**摘要**

车牌识别是指带有车牌的图片经过特定系统的处理以字符形式输出车牌信息，是计算机视觉领域的一部分。本文研究内容的便是实现这样一个系统，主要包括车牌位置检测，字符识别两个部分。OpenCV是一个广受欢迎的开源计算机视觉库，提供了完善的图像处理函数，使用OpenCV可以大大节省开发时间加快开发效率，本系统的便是在OpenCV的基础上进行开发。系统在位置检测与字符分割部分取得了极高的准确度，字符识别部分准确率还有待提高。

**关键字：车牌识别，OpenCV，计算机视觉**

**Abstract**

The license plate recognition is a part of the Computer vision field, which is the image of the license plate which is processed by the special system to output the license plate information. The content of this paper is to realize such a system, mainly including license plate location detection, character recognition two parts. OpenCV is a popular open source computer Vision Library, providing a perfect image processing function, using OPENCV can greatly save development time and speed up development efficiency, this system is based on the OpenCV development. The system obtains the extremely high accuracy in the position detection and the character segmentation part, the character recognition part accuracy rate still needs to improve.

**Keywords: vehicle license plate recognition, OpenCV, computer vision**

# 第1章 前言

## 1.1车牌识别介绍

随着大数据与人工智能领域的发展，计算机视觉技术逐步得到应用，车牌识别作为其中一个炙手可热的应用项目，天生拥有广阔的市场与发展前景，从而吸引了大量企业从事相关研发。

车牌识别一般指车牌识别系统（vehicle license plate recognition，VLPR），即通过摄像头采集车辆信息，通过对视频图像的处理得到车牌信息，从而达到识别车辆的目的，是计算机视频图像识别技术在车辆牌照识别的一种应用。

## 1.2车牌识别应用领域

作为使用最为广泛的交通工具，汽车的身影无处不在，车牌识别的应用同样无处不在，以下例举了几个常见的应用。

不停车电子收费系统（,Electronic Toll Collection，ETC），通过在高速公路出入口安装ETC系统大大加快了车辆通行速度，有效缓解高速公路收费处的拥堵问题，节省大量人力，并能通过系统记录行程信息，便于随时查证。

停车场出入管理系统，传统停车场出入由人工给卡并人工计算停车时间，不仅耗费人力，速度还很慢。应用停车出入管理系统自动识别车辆，配合缴费系统便可以实现无人操作。

超速违章处罚，通过在高速路安装超速监测系统，能够自动监测超速车辆并识别车辆信息，从而加大威慑力减少违法行为。通过遍布的摄像头能够迅速定位犯罪分子的车辆位置加快破案效率。

总之，车牌识别已经成为人类离不开的一项技术，使得车辆的监督管理变得极为便利，因此提高车牌识别的准确率，加快识别速度，降低成本等变得极为重要，虽然这一领域的实际应用已经比较成熟，但依然存在较大的进步空间，依旧存在很大的研究价值，本设计便是本着这样的态度进行研究希望能够理清车牌识别的逻辑并寻求突破。

## 1.3实现方法简介

车牌识别系统的实现主要是两个方面，车牌检测与字符识别。车牌检测即车牌图像定位，在一副完整图像中找到车牌位置并进行分割。车牌检测部分即对分割得到的车牌部分进行字符识别得到车牌号。

车牌图像定位是车牌识别中至关重要的一步，由于字符识别的输入正好是车牌图像定位的输出结果，所以车牌图像定位的准确与否直接关系到最后结果的正确与否，并且需要考虑到周围环境的影响。车牌图像定位主要用到图像变换与图像形态学处理等知识进行处理。对图像进行预处理实现灰度变换以及滤波除去噪声等操作，利用车牌部分明显的方形轮廓作为特征从而实现车牌位置的查找。

车牌识别部分使用K最邻近（K-NearestNeighbor）分类算法，为数据挖掘分类算法中的一种，通过先验知识提取车牌中各个字符特征记录与XML文件中，在识别时提取上一步车牌图像定位得到切割图像的特征进行特征对比，选取与模板特征最邻近的特征群所对应的字符为结果字符。

## 1.4 OpenCV

OpenCV(Open Source Computer Vision Library)是一个广受欢迎的计算机视觉库，由C++编写并提供了Python，Ruby，matlab的接口支持，最开始有因特尔公司出资赞助开发，如今由Willow Garage提供支持。它为图像处理，模式识别，三维重建，物体跟踪，机器学习和线性代数提供了大量的算法。

OpenCV的基本结构主要包括5个模块，以下为其中的四个模块如图2.1所示。



图2.1 OpenCV基本结构

其中CV模块包含基本的图像处理函数与高级的计算机视觉算法，是图像处理的基础。MLL（Machine Learning Library）机器学习库，包含一些机器学习算法以及基于统计的分类和聚类工具。HighGUI则是针对视频图像的读取显示部分的，能够方便地读取与显示视频图像。CXCORE包含了OpenCV基本的数据结构，动态数据库，绘图函数，数组操作相关函数，辅助功能与系统函数的宏。图中没有包含第五个模块CnAux模块，该模块一一般存放一些即将被淘汰的算法。

OpenCV出现至今已经更新了多个版本，本实验采用OpenCV3.0进行操作，相对于OpenCV2.X大体保留了OpenCV2经典的C++和Python编程接口风格，添加了Python3.X的支持，优化了Java的支持，并新接入了MATLAB的支持。对架构进行了调整，添加了新的算法，新版本包括了TLD，鱼眼镜头模型等全新算法。还包括更高层次的高级封装，比如汽车检测等。优化了更多指令集，除了对Intel平台的cpu进行了优化，还添加了对ARM平台指令集的支持，加快了处理的速度。

## 1.4 开发环境

本设计采用的开发工具为Visual Studio2012，以下简称VS。VS是微软公司推出的开发工具集，所编写的代码适用于Windows所有平台，具有极其完善的功能，包括了整个软件生命周期中所需要的大部分工具。

# 第2章 方案论证

## 2.1 车牌定位方案论证

### 2.1.1 基于车牌颜色分布的定位方法

由于汽车车牌颜色对比度很高且颜色固定，所以可以通过检测车牌颜色的方法定位车牌。基于车牌颜色的方法定位车牌的方法采用区域生长法对彩色图像进行分割，根据车牌的外部特性初步确定车牌的候选区域，再利用车牌背景以及字符颜色的差异实现对位置的确定。

获取的汽车图像大多是RGB格式，处理起来比较麻烦，所以需要将图片从RGB空间转换到HSV空间。在HSV空间中只需要色度（Hue）和饱和度（Saturation）两个分量便可以对车牌颜色分布进行计算。基于车牌颜色分布的定位流程如图2.1所示。



图2.1 基于车牌颜色分布定位流程

此方法减少了车牌的漏检情况，在车牌倾斜情况下也有很高的检测准确度，提高了检测的准确性与稳定性。但是不适合极端天气下的检测，在车牌与背景对比度较低的情况下检测的准确性与速度都有所下降，而且由于车牌的颜色不一致，比如小轿车是蓝色背景，货车是黄色背景，除此之外还有很多其它不同的车牌，所以情况较多加大了检测的难度。

### 2.1.2 基于Radon变换的车牌定位方法

Radon变换在数学上指一种积分变换，在图像处理领域主要用于对倾斜的图象进行复原。现实生活中车牌都是矩形的，拥有固定不变的形状，边缘检测后车牌的长宽相对集中，其中长宽之间的距离相对固定，边缘都由一定比例的线段组成。但由于拍摄角度的原因，导致成像后的车牌发生变形扭曲，与固定的特征不符，基于Radon的变换算法使将图像在各个方向进行投影计算，通过对投影结果的分析确定图像的偏移角度，从而对图像进行旋转，拉伸，变形，使之成为矩形或者近似矩形。基于Radon变换的车牌定位方法流程如图2.2所示。



图2.2 基于Radon变换的车牌定位流程图

### 2.1.3 基于边缘检测的车牌定位方法

边缘即为灰度图像中灰度值发生急剧变化的区域边缘，是图像的基本特征，车牌区域边缘特征信息丰富，所以通过边缘检测能够准确地检测到车牌区域，是车牌图像定位的有效方法和重要手段。边缘检测指通过采用某种算子来提取图像中的物体与边缘交界部分的方法，常见的算子有sobel算子，拉普拉斯边缘检测算子，prewitt算子，roberts算子等。

边缘检测的基本方法是利用边缘部分与背景具有较大的对比度，即差分值较大，通过检测发现当前点在临近区域为局部最大值且差值大于所规定的阈值，则判定当前点为边界点，众多点连在一起便形成了物体边缘的轮廓。车牌边缘检测便是通过这样的原理找到车牌位置，实现定位。其实现的流程如图2.3所示。.



图2.3 基于边缘检测的车牌定位流程图

此方法检测速度快，精准度与效率高，且对噪声有很好的适应能力，所以适用范围广，对于一张图片中有多个车牌的情况有也有很好的效果。但是对于车牌破损，边缘有污渍的车辆检测效果大大下降，对于背景复杂的情况，可能存在有类似于车牌的边缘，错把一些具有类似性质的其他标志物当做车牌导致定位错误。

## 2.2 字符识别方案论证

### 2.2.1 基于神经网络的字符识别

作为机器学习中的热门算法，神经网络模拟人类大脑的工作原理，以神经元为基本单位建立复杂的神经网络系统。人工神经网络结构如图2.4所示，由细胞体，树突，轴突构成的细胞体组成。

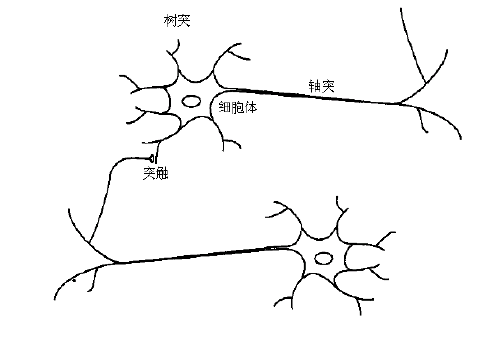


图2.4 神经网络结构

抽象后的神经元数学模型如图2.5所示，输入信号P经过w的加权后进过累加器与b相加，进过函数f的处理最终输出a。图2.5表示的为单层神经网络模型，实际运用中常常使用单层神经网络的级联形式即多层神经网络模型。

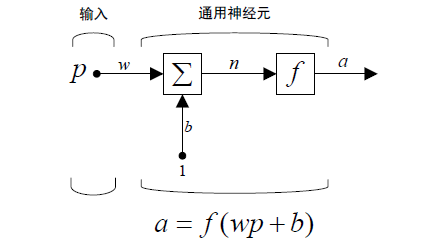


图2.5 神经元数学模型

多层神经网络分为三层，输入层，隐含层，输出层。通常来说，隐含层层数越多，神经网络的分析能力越强，训练的数据也更多，多层神经网络模型如图2.6所示。神经网络的训练即为对模型中各个参数的不断修正的过程，首先批量输入学习样本并对输入量进行归一化处理，并对最大训练次数，学习精度，隐含层节点数，初始权值，阈值，学习速率进行初始化，然后计算各层已经最后的输出情况，计算输出层误差从而作为反馈对参数进行调整直到误差减小到允许的范围。

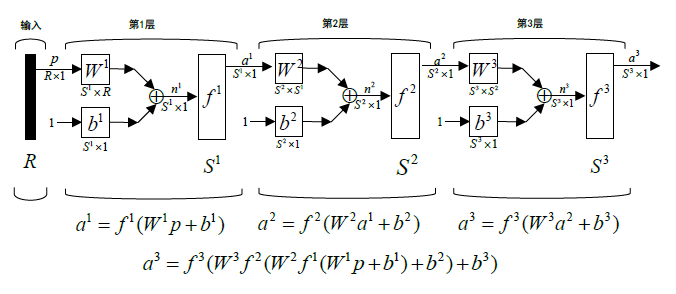


图2.6 多层神经网络模型

### 2.2.2 基于KNN最邻近算法的字符识别

KNN（K-Nearest Neighbor）属于非参数方法，在非参数估计（nonparametric estimation）中，我们只假设相似的输入具有相似的输出，这是一种合理的假设：世界是平稳的，并且无论密度，判别式还是回归函数都是缓慢地变化。KNN算法则是这种思想的具体体现，通过计算判定样本与训练样本集的距离，在指定距离内涵盖最多样本所属的类别即为需要判定样本所属类别，如图2.7所示选取k值，计算以欧氏距离k为半径的圆内其他类别的个数，图中中心小红点以k为半径的圆内三角形个数最多，则判定中心小红点为三角形。



图2.7 KNN示意图

KNN算法为惰性算法，不需要和神经网络一样训练参数得到判别函数，而是直接将训练集记录下来在判别的时候依次比较，所以此算法的训练成本较低，但是在数据量很大的时候使用knn算法有很大的计算量，所以一般用在训练量不大的地方。KNN算法可以归纳为以下几步：

1. 选择邻近的数量K和距离度量方法。
2. 找到待分类样本的K个最近邻居。
3. 根据最邻近的类标进行多数投票。

## 2.3 方案比较与选择

通过对以上主流车牌方法识别的研究学习，发现各种方法均有相应的优点与缺点，考虑到车牌普遍拥有一样的方形结构并且车牌内有比较规律的字符，所以最终决定采用基于轮廓提取的定位方法查找车牌的位置。本次车牌识别主要对象限于只有字母与数字的车牌，所以仅有26个字母与10个数字，也就是在36个类别中进行匹配，所以类别并不是很多，若采用神经网络的方法进行识别会加大训练难度，所以最终选择了KNN算法实现车牌字符识别。综上，最终选择的方案为轮廓提取+K-邻近算法。

# 第3章 车牌位置检测

## 3.1 图像预处理

## 3.2 轮廓提取

## 3.3 轮廓分组与判定

# 第4章 基于KNN的字符识别

## 4.1 KNN简介

## 4.2 字符预处理

## 4.3 样本训练

## 4.4 KNN算法的字符识别

# 第5章 系统功能、指标参数

# 第6章 总结与展望

# 谢辞

# 参考文献