

文章编号: 1002-0268 (2010) 07-0147-07

复杂背景下的多车牌定位技术研究

朱春满, 房斌, 尚赵伟, 王翊
(重庆大学 计算机学院, 重庆 400044)

摘要: 针对垂直边缘检测的车牌定位方法在多车牌定位中的梯度分割阈值的问题, 提出一种改进的阈值选取方法。即先将图像进行区域划分, 然后采用区间梯度均值和 Otsu 阈值的平均值作为新的阈值来分割区域图像。该方法对车牌污染、车牌远近不一致等情况具有良好的适应性。同时, 针对从车牌候选区域中去除伪车牌的问题, 提出了利用新的主连通域分析的方法和颜色、宽高比等特征来从候选区域中正确提取多个车牌的方法。该方法能够较好地去除复杂背景下的类似于车牌背景的颜色伪车牌, 以及和车牌字符有着相似纹理特征的伪车牌。测试结果表明, 该方法车牌定位率超过 97.3%, 去除伪车牌后的车牌定准率超过 88.5%, 同时在时间上能够较好地满足实时路况中准确定位出车牌的需求。

关键词: 智能运输系统; 多车牌定位; 主连通域分析; 伪车牌; 分割

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

Multiple Vehicle License Plate Location Techniques in Complex Background

ZHU Chunman, FANG Bin, SHANG Zhaowei, WANG Yi

(School of Computer Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: An improved thresholding method to solve the gradient thresholding problem of multi-plate location with the vertical edge detection in license plate location. Input images were divided into two parts, the images were segmented with the new threshold which is the average of Otsu threshold and the interval gradient mean. In order to remove the pseudo-license plates from candidates, an approach that combining the new main connected region analysis with the characteristics of the color and aspect ratio was proposed to correctly extract license plates from the candidate regions. This method can better remove the pseudo-license plates, which are similar in color or texture information with the complex background or the character information of the plates. Experimental result shows that the proposed method is able to achieve recall rate of 97.3% and precision rate of 88.5% after removing the pseudo-license plates, and is timely to meet the needs of accurately locating the license plates in real-time road conditions.

Key words: Intelligent Transport Systems; multiple license plate location; main connected region analysis; pseudo-license plate; segment

0 前言

车牌自动识别技术在智能交通系统中的应用十分重要, 而车牌定位是车牌自动识别的关键和前提。在车牌定位方面, 国内外学者都进行了广泛的研究, 并提出了很多有效的方法。J. Ohyu 等使用相邻像素的

灰度差来分割车牌区域^[1]; Yu M 等提出利用垂直边缘检测的方法来提取车牌区域^[2]; 戴青云等提出利用小波获取图像的水平 and 垂直边缘信息, 再结合形态学操作来提取车牌区域^[3]; 白洪亮等提出利用垂直边缘检测信息和形态学结合的方法来提取车牌区域^[4]; 张引等提出利用彩色边缘检测算子检测图像边缘, 再结合形态学操作来提取车牌区域^[5]; 刘晓芳等提出利用

收稿日期: 2009-08-19

作者简介: 朱春满 (1985-), 男, 重庆人, 硕士研究生, 研究方向为模式识别. (zhuchunman123@163.com)

改进的 HIS 算法二值化图像,再结合神经网络识别的方法来提取车牌区域^[6];黄卫等提出利用车牌的字符纹理信息,再结合小波去噪的方法来提取车牌区域^[7];朱俊梅等提出利用形态学中的高帽变换来提取车牌^[8];张丽静等提出在 HSV 空间对图像提出 5 级颜色灰度空间,再通过形态的方法搜索出车牌^[9]。上面的方法都是针对图像较好的单车牌进行车牌定位,较少地考虑了多车牌的定位以及车牌候选区域的伪车牌问题。车牌定位大致可分为车牌候选区域生成和牌照区域提取两部分。针对垂直边缘检测的车牌定位方法^[10]在多车牌定位中的梯度分割阈值的问题,提出一种改进的阈值选取方法。即先将图像进行区域划分,然后分别对各区域算出其介于 Otsu 阈值和均值阈值的区间梯度均值,最后把区间梯度均值和 Otsu 阈值的平均值作为新的阈值来分割区域图像。同时针对从生成的车牌候选区域中去除伪车牌的问题,提出了综合利用主连通域分析的方法和颜色、宽高比等特征来从候选区域中正确提取多个车牌的方法。

1 车牌候选区域生成

车牌中的字符使用横排布局,且字符间隔较为均匀,从而形成了较为密集的灰度变化区域,这是将车牌和大多数背景进行区分的较为有效的特征。目前大多数算法都是利用这一主要特征来生成车牌候选区域。围绕着这一特征,大致可以将车牌候选区域的生成分为灰度化、二值图的生成、滤波去噪、车牌候选区域搜索 4 个部分。

1.1 灰度化

为了减少对图像处理的复杂度,需要把获得的彩色图像转化为二维的 256 级的灰度图像。RGB 图像颜色转换为灰度值的转换如式(1):

$$Gray = 0.299R + 0.584G + 0.114B. \quad (1)$$

1.2 二值图的生成

考虑在对车牌图像的边缘检测算法很多,如改进 Sobel 边缘检测算法^[11]、彩色边缘检测算法等。垂直边缘检测的方法较为清晰地突出了字符,便于后期去除伪车牌的处理。先对灰度图像进行卷积,模板为 $[1, 1, 1, \dots, 1, 1]$,如式(2):

$$gray1(i, j) = \frac{\sum_{k=-5}^{+6} grayor(i, j+k)}{12}, \quad (2)$$

然后再将卷积后与原图像作差分运算,如式(3):

$$gray2(i, j) = |grayor(i, j) - gray1(i, j)|. \quad (3)$$

经过上面的处理后,需要确定一个阈值对梯度图

进行二值分割。因为车牌在整个图像中只占很小部分,选取的阈值应达到在突出车牌的情况下尽量减少背景区域的目的。传统的阈值方法一般是 Otsu 算法^[12]、均值法等。经统计发现,直接使用 Otsu 阈值,在对车牌污染和车牌模糊的图像处理时容易误将车牌边缘部分当作背景,从而导致生成的车牌候选区域不完整,而且对远近不一致的车牌在同一幅图像中使用同一阈值也容易产生相同的情况。直接使用均值法来选取阈值又不能很好地达到弱化背景的作用,从而产生大量的伪车牌。

针对车牌远近不一致的问题,本文提出将车牌图像进行上下区域划分。同时针对 Otsu 法和均值法的问题,提出先计算介于 Otsu 阈值和梯度均值之间的区间梯度均值,然后取区间梯度均值和梯度均值的平均值作为新的阈值。其中区间梯度均值是指梯度值在某一区间的所有像素点的平均值。

首先,对车牌图像进行上下区域划分。经统计发现如果对梯度图像使用 Otsu 方法进行二值化,然后对二值图作水平投影,车牌区域一般位于投影的波峰区域处,而对于波谷区域是相对安全的划分区域。为了不将车牌切断,先对梯度图像的中间 1/3 区域作上述处理,然后寻找这个区域的最小波谷,即投影的最小值,作为区域划分点。

然后,找出上下区域的分割阈值。在对车牌图像的梯度图分别做均值法和 Otsu 法统计后发现,均值阈值略小于理想值,而 Otsu 得到的阈值略大于理想值。为了近似地找到理想值,先利用 Otsu 法和均值法算出各自的阈值,分别用 $Totsu$ 和 $Tmean$ 表示。 $Totsu$ 按上述文献中的方法计算得到。 $Tmean$ 按式(4)计算得到(只统计梯度值大于 2 的像素点):

$$w(i, j) \begin{cases} 1 & \text{当 } gray(i, j) > 2 \text{ 时,} \\ 0 & \text{否则,} \end{cases}$$

$$Tmean = \frac{\sum_{i=1}^{height} \sum_{j=1}^{width} w(i, j) \times gray(i, j)}{\sum_{i=1}^{height} \sum_{j=1}^{width} w(i, j)}. \quad (4)$$

接着计算介于 $Totsu$ 和 $Tmean$ 间的区间梯度均值 $Tmean2$,如式(5):

$$w(i, j) \begin{cases} 1 & \text{当 } Tmean \leq gray(i, j) \leq Totsu \text{ 时,} \\ 0 & \text{否则,} \end{cases}$$

$$Tmean2 = \frac{\sum_{i=1}^{height} \sum_{j=1}^{width} w(i, j) \times gray(i, j)}{\sum_{i=1}^{height} \sum_{j=1}^{width} w(i, j)}. \quad (5)$$

最后,近似的理想阈值 $Tidea$ 按如下式(6)得到:

$$Tidea = (Tmean2 + Totsu) / 2. \quad (6)$$

分别用 Otsu 法、均值法和本文的方法对高速路上采集的 500 幅连续的图片进行测试, 其中包含少部分无车的路面背景图片, 且通过人为统计, 实有车牌 589 个, 试验结果如表 1 所示。

表 1 3 种阈值方法的比较

Tab 1 Comparison of three threshold methods

车牌类型	Otsu 法	均值法	本文方法
车牌/个	528	581	579
伪车牌/个	669	1283	988

1.3 车牌滤波去噪

为了在车牌候选区域搜索时产生较少的伪车牌, 需要去除较长的汽车边框噪声和一些较小的颗粒噪声。在去除较长汽车边框时, 使用高度滤波, 即当连通域的高度大于高度阈值时, 认为该连通域为背景; 对较小的颗粒进行处理时使用面积滤波, 即当连通域中的大于 0 的像素个数小于像素阈值时, 认为该连通域为背景。对于滤波的阈值的选取, 要根据不同路况采集的图像来确定。经过上述处理后, 还需要对图像进行一次形态学膨胀操作, 以加强车牌区域。对图 1 和图 2 经上述处理的前后对比如图 3、图 4, 可见上述方法能在保证车牌边缘完整性的同时, 突出车牌区域, 弱化背景区域。



图 1 原始图像的灰度图

图 2 原始图像的灰度图

Fig 1 Original gray image

Fig 2 Original gray image



图 3 去噪后的增强图像

图 4 去噪后的增强图像

Fig 3 Denoised image

Fig 4 Denoised image

1.4 车牌候选区域搜索

车牌区域含有多个字符, 字符本身以及字符之间都有丰富的且较为均匀的跳变信息, 而大多数背景区域则不具有这样的特征, 所以通过使用对二值图进行跳变的方法来搜索车牌候选区域。

对算法将要用到的几个阈值和变量进行描述如下: 第 1 个是像素连续为 1 的像素数目的最大值, 用 D_{nzero} 来表示; 第 2 个是像素连续为 0 的像素数目最大值, 用 D_{zero} 来表示; 第 3 个是在同一行中, 当像素值从 1 到 0 或者从 0 到 1 发生跳变时, 当前跳变点是否可能为车牌候选区域中的点, 用 $scarflag$ 表示; 第 4 个是表示同一行 $scarflag$ 连续为 1 的数目, 即跳变数, 用 $Snum$ 来表示; 第 5 个是跳变形成的连通域最小高度和最小宽度, 分别用 $Theight$ 和 $Twide$ 来表示。

容易发现, 车牌区域是 $Snum$ 大于一定数量, 且在相邻扫描行的相同范围内较为稳定的区域。一般在 $Snum$ 大于 4 时, 则认为是车牌疑似区域。候选区域搜索算法如下:

(1) 从左向右逐行扫描二值图像, 分别对每一行生成跳变序列。当跳变点从 1 到 0 时, 如果与当前跳变点相邻的连续为 1 和为 0 的像素个数分别小于 D_{nzero} 和 D_{zero} , 或者前者小于 D_{nzero} , 后者大于 D_{zero} , 且前一个跳变点的 $scarflag$ 为 1 时, 则当前 $scarflag$ 为 1, 否则为 0; 当跳变点从 0 到 1 时, 如果与当前跳变点相邻的连续为 0 和为 1 的像素个数分别小于 D_{zero} 和 D_{nzero} , 或者前者大于 D_{zero} , 后者小于 D_{nzero} , 且前一个跳变点的 $scarflag$ 不为 1 时, 则当前 $scarflag$ 为 1, 否则为 0。

(2) 搜索每一行的跳变序列, 找出 $scarflag$ 连续为 1, 且 $Snum > 4$ 的开始和结束点, 并将和二值图相同大小的新图中的相同间距内的像素点标记为 1。

(3) 对新图进行连通域标记, 当连通域的高度小于 $Theight$ 或者宽度小于 $Twide$ 时, 则认为该连通域是背景区域。剩下的连通区域则是生成的车牌候选区域。

(4) 为了减少车牌区域两边的杂质对车牌区域的准确宽度的影响, 即车牌中出现的扫尾现象, 需要对生成的车牌候选区域分别按行做垂直投影, 以连通域高度的 $1/3$ 作为阈值, 对车牌候选区域左右小于阈值的部分进行去除来收边。

对图 3 和图 4 按照上述算法处理的跳变图像分别如图 5 和图 6 所示, 生成的车牌候选区域对应的灰度图像分别如图 7 和图 8 所示, 从而完整地定位出了图片中的所有车牌, 但也引入了部分伪车牌。

2 牌照区域提取

由表 1 可知, 生成的车牌候选区域含有大量的伪车牌。由于背景复杂、曝光不充分、天气以及车牌本

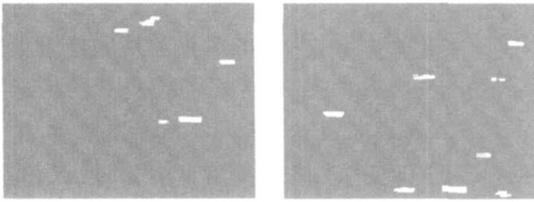


图 5 跳变后的图像 图 6 跳变后的图像

Fig 5 Jumped image Fig 6 Jumped image

身的污染掉色等原因,使车牌和伪车牌难以用单一方法将其区分。在单车牌中,已知只有一张车牌,相对于多车牌中未知车牌个数较为简单一些,而且单车牌定位应用多是收费站,拍摄的图像相对较为清晰。目前在去除伪车牌方面,大多数利用宽高比、颜色等特征来进行区分。但分析后发现仅利用以上特征,并不能很好地将车牌和伪车牌区域区分。为解决这一问题,本文除了利用宽高比、颜色等特征外,还提出利用主要连通域分析的方法来去除伪车牌。

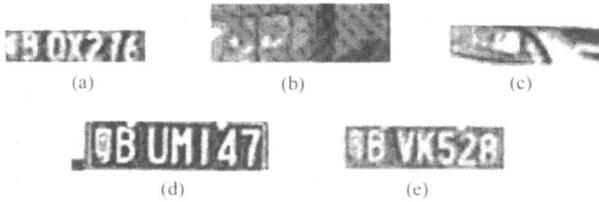


图 7 车牌候选区域的灰度图

Fig 7 Gray images of candidates

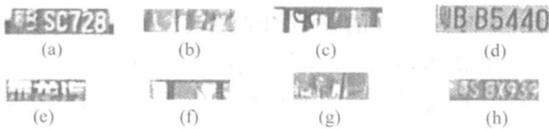


图 8 车牌候选区域的灰度图

Fig 8 Gray images of candidates

虽然目前国内使用的 1992 式车牌,分为蓝牌、黄牌、白牌和黑牌,但黑牌几乎在实时路况中很少见,主流是蓝牌和黄牌,白色的军车车牌数量远远小于前两种车牌的数量,因此暂未考虑黑牌。根据颜色将车牌候选区域分类为蓝牌、蓝色伪车牌、黄牌、黄色伪车牌、白牌、白色伪车牌。黄色伪车牌和白色伪车牌相对较少,考虑时间因素,只对其作简单处理。蓝色伪车牌是杂质中最多的,也是较难处理的一类。整个处理过程大致分为颜色检测并去伪、蓝色车牌去伪、黄色和白色车牌去伪。处理流程大致如图 9。

2.1 颜色检测并去伪

在颜色检测中,为了便于处理,需要将 RGB 视觉空间转换到基于人眼的 HIS 视觉空间。然后将 HIS

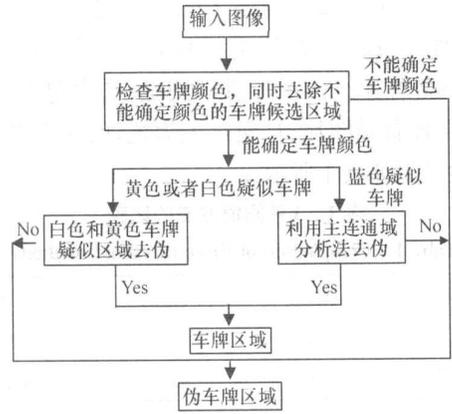


图 9 处理流程图

Fig 9 Processing flow chart

分别量化到 0~256 灰度级别上。传统的颜色检测方法是对样本的色度和饱和度空间进行统计来确定各种车牌颜色的 HIS 区间。但在实时路况中,由于天气和车牌掉色等因素,车牌的颜色不能用固定的颜色区间来确定。如果用固定区间来进行颜色检测,容易造成车牌颜色的误判。为此本文提出通过动态提取色度空间主要区域来进行颜色确定和去伪的方法。首先仍然需要对样本进行统计,确定出 3 种车牌颜色的最大可能分布区域。各种车牌颜色的在 HIS 空间上的最大可能分布如下表 2 所示:

表 2 车牌颜色的 HIS 空间分布

Tab 2 HIS spatial distribution of colors of license plates

车牌颜色	H 空间区域	S 空间区域	I 空间区域
蓝牌	[138, 180]		
黄牌	[1, 50]		
白牌	128, 213		[254, 256]

在对样本进行分析中,发现蓝色的 H 空间区域的波峰容易出现断裂,而且不容易确定主要区域的分界点。为解决这一问题,需对 H 空间的灰度直方图 Hhist1 按式 (7) 处理:

$$Hhist2(i) = \begin{cases} Hhist(i) - level, & i \notin [138, 180], \\ \frac{\sum_{k=-2}^1 Hhist(i+k)}{4}, & i \in [138, 180]. \end{cases} \quad (7)$$

式中,level 为经验阈值, Hhist2 为处理后的直方图。

对图 8(a) 作上述处理,前后对比如图 10、图 11 所示。

其次,找出处理后的灰度直方图中的像素个数最多的连续分布区域 $M(\maxleft, \maxright)$ 。算出 M 和表 2 中 3 个区域的最大交集区域 $M_2(left, right)$ 。色度空间在 M_2 区域所对应的饱和度空间一般都不能形成明

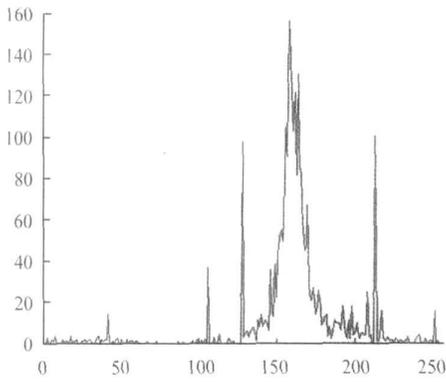


图 10 处理前的直方图

Fig 10 Original histogram

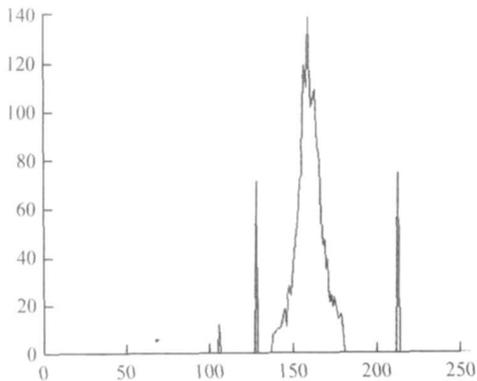


图 11 处理后的直方图

Fig 11 Histogram after processing

显的波峰, 根据经验取色度空间在 M_2 区域中且所对应的饱和度的右边 75% 的区域能有效的得出车牌的背景区域。如果背景区域中大于 0 的像素个数除以候选区域面积大于 $Tarearate$ (经验值) 时, 则认为其与车牌色度空间所对应的颜色为当前车牌颜色, 否则认为该车牌疑似区域是伪车牌。

分别对图 8(a)、图 8(d)、图 8(f) 对应的彩色图像作上面处理, 结果如图 12 所示。因图 12(c) 的像素比率小于 $Tarearate$, 故是伪车牌。

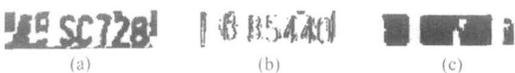


图 12 车牌候选区域的背景颜色区域

Fig 12 Background color regions of candidates

2.2 蓝色车牌去伪

经过颜色去掉一部分伪车牌后, 杂质最多的是蓝色伪车牌, 而且蓝色伪车牌和蓝色车牌较难区分。为此本文提出主连通域分析的方法, 即对车牌候选区域所对应的竖直边缘检测的二值图的主要连通域进行分析来去除伪车牌。将主连通域分析的处理过程分为一般处理和特殊处理两种情况。

先对二值图进行高度小于高度域值和面积小于像素阈值的连通域进行滤波后, 会剩下二值图的主要连通域。如果连通域个数小于 5 个, 则进行特殊处理, 否则进行一般处理。

如果需对图像进行一般处理, 则取滤波后的二值图的中间 5/7 部分。一般情况下, 这一区域里剩下的连通域是字符区域。因此, 当连通域数目小于 4 时, 认为该区域为伪车牌, 否则继续下面处理。

对算法用到的以下几个名词进行描述如下: X 、 Y 中心, 分别是指连通域的水平 and 垂直中心在源图中的水平和垂直位置; 平均宽度, 是指所有连通域的宽度的平均值; 平均高度, 是指所有连通域的高度的平均值; 相交, 是指当相邻两个连通域的 X 中心差值大于 0.3 倍两连通域宽度和的一半且小于 0.9 倍两连通域宽度和的一半时, 或者两连通域 X 中心差值大于 1.9 倍两连通域的宽度和的一半时, 用 $X_{strange}$ 记录; 重叠, 指相邻两个连通域的宽度均小于 1.2 倍平均宽度, 且其 Y 中心的差值小于 1.1 倍两连通域的高度和的一半, 其 X 中心差值小于 0.3 倍两连通域宽度和的一半; 垂直相对位置异常, 指相邻两个连通域的 X 中心差值大于 0.9 倍两连通域宽度和的一半, 且其 Y 中心差值大于 0.4 倍两连通域的高度和的一半时, 或者两连通域 Y 中心差值大于 1.1 倍两连通域的高度和的一半时, 用 $Y_{strange}$ 记录; 高度异常, 指相邻两连通域高度差大于 0.5 倍平均高度时, 用 $H_{strange}$ 记录; 宽度异常, 是指相邻两连通域宽度差大于 0.5 倍平均宽度时, 用 $W_{strange}$ 记录。算法如下:

(1) 分别统计各连通域 X 、 Y 中心, 以及高度和宽度, 并按 X 中心从小到大排序。

(2) 遍历所有连通域, 记录所有相邻连通域的宽度异常和高度异常, 如果当前相邻两连通域重叠, 且上一个相邻的两连通域已经记录过一次高度异常, 则高度异常应自减一次。当宽度异常或者高度异常大于 2 次时, 或者宽度异常与高度异常之和大于 2 时, 则认为该区域是伪车牌, 退出。

(3) 遍历所有连通域, 如果相邻两连通域相交, 则对 $X_{strange}$ 累记一次; 如果相邻两连通域垂直相对高度异常, 则对 $Y_{strange}$ 累记一次; 如果相邻两连通域重叠, 且前一相邻连通域垂直相对高度异常, 则对 $Y_{strange}$ 自减一次, 同时跳过下一连通域。当 $X_{strange}$ 或者 $Y_{strange}$ 大于等于 2 次时, 或者 $X_{strange}$ 与 $Y_{strange}$ 之和大于等于 2 次时, 或者 $H_{strange}$, $W_{strange}$, $X_{strange}$ 与 $Y_{strange}$ 四者之和大于 2 次, 则

认为该车牌疑似区域是伪车牌, 否则是车牌。

表 3 示例了经一般处理的去伪过程和结果:

在对图像作特殊处理时, 一般情况下这部分图像是车灯和一些和车牌极为相似的车身上的字母区域。

(1) 对经过上面去噪后的竖直边缘检测的二值图的连通域进行遍历, 如果连通域总数小于 5 个, 相邻两连通域宽度差小于经验阈值, 且连通域间的相邻间距差小于经验阈值, 则认为是该区域是伪车牌, 退

表 3 主连通域分析的一般处理过程

Tab 3 General processing procedure of main connected region analysis

源图号	竖直边缘检测的二值图	去噪后的二值图	结果
图 7(a)			$W_{strange} = 0, H_{strange} = 0, X_{strange} = 0, Y_{strange} = 0$; 真车牌。
图 7(c)			连通域个数小于 4, 伪车牌
图 8(b)			$W_{strange} = 0, H_{strange} = 0, X_{strange} = 2, Y_{strange} = 1$; 伪车牌
图 8(g)			连通域个数小于 4, 伪车牌

出, 否则转 (2)。

(2) 用 Otsu 方法对图像原图进行二值化。对二值图的上下各去除 1/4 高度的区域作向下投影。按从左向右的顺序统计连续的零空隙宽度或者连续的投影值大于 0.9 倍当前高度的异常间距大于 W_{level} (当平均宽度大于 2/3 倍平均高度, W_{level} 等于 2/3 倍平均高度, 否则 W_{level} 为平均宽度)。

(3) 遍历所有零空隙宽度和异常宽度, 如果相邻的两宽度之间的中间间隙小于最小车牌可能宽度时, 则认为该区域是伪车牌, 否则为车牌区域。

对图 8 (e) 进行上述特殊处理, 二值图如图 13, 处理后如图 14。分析可知其相邻连通域宽度差和相邻空隙差均在经验阈值范围内, 且连通域个数小于 5, 故为伪车牌。



图 13 源二值图 图 14 特定区域二值图
Fig 13 Original binary image Fig 14 Binary image of special region

对图 7 (b) 进行特殊处理, 二值图如图 15, 处理后如图 16 所示, 标示斜线表示异常间距。分析可



图 15 源二值图 图 16 特定区域二值图
Fig 15 Original binary image Fig 16 Binary image of special region

知在去除零间距和异常间距后, 剩余空间小于最小的车牌宽度, 故为伪车牌。

2.3 白色和黄色疑似车牌去伪

在实际路况中, 黄色和白色杂质相对较少, 为了减少计算量, 本文仅对其做简单处理。首先将疑似车牌利用 Otsu 方法二值化, 算出其最左连通域的起始位置和最右连通域的终止位置之差。如果小于 2 倍当前疑似车牌高度时, 则认为该车牌疑似区域是伪车牌。对图 1、图 2 生成的车牌候选区域进行上述处理后, 有效地去除了绝大多数伪车牌, 仅残留一张伪车牌 (如图 8 (c)), 因为其与车牌非常接近。

3 结论

对上述高速路上采集的 500 幅连续图片按照本文所述方法进行处理。其结果如表 4、表 5 所示, 表 4 中是车牌去伪的统计结果, 表 5 中是车牌定位的统计结果。表 4 中的去伪率是指实际去除的伪车牌除以实有伪车牌的比率。从表 4 中可以清楚地看到, 本文所提出的去伪方法能较好地车牌和伪车牌区分开, 但在实际路况中有时伪车牌和车牌区域极为相似, 仍然残留有极少部分伪车牌。

表 4 去除伪车牌的检测结果

Tab 4 Detection result of removing pseudo-license plates

实有伪车牌/个	颜色去伪/个	蓝牌去伪/个	黄牌和白牌去伪/个	残留伪车牌/个	去伪率/%
988	370	529	15	74	92.5

表 5 中的车牌定位率 (recall) 是指准确定位车牌数除以实有车牌数; 车牌定准率 (precision) 是指准确定位车牌数除以准确定位车牌数与残留伪车牌数之和。从表 5 中可以看出本文的方法, 在保证较高的车牌定位率同时, 使残留伪车牌较少。而在其他算法中虽然取得了较高的车牌定位率, 但较少地考虑了伪车牌因素。然而上述方法仍然有极少数车牌未检测出和误将车牌判断为伪车牌的情况, 主要是由于车牌离摄像头太远、车牌污染和天气因素等因素使获得图像模糊, 导致难以定位车牌并将车牌和伪车牌进行区分。这也是其他车牌算法所面临的共同难题。在 matlab 中, 本文方法平均处理时间是 0.8 s/幅。

表 5 车牌定位的检测结果

Tab 5 Detection result of license plate locating

实有车牌/个	准确定位车牌/个	未检测出车牌/个	将车牌误判为伪车牌/个	车牌定位率 (recall) / %	车牌定准率 (precision) / %
589	573	10	6	97.3	88.5

4 结语

本文提出了一种改进的阈值选取的方法, 该方法解决了竖直边缘检测的车牌定位方法中的梯度图像分割的问题。同时针对多车牌中比较突出的伪车牌问题, 提出了一种新的主连通域的分析方法, 再结合颜色和宽高比等特征来去除伪车牌。试验结果表明, 该方法去除了大部分的伪车牌, 从而大大减少了后期车牌切分的时间和空间复杂度, 较好地解决了多车牌定位中的伪车牌问题。但还有少部分和字符特征比较接近的伪车牌难以去除, 仍需要在字符切分和识别的过程中来去除。同时在对大量高速路上采集图像进行测试时, 均取得较好的效果。

参考文献:

References:

- [1] OHYA J, SHIO A, AKAMATRU S. Recognising Characters in Scene Images [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1994, 16 (2): 214-220.
- [2] YU M, KIM Y D. An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical Edge Matching [C]// Proceedings of 2000 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. Nashville, TN: IEEE, 2000, 4: 2975-2980.
- [3] 戴青云, 余英林. 一种基于小波和形态学的车牌图像分割方法 [J]. 中国图像图形学报, 2000, 5 (5): 411-415.
- DAI Qingyun, YU Yinglin. A Kind of Segmentation Method of Vehicle-license-plate Images Based on Wavelet and Mathematical Morphology [J]. Journal of Image and Graphics, 2000, 5 (5): 411-415.
- [4] 白洪亮, 娄正良, 邹明福, 等. 复杂背景下基于形态学的车牌识别系统 [J]. 公路交通科技, 2004, 21 (10): 117-120.
- BAI Hongliang, LOU Zhengliang, ZOU Mingfuet al. Morphology-based License-plate Recognition System from Complex Scenes [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2004, 21 (10): 117-120.
- [5] 张引, 潘云鹤. 彩色汽车图像牌照定位新方法 [J]. 中国图像图形学报, 2001, 6 (4): 374-377.
- ZHANG Yin, PAN Yunhe. A New Approach for Vehicle License Plate Locating from Color Image [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6 (4): 374-377.
- [6] 刘晓芳, 程丹松, 刘家锋, 等. 采用改进 HSI 模型的车牌区域检测和定位方法 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 2008, 40 (1): 85-89.
- LU Xiaofang, CHENG Dansong, LU Jiafeng, et al. An Approach to Detection and Location for License Plate Based on Modified HIS Color Model [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2008, 40 (1): 85-89.
- [7] 黄卫, 路小波, 余彦翔, 等. 基于纹理及小波分析的车牌定位方法 [J]. 中国工程科学, 2004, 6 (3): 19-24.
- HUANG Wei, LU Xiaobo, YU Yanxiang, et al. A Method for License Plate Localization Based on Texture and Wavelet Analysis [J]. Engineering Science, 2004, 6 (3): 19-24.
- [8] 朱俊梅, 陈少平. IPR 系统车牌定位提取方法的研究 [J]. 计算机工程与应用, 2008, 44 (14): 198-201.
- ZHU Junmei, CHEN Shaoping. Vehicle License Plate Location and Segmentation in IPR System [J]. Computer Engineering and Applications, 2008, 44 (14): 198-201.
- [9] 张丽静, 孙杰. 基于 HSV 颜色空间的车牌定位方法 [J]. 微计算机信息, 2008, 24 (31): 247-248.
- ZHANG Lijing, SUN Jie. A Method of Vehicle License Plate Location Based on HSV Space [J]. Control & Automation, 2008, 24 (31): 247-248.
- [10] 吴炜. 基于计算机视觉的车牌识别系统 [D]. 成都: 四川大学, 2003.
- WU Wei. A Vehicle License Plate Recognition System Based on Computer Vision [D]. Chengdu: Sichuan University, 2003.
- [11] 王涛, 全书海. 基于改进 Sobel 算子的车牌定位方法 [J]. 微计算机信息, 2008, 24 (5): 312-314.
- WANG Tao, QUAN Shuhai. Research on Calculation Method to do with Locating License Plate Based on Improved Sobel Arithmetic Operators [J]. Control & Automation, 2008, 24 (5): 312-314.
- [12] OTSU N. A Threshold Selection Method from Gray-level Histograms [J]. IEEE Trans Systems, Man and Cybernetics, 1979, 9 (1): 62-66.