

# 用于卡口系统的车牌遮挡检测方法

杨英仓<sup>1,2\*</sup>, 杨晨<sup>2,3</sup>

(1. 贵州警察学院 刑事技术系, 贵州 贵阳 550005; 2. 贵州省道路交通事故鉴定工程技术研究中心, 贵州 贵阳 550005;  
3. 贵州大学 大数据与信息工程学院, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:** 驾驶员通过遮挡车牌的方式使得卡口系统无法自动识别其车牌, 以达到掩盖车辆身份的目的. 针对此问题, 本文提出一种车牌遮挡违法检测方法, 可对遮挡车牌的行为进行报警, 也可用于公安视侦中的嫌疑车辆排查. 本方法基于车牌识别技术, 对于能够定位到且能正常分割字符的遮挡车牌, 使用特定特征对字符进行识别, 然后对识别到的多个字符的置信度进行曲线分析, 将明显处于波谷的置信度对应字符判断为遮挡字符, 判断该车牌轻微遮挡; 对于不能够定位到或不能正常分割字符遮挡车牌, 则结合车辆检测技术, 将其判断该车牌严重遮挡. 实验结果表明: 本方法能检测到大多数遮挡或者无车牌的车辆.

**关键词:** 车牌遮挡; 字符识别; 字符置信度; 车辆检测; 无牌车

**中图分类号:** TP391      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-9102(2018)02-0060-06

## A Block Plate Detection Method Used for Bayonet System

Yang Yingcang<sup>1,2</sup>, Yang Chen<sup>2,3</sup>

(1. Faculty of Forensic and Technology, Guizhou Police College, Guiyang 550005, China;  
2. Guizhou Province Engineering Research Center for Traffic Accidents Responsibility Verification, Guiyang 550005, China;  
3. College of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** Some drivers hide license plate back so that the shielding plate card systems could not automatically recognize them, to reach the purpose of covering vehicles identities. A new testing method for blocking license plates was provided, this action could be reported to police, also was used in troubleshooting suspect vehicles due to security situation. Based on license plate recognition technology, this method used specific features on character for recognition for those blocking license plate which could be positioned and normal segmentation character, then curve analysis for multiple character of confidence degrees was made, the trough of wave was judged as the blocked character. For those that couldn't positioned or segmented character normally, moreover, the testing technology for vehicles was combined with, it could be counted as license plate mostly blocked. Experimental results indicated that the method can detect most of the blocked or no license plates.

**Keywords:** license plate blocking; character recognition; confidence degree of character; vehicle detection; none license vehicles

基于视频分析的道路卡口系统是智能交通系统的重要组成部分. 卡口系统主要应用于城市道路或高速公路治安卡口及重点治安地段, 结合高清摄像机, 依靠视频图像处理技术, 实时地对经过卡口的车辆进行全天候检测、抓拍与记录.

目前对车辆的监控执法主要是通过车牌识别系统识别违法车辆的车牌, 将其作为证据对违法车辆进

行责任追究,但某些驾驶者会采用遮挡车牌、污损车牌或套牌的手段来逃避触发。

车牌遮挡是指车牌字符被光盘、纸张等物品部分或完全遮挡,如图1所示。本文将不悬挂车牌的车辆也视作车牌被完全遮挡。目前关于车牌遮挡的研究,都是关于如何设计适应性较强的车牌识别算法,将其用于遮挡车牌的定位和其他非遮挡字符的正常识别,无法对遮挡的行为进行报警。



图1 车牌部分或者完全遮挡

文献[1]提出了一种基于多层边缘约束与区域合并的部分遮挡车牌定位方法,解决有遮挡情况下车牌的定位问题。文献[2]提出了一种字符部分笔画遮挡、污损时的识别方法,对比了PCA图像重建特征提取与粗糙神经网络相结合,LS-SVM和基于全变分模型的图像复原技术这3种方法。这些方法都只能识别较少笔画缺失的字符。文献[3-6]提出了一种不基于车牌识别的车辆特征提取方法,用于记录遮挡车牌或无牌车辆的信息。文献[7-10]各自介绍了一种车牌部分遮挡时,车牌字符的分割方法,目的都是为了对其他非遮挡字符进行正常识别。以上方法都不能直接用于在判断如图1所示左侧2幅车牌的遮挡判断。

## 1 方法概述

本文提出了一种基于用于卡口系统的车牌遮挡违章检测方法,其基础是车牌识别和车辆检测。一般而言车牌识别包括车牌定位、字符分割、字符识别3个核心模块,现实生活中车牌遮挡程度存在差异,遮挡不太严重的车牌可以成功进行车牌定位和字符分割,而某些遮挡严重的车牌定位失败或字符分割失败。

对于可以成功进行车牌定位和字符分割的遮挡车牌,我们设计了一种基于多特征和SVM训练结合的字符识别方法,使用该方法得到的字符识别置信度可以有效区分遮挡字符和正常字符。由于汉字字符识别置信度相对字母数字偏低,本方法为了减少误检,去掉了首字符的遮挡判断,但由于单独遮挡首位汉字字符意义不大,实际情况极少出现,因此这样的处理方式不会影响整体性能。

对于不能成功进行车牌定位或字符分割的遮挡车牌,我们通过车辆检测,得到所有车辆区域的位置,再根据车牌识别结果观察该区域内是否存在可以成功识别的车牌,若没有,则说明该车辆的车牌严重遮挡。

将以上2个手段结合使用,即可检测到绝大部分车牌遮挡违章情况。

## 2 基于车牌字符识别的遮挡检测

字符识别首先在线下提取字符样本特征,使用SVM进行训练得到分类器。在车牌识别过程中,使用分类器对分割出来的字符进行识别,得到SVM识别值,将该识别值作为字符识别结果置信度。通过对一个车牌中多个字符的识别结果置信度进行比较,即可确认是否存在轻微遮挡,并可得到遮挡字符位。此类检测结果中,被遮挡的字符数一般不多于4个。

### 2.1 提取字符特征

在提取字符特征前,需要将分割得到的字符进行二值化、反色和尺寸归一化(归一化高度为48像素,宽度为24像素)。本文采用网格特征、轮廓特征和跳变特征描述字符图像。各特征提取算法步骤如下:

1) 提取网格特征,将 $24 \times 48$ 的二值图划分为72个 $4 \times 4$ 的block,求得每个block里前景点的数量,将前景点数作为该格子的特征值。这样可以得到72维特征。

2) 提取轮廓特征。从左开始依次查找每行第1个前景点的位置,将其在该行中的序号作为特征值,得到左轮廓特征,共48维。同理可得48维右轮廓,24维上轮廓和24维下轮廓特征。轮廓特征共计144维。

3) 提取跳变特征。跳变特征统计图像在水平,垂直, $45^\circ$ , $-45^\circ$ 这4个方向上每一条线上的跳变情况。跳

变特征共计 61 维.

如图 2 所示为跳变特征示意图,水平方向特征序列:2,2,4,4,5,2;垂直方向特征序列:0,1,5,2,3,2;45°方向特征序列:0,0,0,1,3,2,3,1,1,1,0; -45°方向特征序列:0,1,1,3,2,0,1,2,1,1,0.

4)将上述 3 种特征串联起来共 181 维用于描述各个字符.

## 2.2 训练字符分类器

由于字符“1”与其他字符同时训练会带来很大干扰,因此字符“1”样本不用于训练,识别时采用特殊特征先行将其识别出来.

根据车牌上不同位置的字符类型不同的特点,使用 libSVM 工具训练 3 个模型,分别是:

1)用车牌首字符汉字(省市区简称)+军车车牌首字母(B/S/J/N/L/C/G)样本训练的模型.该模型用于车牌首字符的识别.

2)用所有字母(除 O 和 I)、数字样本和“警”“学”等尾汉字符样本训练的模型.该模型用于车牌非首字符的识别.

3)用所有汉字、字母和数字样本训练的模型.该模型用于不能确定位置的字符的识别.

## 2.3 车牌字符识别

使用 2.2 训练得到的分类器用于车牌字符识别,步骤如图 3 所示.

### 2.3.1 车牌定位

对于输入的视频帧或图像,使用梯度能量和边缘投影法查找兴趣区域 ROI,然后在 ROI 内对边缘点进行膨胀得到二值图,采用连通域分析方法结合车牌先验知识获得车牌区域.

### 2.3.2 倾斜校正

提取车牌区域的 canny 边缘图,分别使用  $45^\circ \sim 145^\circ$ ,  $-45^\circ \sim 45^\circ$  范围内的 Radon 投影来计算车牌的水平  $\alpha$  和垂直倾斜角度  $\beta$ .

对于每个角度  $x$  的 Radon 投影值  $\text{Hist}R(x)$ ,其长度为  $L$ ,导数序列为

$$D(i, x) = \text{abs}(\text{Hist}R(i+1, x) - \text{Hist}R(i, x)). \quad (1)$$

计算平均导数绝对值:

$$A(x) = \left( \sum_{i=1}^{L-1} D(i, x) \right) / (L - 1). \quad (2)$$

导数绝对值方差:

$$V(x) = \text{var}(D(i, x)). \quad (3)$$

令  $\text{rule}(x) = D(x) / \max(D(x)) + V(x) / \max(V(x))$ ,  $\text{rule}(x)$  值最小时,对应的  $x$  即为倾斜角度.

根据倾斜角度对车牌区域图像进行仿射变换,即可得到校正后的车牌图像.先由  $\alpha$  和  $\beta$  计算 4 个顶点坐标  $(x, y)$  变换后的位置  $(x', y')$ , 求解方程  $AH = b$  可得仿射变换矩阵  $H$ ,用于计算校正后各个点的在原图像上的对应位置以获取像素值.其中

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_1x'_1 & -y_1x'_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_2x'_2 & -y_2x'_2 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_3x'_3 & -y_3x'_3 \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_4x'_4 & -y_4x'_4 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -x_1y'_1 & -y_1y'_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -x_2y'_2 & -y_2y'_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 & -x_3y'_3 & -y_3y'_3 \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & -x_4y'_4 & -y_4y'_4 \end{bmatrix}; \quad b = \begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ x'_3 \\ x'_4 \\ y'_1 \\ y'_2 \\ y'_3 \\ y'_4 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

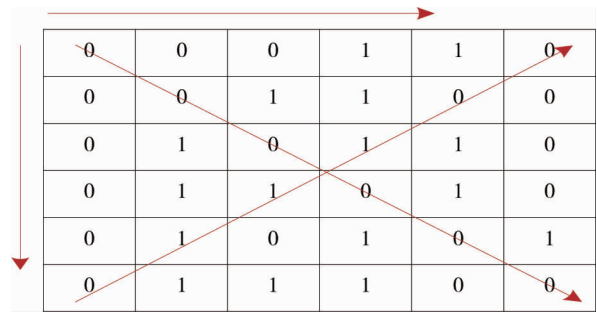


图 2 跳变特征

### 2.3.3 字符分割

对校正后的车牌图像进行二值化和去噪处理,并去除车牌字符四周的车框、铆钉等干扰.在此基础上采用二值图投影法和模板法结合,进行字符分割,得到单个字符图像.

### 2.3.4 字符识别

1) 将字符分割得到的字符图像进行预处理和归一化.

2) 根据高宽比及占空比等特征识别字符是否为“1”.若判断为“1”则不再使用分类器进行识别,将平滑处理过的字符“1”二值图像的占空比作为其识别结果置信度.

3) 根据车牌分隔出的字符个数、车牌二值图是否经过反色处理和当前字符的序号选择各个字符的分类器模型.

4) 跟字符样本学习中一样,提取字符二值图像的网格特征、轮廓特征和跳变特征.

5) 依次将各个字符特征送入各自的分类器模型,得到字符识别结果和 SVM 识别值,将 SVM 识别值作为字符识别结果的置信度.

6) 整理并输出车牌识别结果.

使用本文的车牌字符识别方法,每个字符的识别结果都对应着取值从 0~1 的置信度值,这是下一节算法的基础.

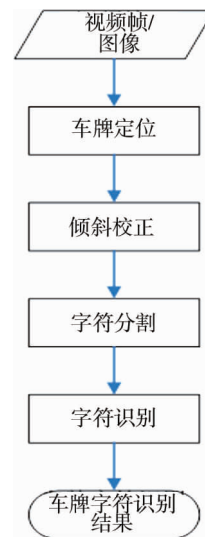


图 3 车牌字符识别

## 2.4 车牌遮挡检测

这里主要思路是遮挡字符的识别置信度  $\alpha$  较低、而正常字符的识别置信度较高.根据字符识别结果置信度,首先标记出置信度显著偏低的字符作为可疑字符,再结合其他字符的置信度,确认可疑字符是否为遮挡字符.具体步骤如下:

1) 设置低阈值  $T_L$ , 中阈值  $T_M$ , 高阈值  $T_H$ , 取值范围  $\in [0,1]$ .由于不同场景、不同类型车牌的成像质量差异,不能设定统一的置信度阈值.本文通过比较 97 个不同程度遮挡车牌和 500 个正常车牌的字符识别置信度,归纳得到以下 3 个层次阈值如表 1 所示.

表 1 不同层次的阈值

层次	一	二	三
$T_L$	0.60	0.70	0.800
$T_M$	0.85	0.87	0.900
$T_H$	0.90	0.95	0.999

依次选用 3 个层次的阈值,按顺序进行遮挡判断.若其中 1 个层次判断车牌存在遮挡,则不进入后续层次的判断.若 3 个层次都没有被判断为遮挡,则认为该车牌没有被遮挡.

2) 将置信度低于  $T_L$  的字符,标记为可疑字符  $sc_i$ , 其他字符标记为非可疑字符  $tc_j$ ,  $i, j$  代表在车牌字符中的序号.

3) 当  $number(sc) > 4$ , 或  $\max(i) - \min(i) > 3$  时,判断为非遮挡车牌.

4) 将可疑字符两侧的其他非可疑字符同时标记为受害字符  $vc_k$ ,  $k$  代表在车牌字符中的序号.

5) 依次分析所有标记为  $tc$  的字符,若每个都满足以下条件之一,则认为该车牌存在遮挡:

a)  $\alpha(j) > T_H$ ;

b) 同时具有  $vc$  标记,且  $\alpha(j) < T_M$ .

6) 若被判断为车牌遮挡,则可疑字符即为被遮挡字符.可直接用给定字符替换被遮挡字符的识别结果,也可以只输出遮挡字符位标记.

## 3 基于车辆检测的遮挡检测

分别对卡口抓拍图像或视频帧进行车牌识别和车辆检测,若检测到的车辆区域没有成功识别到车牌,则判断该车辆的车牌存在严重遮挡.当然没有悬挂牌照的车辆也会存在这样的情况,在本文中车辆无牌被视作车牌遮挡的一种特殊形式.此类检测结果中,被遮挡的字符数一般多于 3 个.为了避免车牌过小、过大识别不到,需要限定车辆检测的最小和最大尺寸.

### 3.1 训练车辆检测分类器

该模块使用正负样本(其中正样本是车辆图像)提取特征后进行训练得到分类模型,根据分类模型的结构来设计分类器.本文采用人脸检测中较为常用的 Haar-like 特征,使用级联 Gentleboost 方法进行训练,得到级联分类器模型.

### 3.2 车辆检测

车辆检测是在多个尺度上使用密集窗口扫描得到候选区域,然后进行融合得到最终识别结果.当在视频模式下进行车辆检测时,还可以采用运动检测方法提高速度.

窗口扫描是在多个尺度的帧图像上,使用  $32 \times 32$  窗口滑动,使用分类器判断该窗口是否含有车辆的过程.具体算法步骤如下:

1) 根据卡口实际情况设定待检测车辆的最大尺寸  $\text{MaxS} \times \text{MaxS}$ , 最小尺寸的像素固定设置为  $300 \times 300$ . 在  $\text{MaxS} \sim 300$  之间, 设置等比数列  $\text{Scale}(i), i \in [1, \log(\text{MaxS}/300)/\log(1.2)]$  为待检测车辆尺寸的多个尺度, 等比系数为 1.2.

2) 对于每个尺度, 计算  $f = 32/\text{Scale}(i)$ , 将帧图像缩小到原来的  $f$  倍.

3) 在缩小后的帧图像上使用  $32 \times 32$  窗口滑动, 使用分类器判断该窗口是否是车辆区域.

4) 依次完成各个尺度的窗口滑动扫描, 输出所有被判断为含有车辆的窗口对应到原图上的位置信息.

5) 融合处理.

设多尺度检测中保存的窗口数为  $N$ , 设置长度为  $N$  的类别标识序列  $C$  与各窗口对应, 初始化  $C_k = k, k \in [0, N-1]$ , 即初始化为  $N$  类; 设每个目标至少需要被 2 个窗口检测到. 对任意 2 个窗口  $\text{Win}_p, \text{Win}_q$ , 设宽度分别为  $w_p$  和  $w_q$ , 若横坐标或纵坐标距离都不大于  $0.15 \times \max(w_p, w_q)$ , 且宽度相差不大于  $0.2 \times \max(w_p, w_q)$ , 则认为属于同一目标, 将  $C$  中所有等于  $C_p$  或  $C_q$  的值都替换为  $\min(C_p, C_q)$ .

对于类别  $k \in [0, N-1]$ , 查找类别标识为  $k$  的窗口, 若窗口数少于 2, 则认为这些是噪声. 若窗口数不少于 2, 则对这些窗口进行融合. 新窗口的中心为该类别所有窗口的几何平均值, 新窗口的宽度和高度也为平均值, 最终得到的融合窗口即为车辆检测结果.

### 3.3 车牌遮挡检测

若车辆检测结果得到的区域高度为  $H$ , 则将该区域向下延伸  $H$ , 得到一个高度为  $2H$  的区域, 若新区域内没有成功识别到车牌, 则判断该车辆车牌严重遮挡(或无牌).

图片模式下车牌存在漏检、车辆存在误检, 这 2 类情况都会造成车牌遮挡误检. 为了尽量减少此类误检, 可以在视频多帧中分别对车牌和车辆识别结果进行多帧关联, 这样能有效的提高车牌的检测率和降低车辆误检率.

## 4 实验及结果分析

训练字符分类器采用了 50 324 个车牌字符样本, 其中车牌汉字 19 911 个, 不同字符数量分布较为均匀; 字母数字合计 30 413 个, 各字符数量分布符合实际出现概率. 车牌字符根据车牌识别系统的字符分割自动提取.

训练车辆检测分类器采用了卡口监控视频中截取到的 4 013 个车辆正样本, 包含中、小车型的车头和车尾, 不包含公交车、货车等大型车辆. 正样本的归一化尺寸为宽  $32 \times$  高  $32$ . 需要进行灰度化处理. 负样本是 3 309 幅各类没有车辆的各个场景背景大图.

我们自行拍摄一批遮挡车牌素材. 这些素材是参照卡口摄像角度进行拍摄的, 车牌成像宽度范围为  $70 \sim 100$  像素. 共有 20 个车辆 40 个车牌, 使用光盘和各色纸张遮挡的前后车牌部分字符, 遮挡字符数  $1 \sim 7$  个, 遮挡字符数、遮挡位置和遮挡物使用较为随机, 没有单独对车牌首字符遮挡. 每个车牌从视频中提取 5 个不同位置或距离的图像, 因此可得到含有 40 个遮挡目标的模拟卡口视频素材和 200 个遮挡图像素材.

视频素材中的车牌识别启用了多帧间车牌关联和车辆关联算法. 识别情况如表 2 所示.

为了测试车牌遮挡的误检情况, 我们选用了一段 200 万像素的浦东卡口视频素材进行测试, 启用了多帧间车牌关联和车辆关联. 正常卡口视频素材检测情况为正常车牌数: 156; 检测为轻微遮挡: 2; 检测为严

重遮挡:1.车牌遮挡检测率:1.9%。可以看出:本方法可以检测到大部分车牌遮挡情况,误检率1.9%也在较低水平。误检主要是某些车牌个别字符因掉漆或成像不清晰原因导致笔画缺失。

表2 车牌检测情况

序号	遮挡车牌数	检测为轻微遮挡	检测为严重遮挡	车牌遮挡检测率/%
01	40	29	5	85
02	200	147	31	89

## 5 结论

1)提出了一种用于卡口系统的车牌遮挡检测方法,该方法包含基于字符识别的遮挡检测和基于车辆检测的遮挡检测2个主要模块。实验结果显示,该方法能够有效检测常见的车牌遮挡类型,已达到实用水平,为进一步深入研究奠定了基础。

2)本方法可用于车牌遮挡或无牌车的报警,也可用于公安视频帧中的嫌疑车辆排查。由于实际情况下遮挡违章出现的概率较低,因此按当前误检情况下,仍然会有较高的虚警率,因此本方法更适合事后分析。

3)车牌成像质量不佳,造成非遮挡字符的置信度偏低,会降低检测效果,所以本研究方法更适用于卡口系统。

4)本文中的车牌字符识别方法,可用于背景(建筑、栏杆、绿化带等)复杂、交通繁忙的场景;由于不基于颜色特征,不受光线变化和偏色影响,白天晚上都可以使用;能支持最大倾斜为45°的车牌,即使摄像头安放不标准也能正常识别,可为相关部门提供理论指导和技术支撑。

### 参考文献:

- [1] 李秀娟,杨鹤标,魏颖.基于多层边缘约束与区域合并的部分遮挡车牌定位方法[J].软件导刊,2015,14(7):196-199.
- [2] 王传丽.车牌识别关键技术研究[D].淄博:山东理工大学,2012.
- [3] 陈伊.基于图像多特征的车辆对象识别方法研究[D].昆明:昆明理工大学,2014.
- [4] 时念锋.基于卡口图像的涉牌违法车辆智能检测[D].南京:南京师范大学,2013.
- [5] 姬峰宽.车牌识别系统的研究与实现[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2012.
- [6] Zitnick C L, Dollár P. Edge Boxes: Locating object proposals from edges[C]//European Conference on Computer Vision, Springer, Cham, 2014:391-405.
- [7] Zhang H Z, Chen H, Bao L X. An improved Fuzzy C Means clustering algorithm and its application in traffic condition recognition[C]//Seventh International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, IEEE, 2010:1608-1612.
- [8] Zhou J, Chen F, Chen W, et al. Study and implementation of vehicle plate characteristics segment[J].Computer Engineering, 2006, 32(5):238-240.
- [9] 梁芳芳.基于改进抠图算法的模糊车牌识别新方法[D].宜昌:三峡大学,2010.
- [10] 李梦露.模糊与倾斜车牌图像的字符分割技术研究[D].重庆:重庆邮电大学,2013.