

基于 VR/GIS 一体化城市微观交通 虚拟仿真系统的研究与应用

王智杰

(深圳蜂牛科技有限公司, 广东 深圳 518000)

摘 要 随着城市化进程的日益加快以及城市人口与社会车辆的持续增加, 城市交通拥堵成为众多城市管理的难点与痛点。通过积极研究城市微观交通, 可为城市交通技术的应用与城市交通改善提供参考。本文通过对 VR/GIS 技术进行分析, 结合城市微观交通虚拟仿真研究现状, 探讨基于 VR/GIS 一体化城市微观交通虚拟仿真系统, 并结合案例分析基于 VR/GIS 一体化城市微观交通虚拟仿真系统的应用, 以发挥 VR/GIS 技术优势, 以期为更多城市微观交通的相关研究提供参考。

关键词 VR 技术; GIS 技术; 城市微观交通; 虚拟仿真系统

中图分类号: TP391.9

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.01.005

0 引言

城市交通规划与管理是一项系统、复杂的工作, 在具体城市交通管理期间需要考虑诸多问题, 同时在城市交通管理期间还需要不断地发现新问题, 结合发现的问题采取解决措施, 以促进城市交通问题的持续优化。为有效提升交通效率、保障交通安全, 改善城市交通环境, 并为城市交通规划和优化提供参考, 本文结合 VR/GIS 技术特点, 构建一体化城市微观交通虚拟仿真系统, 通过城市微观交通虚拟仿真系统的应用为城市交通发展与管理提供有效参考。

1 VR/GIS 技术概述

了解 VR/GIS 技术是推动 VR/GIS 技术应用的基础, VR/GIS (虚拟现实 / 地理信息系统) 技术是指将虚拟现实 (VR) 技术与地理信息系统 (GIS) 相结合的技术, 该技术主要用于对地球科学的研究, 能够以地球系统为对象开展多媒体技术或者计算机仿真技术研究。

VR/GIS 技术因为是 VR 技术与 GIS 技术的集成与融合, 其核心技术包括海量数据处理技术、VR/GIS 实时绘制技术、虚拟场景中的路径规划技术、VR 与 GIS 协同技术等, 故而该技术具有更多的优势。VR/GIS 技术能够同时从数据共享、数据模型设计、功能融合方面加以融合, 强调不同技术的协同管理, 让 VR/GIS 技术有更强大的功能。比如 VR/GIS 技术将 VR 沉浸感、交互性体验同 GIS 空间数据管理、分析功能有效结合。GIS 能够完成地形、地貌等大量地理空间数据的存储和处理, 实现对地理空间数据的应用, VR 能够通过相关显示器设备, 让用户真实、动态地感受所构建的三维模型^[1]。

根据对 VR/GIS 技术的研究与发展, 最新的 VR/GIS 系统组成包括虚拟现实、专家系统、多媒体计算机技术、地图学与地理信息系统。VR/GIS 系统有着丰富的功能, VR/GIS 能够实现三维空间数据可视化, 支持用户之间的交互行为。比如在城市规划期间, 通过 VR/GIS 技术的应用, 可让规划设计人员能够身临其境地处于整个城市规划环境中, 真实地感受建筑高度、道路布局、城市绿化等, 规划人员还能在虚拟环境中步行、飞行, 处于不同位置, 以多角度查看地理信息, 指导城市规划设计的完善, 包括空间布局的合理性。VR/GIS 技术的诸多优势, 使其也在众多领域得到应用, 包括军事领域、城市规划领域、环境科学领域、地质领域, 并在相关行业领域应用中显示出了诸多优势。

2 城市微观交通虚拟仿真研究现状

为了解决城市发展过程中的交通问题, 国内外诸多学者开始城市交通仿真研究, 即借助于计算机技术完成城市交通、城市实际交通特性的分析, 在评价现有交通运输、交通设计方案的基础上制定出优化措施, 逐步解决城市交通管理中的诸多问题。在交通仿真模型研究中, 结合对交通系统描述的精细化程度不同, 可将整个交通仿真分为宏观仿真、中观仿真、微观仿真, 其中宏观仿真侧重于对城市交通的全局分析; 中观仿真主要研究车辆群体行为, 判断驾驶员与车辆的特性; 微观仿真主要研究个体车辆行为, 道路条件、驾驶员特点、周边环境等共同影响个体车辆的行为^[2]。

从城市微观交通虚拟仿真研究现状方面分析, 我国在这一方面的研究起步晚, 从 20 世纪 80 年代才开

始研究,与国外一些国家相比还存在明显的差距。综合不同文献中关于国内城市微观交通模拟的研究分析,同济大学段进宇在《高速路入口匝道范围交通仿真软件系统设计》中设计了能够描述高速道路入口匝道附近交通微观的仿真模型/软件系统,并称为MicroSim(MICROscopic SIMulation),该仿真软件的研究在于全面评价高速道路入口匝道附近的交通现象,研究和评价高速道路入口的交通控制和管理策略,系统构建中能够考虑多种因素,强调指标描述的多维性,构建的模型符合真实性原则,还能动态呈现研究的仿真结果。

此外,还包括基于司机判断过程的高速公路微观仿真模型、研究路段通行能力的微观仿真系统、大规模城市交通仿真系统等相关城市仿真研究,北京工业大学、东南大学、北京交通大学、西安交通大学、天津大学等众多高校均进行了城市交通仿真技术研究,相关研究中均取得了一定成绩,但是有关仿真平台建设、实践应用的研究较少,较多研究局限于理论层面,无法在实际城市交通管理中发挥作用^[3]。

VR技术与GIS技术的融合,实现了VR/GIS一体化,并为城市微观交通仿真模式提供了有效方法。VR/GIS一体化在城市微观交通仿真模拟方面存在诸多优势,如常规仿真模拟多局限于二维层面,只能从平面予以分析,无法从立体角度指导城市交通规划与优化调整,通过VR/GIS一体化技术的应用,能够实现二维模拟向三维立体模拟的转变,让城市微观交通信息的显示更加直观、清晰,让信号灯位置、信号灯高度、周边建筑影响等更好地显示出来,提升了城市交通规划与设计的合理性,让更多设计能够符合实际情况。VR/GIS一体化技术在中能够将道路、城市建筑、周边景观等相关实物融入设计方案中,保证城市景观设计与城市交通的协调性^[4]。尤其是在城市立体交叉道路规划与设计过程中,VR/GIS一体化技术能够较好地解决在设计中可能出现的诸多问题,比如立体交叉道路对现有环境的影响、对交通安全的影响以及与现有道路的衔接情况等,让城市立交规划设计更加科学、合理,提高通行效率。VR/GIS一体化技术在城市微观交通虚拟仿真研究期间,能够借助多种技术手段与方法,在模拟过程中同时融入听觉、视觉触觉等感受,让不同人员能够真实感受到交通状况。

3 基于VR/GIS一体化城市微观交通虚拟仿真系统研究

3.1 整体框架

VR/GIS一体化技术在城市微观交通虚拟仿真系统研究中,需要建立GIS路网输入模块以及VR输出模块,

两个模块之间通过微观交通仿真模块、分析决策模块相联系。通过GIS路网输入模块,能够为仿真模型建立提供各种路网信息,早期因为处于二维仿真,对采集的数据也会经过简单处理,影响到实际仿真效果。GIS技术在应用期间本身包含了诸多交通信息、道路信息,可直接真实地应用各种数据,不需要数据处理,以保证各种信息的真实性,让仿真模拟结果能够更好地符合实际情况。通过VR输出模块在于发挥虚拟显示技术的三维优势,保证模拟结果的输出效果,实现三维仿真结果的利用。微观交通仿真模块属于动态模型,能够对车辆之间的关系、车辆物理位置等予以描述,构建车道变换模型、跟车行驶模型、车辆自由行驶模型。分析决策模块可对车辆在道路上的行驶情况、行驶时间、路网交通运行状况等予以描述,在分析的基础上做出决策,包括路线选择、车辆行驶时间分析、道路交通网络的最优路径算法等^[5]。通过四个主要模块的应用与协调,实现对城市微观交通的虚拟仿真分析。

3.2 GIS路网输入模块分析

构建交通路网模型的合理性与科学性会直接影响到计算机的交通仿真系统应用效果,所以在路网模型构建中需要考虑到不同道路状况以及拓扑结构。GIS技术中本身存在较多的地理信息以及地理信息数据模型,能够依靠GIS技术优势保证GIS路网输入模块的有效构建。

路网模型构建中不仅要能够较真实地将路网拓扑关系反映出来,而且还需要准确地描述不同道路的几何条件,需要完成节点、路段。车道对应结构体的定义。诸多节点和道路构成了完整的交通路网。在基于GIS的交通路网生成方面,需要使用非平面数据模型,边、结点组成,根据具体情况确定在道路交叉点是否产生结点,即在道路连通的情况下有结点,如果道路不连通,则不需要产生结点。从交通路网生成过程方面分析,首先需要瓦城GIS交通路网的输入,整个输入流程为完成交通路网参考图层的加载→交通路网初始数据→对相关参数完成编辑、修改等→线数据的处理,比如端点匹配、自动裁剪等→通过几何图形生成交通路网,并建立拓扑关系→对网络形状、属性数据完成编辑与修改→空间、属性查询以及检查→路网数据的存储、转换以及输出。按照流程完成GIS交通路网输入后,还需要完成交通路网数据处理,整理原始数据,按照面向交通路网的非平面数据模型要求,将初始数据予以几何数据自相交处理,自动剪断、端点匹配等。几何数据、相关属性数据均保存在初始几何网络中,通过在初始数据中予以编辑,为后续系统构建创造良好条件。

3.3 微观交通仿真模块构建

根据交通流理论完成微观交通仿真模块的构建,该模块在构建中包括诸多模型。在车辆产生模块方面,道路起始点的车辆生成具有随机性,车辆生成模型能够将时变 OD 矩阵转化为车辆出发模式,使用特定概率分布确定出发时间,得到车辆出发模式,车辆目的地的确定参照经验分布。分析车辆产生模型过程中需要考虑单一车辆产生的随机性、车辆整体服从的规律性、已经获取的实际参数。尽管交通状况存在随机性、离散性,但是也存在一定的规律性。车头时距服从负指数分布、移位负指数分布与爱尔朗分布。根据泊松分布确定车辆产生规律时,车头时距符合负指数分布,实际车辆在行驶期间需要保持安全距离,所以为了接近实际情况,在车头时距描述中可使用移位负指数,建立模型。交通控制模块中根据信号控制实现点控制、线控制、面控制,依据控制方法又分为定时控制与感应控制,考虑到较多地区使用的是固定红绿灯,在仿真系统中按照信号灯控制完成仿真分析。

3.4 分析决策模块

以交通仿真模块为基础构建分析决策模块,完成对不同特征参数的统计学分析,改进措施的提出需要利用专家系统。分析决策模块构建期间主要从不同路段平均行程速度、交叉口排队长度、交叉口延误时间、饱和度等方面实现对城市道路交通情况的综合分析。不同指标在构建中需要有相应的模型。

3.5 VR 输出模块分析

VR 模块作为最终仿真模拟情况的具体呈现方式,需要强调人机交互输出,通过虚拟现实技术与交通仿真模型相结合,提高人机交互能力,配合环境以及其他城市要素,仿真的模拟城市交通情况,提升仿真质量。通过可视化界面完成动画输出,保证模拟情况能够以视频呈现,依靠画面感提升整体仿真效果以及仿真结果的指导价值。文件输出方面,主要为相应时间段内的停车数、停车延误、交叉口交通量情况等,输出的数据可联合其他软件完成数据的处理,让输出的数据以不同方式呈现。

4 基于 VR/GIS 一体化城市微观交通虚拟仿真系统应用案例

在构建基于 VR/GIS 一体化城市微观交通虚拟仿真系统的基础上,将其用于实际案例的仿真模拟中。比如在某地区老城区改造过程中,因为城区建设时间较早,区域内道路狭窄,但是人口密集增加、车辆保有量增加,造成这一区域交通拥堵成为城市管理的痛点。为解决老城区的交通拥堵问题,使用构建 VR/GIS 一体

化系统城市微观交通虚拟仿真系统完成研究,将老城区不同街道的长度、宽度、绿化带、坡度、周边建筑情况等 GIS 地图数据予以整理,并利用交通监控设备完成近期交通流量数据的分析,通过在 VR 环境下,对老城区交通运行状况的仿真,结合实时数据完成仿真场景的更新。在该模拟环境下从多个角度提出解决方案,比如优化路口信号灯时间、将部分道路调整为单行道、设置可变车道、潮汐车道等,在仿真模拟环境下,对不同措施的应用效果予以分析,结合仿真测试情况,在优化信号灯时间后,高峰时段该区域交通拥堵指数从 0.8 下降到 0.6,采用潮汐车道,早晚高峰时段特定路段车速整体提升 30%,路口排队长度减少 40% 左右;根据对不同方案的综合对比,决定针对不同路段灵活的采取潮汐车道、信号灯优化以及调整部分道路为单行道的处理措施,通过上述综合措施的应用,老城区高峰期交通拥堵问题得到明显改善。将系统用于城市新城区开发、老城区改造过程中的方案对比与选择,更好地指导实际城市规划工作,明确需要道路拓宽的范围、交叉口改造类型、新的公交线路等。通过直观地进行模拟分析,保证了城市交通健康运行。此外,在城市信号控制优化、交通组织优化等应用中均显示出了重要优势。

5 结束语

基于 VR/GIS 一体化城市微观交通虚拟仿真系统可充分发挥 VR 以及 GIS 技术优势,并与现代技术相结合,保证了城市微观交通虚拟仿真模拟的真实性与可靠性,推动了城市微观交通虚拟仿真技术的发展。当然,因为整个系统的实际应用有限,还需要在实际应用中不断发现问题,并做好完善和优化,以更好地指导城市交通规划与管理工作。

参考文献:

- [1] 魏存礼. 基于 GIS+BIM 技术的城市轨道交通工程风险管理研究 [J]. 智能城市, 2024,10(03):108-110.
- [2] 谢钦. 基于 VR 的城市轨道交通车辆基地检修模拟仿真及应用 [J]. 现代信息科技, 2024,08(04):121-131.
- [3] 程宇航, 汪林, 赵鹏辉. 基于 GIS+BIM 技术的城市轨道交通施工期监测管理平台构建及应用 [J]. 西北水电, 2023(04):108-112.
- [4] 张文腾. 基于 BIM+GIS+UE 的城市轨道综合交通枢纽三维可视化展示系统的设计与应用 [J]. 铁路计算机应用, 2023,32(04):24-31.
- [5] 汪钊鑫, 朱燕楠. 基于 VR 的城市轨道交通专业实训课程教学方法研究 [J]. 科技风, 2022(32):112-114.