

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: X2010221011

UDC_____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于车牌识别的车辆检索系统设计与实现

Design and Implementation of the Vehicle Retrieval System
Based on License Plate Recognition

李 彦

指导教师姓名: 李 翠 华 教 授

专 业 名 称: 计 算 机 技 术

论文提交日期: 2 0 1 4 年 4 月

论文答辩时间: 2 0 1 4 年 月

学位授予日期: 2 0 1 4 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2014年 月

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()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()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

车辆检索是智能交通系统中的重要组成部分之一，而其中最为关键的是如何实现车牌字符的自动识别。本文针对车牌的自动识别和车牌检索系统的构建展开研究，基于车牌自动识别的车辆检索系统有着广泛的社会应用价值以及理论研究价值。

本文对基于 SIFT 的车牌识别方法展开研究，根据实际的车牌识别环境，结合目前目标检测和识别技术的发展，主要做了以下几方面工作：

1、归纳总结现有方法。查阅大量相关文献，对现有的车牌识别方法进行概述，着重介绍了常用的车牌识别方法，超分辨率的图像重建以及 SIFT 特征为本文后续工作的奠定基础。

2、实现了基于 SIFT 的车牌识别方法。首先使用超分辨率方法对待处理图像进行预处理；然后根据车牌的几何结构，实现对车牌的初步定位；最后使用 SIFT 特征匹配的方法将候选区域跟字符库中的模板图像进行匹配，从候选区域中准确定位车牌。而对车牌字符的识别，传统的方法是使用光学字符识别方法，而在本文的工作中，同时使用 SIFT 特征匹配的方法进行字符识别；最后本文通过实验验证了所提出的方法的有效性。

3、实现了基于车牌识别的车牌检索系统。目前在车辆检索和监控系统中，都是基于手动输入车牌字符。而在实际环境中，自动车牌识别有着广泛的应用价值。在本文的工作中，在车牌自动识别的基础上，构建了车辆检索系统，能够智能地对出现的车辆进行自动车牌识别和车辆信息检索，提高了车辆检索和监控软件的效率。

总之，本文在总结现有车牌识别方法的基础上，实现了基于 SIFT 的车牌自动识别方法，同时在此方法的基础上，构建了基于车牌自动识别的车辆检索系统，实验结果表明，本文提出的方法是有效的。

关键字：SIFT 特征，超分辨率，车牌识别，车辆检索系统

Abstract

Vehicle retrieval is an important part of intelligent transportation system. The key technology is automatic license plate recognition. In this paper, we discuss the implement of vehicle retrieval system. There is important theoretical and practical value to carry out research on vehicle retrieval system based on automatic license plate recognition.

Based on a comprehensive survey of the state-of-the-art of object detection and recognition, We focus on the SIFT-based license plate recognition. According to the problems in license plate recognition, we proposed some corresponding solution methods. The major works and contributions are summarized as follows.

1. Summarize existing methods. In this paper, we focus on license plate recognition method, SIFT feature and Super-Resolution image reconstruction. This paper presents the basic idea of common algorithms in details and compares their advantages and disadvantages.

2. An image matching method based on SIFT feature is proposed for license plate recognition. First, the super-resolution method is used; and according the geometry of license plate, the initial locating of the license plate is achieved. Finally, we use SIFT feature matching to best position of the target. About the character recognition, different with traditional method using ORC, we also use image matching method to find the most similar character in the dataset. Experimental results verify that the proposed method is more accurate than existing methods.

3. The implement of license plate recognition based vehicle retrieval system. In many vehicle retrieval and monitoring systems, users need enter the license plate manually. In the work, a vehicle retrieval system based on automatic license plate recognition is built.

In summary, this paper summarizes the existing license plate recognition method.

Automatic license plate recognition is proposed, and on the basis of this method, vehicle retrieval system is constructed. Experimental results show that the proposed effectiveness of the method.

Key words: SIFT feature, Super-resolution, License plate recognition, Vehicle retrieval system

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

摘 要	I
Abstract	III
第一章 绪论	1
1.1 选题背景和研究意义	1
1.2 车牌识别方法概述	3
1.2.1 车牌图像预处理	3
1.2.2 牌照分割方法	4
1.2.3 字符切分和字符识别	5
1.3 本文的研究内容	7
1.4 本文的组织结构	7
第二章 相关研究工作	9
2.1 图像预处理技术	9
2.1.1 图像滤波器	9
2.1.2 边缘检测方法	11
2.2 超分辨率的图像重建技术	14
2.3 SIFT 特征	15
2.4 本章小结	19
第三章 基于 SIFT 匹配的车牌识别方法	20
3.1 引言	20
3.2 基于 SIFT 匹配的车牌识别方法	21
3.2.1 基于插值的超分辨图像重建	21
3.2.2 基于轮廓特征的车牌定位	22
3.2.3 基于 SIFT 匹配的定位验证和字符识别	23
3.3 实验和分析	28
3.3.1 实验平台及数据库	28
3.3.2 实验结果及分析	29

3.4 本章小结	31
第四章 基于牌照自动识别的车牌检索系统	32
4.1 需求说明	32
4.1.1 总体需求	32
4.1.2 功能需求	33
4.1.2 其他需求	34
4.2 系统设计	35
4.2.1 系统总体框架	35
4.2.2 数据库设计	36
4.3 系统实现	38
4.3.1 前台系统实现	38
4.3.2 后台系统实现	40
4.4 本章小结	44
第五章 系统测试	45
5.1 车牌自动识别测试	45
5.2 过车信息查询测试	46
5.3 后台管理系统测试	47
5.3 本章小结	49
第六章 总结与展望	50
6.1 回顾与总结	50
6.2 未来工作展望	50
参考文献	52
附录 攻读学位期间取得的研究成果	56
致谢	57

Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	III
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 State-of-arts of License Plate Recognition	3
1.2.1 License Plate Image Preprocessing	3
1.2.2 License Plate Detection Method	4
1.2.3 Character Segmentation and Recognition	5
1.3 Major Works and Contributions	7
1.4 Structure of This Thesis	7
Chapter 2 Related Works	9
2.1 Image Pre-processing Technology	9
2.1.1 Image Filter	9
2.1.2 Edge Detection Method	11
2.2 Image Super-Resolution Reconstruction	14
2.3 SIFT Feature	15
2.4 Conclusions	19
Chapter 3 Automatic License Plate Recognition based on SIFT matching	20
3.1 Introduction	20
3.2 Automatic License Plate Recognition based on SIFT matching	21
3.2.1 Image Super-Resolution Reconstruction based on Interpolation	21
3.2.2 License Plate Detection based on Shape Feature	22
3.2.3 Detection Verification and Character Recognition based on SIFT Matching	23
3.3 Experiment Result and Analysis	28
3.3.1 Experimental Environment and Dataset	28
3.3.2 Experiment Result and Analysis	29
3.4 Conclusions	31

Chapter 4 The Vehicle Retrieval System based on Automatic License Plate Recognition	32
4.1 Requirements Specifications	32
4.1.1 Overall Requirements	32
4.1.1 Functional Requirements	33
4.1.2 Other Requirements	34
4.2 System Design	35
4.2.1 The Overall Framework of the System	35
4.2.2 Database Design	36
4.3 System Implementation and Test	38
4.3.1 The implement of Foreground System	38
4.3.2 The implement of Background System	40
4.4 Conclusions	44
Chapter 5 System Testing	45
5.1 The Test of Automatic License Plate Recognition	4 错误!未定义书签。
5.2 The Test of Historical Data Query Module	46
5.3 The Test of Background Module	47
5.3 Conclusions	49
Chapter 6 Conclusions and Future Works	50
6.1 Conclusions	50
6.2 Future Works	50
The reference	52
Publications and Others	56
Acknowledgement	57

第一章 绪论

本章首先介绍车牌识别研究的背景和意义，结合当前图像处理、目标识别以及机器学习技术的发展，总结当前主要的车牌识别方法，给出本文的主要工作与组织结构。

1.1 选题背景和研究意义

随着社会经济的发展，工业以及机械化程度的不断提高，整个社会的交通运输需求的持续增加。各类交通运输工具，特别是汽车工业的发展，使得汽车越来越普及。这给人们的生活与工作提供了便利，提高了生活质量和工作效率。但是同时也带来了一系列的交通问题：交通拥堵现象和交通事故频繁发生、出现车辆盗窃、交通违章与车辆套牌等现象。为了解决这些问题，根据当前科学技术的发展，提出了智能交通系统（Intelligent Transportation System， ITS），用于对车辆以及交通进行合理、有效的管理。

车牌识别是 ITS 中的重要组成部分之一，有着广泛的应用场景。车牌识别技术（Vehicle License Plate Recognition， VLPR）是指通过视觉传感器检测受监控路面的车辆并自动提取车辆牌照信息（包括汉字、大写英文字母、阿拉伯数字和车牌颜色等），并且进行相应处理的技术。车牌识别的研究在监测报警、超速违章处罚、车辆出入管理、自动放行、车牌检索以及高速公路收费管理等方面有着广泛的应用；同时其研究涉及计算机视觉、模式识别、机器学习等学科，需要面对这些学科中研究的诸多难点；因此开展此课题的研究有重要的理论意义和广阔的社会应用价值。

1、监控报警：对于一些违规违法的车辆，例如：被通缉的车辆或者已经挂失的车辆、违章欠费车辆、没有年检车辆、肇事逃逸车辆等，只需将其车牌号码输入到车牌识别系统中，系统可以自动安防监控设备的区域进行识别，对所有通过车辆进行车牌识别，并且将号码并与系统中的“黑名单”比对，一旦发现该违

法违规车牌，则立刻发出报警。这种系统与人工方式相比有诸多优势：系统可以全天不间断工作、错误率低；可以用于高速行驶的车辆；在系统工作期间不影响正常交通；相比于人工方式，更不易被司机觉察、保密性高。

2、超速违章处罚：目前的超速违章系统都是在测速设备检测的基础上有人工查看的方式进行超速处罚，然而这种方式费时费力。将车牌识别技术应用到测速系统总，可以实现对超速车辆的自动识别，代替人工干预的方式，实现超速监控真正的自动化处理。同时，根据监控到的数据，可以将超速车牌信息发送到各个监控地区，实现对车辆的实时跟踪。与传统的测速监控方式相比，结合了车牌识别技术的测速监控系统，才能称之为智能监控系统，这种系统可以节省人力，而且安全、高效、隐蔽。

3、出入管理：目前在各个停车场，汽车收费出入口都需要对出入的车辆进行管理，例如记录时间，收费，自动放行等等。车牌识别系统可以通过摄像头采集和识别出车牌号码，与现有的管理系统相结合，如信息采集、自动门和栏杆机的控制设备等，实现车辆的自动管理。同时，车牌识别也可以应用于停车场自动计时收费系统，小区的车辆智能监控系统以及车辆调度系统等。

4、牌照号码自动登记：每天交通监管部门从各个路段的监控设备中采集海量到的车辆图片，目前一般采用人工识别的方式识别，输入到管理系统中。这种处理方式工作量大、费时而且误判率高。而有效的车牌识别技术能够快速的进行自动处理，提高工作效率。

综上所述，车牌识别具有广泛的应用前景。因此，国内外许多研究机构在车牌识别方面进行了深入的研究。从 20 世纪 90 年代初，国外的研究机构就已经开始了对车牌识别的研究，如以色列 Hi-Tech 公司的 See/Car System 系列、新加坡 Optasia 公司的 VLPRS 系列、以及 IBM、Google 等。同时，国内也有许多高校和研究机构投入其中，主要有但不限于：中科院自动化所、哈尔滨工业大学、浙江大学、南京大学、厦门大学等。

车牌识别存在如此巨大的社会应用前景以及众多机构参与其中，但是真实场景中的车牌识别，存在着光照变化、背景变化、视角变化等问题，因此实现一种能适用于在复杂场景的车牌识别系统仍然是一个充满挑战和难点的问题。车牌识

别涉及到图像处理、计算机视觉、模式识别等多学科的知识；涉及到对计算机视觉研究和模式识别研究中许多方面的难点的研究，因此车牌识别的研究有着重大的理论研究价值。

1.2 车牌识别方法概述

一般来说，车牌识别方法包括以下几个步骤，如图 1.1 所示：车辆图像预处理、牌照分割以及字符切分和字符识别。采集车辆图像的环境往往很复杂，受到很多因素影响，如天气，光线等；进而使得采集到的图像不够清晰。为了能够有效地识别车辆和车牌，一般先采用一定的图像预处理对图像进行预处理，以消除对后面识别有影响的各种噪声。牌照定位是指在待处理的图像中将牌照的位置标示出来，当然对于多个车牌，需要能够同时都进行分割。字符切分是将图像中定位的牌照区域中的字符一一切割出来。而字符识别是对切割出来的牌照字符图像进行识别，转化为文本。



图 1.1 车牌识别流程

1.2.1 车牌图像预处理

图像预处理技术不仅仅应用于车牌识别系统中，在一系列与图像分析、图像处理相关的领域中都会涉及到图像的预处理技术；而车牌识别中，主要涉及到的图像预处理技术有对图像进行灰度化、去除图像噪声、进行图像增强等。例如，户外公路、停车场等地方采集图像时，得到的图像容易受环境，如白天和黑夜、光照、气候等因素影响，成像不够清晰，并且有大量的噪声；采用一定的图像预处理技术能够有效对噪声进行去除，增强图像质量，为后续识别提供良好的基础。

正如上面所说，图像在采集量化及传输过程中会伴随着一定的噪声，从而对后面的处理产生影响，而图像中的噪声去除是最常见预处理技术之一。目前主要常见的噪声有：椒盐噪声和高斯噪声。椒盐噪声是指在图像上随机分布的白点或

者黑点；而高斯噪声是指噪声在图像上的分布服从正态分布（也称作高斯分布）。

而为了消除图像上的噪声，一般采用平滑化或滤波操作。平滑和滤波操作的原理是认为图像的信息和噪声处于不同的频率段中，通过低通或者高通滤波器实现对噪声信号的过滤。在信号或图像中，大部分的信息都在幅度谱的低频和中频段，而噪声往往处于高频段，在高频段中，噪声往往会淹没图像信息。因此可以使用一个高频过滤的滤波器减弱图像中的噪声。在设计滤波器时，应遵循以下两条基本原则：一是消除噪声时不能损坏图像的重要信息，如轮廓、边缘等；二是使图像视觉效果变得更好，更清晰。

图像的滤波器有很多种，按照其幅值的计算方式不同，可以分为频域法和空域法两大类。频域法首先对图像进行某种变换，将其转换到频域，如傅里叶变换，余弦变换，在频域内，根据图像的变换系数进行滤波运算，然后再通过逆变换得图像，从而实现图像滤波。而相比于频域法这种间接的滤波方式，空间滤波方法则直接在图像域上进行滤波处理直接。常见的空域滤波器有：中值滤波器^[1]、均值滤波器^[2]、高斯滤波器以及基于这些方法的改进算法^{[3][4]}等。

在图像处理中，滤波操作除了用于噪声消除之外，也可以把图像特征的提取看成是一个滤波的过程。特征提取是根据应用的需要，提取中图像中整体或者局部的信息，用于后续处理。可以把提取看作是对无关信息的过滤处理。同时滤波处理可以用于图像增强。图像增强是指增强图像中的有用信息，改善图像的视觉效果，例如使图像变得更加清晰，扩大图像中不同物体之间的差异，抑制背景区域等。除了图像滤波的方法，对图像进行还有点运算方法和锐化方法。点运算的操作主要有灰度级校正、灰度变化和直方图均衡等，这类方法的目的在于与使得图像成像均匀，或者扩大图像对比度；而图像锐化是为了突出图像边缘轮廓，便于目标识别，主要的方法有：梯度法，边缘检测，以及统计差值法等等。

1.2.2 牌照分割方法

一般地，在车牌识别之前，首先要在待处理图像中进行牌照分割。牌照的快速准确定位是车牌识别中至关重要的一步，然而牌照分割往往受到复杂环境，如噪声、光照变化、视角变化等因素的影响，高效的牌照分割实为不易。近几年来，许多国内外研究者根据不同的应用场景，提出了不同的车牌定位算法，其中比较

经典的算法有：基于颜色特征的方法^[5]、基于轮廓特征的方法^[6]、基于数学形态的方法^[7]等，下面将以上几个方法进行简单的介绍。

基于颜色特征的方法：国内的牌照都是使用固定的颜色搭配，基于颜色特征的方法就是基于牌照这一特点，对车牌进行分析。目前，我国的车牌底色只有是黑、蓝、黄、白这几种，通过有效的颜色分割和定位算法，从而实现快速的牌照分割。Yang等^[8]提出根据车牌底色和字符颜色对车牌进行彩色边缘检测，然后对牌照区域内的字符进行纹理分析，从而进一步定位车牌；张树波等^[9]将图像转换到HSV颜色空间进行分析，从而实现牌照的定位；赵春雪等^[10]采用多层感知器网络进行彩色区域分割，然后通过投影方式分割出目标区域。此外这类方法还有：王枚^[11]、Eun Ryung Lee^[12]和Shyang-Lih Chang^[13]等人的方法。

此类方法一般先对图像进行颜色空间的转换，具有尺度不变性；但其缺点是对背景颜色和光照变化敏感。

基于轮廓特征的方法：车牌的轮廓有着一定的特点，例如牌照的区域都以矩形框的形式出现，牌照中包含大部分的数字边缘。这类方法主要根据牌照和字符的轮廓进行牌照分割。吴舟舟等^[14]提出的方法中使用分级边缘间距进行牌照分割；Draghici^[15]通过灰度对比度的变化确定车牌的候选区域；此外还有郑南宁^[16]、Kamat^[17]等人同样通过轮廓特征定位车牌。这类方法的特点是定位速度比较快，但是检测错误率较高。

基于数学形态的方法：使用数学形态学操作和边缘统计特征进行牌照分割。一般要先对图像进行边缘检测，二值化处理。这类方法中主要有：许礼武等^[18]提出了利用数学形态学方法和小波分解的车牌定位算法；Hsiao-Yun Tseng等^[19]人首先使用灰度化，直方图均衡，边缘检测，黑色像素统计等对待处理图像进行分析，然后应用形态学操作和图像直方图分析来定位牌照区域；zhang等人^[20]通过边缘检测，自适应二值化，形态学闭合操作等进行车牌定位。此外还有Nelson^[21]、Farhad^[22]等人的方法。这类算法适用于背景较简单、无尺度变化等情况，但是其时间复杂度往往较高。

1.2.3 字符切分和字符识别

车牌字符识别是在牌照分割的基础上进行的，与印刷体字符识别、手写体字

符识别类似,受实际环境的影响,采集到的车牌图像中存在噪声、字符断裂、字体模糊、污渍、视角等问题,传统的字符识别方法并不能有效地直接应用到牌照识别中。针对牌照字符的特点,研究者提出了许多的解决方法,一般车牌字符识别分为2个步骤:字符切分和字符识别两个过程。

基于投影分割的方法是字符切分中常用的方法:首先对分割到得牌照区域进行二值化,在行或者列进行投影,得到像素的行分布和列分布;根据分布的峰值进行字符切分。投影分割的方法往往与其他操作相结合,如 Nomura^[23]等将投影分割与数学形态分析相结合,提出了自适应字符分割方法,该方法能在图像质量较差的图像中得到较好的结果; Kim 等^[24]将轮廓分析和跟踪方法与投影方式相结合实现字符的分割。此外,字符切分的方法还有基于连通域分割的方式。

而目前主要的字符识别可以分为三类:基于模板匹配的方法、基于统计分类器的方法以及基于特征点匹配的方法等。

童剑军等^[25]提出了一种“子区域权值模板”的车牌字符识别方法,将牌照分为6个不同的子区域,根据不同的权重进行识别;魏武等^[26]也提出一种基于模板匹配的车牌识别方法;另外马俊莉等^[27]也通过构造字符模板库,将待识别的字符图像于模板库中的标准模板进行匹配,从而实现车牌识别。基于模板匹配的方法主要适用于无旋转,形变,以及尺度变化的字符。

基于统计分类器的方法也是字符识别中常用的方法,如隐马尔科夫随机模型(HMMs)^[28]; SVM^[29]等。随着人工神经网络近些年来被成功应用到模式识别领域,在车牌字符识别中也提出了许多基于人工神经网络的方法;如 Anagnostopoulos 等^{[30][31]}将概率神经网络(PNNs)^[32]应用到车牌识别中,在含有噪声的样本得到了较好的准确率; Lim^[33]、Lee^[34]等通过应用 Kohonen 算法和学习向量量化器来训练神经网络,用于车牌字符识别。

而随着图像处理技术的方法,许多有效的图像局部特征应用到目标识别中。刘维一等^[35]在模板匹配的基础上,根据车牌的特点,提出了特征点匹配的识别方法,根据得到的特征点对各字符的编码; Lee 等^[36]也通过提取灰度图像的字符特征进行字符相似度计算;这类特征点匹配的方法相比模板匹配算法,能更好的获得字符特征,但是其过程相对复杂。本文对于字符的识别也是采用特征点匹配的

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.

厦门大学博硕士学位论文摘要库