

# 基于卷积神经网络的交通标志识别系统设计

王楠 李智慧

河南工业大学信息科学与工程学院

DOI:10.12238/acair.v2i3.8612

**[摘要]** 论文设计了一种基于卷积神经网络的交通标志识别系统。该系统使用了深度学习中的卷积神经网络实现交通标志图像识别,能够对交通标志进行精确识别,并且提供了用户交互界面。本文的研究重点在于交通标志识别算法的实现及优化和系统精确度的提高。首先,对数据集里的样本数据进行数据处理,包括去雾处理、归一化、数据增强等,以确保识别结果没有偏向性。其次,构建一个基于卷积神经网络的交通标志识别模型,该模型采用VGG网络,可以自动提取交通标志的特征,在数据集上进行大量训练,以确保模型的准确性和泛化能力,并保存训练模型。然后,基于PyQt5设计了GUI界面,使用户可以直观的看到识别的结果,提高了用户的交互性。最后,对系统的性能进行了深入分析,并讨论了可能的改进方向,以进一步优化系统的性能和准确率、实时性。实验结果表明,本文设计的交通标志识别系统具有较高的准确率和较低的损失值,证明了其在实际应用中的可行性和有效性。

**[关键词]** 卷积神经网络; 交通标志识别系统; 准确率

**中图分类号:** U491.5+2 **文献标识码:** A

## Design of traffic sign recognition system based on convolutional neural network

Nan Wang Zhihui Li

School of Information Science and Engineering, Henan University of Technology

**[Abstract]** This paper designs a traffic sign recognition system based on convolutional neural network. The system uses convolutional neural network in deep learning to realize image recognition of traffic signs, which can identify traffic signs accurately and provide user interaction interface. This paper focuses on the realization and optimization of traffic sign recognition algorithm and the improvement of system accuracy. First of all, the sample data in the data set is processed, including de-fogging, normalization, data enhancement, etc., to ensure that the identification results are not biased. Secondly, a traffic sign recognition model based on convolutional neural network is constructed. This model adopts VGG network, which can automatically extract the features of traffic signs, conduct a lot of training on the data set, and ensure the accuracy and generalization ability of the model, and save the training model. Then, based on PyQt5, the GUI interface is designed, so that the user can see the result of recognition intuitively and improve the user's interactivity. Finally, the performance of the system is deeply analyzed, and the possible improvement direction is discussed to further optimize the performance, accuracy and real-time performance of the system. The experimental results show that the traffic sign recognition system designed in this paper has higher accuracy and lower loss value, which proves its feasibility and effectiveness in practical application.

**[Key word]** Convolutional neural network; Traffic sign recognition system; Accuracy rate

### 引言

近年来,随着中国经济迅速发展,城镇化和机动化进程加速,城市交通需求大幅增长。私人汽车激增导致了交通拥堵,引发安全问题。为应对此挑战,驾驶员辅助系统(DAS)备受关注<sup>[1]</sup>。交通标志识别成为研究热点,主要分为传统方法和深度学习方法,其中深度学习是现在的交通标志识别的主要算法<sup>[2]</sup>。交通标志

识别是驾驶员辅助系统的重要组成部分,是感知环节的一部分<sup>[3]</sup>。利用计算机对交通标志进行检测和识别,可以更加快速、精准地发现交通标志的存在,而且不会因为疲劳等原因,导致错过交通标志,大大的提高了交通的安全性,减少了交通事故的发生几率。同时可以帮助驾驶员准确的识别交通标志并及时做出反应,不仅提高了安全性,而且还有有效的缓解驾驶员在陌生道路

上的紧张感,提高了驾驶的舒适性,减少了交通压力。在论文中,主要研究内容是对交通标志识别算法的构建,目的是提高交通标志识别的精确度。在Python环境下,在TensorFlow框架下对卷积神经网络模型进行可视化处理及评估。

### 1 基于卷积神经网络的交通标志识别系统设计

基于卷积神经网络的交通标志识别系统是利用VGG网络模型对交通标志进行特征提取和对比识别,该方法与传统的交通标志识别方法相比,有更好的准确率、鲁棒性和抗干扰性<sup>[4]</sup>。

在该系统中对数据集的处理。首先,对数据集进行筛选,选出符合中国实际和系统目的的数据集;其次,读取数据集中图像及对应标签储存在代码对应文件中;最后,对数据集中图像数据进行划分和预处理,等待卷积神经网络的训练。

在交通标志识别系统中对卷积神经网络模型进行构建与训练。首先,选择模型(本文使用VGG模型),根据模型特点对模型进行具体的构建与设计;其次,将处理好的数据集导入模型中进行模型训练;然后,对训练好的模型进行模型效果评估;最后,使用训练好的模型对测试集样本进行样本预测。

对上述系统流程架构的概述如图1所示。

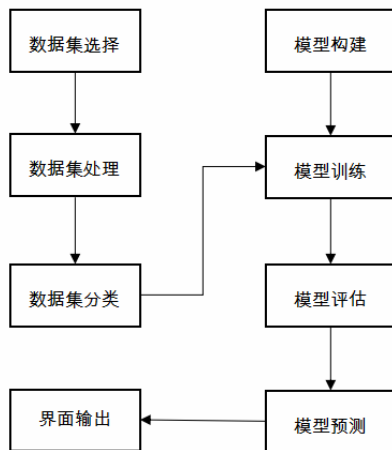


图1 交通标志识别流程

#### 1.1 数据集选择与处理

考虑到国与国之间交通标志的差异<sup>[5]</sup>,采用当下国内最受欢迎的交通标志数据集之一: Chinese Traffic Sign Database (CTSDB)中的TSRD作为本次系统的数据集。TSRD数据集中包含了6164张图片,分为了58个类别。数据集还分了两个文件夹: train、test,分别用于训练以及测试模块。其中训练集数据库包含了4170张图片,测试集数据库包含了1994张图片。并且TSRD数据集的所有图像都标注了标志和类别的四个对应项<sup>[6]</sup>。从图2.1中可以看出该数据集中包括了光照、雾气、角度、远近等现实场景下的交通标志图像,具有现实意义。

根据对数据集的观察做出以下设计:首先,判断数据集样本数;然后,对于样本数大于30的类别选择前10个样本移动到测试集中,样本数少于30的类别选择前2个样本移动到测试集中。每个种类的样本为一个文件夹,命名为000,001...,依此类推。



图2.1 TSRD数据集

#### 1.2 模型设计

本次系统并没有采用已有的VGG16、VGG19模型,而是根据VGG模型的特点进行自定义VGG模型,在更好的理解深度学习模型原理的同时,还可以让模型更加契合系统的设计,更具有灵活性。

根据VGG模型的特点,自定义了一个VGG模型。首先,需要判断数据类型是channels\_first还是channels\_last,根据数据类型进行图像通道维度的调整,保证模型输入数据与数据格式相匹配,避免在训练或推理过程中出现数据不匹配的错误;其次,构建多个卷积层和池化层来提取特征。

然后,通过展平层将输入数据从多维的形状转换为一维的形状,以便作为全连接层的输入;最后,通过全连接层和激活函数层,使用激活函数softmax,构建完整的神经网络结构并引入非线性变换,从而增强神经网络的表达能力和学习能力,提高了模型的准确性和泛化性。

#### 1.3 模型训练

通过自定义的VGG模型进行训练,代码train模块分为三个主要函数,分别是:参数解析器args\_parse、加载数据load\_data、训练函数train。

首先,利用参数解析器args\_parse对参数进行解析,对从命令行或者其他途径获取用户提供的参数,并将这些参数解析成系统中可以直接使用的形式,方便后面代码直接引用。然后,利用load\_data加载数据集获取data/train中所有图像路径,并对图像路径进行随机打乱,按照打乱后的顺序依次对图像进行缩放、转换为数组,并且将图像数组添加到数据列表中,同时提取图像路径中的类别信息作为标签,并将标签转换为one-hot编码形式存入标签列表。最后,在train函数中,首先通过自定义VGG模型构建网络,然后使用Adam优化器编译模型,指定损失函数为分类交叉熵,定义训练过程并保存训练历史数据,最后保存训练好的模型并绘制训练过程中的损失和准确率曲线。

#### 1.4 系统预测

经过训练模块train后保存训练好的交通标志模型为

traffic.model, 根据该模型进行对交通标志识别的结果预测。首先, 加载预训练的交通标志模型traffic.model; 其次, 对输入的图片进行预处理, 比如去雾处理, 大小调整, 归一化等; 然后, 使用模型对交通标志进行识别并分析出识别结果; 最后, 输出带有识别结果的交通标志图。带有识别结果的交通标志图是通过函数addText实现, 输入为一张图像和要添加的文字内容及行数, 输出为添加文字后的图像, 方便用户查看和理解识别结果。首先, 需要将图片转为RGB; 其次, 创建一个可以在图像上绘制的对象; 然后设置参数, 定义字体样式和指定位置; 最后, 将图片转回BGR图片、ndarray格式, 并输出添加文字后的图片。添加文字函数addText的结果如图2.2所示。



图2.2 添加文字后的图片

### 1.5 系统界面设计



图2.3 系统运行图

根据预测板块结果设计一个用户界面来方便用户的使用, 让用户可以看到直观的显示结果。该界面主要是对图像进行加载选择、识别, 让用户可以一键操作。首先, 设计一个基于PyQt5的交通标志识别系统的用户界面设计部分: gui板块。设置初始

化窗口和界面元素, 包括设置窗口标题、按钮点击事件的连接以及其他相关的初始设置, 同时为了美观和方便用户使用, 利用center将界面处于屏幕中间的位置。调用predict模块的识别结果, 显示到用户界面上来, 使用户可以在界面上操作并看到识别结果。然后, 设置main模块实现应用程序的初始化和运行部分, 创建应用对象, 并实例化 MyMainWindow, 最后通过app.exec\_()启动应用程序的事件循环, 使得应用程序能够不断接收并处理用户的操作, 完成界面的正常运行, 不用识别一次就要重新运行, 只要不接收到结束的命令, 就可以一直运行识别下去。运行界面如图2.3所示。

## 2 结论

随着城市交通智能化日益普及, 交通标志识别系统的研究和应用愈发的重要。本文研究了基于卷积神经网络的交通标志识别系统, 经过实验结果表明, 该系统具有高精度性, 为防止城市交通事故的发生和提高城市交通智能化提供了有力的支持。

虽然交通标志识别系统已经取得了较好的准确率, 但是还达不到商用的标准。目前交通标志识别系统还不能实时捕捉交通标志信息, 应该引入更加先进的传感器技术和数据处理方法, 实现对交通标志信息的实时捕捉和处理。例如, 可以利用高速摄像头或激光雷达等传感器实时获取道路上的交通标志信息, 并结合实时地图数据进行识别和检测, 从而实现对交通标志的实时监测和提醒。深度学习领域发展迅速, 涌现出了许多新的模型和架构, 如Transformer、BERT等。我们计划将这些先进的模型和架构与当前系统进行结合, 探索更加高效和精确的交通标志识别方法。

本科教育教学改革研究与实践项目资助(项目号: xxxxy2023007)。

## [参考文献]

- [1]肖艳秋, 杜江恒, 闻萌莎. 基于颜色特征和改进支持向量机算法的交通标志检测与识别[J]. 轻工学报, 2018, 33(03): 57-65.
- [2]杨琳琳, 王建坤, 别书凡, 等. 基于计算机视觉的玉米叶片表型检测方法研究[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(16): 195-202.
- [3]王靖逸, 刘树惠. 基于改进YOLOv4的交通标志识别方法[J]. 电子设计工程, 2022, 30(18): 184-188.
- [4]付健, 薛新宇, 孙竹, 等. 油菜地块边界提取研究[J]. 中国农机化学报, 2023, 44(04): 137-144.
- [5]童英. 道路前方交通标志识别算法研究[D]. 安徽工程大学, 2019.
- [6]田晟, 宋霖. 基于CNN和Bagging集成的交通标志识别[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2022, 40(04): 35-46.

## 作者简介:

王楠(2001--), 女, 汉族, 河南人, 本科在读, 研究方向: 图像识别。