

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2210010

含打印错位字符的机动车登记证识别算法设计*

支中良 陈晓荣

(上海理工大学光电信息与计算机工程学院 上海 200082)

摘要: 目的 针对机动车登记证图像打印错位、字符被表格线穿过的问题,基于 HALCON 机器视觉软件设计了一套字符识别算法。首先将图像倾斜校正、增强、二值化;特定结构腐蚀法提取出表格线,将原图像区域分成表格和字符两部分;在垂直投影分割法基础上提出字符间距合并算法分割出单个字符,其中被表格线穿过的字符会出现断裂。区域检测填充算法指定结构和参数对区域内部和边缘进行检测填充实现断裂拼接。最后基于多层感知器对字符训练并识别,将结果排版并显示到表格。实验结果表明,算法能够对登记证图像进行预处理并识别字符,识别准确率为 97.28%。通过上述算法,可极大提升从复杂背景中提取信息的效率。

关键词: 同色线干扰;倾斜校正;字符提取;字符分割;字符拼接;字符训练

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.60

Design of recognition algorithm for motor vehicle registration certificate with printed misplaced characters

Zhi Zhongliang Chen Xiaorong

(School of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200082, China)

Abstract: Goal Aiming at the problem that the image of motor vehicle registration certificate is printed incorrectly and the characters are crossed by lines, a set of character recognition algorithm is designed based on Halcon machine vision software. Method Firstly, the image is tilt corrected, enhanced, binarized; Extraction of table lines by specific structure corrosion method, the original image area is divided into two parts: table and character; Based on the vertical projection segmentation method and the character spacing merging algorithm, a single character is segmented, in which the characters crossed by the table line will have obvious fracture. The region detection and filling algorithm specifies the structural elements and parameters to detect and fill the internal and edge fractures of the region to realize fracture splicing. Finally, the spliced characters are trained and recognized based on multi-layer perceptron, and the results are typeset and displayed in the table. Result Experimental results show that the algorithm can preprocess the registration certificate image and recognize characters, and the recognition accuracy is 97.28%. Conclusion Through the above algorithm, the efficiency of extracting information from complex background can be greatly improved.

Keywords: homochromatic line interference; tilt correction; feature extraction; character segmentation; character splicing; character training

0 引言

近年来,随着社会经济的发展,人们对各种产品的交易频率越来越高,产品成分、生产日期等包装信息识别也因此变得备受关注。然而在生产线上,存在喷码设备质量不稳定、操作人员受如生理差异、经验、情绪和疲劳度等诸多因素的影响,在识别和录入中识别标准模糊、识别速度慢等,

不可避免地造成错误,这会导致一系列的生产与管理问题^[1]。光学字符识别(OCR)^[2]是利用计算机图像处理技术,以及光学成像技术将印刷制品上的文字识别出来,转换成人们可以读取的形式。随着机器视觉技术的快速发展,文本字符识别取得了优异的性能,在各领域得到了广泛的应用。但是从复杂的场景中如证书类场景中识别字符仍然是一项研究难点^[3]。

收稿日期:2022-05-18

* 基金项目:国家自然科学基金面上项目(52175513)资助

OCR 结合干扰字符识别的研究吸引了众多学者,在图像去噪、字符分割、去干扰线等方向取得了众多成果^[4-6]。刘森等针对图像噪点多、亮度不均匀及规格不统一等情况,通过对图像进行消噪、亮度均衡及阈值分割等算法处理,提高了图像的最终识别率,但是系统识别功能和图像处理方法速度慢、适用性差^[7];段莢等^[8]使用贪婪算法通过扫描待测点获得线段权值的方法,对不规则同色干扰线进行修复,但是算法在去除干扰线条的同时也会把文字的笔画像素点进行去除,造成字符笔画不完整;Guan 等^[9]提出了基于胶囊网络的识别方案。首先,通过图像预处理、定位、字符分割,然后利用胶囊神经网络进行训练和模拟,以达到准确字符识别的目的,但是在复杂环境中,当采集的图像质量参差不齐,识别结果会受到严重影响。

针对上述问题,本文基于 OCR 技术提出了改进算法。提出区域作差法提取登记证字符和表格线;基于垂直投影分割算法提出字符间距合并算法实现单字符分割;提出断裂字符检测与填充算法实现字符拼接;采用多层感知器神经网络对字符进行训练与识别。经验证,该算法可以准确提取和识别汽车登记证的字符,极大提升相关工作的效率。

1 图像处理算法分析

1.1 算法流程

本文所采用的主要算法流程如图 1 所示。

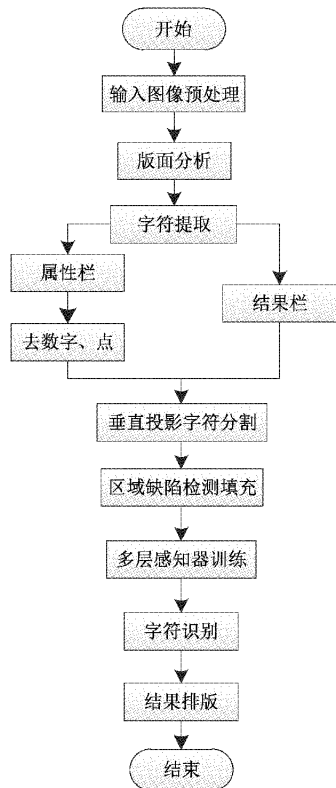


图 1 算法流程

由图 1 可知,机动车登记证图像经过版面分析及字符

提取后,分为属性栏和结果栏进行字符分割。属性栏中带有数字和点,结果栏不带。图 2 是本次研究目标机动车登记证彩色原图,左边方框是登记证的属性栏,右边方框是结果栏。

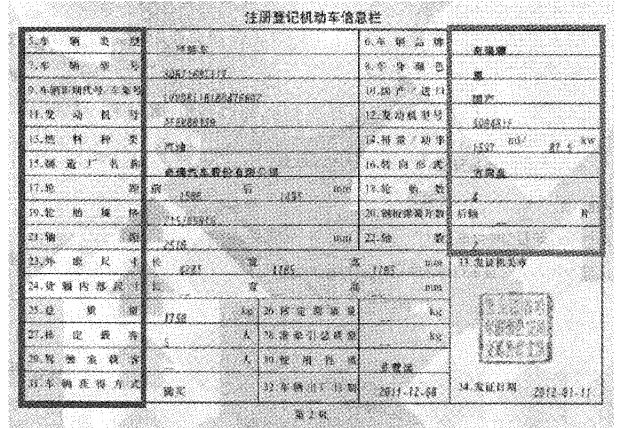


图 2 属性栏和结果栏

1.2 图像预处理

图像预处理主要是通过计算机科学的运用,对图像执行相应的分析、处理以及辨识等工作,通过此种方式,提取出图像中的有效信息,并剔除掉其中存在的冗余信息^[10]。机动车登记证在获取图像时,会受到周围环境或其它因素的影响,并且本身包含有彩色背景、印章、表格线、字符等复杂信息,因此需要对其进行预处理。

预处理主要分两个环节进行,首先对整体图像进行处理,其次版面分析后对局部区域进行处理。整体图像处理主要包括均值滤波、灰度化、倾斜校正、增强对比度、二值化等,局部区域处理包括腐蚀、膨胀、闭运算等。

1) 均值滤波

对图像进行处理前要进行去噪操作,去除不必要的干扰信号,以提高图像的质量^[11]。均值滤波主要方法是邻域平均法,可以消除背景的尖锐噪声。机动车登记证背景中有很多彩色纹路,会在图像二值化后产生很多细小噪声。运用均值滤波可以平滑图像,减少噪声。均值滤波可以用公式表示为:

$$g(i, j) = \sum_{k, l} f(i+k, j+l)h(k, l) \quad (1)$$

$g(i, j)$ 是滤波后得到的函数, $h(i, j)$ 是邻域算子, $f(i, j)$ 是原图。

2) 增强对比度

彩色图像先转为灰度图像,为了改善视觉效果与分割结果,在对图像进行分割之前,本算法先进行对比度增强,增强对比度会让文字变得更黑,背景更白,增强反差,抑制无用信息,提高图像的使用价值^[12]。本文根据图像的灰度均值 M 和原始灰度值 O 计算得到灰度值 R , F 是用作对比度增加的度量。如式(2)。增强后的图像如图 3 所示。

$$R = \text{round}((O - M) \times F) + O \quad (2)$$

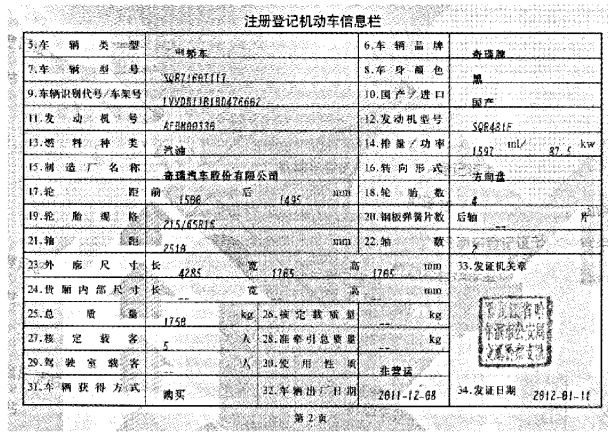


图 3 对比度增强图

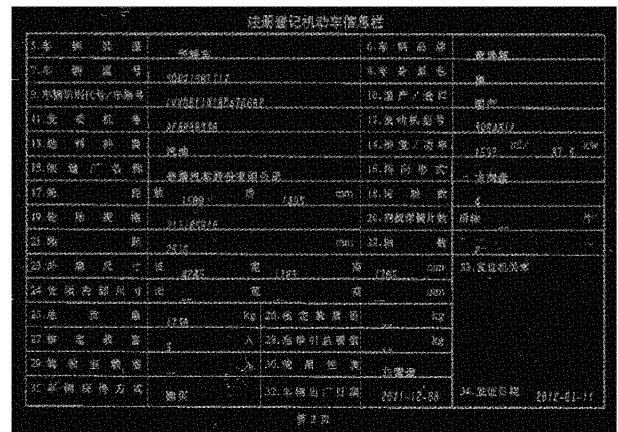


图 4 二值图

3) 二值化

由图 3 可以看出,灰度图中仍存在背景纹路,需要对其去除。根据灰度图像得到灰度直方图,根据灰度直方图分布,图像二值化是图像处理中常用的步骤,其关键在于选择合适的分割阈值^[13]。对图像进行二值化处理,首先对图像信息进行了压缩,保留了主要信息,节约了存储空间,有利于计算机存储和处理;其次还可以去除大量的粘连,为特征提取做准备。设灰度图像为 $f(x,y)$,灰度范围为 G ,阈值为 T 且 $T \in G$, $g(x,y)$ 是二值化之后的图像。二值化可定义为:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & f(x,y) \geq T \\ 0, & f(x,y) < T \end{cases} \quad (3)$$

可以看出,二值化后的图像可以显著去除图像的背景,只剩下所需的文本字符及表格线。

4) 特征提取

图像分割就是可以将图像分割成特定的,具有独特性质的若干个不同的区域,并将有意义的目标从背景中提取出来的过程^[14]。本文研究目标是识别字符并显示,机动车登记证包含有字符、表格、背景、印章等信息,需要从中提取出表格和字符。具体步骤如下:

(1) 设置特定形状对整体区域进行腐蚀操作提取出表格线;

(2) 根据区域表格线位置做同方向膨胀并且合并成表格;

(3) 将完整表格与图 4 利用区域作差法得出文字。

使用区域作差法有两个原因:

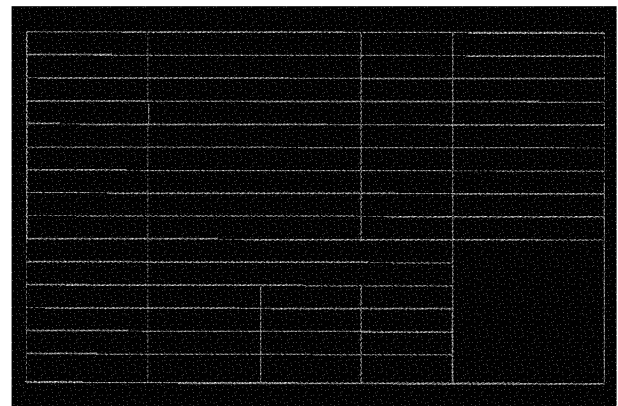
(1) 字符和表格发生粘连,在分割之前要将干扰线去除,使字符相互之间独立。

(2) 字符和表格线同色,无法通过三原色通道强度差异去除干扰线。

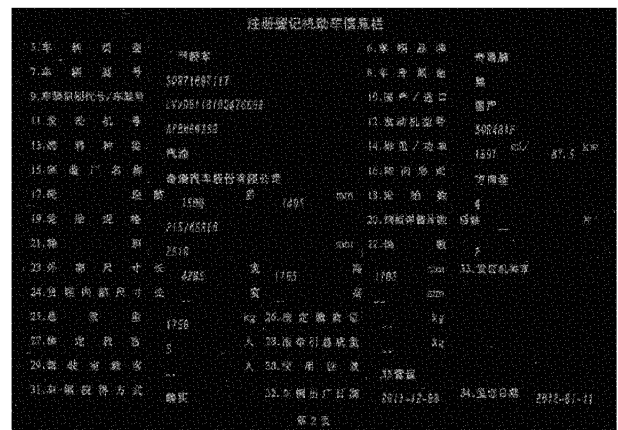
算法得出的表格和文字图像如图 5 所示。

1.3 字符分割

字符识别是针对单个字符,因此需要先进行单字符分



(a) 表格线



(b) 字符

图 5 提取字符图

割,分割的准确率直接影响着字符识别的准确率和结果的可靠性^[15]。

由于背景纹路的存在,灰度图像进行二值化后结果仍会存在细小噪声。存在噪声会导致算法在识别字符个数时出错并且会将其识别成“.”字符,因此在分割之前,需先将噪声去除。去噪采用开运算,如图 6(a) 所示,绿色框中包含细小噪声,对其使用开运算结果如图 6(b) 所示。

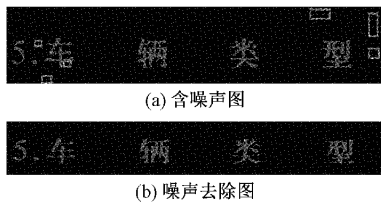


图 6 噪声去除

1) 基于垂直投影分割法

机动车登记证属性栏有统一的规格和打印标准,字符有固定的尺寸、间距。字符分割采用垂直投影法即在垂直方向计算二值图像像素^[16],对其中亮点进行统计,根据统计结果判断出每列的左右边界,实现分割。

把二值图像在垂直以及水平方向上进行投影,从而形成了二值统计图像,从而确定字符位置

如图 6(b)所示,属性栏中“.”面积比其他 5 个字符小。采用面积筛选法,设置大于点面积小于字符面积的阈值 T ,检测出“.”字符所在位置后,提出点和点之前的数字对其进行分割。对剩下字符再次进行分割,结果如图 7(a)所示。两部分单独分割后再结合,结果如图 7(b)所示,共计 6 个字符。

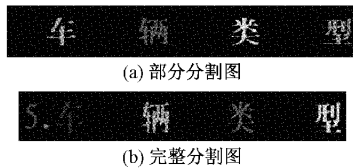


图 7 属性栏分割图

2) 基于字符间距合并算法

如图 8 所示,采用垂直投影分割算法但是字符分割错误,主要有两种原因:

- (1) 字符左右结构且垂直方向无重合,如图 8(a)“别”字;
- (2) 字符间距大且字符本身被腐蚀严重,如图 8(b)“机”字。

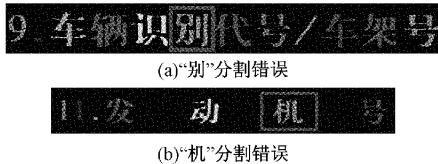


图 8 垂直投影分割法错误分割图

针对如上问题,本文提出基于字符间距的合并算法。算法通过比较字符间距与正常字符间距之间的差异来判断相邻的两个字符是否属于同一个字符,进而决定是否对其进行合并。

先求区域内字符平均宽度,为了避免被垂直投影分割算法错误分割的字符其宽度对合并结果造成影响,本文对区域内所有字符宽度降序排序,取出前半部分的字符宽度

并对它们求和,用该和的平均值作为字符的平均宽度,舍去错误的宽度数据。当某个字符的宽度小于平均字符宽度时,就变成可疑字符。

可疑字符是否需合并,通过最佳合并间距判断。最佳合并间距指计算得到的确定阈值,当相邻字符间距小于该阈值时,判断字符是否满足合并的条件,再决定是否将其合并;当相邻字符间距大于该阈值时,表明字符是相互独立的,无需对其进行合并。阈值求取步骤如下:

- (1) 求字符的宽度 W_c ;
- (2) 求相邻字符之间的间距 D_g ,对 D_g 从小到大排序得到 D_{g1} ;
- (3) 对 D_{g1} 进行去重,得到 D_{g2} ;
- (4) 将 D_{g2} 中相邻的两个值做差,结果保存在数组 T 中;
- (5) 找出数组 T 中最大值对应的下标 $Index$;
- (6) 最佳合并间距 $D_B = D_{g2}[Index] + 1$ 。

上述步骤(2)得到的字符间距 D_g 可能包含重复的值,对于重复的值只保留一个,故进行去重操作。在垂直投影分割算法基础上提出基于字符间距合并算法,可以对图 8 字符准确分割。结果如图 9 所示。

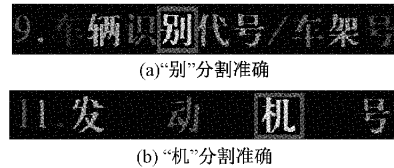


图 9 准确分割图

1.4 字符拼接

1) 区域检测填充算法

在特征提取将字符和表格线分别提取后,字符会出现明显的断裂。针对此情况,本文提出了基于单个字符区域边缘与内部缝隙检测并填充的拼接算法。算法步骤如下:

- (1) 提取区域内单个字符,对字符横向膨胀,计算膨胀后数量得到 N 值;
- (2) 判断 N 值,当 N 值等于 1,说明字符未出现断裂。提取区域内下一个字符重复步骤(1)。当 N 值大于 1,进入步骤(3);
- (3) 对字符进行腐蚀操作,恢复字符原样式;
- (4) 创建特定角度极小矩形作为填充图;
- (5) 平滑边界,将面积小于矩形的孔及缝隙搜寻出来,利用矩形对其实现填充;
- (6) 存储拼接的字符到数组中,重复步骤(1),对区域中下一个字符检测。

如图 10 所示,图 10(b)对图 10(a)断裂处完成填充,字符形状完整。

2) 算法验证

图 11(a)是干扰线穿过字符上半部分,去除后如图 11(b)所示,字符出现上下断裂,字符被识别成 6 个。采用拼接算

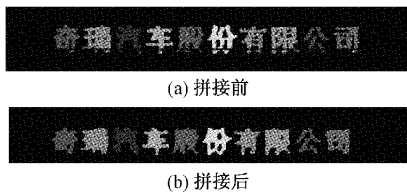


图 10 字符下部区域拼接

法后如图 11(c)所示,字符形状完整且重新被识别成 3 个。

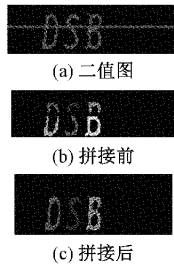


图 11 字符上部区域拼接

1.5 字符训练及识别

本文使用 HALCON 机器视觉软件实现本算法,HALCON 是德国 MVtec 公司开发的机器视觉算法包,具有构架灵活且鲁棒性好的优点,在欧洲以及日本工业界已经是公认的具有最佳效能的 Machine Vision 软件^[17]。HALCON 内置的字符库提供数字 0~9 与英文 a~z、A~Z 字符模型,不含有汉字模型,因此在识别之前需对汉字字符进行训练。HALCON 提供开放结构的分类器,如 BOX 分类器、多层感知器分类器、支持向量机分类器等^[18]。本文使用多层感知器 (mlp) 算法来进行。

1) 多层感知器

多层感知器是前馈人工神经网络。由输入层、隐式层和输出层组成。主要由使用非线性激活函数的节点组成,核心算法是反向传播 (BP) 算法^[19]。

2) 分类器训练

HALCON 汉字字符训练的流程如图 12 所示。

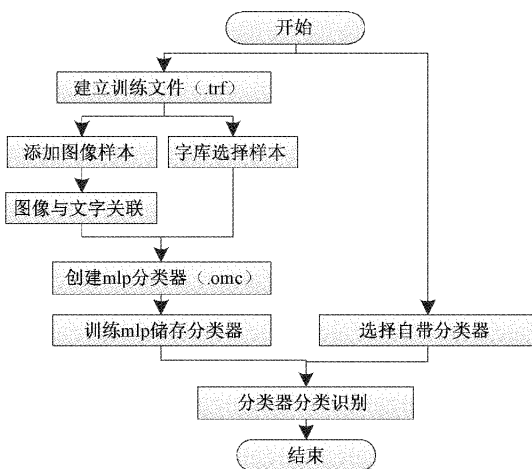


图 12 字符训练流程

trf 是将区域和描述字符相关联的文件,omc 是经过 mlp 神经网络训练后的文件。通过调节 mlp 的隐藏层单元、差值权重等参数,最终得到自己期望的训练结果。检查 trf 文件部分字符训练结果如图 13 所示。

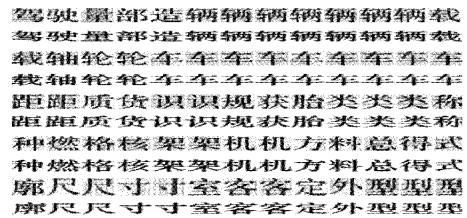


图 13 训练结果图

带阴影的字符是训练的样本字符,下面是与其相关联的字符。由图可以看出训练样本和实际字符关联结果完全正确。生成样本变形可提升样本变量,提高结果准确率。如图 14 所示。

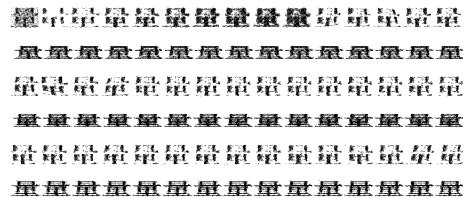


图 14 样本变形

2 实验结果分析

本文最终目标是识别出字符,并且显示在原位置。设置字体颜色,忽略“_”等无用字符,根据特征提取时记录的表格线位置对识别结果进行排版显示,如图 15 所示。

5. 车辆类型	轿车	6. 车辆品牌	奇瑞牌
7. 车辆型号	QQ7160Q17	8. 车辆颜色	黑
9. 车辆识别代号/车架号	LVD811818D476602	10. 国产/进口	国产
11. 发动机号	229903130	12. 发动机型号	SQR481F
13. 燃料种类	汽油	14. 排量/功率	1597ml/61kw
15. 制造商名称	奇瑞汽车股份有限公司	16. 转向形式	方向盘
17. 轴距	前1500后1400mm	18. 轴数	4
19. 轮距前轴	2150/5816	20. 制动系统	后刹车
21. 轴距	2510mm	22. 轴数	2
23. 外廓尺寸	长4285*宽1765*高1705mm		
24. 轴间内部尺寸	轴距mm		
25. 总质量	1750kg	26. 核定载质量	kg
27. 核定载客	5人	28. 准牵引总质量	kg
29. 驾驶员人数	人	30. 使用性质	非营运
31. 车辆出厂方式	购买	32. 车辆出厂日期	2011-12-08

图 15 识别结果

由图 15 可以看出,字符排版与原图相同。白色字符为识别结果,含方框的字符为识别错误的字符。识别结果存在错误,有如下 3 种原因:

- 1) 原始图像拍摄问题:如“小型汽车”,“小型”两个字完全模糊,导致识别错误;
- 2) 字符轮廓相似:机动车登记证结果栏的英文字符打印纤细且有点倾斜,导致“S”被错误识别成了“5”;

3)区域作差法去掉了部分字符底部;如字符“I”,其底部刚好印在横线上,去横线时将其底部也去掉,形状如“T”,导致识别错误。

经检测,整张登记证从分割到识别共用时 42.62 s,准确率为 97.28%。

3 结 论

本文设计了一套识别机动车登记证的算法,对图像进行预处理后利用垂直投影分割法结合字符间距合并算法,通过对不同情况的字符间隔情况进行测试分割。拼接采用区域检测填充算法,对断裂字符进行拼接。实验结果证明本算法具有分割准确、拼接效果好、识别准确率高的优点。本算法针对登记证进行,需要改善算法应对更复杂的初始图像。另外,由于区域作差法会使字符出现断裂,拼接后字符与原字符仍存在差异,会影响识别结果,需通过添加更多字符样本,来提高识别准确率。

参考文献

- [1] 王浩楠,张晓青,郭阳宽,等.基于机器视觉的轮胎胶料表面字符识别[J].电子测量与仪器学报,2021,35(1):191-199.
- [2] 冯玉田,侯玖廷,顾乐易.基于 Tesseract-OCR 的燃气表自动识别研究[J].电子测量技术,2019,42(21):82-86.
- [3] ZHAO S, SUN L, LI G, et al. A CCD based machine vision system for real-time text detection[J]. Frontiers of Optoelectronics, 2019(7): 1-7.
- [4] 吕侃徽,张大兴.基于自适应直方图均衡化耦合拉普拉斯变换的红外图像增强算法[J].光学技术,2021,47(6):747-753.
- [5] FU H R, LI H H. Research and Implementation of Image Denoising Algorithm Based on Deep Learning[J]. Frontiers in Economics and Management,2020,1(9): 92-105.
- [6] 王平,张晓峰,王宜怀,等.基于贪婪算法的文档图像中干扰线的去除[J].计算机系统应用,2019,28(11):238-244.
- [7] 刘森,杨镇豪,谢韵玲,等. Android 图文同步识别系统的设计和实现[J]. 计算机工程与设计,2014,35(6):2207-2213.
- [8] 段荧,龙华,瞿于荃. 中文文字图片同色长干扰线的去

除算法[J].数据通信,2021,(4):42-46.

- [9] GUAN T, ZHEN Y J. Design of license plate recognition system based on capsule network[J]. IOP ConferenceSeries: Materials Science and Engineering, 2020, 892 (1), DOI: 10.1088/1757-899X/892/1/012049.
- [10] 程瑶,赵雷,成珊,等.基于机器视觉的车距检测系统设计[J].计量学报,2020,41(1):11-15.
- [11] 张娜娜,张媛媛,丁维奇.经典图像去噪方法研究综述[J].化工自动化及仪表,2021,48(5):409-412,423.
- [12] 倪彤元,周若虚,杨杨,等.基于智能手机 APP 的图像法检测混凝土表面裂缝研究[J].计量学报,2021,42(2):163-170.
- [13] 田昌,蔡杨,苏明旭.基于图像法表征复杂背景下石膏雨液滴实验研究[J].仪器仪表学报,2020,41(9):224-231.
- [14] 樊繁,张艳,张墨.基于红外图像的电力设备分割方法研究[J].国外电子测量技术,2020,39(11):98-101.
- [15] 黄一琦,郑佳春,曹长玉.一种优化的手写字符自动分割算法[J].集美大学学报(自然科学版),2021,26(2):152-159.
- [16] 叶超,王震.基于垂直投影法的涉车案件车牌字符分割研究[J].内蒙古公路与运输,2018(1):48-53.
- [17] 曾志鸿,刘军.基于 HALCON 的快递地址信息识别研究[J].机电信息,2019,(17):1-3.
- [18] 陈思,张涛川,彭一航.基于 HALCON 平台快速开发光学字符识别系统的研究[J].科技创新与应用,2021,11(23):53-56.
- [19] POONGODI H, MALVIYA M, KUMAR C, et al. New York City taxi trip duration prediction using MLP and XGBoost [J]. International Journal of System Assurance Engineering and Management, 2021, 2021: 1-12.

作者简介

支中良,硕士研究生,主要研究方向为图像处理与在线检测。

E-mail:308503148@qq.com

陈晓荣,工学博士,副教授,主要研究方向为机器视觉、自动检测技术、信息采集与处理。

E-mail:cxrsjtu@163.com