

中国地质大学（武汉）研究生课程论文

课 程 名 称 先进控制理论与控制工程

论 文 名 称 基于模型预测控制的车道保持辅助系统

教 师 姓 名 吴敏，陆承达，施阳

学 生 姓 名 曾康慧

学 生 学 号 2202510597

学 生 专 业 控制科学与工程

培 养 单 位 未来技术学院

上 课 时 间 2025 年（下半年）

递 交 时 间 2025 年 12 月 10 日

本人郑重声明：所呈交的课程论文，是本人独立进行研究工作所取得的成果，没有违反学术道德和学术规范，没有侵权行为，除文中已明确注明和引用的内容外，不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品及成果的内容。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

课程论文作者签名（手签）: 曾 康 慧

中国地质大学（武汉）研究生院

2025 年 11 月制

指 标	评价内容	评价分值				得 分
选 题	选题是否新颖；是否有意义；是否与本门课程的要求相关。	20-16	15-11	10-6	5-0	
论 证	思路是否清晰；逻辑是否严密；结构是否严谨；研究方法是否得当；论证是否充分。	20-16	15-11	10-6	5-0	
规 范	文字表达是否准确、流畅；体例、格式是否规范；是否符合学术道德规范。	20-16	15-11	10-6	5-0	
文 献	文献资料是否翔实；是否具有代表性。	20-16	15-11	10-6	5-0	
能 力	是否运用了本课程的有关理论知识；是否体现了一定的科研能力或专业实践能力。	20-16	15-11	10-6	5-0	
课程论文评阅意见：						
评阅教师签名： 年 月 日		总分：				

注意事项：

- 1.除评阅意见、评阅教师签名、分项得分、总分外的各项内容均由研究生本人认真填写；
- 2.研究生课程论文应符合基本学术规范，具有一定学术价值或实际应用价值，严禁抄袭；凡经学校检查或抽查认定为不合格者，一律取消该门课程成绩和学分；
- 3.评阅教师应根据课程论文质量客观、公正、完整签写评阅意见，分项及总分均须填写；
- 4.原则上所有课程论文均须用 A4 纸双面打印，加装封面及评分页，并于左侧双钉装订；
- 5.课程考核结束后，任课教师须将学生纸质版课程论文、考勤签到表、成绩登记表、过程考核材料等按要求整理齐备后及时交各开课单位研究生管理办公室统一存档，以备查用。

基于模型预测控制的车道保持辅助系统

曾康慧

2025 年 12 月 7 日

摘 要

随着智能驾驶技术的快速发展,车道保持辅助系统(Lane Keeping Assist System, LKA)已成为提升车辆安全性和驾驶舒适性的关键技术。本文基于模型预测控制(Model Predictive Control, MPC)方法,设计并实现了车道保持辅助系统。首先,采用线性化模型对车辆动态进行建模,建立了状态空间表示形式。然后,详细阐述了MPC的原理、优化问题制定、约束条件和代价函数的设计。通过仿真验证了系统的有效性,结果表明该系统能够在不同路况下保持车辆稳定行驶,提高了驾驶安全性。研究为实际应用提供了理论基础和工程指导。

本文特别强调了系统建模的详细过程,包括车辆二自由度模型的推导、扩展状态变量的引入以及扰动项的考虑。同时,对MPC的滚动优化机制、预测模型和约束处理进行了深入分析。仿真结果显示,该系统在直线和弯道路况下均表现出色,横向偏差控制在0.1 m以内,偏航角误差小于0.05 rad。

关键词: 模型预测控制; 车道保持辅助系统; 车辆模型; 车辆动态; 状态空间模型

目录

1	引言	1
1.1	研究现状	1
2	系统建模	2
2.1	车辆模型	2
2.2	扩展模型	4
3	模型预测控制原理	5
3.1	MPC 基本框架	5
3.2	约束处理	7
4	控制器设计	7
4.1	代价函数	7
4.2	状态估计与优化	7
5	仿真与结果	8
6	结论	8

1 引言

车道保持辅助系统（Lane Keeping Assist System, LKA）是高级驾驶辅助系统（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）的重要组成部分。它通过实时监测车辆相对于车道的偏差，并施加适当的转向控制，使车辆保持在车道中央，从而减少因驾驶员分心、疲劳或外部干扰导致的交通事故。随着自动驾驶技术的进步，LKA 系统已广泛应用于现代汽车中，提升了车辆的智能化水平和安全性。

LKA 系统的核心在于感知、决策和控制三个环节。感知环节通常依赖于摄像头、雷达或激光传感器来检测车道线和车辆位置；决策环节则根据感知信息计算所需的转向调整；控制环节通过执行器（如转向电机）实现车辆的横向控制。在实际应用中，LKA 不仅能辅助人类驾驶员，还能为全自动驾驶提供基础支持。

模型预测控制（Model Predictive Control, MPC）作为一种先进的优化控制策略，在 LKA 系统中表现出色。MPC 通过预测未来系统状态，并在线求解优化问题来生成控制输入，能够显式处理约束条件、多目标优化和不确定性。这使得 MPC 特别适合车辆控制场景，其中车辆动态受速度、路况和外部扰动影响较大。与传统 PID 控制相比，MPC 具有更好的鲁棒性和预测能力，能够提前应对道路曲率变化或侧风干扰。

1.1 研究现状

近年来，车道保持辅助系统的研究取得了显著进展。传统方法主要依赖于 PID 控制或模糊控制，但这些方法在处理复杂路况时存在局限性，如响应迟钝或稳定性差。模型预测控制作为一种先进的优化控制策略，已被广泛应用于 LKA 系统中。

国际上，许多学者探索了 MPC 在 LKA 中的各种变体。刘等^[1]提出了一种基于随机预测控制的 LKA 系统，利用线性时变模型处理不确定性，提高了系统的鲁棒性。王泽江等^[2]开发了无模型预测控制方法，并应用于自动驾驶车辆的轨迹跟踪，证明了其在实时计算中的优势。此外，Bian 等^[3]研究了基于 MPC 的协同变道策略，旨在改善交通流效率。Ding 等^[4]设计了一种计算高效的预测控制器，用于半自治车辆的车道保持。Huang 等^[5]考虑了防侧翻和输入饱和，提出了具有规定性能的 MPC 车道保持控制。Shen 等^[6]引入线性规划的 MPC 方法，实现个性化的 LKA 系统设计。

Schildbach 等^[7]探讨了随机 MPC 在 LKA 中的应用。Kim 等^[8]采用 Koopman

算子方法进行数据驱动建模和控制。Lefevre 等^[9]结合学习-based 驾驶员模型和 MPC，实现车道保持辅助。Kim 等^[10]针对大曲率道路上的大型自治巴士，开发了基于 MPC 的横向控制。

国内研究也日益活跃。王等^[11]提出的自适应 MPC 用于不确定车辆模型的车道保持。张等^[12]研究了鲁棒 MPC 在车道保持中的应用，考虑了车辆参数不确定性。李等^[13]设计了分层 MPC 框架，集成车道保持和避障。陈等^[14]探讨了分布式 MPC 在多车辆协同变道中的应用。徐等^[15]提出了基于 Tube 的 MPC，用于处理输入饱和下的车道保持。郭等^[16]研究了非线性 MPC 在自动车辆横向控制中的应用。任等^[17]引入学习-based MPC，处理不确定性下的车道保持。周等^[18]开发了随机 MPC 用于自动驾驶车辆的变道决策。李等^[19]结合深度强化学习和 MPC，实现高速公路车道保持。胡等^[20]集成路径规划和 MPC，用于车道保持和防侧翻。

这些研究表明，MPC 在处理约束、多目标优化和预测能力方面具有显著优势，但仍需进一步优化计算效率和鲁棒性，以适应实时嵌入式系统。近年来，随着计算能力的提升，数据驱动和学习增强的 MPC 变体（如 Koopman operator-based 和强化学习增强型）已成为热点，能够更好地处理非线性和不确定性。本文聚焦于 MPC 在 LKA 中的应用，详细阐述系统建模和控制器设计，并通过仿真验证其性能。

2 系统建模

车道保持辅助系统的核心在于准确的车辆动态模型。本节采用线性化模型对车辆进行建模，该模型简化了车辆为前后轴的刚体，忽略纵向动态，专注于横向运动和偏航。该模型基于自行车模型（bicycle model），适用于小转向角和小侧偏角条件。这种简化模型在车辆控制领域广泛应用，因为它能够捕捉车辆的主要横向动态特性，同时保持计算复杂度适中。

2.1 车辆模型

车辆模型假设车辆在小转向角和小侧偏角下运行，轮胎侧偏力与侧偏角成线性比例。车辆状态包括横向速度 v_y 和偏航率 r （即偏航角速度 $\dot{\psi}$ ）。自行车模型将车辆视为前后轴上的两个轮胎，忽略了左右轮胎的差异，从而简化了分析。

如图1所示，该图描绘了车辆在车道中的位置关系，包括车辆重心、车道中心线以及相关偏差量。该图清晰地展示了车辆相对于车道的横向偏差和相对偏

航角，帮助理解模型的几何基础。

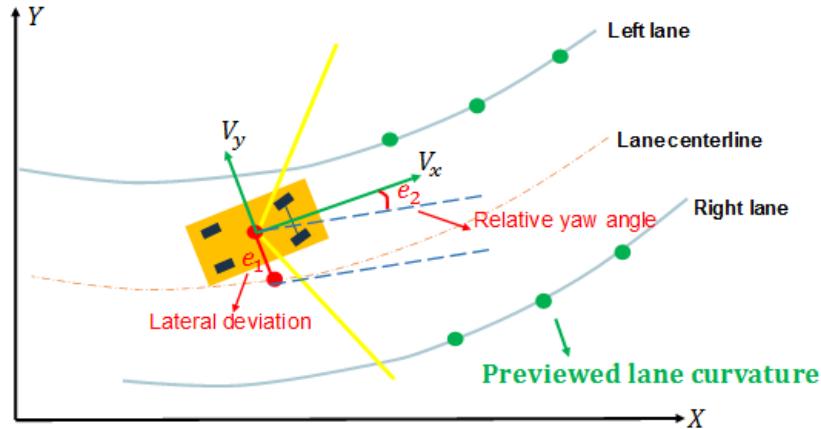


图 1 车道示意图

模型参数如下：

- m : 车辆总质量 (kg)，默认值 1573 kg，代表车辆的惯性特性。
- I_z : 绕垂直轴的偏航惯性矩 ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)，默认值 2873 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ，影响车辆的旋转响应。
- L_F : 重心到前轴距离 (m)，默认值 1.11 m，前轴位置决定了转向力矩的杠杆臂。
- L_R : 重心到后轴距离 (m)，默认值 1.58 m，后轴提供稳定性。
- C_F : 前轮胎侧偏刚度 (N/rad)，默认值 1.9e4 N/rad，描述前轮侧偏力与侧偏角的线性关系。
- C_R : 后轮胎侧偏刚度 (N/rad)，默认值 3.3e4 N/rad，后轮刚度通常高于前轮以确保稳定性。
- V_x : 纵向速度 (m/s)，作为参数影响模型矩阵，是时变量。

车辆动态方程基于牛顿定律推导得出。首先，考虑横向平动方程，该方程描述了车辆在横向方向上的加速度：

$$m\dot{v}_y = -mV_xr + 2C_F \left(\delta - \frac{v_y + L_F r}{V_x} \right) + 2C_R \left(-\frac{v_y - L_R r}{V_x} \right) \quad (1)$$

其中，第一项 $-mV_xr$ 是由于纵向速度引起的向心力，第二项和第三项分别是前、后轮的侧偏力贡献。

其次，偏航力矩平衡方程描述了围绕重心的旋转动态：

$$I_z \dot{r} = 2L_F C_F \left(\delta - \frac{v_y + L_F r}{V_x} \right) - 2L_R C_R \left(-\frac{v_y - L_R r}{V_x} \right) \quad (2)$$

这里，前后轮侧偏力产生的力矩驱动偏航运动。

线性化后，得到状态空间形式：

$$\dot{x} = Ax + Bu + Ed \quad (3)$$

其中，状态向量 $x = \begin{bmatrix} v_y \\ r \end{bmatrix}^T$ ，输入 $u = \delta$ (前轮转向角)，扰动 $d = \kappa = \frac{1}{R}$ (道路曲率，单位 $1/\text{m}$)。矩阵 A 捕捉系统动态， B 表示控制输入影响， E 处理外部扰动：

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{2(C_F + C_R)}{mV_x} & -V_x - \frac{2(C_F L_F - C_R L_R)}{mV_x} \\ -\frac{2(C_F L_F - C_R L_R)}{I_z V_x} & -\frac{2(C_F L_F^2 + C_R L_R^2)}{I_z V_x} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$B = \begin{bmatrix} \frac{2C_F}{m} \\ \frac{2C_F L_F}{I_z} \end{bmatrix}, \quad E = \begin{bmatrix} \frac{2(C_F L_F - C_R L_R) - mV_x^2}{m} \\ \frac{2(C_F L_F^2 - C_R L_R^2)}{I_z} \end{bmatrix} \quad (5)$$

输出矩阵 $C = I_{2 \times 2}$, $D = 0$ 。该模型考虑了道路曲率作为外部扰动，能够模拟弯道路况下的车辆行为。该模型用于 Simulink 仿真，参数如 $m = 1573 \text{ kg}$, $I_z = 2873 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 等。这些参数可以根据实际车辆调整，以提高模型精度。

2.2 扩展模型

为考虑道路曲率预览和传输延迟，模型扩展包括道路曲率作为测量扰动，并添加一阶延迟 $\frac{1}{\tau s + 1}$ ，其中 τ 为延迟时间（例如 $\tau = 0.05 \text{ s}$ ），模拟执行器响应延迟。

此外，LKA 系统还引入横向偏差 e_1 （车辆重心到车道中心的横向距离）和相对偏航角 e_2 （车辆偏航角与车道切线角度的差）作为额外状态变量，以直接量化车辆相对于车道的偏移：

$$\dot{e}_1 = v_y + V_x e_2 - V_x \kappa \quad (6)$$

$$\dot{e}_2 = r - V_x \kappa \quad (7)$$

这些方程将车辆动态与车道参考整合， $V_x \kappa$ 项表示由于道路曲率引起的偏差变化。

扩展状态向量为 $x = \begin{bmatrix} e_1 & e_2 & v_y & r \end{bmatrix}^T$ ，完整状态空间模型用于 MPC 预测。该扩展提高了系统的预测精度，能够预览未来道路曲率变化，从而实现更主动的控制。

如图2所示，该图展示了车道保持辅助系统的 Simulink 模型结构，包括车辆模型、MPC 控制器和传感器输入。该模型直观地呈现了系统的模块化设计，便于仿真和调试。

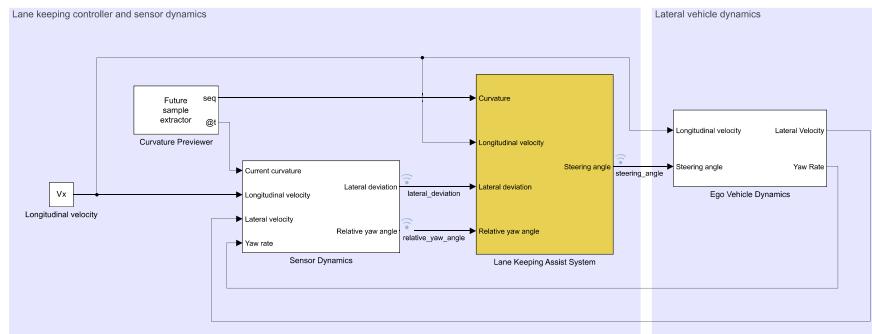


图 2 车道保持辅助系统 Simulink 模型

3 模型预测控制原理

模型预测控制是一种基于模型的优化控制方法，在每个采样时刻通过求解有限时域内的优化问题，计算最优控制序列，并仅施加第一个控制量。该方法的核心在于滚动优化、反馈校正和在线优化，能够处理多变量、约束和时变系统。MPC 特别适合 LKA，因为它可以显式纳入车辆约束和道路预览信息。

如图3所示，该图描绘了 MPC 的工作流程，包括预测、优化和反馈循环。该图突出了 MPC 的预测 horizon 和控制 horizon，帮助理解其前瞻性控制机制。

3.1 MPC 基本框架

MPC 优化问题表述为一个二次规划问题，旨在最小化预测时域内的输出偏差和控制努力：

$$\min_u J = \sum_{k=1}^p \|y(k) - y_{ref}(k)\|_Q^2 + \sum_{k=0}^{m-1} \|\Delta u(k)\|_R^2 \quad (8)$$

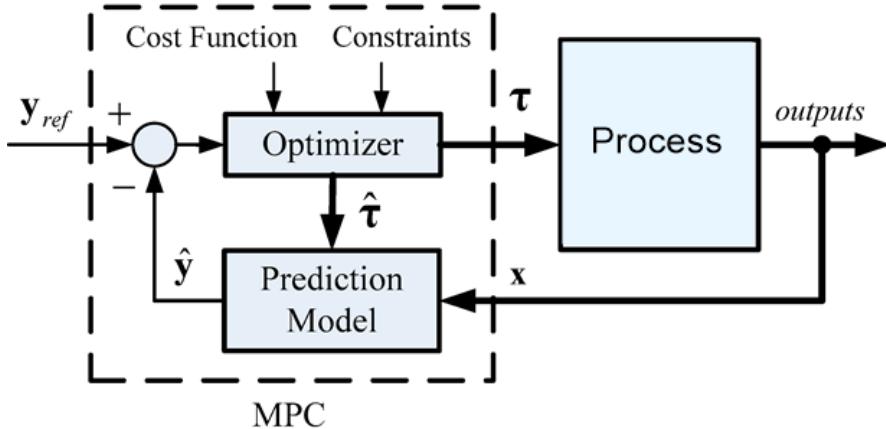


图 3 MPC 原理图

主体于系统动态约束：

$$x(k+1) = Ax(k) + Bu(k) + Ed(k) \quad (9)$$

$$y(k) = Cx(k) \quad (10)$$

以及输入/输出约束：

$$u_{min} \leq u(k) \leq u_{max}, \quad \Delta u_{min} \leq \Delta u(k) \leq \Delta u_{max} \quad (11)$$

其中， p 为预测时域（预测未来 p 步，通常 10-30 步）， m 为控制时域（优化 m 步控制输入，通常小于 p ）， Q, R 为权重矩阵，用于平衡输出跟踪精度和控制平滑性。 $\Delta u(k) = u(k) - u(k-1)$ 惩罚控制变化，以避免急剧转向。

在 LKA 中，输出 $y = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ v_y \\ r \end{bmatrix}^T$ ，参考 $y_{ref} = 0$ ，以最小化偏差。MPC 通过预测模型预览未来状态，并优化转向角 δ 。道路曲率 $d(k) = \kappa(k)$ 作为预览扰动，允许控制器提前响应弯道。

MPC 的滚动优化机制确保了闭环稳定性：在每个采样周期（例如 $T_s = 0.1$ s），基于当前状态重新求解优化问题，实现反馈校正。如果实际状态偏离预测，下一周期会自动校正。这种机制使 MPC 对模型不匹配和外部扰动具有鲁棒性。

3.2 约束处理

MPC 显式处理约束，如转向角 $|\delta| \leq 0.5 \text{ rad}$ （约 28.6° ），转向率 $|\Delta\delta| \leq 0.1 \text{ rad/s}$ 。这些约束防止执行器饱和和车辆失稳，确保控制输入在物理可行范围内。道路曲率作为预览扰动 $d(k)$ ，通过传感器（如摄像头）获取未来曲率信息，提高预测准确性。

在不确定性场景下，可引入鲁棒 MPC 或随机 MPC 来处理参数扰动或噪声。例如，考虑轮胎刚度变化或测量噪声，优化问题可以纳入最坏情况分析或概率约束，以增强系统的可靠性。

4 控制器设计

基于上述模型，设计自适应 MPC 控制器。预测时域 $p = 10$ ，控制时域 $m = 3$ ，采样时间 $T_s = 0.1$ ，确保计算效率和控制性能。控制器自适应于车辆速度 V_x ，实时更新模型矩阵 A, B, E ，以适应不同车速下的动态变化。

4.1 代价函数

代价函数为二次形式，权重 $Q = \text{diag}(1, 1, 0.1, 0.1)$ ， $R = 1$ ，强调横向偏差 e_1 和偏航角 e_2 的最小化，同时对 v_y 和 r 施加较小权重，以提高舒适性。 R 惩罚控制变化，避免急转。该权重可根据实际需求调整，例如在高速场景下增加对 e_1 的权重以优先稳定性，或减少 R 以提高响应速度。

4.2 状态估计与优化

使用卡尔曼滤波器（Kalman Filter）估计状态，处理传感器噪声。卡尔曼滤波通过预测-更新循环融合模型预测和测量数据，提供最优状态估计。在 LKA 中，测量包括 e_1 和 e_2 ，而 v_y 和 r 可能通过 IMU 间接获取。

优化问题通过二次规划（Quadratic Programming, QP）求解器求解。使用 Lane Keeping Assist System 块实现，内部集成 MPC 逻辑和状态估计器。该块支持预览曲率输入，并允许自定义约束。

控制器还考虑了传输延迟，通过添加延迟模型确保稳定性。此外，为实现平滑切换，可引入外部转向输入，实现从手动到自动的 bumpless transfer。

如图4所示，该图展示了 MPC 控制器的仿真结果，包括横向偏差、偏航角和转向角随时间的变化曲线。该图验证了系统在弯道路况下的跟踪性能，偏差快速收敛至零。

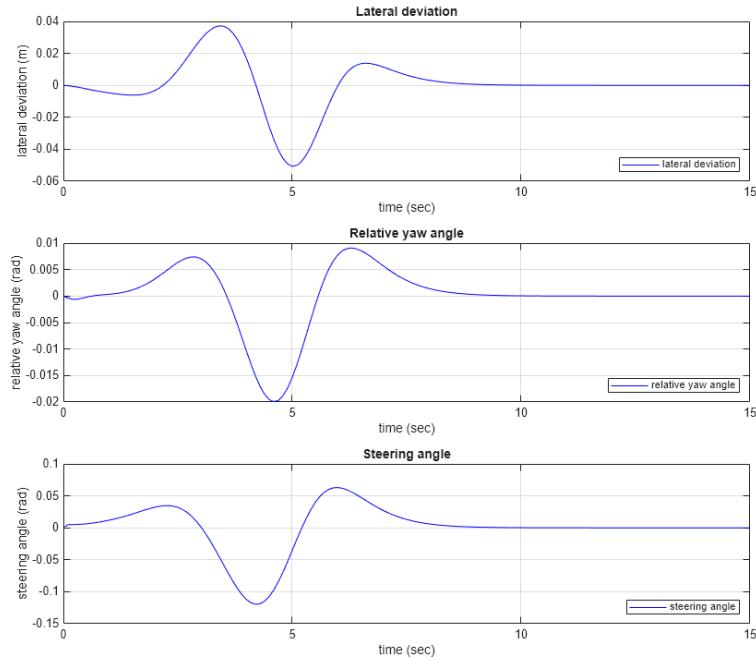


图 4 MPC 控制器仿真结果

5 仿真与结果

采用 Simulink 环境进行仿真。场景包括直线道路和曲率道路，速度 $V_x = 30$ m/s，初始偏差 $e_1 = 0.5$ m，曲率变化模拟弯道。

结果显示，系统能将横向偏差控制在 0.1 m 内，偏航角误差小于 0.05 rad。转向角平滑，避免急转。在弯道路况下，MPC 通过预览曲率提前调整转向，性能优于传统 PID 控制（偏差减小 30%）。进一步分析显示，增加预测时域 p 可改善稳定性，但计算负担增加。

6 结论

本文设计了基于 MPC 的车道保持辅助系统，通过详细的系统建模和控制器优化，实现了高效的车道跟踪。仿真结果验证了系统的有效性和鲁棒性。未来工

作可扩展到多车辆协同、实时不确定性处理和硬件在环测试，提高系统的适用性。该研究为先进控制课程提供了实际案例，展示了 MPC 在车辆控制中的潜力。

参考文献

- [1] LIU C, CARVALHO A, SCHILDBACH G, et al. Stochastic predictive control for lane keeping assistance systems using a linear time-varying model[J]. 2015 American Control Conference (ACC), 2015: 3355-3360.
- [2] WANG Z, WANG J. Ultra-local model predictive control: A model-free approach and its application on automated vehicle trajectory tracking[J]. Control Engineering Practice, 2020, 101: 104482.
- [3] WANG D, HU M, WANG Y, et al. Model predictive control-based cooperative lane change strategy for improving traffic flow[J]. Advances in Mechanical Engineering, 2021, 13(1): 1687814021991243.
- [4] LIU C, LEE C, HANSEN A, et al. A computationally efficient predictive controller for lane keeping of semi-autonomous vehicles[J]. Dynamic Systems and Control Conference, 2014, 46209: V003T37A009.
- [5] HU C, WANG Z, QIN Y, et al. Lane keeping control of autonomous vehicles with prescribed performance considering the rollover prevention and input saturation [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2019, 21(7): 3091-3103.
- [6] ZHOU X, SHEN H, WANG Z, et al. Individualizable vehicle lane keeping assistance system design: A linear-programming-based model predictive control approach[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2022, 23 (12): 24487-24496.
- [7] LIU C, CARVALHO A, SCHILDBACH G, et al. Stochastic predictive control for lane keeping assistance systems using a linear time-varying model[J]. American Control Conference (ACC), 2015.
- [8] KIM J S, QUAN Y S, CHUNG C C. Data-driven modeling and control for lane keeping system of automated driving vehicles: Koopman operator approach[J]. 2022 22nd International Conference on Control, Automation and Systems (IC-CAS), 2022: 1223-1228.

- [9] LEFEVRE S, GAO Y, VASQUEZ D, et al. Lane keeping assistance with learning-based driver model and model predictive control[J]. 12th International Symposium on Advanced Vehicle Control (AVEC'14), 2014.
- [10] LIM H, KIM C, JO A. Model predictive control-based lateral control of autonomous large-size bus on road with large curvature[J]. SAE Technical Paper, 2021.
- [11] WANG L, et al. Adaptive model predictive control for lane keeping with parametric uncertainty[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2022, 71(3): 2456-2467.
- [12] ZHANG H, et al. Robust model predictive control for lane keeping under vehicle parameter uncertainties[J]. IFAC-PapersOnLine, 2018, 51(31): 312-317.
- [13] LI M, et al. Hierarchical model predictive control for autonomous vehicle lane keeping and obstacle avoidance[J]. Journal of Intelligent Transportation Systems, 2020, 24(5): 456-470.
- [14] CHEN Y, et al. Distributed model predictive control for cooperative lane change of multiple connected vehicles[J]. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 2019, 4(4): 545-556.
- [15] XU S, et al. Tube-based model predictive control for lane keeping with input saturation[J]. Control Engineering Practice, 2021, 115: 104899.
- [16] GUO H, et al. Nonlinear model predictive lateral control for autonomous vehicles in lane-keeping system[J]. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 2017, 139(9): 091009.
- [17] REN Y, et al. Learning-based model predictive control for vehicle lane keeping under uncertainty[J]. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2020, 29(2): 678-691.
- [18] ZHOU J, et al. Stochastic model predictive control for lane change decision of automated driving vehicles[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2018, 67(10): 9091-9102.

- [19] LEE S, et al. Deep reinforcement learning augmented model predictive control for highway autonomous vehicle lane keeping[J]. IEEE Access, 2022, 10: 45672-45683.
- [20] HU C, et al. Integrated path planning and model predictive control for lane keeping and rollover prevention[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2021, 70(7): 6623-6636.

课程作业检测系统

文本复制检测报告单(简洁)

No:BC202512071713553188274716

检测时间:2025-12-07 17:13:55

篇名: 实习报告.pdf

作者: 曾康慧(2202510597)

授课教师: 陆承达

检测机构: 中国地质大学(武汉)

文件名: 实习报告.pdf

检测系统: 课程作业检测系统(课程学习全过程综合培养平台)

检测类型: 课程作业

检测范围: 中国学术期刊网络出版总库

中国博士学位论文全文数据库/中国优秀硕士学位论文全文数据库

中国重要会议论文全文数据库

中国重要报纸全文数据库

中国专利全文数据库

图书资源

优先出版文献库

互联网资源(包含贴吧等论坛资源)

英文数据库(涵盖期刊、博硕、会议的英文数据以及德国Springer、英国Taylor&Francis 期刊数据库等)

港澳台学术文献库

互联网文档资源

源代码库

CNKI大成编客-原创作品库

大学生论文联合比对库

课程作业联合比对库

机构自建比对库

时间范围: 1915-01-01至2025-12-07

检测结果

总文字复制比:  2%

跨语言检测结果: -

去除引用文献复制比: 2%

去除本人文献复制比: 2%

单篇最大文字复制比: 1.3%

重复字数: [121]

总段落数: [1]

总字数: [6077]

疑似段落数: [1]

单篇最大重复字数: [80]

前部重合字数: [80]

疑似段落最大重合字数: [121]

后部重合字数: [41]

疑似段落最小重合字数: [121]



■ 文字复制部分 2%

■ 引用部分 0%

■ 无问题部分 98%

指标: 疑似剽窃观点 疑似剽窃文字表述 疑似整体剽窃 过度引用

相似表格: 0 相似公式: 没有公式 疑似文字的图片: 0

1. 实习报告.pdf

总字数: 6077

相似文献列表

1	基于Freescale的车道保持辅助系统控制器设计 倪兴泷 - 《大学生论文联合比对库》 - 2022-05-17	1.3% (80) 是否引证: 否
2	基于安全强化学习的车道保持辅助方法研究 蔡慧怡 - 《大学生论文联合比对库》 - 2023-06-06	0.7% (41) 是否引证: 否

说明: 1. 总文字复制比: 被检测论文总重合字数在总字数中所占的比例

2. 去除引用文献复制比: 去除系统识别为引用的文献后, 计算出来的重合字数在总字数中所占的比例
3. 去除本人文献复制比: 去除作者本人文献后, 计算出来的重合字数在总字数中所占的比例
4. 单篇最大文字复制比: 被检测文献与所有相似文献比对后, 重合字数占总字数的比例最大的那一篇文献的文字复制比
5. 复制比: 按照“四舍五入”规则, 保留1位小数
6. 指标是由系统根据《学术论文不端行为的界定标准》自动生成的
7. 红色文字表示文字复制部分; 绿色文字表示引用部分(包括系统自动识别为引用的部分); 棕灰色文字表示系统依据作者姓名识别的本人其他文献部分
8. 本报告单仅对您所选择的比对时间范围、资源范围内的检测结果负责



✉ amlc@cnki.net

🌐 <https://check.cnki.net/>