

Discussion on the Construction of Teaching Case Library for Autonomous Driving Decision and Control

Junyou Zhang Shufeng Wang Ge Gao Liye Zhang Wei Xu

School of Transportation, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong, 266590, China

Abstract

Autonomous driving decision-making and control technology is a core and key technology in the field of intelligent connected vehicles, and its practical application has put forward precise and composite requirements for high-level engineering and technical talents. As the core course teaching carrier for graduate students majoring in transportation, building a teaching case library for autonomous driving decision-making and control is an important way to integrate theoretical teaching with engineering practice, and cultivate students' technical application and innovation abilities. This article focuses on the training objectives of professional degree graduate students and elaborates on the significance of building a case library. Based on the course content, the case library is modularized and illustrated with typical cases of adaptive cruise control, aiming to provide feasible solutions for optimizing the practical teaching system of professional degree graduate students in related fields.

Keywords

Autonomous driving; Decision making and control; Professional degree graduate students; Teaching Case Library

《无人驾驶决策与控制》课程教学案例库建设探讨

张俊友 王树凤 高歌 张立业 徐伟

山东科技大学交通学院, 中国·山东 青岛 266590

摘要

无人驾驶决策与控制技术是智能网联汽车领域的核心关键技术,其落地应用对高层次工程技术人才提出了精准化、复合型要求。作为交通运输专业学位研究生的核心课程教学载体,构建无人驾驶决策与控制教学案例库,是贯通理论教学与工程实践、培养学生技术应用与创新能力的重要途径。本文围绕专业学位研究生的培养目标,阐述了案例库建设的意义,基于课程内容对案例库进行了模块化设计,并结合自适应巡航控制典型案例展开说明,旨在为相关领域专业学位研究生的实践教学体系优化提供可行方案。

关键词

无人驾驶; 决策与控制; 专业学位研究生; 教学案例库

1 引言

无人驾驶技术的产业化落地进程持续加速,决策与控制作为无人驾驶车辆的核心技术,决定了车辆行驶的安全性、舒适性与高效性,其技术迭代与应用创新催生了大量高层次岗位需求^[1]。在此背景下,交通运输专业学位研究生教育需突破传统理论教学的局限,向“理论-实践”深度融合的培养模式转型。当前,国内多数高校已开设无人驾驶相关课程,但决策与控制模块的教学普遍存在“重理论、轻实践”、“案例滞后于行业技术发展”的问题,教学配套案例资源匮

乏且与工程实际脱节,导致学生难以将控制理论、智能算法等知识转化为解决复杂行车场景问题的能力。教学案例是架起理论知识与工程实践的关键桥梁^[2],构建适配专业学位研究生培养的无人驾驶决策与控制教学案例库,既能为学生提供贴近产业实际的实践场景,又能引导其在案例分析中锤炼技术应用与创新思维,是培养符合行业需求的应用型、复合型人才^[3-4]的必然路径。基于此,本文从案例库建设的现实意义出发,基于课程内容对案例库进行了模块化设计,并结合典型案例开展实践应用探索,以期为无人驾驶决策与控制课程教学改革提供参考,助力提升专业学位研究生的核心竞争力。

2 课程内容与案例库设计

无人驾驶决策与控制技术是自动驾驶系统的“大脑”与“四肢”,是实现车辆自主、安全、高效行驶的核心枢纽。它以人工智能、智能决策、车辆动力学、最优控制理论为基

【课题项目】山东省研究生优质专业学位教学案例库建设项目(项目编号:SDYAL2024030)。

【作者简介】张俊友(1971-),男,中国山东淄博人,教授,博士,从事无人驾驶、智能交通研究。

础,实现车辆“感知-决策-控制”链路的闭环运行。决策模块负责将根据感知系统提供的环境信息(如车道线、交通标志、其他交通参与者动态等)进行决策,主要包含全局路径规划、局部行为决策以及车辆运动轨迹规划;控制模块是决策指令的最终执行者,其任务是将决策模块输出的期望轨迹(位置、速度、航向角等)转化为对车辆底层执行器(油门、刹车、转向)的精准控制指令,确保车辆能够稳定、平滑且准确地跟踪该轨迹;决策与控制模块的实现需要在平台

上进行验证,课程内容架构如图1所示。

案例库设计遵循系统性、前沿性与工程实践性相结合的原则,旨在全面覆盖无人驾驶决策与控制领域的核心技术维度与典型应用场景。案例素材依托真实产业场景与前沿科研成果构建,模拟真实行车环境与事件,支持从仿真验证到实车实验的闭环联动。案例库采用模块化、可拓展的架构设计,能够根据技术演进与教学反馈,持续更新与丰富内容,确保其始终贴合行业发展与教学需求。

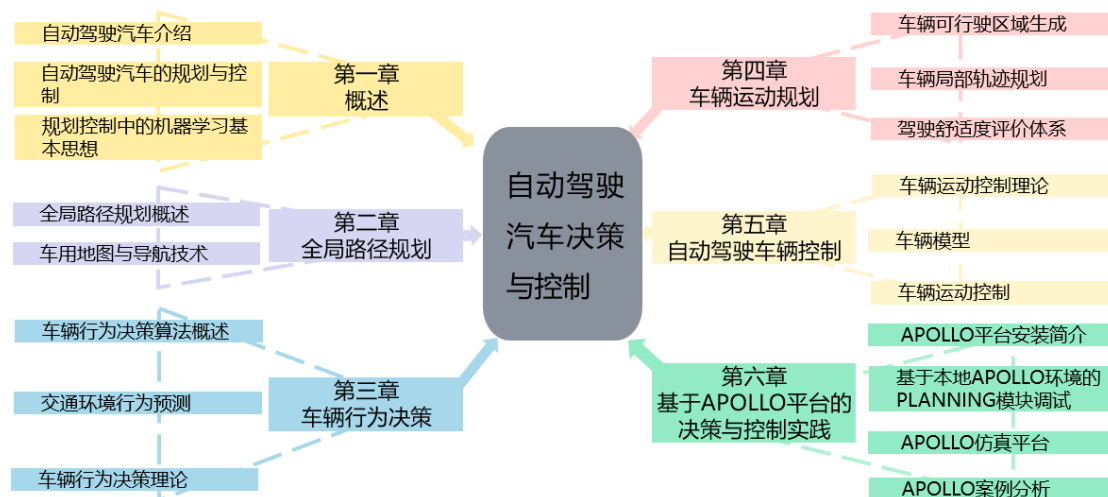


图1 无人驾驶决策与控制的内容框架图

案例建设以产业经典场景与教师科研实践为核心素材,紧密围绕专业学位研究生“面向工程实践”的培养定位,搭建从理论认知到仿真实践、再到实车验证的递进式能力培养桥梁。基于上述原则,案例库构建了覆盖无人驾驶决策与控制的六大模块体系:

自动驾驶基础认知模块: 聚焦系统架构与软硬件平台基础,帮助学生建立对无人驾驶决策与控制体系的整体认知;

全局路径规划模块: 涵盖多精度地图下的路径规划、多约束(时间、能耗、安全)路径优化等案例,培养学生宏观决策与系统优化能力;

行为决策模块: 包含跟车、换道、交叉口通行、道德困境应急决策等复杂工况案例,训练学生在动态环境中的推理与决断能力;

运动规划模块: 设计跟驰、换道、弯道轨迹、自动泊车等案例,强化学生对车辆运动学与动力学耦合规划的理解;

车辆控制模块: 覆盖自适应巡航、紧急制动、轨迹跟踪、精准泊车等典型控制场景,提升学生从指令到执行的系统调控能力;

综合验证模块: 基于 Apollo 等仿真平台设计全链路集成案例,实现“决策-规划-控制”闭环验证,培养学生系统集成与工程实现能力。

3 ACC 自适应巡航控制案例

本文以典型案例自适应巡航控制为例进行实例说明,自适应巡航控制作为无人驾驶纵向运动控制的核心应用,是连接车辆智能决策与底层执行的典型技术场景。本教学案例库旨在通过 ACC 自适应巡航控制这一典型应用,系统性地培养学生关于无人驾驶纵向控制的核心知识与实践能力。在知识层面,学生需要掌握 ACC 系统“感知-决策-控制”的基本架构与工作原理,特别是理解模型预测控制(MPC)算法如何协调安全性、舒适性等多目标以求解期望加速度,并熟悉期望安全车距模型等关键设计方法。在能力层面,学生应能运用 CarSim 与 MATLAB/Simulink 等工具搭建仿真验证平台,通过实验分析与优化控制策略的性能,从而掌握跨平台联合仿真的工程应用技能。

完整的自适应巡航控制系统架构如图2所示,从逻辑层面展现了系统的整体构成。该架构包含三大功能模块:感知模块采集并融合雷达、摄像头等多传感器信息,实现本车状态与前车相对状态的实时感知;决策模块作为核心中枢,基于感知信息进行驾驶决策与算法运算,生成期望的控制指令;控制模块则将决策指令转换为车辆实际的驱动、制动等动作。

自适应巡航控制的核心技术实现方案如图3所示,它具体呈现了图2中决策控制执行模块的内部工作机制与算法流程。系统首先基于感知信息,通过期望安全车距模型计算

动态跟车距离，并在跟车、巡航、切入响应等多种驾驶模式间智能切换，其核心在于建立一套能动态协调安全性、舒适性与经济性的决策机制，算法层通过 MPC 控制器构建预测模型与多目标优化函数，计算出精确的期望加速度指令；执行层则通过底层控制器将该指令解算为具体的油门开度或制动压力控制量。整个过程通过实时状态反馈与参数自适应调节，形成稳定的闭环控制系统。

为实现上述理论与算法的验证，以 CarSim（用于高精度车辆动力学仿真）和 MATLAB/Simulink（用于控制算法建模与开发）为核心搭建专业的软硬件仿真平台。为全面测试系统性能，设计分层递进的仿真场景，如图 4 所示，包含前方无车、基础跟车场景涵盖前车匀速、匀加速减及周期性变速等工况，以验证控制的稳定性与跟踪精度；复杂交通场景则设置他车切入与切出、前车紧急制动等工况，用以考

核系统在动态交互环境中的安全性、响应速度与鲁棒性。

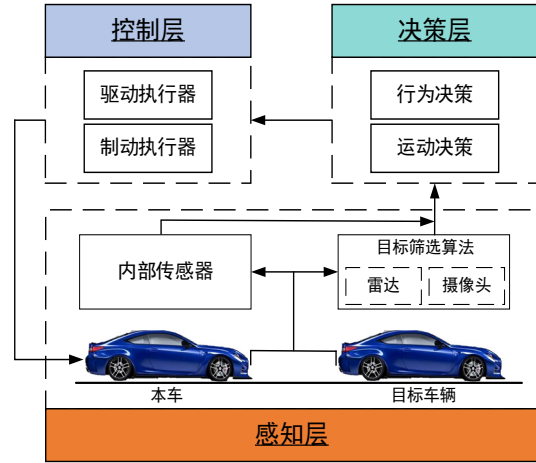


图 2 自适应巡航控制系统架构

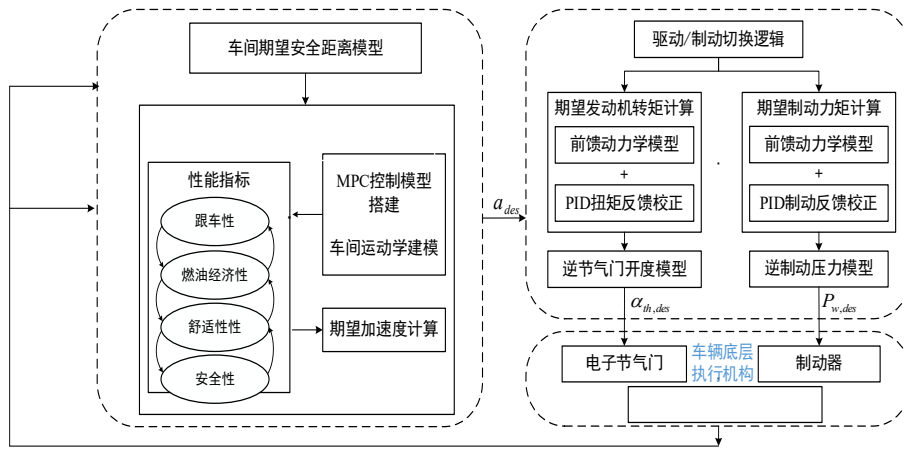


图 3 技术方案示意图

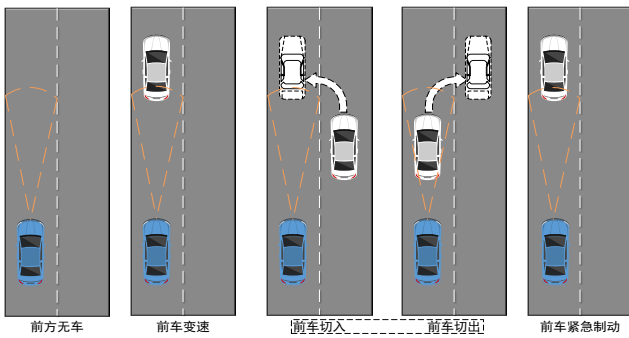


图 4 典型行车仿真场景

4 结语

采用案例驱动的教学方法，能够引导学生在“学中做、做中学”，实现沉浸式学习体验。这种方式不仅使教学内容

更加生动具体，也促使学生在掌握理论知识的同时，有效提升实践能力与问题解决能力。对于能力突出、兴趣浓厚的学生，可鼓励其参加无人驾驶车辆相关竞赛，从而进一步快速增强其实践能力与团队协作能力。该教学路径是培养高水平应用型与复合型人才的有效途径。

参考文献

- [1] 李川鹏,郭宇辰. 浅析自动驾驶技术发展现状、趋势及挑战 [J]. 时代汽车, 2022, (14): 4-6.
- [2] 李建龙,卢亚宾,邵友培等. 案例库建设在研究生教学中的应用 [J]. 教育教学论坛, 2019(50):190.
- [3] 包丽敏,刘军. 案例教学法在高职思政课教学中的应用 [J]. 船舶职业教育, 2025,13(6):29-31.
- [4] 窦文月,李栋,万蕾. 流体力学课程思政案例库建设探索 [J]. 科教文汇, 2025, (22): 60-64.