 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i4.10046

Research and Application of On-Street Parking License Plate Recognition Technology

Ni Li Fengbin Yang Guangtong Lu Pengliang Zhao Yasu Chen

Shanxi Jingtai Traffic Construction and Operation Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030032, China

Abstract

License plate recognition (LPR) technology leverages high-speed image acquisition, image processing, and image recognition techniques to rapidly and accurately identify vehicle license plates. By networking with other monitoring devices, it facilitates efficient parking management. License plate secondary recognition technology refers to the process of rechecking, verifying, or supplementing information for unrecognizable or incorrectly identified license plates based on the initial LPR results. Its core objective is to significantly enhance recognition accuracy and mitigate misidentifications caused by factors such as adverse lighting, oblique angles, and license plate defacement. Unlike a mere "second capture," it constitutes an intelligent verification mechanism rooted in multi-source data comparison and in-depth analysis. Implementing dual-round license plate recognition can improve the accuracy and reliability of on-street operation management platforms, enabling more effective supervision and management of vehicles.

Keywords

on-street parking; license plate recognition; impact of license plate accuracy

路内停车车牌识别技术的研究及应用

李妮 杨峰斌 路广通 赵鹏亮 陈亚素

山西静态交通建设运营有限公司，中国 · 山西 太原 030032

摘 要

车牌识别技术利用高速图像采集、图像处理及图像识别等方法，迅速、精确地对汽车牌照进行识别，并与其他监控设备进行联网，有助于停车管理。车牌二次识别技术是指在第一次车牌识别的基础上，对一些无法识别的车牌或错误的车牌进行复核、校验或补充信息的流程，旨在大幅提升识别准确率，减少因光线、角度、污损等因素导致的误识别。它并非简单的“第二次抓拍”，而是一个基于多源数据比对与深度分析的智能校验机制。通过车牌两次识别可以提高路内运营管理平台的准确性和可靠性，帮助平台更好地实现对车辆的监管和管理。

关键词

路内停车；车牌识别；车牌准确性影响

1 引言

随着我国经济高速发展，人民生活水平提高，机动车的数量急剧上升，停车管理问题日益严峻，智能停车系统成为发展趋势，如何准确、高效地获取车牌号码成为停车管理的关键。停车分为路内停车和路外停车两种方式，路内停车方式灵活，可以缓解停车位数量的建设速度和车辆增长速度之间的矛盾，提高城市空间利用率。但是由于目前各大城市停车位严重不足，导致汽车在路边乱停乱放，造成交通拥堵，管理困难。如何通过智能化管理及充分利用路内停车位，减少人力资源的浪费，已经成为当前需要解决的关键问题。

路内停车通常采用地磁 +PDA 设备、低位视频桩和高位视频等方式。地磁 +PDA 设备由地磁发送信号，监管人员根据信号记录车牌和开具收费清单。但是，基于地磁的车位管理方案需要与人工、巡检车和相机等其他方式进行配合，并且设备需要定期维护，成本较高，且在磁场干扰严重的地区，会出现检测数据不准确的问题。低位视频桩可以记录车辆和车牌信息，提升停车管理的准确性和效率，但存在人为破坏等问题，导致无法识别车辆和车牌的情况。高位视频系统则可以对多个车位进行管理，通常一个高位相机的车位覆盖率是 3-8 个，通过记录车辆和车牌信息，有效解决跨位停车等难题，提升停车管理的准确性和效率，但会出现摄像头被树叶遮挡、车辆和车牌被其他物体遮挡等问题。因此，提高检测算法和识别算法的准确性和实时性对于该方案至关重要。因此本文主要对路内停车车牌识别技术进行说明。

【作者简介】李妮（1993–），女，中国山西朔州人，硕士，助理工程师，从事静态交通、大数据研究。

2 车牌识别准确性影响因素分析

2.1 环境条件对识别准确性的影响

路内停车具有车流量大、照明条件复杂、环境动态变化频繁等特征，对识别系统提出了更高标准。光照是核心干扰因素，强光易引发镜头反光，夜间则因照度不足产生图像噪点与虚影；雨雪天气易造成镜头模糊、车牌被泥水遮挡，同时玻璃罩易出现反光或起雾现象，而雾霾天气会大幅降低图像整体对比度与清晰度，上述因素均会干扰车牌边缘的精准识别。逆光、侧光、夜间低照度及车头灯直射形成的眩光等情形，会严重改变车牌在图像中的呈现效果，对算法的自适应调节能力构成考验。此外，摄像头安装角度、焦距参数设置不合理，或车辆通行速度过快，均会造成图像畸变与运动拖影。多重不利因素交织，致使路内停车场景下的识别稳定性普遍偏低，因此识别系统需具备光照补偿、自动对焦及自清洁等功能，以此提升成像的稳定可靠度。

2.2 车牌特征差异与复杂性挑战

车牌多样性是影响识别精度的重要因素。新能源车牌在颜色、尺寸及字符布局上与传统车牌差异显著，易引发特征提取混淆；部分地区、公务车、外交车等部分特殊车辆启用异形车牌或特色字体，对模型的泛化及迁移能力提出更高标准。车牌磨损、污渍、贴膜或防护罩反光等情况，均会造成字符信息缺失与车牌结构破坏；车辆间距离引发车牌遮挡重叠，进一步提升识别难度。不同摄像设备的成像算法、压缩格式及白平衡参数存在差异，会影响系统跨场景识别的一致性；老旧车牌反光涂层失效或锈蚀严重，会降低字符与底色的对比度；车速过快引发运动模糊、车辆未按车道行驶导致拍摄角度异常等情形，均会干扰识别流程。由此可见，车牌识别需依托多样化样本与动态特征学习机制，强化模型的泛化能力与复杂场景适配性。

2.3 系统与管理环节的制约因素

系统与管理环节的短板，同样会制约车牌识别的可靠性。硬件是系统的“眼睛”和“大脑”，其性能决定系统运行上限。部分停车场配备的摄像设备存在分辨率偏低或帧率不足的问题，易导致图像模糊，无法清晰地捕捉车牌字符细节（尤其是车辆处于移动状态时），输入图像质量难以支撑高精度识别需求；后台算力不足时，高峰时段易出现识别延迟与数据丢帧，影响识别结果与车辆通行的同步性。若缺乏完善的数据冗余与备份机制，网络波动或硬件故障易造成识别记录丢失，进而引发计费偏差与运营纠纷。 多数停车场仍需依赖人工复核识别异常结果，虽可提升识别准确率，但会增加人工运维负担与通行响应时长；部分系统缺乏自动告警与日志监测功能，无法实时定位故障源头；管理层面流程标准化程度不足，致使系统维护效率偏低，让车牌识别在复杂场景 下的稳定运行与可持续运维面临挑战。

3 工作流程

在路内停车场景下，为了后续的停车计时收费工作，需要对监控视频中的车辆及其车牌信息进行准确地检测与识别。车牌识别主要由两大核心部分构成：定位车牌和识别车牌字符。为提高车牌识别准确率，采用二次识别的方式降低识别误差。具体的工作流程如下：

初次识别：高位视频抓拍车辆图像，本地系统进行首次车牌识别，并生成结构化数据（车牌号、时间、车场 ID 等）。

置信度判断：系统评估初次识别的置信度（如是否高于 99%）。若置信度不足或数据异常（如停车时间过长），则触发二次识别。

二次校验：将原始图片和数据，进行深度分析与比对。

结果融合：将二次识别结果与初次结果比对，若一致，则确认放行或计费；若不一致，则以置信度更高的结果为准。

数据归档：最终确认的车辆信息被存入系统，用于后续查询、统计与管理。车辆二次识别模块是整个车辆识别系统的核心组成部分之一，与车牌识别模块协同工作。

车牌识别模块：负责基础的车牌定位、字符分割与识别，输出车牌号与颜色；

车辆二次识别模块：接收车牌信息、车型、颜色、品牌等数据，进行深度校验与信息挖掘，实现“从车牌到车辆”的全方位识别。

4 车牌识别技术研究

车牌二次识别是指在车辆识别系统中，对初次识别结果进行复核、校验或补充信息的流程，旨在大幅提升识别准确率，减少因光线、角度、污损等因素导致的误识别。它并非简单的“第二次抓拍”，而是一个基于多源数据比对与深度分析的智能校验机制。传统基于车牌识别技术的停车系统，高位视频在受到角度、光线、天气等影响的时候，常常发生无法准确识别车牌的情况，车牌无法准确识别时，会影响车辆的进出和计费，进而导致停车业务无法正常进行。车牌二次识别服务是对停车系统采集的车牌图片原始数据进行二次校验，并将检验结果返回给停车系统的服务，经过停车系统自身识别和二次识别，可以大幅提升车牌识别的准确率，减少识别错误。

4.1 车牌初次识别技术

通过使用图像处理技术，车牌识别系统可以实现降噪、定位和分割，并使用模式识别技术来实现车牌号的识别。这些功能组成了一个完整的车牌识别装置。当车辆被采集时，它会经过一个感应拍摄点，经由硬触发器触发并进行拍摄，并将采集到的图像送入系统进行预处理。接下来，系统会精确定位车牌的位置，并使用分割技术从中提取出字符。最终，

这些信息就可以用于车牌识别，具体工作原理如下图所示。



图 1 车牌识别工作原理图

当传感器检测到车辆时，它会向摄像头发出指令，从而开始捕捉实时的车辆图像，并将其传输至计算机系统，经过精心的预处理，以便更好地分析和解读；通过进行车辆图像预处理，可以提升捕获图像的对比度并减少图像噪声，对图像边缘进行锐化和模糊增强，从而提升图像的质量，确保后续操作的准确性和便捷性；然后通过分析车辆图像中的灰度变化和车牌区域的独特性质，就可以准确地定位车牌的位置；再然后通过对车牌的字符进行分割，并利用特定的算法识别精确分割的字符范围的每一个 字符。最后经系统的精确匹配，每个字母都被精确地检测出来，从而实现对汽车车牌的准确识别。

4.2 车牌二次识别技术

为提升车牌识别率，车牌二次检测采用 YOLOv7 算法进行车辆和车牌检测。针对夜间环境、角度倾斜、雨雪雾天等多种场景下的车牌识别，对 YOLOv 结合 LPRNet 网络进行改进，通过对低光照度下的车牌进行图像增强，利用双边滤波算法去除背景噪声，保留车牌边缘信息，引入透射变换进行车牌矫正，从而对车牌进行识别，车牌识别效果得到提升。算法基于颜色特征的车牌定位算法首先将车辆图片转换至 HSV 颜色空间，随后利用车牌区域独特的颜色特征进行精准定位车牌区域，但是易受到光照影响。基于数学形态学的车牌定位算法通过结构元素获取图像中的特定形状，再通过数学形态学的基本运算：膨胀、腐蚀、开启和闭合四种操作，去除车牌附近的噪声，从而对车牌进行定位，该方法定位速度较快。利用车牌图像中的字符特性和边缘信息，基于边缘特征的车牌定位算法能够准确确定车牌的位置。在背景复杂的情况下，对车牌进行精准定位是一项极具挑战性的任务。基于遗传算法的车牌定位方法，算法以寻找车牌颜色像素点的最佳阈值为目标，通过选取选择算子、交叉算子和变异算子，执行遗传和变异操作，从而精准定位车牌区域，尽管其全局寻优能力有助于增强车牌区域的识别效果，但相应地，它也可能导致车牌定位的速度有所降低。基于支持向量机的车牌定位算法使用 SVM 分类器对样本进行分类，进而实现车牌定位。基于小波变换的车牌定位算法对车牌图像进行小波变换，将得到的小波低频信息图与原图做差，得到车牌位置的细节信息，再对车牌进行定位，可以降低噪声的影响，但实时性较差。基于神经网络的车牌定位算法通过将车牌图像传入到神经网络中进行训练，网络在学习完成后再对车牌定位。

5 总结与展望

通过车牌二次校验，可将整体车牌识别准确率提升至 99.98% 以上，显著降低“计费错误”事件。二次校验技术不仅校验车牌号，还能识别车辆品牌、子品牌、车身颜色、车型（如轿车、货车）、车内特征（如是否系安全带、是否拨打手机）等，可以自动修正识别错误，构建更完整的“车辆身份档案”，实现停车管理系统的精准计费工作流程。本文主要探讨二次校验技术在停车管理中的使用，该技术可以在更多的场景中进行应用，例如在公安领域中，可与机动车登记数据库比对，实时预警套牌、假牌、遮挡号牌、盗抢车辆、逾期未年检等违法行为。车牌识别技术是一项具有广阔应用场景的研究课题，但在用户隐私等方面需要提高警惕。基于此，在对该技术进行研究与优化时，要注意网络安全和技术稳定性，实现对车牌的有效识别，对视频图像进行实时监测，对所出现的机动车、非机动车与人等图像进行有效提取，进一步提高交通管理的效果。

参考文献

[1] 卢英杰.基于深度学习的路侧停车行为及车牌识别技术研究[D].西安：西安建筑科技大学，2024.

[2] 韩国强.车牌识别技术中去噪与字符识别的算法研究[D].十堰：湖北汽车工业学院，2023.

[3] 刘凌远.基于深度学习的车牌检测与识别[J].现代信息科技，2024(8)：53-57.