

# 智能交通工程中基于无人驾驶技术的自动驾驶车辆路径规划研究

管小峰 徐建伟

南京莱斯信息技术股份有限公司 江苏 南京 210001

**摘要:** 智能交通工程中基于无人驾驶技术的自动驾驶车辆路径规划研究,旨在探讨如何通过先进的算法和技术,实现无人驾驶车辆在复杂交通环境中的高效、安全路径规划。路径规划作为自动驾驶技术的核心环节,涉及环境感知、决策制定和控制执行等多个方面。本研究将围绕智能交通工程中基于无人驾驶技术的自动驾驶车辆路径规划展开,通过对比分析多种路径规划算法,探讨优化路径规划的策略和方法。

**关键词:** 智能交通;无人驾驶技术;自动驾驶车辆;路径规划;实时性;安全性

引言:随着科技的飞速发展,智能交通工程已成为未来交通领域的重要发展方向。其中,基于无人驾驶技术的自动驾驶车辆,因其能够显著提高交通效率、减少交通事故、降低能源消耗,而备受关注。路径规划作为自动驾驶技术的核心环节,对于实现无人驾驶车辆的安全、高效运行至关重要。

## 1 智能交通工程与无人驾驶技术概述

### 1.1 无人驾驶技术的原理与关键技术

无人驾驶技术主要基于多种传感器感知周边环境,如激光雷达、摄像头、毫米波雷达等获取车辆周围信息。同时利用高精度地图进行定位,并通过复杂的算法对获取的数据进行处理和分析,从而做出驾驶决策。其关键技术包括环境感知技术,确保车辆能准确识别道路、障碍物等;定位与导航技术,实现精准定位和路径规划;决策与控制技术,依据感知和定位信息做出合理驾驶动作。

### 1.2 无人驾驶技术在智能交通工程中的应用

无人驾驶技术在智能交通工程中有诸多应用。它能优化交通流量,通过车与车、车与基础设施的通信,实现更高效的道路资源分配,减少拥堵。在公共交通领域,可实现无人驾驶公交、地铁等运营,降低人力成本且能更精准地按照时间表运行。还能提升交通安全,凭借精准的感知和快速决策能力,避免因人为失误导致的交通事故,为人们的出行带来更可靠的保障。

## 2 自动驾驶车辆路径规划的基本概念与方法

### 2.1 路径规划的定义与重要性

路径规划是指在给定的起始点和目标点以及环境条件下,为自动驾驶车辆寻找一条从起始点到目标点的最优或可行行驶路线的过程。其重要性不言而喻,合理的

路径规划能确保车辆高效、安全地到达目的地。它可以避开拥堵路段,节省出行时间;能规避危险区域和障碍物,保障行车安全;同时对于提高整个交通网络的运行效率也起着关键作用,使得车辆在道路上的分布更加合理。

### 2.2 路径规划的主要方法与分类

路径规划主要方法包括基于地图的方法和基于传感器的方法等。基于地图的方法利用预先存储的高精度地图信息,结合车辆当前位置和目标位置进行路线规划,如Dijkstra算法、A\*算法等经典算法常被用于此类规划中。基于传感器的方法则是依靠车辆自身搭载的各类传感器实时感知周边环境来规划路径,比如在遇到突发障碍物时能及时调整路线。从分类来看,可分为全局路径规划和局部路径规划,全局路径规划侧重于从起点到终点的整体最优路线确定,而局部路径规划主要针对车辆行驶过程中遇到的局部突发情况进行即时路线调整。

### 2.3 路径规划在自动驾驶车辆中的应用场景

在自动驾驶车辆中,路径规划有着广泛的应用场景。在日常城市通勤场景下,它能根据实时交通路况,为车辆规划出最省时的上班、上学等路线,避开拥堵点。在长途旅行场景中,可结合服务区、加油站等信息,规划出既舒适又能满足车辆能源补给需求的路线。当遇到道路施工、交通事故等突发情况时,局部路径规划能迅速发挥作用,引导车辆安全绕过障碍区域,确保车辆能继续顺利驶向目的地。

## 3 自动驾驶车辆路径规划算法研究

### 3.1 基于图论的路径规划算法

#### (1) Dijkstra算法

Dijkstra算法是一种经典的用于解决图中最短路径问题的算法。在自动驾驶车辆路径规划场景下,它将交通

道路网络抽象为图结构，其中节点表示道路交叉点等关键位置，边代表道路路段，并赋予边相应的权重，如路程长度、行驶时间等。算法从起始节点开始，逐步扩展搜索范围，不断更新到各个节点的最短路径信息。每次选择当前未确定最短路径的节点中距离起始节点最近的那个，然后检查其相邻节点，更新到相邻节点的最短路径。如此反复，直至找到目标节点，从而确定从起始点到目标点的最短路径。它能有效保证找到的路径是全局最优，但计算复杂度相对较高，在大规模复杂交通网络中计算时间可能较长。

## (2) A\*算法

A算法同样基于图论用于路径规划。它在Dijkstra算法基础上进行了优化，通过引入启发式函数来估计节点到目标节点的距离。在搜索过程中，不仅考虑从起始节点到当前节点的实际代价，还结合启发式函数估计的到目标节点的剩余代价，以此来选择下一个要扩展的节点。这使得搜索更具方向性，能够更快地朝着目标节点逼近，减少了不必要的搜索范围。在自动驾驶路径规划中，A算法能在保证一定路径最优性的前提下，显著提高计算效率，更快地为车辆规划出合适的行驶路径，尤其适用于复杂但有一定规律的交通道路网络环境。

### 3.2 基于随机采样的路径规划算法

基于随机采样的路径规划算法如RRT算法，其核心思想是通过在搜索空间中随机采样点来构建搜索树，进而找到从起始点到目标点的可行路径。在自动驾驶车辆路径规划应用中，它首先在车辆所处的环境空间（如道路及周边区域）内随机生成大量的点，然后以一定规则将这些点逐步连接起来形成树状结构。起始点作为树的根节点，每次新采样的点若能与树中已有的节点通过可行的连接方式（如满足车辆的行驶约束等）相连，则将其加入树中。如此不断重复，直到新采样的点足够接近目标点或者直接到达目标点，此时从起始点沿着树的连接关系到目标点的路径即为所求。RRT算法的优势在于它能快速地在复杂的、可能存在大量障碍物的环境中找到一条可行路径，对环境的先验知识要求相对较低，具有较强的适应性。但它找到的路径不一定是最优路径，可能需要进一步优化处理以提高路径的质量。

### 3.3 基于机器学习与深度学习的路径规划算法

#### (1) 监督学习在路径规划中的应用

监督学习在路径规划中有着重要应用。通过收集大量带有标注的路径规划数据，例如不同起始点和目标点以及对应的最优或可行路径信息。利用这些数据训练监督学习模型，如决策树、支持向量机等。在训练过程

中，模型学习输入特征（如起始点位置、目标点位置、道路状况等）与输出结果（即合适的路径）之间的关系。当面对新的路径规划任务时，将相关的输入特征输入到已训练好的模型中，模型就能依据所学知识预测出一条合适的路径。这种方式能够利用以往的经验数据快速给出路径方案，并且在一定程度上可以适应不同的交通场景。但它的准确性依赖于训练数据的质量和数量，若数据存在偏差或不足，可能会导致预测路径不理想。

#### (2) 无监督学习在路径规划中的探索

无监督学习在路径规划领域也处于不断探索阶段。它主要是基于数据自身的结构和特征来发现规律，而不需要明确的标注信息。在路径规划中，无监督学习可用于对交通环境数据进行聚类分析，例如将不同类型的道路状况、交通流量等数据进行聚类，以便更好地了解交通环境的整体态势。通过这种方式，车辆可以根据所处聚类的特点来调整路径规划策略。另外，无监督学习还可用于异常检测，比如识别出道路上不寻常的障碍物或交通异常情况，为路径规划提供辅助信息。虽然无监督学习在路径规划中的应用还不够成熟，但它为进一步深入理解交通环境和优化路径规划提供了新的思路和方法。

#### (3) 深度学习模型在路径规划中的构建与优化

深度学习模型在路径规划中的构建与优化是当前研究的热点。常见的深度学习模型如卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）及其变体等被用于构建路径规划模型。以CNN为例，它可以对交通地图图像等数据进行高效的特征提取，将道路的布局、障碍物位置等信息转化为可处理的特征向量。在构建模型时，通过设置合适的网络结构、层数、神经元数量等参数，并利用大量的训练数据进行训练，使模型不断学习到路径规划的最佳策略。

### 4 自动驾驶车辆路径规划的实时性与安全性分析

#### 4.1 实时性要求与算法优化策略

自动驾驶车辆的路径规划对实时性要求极高。在实际行驶中，路况瞬息万变，车辆需迅速根据当下环境调整路径。为满足实时性，一方面要选用高效的路径规划算法，如对经典算法进行改进或采用复杂度适中且能快速响应的新算法。例如，优化Dijkstra算法以降低其计算复杂度，使其在短时间内给出可行路径。另一方面，利用硬件加速技术，通过高性能处理器、图形处理单元等提升算法的运算速度。同时，采用分层规划策略，先进行全局粗规划，再结合局部实时路况做精细调整，确保路径规划能跟上车辆行驶的实时需求，避免因规划延迟导致车辆行驶受阻或出现安全隐患。

#### 4.2 安全性评估与保障措施

安全性是自动驾驶车辆路径规划的关键考量。评估路径规划的安全性需综合多方面因素,包括路径是否避开高风险区域、是否能有效应对突发障碍物等。为保障安全,首先要确保路径规划算法的准确性和可靠性,通过大量模拟测试和实际路况验证来优化算法。其次,配备冗余系统,当主路径规划出现故障时,备用系统能及时接管并提供安全路径。再者,车辆的传感器要持续精准感知周边环境,一旦发现潜在危险,立即重新规划路径,以最大程度降低事故发生的可能性,保障车辆及行人的安全。

#### 4.3 路径规划中的鲁棒性设计

路径规划的鲁棒性旨在确保车辆在面对各种不确定性和干扰时仍能稳定实现路径规划目标。在设计上,要考虑到环境的不确定性,如天气变化对传感器感知的影响、道路临时施工等情况。通过采用自适应算法,根据环境变化实时调整路径规划策略。例如,在恶劣天气下,增加传感器数据的融合权重,以更准确获取路况信息来规划路径。同时,设置合理的路径缓冲区域,当遇到突发干扰时,车辆有一定的调整空间,不至于因微小干扰就偏离规划路径太远,从而维持路径规划的稳定性和有效性。

### 5 智能交通系统中路径规划与其他技术的融合

#### 5.1 云计算与边缘计算在路径规划中的应用

云计算与边缘计算在自动驾驶车辆路径规划中发挥着重要作用。云计算拥有强大的计算资源和存储能力,可用于处理海量的交通数据,如收集来自不同区域的路况信息、车辆行驶数据等,为路径规划提供全面的数据基础。通过云计算对这些数据进行分析 and 处理,能生成更精准的路径规划模型。而边缘计算则侧重于在靠近车辆的边缘网络节点处进行数据处理,它能快速响应车辆的实时需求,将处理后的局部路况等关键信息及时反馈给车辆用于路径规划。两者结合,既能利用云计算的大数据优势,又能借助边缘计算的实时性特点,优化路径规划的效果,提高车辆行驶的效率。

#### 5.2 V2X通信技术对路径规划的支持与影响

V2X通信技术(车与一切事物的通信技术)对路径规划有着重要的支持与影响。它实现了车与车、车与基础设施、车与行人之间的通信。在路径规划方面,通过V2X通信,车辆能实时获取其他车辆的行驶意图、位

置、速度等信息,从而更准确地预测交通流量和路况变化,提前规划出更合理的路径。例如,得知前方车辆即将减速或变道,可及时调整自己的路径规划。同时,车与基础设施的通信能让车辆获取道路施工、交通管制等信息,进一步完善路径规划。V2X通信技术拓展了路径规划的信息来源,使得路径规划更加精准、高效,适应复杂多变的交通环境。

#### 5.3 多传感器融合与数据融合技术在路径规划中的作用

多传感器融合与数据融合技术在路径规划中起到关键作用。自动驾驶车辆通常配备多种传感器,如激光雷达、摄像头、毫米波雷达等,各传感器有其优势和局限性。多传感器融合技术能将这些不同传感器获取的关于环境的信息进行整合,例如将激光雷达的距离信息、摄像头的视觉信息、毫米波雷达的速度信息等融合在一起,形成更全面、准确的环境感知。数据融合技术则在此基础上,进一步对这些融合后的信息进行处理,使其更适用于路径规划。通过这种融合,车辆能更精准地感知路况、识别障碍物,从而为路径规划提供更可靠的依据,提高路径规划的质量,确保车辆能安全、高效地行驶在道路上。

#### 结语

本研究深入探讨了智能交通工程中基于无人驾驶技术的自动驾驶车辆路径规划问题,重点分析了A\*算法等AI算法在路径规划中的应用。通过对比和分析,我们发现A\*算法等AI算法在路径规划中具有高效、准确和灵活的特点,能够很好地适应复杂多变的交通环境。同时,我们也认识到,在实际应用中,路径规划算法还需要不断优化和改进,以提高其实时性、安全性和鲁棒性。未来,我们将继续深入研究智能交通系统中的路径规划问题,探索更多先进的算法和技术,为自动驾驶车辆的安全、高效运行提供更加有力的支持。

#### 参考文献

- [1]赵红专,魏金占,彭光含.智能路径规划与优化技术在智能交通系统中的应用[J].交通运输工程学报,2024(5):123-130.
- [2]王磊,张伟.无人驾驶车辆路径规划算法研究综述[J].汽车工程,2024(2):34-42.
- [3]李娜,陈晓东.基于深度学习的自动驾驶车辆路径规划研究[J].电子技术应用,2024(6):56-62.