

# 图像五值化与基于三值图像的车牌识别\*

张忠义<sup>1+</sup>

<sup>1</sup>(海口愚佬会教育科技有限公司, 海南 海口 570203)

## Image 5-Value-Segmentation and License Plate Recognition based on 3-value image\*

ZHANG Zhong-Yi<sup>1+</sup>

<sup>1</sup>(Haikou Yulaohui Education Technology Co., Ltd, Haikou 570203, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-898-36393679, Fax: +86-898-36393679, E-mail: yulaohui@qq.com

Received; Accepted

**Abstract:** Image 5-value-segmentation is a image simplification method used to map RGB space into YB space, by the formulation  $Y=(R+G)/2$  and then convert color in YB space to five values: black, blue, gray, yellow and white. For Chinese license plate recognition, five values can further be compressed to three values by combining black and blue, white and yellow together separately. The method proposed has two application scenarios: character recognition based on 3-value image and license plate location by inversing segmentation information based on 3-value image. In the first scenario, The reserved gray in 3-value image can be classified into either the plate background color or the foreground character color for the character recognition according to the license plate background color recognized. It can make up for the information loss in the process of image binarization by determining threshold, which is always influenced by the uneven illumination or dirty spots. Doing this helps to improve the accuracy of character recognition. In the second scenario, candidate location of license plate can be found in the premise of traversing the image efficiently if character segmentation can be performed based on projections of the 3-value image. This method can detect character spacing firstly to meet the needs of users' and eliminate false license plate, make sure the accuracy of license plate location which doesn't depend on license plate character; it can also reduce the true negative by ignoring the inference brought by plate features.

**Key words:** 5-value segmentation; license plate recognition

**摘要:** 图像五值化是通过公式  $Y = (R + G) / 2$ , 将 RGB 空间映射到 YB 空间, 再将 YB 空间简化成黑、蓝、灰、黄、白五种植的图像简化方法。针对中国车牌, 通过黑、蓝合并, 白、黄合并, 图像可进一步简化成三值。基于三值图像的车牌识别包括基于三值图像的字符识别和基于三值图像按分割反推的车牌定位。三值图像保留的中间灰色可根据识别的车牌底色视同字符识别所需的车牌底色或字符色, 从而能弥补受光照不均匀或车牌“脏”影响按阈值选取进行图像二值化可能导致的图像信息缺失, 有利于提高字符识别的正确率。基于三值图像按分割反推的车牌定位是指在确保图像遍历高效的前提下, 通过基于三值图像的投影如果可以进行字符分割则得到一个候选车牌定位。其好处是可以先按照第三方关于车牌的规定检测字符间距, 排除伪车牌, 做到车牌定位不误, 还可以使车牌定位不再依赖车牌特征, 可以不再理会图像中对车牌特征所谓的干扰, 做到车牌定位不漏。

**关键词:** 图像五值化; 车牌识别

中图分类号: TP391.4 文献标识码: A

## 1 问题

目前普遍的观点认为车牌识别分为车牌定位、字符分割和字符识别三步。车牌定位是车牌识别中最为关键的一步，它决定着字符分割和字符识别的效果，是影响整个车牌识别率的主要因素。

### 1.1 车牌定位的主要问题

车牌定位一般是根据车牌特征，如纹理、角点、边缘、颜色等。根据单一车牌特征进行车牌定位的主要问题是图像背景复杂或图像受光照不均匀影响容易发生定位遗漏。根据多车牌特征融合进行车牌定位与减少定位遗漏并无必然联系，且会增加定位时间。

另一方面，根据车牌特征定位只能是一个大致的范围，候选区域左右边界不能完全确定。这是因为，边界是背景与前景或前景与背景的过渡，当图像受到较大干扰或前景与背景较“接近”时，边界就容易变“模糊”。此种情况下，在边界进行二值化和投影就容易出错。车牌中汉字和数字、英文字符结构不同。有些汉字是可以分割的，比如“琼”就可以被分割成“王”和“京”。当候选区域左右边界的不确定性与车牌中首字符可分割同时出现时，就有可能造成车牌首字符分割错误，比如把“琼”分割成“京”，导致车牌首字符不能正确识别，即“琼”有可能最终被识别成“京”。

### 1.2 字符分割的主要问题

车牌定位选定候选区域后，一般的做法是：

一、对候选区域进行二值化；

二、通过纵向投影和横向投影将二值化的候选区域分割成若干个单个的字符区域；

三、对单个字符区域逐个进行字符识别；

四、若字符识别符合预设的可信度要求，则候选区域为确定车牌，推出车牌识别结果，否则，轮换下一个候选区域继续进行上述步骤。

这里的问题是，一般而言，图像二值化的困难在于阈值选取。阈值属于图像处理领域内的经典难题，事实上，没有一个方法可以得到一个通用的阈值，也没有一个方法可以评估得到的阈值对于要处理的图像是否适当。另一方面，所谓“二值化”就是根据选定阈值将候选区域分类为“黑”或“白”。随着车牌识别应用场合越来越广泛，应用环境越来越复杂，获得的受光照不均匀或车牌“脏”影响的图像也越来越多。候选区域受光照不均匀或车牌“脏”影响的像素点往往表现为“灰”，其灰度值与选定阈值相差不大，有可能不被正确分类到“黑”或“白”中，从而影响投影计算，导致字符分割或无法分割或分割错误。也就是说，投影与分割建立在候选区域二值化基础上，不能正确处理“灰”像素，这一处理方法自身是有缺陷的。

还有，根据投影进行字符分割，其分割是不严格的。图像中“广告用电话号码”等伪车牌有可能被当成车牌号识别。事实上，中国车牌必须满足公安部有关车牌的国家标准，字符之间的间距应符合相关规定。由于车牌定位得到的候选区域其左右边界的不确定性，即候选区域的宽度不一定是车牌宽度，所以，既不能根据候选区域的宽度按照公安部规定计算字符间距的方式来分割候选区域，反过来，既然无法得到一个确定的车牌宽度也就不能根据车牌宽度对投影得到的分割结果进行验证。没有分割字符的间距验证，车牌识别只是字符串识别，图像中“广告用电话号码”等伪车牌也就自然不能被杜绝。

### 1.3 字符识别的主要问题

图像二值化的根本问题是不能反映图像的中间状态，即中间“灰”。中间“灰”是客观存在的。车牌图像在感光成像时，除了车牌底色和字符色外，一定存在位于字符边缘的由车牌底色向字符色过渡的中间色。由于阈值选取原因，中间色可能被过多保留，表现为字符笔划变粗，中间色也可能被过多丢弃，表现为笔划变细。受光照不均匀或车牌“脏”影响的“灰”像素也有可能由于阈值选取原因被过多保留，呈现为干扰。笔划变粗、笔划变细或图像被干扰，对字符识别都是不利的。

图像二值化完全可以理解为将图像的所有像素点分类为车牌底色和字符色。这种简单的分类方法是明显不适合中间“灰”或图像的“灰”像素。字符 Q，字符 D，字符 B 等角上像素往往呈现为中间“灰”。中间“灰”

或图像的“灰”像素应作为中间状态保留，这样才不会造成图像信息损害，不会影响字符识别。

字符识别的关键不在于选用神经网络方法，还是模板匹配方法，关键是应控制二值化对图像的伤害。如果二值化对图像的伤害太大，不管用什么方法都不可能得到良好的字符识别效果。

## 2 解决上述问题的方法

车牌识别技术产生于 20 世纪 90 年代，尽管经过 20 年的发展，车牌识别仍然只能针对成像条件较好的图像进行，对受光照不均匀或车牌“脏”影响的图像，其识别率仍低。尤其是近年来图像高清化趋势越来越明显，图像中车牌受到的干扰越来越多，原有针对车牌定位、字符分割和字符识别的算法越来越不适应这一变化。原有算法概括一句话就是一个比一个好。随着图像越来越复杂，新的算法总能找到图像的差异所在，总能在原有基础上做到一些改进。问题是算法在不断改进，而车牌识别率却没有得到大的提高。

这是因为，算法的基础是颜色、灰度、二值化。图像越来越复杂，是说中间“灰”或图像“灰”像素越来越多。就此要找到一个恰当的阈值，使这些中间“灰”或图像“灰”像素都分类正确是不容易的。相反可能会更多地被分类错。一旦中间“灰”或图像“灰”像素被分类错就呈现为干扰。原有算法没有关注这些最基本的问题，而是想方设法去解决这些基本问题的表现形式：干扰。结果是算法的鲁棒性越来越差。

因此，对上述问题的解决需要从最基本的颜色、灰度、二值化着手，重新建立直接基于彩色图像的算法体系，使算法能在图像无损的基础上，针对性更强，确定性更高。

### 2.1 直接基于彩色图像

原有算法主要是在图像灰度化和二值化基础上，通过车牌特征和投影进行车牌定位和字符分割。尽管在直接基于彩色模式的车牌识别方法上进行了很多努力，但是，迄今为止基于彩色模式进行车牌识别的各种方法都没有针对彩色模式的计算复杂性找到有效的解决办法。所谓彩色模式，不论是通过红色、绿色、蓝色三原色表示，还是通过其他方式表示，都是三维空间。因此，如果不能降维，其计算复杂性就不能降低。客观上，车牌识别往往需要在一个较短的时间内完成。因此，由于耗时基于彩色模式的车牌识别都只是停留在理论上，或者说，一直没有可以进入工程意义上的实用的成果出现。

图像五值化是通过公式  $Y = (R+G) / 2$ ，将 RGB 空间映射到 YB 空间，再将 YB 空间简化成黑、蓝、灰、黄、白五种值的图像简化方法。图像五值化首先将图像由 RGB 三维降成 YB 二维，进而将 YB 二维简化成五个离散值，极大地降低了直接基于彩色图像进行车牌识别的计算复杂性。经五值化简化后，尽管图像的色彩值只有五种，但其色彩属性被最大限度地保留下来，黑、蓝、灰、黄、白仍能完整表达中国车牌识别所需的色彩信息。就中国车牌识别而言，图像五值化简化对原图像是无损的。

针对中国车牌，蓝牌的白字可以视为是黄色，黄牌的黑字也可以视为蓝色，通过黑、蓝合并，白、黄合并，图像可进一步简化成三值。蓝底黄字可以表示蓝牌和黑牌，黄底蓝字可以表示黄牌和白牌。因此，就中国车牌识别而言，将图像简化成三值不仅具有合理性，同样对图像的色彩属性也是无损的。

无论是五值图像，还是三值图像，都完整保留了图像的中间“灰”，回避了图像二值化对中间“灰”可能出现的分类错误。只要在算法中增加一点“技巧”，保留的中间“灰”就可根据识别的车牌底色动态地视同字符识别所需的车牌底色或字符色，从而能弥补受光照不均匀或车牌“脏”影响按阈值选取进行图像二值化可能导致的图像信息缺失，有利于提高字符识别的正确率。

### 2.2 将投影与分割建立在三值图像基础上

对于投影与分割，克服二值化缺陷的关键同样是要考虑呈现为干扰的受光照不均匀或车牌“脏”影响的像素点“灰”化。解决办法仍然是要保留中间“灰”或图像“灰”像素，将投影与分割建立在图像三值化基础上。图像二值化后，原有中间“灰”或图像“灰”像素，如果被错误分类，就可能或表现为“损害”，或表现为“干扰”。“损害”是图像信息缺失，不利于字符分割，也不利于字符识别。“干扰”是图像中不必要的信息过多，同样不利于字符分割，也不利于字符识别。将中间“灰”或图像“灰”像素保留为中间状态，区别于“黑”或“白”，就可以为程序判断提供依据，使程序可以根据已通过判断得到的车牌底色，对于中间状态

或保留，或丢弃。

### 2.3 通过分割反推进行车牌定位

对于解决车牌遗漏和车牌定位候选区域左右边界的不确定性，就是要先进行字符分割，再按分割反推进行车牌定位。所谓分割反推是指在确保图像遍历高效的前提下，通过图像遍历如果可以进行字符分割则得到一个候选车牌定位。

按分割反推进行车牌定位的好处是：不仅可以先按照公安部的规定检测字符间距，排除伪车牌，做到车牌定位不误；还可以使车牌定位不再依赖车牌特征，可以不再理会图像中对车牌特征所谓的干扰，做到车牌定位不漏。

### 2.4 算法复杂性控制

直接基于彩色图像并通过图像遍历按分割反推进行车牌定位，在图像已经被简化成三值后，关键是必须有效控制图像遍历的计算复杂性。否则，算法会因为处理器负荷过重而不具有实用性。

与二值图像不同，三值图像具有中间“灰”。显然，定位只需要针对蓝色和黄色，三值图像中的中间“灰”是不需要定位的。因此，可以跳开大量的中间“灰”，使基于三值图像的算法复杂性能得到有效控制。具体的控制方法是：

- (1) 在图像行上可通过定位候选点标记，跳开非定位候选点，实现图像的横向加速；
- (2) 在图像列上可通过大小跨机制，改变图像行的执行顺序，快速到达车牌所在的图像行，实现图像的纵向加速；
- (3) 结合回溯与隔行查找，放弃部分图像行的定位。

因此，综合图像横向、纵向两个方向的二维加速，图像遍历的高效是可以保证的。

## 3 目的

基于三值图像的车牌识别从字符分割开始，按分割反推进行车牌定位。传统的车牌识别是从车牌定位开始。基于字符分割并按分割反推进行车牌定位有别于传统车牌定位，目的是为了减少影响车牌识别结果正确的因素，将确保车牌识别结果正确的前提单一到图像三值化质量上，克服传统车牌识别在车牌定位、字符分割、字符识别各环节上的识别率瓶颈。

基于三值图像的车牌识别过程是：

图像三值化→字符分割→分割反推→字符识别

传统的车牌识别过程是：

图像灰度化→特征定位→二值化→形态学处理→字符分割→字符识别

基于三值图像的车牌识别仅仅依赖图像三值化质量，相对于传统车牌识别的图像二值化，其质量更能得到保证。传统的车牌识别依赖图像灰度化、车牌特征提取、图像二值化阈值选取、形态学处理，每个环节都可能是影响最终车牌识别效果的识别率瓶颈。

字符分割在基于三值图像的车牌识别过程中是先计算字符间距，然后对定位候选点进行字符分割符合性检测，字符分割可验证；字符分割在传统车牌识别过程中是在图像二值化基础上投影得到，是不严格且不可验证的，容易出现字符分割错误。图像二值化实质上是把三值图像的中间状态强行分类到背景或前景中，导致背景膨胀或前景膨胀。膨胀会影响分割，因此，传统二值化后有可能需要进行形态学处理。实际上，这是两难的。如果不进行形态学处理，由于背景或前景有可能是膨胀的，因此分割的正确性无法保证。而进行形态学处理，其处理结果未必恰当。

车牌定位在基于三值图像的车牌识别过程中是基于字符分割并按分割反推，采用图像遍历方式，车牌定

位既不会遗漏，也不会错误。而车牌定位在传统车牌识别过程中是根据各种各样的车牌特征，甚至是融合的车牌特征，在车牌特征受到较大干扰的情况下，车牌定位既可能遗漏，也可能错误。

在基于三值图像的车牌识别过程中可以将中间“灰”或图像的“灰”像素根据识别的车牌底色动态地视同字符识别所需的车牌底色或字符色。而在传统车牌识别过程中字符识别只能根据二值图像进行，字符识别结果的正确性受图像二值化阈值问题制约。

即在传统车牌识别过程中，各环节算法所依赖的前提是不完全确定的，必须架构在对错误一定程度容忍的基础上，否则，该环节就成为识别率瓶颈。不确定性和错误容忍会最终累积到车牌识别结果，因此造成车牌识别结果在理论上一定会处于一定的误差范围。

## 4 图像五值化

### 4.1 图像五值化简化方法

图像五值化简化方法是通过公式：黄色 = (红色 + 绿色) / 2，依此将红色、绿色、蓝色三原色构成的色彩空间映射到由黄色、蓝色两种颜色构成的色彩空间，映射后的色彩值有黑色、蓝色、灰色、黄色和白色五种。

具体的简化过程：

- (1) 建立公式：黄色 = (红色 + 绿色) / 2；
- (2) 建立公式：灰度 = (黄色 + 蓝色) / 2；
- (3) 将黄色和蓝色都大于 187 的视同白色；
- (4) 将黄色和蓝色都小于 153 的视同黑色；
- (5) 去除白色和黑色剩下的中间色中，若黄色 < 0.9 × 蓝色，则继续进行蓝色细分，若蓝色 < 0.9 × 黄色，则继续进行黄色细分，否则，则继续进行灰色细分；
- (6) 蓝色细分：若黄色 < 0.8 × 蓝色，视同蓝色，否则，若灰度 < 187，视同蓝色，反之视同灰色；
- (7) 黄色细分：若蓝色 < 0.8 × 黄色，视同黄色，否则，若灰度 > 153，视同黄色，反之视同灰色；
- (8) 灰色细分：若灰度 < 153，视同黑色，若灰度 > 187，视同白色，否则，视同灰色。

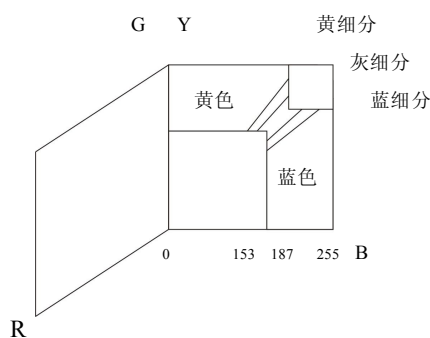


图 1 空间映射

### 4.2 图像五值化简化的本质

中国车牌主要涉及蓝牌和黄牌，即蓝色和黄色。蓝牌的白字可以视为是黄色，黄牌的黑字也可以视为蓝色。即中国车牌的识别只与蓝色和黄色有关。RGB 空间，一、自身就具备蓝色分量，二、红色分量和绿色分量的调和就是黄色。这是基本的事实。因此，通过公式：黄色 = (红色 + 绿色) / 2，就可以简单地将 RGB 空间从三维简化成中国车牌识别所需仅由蓝色和黄色组成的二维颜色空间。图像五值化简化方法中的参数，其本质是多维的阈值。与基于灰度的单一阈值相比，图像五值化简化方法的多维阈值，对图像的分类针对性更

强, 结果更精细, 对原图像的色彩属性损害更小。蓝色和黄色的组合有黑、蓝、灰、黄、白五种。因此, 图像五值化的本质是对 RGB 空间在保持车牌识别所需颜色色彩属性不变前提下的空间简化, 简化后的空间仍然是彩色空间, 仍保持了原图像车牌识别所需的色彩属性。但是, 空间简化后图像的取值却只有五种, 基于其进行车牌识别的计算复杂性明显减小。

### 4.3 参数调整

首先, 可将图像根据灰度按表 1 进行分类。

图像分类的目的是为了使图像五值化简化方法中的参数更具针对性。图像五值化简化方法中给出的参数只适合图像分类中光照“正常”的图像, 对于其他图像分类需要相应调整参数。

暗	灰	亮	图像分类
0-15 / 0-51	52-153 / 0-153	154-255 / 0-255	
90-100%	0-30%	0-30%	绝对黑
60-90%	0-30%	0-30%	非常、非常黑
30-60%	0-30%	0-30%	黑
0-30%	0-30%	0-30%	偏黑
	30-60%	0-30%	灰
	60-90%	0-30%	非常灰
	90-100%	0-30%	非常、非常灰
	0-30%	30-60%	弱逆光
	30-60%	30-60%	正常偏暗
	60-90%	30-60%	正常
	90-100%	30-60%	正常偏亮
	0-30%	60-90%	强逆光
	30-60%	60-90%	大范围亮
	60-90%	60-90%	偏亮
	90-100%	60-90%	亮
	0-30%	90-100%	非常亮
	30-60%	90-100%	非常、非常亮
	60-90%	90-100%	极亮
	90-100%	90-100%	绝对亮

表 1 图像分类

尽管细致的图像分类对二值化阈值选取也是有利的, 也能减小分类对图像信息的损害。但是, 细致的图像分类不能在二值化图像中保留中间“灰”, 因此, 不能从根本上解决传统车牌识别因二值化缺陷引发的相关问题。

### 4.4 图像五值化校正

对于非常“亮”或非常“暗”的图像, 需要结合灰度以及图像原有的红色分量、绿色分量、蓝色分量进行图像五值化校正。

### 4.5 图像五值化的局限性

图像五值化简化方法是根据图像色彩属性进行分类的方法, 因此, 图像五值化简化方法对图像的色彩属

性有较大依赖。由于成像原因，图像偏灰，其色彩属性不明显，图像五值化简化方法就不适用。比如灰度化图像就是极端的色彩属性不明显的图像。

尽管图像偏灰，色彩属性不明显会造成图像五值化方法不适用，但是，这不是说图像五值化方法就不具实用性。相反，这为车牌识别技术发展指明了方向。提高车牌识别率，一方面需要提出新的方法，另一方面，也需要改善图像的成像质量。伴随图像高清化发展趋势，成像技术的提高，确保图像颜色正确，改善图像成像质量是完全做得到，也是十分必要的。

## 5 图像三值化

### 5.1 图像三值化方法

中国车牌识别主要针对蓝牌和黄牌进行，因此，可将黑、蓝合并，白、黄合并，从而进一步实现图像三值化。图像三值化的关键是保留图像五值化得到的中间“灰”。

从蓝、灰、黄的角度讲，图像二值化就是将原图像分类为蓝、黄。这样原图像中的“灰”像素就有可能被错误分类到蓝或黄中。图像三值化就是将不属于蓝和黄的像素点暂时作为中间“灰”保留。这更能准确地反映原图像的色彩属性，回避中间“灰”被错误分类的情况。

图像三值化的好处是中间“灰”可以在字符识别时动态视同车牌底色或字符色。

### 5.2 与图像二值化对比

这是一幅光照不均匀的车牌图像。

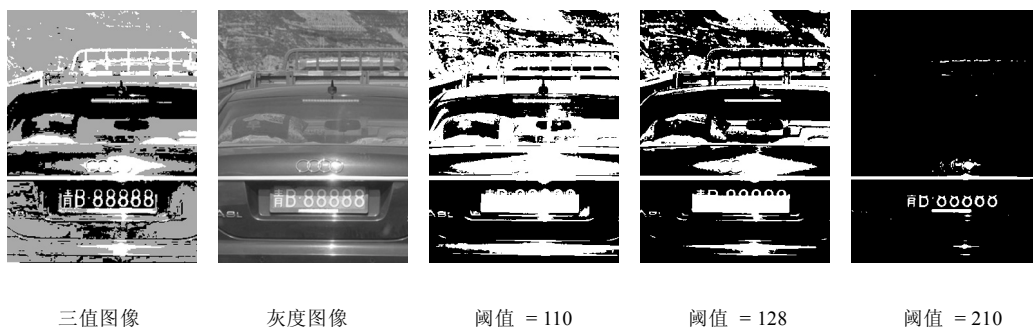


图2 与图像二值化对比

从图像对比可以看出，受光照不均匀影响，有可能很难找到一个恰当的阈值去分割灰度图像。相反，直接根据原彩色图像，进行图像五值化，然后再转换成三值图像，由于保留了中间“灰”，车牌字符清晰，车牌底色与字符色分割完整。

### 5.3 图像中的红色

三值图像有利于图像细节表现  
红色在图像五值化时需要调整



原图像灰度化后再二值化  
红色字符比三值图像清晰  
车牌底色分明

图3 保留红色

如需保留图像中红色交通信号、红色交通标识、红色字符，则图像五值化后再向三值转化时，可以再结合原图像的红色分量与其他分量的关系，对图像五值化结果进行适当调整。由于已通过  $Y = (R+G) / 2$ ，将RG映射成Y，因此，在表现红色时必须兼顾Y、B，否则会影响Y、B的取值。

调整出的红色，可以仍然将其赋值为三值中的蓝，或按三值的扩展值，作为新的中间状态保留。

虽然经调整得到的红色没有原图像经灰度化后再二值化清晰，但是，三值图像的红色已从图像中分离出来，并独立表示的，可以进一步对红色进行处理，比如检测红色交通信号或红色交通标识。

## 6 基于三值图像的字符识别

基于三值图像的字符识别方法，也称区划的多特征模板匹配方法。

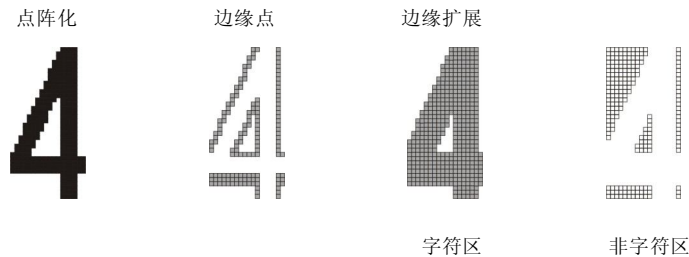


图4 区划

### 6.1 区划（字符区、非字符区）

- (1) 字符点：标准字符点阵化得到的图像点。
- (2) 边缘点：字符点向字符轮廓外扩展 1-2 个像素得到的图像点。
- (3) 边缘扩展：由字符点和边缘点构成。
- (4) 字符区：由边缘扩展点构成。
- (5) 非字符区：由非边缘扩展点构成。

### 6.2 特征

- (1) 在标准字符的字符区选择若干点（可以是字符点也可以是边缘点），作为肯定车牌字符与标准字符等同的子识别体，称为标准字符的字符特征。
- (2) 在标准字符的非字符区选择若干点，作为否定车牌字符与标准字符等同的子识别体，称为标准字符的非字符特征。
- (3) 一个标准字符可以有一个或一个以上的字符特征，也可以有一个或一个以上的非字符特征。
- (4) 构成标准字符字符特征或非字符特征的点可以是连通的，也可以是不连通的。

### 6.3 匹配

- (1) 定义：车牌字符可能具有中间“灰”。中间“灰”既非车牌底色，也非字符色。标准字符没有中间“灰”。
- (2) 阈值：0.6（也可以选择 0.5-1 之间的某个值）。
- (3) 规则：若车牌字符对应字符特征的非车牌底色的个数与标准字符对应字符特征的字符色的个数之比大于阈值，则称车牌字符具有字符特征；若车牌字符对应非字符特征的非字符色的个数与标准字符对应非字符特征的车牌底色的个数之比大于阈值，则称车牌字符具有非字符特征。
- (4) 匹配：所有字符特征和非字符特征均满足，则称车牌字符与标准字符匹配。

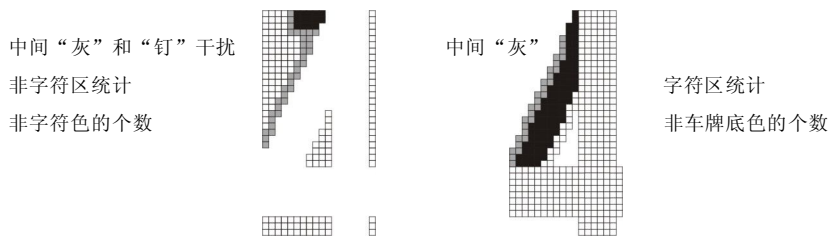


图5 匹配规则

## 6.4 容忍

上述匹配指所有字符特征和非字符特征均满足。在实际工程应用中, 根据特征数, 可忽略其中 1 个或少量的几个特征。即基于三值图像的字符识别可以容忍一定程度的干扰。容忍, 指两方面:

- (1) 忽略其中 1 个或少量的几个特征。
- (2) 降低阈值, 比如取值 0.5, 阈值接近 1 表示车牌字符与标准字符几乎相同且没有干扰。

## 7 基于三值图像的车牌定位

### 7.1 说明

三值指蓝、灰、黄, 反映原图像对应像素的色彩属性, 蓝、黄与原图像车牌底色、字符色构成关联关系, 灰是蓝向黄过渡的中间状态, 可在车牌底色确定后根据需要视同车牌底色或字符色。

得到的候选车牌定位需要进一步通过字符识别验证。经字符识别验证, 如果能得到一个符合预设可信度的车牌识别结果, 则候选车牌定位为可信, 否则, 候选车牌定位为不可信。字符识别验证的方法可采用上述区划的多特征字符识别方法。

将单层车牌分隔符后的五字符与双层车牌的下五字符统称五字符, 作为车牌定位的依据, 即将单层车牌和双层车牌统一。目的是为了克服传统车牌定位方法主要针对单层车牌, 单层车牌优先, 双层车牌定位效率较低的不足。



图6 单层车牌与双层车牌

约定单层车牌为蓝底黄字或黄底蓝字、双层车牌为黄底蓝字。公安部规定可视为第三方准则, 即按照字符的第三方准则来进行字符间距计算。除五字符外, 第三方准则只要具有确定的字符数与字符间距规定就适用本方法。得到字符反推进行的车牌定位, 即可根据第三方准则去推算其他字符所在图像中的位置, 继续进行字符识别验证, 从而得到完整的车牌识别。

需预设字符最小宽度和字符最大宽度, 即针对一个实际的应用环境预先确定本方法的适用范围。一般情况下车牌字符的最小宽度不小于 6 像素, 车牌字符的最大宽度不大于 24 像素。在本方法中, 缩小最小宽度与最大宽度的变化范围, 可以提高车牌识别的效率。

在本方法中, 字符间隔宽度与字符宽度的比例应符合第三方准则。根据预设字符最小宽度和字符最大宽度可以计算五字符最小宽度和五字符最大宽度。五字符宽度由五个字符间隔宽度和五个字符宽度组成, 这样做的用意是五字符的五分之一能完整包括一个字符间隔宽度和一个字符宽度, 便于根据五字符宽度推算单个字符宽度, 便于根据五字符宽度确定每个字符的左边线、右边线, 以及相邻两字符之间的间隔中线。

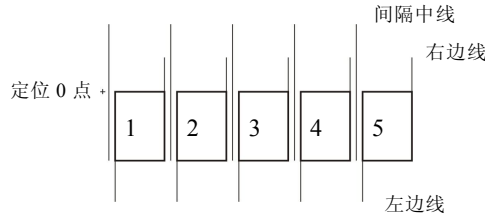


图 7 五字符

### 五字符按

定位 0 点 间隔 1 字符 1 间隔 2 字符 2 间隔 3 字符 3 间隔 4 字符 4 间隔 5 字符 5  
 顺序排列，其中间隔 1 的中线位置位于定位 0 点与字符 1 之间。

同一字符在字符宽度保持不变的情况下调整成像角度会造成字符高度发生变化。字符扁平系数是一个预设的大于 0.5 但不大于 1 的数值，反映了字符被扁平化的程度，即本方法能适应字符高度为字符宽度一半到正常字符宽度的扁平字符。

### 7.2 要点

传统投影方法只是针对车牌候选区域，目的是分割字符，是图像局部投影。本方法所述色宽带有定位候选点标记，能在图像行上快速定位，本方法所述色深是被阻断的，能排除伪分割。因此，本方法所述色宽与色深是全局投影，在兼顾字符分割特性的同时新增全局定位特性，使投影方法不仅仍能应用于字符分割，还能应用于车牌定位。

传统投影方法在横向只是简单统计二值化值，然后将统计结果与预设阈值比较，没有考虑二值化值的相对位置。比如在一图像行上有一二值化值段，若若干二值化值分布在此二值化值段两端与其分布在此二值化值段中间，尽管从统计看两者结果一样，但是，前者可能是字符“U”的头，后者可能是字符“0”的头。即传统投影方法在横向只考虑了“直过”和“阻断”两种情形。而基于所述色宽的所述上绕开与下绕开还考虑了另一情形“绕开”。传统投影方法在纵向也没有考虑二值化值的相对位置，比如一二值化值分布在竖向底或非竖向底其意义是不一样的，前者可能是字符分割，后者可能是干扰。因此，本方法所述色深与传统投影方法在竖向的投影值计算也是不相同的。

在本方法中，字符的横向分割是建立色宽和绕开基础上的，绕开分上绕开和下绕开。色宽与绕开都反映了车牌底色的宽度，相对于色宽，绕开更抗干扰。在图像行上，针对图像点如果其车牌底色的宽度大于字符宽度，那么这一图像行对字符一定构成横向分割。因此，字符在横向的分割原理是：在图像行上，针对图像点沿字符间隔中线分别向上、向下在一定限值内利用色宽与绕开检测车牌底色的宽度，从而实现对字符的横向分割。字符横向分割容易受到车牌边框与车牌“钉”的干扰，从而导致横向分割不会都正确。

在本方法中，字符横向分割后将继续进行字符高异常检测，原理是：根据五字符横向分割可以计算每个字符的字符高。在本方法中五字符每个字符可能的最小高度是字符宽度乘字符扁平系数。如果五个字符中每个字符，其字符高都大于字符可能的最小高度，并且从最小字符高到最大字符高，循环检测，如果能找到两个字符，其字符高等或相差 1，则该字符高没有异常。如果有更大值，也能找到两个字符，其字符高等或相差 1，则取更大值为字符高。否则，字符高异常。字符高异常说明字符横向分割结果是不可用的。

在本方法中，字符高异常检测后，如果字符高没有异常，检测得到的字符高即是五字符的共同的字符高，可以据此对五字符的每个字符进行字符高调整，从而消除车牌边框与车牌“钉”对字符的干扰。具体的调整方法是：通过上述找到的两个字符，因为其字符高等或相差 1 可以确定两条直线，通过这两条直线可以重新计算其他字符在上下方向的分割，将计算得到的分割与原分割比较，如果相等或相差 1 则保持原分割不便，

否则,用计算得到的分割替代原分割。

在本方法中,五字符的纵向分割是建立在色深基础上的。本方法所述色深是指阻断式色深,分阻断式蓝深与阻断式黄深,反映了车牌底色的深度。五字符纵向分割原理是:根据五字符宽度可以计算相邻两字符之间的间隔中线位置,其中间隔 1 的中线位置位于定位 0 点与字符 1 之间,根据五字符宽度可以计算字符宽度,根据字符宽度可以计算色深匹配深度,色深匹配深度等于字符宽度乘字符扁平系数。在图像行上,针对图像点,该图像点也即是定位 0 点,以及车牌底色,在各字符分割中线位置进行与车牌底色关联的阻断式色深匹配,如果匹配符合,则实现对五字符的纵向分割。否则,字符分割失败。

受光照不均匀或车牌“脏”影响的像素点在三值图像里往往表现为灰。本方法称出现在字符之间的灰为干扰。干扰会影响字符分割。对字符横向分割的影响,在本方法中是通过绕开消除的。对五字符纵向分割的影响,在本方法中是通过干扰容忍检测解决的。

本方法的干扰容忍检测是:允许五字符的任一字符其左侧被干扰。对单层车牌而言,字符左侧被干扰的可能性小于字符右侧被干扰,因为车牌右端字符的右侧靠近车牌边框,容易被车牌边框干扰。对双层车牌而言,字符左侧和字符右侧被车牌边框干扰的可能性一样。本方法没有讨论更多的字符左侧被干扰的情形,是因为车牌识别需要在一个相对较短的时间内完成。对于更多字符左侧被干扰的情形,其实现原理是一样的。

引入干扰容忍检测后,字符高异常检测会随着发生一些变化。当不存在干扰时,字符高异常检测按原方法。当存在干扰时,因为干扰是确定的,所谓确定是指干扰一定与字符左侧对应,即与间隔中线对应,则允许对应字符其字符高小于字符可能的最小高度,即忽略对应字符造成的字符高异常。

### 7.3 车牌底色与字符色

#### 7.3.1 车牌底色与字符色

根据约定,单层车牌为蓝底黄字或黄底蓝字、双层车牌为黄底蓝字。

#### 7.3.2 定位 0 点与车牌底色

定位 0 点实质上是一图像点,其值或为蓝或为黄。当值为蓝时,对应的车牌为蓝牌;当值为黄时,对应的车牌为黄牌。

### 7.4 步骤

#### 7.4.1 五字符

- (1) 五字符指单层车牌分隔符后的五字符与双层车牌的下五字符;
- (2) 字符最小宽度与字符最大宽度是预设的;
- (3) 字符扁平系数是一个预设的大于 0.5 但不大于 1 的数值;
- (4) 字符宽度与字符间隔宽度的比例符合第三方准则;
- (5) 五字符宽度由五个字符间隔宽度和五个字符宽度组成,五字符按  
定位 0 点间隔 1 字符 1 间隔 2 字符 2 间隔 3 字符 3 间隔 4 字符 4 间隔 5 字符 5  
顺序排列;

#### 7.4.2 包括色宽

- (1) 图像行上值相同且连续的点集称为色段;
- (2) 色段中任一点与右端点的宽度称为该点的色宽,右端点的色宽为 1;
- (3) 色段值等于色段起始点的值;

#### 7.4.3 包括定位候选点标记与阻断标记

- (1) 对于色段值为黄,如果色段起始点色宽大于两倍预设最大字符宽度,则色段中色宽为预设最大字符宽度的点称为新增右端点,新增右端点右边的点称为新增起始点,将色段起始点标记为非定位候选点且调整色段起始点色宽为原色宽减预设最大字符宽度,新增右端点标记为阻断,新增起始点标记为定位候选点,色段右端点标记为非阻断,否则将色段起始点标记为定位候选点,色段右端点标记为非阻断;

- (2) 对于色段值为灰，则将色段起始点标记为非定位候选点，色段右端点标记为非阻断；
- (3) 对于色段值为蓝，如果色段起始点色宽大于两倍预设最大字符宽度，则将色段起始点标记为非定位候选点，色段右端点标记为阻断，否则将色段起始点标记为定位候选点，色段右端点标记为非阻断；

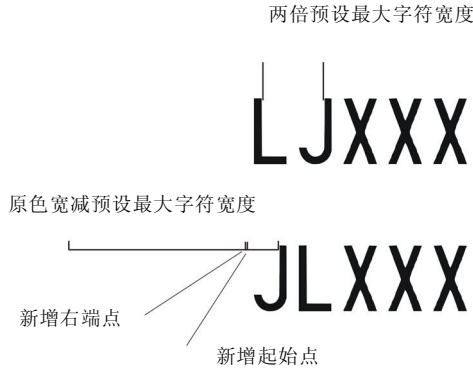


图 8 新增右端点与新增起始点

#### 7.4.4 包括上绕开与下绕开

- (1) 上绕开：对于色段右端点，如果图像上行同列点的值与色段值相同，且在其色宽范围内能在色段右端点当前行向右找到另一个色段值相同的色段，则称色段右端点具有上绕开，色段右端点与该色段起始点的间隔称上绕开宽度；
- (2) 下绕开：对于色段右端点，如果图像下行同列点的值与色段值相同，且在其色宽范围内能在色段右端点当前行向右找到另一个色段值相同的色段，则称色段右端点具有下绕开，色段右端点与该色段起始点的间隔称下绕开宽度；
- (3) 图像最顶上行没有上绕开，图像最底下行没有下绕开；

#### 7.4.5 包括阻断式色深

- (1) 阻断式色深分为阻断式蓝深和阻断式黄深，图像中每点都有阻断式蓝深和阻断式黄深，且，一、当值为蓝时，其阻断式蓝深大于 0，阻断式黄深等于 0，二、当值为灰时，其阻断式蓝深和阻断式黄深都等于 0，三、当值为黄时，其阻断式蓝深等于 0，阻断式黄深大于 0；
- (2) 对于图像点，如果其所属色段右端点或右边新增右端点被标记为阻断，则其阻断式蓝深和阻断式黄深都等于 0，否则，一、当值为蓝时，其阻断式蓝深等于同列下行对应点的阻断式蓝深加 1，阻断式黄深等于 0，二、当值为灰时，其阻断式蓝深和阻断式黄深都等于 0，三、当值为黄时，其阻断式蓝深等于 0，阻断式黄深等于同列下行对应点的阻断式黄深加 1；

#### 7.4.6 图像预处理

- (1) 将图像最顶上行所有点的值置为灰；
- (2) 将图像最底下行所有点的值置为灰；
- (3) 针对所有图像点计算色宽；
- (4) 针对所有色段的起始点和新增起始点进行定位候选点标记设置，针对所有色段的右端点和新增右端点进行阻断标记设置；
- (5) 针对所有色段的右端点计算上绕开和下绕开；
- (6) 针对所有图像点计算阻断式色深；

#### 7.4.7 步骤是

- (1) 将图像高减预设最小字符宽度乘字符扁平系数设为图像列遍历终值, 将图像宽减最小五字符宽度设为图像行遍历终值, 置图像列遍历当前值为 1, 继续 (2);
- (2) 如果图像列遍历当前值超过图像列遍历终值则遍历结束, 否则置图像行遍历当前值为 0, 继续 (3);
- (3) 如果图像行遍历当前值超过图像行遍历终值则转向 (8), 否则, 继续 (4);
- (4) 如果是定位候选点则继续 (5), 否则, 将图像行遍历当前值横移至非定位候选点所在色段的右端点, 如果右端点的下绕开宽度大于 0, 则在图像行增量方向上继续增加下绕开宽度, 否则, 在图像行增量方向上加 1, 转向 (3);
- (5) 如果所在色段的右端点具有下绕开, 则在行增量方向增加下绕开宽度, 转向 (3), 否则, 继续 (6);
- (6) 将所在色段右端点设为循环终点, 如果定位候选点色宽大于预设字符最大宽度则置循环起点为色宽减预设字符最大宽度, 否则置循环起点为定位候选点, 车牌底色等于循环起点的值, 循环当前值作为五字符定位 0 点, 循环 (7), 循环结束后将循环终值加 1 且置为图像行遍历当前值, 转向 (3);
- (7) 从五字符最小宽度开始至五字符最大宽度止, 循环当前值作为五字符当前宽度, 循环进行字符分割, 如果可以进行字符分割则得到一个候选车牌定位;
- (8) 在图像列增量方向上加 1, 转向 (2);

#### 7.4.8 所述字符分割

- (1) 根据所述五字符定位 0 点和所述五字符当前宽度计算相邻两字符之间的间隔中线位置, 其中间隔 1 的中线位置位于所述五字符定位 0 点与字符 1 之间;
- (2) 根据所述五字符当前宽度计算字符宽度;
- (3) 根据字符宽度计算色深匹配深度, 色深匹配深度为字符宽度乘字符扁平系数;
- (4) 五字符间隔中线位置按车牌底色的阻断式色深如果有两个或两个以上小于色深匹配深度则色深匹配失败, 字符分割终止;
- (5) 根据色宽、上绕开、下绕开, 对五字符的每个字符沿间隔中线依次进行横向分割并根据分割结果推算五字符的字符高, 如果字符高异常则字符分割失败, 字符分割终止, 否则, 对五字符的每个字符调整字符上下方向的定位, 再按照第三方准则计算五字符每个字符的左边线、右边线, 得到一个具有横向、纵向分割的候选车牌。

### 7.5 图像加速遍历

基于上述步骤的图像遍历是逐行的图像遍历, 是低效的, 为了降低处理器负荷, 必须要有更高效的图像遍历方式。

#### 7.5.1 大小跨机制

- (1) 大跨是一个预设的与图像中常出现的字符高度相关的数值。
- (2) 小跨是一个预设的大于 1 但不大于大跨的数值。
- (3) 隔行是一个预设的算法加速属性, 值为真、假。
- (4) 预处理: 如果隔行属性为真, 则置遍历加速终值为 1, 否则, 置遍历加速终值为小跨。

#### 7.5.2 加速原理

- (1) 通过纵向加速, 快速到达五字符所在图像行。纵向加速是通过大小跨结合实现的。大跨的目的提高效率, 小跨的目的确保图像遍历的性质不变。大小跨方法的实质是改变执行顺序, 以快速到达五字符所在图像行。
- (2) 通过隔行属性与对小跨的设置, 可以放弃图像二分之一图像行、图像三分之二图像行, 图像四分之三图像行, ... 的定位, 提高定位效率。当然, 放弃太多图像行, 在图像质量较差, 干扰

严重的情况下会影响车牌定位的正确性。这需要在定位效率与定位正确性之间寻求平衡。

- (3) 字符横向分割是指：在图像行上，针对图像的定位 0 点沿五字符间隔中线分别向上、向下在一定限值内利用色宽与绕开检测车牌底色宽度。所谓向上，即是回溯。这是基于大小跨进行图像加速遍历的重要保证，尽管大跨向前，但通过回溯也可以返回去查找。所谓向下，确保了局部逐行，做到大跨同时能兼顾局部查找。

### 7.5.3 图像加速遍历步骤

- (1) 将图像高减预设最小字符宽度乘字符扁平系数设为图像列遍历终值，将图像宽减最小五字符宽度设为图像行遍历终值，置 1 为小循环初值，遍历加速终值为小循环终值，步进为 1，置小循环当前值为大循环初值，循环 (2)；
- (2) 如果大循环当前值超过大跨，则大循环结束，否则，置大循环当前值为图像列遍历初值，继续 (3)；
- (3) 如果图像列遍历当前值超过图像列遍历终值，则置大循环当前值加大跨为新的大循环当前值，转向 (2)，否则置图像行遍历当前值为 0，继续 (4)；
- (4) 如果图像行遍历当前值超过图像行遍历终值则转向 (9)，否则，继续 (5)；
- (5) 如果是定位候选点则继续 (6)，否则，将图像行遍历当前值横移至非定位候选点所在色段的右端点，如果右端点的下绕开宽度大于 0，则在图像行增量方向上继续增加下绕开宽度，否则，在图像行增量方向上加 1，转向 (4)；
- (6) 如果定位候选点具有下绕开则在行增量方向增加下绕开宽度，转向 (4)，否则，继续 (7)；
- (7) 将定位候选点所在色段右端点设为循环终点，如果定位候选点色宽大于预设字符最大宽度则置循环起点为色宽减字符最大宽度，否则置循环起点为定位候选点，车牌底色等于循环起点的值，循环当前值作为五字符定位 0 点，循环 (8)，循环结束后将循环终值加 1 且置为图像行遍历当前值，转向 (4)；
- (8) 从五字符最小宽度开始至五字符最大宽度止，循环当前值作为五字符当前宽度，循环进行字符分割，如果可以进行字符分割则得到一个候选车牌定位；
- (9) 在图像列增量方向上加大跨，转向 (3)。

### 7.5.4 图像加速遍历实例

为了能地理解图像加速遍历，取大跨值 20，小跨值 2，现结合一实例说明图像加速遍历的过程：

- (1) 隔行属性为假  
循环初值为 1，小循环终值为 2，按照所述图像加速遍历可以得到下列执行顺序

1,21,41,...,3,23,43,.....,19,39,59,.....,2,22,42,....,4,44,64,....,20,40,60,....

- (2) 隔行属性为真  
小循环初值为 1，小循环终值为 1，按照所述图像加速遍历可以得到下列执行顺序

1,21,41,...,3,23,43,.....,19,39,59,.....

即隔行属性为真时，偶数行没有执行，放弃了图像的二分之一图像行。

## 7.6 单一噪点去除

可以在图像预处理时先对三值图像进行单一噪点去除。噪点是指图像点的相邻八邻点同值，图像点与相邻八邻点异值。去除单一噪点的方法是用相邻八邻点的值替代图像点的值。

仅针对单一噪点去噪，原因是：一般情况下，需要识别的车牌字符，其宽度大多在 8-16 像素点之间，

或者为了适应更大的范围,可以是6-20像素点之间。否则,或者图像中车牌太小,以致很难识别,或者图像除车牌信息外,其他信息太少。在这样的字符宽度前提下,字符笔划一般都会大于一个像素点。因此,去除单一噪点不会影响对图像中车牌的定位,也不会影响后续的字符识别。

### 7.7 对红色的处理

有可能为了识别图像中红色交通信号、红色交通标识,图像三值化时需要将红色作为一种新的中间状态保留。可将红色视同三值的灰,按有关灰的处理方式处理。

因此,红色作为扩展值对五字符定位不产生影响。

### 7.8 广义阻断式色深

由于中国车牌识别可能需要识别白牌和黑牌。白牌和黑牌的底色在光照影响下不会在三值图像里全部表现为蓝或黄,部分底色会表现为灰。因此,其色深计算,以及根据色深进行字符分割都将会受到影响。

本方法引入广义阻断式色深,以解决白牌和黑牌的字符分割与车牌定位问题。

广义阻断式色深是将灰按照黄的处理方式处理,即:

- (1) 在定位候选点标记与阻断标记时将灰按照黄的处理方式处理;
- (2) 计算色深时,将灰作为黄处理,累加到黄的阻断式黄深上;
- (3) 其他不变。

## 8 结束语

### 8.1 测试效果

- (1) 测试标清图像,效果一般,原因是部分标清图像颜色不清晰,各像素倾向灰色。
- (2) 测试运动图像,效果一般,原因仍然是部分运动图像颜色不清晰,相邻各像素R、G、B值差异较大,与从运动图像获取的R、G、B值被过度压缩相关。
- (3) 测试手机拍摄的约3000张各种光照情况下的车牌图像,包括白天和晚上(未使用闪光灯)拍摄的图像。测试包括图像五值化表现、三值化转化效果,按分割反推进行车牌定位的成功率,字符识别成功率。总体效果良好,截止五字符的识别率在90%以上。对于不能识别的图像,程序具有放弃功能。图像问题集中在晚上环境灯光,如果是偏黄色的暖光,容易对蓝牌产生较多的黄色似干扰,导致车牌定位失败。
- (4) 在Intel Celeron processor 1.4GHz处理器下,对手机拍摄照片240×320大小,截止五字符定位和识别时间约为100毫秒,其中图像五值化及三值化转化耗时约为60毫秒。

### 8.2 应用前景

车牌识别的意义在于自动识别。目前车牌识别程序都没有自动判断识别结果是否正确的功能。车牌识别的正确性都需要人工复视。比如车牌识别率90%只是表示已识别的100张车牌图像中有90个被人工复视为正确的车牌。

表面上看,车牌识别率98%比车牌识别率90%要高,显示前者功能更强,能正确识别更多的车牌。但是实际上这是没有意义的。因为:

- (1) 首先,程序没有验证识别结果正确的机制。识别结果都需要人工复视。识别率的本质是人的识别率。即识别率98%或90%都是人的识别率。既然需要人工复视,那么发现其中2%错误和发现其中10%错误,对人来说是没有差异的,都不能节省人工。
- (2) 尽管识别率98%的程序比识别率90%的程序看似更强,但是,两者都不能对余下的2%和10%的图像进行放弃。就是说,两者都对余下2%和10%的车牌图像进行了识别,这些识别被人工复视为错误。即前者错误率是2%,后者错误率是10%。因此,对程序来说,98%和90%是正确率,而不是识别率。可以说,只要程序没有图像放弃功能,程序的识别率都是100%。通常所称

识别率，更准确地说应该是识别正确率。

- (3) 如果不进行人工复视，即使识别正确率达到 99%，在图像总数足够大的情况下，也会出现大量的错误。这样的车牌识别程序也没有应用价值。好比验钞机，不在人工复视情况下，错误率哪怕是 1%都没有应用价值。与车牌识别相比，验钞机具有一定的放弃率，错误率为 0。

在车牌识别领域，识别率之误的严重性已到了阻碍技术进步的程度，因此，要进一步提高车牌识别率就必须纠正关于车牌识别率的错误认识。

严格说来，车牌识别率是建立正确率、错误率、放弃率三者的基础上。

- (1) 放弃率：程序无法识别的图像数 / 程序已识别的全部图像数  $\times 100\%$
- (2) 错误率：程序识别错误的图像数 / 程序已识别的全部图像数  $\times 100\%$
- (3) 正确率：程序识别正确的图像数 / 程序已识别的全部图像数  $\times 100\%$
- (4) 识别率：正确率 / (正确率 + 错误率)  $\times 100\%$

其中，正确率、错误率、放弃率三者的关系是：正确率 + 错误率 + 放弃率 = 100%。放弃率、错误率是相互制约的，放弃率的提高总伴随着错误率的下降，和正确率、识别率的提高。对于车牌识别而言，讨论放弃率、讨论错误率更具有实际的工程意义。

车牌识别的最终目标是要做到错误率为 0，放弃率尽量小。只有这样，车牌识别才能替代人工，做到自动化。在错误率为 0 的情况下，哪怕放弃率为 20%，人工的工作量也仅需针对放弃的 20%图像复视。这也比错误率 2%，正确率 98%，放弃率 0 的效果好。此种情况下，人工的工作量是全部 100%的图像。因为，在全部图像里，人工并不知道哪些识别是正确的，哪些是错误的。所谓 98%是人工复视后得到的，在人工复视前，全部图像的正确率究竟是多少，程序无法判断。

对于车牌识别，要提高车牌识别正确率，关键是要能区分字符 Q 和 0，字符 D 和 0，字符 B 和 8 等。

在三值图像中，字符 Q，字符 D，字符 B，其位于角上的信息不容易被丢弃，或呈现为中间“灰”，或呈现为字符色。在区划的多特征模板匹配方法下，由于考虑了中间“灰”，字符识别的精度可以更高。而基于二值图像的字符识别，字符 Q，字符 D，字符 B，其位于角上的信息容易被丢弃，没有可以用于提高字符识别精度的中间状态，字符识别的精度受限于此。

综上所述，图像五值化的意义是确保图像三值化的质量，为后续字符识别和车牌定位奠定基础。区划的多特征模板匹配方法的意义是确保字符识别正确，尽量减小最终车牌识别的错误率。基于三值图像按分割反推进行车牌定位的意义在于确保车牌不漏，尽量减小车牌识别的放弃率。从而使车牌识别的正确率有可能走向 100%，实现车牌识别自动化，做到节省人工，提高车牌识别效率。因此，图像五值化和基于三值图像的车牌识别应用前景良好。

**致谢** 在此，谨向通过“车牌识别群”参与图像五值化讨论的老师们、同学们、同行们致谢。