

Research on Real Time Path Planning for Electric Vehicles Based on Dynamic Traffic Information

Longhu Song Hu Wang*

Hunan Traffic Engineering College, Hengyang, Hunan, 421009, China

Abstract

As an important part of the intelligent system of transportation, dynamic traffic information provides strong support for the real-time path planning of electric vehicles. Through real-time access to key information such as road conditions, traffic flow and charging station load, the system can adjust the path planning strategy in time, avoid congested road sections, and optimize the selection of charging stations, so as to improve the driving efficiency and endurance of electric vehicles. Therefore, the real-time path planning research of EV based on dynamic traffic information has great theoretical significance and practical application value. This study aims to propose an efficient real-time path planning method for EV by constructing a comprehensive system framework and integrating dynamic traffic information, EV model and charging station information.

Keywords

dynamic traffic information; electric vehicle; implementation of path planning

基于动态交通信息的电动汽车实时路径规划研究

宋龙虎 王虎*

湖南交通工程学院, 中国·湖南 衡阳 421009

摘要

动态交通信息作为智能交通系统的重要组成部分,为电动汽车的实时路径规划提供了强有力的支持。通过实时获取路况、车流量、充电站负荷等关键信息,系统能够及时调整路径规划策略,避免拥堵路段,优化充电站点选择,从而提升电动汽车的行驶效率和续航能力。因此,基于动态交通信息的电动汽车实时路径规划研究具有重要的理论意义和实际应用价值。本研究旨在通过构建综合系统框架,融合动态交通信息、电动汽车模型和充电站信息,提出一种高效的电动汽车实时路径规划方法。

关键词

动态交通信息; 电动汽车; 实施路径规划

1 引言

随着全球对环境保护和能源转型的日益重视,电动汽车以其零排放、低噪音和高能效等优点,成为城市低碳交通的重要发展方向。然而,电动汽车的续航里程和充电设施的限制,使得其在实际应用中仍面临诸多挑战。特别是在城市交通拥堵严重、充电站分布不均的背景下,如何为电动汽车规

划出既高效又经济的行驶和充电路径,成为亟待解决的问题。

2 动态交通信息在电动汽车路径规划中的重要性

2.1 提高路径规划的准确性和实时性

动态交通信息包括实时交通流量、交通事故、道路施工、交通管制、气象条件以及特殊事件等。这些信息能够实时反映道路网络的实际情况,为电动汽车的路径规划提供精确的参考。通过实时获取这些信息,电动汽车的路径规划系统能够动态调整路线,避免拥堵路段和潜在的安全风险,从而提高路径规划的准确性和实时性。

2.2 减少行程时间和充电等待时间

电动汽车的路径规划不仅需要考虑车辆的行驶路线,还需要考虑充电站的位置和充电时间。动态交通信息中包括的充电站信息,可以帮助电动汽车在行驶过程中及时找到合适的充电站,并规划出最优的充电路线。同时,通过实时交通流量和道路施工等信息的分析,电动汽车可以避免拥堵路

【基金项目】2024年湖南省自然科学基金项目《复杂约束下的电动汽车路径规划方法研究》(项目编号:2024JJ8051)。

【作者简介】宋龙虎(1989-),男,中国湖南衡阳人,硕士,副教授,从事计算机、电子商务研究。

【通讯作者】王虎(1986-),男,中国湖南益阳人,硕士,副教授,从事机械电子、控制研究。

段,减少不必要的行程时间,提高整体行驶效率。

2.3 提高道路通行效率和充电站服务能力

电动汽车的普及对道路通行效率和充电站服务能力提出了更高的要求。通过动态交通信息的分析和应用,电动汽车的路径规划系统可以优化车辆的行驶路线和充电计划,使电动汽车在行驶过程中更加合理地利用道路资源和充电站资源。这不仅可以提高道路通行效率,还可以提高充电站的服务能力,满足更多电动汽车的充电需求。

3 模型构建

3.1 动态交通路网模型

在交通规划和交通管理中,动态交通路网模型是极其重要的工具,它能够更加真实地反映实际交通流的动态特性。与静态路网模型相比,动态路网模型具有以下显著优势:

①实时性:动态路网模型能够实时更新交通状态,反映路段的实时流量、速度及交通阻抗,这对于即时交通管理和控制尤为重要。②精确性:由于考虑了交通流的时变性,动态路网模型在预测交通状况和提供出行建议时更为精确。③灵活性:能够处理各种复杂的交通状况,如突发交通事故、临时道路施工、天气变化等,使模型更加符合实际。

构建动态交通路网模型,一般涉及以下几个步骤:

首先需要收集路网中的交通流量、速度、事故、天气等相关数据。这些数据可以通过传感器、交通监控系统和移动设备等多种途径获取,收集到的数据需要经过清洗、整理和分析,以去除噪声和冗余信息,确保数据的准确性和完整性,根据具体的研究目标和交通网络的特点,选择合适的模型来描述交通流的动态变化。常见的模型包括元胞传输模型(CTM)、宏观流体动力学模型等,通过历史数据和实测数据对模型参数进行标定,使模型更加贴近实际交通状况。最后,根据实时交通数据,动态模拟交通流的演变过程,并输出实时的交通状态和预测结果。

3.2 “时间—流量”路阻模型

在考虑道路阻抗和交叉口节点阻抗时,可以建立“时间—流量”路阻模型。该模型综合考虑了交通流量、速度、时间以及交叉口延误等多个因素,对路段的交通阻抗进行更为精确的描述。

3.2.1 路段阻抗

通常与路段的交通流量、通行能力和车辆速度等因素有关。美国公路局提出的BPR函数是一种常用的路段阻抗计算公式,该公式通过交通流量、实际通行能力和自由流状态下的行程时间来估算路段的阻抗。

3.2.2 交叉口阻抗

交叉口阻抗主要由交通流在交叉口处所花费的时间构成,这包括停车、加速、排队等待等延误时间。交叉口阻抗的计算较为复杂,因为它与交叉口的具体形式、交通流量、信号控制策略等多种因素有关。

将路段阻抗和交叉口阻抗结合起来,就可以得到完整的“时间—流量”路阻模型。该模型不仅反映了路段上的交通状况,还考虑了交叉口对交通流的影响,使得交通路网模型的描述更加全面和准确。

3.2.3 多目标优化模型

融合道路通行时间、充电站负荷及进站车辆数的多目标优化函数设计。

改进的自适应Dijkstra动态搜索算法在求解最优路径中的应用。

3.2.4 数据获取与处理

动态交通信息(如交通流量、路况等)的实时获取方法。

电动汽车相关数据(如电池电量、充电需求等)的收集与处理。

4 系统设计与实现

4.1 系统架构设计

系统通常包括以下几个核心模块:数据采集模块、路径规划模块、用户交互模块和后台管理模块。

数据采集模块负责收集来自智能路侧单元(RSU)和车载单元(OBU)的实时交通数据。

路径规划模块利用收集到的数据进行路径优化。

用户交互模块提供用户界面,展示路径信息和接收用户输入。

后台管理模块处理系统逻辑和管理数据存储。

智能路侧单元(RSU)、车载单元(OBU)及远程服务器的交互方式:RSU和OBU通过无线通信技术(如DSRC或LTEV2X)交换数据。RSU主要负责收集和发送交通信息,而OBU则接收这些信息并将其发送到远程服务器进行处理。远程服务器运行路径规划算法,并将优化后的路径信息发送回OBU。

4.2 算法实现

①初始化:设置起始点和目标点,加载实时交通数据。②扩展节点:根据当前交通状况选择最佳的扩展节点。③更新路径成本:考虑到实时交通信息和电动汽车特性(如能耗模型),调整路径成本。④重复步骤②和③,直到找到最优路径或达到搜索限制。⑤输出最优路径。通过实时更新交通拥堵、事故报告和道路施工等信息,调整路径搜索中的权重。同时,考虑电动汽车的能耗模型和充电需求,特别是在选择路径时考虑接近充电站的策略,确保路径的经济性和实用性。

4.3 数据可视化与交互

设计用户友好的界面,展示实时交通信息、电动汽车路径规划结果及充电站状态:使用地图API(如GoogleMaps或OpenStreetMap)展示实时交通流、路径规划结果和充电站分布。界面应清晰易懂,提供路径详情、预计到达时间和能耗预测,提供用户自定义参数的功能,如出发时间、充电偏好等:允许用户设置出发时间,系统据此预测

交通状况。提供充电偏好设置，如优先选择免费充电站或特定品牌的充电设施，增强用户体验的个性化选择。

通过上述设计和实现，电动汽车路径规划系统能够有效利用动态交通信息，为驾驶者提供更加精准和实用的路径规划服务。

5 进一步改进和优化电动汽车路径规划策略

5.1 集成更高级的算法和技术

在当今日新月异的智能交通领域，我们致力于将最前沿的科技融入路径规划系统，以应对日益复杂的交通挑战。具体而言，我们采取了以下两大核心策略来推动系统的智能化升级：

5.1.1 深度融合机器学习与人工智能技术

我们不再满足于传统的路径规划算法，而是大胆引入并深度集成了机器学习与人工智能技术。这些技术能够充分利用历史交通数据，如车辆流动记录、道路拥堵情况、天气变化等信息，结合实时交通监控数据，构建出精细化的交通流预测模型。通过这些模型，我们能够提前预判未来的交通状况，从而在路径规划中做出更加精准、前瞻性的调整，为用户避开潜在拥堵，节省宝贵时间。

5.1.2 应用深度学习模型解析复杂交通模式

为了进一步提升路径规划的智能化水平，我们还引入了深度学习模型这一强大工具。深度学习以其强大的数据处理和模式识别能力，能够在海量数据中挖掘出隐藏的交通规律，如周期性拥堵、突发事件对交通流的影响等。通过对这些复杂交通模式的深入解析，我们的路径规划系统能够更加灵活地应对各种不确定因素，为用户提供更加智能、个性化的出行方案。同时，这种基于深度学习的智能化路径规划还能不断优化自身算法，随着数据量的增加和算法的迭代，实现自我学习和进化，从而为用户提供更加精准、高效的出行服务。

5.2 深入探讨多目标优化策略在路径规划中的应用

在日益复杂的交通环境中，单一的优化目标已难以满足多样化的出行需求。因此，路径规划领域逐渐转向了多目标优化的研究方向，旨在同时考虑多个相互冲突或相关的目标，以寻求最优的出行方案。具体而言，这一领域不仅追求行驶时间的最小化，还力求降低能耗、提升乘客舒适度等多方面的优化。

为了实现这一目标，先进的多目标优化算法如非支配排序遗传算法 II (NSGAI) 被广泛应用于路径规划中。NSGAI 通过非支配排序和拥挤距离计算，有效地在多个目标之间寻找 Pareto 最优解集，即一组既无法在不损害其他目标性能的前提下改进任一目标性能的解。这些解为决策者提供了丰富的选择空间，以便根据不同的场景和需求选择最合适的路径。

为了增强系统的灵活性和适应性，引入动态权重调整机制成为关键。这一机制允许系统根据用户的实时需求和偏好，动态地调整各个优化目标的权重。例如，在紧急情况下，

用户可能更倾向于选择行驶时间最短的路径，此时系统可以自动增加行驶时间目标的权重；而在长途旅行中，乘客可能更看重舒适度，此时系统则可以适当增加舒适度目标的权重。这种动态调整不仅提高了路径规划的个性化程度，还使得整个系统更加智能化和人性化。

5.3 增强系统自适应性

为了进一步提升路径规划系统的智能化与实用性，我们致力于设计并实施一系列自适应机制，旨在使该系统能够灵活应对多变的驾驶条件和车辆实时状态，从而自动调整其策略以优化用户体验。具体而言，这一增强措施包括以下两个方面。

5.3.1 设计精细化的自适应机制

我们精心构建了一套自适应算法，该算法能够实时监测并分析车辆的当前状态及外部环境因素。例如，在检测到车辆电池电量接近预设的低电量阈值时，系统将迅速响应，自动调整路径规划策略，优先考虑那些能够引导车辆接近最近充电站的路线。这种智能化的调整不仅确保了车辆能够及时补充能源，还避免了因电量耗尽而导致的行驶中断，极大地提升了驾驶的便捷性和安全性。

5.3.2 引入前瞻性的预测性维护功能

为了进一步提升系统的预防性和主动性，我们创新性地集成了预测性维护模块。该模块利用大数据分析、机器学习等先进技术，对车辆各部件的历史运行数据进行深度挖掘，以精准预测可能发生的故障类型、时间及影响范围。在路径规划阶段，系统会根据这些预测结果，自动规避那些可能导致车辆故障或维修需求的路段，从而确保车辆能够顺畅、安全地到达目的地。这一功能的引入，不仅降低了车辆因故障而抛锚的风险，还减少了不必要的维修成本和时间浪费，为用户带来了更加安心、高效的出行体验。

6 结语

随着大数据、云计算、物联网等技术的不断发展，未来可以进一步优化实时交通信息的采集和处理方式，提高数据的准确性和实时性。这将为电动汽车的实时路径规划提供更加可靠的数据支持。随着电动汽车的普及和充电技术的进步，充电设施将逐渐完善。这将为电动汽车的实时路径规划提供更加便利的条件。同时，结合智能电网技术，可以实现电动汽车与电网的双向互动，进一步提高能源利用效率。

参考文献

- [1] 张必达.电动汽车充换电站址规划及路径优化问题研究[D].北京:北京邮电大学,2023.
- [2] 张必达,闫强,张琳,等.基于实时交通信息的电动汽车充换电路径规划方法[J].吉林大学学报(工学版),2022,52(10):2333-2342.
- [3] 张伯男,刘培梁,范梦辉.多需求场景下的汽车充电路径诱导优化[J].交通节能与环保,2020,16(4):22-27.
- [4] 邢强,陈中,冷钊莹,等.基于实时交通信息的电动汽车路径规划和充电导航策略[J].中国电机工程学报,2020,40(2):534-550.