

# 城乡交通网络智能路线规划系统设计

姜佳佳, 刘芸芸

(山东正大地理信息科技集团有限公司, 山东 潍坊 261205)

**摘 要** 本研究针对现阶段城乡交通规划工作的薄弱环节,设计了一套城乡交通网络优化和智能路线规划系统,包括城乡道路网络设计、交通需求分析、智能路线规划、实时交通监测和交通动态优化,能够实时掌握道路通行状态,实现交通运行状态动态最优化,提高交通调度能力。研究表明,实现智能化的城乡交通规划体系,有利于提高交通运行的效能,在考虑交通突发状况时,能实现动态最优化调整,减轻拥堵,能作为促进城乡交通一体化的科学依据。

**关键词** 城乡交通; 网络优化; 智能路线规划

**中图分类号**: U491.17

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.16.023

## 0 引言

城乡经济联系与人员往来日益紧密,广大城乡居民对交通的要求也日趋多样化、便捷化、高效化,原有的城乡交通网络规划模式已难以适应城乡居民交通需求的变化,交通通行效率低、公共交通服务短缺、道路资源利用率不高的问题日益显现。优化城乡交通网络,提高交通体系的智能化、现代化水平,是城乡一体化建设的必然要求。

### 1 现有城乡交通规划的主要问题

部分城乡接合部和农村地区路网覆盖率偏低,道路等级较低,路面质量较差,无法满足日益增长的交通出行需求。道路养护与管理不到位,导致部分路段出现破损、坑洼等问题,影响行车安全和出行效率。城乡交通基础设施较为薄弱,主要表现为公交覆盖率较低、停车场建设不足、换乘设施短缺等。例如:城乡公交线路较少,且班次间隔时间较长,居民出行不便利,部分乡镇没有高效的换乘枢纽,城乡客流衔接较差。智能交通监测设备和指挥系统尚未完全普及,交通调度能力不足。当前,城乡交通规划信息化水平较低,同时缺乏统一的交通管理系统,无法进行精准的交通流量预测和智能交通调度<sup>[1]</sup>。部分区域的交通信息采集手段比较落后,无法提供实时交通信息,导致交通组织与规划缺乏科学依据。城乡居民对智能交通应用接受度不高,制约了智能交通系统的推广应用。

## 2 城乡交通网络优化与智能路线规划系统设计

### 2.1 城乡道路网络构建

1. 地理信息的数据采集和处理。地理信息的数据采集主要是基于遥感技术、全球导航系统技术以及地

理信息系统技术等,从而获取具有较高采样空间分辨率的数据。在数据处理中,要对数据进行清洗,从而将多余数据以及异常数据排除。在采集的数据中做空间分析,比如地形分析、坡度分析、道路密度分析等,从这些分析中为道路的规划提供一个更加科学合理的空间,结合大数据挖掘技术,分析过往的交通流量、出行模式,为乡道路网提供更加合理的决策。

2. 道路网络拓扑结构。道路网络的拓扑结构常常通过图论的方法来表示,把道路看作“边”,把交叉口看作“结点”,通过最短路径、流量均衡等算法,对交通流量进行优化。道路网拓扑结构的构建,要充分考虑道路的层级体系,包括主干道、次干道、支路的分布合理,避免出现断点、瓶颈<sup>[2]</sup>。在交通流组织中,要优化交叉口的设计,减少不必要的信号灯控制,提高通行效率。设计公共交通优先,预留公交专用道、设置换乘枢纽,加强城乡公共交通一体化。智能化控制,需要结合实时交通数据,优化交通信号灯的调控,提高道路的利用率。

3. 路网数据实时更新。路网数据更新主要是基于路网多源数据融合技术,包括卫星遥感数据、无人机航拍数据、车载 GPS 数据、移动通信信令数据、交通监控摄像头数据等,通过大数据处理和云计算技术,实时监控道路通行状态,更新路网数据库,为智能交通调度、路径规划、事故应急提供依据。在实时更新的过程中,自动数据采集利用移动传感设备、智能车辆、交通监测系统等动态获取道路数据。快速数据处理分析利用 AI 和大数据分析技术可实现道路拥堵预测、异常事件识别等功能。智能交通管理联动更新路网数据应用于信号灯优化、交通诱导、智能导航等方面,提高道路运行效率。

## 2.2 交通需求分析

1. 人口分布以及出行需求特征。城乡居民出行需求包含日常出行、购物出行、教育出行、医疗出行等需求,但以通勤出行需求为主;出行方式包含公交、小汽车、出租车、共享自行车、步行和非机动出行等,且存在显著的城乡差异。交通需求一般在早晚高峰时段,周末和节假日存在一定的出行高峰时段。城乡居民平均出行距离较远,其中城市通勤人口到周边地区农村地区就业,跨区域出行需求较大。大量的数据收集和分析有利于掌握城乡居民出行特征,作为交通规划和交通基础设施建设的参考依据。

2. 交通流量预测方法。(1)时间序列分析法。时间序列分析法利用过去的交通流量数据,采用数学方法进行交通流量的数学建模和预测。(2)自回归移动平均模型。自回归移动平均模型可以进行时间序列的拟合,适用于短期交通运输流量的预测,可以进行季节数据的预测。(3)指数平滑法。指数平滑法可以根据不同数据赋予不同的权重,具有较大的预测弹性可用于短期交通运输流量预测。(4)数据挖掘法。数据挖掘法是指利用历史交通数据,通过数据挖掘的方法提取数据中的规律和模式,从而进行交通流量的预测<sup>[3]</sup>。(5)回归分析法。回归分析法是指利用历史的交通流量、天气、节假日等因素,建立回归模型,进行综合预测。

## 2.3 智能路线规划方法

1. 最短路径规划算法。最短路径规划算法是整个智能路线规划的基础,用于寻找两节点间最短路径,最短路径规划算法的基本目的在于最小化耗费的时间或路程。(1)Dijkstra算法。Dijkstra算法是一种贪心策略搜索单源加权图的最短路径算法。首先,选取起始点,将起始点到所有点的距离设为无穷大,将起始点的距离设为0,然后,将最短路径的点作为当前节点,将当前节点到其他各点的距离进行更新,直至所有点最短路径的计算完成。(2)A算法。A算法是在Dijkstra算法的基础上,引入启发式搜索策略。A算法能够减小搜索范围、提高计算效率,特别适用于大规模路网搜索最短路径。目前,A算法在智能导航、城市公交调度、无人驾驶路径规划等领域中均有广泛应用。

2. 最优路线规划算法。最优路线规划算法是考虑实时交通信息的,一般依据动态的信息做出出行方案最优的调整。考虑路段历史拥堵和实时拥堵情况的综合优化,对权重进行动态变化处理,在路段规划时加入权重。例如早晚高峰时段避开主干道,选择支路绕

行等方法来减少通行时间。实时路况加权模型依据路段通行速度、历史流量数据来动态调整道路权重。自适应路径调整基于GPS车辆轨迹历史数据来动态修正路径,避开拥堵区域。最优路径不仅要考虑时间和距离,还需要考虑燃油消耗、通行费用、安全因素,构建综合优化模型<sup>[4]</sup>。通过构造多个优化目标,形成一组权衡方案,用户对解满足要求。

3. 进化算法优化路径搜索。进化算法是模拟自然进化过程,不断对候选路径寻优,提升智能路线规划搜索效率。遗传算法是一种基于生物遗传的进化算法,适合处理复杂的搜索问题。在初始化过程中随机生成一组路径解;计算每条路径的适应度值,如行驶时间、道路拥堵情况等。遗传算法基本操作包括选择、交叉和变异,通过遗传操作产生新一代路径方案。反复循环上述进化过程直至寻找到最优线路。蚁群算法模拟蚂蚁寻食过程,通过信息素产生路径搜索指导。在路网中初始化信息素浓度,信息素浓度代表路径选择的可能,若干虚拟蚂蚁在路网中随机行走,蚂蚁根据信息素浓度进行路径选择。经过一定迭代次数后,对较优路径信息素浓度加强,形成全局最优路径。

## 2.4 实时交通监测与动态优化

1. 交通流监测技术。传感器技术可用于交通流监测,例如通过地磁传感器、微波雷达等安装在道路或车辆中,来测量道路交叉口或收费站区的车辆流量、速度等数据。射频识别技术可用于跟踪车辆的行驶轨迹,作为智能交通系统中的一部分。高清摄像头和计算机视觉技术可用于实时监测道路状况,例如通过高清摄像头记录车流密度、车速、事故等信息,并通过图像处理技术分析道路拥堵情况。AI视觉识别技术可用于自动检测交通违法行为,例如超速、逆行、闯红灯等,提高交通管理效率。大数据分析可基于GPS轨迹数据、社交媒体信息、历史交通记录等,预测道路拥堵趋势;可以分析每天不同时段交通流量,预测道路拥堵可能发生的地点,为智能路线规划提供决策支持。

2. 路线重新规划。实时导航系统根据GPS数据和交通监测数据,实时重新规划最优的路线,为用户提供出行建议。百度地图和高德地图等导航软件,可以视通车的实时路况给出最短和使用最便捷的路线,同时,语音提醒可帮助行车者变换行驶方案。结合智能信号控制系统,可动态调整红绿灯的时间,提高通行效率。为了避免高峰时段拥堵,智能交通系统还可以根据历史数据或实时数据,对未来路况进行预测,提

前提醒车辆避开拥堵路段<sup>[5]</sup>。高峰路段,导航系统推荐其他路线,均衡交通流量,缓解主要路段的交通拥堵状况。当某一路段发生交通事故或施工关闭时,系统可以自动计算避开拥堵的路线和迂回路线。若某一路段为高架桥,且只在部分时段开放,则设置成可变车道或分时段通行。

### 3 城乡交通网络优化与智能路线规划系统实现与应用案例分析

#### 3.1 系统功能实现

1. 路线查询与推荐。城乡交通网络优化与智能路线规划系统可提供多种路线查询方式,用户可以通过起点—终点输入、语音搜索、地图选点等方式进行路线规划。系统基于多种路径优化算法,结合道路等级、红绿灯密度、交通流量等因素计算最优路线。最短路径推荐,基于最短距离原则计算最优路径,适用于时间相对宽裕的用户,或步行、骑行等短途出行场景。最快路径推荐通过结合实时交通流量和历史数据,推荐预计耗时最少的路径,适用于通勤或赶时间的用户。低拥堵路径推荐会优先避开拥堵区域,适用于高峰期或突发性拥堵情况下的用户,提供更平稳的通行体验。

2. 智能路径调整。当监测到前方道路出现严重拥堵,系统会自动计算绕行路径,并向用户推送优化方案,同时提供拥堵原因分析。在导航过程中,系统会根据最新的交通数据,动态调整行驶路径,确保行程顺畅,并避免长时间停滞在交通拥堵区。结合历史数据和机器学习预测功能,提前提醒用户高峰时段的拥堵情况,并推荐最佳出行时间,例如建议错峰出行或更换交通方式。对于配备智能交通信号控制的都市区域,系统可结合信号灯信息优化路径,引导用户优先选择绿波路线,提高通行效率。

3. 交通大数据分析 with 优化。基于历史数据和机器学习算法,对未来不同时间段的交通流量进行预测,支持提前优化信号灯配时和交通疏导策略<sup>[6]</sup>。统计不同类型用户的出行方式、出行频率、行程特征,为城市交通规划提供数据支持。基于长时间交通监测数据,分析特定道路的高频拥堵情况,并为政府部门提供道路改造、信号优化、车道调整等建议。

4. 用户交互与个性化服务。多端接入,支持 PC 端、移动端、车载导航系统无壁垒对接,同步使用。智能语音助手提供语音查询、语音导航,让用户在驾驶环境中更安全、更便捷地使用系统。用户可查阅出行记录,并可根据自身习惯设定系统的推荐策略,如设置常用

路线,避开路段等。一键式上传交通事故、道路突发状况,提供紧急救援、附近加油站、维修站等信息服务。

#### 3.2 某城乡区域的交通网络优化应用案例分析

某地区位于某省城乡接合部,随着近年城市发展和人口流动,城乡交通需求逐年上升,部分乡村道路等级比较低,通行能力较差,缺少快速连接主干道的通道;公共交通覆盖面不广,缺乏统一的信息化管理,出行方式单一;高峰时段进出城道路容易拥堵,在城镇交界处造成出行时间延长。

针对以上问题,该城乡地区通过设计构建智能路线规划系统,采用蚁群算法,联合交通流量预测模型,预判未来交通情况,优选出行路径。同时结合历史交通数据,预测即将出现的交通高峰时段,提前规划让行方案。该让行方案在减少整体出行时间,降低高峰时段拥堵方面取得较好的效果。由于可提前预测,调整路径,减少因临时拥堵造成的路径调整,使出行路径规划更加稳定。通过路径优化,减少拥堵和绕行,提高出行速度。相比传统静态路径规划,采用动态优化方法,高峰时段出行时间平均降低 15% ~ 30% 左右。

### 4 结束语

优化城乡交通网络,基于地理信息数据采集与分析、道路网络拓扑结构构建与实时数据更新,增强道路规划的科学性与灵活性;交通流量预测,提高交通流量预测的精度;在智能路线规划中,利用最短路径规划、最优路线规划以及进化算法优化路径搜索,并结合实时交通监测技术,实现路径搜索与调整的动态路由;利用大数据分析与人工智能技术,提出智能交通管理系统,增强交通流调度能力,提高城乡居民出行的便捷性和安全性。

#### 参考文献:

- [1] 豆林. 基于动态规划方法的智能交通最优路线规划方法研究[J]. 科技资讯, 2024, 22(11): 59-61.
- [2] 郭欣. 公路路线规划与交通流优化研究[J]. 运输经理世界, 2023(35): 40-42.
- [3] 罗作春. 市政道路交通规划与道路路线设计探讨[J]. 江西建材, 2022(11): 191-192, 195.
- [4] 郭佩佩. 面向城乡交通走廊的固定路线需求响应式公交及其效益仿真评估[D]. 西安: 长安大学, 2021.
- [5] 张丽涵. 湟中县城乡交通运输一体化管理问题研究[D]. 青海: 青海师范大学, 2020.
- [6] 张佳桐. 基于多源交通信息的实时路线规划系统研究[J]. 中国设备工程, 2019(01): 132-133.