

1 本周进展小结

本周主要通过查阅相关文献了解了一下车牌识别的一般流程，简单总结了车牌识别各个阶段解决问题的常用方法。然后尝试对字符分割 easy 数据集进行字符分割，并解决了一些在分割过程中遇到的问题。

2 车牌检测与识别基本方法总结

根据目前所查阅的文献资料以及这些文献中总结和采用的方法暂时有以下总结：

车牌粗定位方法基本方法有：利用边缘与纹理的特征的定位方法 [1-4]，利用颜色特征的定位方法 [3]，结合机器学习的定位方法 [2,3] 等。

车牌精确定位主要是借助数学形态学方法 [1]、hough 变换 [3,5,6] 等方法。

车牌字符的分割方法基本方法有：垂直投影分割法 [5-8]，连通区域分割法 [3,6,8]，模板匹配分割法 [6,8] 等。

字符识别的常用方法有：模板匹配的方法 [3]，机器学习的方法 [3,4,7]。

3 实验进展

3.1 主要方法

目前采用的方法为轮廓检测法，也就是上面提到的连通域分割法。简单来说就是先提取车牌上各个字符的轮廓，然后只需检测出各个字符轮廓的外接边框就可以成功定位出了字符在图片中的位置。

3.2 算法主要流程

字符分割 easy 数据集中的车牌图片经过了倾斜矫正可以直接进行分割。因为车牌上的颜色组成比较简单，主要是背景和字符的颜色，而且背景和字符的颜色具有较高的对比度，转换成灰度后图像的灰度直方图会有两个明显的峰。因此采用阈值处理将图片转换为二值图像可以将背景与字符分离出来（这里采用字符为白色，背景为黑色，如图 1所示）。因为不同图片的亮暗程度不同，所以在阈值处理之前，先对灰度图进行直方图均衡化处理，目的是拉伸灰度使图片的亮暗更加均匀。之后对二值图像进行轮廓检测（如图 2），得到每个轮廓的外接矩形框。最后再根据字符框的大小和长宽比的先验信息对矩形框进行筛选，得到车牌字符的外接框完成字符的分割定位（如图 3）。



图 1: 阈值处理后的车牌二值图像



图 2: 检测到的轮廓



图 3: 最终分割效果

3.3 代码

文献 [9] 中有一个 Number Plate Recognition Using SVM and Neural Networks 的 project, 并且给出了部分代码。还参考了博客 [10-12] 中关于 OpenCV 轮廓检测相关函数的讲解, 以及给出的相关 demo 的代码。

此外, 为了方便在终端进行程序调试, 编写了一个 bash 脚本用来编译运行程序。该脚本可以自动地编译修改后的程序, 并且获取目录下的所有图片文件名, 然后将文件名作为参数传输给编译完成后的程序批量运行。

3.4 遇到的问题与解决方法

1. 车牌边框的干扰

部分车牌的边框与字符的颜色相近, 车牌图像中还保留了部分车牌框, 所以转换为二值图像之后会在图像左右两边出现细长的连通区域 (如图 4)。这些连通区域的边框与数字“1”的矩形边框很相似, 所以可以通过字符矩形框的筛选而保留下来, 如图 4 车牌两侧误分割出了细小的干扰区域。

解决办法:

- (a) 一开始尝试的方法是对矩形边框的长短和比例进行进一步的限制。但是不同图片的大小尺寸不一样, 并且细小连通区域的长宽比例的范围也较大, 这造成了基于长短和比例的方法效果并不是很理想。
- (b) 之后又尝试通过矩形框的位置来进行进一步筛选, 由于干扰的连通区域都靠近左右两侧, 如果其矩形框的两侧边界落在图像靠近图像两侧边界的一定范围之内便将它去掉。这种限制的方法效果也不是很理想, 原因是字符到图像左右边界的距

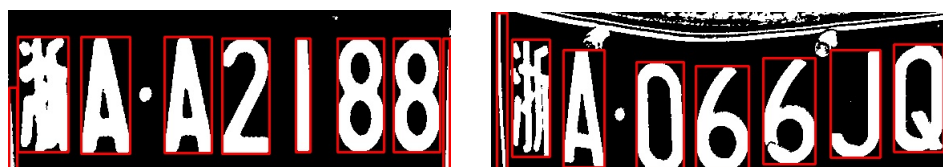


图 4: 两侧细小连通区域的干扰

离不是固定的，字符的矩形框有可能离图像两侧的边界很近，这样字符会被误认为是要去掉的连通区域。

- (c) 最后，尝试了结合上述两种方法，同时利用了长短比例和位置的先验信息来判断矩形框是否属于两侧的细长连通区域，这回比较好地解决了该问题，去除两侧细长连通区域干扰后的效果如图 5 所示。

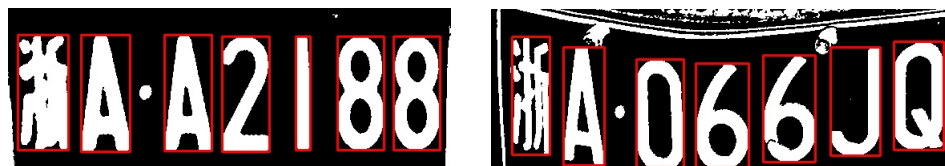


图 5: 去除细小连通区域后的效果

2. 铆钉的干扰

部分字符会与铆钉粘连在一起，导致检测到的车牌字符形状与正确的形状不同，如图 6 所示。



图 6: 铆钉的干扰

解决办法：

- (a) 首先尝试了运用图像处理常用的形态学的方法对二值图像进行处理。腐蚀运算的效果可以腐蚀各个连通区域的边界，去除细小的粘连与小面积的孤立区域。开运算（先对图像进行腐蚀，再进行膨胀）对于去除车牌上孤立的小干扰区域效果不错，但是粘连处的形状与宽度是不确定的，有时需要对图像连续做多次腐蚀操作后才能除去这样的粘连，当粘连宽度与粘连处字符的宽度相当时，腐蚀的方法也就失效了，因为粘连处的字符大部分也同时被腐蚀了。
- (b) 最后采用了文献 [6] 中提到的利用车牌二值图像水平方向上灰度值的跳变次数来确定字符区域的上下边界的方法。因为字符区域水平方向上会出现多次的灰度值跳变，而字符区域上下两侧区域内水平方向跳变次数明显减小，可以设置一个阈值来判断某一行是否处在字符区域，如果不在字符区域则将该行所有像素灰度值清零。具体做法是，先遍历二值图像统计图像每行灰度值的跳变次数，然后从图像垂直方向中点开始向两侧寻找跳变次数小于阈值的行，将该行以上（下）的所有行都清零。该采用方法后的效果如图 7 所示。此外，该方法在遇到车牌字符区域弯曲角度过大时，或者车牌上噪声干扰区域过多时，效果将会下降。考虑到绝大多数车牌矫正后字符区域都是矩形的，或者弯曲角度并不大，该方法还是具有很好的适用性。

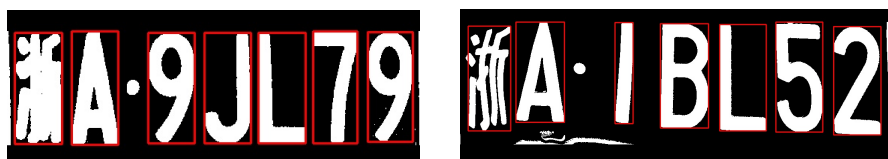


图 7: 去除铆钉的干扰后的效果

3.5 下一步工作

1. 汉字不连通问题

不同于英文字母与数字, 车牌上的汉字有可能是不连通的, 比如图 3 中右侧的车牌中的“浙”字的框并没有将整个汉字完整地框起来。这是因为该图片中的“浙”字左边的偏旁与右边的“折”并不连通, 并且偏旁三点的轮廓太小在筛选字符框的时候被当成干扰去除了。还有其他一些汉字, 比如“鲁”、“苏”等也可以拆分成不同的部分, 在轮廓检测时会被分割成独立的连通区域。

现在要想办法将这些同一个汉字的不同区域的框合并起来, 一种直观上的想法就是利用汉字结构与位置的先验信息, 先找出汉字各个不连通部分的框, 再计算出所有这些小框的外接大矩形框。此外, 文献 [8] 中提到了一种根据连通域的形状特征与近邻连接强度来筛选合并连通域的方法。这两种方法的效果有待实验尝试。

2. 低分辨率模糊图像

目前的方法在中高分辨率清晰的车牌图像上取得了较好的效果, 但是对一些低分辨率的模糊图像分割效果不是很理想, 主要原因在于这些图像中有较强的噪声干扰, 导致字符的边缘变得极为模糊, 字符区域亮度跟背景较为接近。直接转变为二值图像后干扰区域的面积较大, 造成字符与干扰成片地连通。同时部分车牌图像由于字符与背景亮暗过于接近, 转换为二值图像后本来的字符区域与背景同时变成了黑色, 无法进行轮廓检测。

对于这个问题, 暂时的想法是在阈值处理变成二值图像之前对低分辨率的模糊图像进行图像增强处理, 以减小噪声干扰, 增大字符与背景的对对比度, 同时使字符轮廓更加清晰。

4 关于车牌检测定位方法的想法

上面字符分割的方法与文献 [13] 这类的 state-of-the-art 方法总体原理是类似的 (都是根据边缘、轮廓信息来找到可能含有目标的 bounding boxes)。只不过这里分割字符时图片的内容比较简单, 而后者要对边缘和轮廓信息进行更为复杂地分析处理来解决在错综复杂的边缘、轮廓信息下的可能目标检测。

如果把车牌看成是可能的目标, 目前类似文献 [13, 14] 中这种可以在复杂背景中找出可能包含显著目标的 bounding box 的先进目标检测方法也可以适用与车牌检测定位。这类方法可以产生多个可能包含车牌的区域, 然后再通过候选区域特征提取和学习的方法来判断区域中是否包含车牌。

5 其他进展

5.1 L^AT_EX 参考文献制作

虽然之前用过 L^AT_EX 写过一些简单文档，但没有使用过 B_IB_TE_X 工具来组织引用参考文献，正好趁此机会学习一下。主要参考了工具书 [15]，和网页 [16, 17]。

5.2 L^AT_EX 并排插图

主要参考了工具书 [15] 的教程。

参考文献

- [1] 谢伟生. 车牌定位及字符分割算法的研究与实现 [D], 2010.
- [2] 郭延祥. 针对高分辨率背景复杂图像的车牌定位算法研究 [D]. 浙江大学, 2014.
- [3] 牛博雅. 自然场景下的车牌检测与识别算法研究 [D]. 北京交通大学, 2015.
- [4] 吴进军. 车牌识别技术的研究 [D], 2005.
- [5] 王晓健. 车牌定位与字符分割算法研究及实现 [D]. 北京邮电大学, 2009.
- [6] 张学海. 车牌字符分割方法研究与实现 [D]. 西南交通大学, 2010.
- [7] 白建华. 车牌字符分割及识别算法研究 [D]. 西安电子科技大学, 2010.
- [8] 马婉婕. 车牌识别系统中字符分割的研究与实现 [D], 2009.
- [9] Daniel Lélis Baggio, Shervin Emami, David Millán Escrivá, Khvedchenia Ievgen, Naureen Mahmood, Jason Saragih, and Roy Shilkrot. *Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects*. Packt Publishing Ltd, 2012.
- [10] Opencv 连通区域分析 connected component analysis labeling. <http://blog.csdn.net/carson2005/article/details/27581339>, 2014.
- [11] Opencv 函数 cvfindcontours. <http://blog.csdn.net/augusdi/article/details/9000893>, 2013.
- [12] Opencv 轮廓检测. <http://blog.csdn.net/augusdi/article/details/9021467>, 2013.
- [13] C. Lawrence Zitnick and Piotr Dollár. Edge boxes: Locating object proposals from edges. In *ECCV*. European Conference on Computer Vision, September 2014.
- [14] J. R. R. Uijlings, K. E. A. van de Sande, T. Gevers, and A. W. M. Smeulders. Selective search for object recognition. *International Journal of Computer Vision*, 104(2):154–171, 2013.
- [15] 刘海洋. *L^AT_EX* 入门. 电子工业出版社, 北京, 2013.
- [16] 一个 latex 引用参考文献的问题. <http://www.zhihu.com/question/36927089>, 2015.
- [17] latex 利用 bibtex 引用. <http://jingyan.baidu.com/article0320e2c1c8030f1b86507b6a.html>, 2015.