

基于OpenCV的车辆检测与识别系统设计与研究

熊少军, 冯 晔

武汉商学院信息工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2024年5月22日; 录用日期: 2024年6月21日; 发布日期: 2024年6月28日

摘 要

本文主要探讨了利用OpenCV库实现的车辆检测与识别技术。文章首先概述了车辆检测和识别的关键技术及其基本运作机制, 并给出了系统的总体架构。在车辆检测模块中, 采用了基于OpenCV的图像预处理实验。在车辆识别模块中, 使用了基于卷积神经网络的车辆识别算法, 通过深度学习自动提取图像特征, 提高车辆检测与识别的准确率。本研究在结论部分总结了研究成果, 并针对未来的研究提出了展望。这一研究为车辆检测和识别技术领域带来了创新的观点和方法。

关键词

车辆检测, 车辆识别, 卷积神经网络, OpenCV

Design and Research of Vehicle Detection and Recognition System Based on OpenCV

Shaojun Xiong, Ye Feng

School of Information Engineering, Wuhan Business University, Wuhan Hubei

Received: May 22nd, 2024; accepted: Jun. 21st, 2024; published: Jun. 28th, 2024

Abstract

This paper mainly discusses the use of OpenCV library to achieve vehicle detection and recognition technology. In this paper, the key technology and basic operation mechanism of vehicle detection and recognition are summarized, and the overall architecture of the system is given. In the vehicle detection module, OpenCV-based image preprocessing experiments are used. In the vehicle recognition module, the vehicle recognition algorithm based on convolutional neural network is used, and this study summarizes the research results in the conclusion section and puts

forward an outlook for future research. This research brings innovative perspectives and methods to the field of vehicle detection and recognition technology.

Keywords

Vehicle Detection, Vehicle Recognition, Convolutional Neural Networks, OpenCV

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着汽车产业的快速发展,城市交通日益拥堵,道路安全问题也日益凸显。如何有效地监控和管理交通流,成为了社会关注的热点问题。传统的车辆检测与识别方法主要依赖人工视觉,不仅耗时耗力,而且准确性较低[1]。随着计算机视觉技术的不断进步,尤其是深度学习技术的兴起,基于 OpenCV 的车辆检测与识别技术得到了广泛的应用。

在此背景下,本文设计了一种基于 OpenCV 的车辆检测与识别系统。该系统利用 OpenCV 库实现图像处理,并且引入卷积神经网络提升车辆识别的准确性和鲁棒性。实现目标车辆的精准检测与识别精度,实现目标车辆精准画像。

在我国,研究车辆检测与识别技术不仅有助于交通管理部门实时监控道路交通情况,而且为 L2 级别以上的自动辅助驾驶技术提供车辆大模型数据支撑。此外,该技术还可广泛应用于车辆画像、车辆追踪、车辆行为分析等多个新兴领域,是人工智能物联网技术在智慧交通方面的典型应用,具有广阔社会价值与实际意义。

2. 国内外研究现状

随着深度学习技术的发展,基于 OpenCV 的车辆检测与识别系统在交通安全和交通控制具有非常重要的理论意义和实用价值[2]。

在国际上,许多研究团队通过深度学习模型,通过运用卷积神经网络(CNN)和残差网络(ResNet)架构,本研究构建了一个车辆检测与识别系统,该系统能够在多变的环境条件下准确辨别多种车辆类型。此外,通过网络结构的精细化和训练过程的优化,系统在速度和识别精度上都得到了显著提升。

国内方面,高校的研究团队也在这一领域做出了贡献。他们不仅关注车辆检测与识别的理论研究,还致力于将研究成果应用于智能交通系统和自动驾驶领域。清华大学的研究人员利用深度学习技术,提出了一种新型的车辆检测算法,该算法能够有效处理光照变化和遮挡问题,提高了车辆检测的准确率和鲁棒性。

尽管车辆检测与识别技术已经取得了明显的进步,但它仍然需要面对一些挑战,例如在极端气候条件下保持高检测精度、确保系统的实时性,以及提高对小型车辆和非标准化车辆的识别能力。因此,未来的研究需要进一步探索更加高效和准确的车辆检测与识别算法,同时也需要考虑算法的实时性和资源消耗,以满足实际应用场​​景的需求[3]。

3. 车辆检测与识别系统的工作原理

车辆检测与识别系统主要基于计算机视觉,它通过处理和分析捕获的图像或视频流,来自动完成车

辆的检测和识别工作。系统核心功能在于能够准确快速地从大量数据中提取出有关车辆的信息, 并将其分类或标记[4]。

车辆检测与识别系统的工作流程包括以下步骤:

1) 图像预处理: 对输入图像执行去噪和增强等处理步骤, 旨在为后续步骤提供更清晰、更易于分析的图像。

2) 特征提取: 从经过预处理的图像中提取关键特征。特征提取可以是基于深度学习算法, 如卷积神经网络(CNN)获得的模式特征。

3) 分类器构建: 利用提取的特征, 构建一个分类器, 其作用是判断图像中是否存在车辆以及车辆的种类。常用的分类算法包括支持向量机(SVM)、决策树和随机森林等。

4) 车辆识别: 在车辆检测的基础上, 进一步对车辆进行识别, 包括车牌号识别、车型识别等。

车辆检测与识别的准确率不仅受到特征提取质量的影响, 还与所选用的分类器密切相关, 优化特征提取和分类器的参数配置是提高系统性能的关键。各步骤及操作见表 1。

Table 1. Vehicle detection and recognition

表 1. 车辆检测与识别

步骤	操作	结果输出
图像预处理	去噪、增强	清晰图像
特征提取	HOG + SVM	特征向量
分类器设计	SVM、决策树	分类结果
车辆识别	车牌识别、车型识别	识别结果

在实际应用中, 系统的设计和实现需要考虑到多种因素, 如环境光照条件、车辆的尺寸和角度、遮挡情况等, 这些都会对车辆检测与识别的准确性产生影响。因此, 系统设计时还需要进行大量的实验和测试, 以确保其在各种条件下都能稳定运行。

通过不断地优化算法和调整参数, 车辆检测与识别系统的性能将得到显著提升, 从而更好地满足实际应用的需求。

4. 基于 OpenCV 的图像预处理

在进行车辆检测之前, 对输入的图像进行预处理是至关重要的[5]。通过预处理提高质量, 减少后续处理步骤中的噪声干扰, 从而提升整个系统的准确率和鲁棒性。

1) 灰度转换: 作为预处理阶段的首要步骤, 将彩色图像转换成灰度图像。通过将每个像素的颜色信息缩减为一个灰度值来表示, 计算公式如(1)所示。

$$I_{gray} = 0.299 \times I_R + 0.587 \times I_G + 0.114 \times I_B \quad (1)$$

其中, I_R 、 I_G 和 I_B 分别代表红、绿、蓝三个颜色通道的强度值, I_{gray} 为转换后像素点的灰度值。

2) 噪声消除: 为了降低图像噪声的影响, 采用各类滤波算法进行噪声处理是关键步骤之一。例如, 应用高斯滤波器可以对图像进行平滑化处理, 从而有效减少噪声干扰。计算公式如(2)所示。

$$I_{filtered} = G(I, \sigma) \quad (2)$$

其中, G 表示高斯函数, σ 表示高斯核的标准差。

3) 边缘检测: 作为关键的预处理环节, 边缘检测有助于提取图像中物体的边界。Canny 算法是一种普遍应用于边缘识别的算法。计算公式如(3)所示。

$$E = |A_1 \times G_x - A_2 \times G_y| + |A_1 \times G_y + A_2 \times G_x| \quad (3)$$

其中, A_1 和 A_2 是梯度近似函数, G_x 和 G_y 是在水平和垂直方向上应用的高斯滤波器, E 是最终的边缘图像。通过上述预处理步骤, 实现采集数据的预处理。

5. 基于卷积神经网络的车辆识别算法

卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)是深度学习中的一种典型算法, 具有表征学习能力, CNN 通过自动提取图像特征来实现高效准确的图像识别, 主要步骤如下:

1) 数据收集与预处理

收集包含各种类型车辆的图像数据, 确保数据多样性以覆盖不同的车辆模型、颜色、光照条件等, 使用图像处理工具或算法从原始图像中裁剪出车辆的图像, 将裁剪后的图像调整到统一的尺寸, 并且将图像像素值缩放到 0~1 范围内。

2) 构建 CNN 模型

通过构建适合车辆识别的 CNN 基础架构 LeNet-5, 然后根据车辆识别任务的需求, 对基础模型进行调整, 增加卷积层、改变卷积核大小等。

3) 模型训练

应用合适的交叉熵损失函数, 用于训练过程中的误差计算。接着运用优化算法 Adam 等优化器, 及时更新网络权重。使用训练数据集进行模型训练, 通过反向传播算法不断优化网络参数。

4) 数据增强

对训练图像进行旋转、翻转、缩放等变换, 增加数据多样性, 然后使用随机裁剪、颜色抖动等数据增强技术, 进一步丰富训练数据。

5) 超参数调优

通过调整合适的学习率, 在训练过程中动态调优, 根据需要增加或减少卷积层、池化层或全连接层, 接着应用如 Dropout、L2 正则化等方式, 防止模型过拟合。

使用改进的 LeNet-5 模型进行车辆识别的实验结果见表 2。

Table 2. Experimental results of vehicle simulation recognition

表 2. 车辆模拟识别实验结果

序号	数据集	预处理方法	训练迭代次数	识别准确率(%)
1	城市道路	裁剪、缩放、归一化	20,000	94.3
2	城郊结合道路	裁剪、缩放、归一化	20,000	89.5
3	郊外道路	裁剪、缩放、归一化	20,000	91.6

从表 2 可以看出, 在城市道路数据集上, 经过预处理和 20,000 次迭代训练后, 模型的识别准确率达到到了 94.3%; 而在城郊结合道路数据集上, 准确率稍低, 为 89.5%, 郊外道路准确率达到到了 91.6%。这说明模型具有较好的泛化能力。根据实际应用场景, 算法任然需要进行参数优化和调整。

6. 总结

本研究围绕基于 OpenCV 的车辆检测与识别系统设计与研究展开了深入探讨。通过对引言部分的阐述, 为后续研究奠定了坚实的基础。接着介绍了车辆检测与识别的系统工作原理, 并提出了车辆检测与识别系统的总体架构。

在车辆的图像检测设计方面, 本文深入探讨了目前主流的算法及工作原理, 通过基于 OpenCV 的图像算法运用到车辆图像检测中, 并对车辆运动目标进行较精准的图像检测, 具有一定的理论研究价值与实际意义。在车辆目标识别的设计方面, 本文重点研究基于卷积神经网络(CNN)的车辆识别算法。卷积神经网络因其强大的特征学习和分类能力, 能够实现对不同类型车辆的准确识别, 与传统的基于手工特征的车辆识别方法相比, 基于 CNN 的算法能够提供更高的识别准确率和更好的泛化能力。通过这两个模块设计, 本文探索构建一个完整且高效的车辆检测与识别系统, 旨在通过深度学习技术实现更加精准的车辆识别, 提高目标车辆识别的准确率。

基金项目

武汉商学院校级科学研究项目(名称: 基于蓝牙的近距离端间接触频度采集应用研究, 编号: 2023KYCXY001)。武汉市市属高校教研课题(名称: 基于校企合作的面向解决复杂工程问题能力培养的《数据库原理》案例库建设, 编号: 2021022)。

参考文献

- [1] 王艳红. 基于 OpenCV 的运动目标检测与跟踪算法的研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2014.
- [2] 詹群峰. 基于 OpenCV 的视频道路车辆检测与跟踪[D]: [硕士学位论文]. 厦门: 厦门大学, 2009.
- [3] 文中. 基于深度学习的车辆目标检测[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [4] 李明熹, 林正奎, 曲毅. 计算机视觉下的车辆目标检测算法综述[J]. 计算机工程与应用, 2019, 55(24): 20-28.
- [5] 宋焕生, 张向清, 郑宝峰, 等. 基于深度学习方法的复杂场景下车辆目标检测[J]. 计算机应用研究, 2018, 35(4): 1270-1273.