

基于视觉感知的智能车多任务控制系统设计

张志勇 胡非 汪辉 汪芊 戚林欣

湖北师范大学电气工程与自动化学院 湖北黄石 435002

摘要: 在智能驾驶技术不断进步的当下, 基于视觉感知的智能车控制系统需应对多任务协同处理的难题。本文针对智能车在复杂路况中的多任务需求, 设计了融合视觉感知技术的多任务控制系统。该系统通过构建高效视觉信息处理模块, 实现环境感知、路径规划与车辆控制的协同, 以提升智能车在动态场景中的适应性和安全性, 为相关领域提供新的设计思路。

关键词: 视觉感知; 智能车; 多任务控制; 系统设计; 协同控制

引言

智能车技术的发展势头迅猛, 在汽车产业和人工智能领域备受关注。视觉感知作为智能车获取环境信息的关键方式, 其作用至关重要。目前, 智能车需要同时完成障碍物避让、车道保持、交通信号识别等多项任务, 传统控制系统在多任务协同和实时处理方面存在明显欠缺。

1 系统总体设计

1.1 系统设计目标与原则

系统设计目标主要围绕提升智能车在复杂环境下的多任务处理能力展开, 确保智能车能够准确、及时地应对各种路况变化, 保障行驶的安全性和稳定性。同时, 要兼顾系统的实用性和可扩展性, 以便后续进行功能升级和技术迭代。设计原则方面, 需遵循可靠性原则, 保证系统在长时间运行过程中不易出现故障; 遵循高效性原则, 确保各项任务能够快速响应和处理; 还需遵循兼容性原则, 使系统能够与不同类型的硬件设备和软件平台相适配, 降低集成难度。

1.2 多任务控制架构设计

多任务控制架构采用分层设计理念, 将整个系统划分为感知层、决策层和执行层。感知层主要负责通过视觉传感器收集环境信息, 并进行初步的处理和筛选; 决策层则根据感知层提供的信息, 结合预设的控制策略, 对各项任务进行分析和判断, 制定出具体的控制指令; 执行层接收决策层的指令, 驱动智能车的相应部件执行操作, 如转向、加速、制动等。

1.3 系统功能模块划分

系统功能模块按照多任务处理的需求进行划分, 主要包括环境感知模块、任务管理模块和车辆控制模块。环境感知

模块专注于通过视觉感知技术获取道路、障碍物、交通信号等环境信息; 任务管理模块负责对各项任务进行调度、优先级排序和冲突处理, 确保任务能够有序进行; 车辆控制模块则根据任务管理模块的指令, 精确控制智能车的行驶状态。

2 视觉感知模块设计

2.1 视觉传感器选型与部署方案

视觉传感器选型需综合考虑智能车的应用场景和多任务处理需求。要选择分辨率适宜、帧率较高的传感器, 以保证能够清晰、实时地捕捉环境图像。同时, 传感器的抗干扰能力也不容忽视, 能在不同光照、天气条件下稳定工作。部署方案方面, 需结合智能车的车身结构, 合理布置多个传感器, 实现对车辆周围 360 度无死角的环境监测。例如, 在车头、车尾和车身两侧分别安装传感器, 通过数据融合技术将各传感器的信息整合, 提高环境感知的全面性和准确性^[1]。

2.2 图像预处理与特征提取方法

图像预处理是为了消除原始图像中的噪声、干扰信息, 提升图像质量, 为后续的特征提取和目标识别奠定基础。常用的预处理方法包括图像去噪、灰度化、增强等, 通过这些处理可以使图像的关键信息更加突出。特征提取则是从预处理后的图像中提取出具有代表性的特征, 如边缘、纹理、形状等。这些特征能够有效描述目标的属性, 便于后续的目标识别和分类。

2.3 多场景目标识别与分类模型

多场景目标识别与分类模型需要能够适应不同的道路场景, 如城市道路、高速公路、乡村道路等。模型的构建基于深度学习算法, 通过大量的标注图像数据进行训练, 使模型能够准确识别出车辆、行人、信号灯、车道线等多种目标。

在分类过程中, 根据目标的特征和属性, 将其划分到相应的类别中, 为后续的决策和控制提供依据。

3 多任务协同控制策略

3.1 任务优先级动态分配机制

任务优先级动态分配机制依据智能车所处的环境和行驶状态, 实时调整各项任务的优先级。例如, 在遇到紧急障碍物时, 障碍物避让任务的优先级会自动提高, 确保智能车能够优先处理该任务, 避免碰撞事故的发生; 而在正常行驶过程中, 车道保持任务的优先级相对较高。分配机制会综合考虑任务的紧急程度、重要性以及系统的处理能力, 通过预设的算法对优先级进行动态更新, 使系统能够根据实际情况灵活调整资源分配, 提高多任务处理的效率和安全性。这一机制并非固定不变, 而是会随着智能车与周围环境的交互实时变动, 比如当车辆接近交叉路口时, 交通信号识别任务的优先级会临时上升, 以确保车辆能及时响应信号灯变化。同时, 还会结合车辆当前的行驶速度、负载情况等因素, 避免因优先级设置不合理导致资源浪费或任务延误, 让系统在复杂场景下始终保持高效的任务处理节奏^[2]。

3.2 视觉信息与控制指令映射规则

视觉信息与控制指令映射规则是将视觉感知模块获取的环境信息转化为具体的车辆控制指令的关键环节。规则的制定需要结合车辆的动力学特性和行驶要求, 确保控制指令的合理性和有效性。例如, 当视觉信息显示前方道路有弯道时, 映射规则会根据弯道的曲率和车辆的行驶速度, 生成相应的转向指令; 当检测到与前车距离过近时, 会生成减速指令。通过建立清晰、准确的映射规则, 实现视觉信息到控制指令的快速转换, 保证智能车能够及时做出反应。在制定规则时, 需充分考虑不同路况下的车辆响应特性, 比如在湿滑路面上, 相同距离下的减速指令力度会大于干燥路面, 以适应路面摩擦力的变化^[3]。

3.3 多任务冲突消解算法

在多任务处理过程中, 不同任务之间可能会出现冲突, 如同时需要转向和加速时, 就需要通过冲突消解算法来协调处理。算法会对冲突的任务进行分析, 根据任务的优先级、相互影响程度等因素, 制定出合理的消解策略。例如, 当高优先级任务与低优先级任务发生冲突时, 优先执行高优先级任务; 当优先级相同的任务发生冲突时, 根据任务的紧急程度和对系统整体性能的影响, 选择更有利于系统稳定运行的

任务执行。通过有效的冲突消解, 确保各项任务能够有序进行, 避免因冲突导致系统故障或性能下降。

4 系统硬件与软件实现

4.1 核心控制单元硬件架构

核心控制单元硬件架构是系统运行的基础, 需要具备较强的计算能力和数据处理能力, 以满足多任务实时处理的需求。硬件架构主要包括处理器、存储器、接口电路等部分。处理器选择性能优越的嵌入式芯片, 能够快速处理大量的视觉数据和控制指令; 存储器用于存储程序、数据和图像信息, 保证数据的快速读写; 接口电路则负责连接各种传感器、执行器和外部设备, 实现数据的传输和交互。硬件架构的设计需考虑功耗、体积等因素, 使其能够适应智能车的安装空间和供电条件。为了提升系统的可靠性, 硬件架构采用冗余设计, 关键部件如处理器和电源模块均设置备份, 当主部件出现故障时能自动切换至备份部件, 确保系统不间断运行^[4]。

4.2 视觉处理软件开发环境搭建

视觉处理软件开发环境的搭建需要选择合适的开发工具和编程语言。常用的开发工具包括集成开发环境 (IDE)、图像处理库等, 编程语言可选用 C++、Python 等, 这些语言在图像处理和算法实现方面具有较好的支持。同时, 还需要配置相应的编译器、调试器等工具, 确保软件的开发和调试工作能够顺利进行。在搭建过程中, 要对开发环境进行优化, 提高软件的编译速度和运行效率, 为视觉处理算法的开发和测试提供稳定、高效的平台。开发环境还会集成仿真工具, 可在虚拟场景中对视觉处理算法进行初步测试, 减少实际硬件测试的成本和风险。

4.3 多任务控制程序流程设计

多任务控制程序流程设计需明确各项任务的执行顺序和交互方式, 采用多线程或多进程的编程方式, 实现多项任务的并行处理。程序流程首先从视觉传感器获取环境信息, 经过预处理和特征提取后, 进入任务管理模块进行优先级分配和冲突消解; 然后根据决策结果生成控制指令, 发送给执行层执行; 同时, 程序还需要实时监测系统的运行状态, 对出现的异常情况进行处理和报警^[5]。

5 系统性能优化与测试

5.1 视觉感知实时性优化方法

为提高视觉感知的实时性, 可从算法和硬件两方面入手。在算法上, 对图像预处理和特征提取算法进行简化和优

化,减少计算量,如采用更高效的滤波算法和特征提取算子;同时,利用并行计算技术,将复杂的计算任务分配到多个处理核心上并行处理,缩短处理时间。

5.2 多任务处理效率提升策略

多任务处理效率提升策略主要包括任务调度优化和资源分配优化。任务调度优化采用先进的调度算法,根据任务的优先级和系统资源状况,合理安排任务的执行顺序和时间,避免任务之间的资源竞争和等待。资源分配优化则根据任务的需求,动态分配处理器、存储器等资源,确保关键任务能够获得足够的资源支持。

6 结论

本文设计的基于视觉感知的智能车多任务控制系统,通过合理的总体设计、高效的视觉感知模块、科学的多任务协同控制策略以及完善的硬件与软件实现,能够有效提升智能车在复杂环境下的多任务处理能力。经过性能优化与测试,系统在实时性、效率、稳定性和鲁棒性方面均表现出较好的性能。该系统为智能车多任务控制提供了可行的解决方案,有助于推动智能驾驶技术的进一步发展和应用。

参考文献:

[1] 化永星,程伟国,黄闽羚.基于深度视觉感知的智能

车辅助决策系统研究[J].电子制作,2023,31(13):116-119.

[2] 刘明文.智能车视觉动态目标感知关键技术研究[D].成都信息工程大学,2023.

[3] 白羚.面向智能车环境感知的视觉场重构方法研究[D].重庆邮电大学,2022.

[4] 陈政宏,李爱娟,邱绪云,等.智能车环境视觉感知及其关键技术研究现状[J].河北科技大学学报,2019,40(01):15-23.

[5] 莫春媚.基于视觉与雷达信息融合的智能车环境感知算法研究[D].重庆大学,2018.

作者简介: 张志勇(2001—),男,湖北省黄冈市,本科,主要研究方向为嵌入式应用开发与智能控制。

通信作者: 胡非(1985—),男,湖北省黄冈市,硕士,副教授,研究方向为继电保护技术,Email: 27563286@qq.com。

基金项目: 2024 年湖北师范大学大学生创新创业训练计划项目(202410513005)

2024 年湖北师范大学产学研合作协同育人项目(CXHZ24016)