

学校编码: 10384

分类号____密级____

学 号: 23020081153260

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

复杂背景下基于显著特征的车牌检测
识别及其应用

Research and Application on License Plate Detection and
Recognition Based on Salient Feature under Complex
Background

许志明

指导教师姓名: 杨 晨 晖 教授

专 业 名 称: 计算机应用技术

论文提交日期: 2011 年 5 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为(多摄像机协同交通违法非现场执法系统)课题的研究成果,获得(科技部中小型科技企业创新基金项目,编号:04C26213510628)和实验室的资助,在(厦门大学计算机应用技术研究所智能信息处理)实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

智能交通系统是计算机视觉的重要应用领域。车牌是交通场景图像中常见的目标类，车牌的检测与识别技术是许多智能视频分析应用系统的基础。在车牌检测与识别的应用工程中，由于受到工程条件的限制，获取的图像中车牌经常置于复杂干扰背景下，并具有不同的位置、大小、方位，甚至扭曲变形或成像模糊，传统的算法难以适应。本文根据应用工程的需要，研究复杂背景下的车牌检测、分割与识别技术，并构造实现了多摄像机协同交通违法非现场执法系统。本文的主要工作包括：

1. 复杂背景下快速车牌定位算法。候选车牌区域的检测定位，在复杂垂直干扰下，容易出现定位不准确和漏检。本文分析比较了近年来提出的性能优良的车牌定位算法，提出一种综合利用显著特征的分层次快速车牌定位算法，它充分利用车牌的纹理特征、色彩特征和形状特征，经过粗定位和细提取，快速准确地定位出车牌所在的位置，并判别出车牌的颜色类型。实验结果表明，对复杂背景下的车牌图像，该算法具有较优的检测准确率和较快的定位速度。

2. 基于纠错调整的车牌字符分割算法。本文在获取车牌的位置与颜色类型的基础上，判断车牌的方位并进行必要的倾斜校正，通过投影和连通性分析去除边框和铆钉干扰，再根据车牌字符构成的先验知识，提出基于第二三字符定位的分割方法，采用全局切分和对错误判断的局部调整策略，逐步逼近优化的分割结果。实验验证了该算法较好的分割准确率。

3. 车牌字符的特征提取与分类器设计。本文改进了 Hausdorff 距离模板匹配算法，并采用 4×4 正则网格简化模板匹配算法。在提取字符的 8×8 笛卡尔网格占空比特征和 12×5 极坐标网格占空比特征之后，构造特征向量和 SVM 分类器。实验结果表明基于 RBF 核的 SVM 分类器有较好的效果。

4. 多摄像机协同交通违法非现场执法系统的设计与实现。以车牌检测与识别技术为基础，设计并实现了超时停车非现场执法的工程应用系统，运行稳定，验证了本文算法的工程实用性。

关键词： 车牌检测；字符分割；字符识别；

厦门大学博硕士学位论文摘要库

ABSTRACT

Intelligent Transport System is one of the most important application fields in computer vision. License plate in traffic scene images is a common target class. License plate detection and recognition is the basis of many intelligent video analysis systems. Because of the limit of environment condition in real project application, license plate in the obtained images is often under complex background which has different location, size and position and may be seriously distorted or burred. Traditional algorithm can not meet these problems. According to the application requirement, this article study license plate detection, character segmentation and character recognition under complex background. We achieved an off-site enforcement system using multiple cameras environment to detect the illegal vehicle behavior. The main contributions of this thesis are as follows:

1. A fast method of license plate location under complex background. For candidate regions of plate detection, we found that when the plate is disturbed by complex upright borderlines, the plate location can be inaccurate or cannot be detected. On the basis of this, a new vehicle license plate location algorithm based on salient feature is introduced. It makes use of the characteristics of texture feature, geometric characteristic and color, after raw location and precise location, and quickly locates the license plate position accurately and distinguishes the color type. Our experiment results show that this algorithm has a fast, efficient performance of locating vehicle license plate under complex background.

2. License plate character segmentation algorithm based on error-adjustment. After getting plate's position and color type, we make necessary slant correction; and remove the interference factors through projection method and connectivity analysis, such as plate border and rivet. According to prior knowledge of constitution of plate characters, we adapt global segmentation and partially adjusted for an error of judgment to split characters accurately, gradually approach optimized segmentation

results. The experiment validates the accuracy and efficiency of the algorithm.

3. License plate character feature extraction and the design of classifier. This thesis analyses and improves the template matching based on HAUSDORFF distance, and use simple template matching algorithm with 4x4 regular grid simple template. After extracting character's feature with 4x4 regular grids and 12x5 grids on polar coordinates, we construct characteristic vector and design letter and number classifier. The experimental results show the algorithm of SVM based on RBF kernel has better effect.

4. Design and implementation of an off-site enforcement system using multiple cameras to detect the vehicles breaking traffic law. On the basis of vehicle license plate detection and recognition technique, we design and implement a time-out parking application system with off-site enforcement. The system runs stable, and shows the validity and practicability of our algorithm.

Keywords: license plate detection; character segmentation; character recognition

目录	
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 研究现状	2
1.2.1 目标类检测与目标识别的研究现状	2
1.2.2 车牌检测与识别的研究现状	3
1.2.3 基于车牌检测与识别的创新应用	4
1.3 论文的主要工作	5
第 2 章 复杂背景下快速车牌定位算法	7
2.1 引言	7
2.2 车牌定位算法	9
2.2.1 车牌显著特征	9
2.2.2 车牌分层次定位算法	10
2.3 图像预处理	10
2.3.1 彩色图像灰度化	11
2.3.2 图像增强	12
2.3.3 竖直边缘提取	14
2.4 候选车牌提取算法	16
2.4.1 背景曲线和噪声滤除	17
2.4.2 滑动窗口法粗定位车牌	19
2.5 改进候选车牌提取算法	20
2.5.1 窗口步长变化搜索法	20
2.5.2 水平扫描法细提取车牌	21
2.5.3 定位算法流程图	23
2.6 车牌区域辨识	24
2.7 实验结果分析	24
2.8 本章小结	28
第 3 章 基于纠错调整的车牌字符分割	29
3.1 引言	29
3.2 预处理	30
3.2.1 阈值化和倾斜校正	30
3.2.2 消除边框和铆钉	31
3.3 基于纠错调整的字符分割算法	32

3.3.1 全局切分.....	33
3.3.2 局部调整.....	33
3.3.3 字符分割算法流程图.....	36
3.4 字符归一化和噪声消除	36
3.5 本章小结	38
第 4 章 车牌字符识别算法	39
4.1 引言.....	39
4.2 特征提取	39
4.2.1 结构特征.....	40
4.2.2 统计特征.....	40
4.2.3 特征选择.....	40
4.3 模板匹配	42
4.3.1 基于改进 Hausdorff 距离的模板匹配识别算法	43
4.3.2 最小距离法.....	44
4.3.3 性能分析.....	44
4.4 统计分类器	45
4.4.1 SVM 原理.....	46
4.4.2 SVM 多类分类.....	49
4.4.3 性能分析.....	50
4.5 本章小结	53
第 5 章 多摄像机协同交通违法非现场执法系统	54
5.1 应用工程设计方案及创新点	54
5.2 系统关键模块	56
5.2.1 车牌识别服务器.....	56
5.2.2 系统客户端.....	57
5.3 应用效果分析	59
第 6 章 总结与展望	60
6.1 工作总结	60
6.2 展望.....	61
参考文献	62
硕士在读期间科研成果介绍	67
致 谢	68

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research Background and Significance	1
1.2 Research Status	2
1.2.1 Object Detection and Recognition Status	2
1.2.2 License Plate Detection and Recognition Status.....	3
1.2.3 Application Innovation.....	4
1.3 Major Work	5
Chapter 2 LP Location Algorithms Under Complex Bckground .	7
2.1 Introduction	7
2.2 License Plate Location Algorithm	9
2.2.1 License Salient Features	9
2.2.2 Fractional Steps License Plate Location	10
2.3 Image Preprocessing	10
2.3.1 Color Image Grayness.....	11
2.3.2 Image Inhancement.....	12
2.3.3 Vertical Edge Extraction	14
2.4 License Plate Candidates Extraction Algorithm	16
2.4.1 Background Curve and Noise Rmoving	17
2.4.2 Sliding Window Analysis Roughly Track.....	19
2.5 Improved License Plate Candidates Extraction Algorithm	20
2.5.1 Sliding Window Variable Steps Searching Algorithm	20
2.5.2 Horizontal Scanning Accurate Extract License Plate	21
2.5.3 Location Algorithm Flow Chart.....	23
2.6 Plate Verification	24
2.7 Experimental Results Analysis	24
2.8 Summary	28
Chapter 3 Characters Segmentation Adjustment Algorithm .	29
3.1 Introduction	29
3.2 Preprocessing	30
3.2.1 Threshold Method and Skew Correction	30
3.2.2 Remove Border and Deniose	31
3.3 Character Segmentation Algorithm	32

3.3.1 Characters Split	33
3.3.2 Partially Adjusted	33
3.3.3 Segmentation Algorithm Flow	36
3.4 Normalize Character	36
3.5 Summary.....	38
Chapter 4 Character Recognition Algorithms	39
4.1 Introduction.....	39
4.2 Feature Extraction	39
4.2.1 Structure Feature	40
4.2.2 Statistic Feature.....	40
4.2.3 Feature Selection.....	40
4.3 Template Matching	42
4.3.1 Based on Hausdorff Distance Character Recognition Algorithm	43
4.3.2 Minimum Distance Method	44
4.3.3 Performance Analysis	44
4.4 Statistic Classifier.....	45
4.4.1 SVM Theory	46
4.4.2 SVM Multi-Class Classification Methods	49
4.4.3 Performance Analysis	50
4.5 Summary.....	53
Chapter 5 LP Detection Recognition Application.....	54
5.1 System Demand Analysis, Difficulty, Design and Innovation.....	54
5.2 System Key Modules.....	56
5.2.1 System Recognition Server.....	56
5.2.2 System Client.....	57
5.3 Application Analysis.....	59
Chapter 6 Conclusion and Prospect	60
6.1 Conclusion	60
6.2 Prospect.....	61
References	62
Publications	67
Acknowledgement	68

第 1 章 绪论

1.1 研究背景和意义

目标类检测与目标识别是计算机视觉的研究难点之一，目前还有很多问题没有很好地解决。目标类检测通常是指从图像或视频中判断是否存在某些指定类型的目标，如人脸、车辆、车牌、行人、自行车、火车、马等；如果存在，有时还需要对这些目标进行定位和分割。目标类检测算法的核心思想是尽量挖掘指定目标类的显著特征，这些特征还需要有较好的类内不变性和类间差异性。目标识别通常是指对目标类内的不同目标个体进行区分识别，如人脸识别、车型识别、车牌识别等，其核心思想是挖掘同一目标类中不同个体之间的差异性特征，在另一层次中进行的对目标个体之间的分类识别。在目标类检测与目标识别方面，已经发展了较为丰富的算法，大多数算法是针对具体应用中的特定目标类。

车牌是交通场景中常见的目标类。车牌检测与识别技术是智能交通系统的基础。车牌检测通常指从图像或视频中判断是否存在车牌；如果存在，还要求定位并分割出车牌图块。车牌检测技术是交通场景理解的基础，具有广阔的应用空间。车牌识别通常是指对车牌区域块进行详细分析，判断车牌类型，识读出车牌号码。车牌识别是识别车辆身份的重要手段，是智能交通管理的基础，具有广阔的应用领域。学术界和产业界在车牌检测与识别方面，已经提出了丰富的算法，但是一般针对较好成像条件下的规范的清晰图像；对于复杂背景下的车牌检测与识别，目前仍存在不少问题。

本文借鉴目标类检测与目标识别的研究方法和研究成果，针对复杂背景下的车牌检测与识别问题，深入研究车牌定位、分割、识别的适应性算法，力求在算法原理上有所改进，在算法实用效果上有所超越，在车牌检测与识别技术的应用方面有所创新。本文提出并实现了基于显著特征的分层次快速车牌定位算法、基于纠错调整的车牌字符分割算法，改进了模板匹配和多类 SVM 分类器的字符识别算法，设计并实现了“多摄像机协同交通违法非现场执法系统”应用工程，用户应用效果表明本文算法具有较好的实用性。

本文的研究工作，将进一步丰富车牌检测与识别技术及其创新应用方面的研

究成果,间接推动智能交通系统的普及运用;本文的部分算法思想和技术应用方案,对其它目标类的检测识别与应用也有一定的借鉴价值。

1.2 研究现状

1.2.1 目标类检测与目标识别的研究现状

目标类检测是当前国际上重要的研究领域和热点问题,已经有许多学者对其进行大量的研究,并且取得了较好的研究成果。Pedro F. Felzenszwal^[2](2010)提出多尺度可变形部分混合模型的目标检测方法,是一种使用部分带标签数据进行可判别训练的新方法,它对多变的目標类有较好的定位检测效果。Dalal-Triggs^[3](2006)提出 HOG 特征,利用该特征进行人的目标检测比之前的其他特征更有效。目标类的检测识别有广泛的应用前景,比如在智能监控系统、增强现实领域和计算机视觉的应用。陈振学^[16](2010)在分析已有车牌定位技术以及目标检测共有特性的基础上,提出了基于视觉显著性的特征选择方法;依据先验样本的统计学习,利用导致最小错误概率判决方法,得到目标的特征显著性分析;根据得到的特征显著性序列,依次赋予特征不同的权值,采用融合的方式得到所需要的车牌区域;他也把基于特征显著方法应用于红外线弱小目标检测中。李欣^[10](2009)根据弱小目标图像的特点,将加权信息熵定义为图像复杂度对图像进行分析处理,使得图像目标区域的信息熵更为突出,并在此基础上,分析了造成不同区域的复杂度大小成因,根据成因提出一种自适应门限的目标检测方法,将复杂背景下的目标图像看作由不同类别物体所构成的图像,于是检测问题就转化为多个类别中寻找目标类别问题。刘建华^[11](2006)从光学角度出发建立背景和目標两种模型,并根据模型构造了分割门限得到检测结果,但对复杂背景的目标检测,仅是从全局角度出发得到分割门限进行图像的分割其效果不理想,而且复杂背景下很难用一个模型进行描述,得到的检测结果不理想。国际上比较出名的竞赛组织 Pattern Analysis, Statistical Modeling and Computational Learning (PASCAL VOC), 每年有开展有关目标类的检测、分类识别的比赛,竞赛的主要目的是识别来自现实场景图片中视觉可见的多目标对象物体,总共挑选 20 种目标类,包括人、动物、车辆和室内的物体。许多研究人员通过此平台广泛研讨并深入研究目标类方面的学

术问题。

目标识别也是当前重要的研究领域，目标识别技术可归为以下几种方法^[46]：基于神经网络和专家系统目标识别方法，模拟人类思维的人工智能方法，它解决了传统识别方法所不能克服的困难，刘怡光^[4] (2003) 综合了神经网络、模糊逻辑和模式识别方法的相关方法对车型进行识别，李德华^[5] (2000) 利用图像的特征点和神经网络对目标进行识别，获得较高的识别率，但是该类方法工程应用实时性欠佳；基于统计模式的方法，主要是利用目标特性的统计分布，依靠目标识别系统大量的训练和基于模式空间距离度量的特征匹配分类技术；基于知识的自动目标识别方法在一定程度上克服了统计模式识别方法的局限性，但存在的问题是可供利用的知识来源和知识的验证很困难，难以适应新场景中的有效知识组织；基于模型自动的方法是将复杂目标识别的样本空间模型化，这些模型提供了样本空间各种变化的特性，利用这些特性和辅助的知识标记模型参数，实现目标的识别；基于多传感器信息融合的方法，是每个传感器先分别进行目标的检测、判别，然后将这些信息送入数据融合单元，最后得到一个综合的判别结果。

1.2.2 车牌检测与识别的研究现状

目前国内外有大量的学者从事车牌检测与识别的研究工作，Ellimna^[8] (1990) 提出了基于纹理定位方法，利用字符的纹理特征定位车牌，对光照不均、牌照倾斜和变形定位较好，但是复杂背景时，很容易把一些纹理分布丰富的非车牌区域也定位进来；Ioannis Giannoukos^[29] (2010) 提出 OCS(Operator Context Scanning) 新算法利用滑动窗口分析方法，对车牌感兴趣区域进行快速扫描，并提出一种车牌新的特有特征，应对环境复杂下的车牌检测；何祥健^[9]等(2006)提出复杂环境下在计算车牌简单统计特征和 Harr-like 特征基础上，设计基于 Harr-like 特征的分类器，能够有效应对光照、色彩、大小和位置的变化，实时的检测出车牌；张数波^[12] (2004) 利用 HSV 颜色模型进行分析，对输入彩色图像进行颜色分类，每一类颜色对应一个灰度级，生成 5 级灰度图，再结合数学形态学、字体颜色统计方法判断车牌位置；童建均^[13] (2005) 对相似字符进行深入的分析，提出子区域的权值模板车牌字符精确判断的方法，它将字符分为六个子区域，不同的相似字符被赋予不同的权重，从而对相似性的字做进一步的判别，以提高整体识别率；

潘翔等^[14]将小波运算方法应用于车牌识别当中,利用小波分析作为工具,分离字符图像水平、垂直等分量信息,根据不同字符信息的相异性,有效的进行字符识别,但是此类方法对相似字符识别较差。孙光民等^[15](2009)提出在复杂背景下的车牌定位与识别算法,预处理阶段采用亮度调节和顶帽变换增强图像边缘,定位阶段采用 Hough 变换和数学形态学方法二值图像,接着利用水平、竖直投影快速定位车牌,具有较强的抗噪声、干扰能力;识别阶段根据 BP 神经网络与 SVM 识别字符各自的优缺点,采取两种混合的解决方案来识别字符。

虽然市场上车牌检测与识别正确率高,有的可达到 95%,甚至是 97%,但是一般针对较好成像条件下的规范的清晰图像,在复杂背景下车牌检测与识别,目前仍存在不少问题。主要是由于以下技术难点:

(1) 复杂的外部环境。采集到的图像中存在类似于车牌字符的广告语、散热器或是车头灯、保险杠和草地树木,及阴天雨天变化,还有白天、晚上不同的光照角度,背景光、拍摄角度方位均造成车牌光照的不均匀,对比度不强,引起车牌定位误判。

(2) 车牌样式多。根据车牌的颜色、规格与适用范围,车牌分为普通车牌、交警车牌和武警车牌、军队车牌、机场车牌等。

(3) 汉字难识别。国内车牌由汉字、字母和数字混合在一起,汉字比较难识别,限制了它的进一步推广应用。

(4) 车牌污损。车牌污染损坏,造成边框和字符不清甚至断裂变形严重,影响定位、字符分割和字符识别性能。

1.2.3 基于车牌检测与识别的创新应用

车牌检测与识别的应用创新有以下:把车牌检测与识别算法应用于多摄像机协同交通违章非现场执法系统中,以车牌检测与识别算法为技术基础,利用摄像机协同方法对高架桥上的违章车辆进行识别抓拍,设计多个摄像机协同抓拍模块,能同时对多个摄像机处理在不同预置位上抓拍,系统减少人力和物力,提高了道路交通的顺畅性;还有应用于高速公路收费监管的应用;智能小区停车场管理的应用,城市道路违章监控管理的应用,检测报警的应用;电子警察应用等,具有广泛的应用前景和 market 价值。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库