

计算机视觉技术赋能智能交通系统原理及应用

宋洪涛¹ 黄莉^{1*} 王琛²

1 宁夏回族自治区科学技术发展战略和信息研究所

2 宁夏农林科学院农业经济与信息技术研究所

DOI:10.12238/acair.v3i3.15607

[摘要] 计算机视觉技术是在现代信息技术的推动下产生的,为改善道路交通安全状况发挥重要作用。本文对计算机视觉技术在交通监测、车载导航、车辆辅助驾驶以及车辆智能收费中的应用原理、存在问题及解决方案进行分析探讨。

[关键词] 计算机视觉技术; 智能交通系统; 交通监测; 车载导航; 车辆辅助驾驶; 车辆智能收费
中图分类号: G623.58 **文献标识码:** A

Principles and Applications of Intelligent Transportation Systems Based on Computer Vision Technology

Hongtao Song¹ Li Huang^{1*} Chen Wang²

1 Ningxia Hui Autonomous Region Institute of Science and Technology Development Strategy and Information Research

2 Institute of Agricultural Economics and Information Technology, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences

[Abstract] Computer vision technology is driven by modern information technology and plays an important role in improving road traffic safety. This paper analyzes and discusses the application principles, existing problems and solutions of computer vision technology in traffic monitoring, vehicle navigation, vehicle assisted driving and vehicle intelligent toll collection.

[Key words] Computer Vision; Intelligent Transportation Systems; Traffic Monitoring; Vehicle Navigation; Vehicle Assisted Driving; Vehicle Intelligent Toll Collection

ITS(Intelligent Transportation System, ITS)称为智能交通系统。即利用信息化技术、计算机技术以及数据传输技术,通过对整个交通运输体系的管理,实现人、车、路的全面监控与管理。这种系统能够有效地提高交通运输的效率、安全性和舒适度。ITS通过路侧设备和车载设备的通信,实现车辆与道路基础设施的双向信息交互,使车辆能够实时获取道路信息,避免拥堵,提高行驶效率。通过计算机视觉、传感器融合、路径规划等技术,实现车辆的自动驾驶。这不仅能提高行驶安全,还能减少驾驶员的压力。同时,利用各种传感器、摄像头和数据分析技术,实现对车辆、道路、天气等全面监控,及时发现并处理问题。

智能交通系统的应用不仅能提高交通运输的效率,降低事故发生率,还具有发布实时信息、实现紧急救援、优化公共交通的功能。

1 计算机视觉技术在交通监测中的应用

1.1 基于视觉技术的交通监测原理

基于计算机视觉技术的交通监控系统主要包含三个关键步骤。首先,系统需要对车辆、行人等目标进行跟踪与分割。这一步骤的实现依赖于先进的图像处理 and 机器学习算法。通过高清摄像头捕捉道路画面,系统能够实时识别并跟踪道路上的车辆和行人,实现对其运动轨迹的精确描绘。同时,利用图像分割技术,系统能够将不同目标从复杂的背景中分离出来,为后续的交通流数据分析提供准确的数据源。在完成目标跟踪与分割后,系统进入第二个步骤:对交通流数据进行分析与统计。通过对摄像头捕捉到的道路画面进行实时分析,系统能够获取各路段的车辆数量、平均车速、排队时间等关键信息。这些数据为交通管理部门提供了有力的依据,帮助他们了解道路交通状况,预测未来交通流量,从而制定合理的交通管理策略。最后,基于道路的交通情况,系统设计一条合理的路线。这一步骤的实现需要综合考虑道路状况、车辆速度、排队时间等多个因素。系统通过智能算法,为驾驶员提供最优的行驶路线,从而有效地减轻当前的交通拥堵情况,降低人们的出行时间。同时,这一

步骤也有助于减少车辆在道路上的无效行驶,降低能源消耗和环境污染。

其中,两阶段目标检测算法如R-CNN采用“候选区域生成+分类器”的策略,能够更加精细地定位目标,而且在探测的准确度方面,也具有较大的优势。但因为每一个可能的地区都必须被归类,所以速度相对来说比较慢。另一方面,单阶段目标检测算法如YOLO采用密集的特征提取和位置回归,因此速度更快,但可能在平均检测精度上稍逊于两阶段目标检测算法。目标检测是一种通过识别和回归物、大小和类别等信息,从而在图像或视频中自动检测并定位关键物体的计算机视觉技术。在目标检测领域,卷积神经网络是一种具有重要研究价值的机器学习方法。CNN是目前应用最为广泛的一种深度神经网络,它可以通过抽取图像中的高层特征实现目标的识别与定位,是目前最受欢迎的一种方法。

1.2 基于计算机视觉技术的交通监测存在的问题及解决方案

随着科技发展,计算机视觉技术在交通监测应用日益广泛,但也面临诸多挑战。图像遮蔽与重现方面,车辆移动和路边物体易造成目标遮挡,可利用背景建模等方法提升目标跟踪准确性;多相机目标跟踪时,视角差异影响目标表面特征识别,融合丢失信息、子聚类算法能有效提取不同视角特征;极端天气下,暴雨、浓雾等会降低追踪算法效率与准确率,视频去雾等技术可优化算法;此外,公开可用数据稀缺制约算法开发,多目标追踪方法还存在健壮性差、可解释性弱的问题,依赖大量训练样本与计算资源,处理复杂场景能力不足。

2 计算机视觉技术在车载导航中的应用

2.1 基于视觉技术的车载导航原理

计算机视觉技术在车载导航中是机器视觉于智能交通领域的经典应用,其为驾驶员提供路况和车辆状态两类关键信息。该技术可助力汽车智能导航系统识别公路分界线,规划指定路线;实时探测前车距离,提示安全车距;并依据相机移动判断周边车辆动态,最终提取相关数据计算安全距离与速度。

自动驾驶系统中,知觉与判断模组借助毫米波雷达、摄像机等传感器及相关模型,实时监测车辆状态并综合处理信息以做决策。定位器模块结合GPS、激光雷达、相机等技术实现精准定位,在城市环境下,视觉识别可弥补GPS信号不足。在线地图融合离线数据与传感器信息,经动态更新和移动物体处理,为决策提供环境支撑。

行为选择器模块作为“大脑”,依环境与乘客需求规划行驶策略,规避障碍物;运动规划模块作为“手臂”,统筹路径、速度等要素,确保车辆平稳行驶。

定位方法包括激光雷达、多传感器融合等。传统ML-AMCL定位技术虽精度高但存储成本大,改进后的微粒定位技术通过网格映射和余弦距离优化,降低成本且提升定位性能。离线障碍测绘器融合多源信息构建高精度地图,助力无人车辆安全避障。状态空间描述中,测度表达因高分辨率和通用性,成为主

流方式。

2.2 基于视觉技术的车载导航存在的问题及解决方案

车载导航中,计算机视觉技术面临计算资源与实时性两大难题。其对计算资源需求高,易导致车载设备性能下降,可通过采用高效算法、配备GPU等高性能硬件、借助云计算转移任务来解决;而实时处理大量数据及设备协同的需求,使实现实时性颇具挑战,可通过高速网络、优化算法、并行处理及改进系统架构与通信协议来提升。深入剖析并解决这些问题,能增强视觉技术车载导航的准确性与实时性,为驾驶带来更优质服务。

3 计算机视觉技术在车辆辅助驾驶中的应用

3.1 基于视觉技术的车辆辅助驾驶原理

计算机视觉技术应用于汽车辅助驾驶,旨在辅助驾驶员应对环境变化,通过图像捕捉与分析提升驾驶体验、降低事故率。其算法包括目标检测、语义分割和实例分割等,用于识别障碍物、道路标志和信号灯;点云处理则应用于车辆定位与路径规划。常用算法如YOLO、SSD、RCNN等各有优势。计算机视觉赋予车辆强大的环境感知力,通过摄像头和传感器捕捉图像,经深度学习识别关键信息、预测交通行为,辅助做出合理驾驶决策,提升便捷性与安全性。同时,它也是自动驾驶和高级驾驶辅助系统的核心,点云处理技术将传感器数据转化为三维模型,为车辆定位和路径规划提供依据,增强自动驾驶可靠性。此外,系统通过人机交互满足驾驶员信息需求,提供实时图像与关键信息,还能依驾驶习惯给出个性化建议,提升驾驶体验与安全性。

3.2 基于视觉技术的车辆辅助驾驶存在的问题及解决方案

基于视觉技术的车载导航在辅助驾驶中确实存在一些问题,这些问题主要涉及到视觉技术的局限性、环境适应性、计算资源需求以及安全性等方面。

基于视觉技术的导航和感知系统可能会出现误判或漏判的情况,这可能会对驾驶安全构成威胁。除了提高系统的准确性和鲁棒性外,还可以设计冗余系统或备份方案,以确保在关键时刻能够提供可靠的导航和感知信息。同时,也可以采用人机交互的方式,让驾驶员能够参与到决策过程中,提高整体的安全性。

4 计算机视觉技术在车辆智能收费中的应用

4.1 基于视觉技术的车辆智能收费原理

基于视觉技术的车辆智能收费,核心是利用计算机视觉相关技术自动识别车辆信息以完成计费,其原理主要涵盖数据采集、处理分析、收费执行三个关键环节。当车辆驶入监控范围,摄像头会快速捕捉车辆的图像信息,包括车牌、车型、车身颜色等。系统通过图像预处理技术,如去噪、灰度化、增强对比度等,改善图像质量,减少干扰因素。接着运用车牌定位算法,在图像中快速找到车牌的具体位置,常用的方法有基于纹理特征、颜色特征或深度学习的定位算法。定位车牌后,进行字符分割,将车牌上的字符逐个分离出来,再通过字符识别算法,将分割后的字符与字符库进行比对,识别出车牌号码。这一过程中,深度学习算法如卷积神经网络(CNN)发挥着重要作用,能够大幅提高车牌识别的准确率和速度。除车牌外,系统还会对车型进行识别。深

度学习模型可以学习不同车型的特征,通过对车辆图像的特征提取和分析,准确区分车型,为差异化收费提供依据。识别出车牌号码和车型等信息后,系统将这些数据与预先存储的车辆档案和收费标准进行匹配,计算出本次通行的费用。确定费用后,系统通过多种方式完成收费操作。如果车辆已绑定电子支付账户(如ETC账户、第三方支付账户等),系统会自动从账户中扣除相应费用,并向车主发送扣费通知。若车辆未绑定电子支付方式,系统可以通过与车牌关联的车主信息,生成缴费账单,通过短信、邮件或线上平台等方式通知车主在规定时间内完成缴费。在一些停车场场景,还可以结合道闸控制系统,在完成收费后自动开启道闸,允许车辆通行。

4.2 基于视觉技术的车辆智能收费存在的问题

基于视觉技术的车辆智能收费存在四大问题。技术层面,算法与传感器复杂,设备故障、维护不善或训练数据不足,会影响运行与识别精度,需优化算法、提升处理效率;安全层面,车辆信息自动识别记录存在隐私风险,黑客攻击或数据泄露可能导致信息滥用,需强化加密认证与数据保护;兼容层面,实际应用中部分车型难以被正确识别,需优化系统、加强与车企合作以适配更多车型和环境;成本层面,系统建设、维护及升级费用高昂,给停车场和高速公路带来负担,需降低成本、加强政企合作共担费用。

5 结束语

近年来,针对数据增强、迁移学习、多模态数据融合及情境信息提取的研究取得了显著进展,为智能交通注入了新的活力。这些技术帮助我们更好地理解并解决交通问题,提高交通系统的效率、安全性和舒适性。然而,尽管这些技术带来了

诸多益处,但仍需解决数据隐私、技术标准及系统集成等挑战。未来,我们需要进一步研发更高效、安全且更具包容性的智能交通系统。

[参考文献]

- [1]陈辉,杜双燕,连峰,等.Track-MT3:一种基于Transformer的新型多目标跟踪算法[J].雷达学报,2024,13(06):1202-1219.
- [2]管旭,胡春燕,李菲菲.一种基于特征融合的Transformer目标跟踪算法[J].小型微型计算机系统,2025,46(01):173-180.
- [3]柳梁.基于ASP.NET的水利信息管理系统的设计与实现[D].电子科技大学,2012.
- [4]安防机器人的十大技术热点VIKOR华安泰,《网络(http://blog.sina.com)》-2015.
- [5]高莹.智能交通系统中的计算机视觉技术应用[J].石子科技,2023,(02):71-72.
- [6]金沙沙,龙伟,胡灵犀.多目标检测与跟踪算法在智能交通监控系统中的研究进展[J].控制与决策,2023,38(4):890-901.
- [7]何友,刘瑜,谭大宁,等.多源遥感图像融合语义分割发展现状与展望[J].现代雷达,2024,46(02):16-24.
- [8]张艺凡,刘国华,盛守祥,等.基于深度学习的服装风格识别问题的研究[J].智能计算机与应用,2020,10(05):14-17+23.

作者简介:

宋洪涛(1977--),汉族,宁夏银川人,硕士,职称职务:高级工程师,研究方向:计算机软件建设,网络安全。

*通讯作者:

黄莉(1982--),宁夏银川人,学士,职称职务:助理研究员,研究方向:科技战略研究和科技资源服务。