间分布特征^[4]与最大类间方差的统计的特征有机结合,不仅能消除不均匀光照引起的伪影,而起可减少出现笔画断裂的优点,其二值化效果好。

假定牌照图像中字符像素所占比例为 r_1 ,背景

像素所占比例为 r_2 ,则 $0 \leq r_1, r_2 \leq 1$,且 $r_1 + r_2 = 1$ 。

该灰度图像像素均值为

$$M = r_1 g_1 + r_2 g_2 \tag{1}$$

g_1 为字符像素灰度, g_2 为背景像素灰度;

方差为

$$C^2 = r_1 (g_1 - M)^2 + r_2 (g_2 - M)^2 \tag{2}$$

由以上两式得

$$C^2 = \frac{r_2}{r_1} (g_1 - M)^2 \tag{3}$$

由此导出的字符灰度为

$$g_1 = M \pm \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} C \tag{4}$$

背景灰度为

$$g_2 = M \pm \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} C \tag{5}$$

经过二值化后的车牌图像仍有可能出现小面积的泛白现象(如图 4 所示),由于车牌中字符具有纵向纹理特征,因此本文采用对字符白色区域进行纵向腐蚀的运算,腐蚀可以把小于结构元素的物体去除,这样选取大小不同的结构元素,就可以去掉大小不同的物体,经过多次腐蚀算法后,背景区域中的白色干扰明显消去。经上面数学形态学腐蚀以后的图像如图 5 所示。



图 4 二值图像

Fig. 4 Binary image



图 5 数学形态学处理后的图像

Fig. 5 Image of mathematical morphology

4 Krisch 边缘增强

本文使用 Krisch 边缘检测来进行特征提取, Krisch 非线性边缘增强算法如下:

$$\nabla(i, j) = \max\{1, \max[|5S_K - 3T_K|]\} \quad (6)$$

这里

$$K = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

$$S_K = A_K + A_{K+1} + A_{K+2} \quad (7)$$

$$T_K = A_{K+3} + A_{K+4} + A_{K+5} + A_{K+6} + A_{K+7} \quad (8)$$

式(8)中如果下标超过 7 就用 8 去除取余数, 这里 $\nabla(i, j)$ 是像素 (i, j) 的梯度, 像素 (i, j) 的八邻域示意图如图 6 所示, 其中 A 表示邻域的像素值(0 或 1)。

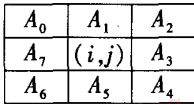


图 6 像素 (i, j) 的八邻域示意图
Fig. 6 Eight neighbors of pixel (i, j)

定义 4 个方向的直接向量如下:

$$\nabla(i, j)_H = \max(|5S_0 - 3T_0|, |5S_4 - 3T_0|) \quad (9)$$

$$\nabla(i, j)_V = \max(|5S_1 - 3T_1|, |5S_5 - 3T_1|) \quad (10)$$

$$\nabla(i, j)_R = \max(|5S_2 - 3T_2|, |5S_6 - 3T_2|) \quad (11)$$

$$\nabla(i, j)_L = \max(|5S_3 - 3T_3|, |5S_7 - 3T_3|) \quad (12)$$

其中 H、V、R 和 L 分别表示水平、垂直、右斜线、左斜线方向。

式(9)~式(12)的计算可以用一个简单的 mask 算子来代替, 经 Krisch 非线性边缘增强算法处理之后的图像如图 7 所示。



图 7 Krisch 边缘增强后的图像
Fig. 7 Image of Krisch edge enhancement

5 车牌的纹理特征及提取

汽车牌照在二值化之后, 车牌区域有边缘相对

集中和规则的纹理特征, 如局部的宏纹理(水平方向上的灰度和色度跃变的次数)等信息, 结合车牌局部特征分布、形状等知识, 就可以进行汽车牌照的提取。车牌区域的主要特征有^[5]:

(1) 车牌区域中的垂直边缘比水平边缘密集, 而车身的其他部位(如保险杠)则水平边缘较明显, 垂直边缘较少。另外, 一般来说我国车牌大都悬挂在车身上较低的位置, 其下方没有明显的边缘密集区域。

(2) 有明显的边框, 在其内部规则地排列着一系列的省名缩写(汉字)、地区代号(英文字母)和 5 位数字编号(普通车牌)。车牌与字符的颜色主要有蓝底白字、黄底黑字、黑底白字和白底黑字(或红字)4 种。随拍摄角度和车牌自身污损程度的不同, 所采集到的车牌边框经常出现倾斜、断裂等现象。

从车牌区域内部的纹理特征来看, 车牌字符间隔有一定的规则性, 适合用结构方法来提取出车牌的纹理特征, 但由于车牌内部字符的间隔性和密集性的特点, 又适合用统计的方法去统计其变化的次数, 所以本文采用两者相结合的纹理特征提取方法, 即首先对二值化后的图像进行 Krisch 边缘增强算法处理, 以增强图像的纹理结构特征, 然后用统计方法统计字符间隔的变化次数。

6 车牌边界的确定

上下边界的确定: 由于车牌二值化后的图像具有黑白两像素跳变的纹理特征, 因此进行水平扫描时, 可根据其连续跳变次数的大小来确定是否是车牌的上下边界, 另外由于车牌区域有 7 个连续的字符, 而且字符与字符之间的距离在一定的范围之内, 为此定义从目标到背景或者从背景到目标为一个跳变。牌照区域相对于其他非车牌区域的跳变多, 而且间距在一定的范围之内其跳变次数一定大于一定次数(通常为 18, 包括 7 个字符和两个边框, 每个字符和边框都有两个以上的跳变), 为了防止字符的断裂、模糊、车牌倾斜等得影响, 本文在这里选取跳变次数 15。

由于该算法是通过扫描二值化后图像边缘中的纹理特征来确定车牌区域位置, 所以本文采用从左到右, 从上而下的方式进行扫描。具体算法如下: 从上而下的顺序扫描, 对车辆图像每一行进行从左到右的扫描。当遇到跳变就记录下当前位置, 如果某

行有连续 15 个跳变以上,并且对每一个跳变而言(最后一个除外),它与后一个跳变的距离在一定范围内,就记录下跳变在该行的起点和终点位置,本文称该起点和终点的连线为行扫描线,如果有连续 10 行以上的行扫描线,其相邻上下行的扫描线位置相邻,就认为是车牌候选区域。如此进行,直到扫描到最后一个行扫描线,并对第 1 个行扫描线和最后一个行扫描线进行标记,将第 1 个行扫描线记为 L_{start} ,最后一个行扫描线记为 L_{end} ,这样就确定了车牌所在的行位置,并记车牌的高度 (H_{plate}) $h, h = L_{end} - L_{start}$ 。 L_{end} 为车牌的终扫描线, L_{start} 为车牌的起扫描线。车牌上下边界确定后的图像如图 8 所示。



图 8 上下边界定位图

Fig. 8 Location of up-down edge

左右边界的确定:在上面进行行扫描的过程中,已经确定了车牌的第 1 个行扫描线和末行扫描线,而且行扫描线的确定本身就是找到该行的起点和终点。第 1 个行扫描线的起点和最后一个行扫描线的起点的连线称为列扫描线,确定了第 1 个和末一个行扫描线的过程也就确定了第 1 个列扫描线和末一个列扫描线的位置,即确定了车牌的左右边界。将左边界记为 L_{left} ,右边界记为 L_{right} ,则车牌的宽度 W 的计算公式为 $W = L_{right} - L_{left}$ 。车牌左右边界确定后的图像如图 9 所示。



图 9 左右边界定位图

Fig. 9 Location of left-right edge

7 结 论

应用本文提出的车牌定位算法,对某停车场采集到的 120 幅图像进行了验证,输入图像大小几乎没有影响只要不是太小或太大,均可得到较好的定位效果,其中有 115 张定位成功。实验证明这种算法对大多数的车牌定位比较准确,对于车牌粘连过多和光照强度过大的情况不能实现较好的定位,定位准确率达到 95% 以上,具有较高的实用价值。

参考文献 (References)

- 1 YING Hong-wei, YAO Ming-hai, Zhang Yong-hua. Vehicle license plate segmentation based on texture analysis and vertical projection [J]. Control Engineering, 2004, 11(5): 432 ~ 435. [应宏微, 姚明海, 张永华. 基于纹理分析和垂直投影的车牌定位算法[J]. 控制工程, 2004, 11(5): 432 ~ 435.]
- 2 MU Chang-jiang, YUAN Wei-qi. Location method of vehicle license plate images based on texture feature [J]. 2004, 11(6): 574 ~ 576. [穆长江, 苑玮琦. 基于纹理特征的车牌定位方法[J]. 控制工程, 2004, 11(6): 574 ~ 576.]
- 3 LIU Wei-ming, ZHAO Xue-pin. A vehicle number-plate locating method based on line scanning [J]. Computer Engineering and Application, 2004, 40(6): 223 ~ 225. [刘伟铭, 赵雪平. 一种基于扫描行的汽车车牌定位算法[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(6): 223 ~ 225.]
- 4 Charl Coetzee. PC based number plate recognition systems [A]. In: Proceedings IEEE International Symposium Industrial Electronics [EB/OL]. <http://espresso.ee.sum.ac.za/people/cc.shtml>, 1999: 605 ~ 610.
- 5 WANG Zhi-bin, CUI Hui-juan. A pre-procsee Method of Vehicle License Plate locating Based on Texture Characteristic [J]. Extraction Application Research of Computers, 2004, 21(1): 255 ~ 256. [汪志兵, 崔慧娟. 一种基于纹理特征抽取的车牌定位预处理方法[J]. 计算机应用研究, 2004, 21(1): 255 ~ 256.]