

车辆工程中智能控制技术的应用探讨

王海潮 张喆 张发 刘敬波 徐勇

北京航天新立科技有限公司 100074

DOI:10.12238/ems.v7i12.16465

[摘要] 本文从智能感知、动力调控及执行控制三个层面进行分析,探讨了多传感信息融合、能量管理优化与控制协同机制在车辆智能控制体系中的作用。研究认为,智能感知系统是智能控制的基础,能够实现环境信息的精确获取与处理;动力系统的智能调控为能量分配与动力响应提供了动态优化路径;执行层的协同与容错机制则保证了系统运行的稳定与安全。通过对上述环节的理论分析与系统阐述,可以看出,车辆智能控制技术的核心在于构建以感知驱动决策、以决策引导执行的闭环体系,实现车辆由机械控制向智能控制的跨越。这一技术体系的完善,不仅提升了整车性能与能效水平,也为未来智能交通系统的构建提供了关键支撑。

[关键词] 车辆工程; 智能控制; 能量管理; 感知系统; 执行机制

引言:

车辆工程的发展已由机械制造阶段逐步迈向智能控制阶段,智能化技术的引入正在重塑汽车系统的设计逻辑与运行模式。传统车辆控制主要依赖人工干预或固定参数调节,在复杂交通环境下难以实现快速响应与系统协调。而智能控制技术的出现,使车辆具备了基于环境感知与自学习能力的自主判断特征,能够在多变工况中实现实时调整与优化运行,体现出较强的系统自适应性与决策智能性。

一、智能感知系统优化策略

(一) 多传感器信息融合算法

多传感器信息融合乃是智能车辆提升感知能力的关键途径,传统车辆一般依靠单一传感器来获取环境信息,像雷达、摄像头或者超声波设备等,不过单一传感方式大多时候会受到环境条件的限制,比如光照发生变化、遭遇雨雾干扰或者存在障碍物反射等情况,致使信息出现失真或者产生识别盲区。为了克服这一限制,信息融合算法随之诞生,它依靠在时间、空间以及特征层面整合多源数据,达成环境信息的互补与强化^[1]。

在智能车辆控制系统里,信息融合不只是数据层面的简单叠加,是一种智能协同的计算过程,其最关键的是构建多源感知之间的关联模型,让不同类型的数据在语义层面可实现统一解释。举例来说,激光雷达可提供精确的空间距离信息,而摄像头则拥有丰富的纹理与颜色特征,两者结合之后可以实现对障碍物更为准确的识别与分类,信息融合算法借助加权、概率估计或者神经网络学习等方式,使各类传感数据形成有一致性的环境认知模型,提升系统的稳健性^[2]。

多传感器融合算法的发展方向正从静态融合朝着动态自适应融合演变。在不同的交通环境下,传感器的权重应当有可变性,比如在夜间行驶时,雷达的可靠性要远远高于视觉传感,系统可自动调整融合比例,以此保持整体识别精度的稳定,这种自适应机制的引入,让感知系统拥有了对外界变化的学习与自我修正能力,促使车辆智能控制从“被动感知”向“主动理解”转变。

(二) 环境感知与目标识别优化

在智能车辆系统里,环境感知以及目标识别属于感知层的核心功能,其任务是把复杂且动态的现实世界转变为能让计算机理解的结构化信息,这涉及图像识别、目标检测等计算机视觉技术,还得引入语义理解与场景推理能力,以便车辆可“理解”周围环境的逻辑结构^[3]。

环境感知的优化首先在特征提取的智能化方面有所体现。现代智能车辆普遍运用卷积神经网络等深度学习模型,对场景里的关键要素进行特征表达,这种方式可在大规模数据训练中自动捕捉交通场景中的关键模式,像车道线、行人或者障碍物特征,实现更高层次的视觉理解,然而环境感知不只是识别,推理也很关键,车辆在面对复杂路况时,需要拥有对潜在风险的预测能力,这要求模型可对目标的运动趋势以及行为意图进行判断。比如在交叉路口识别行人后呀,要确认其位置,还需预估其可能的行动路径,以便后续决策层作出合理反应^[4]。

目标识别优化的另一个关键方向是提高算法的实时性与鲁棒性,交通环境变化快速,识别系统要是存在延迟或者误判,可能致使控制系统响应失效。现代目标识别算法逐渐引

入轻量化网络结构与边缘计算框架,让车辆可在本地实现快速推理,降低信息传输与处理的时延。算法还得有抗干扰能力,可在光线不均、遮挡或者恶劣天气条件下保持稳定识别,这一能力的提升,依赖算法设计,也和传感器布局、数据提高策略紧密相关^[5]。

环境感知的优化方向已经逐步从“静态识别”朝着“动态理解”转变,车辆需要有对场景变化趋势的感知能力,比如交通流量、车辆间距或者信号变化等等。这种动态理解能让系统在驾驶环境发生变化之前提前调整控制策略,实现真正意义上的智能响应,借助构建语义层面上的环境模型,车辆感知系统得以从单纯的“看见”迈向“理解”,为智能控制体系提供更具前瞻性的支撑。

二、车辆自主决策控制策略

(一) 基于深度学习的路径规划

路径规划属于车辆自主控制里的关键任务,其主要来依据环境信息以及交通约束,给车辆生成一条安全、平稳且高效的行驶路线,传统路径规划算法一般依靠几何建模与图搜索方法,像 Dijkstra 算法或者 A*算法,这些方法在规则清晰、环境静态的场景中表现不错,不过在面对复杂动态环境时,大多时候难以达成实时规划与优化。深度学习技术的出现,为路径规划提供了新的想法^[6]。

基于深度学习的路径规划不再依靠精确的环境建模,而是借助大量样本学习交通场景的潜在规律,神经网络可在特征空间里自动学习驾驶策略,让车辆在不同场景中拥有自我决策能力,比如借助训练深度强化学习模型,车辆可在反复的虚拟驾驶过程中学习怎样在避障、变道、超车等场景里实现最优行为,在实际环境中拥有自适应能力。此类模型依靠对奖励函数的设计,引导车辆在安全性与效率之间达成动态平衡。

深度学习还给路径规划提供了全局与局部结合的可能性,传统算法大多依赖局部优化,容易陷入局部最优解,而深度网络借助对全局交通图的特征提取,可在更广阔的空间范围内开展规划,例如卷积网络可以提取道路结构特征,循环网络可以学习时间序列变化,使车辆在动态交通流中不断调整行驶策略。凭借这种学习式的规划方法,车辆不再依赖固定规则,而是有了从经验中学习与推理的能力。

然而,深度学习路径规划依旧面临可解释性与安全性问题,因为神经网络有“黑箱”特征,决策过程难以完全预测,在关键控制环节仍需与传统算法相结合,以保证系统在突发情况下的可控性。未来路径规划的发展趋势将朝着混合式结

构演进,也就是把学习模型与规则约束相结合,让车辆拥有智能决策能力,又能维持安全与稳定的行为边界。

(二) 实时动态避障决策机制

避障控制属于车辆自动驾驶里的一项核心挑战,重点在于怎样于复杂且动态的交通环境里达成安全凭借,传统避障方法大多运用静态规则,像预设安全距离或者轨迹调整策略等,然而这类方法大多时候难以适应突发性较强、信息不确定的场景,随着传感以及计算技术的进步,实时动态避障决策机制渐渐成为研究关键。

实时动态避障机制的核心想法是让车辆拥有环境预测以及行为评估能力,系统要识别障碍物的当前位置,还得分析其运动趋势,提前规划合理路径,这个过程需要感知系统给出连续的目标状态信息,并且借助预测模型对障碍物行为加以估计,基于此,决策层可生成多种避障方案,并且依靠评估模块挑选最优策略。该机制呈现了从被动反应到主动规避的转变,让车辆在复杂环境中呈现出更高的智能性。

深度强化学习与模糊控制相结合,给实时避障提供了新的解决办法,依靠在模拟环境中训练,系统可在大量碰撞与规避的经验中形成稳定的行为模式,当车辆面对未知障碍时,模型可依据当前环境特征生成相应策略,达成实时反应。模糊控制的引入可提高系统的连续性与柔性,使避障动作更加平滑、自然,减少车辆姿态的突变。

动态避障机制的优化还体现在多目标协调方面,车辆在避障时,要考虑自身安全,又要兼顾交通流顺畅与乘坐舒适性,比如在高速公路变道避障时,系统需要判断后方车辆速度与距离,以保证避障过程不会引发新的风险。这要求决策模型有综合权衡能力,在多种目标之间实现平衡,凭借引入多目标优化框架,系统可在安全、效率与舒适之间进行协调,形成更符合人类驾驶逻辑的避障行为。

三、动力系统智能调控策略

(一) 自适应能量管理算法设计

自适应能量管理的核心在于构建一种能够随环境变化自动调整的能量分配机制,使动力系统在多种运行状态下保持高效与协调。传统的能量控制方式往往依赖预设模型与固定参数,在面对道路状况、驾驶需求或负载变化时,反应滞后、能量利用率低。而自适应算法的引入,使系统具备了“感知—判断—调整”的动态能力,能够根据外部条件和内部状态实时优化控制策略。

自适应算法通过对车辆运行信息的持续学习与反馈修

正, 形成以能量平衡为核心的动态控制框架。在运行过程中, 系统会自动识别动力需求的变化趋势, 并调整发动机与电机之间的输出比例, 以实现整体效率的最优。通过这种自我学习与自我调节机制, 能量管理不再依赖人工经验, 而是由算法在不同工况下自主寻找平衡点, 从而提升系统的智能响应能力。

这种智能化管理的意义不仅在于节能降耗, 更在于建立动力系统的协调逻辑。车辆在行驶过程中需要同时兼顾动力响应、能量储备与系统稳定, 自适应算法能够在这些目标之间形成合理分配。例如, 在上坡、加速或制动等状态下, 系统自动调整能量输出路径, 使动力响应更加平顺, 并减少多余能量损耗。通过持续学习与参数修正, 算法逐步形成稳定的能量控制模型, 保证系统在不同环境下都能维持高效运行。

(二) 混合动力系统效率优化

混合动力系统作为现代车辆的重要动力形式, 其效率优化问题直接关系到整车的能量利用水平与环保性能。该系统由发动机、电机和电池等多个能量单元构成, 其运行模式涉及动力分配、能量回收与能量转换等多个环节。传统的控制方法往往通过固定模式切换来实现能量协调, 而在智能控制框架下, 系统通过算法与感知的结合, 实现了对整个动力链的动态优化。

混合动力系统的效率提升首先体现在能量流的智能分配上。智能控制系统能够实时判断车辆行驶工况与驾驶需求, 在不同运行阶段合理分配发动机与电机的输出。例如, 在低速或城市拥堵工况中, 系统偏向电驱动模式, 以减少燃油消耗与排放; 而在高速或长距离行驶时, 发动机承担主要驱动任务, 电机则负责能量辅助与回收。通过这种实时调节, 系统实现了能量的高效利用与动力性能的平衡。

四、智能控制执行层实现策略

(一) 电子控制单元协同机制

电子控制单元 (ECU) 是现代车辆智能控制系统的重要组成部分, 负责管理不同子系统的运行状态, 如发动机、变速器、制动、转向等。随着车辆功能的复杂化, 单一控制单元已无法满足多系统协同需求, 建立高效的 ECU 协同机制成为智能控制的关键环节。

在智能控制架构中, 各 ECU 通过高速通信网络实现信息交互, 形成分布式但统一协调的控制体系。协同机制的设计核心在于任务分配与信息融合, 使不同控制单元在独立执行功能的同时保持逻辑一致。例如, 发动机与制动系统在能量

回收环节需要进行实时协调, 避免因控制滞后或数据偏差导致系统冲突。通过统一的通信协议与调度机制, 系统能够在多控制模块间实现同步决策, 形成整体响应的一致性。

(二) 执行机构容错控制技术

在智能控制系统里, 执行机构乃是达成车辆行为的直接承载者, 它的稳定性以及可靠性同整车的运行安全紧密相关, 鉴于执行机构长时间处于高负荷以及复杂环境之中, 故障难以避免, 容错控制技术被提出来, 就是要解决执行机构失效之后系统怎样继续维持功能的问题, 让智能控制体系拥有自我保护和修复的能力。

容错控制的基本想法是借助系统监测和冗余设计, 保证部分执行机构失效的时候, 系统依旧可在安全范围之内继续运行, 这项技术囊括故障检测、故障隔离与控制补偿三个阶段, 依靠对执行机构运行信号进行实时监测, 系统可判断其工作状态是不是异常, 当察觉到异常后, 控制系统会马上启动故障隔离机制, 把失效模块从控制链中去除, 并且启用备用模块或者依靠算法调整补偿控制量, 保持系统平衡。

五、结束语

智能控制技术于车辆工程领域的应用会持续深入发展, 随着人工智能、边缘计算以及车路协同技术走向成熟, 车辆会渐渐从单体智能朝着群体智能转变, 达成车辆之间、车辆与道路之间的信息交互以及协同决策, 能源结构的多元化同样会促使控制算法不断演进, 让系统在新能源环境里依旧可高效运行。控制系统的安全性和可解释性问题也会成为研究的关键要点, 怎样在保障自主智能的情况下保证系统可控、可审计, 会成为未来智能车辆工程的关键发展方向。

[参考文献]

- [1] 杨梅. 新能源汽车电池热管理系统的电子控制技术分析[J]. 汽车维修技师, 2025, (18): 24-25.
- [2] 王浩坤. 车载照明系统的智能控制策略研究[J]. 中国新通信, 2025, 27 (16): 4-6+208.
- [3] 范先龙. 基于智能控制的汽车机械制造系统优化技术[J]. 内燃机与配件, 2025, (15): 107-109.
- [4] 倪花荣. 智能驾驶领域中人工智能技术的融合创新实践研究[J]. 专用汽车, 2025, (05): 93-96.
- [5] 白皓宇. 基于智能控制系统的自动驾驶汽车性能优化研究[J]. 汽车测试报告, 2025, (08): 40-42.
- [6] 李歆怡. 车联网技术在新能源汽车智能控制中的有效应用[J]. 内燃机与配件, 2025, (07): 98-100.