

汽车控制器的集成化设计对智能驾驶的影响

周海民, 高 维

宁波高发汽车控制系统股份有限公司 浙江宁波

【摘要】在汽车智能化转型浪潮中,汽车控制器集成化设计成为智能驾驶技术进阶的关键驱动力。本研究深度钻研集成化设计的技术精髓,全面剖析其在智能驾驶感知、决策与执行层面的革新作用,正视面临的挑战,展望未来发展蓝图,为智能驾驶技术实现质的飞跃筑牢理论根基。

【关键词】汽车控制器;集成化设计;智能驾驶;技术影响

【收稿日期】2025 年 1 月 10 日 **【出刊日期】**2025 年 2 月 14 日 **【DOI】**10.12208/j.ijme.20250014

The influence of the integrated design of automotive controllers on intelligent driving

Haimin Zhou, Wei Gao

Ningbo Gaofa Automobile Control System Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang

【Abstract】In the wave of the automotive intelligent transformation, the integrated design of automotive controllers has become a key driving force for the advancement of intelligent driving technology. This study deeply delves into the technical essence of the integrated design, comprehensively analyzes its innovative effects on the perception, decision-making, and execution aspects of intelligent driving. It faces up to the challenges encountered and looks ahead to the future development blueprint, laying a solid theoretical foundation for the qualitative leap of intelligent driving technology.

【Keywords】Automotive Controller; Integrated Design; Intelligent Driving; Technical Influence

引言

随着科技飞速发展,智能驾驶从概念逐步走向现实,成为汽车行业变革的核心方向。汽车控制器作为智能驾驶系统的“智慧中枢”,其设计模式对智能驾驶的性能表现起着决定性作用。集成化设计以其独特的系统整合优势,重塑汽车控制器架构,在提升系统性能、优化资源利用等方面成效显著,正深刻改变着智能驾驶的发展轨迹,对其深入探究具有重要的现实意义。

1 汽车控制器集成化设计基础

1.1 集成化设计的概念与内涵阐释

汽车控制器集成化设计,突破传统分散式设计模式,将原本独立的多个控制器功能,整合于一个或少数几个高性能控制器中。它不仅是硬件的集成,更是软件架构与算法的深度融合。通过统一的硬件平台,搭载可重构的软件系统,实现对车辆动力、底盘、

车身等多系统的协同控制^[1]。例如,以往发动机、变速器分别由独立控制器管理,集成化后,一个动力总成控制器便能统筹两者工作,依据车辆行驶工况,精准协调发动机输出扭矩与变速器换挡时机,提升动力传输效率与车辆整体性能^[2]。

1.2 集成化设计的技术实现路径梳理

实现集成化设计依托多种先进技术。在硬件方面,采用高性能微处理器,如具备多核架构、高运算速率的芯片,满足多系统复杂运算需求。利用先进封装技术,将多个功能模块集成在微小芯片内,减小控制器体积,提升集成度。软件层面,构建统一的操作系统,运用虚拟化技术,隔离不同功能软件,保障系统稳定运行^[3]。同时,开发标准化软件接口,方便不同功能模块间的数据交互与协同工作。

1.3 集成化设计在汽车产业发展中的发展历程回顾

早期汽车电子系统简单,各功能由独立、功能单

一的控制器负责,如点火控制器、灯光控制器等。随着汽车电子化程度提升,功能增加,分散式控制器数量激增,带来布线复杂、成本上升等问题。20 世纪末至 21 世纪初,汽车制造商开始尝试集成化设计,将部分相关功能整合,如车身电子集成控制器出现,将车窗、门锁、雨刮等控制功能融合。

2 对智能驾驶感知系统的影响

2.1 传感器融合与数据处理优化

集成化设计促使智能驾驶感知系统的传感器融合与数据处理大幅优化。传统分散式设计中,各类传感器如摄像头、雷达、超声波传感器等各自为政,数据传输至不同控制器,信息难以高效融合。集成化后,通过统一控制器对多源传感器数据集中处理^[4]。运用多传感器融合算法,如卡尔曼滤波算法,综合不同传感器优势,消除数据噪声与误差。例如,摄像头提供高分辨率视觉信息,雷达精准测量距离与速度,融合后能更准确感知车辆周边环境,识别障碍物、行人与其他车辆。

2.2 感知精度与可靠性提升分析

在集成化设计助力下,智能驾驶感知精度与可靠性显著提升。一方面,统一控制器可对传感器进行精准校准与同步。不同传感器在时间与空间上的校准至关重要,集成化便于控制器统一调整,确保各传感器数据在同一时空基准下融合,减少因校准偏差导致的感知误差。另一方面,通过冗余设计与故障诊断机制,提高系统可靠性^[5]。当某一传感器出现故障时,集成化控制器可依据其他正常传感器数据,维持基本感知功能,避免感知系统完全失效。例如,在自动驾驶场景中,即使一个雷达故障,系统仍能依靠摄像头与其他雷达数据,保障车辆安全行驶,提升智能驾驶的安全性与稳定性。

2.3 新感知功能拓展潜力探讨

集成化设计为智能驾驶开拓新感知功能提供广阔空间。随着硬件集成度提高,控制器有更多算力资源可用于开发新感知算法。例如,利用深度学习算法对大量传感器数据进行训练,实现对道路环境更细致的语义分割,不仅识别物体,还能理解其类别与行为意图。同时,可集成新型传感器,如激光雷达、红外传感器等,丰富感知维度。通过集成化设计,将不同类型传感器数据深度融合,挖掘新感知特征,为智能驾驶系统提供更全面、精准的环境信息,助力实现

更高级别的自动驾驶功能,如复杂路况下的自动跟车、智能变道等^[6]。

3 对智能驾驶决策系统的影响

3.1 计算资源整合与算法优化

汽车控制器集成化设计实现了智能驾驶决策系统计算资源的高效整合与算法优化。在传统设计中,不同功能模块分散在多个控制器,计算资源无法共享,造成资源浪费且运算效率低。集成化后,统一的高性能控制器汇聚各模块计算需求,依据任务优先级合理分配计算资源^[7]。例如,在自动驾驶紧急制动决策时,优先保障制动相关算法运算资源,确保快速响应。同时,利用多核处理器并行计算能力,优化决策算法执行效率。

3.2 决策速度与准确性提升研究

集成化设计显著提升智能驾驶决策速度与准确性。一方面,减少数据传输延迟,使决策系统能更快获取感知系统数据。以往分散式设计中,数据在多个控制器间传输,延迟可达数十毫秒甚至更高,集成化后,数据传输延迟大幅降低,决策系统能及时根据最新环境信息做出反应。另一方面,通过优化算法与整合数据,提高决策准确性。统一控制器整合多源数据,消除数据不一致性,为决策算法提供更全面、准确的输入。例如,在复杂路口决策时,综合摄像头、雷达数据以及地图信息,决策系统能更精准判断交通状况,决定车辆行驶策略,减少误判风险,保障行车安全。

3.3 复杂场景决策能力增强解析

面对复杂驾驶场景,集成化设计有力增强智能驾驶决策系统能力。在城市拥堵路况、恶劣天气等复杂场景下,传统分散式决策系统因数据处理能力有限、信息融合困难,决策效果不佳。集成化设计凭借强大的计算资源与高效数据处理能力,能对复杂场景下的海量数据进行深度分析。运用强化学习算法,决策系统在与环境交互中不断优化决策策略^[8]。例如,在拥堵路段,通过学习其他车辆行驶模式与交通规则,智能规划跟车、变道策略,避免频繁启停,提高通行效率。在暴雨、大雾等恶劣天气,结合传感器数据与环境模型,做出更安全、合理的决策,保障车辆稳定行驶。

4 对智能驾驶执行系统的影响

4.1 执行机构协同控制改进

汽车控制器集成化设计大幅改进智能驾驶执行系统的执行机构协同控制。传统设计中, 动力、底盘、制动等执行机构由各自独立控制器控制, 协同性差。集成化后, 统一控制器可根据智能驾驶决策, 精准协调各执行机构动作。例如, 在自动泊车时, 控制器同时控制转向系统调整车轮角度、动力系统控制车速、制动系统精确控制刹车力度, 实现车辆平稳、准确泊车。通过优化控制算法, 保障各执行机构动作顺序合理、配合默契, 提升执行系统整体性能与响应速度, 使智能驾驶操作更流畅、精准。

4.2 控制响应速度与稳定性提高分析

集成化设计显著提高智能驾驶执行系统的控制响应速度与稳定性。从响应速度看, 减少控制器间通信环节, 降低信号传输延迟, 执行机构能更快接收控制指令并做出动作。例如, 在紧急制动时, 集成化控制器可在极短时间内将制动指令传输至制动执行机构, 缩短制动响应时间, 有效减少制动距离。在稳定性方面, 通过统一控制器对各执行机构进行实时监测与反馈控制, 及时调整控制参数, 确保执行机构在不同工况下稳定运行。

4.3 故障诊断与容错能力提升探讨

集成化设计增强智能驾驶执行系统的故障诊断与容错能力。统一控制器可实时监测各执行机构工作状态, 利用故障诊断算法, 通过分析执行机构电流、电压、位置等参数, 快速准确判断故障类型与位置。例如, 当电机出现故障时, 控制器能迅速检测到异常电流, 定位故障点。在容错方面, 采用冗余设计, 当某一执行机构故障时, 控制器可调整控制策略, 利用其他冗余执行机构或备用功能维持车辆基本运行。如转向系统故障时, 可通过差动制动方式辅助车辆转向, 提高智能驾驶系统在故障情况下的安全性与可靠性。

5 集成化设计面临的挑战与未来趋势

5.1 技术难题与工程实现挑战剖析

集成化设计在技术与工程实现方面面临诸多挑战。技术上, 高度集成的控制器对硬件可靠性要求极高, 需应对高温、振动等复杂车载环境, 防止硬件故障导致系统崩溃。同时, 软件复杂度大幅增加, 不同功能模块间的软件兼容性、稳定性难以保障, 软件开发与测试难度加大。在工程实现上, 传统汽车供应链体系需重新整合, 零部件供应商与整车制造商需深

度协作, 建立新的开发流程与质量管控体系。

5.2 行业标准与规范的发展方向预测

随着汽车控制器集成化设计发展, 行业标准与规范将迎来重大变革。未来标准将更加注重系统层面的安全性、可靠性与兼容性。在安全性方面, 制定严格的功能安全标准, 要求集成化控制器具备完善的故障检测、诊断与容错机制, 保障智能驾驶系统在各种工况下安全运行。在可靠性上, 规范硬件设计、制造工艺标准, 提高控制器在复杂环境下的可靠性。兼容性标准将促进不同供应商产品间的互联互通, 便于整车制造商进行系统集成, 推动汽车产业生态健康发展, 为集成化设计广泛应用提供规范支撑。

5.3 未来技术创新与应用前景展望

展望未来, 汽车控制器集成化设计将持续创新, 应用前景广阔。技术创新方面, 随着人工智能、量子计算等前沿技术发展, 集成化控制器将具备更强大的运算能力与智能决策水平。例如, 量子计算技术可加速复杂算法运算, 提升智能驾驶决策系统实时性。在应用上, 集成化设计将助力智能驾驶向更高等级迈进, 实现完全自动驾驶。同时, 拓展至智能交通领域, 通过车联网技术, 实现车辆与基础设施、其他车辆间的高效协同, 优化交通流量, 提升城市交通效率, 为未来智能出行构建全新模式。

6 结论

本研究全面揭示汽车控制器集成化设计对智能驾驶的多维度影响。从奠定坚实设计基础, 到革新感知、决策与执行系统, 虽面临挑战, 但随着技术创新与行业规范完善, 其在智能驾驶领域将发挥愈发关键作用。集成化设计是推动智能驾驶技术进步、提升汽车产业竞争力的核心力量, 为实现安全、高效、智能出行愿景提供有力支撑, 引领汽车行业迈向智能化新时代。

参考文献

- [1] 任田园, 李林男, 张肖栋. 基于新架构的车身域控制器方案研究与设计[J]. 汽车实用技术, 2023, 48(12): 97-101.
- [2] 陈思宇, 黄菊花, 刘引引, 等. 高度集成化的汽车智能座舱工程应用[J]. 农业装备与车辆工程, 2023, 61(08): 62-66.
- [3] 邵奎柱. 混合动力电动汽车部件系统的集成化设计[J]. 客车技术与研究, 2022, 44(06): 26-29.

- [4] 徐明,吕永宾,李军,等.电动汽车增程器系统的集成化方案[J].客车技术与研究,2020,42(04):18-19+26.
- [5] 卢文轩,严星,陈平,等.纯电动汽车电驱系统集成化前沿趋势[J].汽车工程师,2019,(10):16-18+59.
- [6] 陈东林.新能源汽车电控系统故障诊断与维修策略[J].汽车知识,2025,25(03):122-124.
- [7] 舒文俊.新能源汽车智能网联技术的发展趋势与挑战[J].时代汽车,2025,(06):109-111.
- [8] 李颖.电子诊断技术在新能源汽车故障诊断中的应用研究[J].汽车知识,2025,25(02):100-102.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS