

多传感器融合技术在智能车中的应用

向绍卿

武汉华夏理工学院, 中国·湖北 武汉 430223

【摘要】文章主要以多传感器融合技术在智能车中的应用为重点, 首先对多传感器融合技术概述、应用优势进行分析, 其次从环境感知、定位与导航、决策与控制、泊车辅助等方面深入探讨, 最后对此提出应用挑战与对策, 致力提升智能车性能和安全性, 为相关研究提供参考资料。

【关键词】多传感器融合技术; 智能车; 应用分析; 挑战; 对策

引言

科技飞速发展的时代下, 智能车已成为交通领域备受瞩目的焦点, 其朝着更高自动化、更安全可靠的方向不断迈进。然而单一传感器在复杂多变的交通环境下存在诸多局限, 难以满足智能车全面且精准的感知需求。多传感器融合技术应运而生, 它巧妙地整合激光雷达、摄像头、毫米波雷达等不同类型传感器所获取的数据, 实现信息优势互补与冗余校验。这一技术仿佛为智能车装上了“智慧大脑”, 使其能精准感知周边环境、做出可靠决策, 无论是目标识别、路径规划还是应对突发状况, 都展现出卓越的性能, 推动智能车迈向高级自动驾驶新阶段。

1 多传感器融合技术概述

多传感器融合技术旨在将多个不同类型传感器所获取的数据进行整合处理, 以发挥各传感器的优势, 弥补单一传感器自身的局限。其融合层次主要涵盖数据层、特征层、决策层, 数据层融合直接处理原始数据, 信息保留量多且计算量偏大; 特征层融合将各个传感器特征提取出来然后合并, 可减少计算的繁杂程度; 决策层融合将各传感器独立完成的决策, 进行结果汇总完成判断^[1]。普遍采用的融合方法包含加权平均法、卡尔曼滤波法、贝叶斯估计法等, 此技术能凭借自身提升信息准确性、增强系统稳固性等特点, 在智能车领域起到关键应用, 助力智能车即使深处复杂路况也能实现安全驾驶, 进一步奠定安全驾驶的感知与决策基础。

2 智能车采用多传感器融合技术的应用优势

2.1 提升环境感知的准确性

智能车行驶在复杂多样的交通环境中, 单一传感器存在不足, 尤其是摄像头易受到光照、天气等因素干扰^[2]。比

如, 遇到强光直射或浓雾天气, 易产生识别误差; 毫米波雷达虽可精准进行测速测距, 但无法精准捕捉物体形状、纹理等细节; 激光雷达虽可组建高精度的三维环境模型, 但在语义信息解读上存在不足。而多传感器融合技术可能将这些传感器的数据整合, 把摄像头丰富的语义表达、毫米波雷达准确的测速与测距功能以及激光雷达三维建模的长处结合, 不仅能精准认知周遭环境, 还能准确辨认车辆、行人、交通标志以及诸多障碍物等。

2.2 增强系统可靠性与冗余性

在一些关键场景中, 如自动驾驶, 系统可靠性十分关键。若仅凭单个传感器, 一旦该传感器出现差错, 整个智能车的感知与决策功能将面临严重后果。因此多传感器融合, 能给出冗余备份, 不同传感器可彼此核实、添补, 如激光雷达的某个扫描区域出现临时故障, 摄像头与毫米波雷达的数据可继续为智能车提供所需的环境信息, 使车辆能正常开展决策流程, 维系行车安全, 减少传感器失效导致事故出现的风险系数^[3]。

2.3 优化决策能力

智能车需按精准的环境信息规划路径、掌控车速等, 而多传感器融合能采集全面且精准的数据, 让智能车决策系统从更多维度分析情形, 做出更合理的行驶策略安排。比如, 面对交叉路口复杂的交通流, 融合后的信息可协助车辆判断不同方向车辆的速度、距离以及行驶打算, 科学抉择通过时机、防止碰撞, 增强整体交通的流转效率。

3 多传感器融合技术在智能车中的应用

3.1 环境感知

智能车采用多传感器融合技术, 助力环境感知功能取得更好成效, 因此可从下面这些方面展开分析。其一, 实

施障碍物检测。例如,激光雷达可发射出多束激光,依靠接收物体反射信号算出目标的距离,提供精度高的三维点云数据,精确勾勒物体外形,对远距离以及不规则形状的障碍物检测效果非常好。再如,摄像头可借助计算机视觉技术对障碍物的外观、颜色等特征进行识别,在识别行人、车辆等具有优势;毫米波雷达可实时监测目标物体的速度与相对距离,对运动障碍物的检测及跟踪能力非常好;多传感器融合可把激光雷达的高精度距离数据、摄像头的丰富语义数据和毫米波雷达的速度数据进行结合,实现对障碍物的精准检测及鉴别^[4]。其二,车道线识辨。车道线识别的主要传感器——摄像头,它主要采集道路图像,利用图像处理算法可识别出有关车道线形状、颜色和位置等信息。但遇到一些雨天、夜晚等恶劣环境时,摄像头识别效果也会变差;此时毫米波雷达与激光雷达可凭借感知车道边界的物理特征,如路面高度变化情况等,辅助摄像头开展车道线辨认,增强识别的精准度和稳定性。其三,交通标志跟信号识别。摄像头借助其强大的图像识别优势,成为识别交通标志、信号的核心传感器,可采用深度学习算法精确辨认,精确地捕捉交通标志的图案、颜色和文字等详情。虽然激光雷达和毫米波雷达在交通标志及信号识别上不如摄像头,但可给出周边环境的空间情况,协助智能车明确交通标志和信号的位置,再结合摄像头数据,能进一步提高识别的精准度、稳定性。

3.2 定位与导航

智能车开启运行后,定位与导航是两个关键内容,而多传感器融合技术助力其得到显著提升效果。从车辆定位角度进行分析,不同传感器各具优势且彼此配合,如激光雷达具有强大的扫描功能,可与预先搭建好的地图进行精准匹配,如同给车辆装上了精准的“位置坐标仪”,精确找出车辆所处方位。摄像头依靠视觉识别优势,灵活地抓取道路特征、地标等关键资料,再搭配视觉定位算法,进一步帮扶车辆找准自身所处地点;毫米波雷达也能采用监测车辆和周边物体相对位置及其运动状态的方式,为整体定位补充关键细节内容^[5]。在多种传感器协同、融合基础上,有效整合这些源自不同渠道的信息,大幅提升车辆定位的精准水平,尽管面对复杂的城市场景,如高楼遮挡、信号反射的干扰,或卫星信号微弱的区域等等,依旧能维持可靠定位。此外,从地图构建角度进行分析,激光雷达可迅

速构建高精度的三维地图,建立环境的几何格局,但有一点不足是其数据缺少语义解读,而摄像头恰好能填补这一短处,它能够采集到丰富的纹理及语义信息,对地图进行恰当的语义标注,赋予地图更活泼、易领会的“内涵”,把两者深度交融在一起。这样就能构建出涵盖精准几何信息、丰富语义的地图,为智能车后续的导航以及决策提供数据基础,助力车辆顺利、无误地抵达目标地。

3.3 决策与控制

智能车的运行体系中,决策与控制环节占据关键功能,而引入多传感器融合技术也凸显独特优势,为智能车的安全行驶添保障。例如,自适应巡航控制,毫米波雷达如同一个精准的“监测人”,实时追踪前方车辆的行驶速度以及与本车的距离,给自适应巡航控制一直输送关键数据。再如,摄像头起着“洞察者”角色效用,依靠强大的图像识别功能,精准分辨出前方车辆的种类、行驶情形等信息,协助智能车更全面且精准地掌握路况,待多传感器融合完成后,智能车就能够依照这些融合汇集的丰富数据,完成车速、车距调校,让自适应巡航控制更平稳、安全地运行,为驾乘人员打造舒适、安心的驾驶体验^[6]。与此同时,在自动紧急制动方面,多传感器融合意义非凡。摄像头如同敏锐的“目光探测器”,率先侦察到前方出现的障碍物或危险情形,而毫米波雷达、激光雷达好似可靠的“测距仪”,承担起确认障碍物距离及相对速度的工作。一旦到达危险的临界数值,智能车迅速做出自动紧急制动的选择,有效防止或降低碰撞事故造成的损害。这种多传感器融合的模式,可以减少误报、漏报的几率,大幅提高了自动紧急制动系统的可靠水平,让智能车在碰到突发危险时也能镇定处理。另外,车道保持辅助功能。摄像头承担着识别车道线的职责,为其提供基础信息;毫米波雷达、激光雷达发挥感知功效,精确探测车辆跟车道边界的距离、角度的变化;辅助摄像头作出更精准的断定,让智能车精准调节方向盘,稳稳行驶在车道内,维护行车途中的安全。

3.4 泊车辅助

智能车的实用功能里,泊车辅助功能借助多传感器融合技术,为驾驶者带来极大方便,增加了泊车的安全水平。例如,后视摄像头扮演关键角色,如同驾驶者的“第三只洞察之眼”,让驾驶员清晰看到车辆后方的情形;而且

借助先进的机器视觉算法,也能检测到车辆后方的物体、路面标记等相关信息。超声波雷达在近距离检测有着一定优势,呈现高精度、高可靠性,可精准判定并识别物体跟车辆的间距,将后视摄像头和超声波雷达所采集的信息进行融合,就能实现更先进的泊车辅助效果;智能车可依据融合之后的综合信息,精准地找出合适的停车位,且在倒车进入车位区域的过程中,按部就班地调节角度、管控距离,保障安全无误地结束停车操作。另一方面,侧方停车与倒车入库泊车场景中,广角摄像头发挥关键作用,它能为智能车提供车辆两侧、后方宽广视野,让车辆把控四周环境;激光雷达、毫米波雷达可精准测出车辆跟周围障碍物的距离、角度情形。依靠多传感器融合,智能车能够及时、全方位掌握车辆四周的空间信息,再凭借这些数据规划出最优的停车路线,自动掌管车辆的转向、前进和后退等操作,稳稳完成侧方停车、倒车入库等复杂泊车动作,让驾驶者告别泊车苦恼,顺利应对各类停车情形。

4 多传感器融合技术在智能车应用中碰到的挑战及对策

4.1面临的挑战

(1) 传感器的差异问题。各类传感器——如激光雷达、摄像头、毫米波雷达等,在精度高低、探测范围宽窄、受环境影响程度大小等方面各有好坏。例如,摄像头在光照不好的环境下识别能力变差;激光雷达成本高昂,且易受恶劣天气的干扰,这些差异会为融合数据带来匹配与协同难度。

(2) 算法复杂性。现有的卡尔曼滤波、贝叶斯估计等融合算法,依旧存在适应场景局限问题,有的计算量随问题复杂程度急剧攀升。同时,交通环境变化多端,算法要在各类场景下都保证良好的适应性、稳定输出精准融合结果非常不易。

(3) 实时性与资源矛盾。智能车行驶过程中要求传感器融合具有一定的实时性,以便快速做出决策以应对突发情形。然而车载计算平台的计算与存储资源量有限,处理大量传感器的数据,很容易出现资源不足、处理不及时的现象。

4.2应对的对策

(1) 传感器管理。按照智能车功能、成本等条件,挑选互补性较强的传感器组合。同时推进传感器行业走向标

准化,采用适配技术应对集成时数据传输、同步出现的问题,保证实现稳定融合。

(2) 算法优化调整。升级现有的融合算法,结合实际应用情况创新或采用多种算法,增强融合成效;同时搭建自适应机制,让模型按照交通环境自动调整参数与结构,提升适应水平。

(3) 性能提升保障。实施车载计算硬件升级,采用高端芯片、增添资源,亦或是运用分布式计算架构对任务进行分担;同时优化整个算法流程,缩减计算的复杂度,采用并行计算等举措加快运算的速度,保证实时反馈。

5 结语

多传感器融合技术在智能车领域的应用正展现出巨大的潜力与价值,不仅能弥补单一传感器不足,还能协助智能车精准感知环境、准确定位导航以及可靠进行决策与控制。未来随着技术的持续革新、算法的不断优化以及各环节的完善,相信多传感器融合技术必将助力智能车迈向更智能、更安全的新台阶,为构建智慧交通献关键力量。

参考文献:

- [1] 顾伟达, 苏春芳. 多传感器融合的室内巡检智能车的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2022, 18 (08): 96-97
- [2] 赵鹏, 张艳, 姜利玲. 多传感器融合的智能车设计方案及控制研究[J]. 工业仪表与自动化装置, 2024, (06): 81-87
- [3] 唐明珠, 相国梁, 时宏伟, 郭胜辉. 多传感器智能车辆的编队运动自适应控制[J]. 西安工程大学学报, 2024, 38 (04): 89-96.
- [4] 胡劲文, 郑博尹, 王策, 赵春晖, 侯晓磊, 潘泉, 徐钊. 基于多传感器融合的智能车在野外环境中的障碍物检测研究(英文)[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2020, 21 (05): 675-693.
- [5] 黄树亮. 多传感器融合的智能车定位导航系统设计[J]. 数字技术与应用, 2019, 37 (05): 168-170.
- [6] 李尧, 陈炳杰, 汪诺舟, 宋月恒, 吴凡增, 申恺宁, 陈波. 基于物联网的多传感器智能安全保障系统[J]. 电动工具, 2022, (03): 10-13.

作者简介:

向绍卿(1987.05-),男,汉,湖北十堰,本科,职位(实验中心副主任),实验师,研究方向:新能源汽车。