

如何通过优化控制算法提升汽车控制器的响应速度

高维, 陈斌

宁波高发汽车控制系统股份有限公司 浙江宁波

【摘要】在汽车智能化浪潮中, 汽车控制器响应速度成为制约车辆性能提升的关键。本研究直击痛点, 深度剖析控制算法优化路径。从算法底层原理挖掘, 到创新优化策略构建, 再到实际应用场景验证, 全方位探索借助先进算法让汽车控制器敏捷响应之道, 为汽车技术革新注入强劲动力。

【关键词】汽车控制器; 控制算法; 响应速度; 优化策略

【收稿日期】2024 年 12 月 23 日 **【出刊日期】**2025 年 1 月 11 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250015

How to improve the response speed of automotive controllers by optimizing control algorithms

Wei Gao, Bin Chen

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

【Abstract】In the wave of automotive intelligence, the response speed of automotive controllers has become a key factor restricting the improvement of vehicle performance. This study directly addresses the pain points and deeply analyzes the optimization paths of control algorithms. From exploring the underlying principles of algorithms, constructing innovative optimization strategies, to verifying in practical application scenarios, it comprehensively explores the way to make automotive controllers respond agilely with the help of advanced algorithms, injecting strong impetus into the innovation of automotive technology.

【Keywords】Automotive Controller; Control Algorithm; Response Speed; Optimization Strategy

引言

随着汽车产业迈向智能化、网联化新时代, 汽车控制器承担着愈发复杂且关键的任务。从动力系统精准调控, 到智能驾驶辅助决策, 其响应速度直接关联车辆的操控灵敏性、行驶安全性以及驾乘舒适性。然而, 传统控制算法在面对复杂路况、瞬息万变的驾驶环境时, 响应滞后问题凸显。因此, 优化控制算法成为突破汽车控制器性能瓶颈、推动行业技术升级的核心举措。

1 汽车控制器与控制算法基础

1.1 汽车控制器的功能与架构解析

汽车控制器犹如车辆的“智慧大脑”, 肩负着多项关键功能。在动力系统控制方面, 精准调节发动机的燃油喷射量、点火时机, 以及变速器的换挡逻辑, 确保动力输出高效且平稳。底盘控制中, 协调悬挂系统、转向系统工作, 提升车辆行驶稳定性与操控性^[1]。其硬件架构涵盖微处理器、存储器、

输入输出接口等关键组件, 微处理器负责高速运算处理各类传感器数据, 存储器存储程序与运行数据, 输入输出接口连接传感器与执行器, 实现信息交互。软件架构则包含底层驱动程序、中间件与应用层软件, 各层协同工作, 保障控制器稳定运行。

1.2 常见控制算法类型及原理介绍

常见控制算法丰富多样, PID 控制算法应用广泛。其通过比例 (P)、积分 (I)、微分 (D) 三个环节, 根据设定值与实际值的偏差, 计算控制量。比例环节快速响应偏差, 积分环节消除稳态误差, 微分环节预测偏差变化趋势, 三者结合实现对被控对象的稳定控制^[2]。模糊控制算法则模拟人类模糊推理思维, 将输入的精确量模糊化, 依据模糊规则库进行推理, 再将模糊输出量解模糊为精确控制量, 适用于难以建立精确数学模型的复杂系统。还有模型预测控制算法, 通过建立系统模型, 预测未来状态, 基于优化目标计算最优控制序列, 具有良好的

作者简介: 高维 (1989-), 男, 汉族, 浙江宁波人, 本科, 工程师, 研究方向: 信息技术。

前瞻性与适应性。

1.3 控制算法对汽车控制器响应速度的影响机制分析

控制算法直接决定汽车控制器对车辆状态变化的响应快慢。高效算法能快速处理传感器采集的海量数据, 精准分析车辆当前运行状态。例如, 在车辆急加速场景下, 先进控制算法可迅速根据油门踏板深度、发动机转速等数据, 调整燃油喷射与点火策略, 使发动机快速输出强大动力^[3]。若算法运算效率低, 数据处理延迟, 控制器无法及时发出准确控制指令, 导致车辆响应迟缓。同时, 算法的稳定性也至关重要, 不稳定算法在面对复杂工况时, 可能出现控制振荡, 不仅影响响应速度, 还会降低车辆行驶安全性与舒适性。

2 现有控制算法在响应速度方面的局限

2.1 复杂工况下算法适应性不足问题

复杂工况对现有控制算法构成严峻挑战。在城市拥堵路况, 频繁启停、急加速急减速, 车辆行驶状态变化剧烈, 传统算法难以快速适应。如 PID 算法, 其固定参数难以在不同工况下均实现最优控制, 在频繁加减速时易出现超调或调节缓慢问题。在极端天气如暴雨、暴雪条件下, 路面湿滑、能见度低, 传感器数据准确性受影响, 算法难以依据不准确数据做出快速、正确决策, 导致车辆操控性能下降^[4]。

2.2 数据处理与运算效率瓶颈

随着汽车智能化发展, 传感器数量激增, 数据量呈指数级增长。现有控制算法在处理海量数据时, 运算效率成为瓶颈。传统微处理器算力有限, 面对大量传感器数据, 无法在短时间内完成复杂算法运算。例如, 在智能驾驶辅助系统中, 需实时处理摄像头、雷达等多源传感器数据, 若算法运算速度跟不上数据采集速度, 将导致数据积压, 控制器响应延迟, 无法及时对潜在危险做出预警与控制。

2.3 算法稳定性与响应速度的矛盾分析

在追求高响应速度时, 算法稳定性常受到影响。一些算法为加快响应, 简化运算过程, 牺牲了稳定性。以某些简化的模型预测控制算法为例, 虽能在简单工况下快速响应, 但在复杂工况中, 因模型简化导致预测不准确, 控制效果变差, 甚至出现失控现象^[5]。而一些稳定性好的算法, 为确保控制精度, 运算过程复杂, 耗时较长, 响应速度难以提升, 如

何平衡算法稳定性与响应速度成为亟待解决的难题。

3 优化控制算法的策略与方法

3.1 基于模型预测控制的算法优化策略

基于模型预测控制的算法优化, 通过建立更精确的车辆动力学模型, 提升算法前瞻性。利用多体动力学理论, 考虑车辆各部件的相互作用, 使模型更贴合实际运行情况^[6]。同时, 采用滚动时域优化策略, 不断更新预测时域, 根据最新车辆状态与环境信息, 实时优化控制序列。例如, 在自动驾驶场景中, 模型预测控制算法可根据前方路况、车辆速度、加速度等信息, 提前规划行驶轨迹, 预测并规避潜在危险, 使车辆在复杂路况下仍能快速、稳定响应。

3.2 智能算法融合与协同优化方法

智能算法融合是提升控制算法性能的有效途径。将深度学习算法与传统控制算法结合, 发挥深度学习强大的数据分析与模式识别能力。如在车辆故障诊断中, 深度学习算法对大量历史故障数据学习, 识别故障特征, 再结合传统控制算法进行故障处理决策。在多目标优化中, 采用遗传算法、粒子群优化算法等智能优化算法, 协同调整控制算法参数, 使控制器在响应速度、稳定性、控制精度等多方面达到最优平衡, 提升整体性能^[7]。

3.3 算法参数自适应调整策略实施

算法参数自适应调整能使控制算法更好适应车辆实时状态变化。利用自适应控制理论, 根据车辆运行过程中的反馈信息, 实时调整算法参数。例如, 在车辆行驶过程中, 根据路面坡度、车辆载重等变化, 自适应调整 PID 算法的比例、积分、微分参数, 使发动机始终保持最佳运行状态。通过在线参数估计技术, 快速准确获取车辆状态参数, 为算法参数调整提供依据, 实现控制算法的动态优化, 提升控制器响应速度与控制效果。

4 优化算法在汽车控制器中的应用实践

4.1 动力系统控制中的算法优化应用

在动力系统控制中, 优化算法成效显著。通过优化控制算法, 精确调节发动机燃油喷射量与点火提前角。在车辆加速时, 算法快速响应油门踏板动作, 增加燃油喷射, 提前点火, 使发动机迅速输出更大扭矩。在混合动力汽车中, 算法合理分配发动

机与电动力, 根据车辆行驶工况与电池电量, 动态调整动力输出模式, 实现高效节能与快速响应兼顾。例如, 在城市拥堵路况, 优先使用电机驱动, 算法精准控制电机扭矩, 使车辆启停平稳、响应迅速^[8]。

4.2 底盘与制动系统控制的算法优化实例

底盘与制动系统控制的算法优化提升了车辆操控安全性。在底盘悬挂控制中, 采用天棚阻尼控制算法结合自适应参数调整, 根据路面状况与车辆行驶状态, 实时调节悬挂阻尼力。在高速过弯时, 算法增大阻尼, 提高车辆侧倾稳定性; 在颠簸路面, 减小阻尼, 提升驾乘舒适性。制动系统中, 优化的防抱死制动系统 (ABS) 算法, 通过精确控制制动压力, 防止车轮抱死, 在紧急制动时, 算法快速响应, 缩短制动距离, 保障行车安全。

4.3 智能驾驶辅助系统中的算法优化探索

智能驾驶辅助系统的算法优化为自动驾驶发展奠定基础。在自适应巡航控制中, 优化算法根据前车距离、车速等信息, 实时调整本车速度, 保持安全车距。在车道保持辅助系统中, 利用图像识别与控制算法, 识别车道线, 当车辆偏离车道时, 算法快速控制转向系统, 纠正行驶方向。同时, 多传感器融合算法将摄像头、雷达等传感器数据融合处理, 提高环境感知准确性, 使智能驾驶辅助系统能更快速、准确地做出决策, 提升驾驶安全性与舒适性。

5 优化控制算法的未来发展趋势与挑战

5.1 新兴技术对控制算法优化的推动方向

新兴技术为控制算法优化带来新契机。量子计算技术凭借其强大的计算能力, 有望加速复杂算法运算, 使模型预测控制等算法能在更短时间内完成大规模计算, 提升控制器实时响应能力。边缘计算技术将数据处理从云端转移至车辆本地, 减少数据传输延迟, 让控制算法能更快速地根据车辆实时数据做出决策。此外, 人工智能领域的强化学习算法, 可使控制算法在与车辆运行环境的持续交互中, 不断优化控制策略, 提升控制性能。

5.2 行业标准与规范对算法优化的要求与影响

行业标准与规范对控制算法优化起着重要引导与约束作用。随着汽车安全要求不断提高, 标准规范对控制算法的可靠性、稳定性提出更高要求。

例如, 在自动驾驶功能中, 算法需经过严格的安全测试与认证, 确保在各种工况下都能准确、可靠运行。同时, 标准规范也促使企业在算法优化中注重数据安全与隐私保护, 防止车辆数据泄露, 保障用户权益。这既对算法优化提出挑战, 也推动行业技术朝着更安全、可靠方向发展。

5.3 应对挑战与持续优化算法的策略思考

面对新兴技术带来的机遇与行业标准的约束, 持续优化算法需多方发力。在技术研发上, 加大对量子计算、边缘计算等新兴技术在汽车控制领域的应用研究, 培养跨学科专业人才。企业应加强与高校、科研机构合作, 共同攻克技术难题。在标准制定方面, 积极参与行业标准制定, 推动标准与技术发展相适应。同时, 建立完善的算法测试与验证体系, 确保优化后的算法满足实际应用需求, 在不断创新与规范中持续提升汽车控制器控制算法性能。

6 结论

本研究全面且深入地探讨了通过优化控制算法提升汽车控制器响应速度的关键路径。从汽车控制器与控制算法基础剖析, 到现有算法局限揭示, 再到创新优化策略与应用实践探索, 以及对未来趋势与挑战的分析应对, 形成了一套完整的理论与实践体系。优化控制算法对提升汽车性能、保障行车安全、推动汽车产业智能化发展具有不可替代的重要意义。展望未来, 随着新兴技术发展与行业标准完善, 控制算法优化将持续深入, 为汽车控制器性能提升注入源源不断的动力, 助力汽车产业迈向更高发展阶段。

参考文献

- [1] 杨东坡. 混合动力商用车多目标协调控制方法研究[D]. 吉林大学, 2022.
- [2] 刘浩. 基于曲率优化的智能汽车路径跟踪控制研究[D]. 江苏大学, 2022.
- [3] 曹奕哲. 自动驾驶车辆队列驶离专用道轨迹优化算法研究与仿真分析[D]. 长安大学, 2022.
- [4] 吴行. 轮毂驱动电动汽车主动悬架系统控制研究[D]. 重庆大学, 2021.
- [5] 姜聪慧. 基于能耗优化的电动城市物流车协调控制研究[D]. 吉林大学, 2021.D

- [6] 侯圣彦.新能源汽车混合动力系统能量管理策略研究[D].吉林大学,2024.
- [7] 薛涛.新能源汽车热管理系统智能控制分析[J].汽车测试报告,2024,(18):56-58.
- [8] 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.

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