

基于车速引导的交通信号控制研究可视化分析

陆玉雪 肖海承

昆明理工大学 交通工程学院 云南昆明 650000

摘要: 本文从车速引导的研究角度出发,探究交通信号控制领域的研究现状,并利用科学知识图谱展示交通信号控制领域研究的发展进程与结构关系。笔者通过中国期刊全文数据库(CNKI)中国知网数据库获取了144篇在2003年至2021年(截至2021年7月15日)间出版的交通信号控制研究相关中文文献,共涵盖560位作者及121个关键词,运用可视化分析软件SPSS 26对该领域文献进行梳理与分析,为后续研究者作一个参考。

关键词: 智能交通; 车速引导; 信号控制; SPSS; 文献计量分析

Visual Analysis of Traffic Signal Control Research Based on Speed Guidance

Yuxue Lu, Haicheng Xiao

School of Transportation Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650000

Abstract: In this paper, the research status of traffic signal control field is explored from the perspective of speed guidance, and the development process and structure relationship of traffic signal control field are displayed by using scientific knowledge atlas. The author obtained 144 Chinese literatures on traffic signal control research published between 2003 and 2021 (as of July 15, 2021) from CNKI and CNKI database, covering 560 authors and 121 keywords. Visual analysis software SPSS 26 was used to sort out and analyze the literature in this field, providing a reference for subsequent researchers.

Keywords: Intelligent transportation; Speed guidance; Signal control; SPSS; Bibliometric analysis

引言:

车辆经过信号控制交叉口时,因为受到交通信号的周期性干扰,经常需要进行频繁的加减速或者停车怠速,从而会产生额外通行燃油消耗、通行时间延误及污染物的排放增加^[1]。相关研究表明,车速是影响车辆燃油消耗和污染物排放的重要因素^[2],合理地控制车速使车辆平滑、稳定地通过信号交叉口是解决这一问题的一大途径。据统计数据显示,车辆在拥堵状态下行驶而产生的额外燃油消耗增加115亿升^[3]。因此,对信号交叉路口处通行车辆的速度进行合理规划引导,是交通行业实现节能减排的重要途径。在车联网环境下,如果利用实时共享信息提前对自动驾驶车辆的速度进行合理控制,尽可

能地避免不必要地加减速及停车怠速等驾驶行为,可以优化信号交叉口处的交通流运行,同时起到节能减排的效果。

为了较为准确地把握交通信号控制方面的研究进展情况,为课题的后续研究和他人对该主题进行研究提供基础,认为有必要对这些文献进行科学的分析研究。因此借助SPSS 26软件,运用SPSS计量可视化的方法对有关研究交通信号控制并刊登在CNKI数据库文献的期刊来源、作者机构分布情况、高频关键词及主要主题内容等进行科学的分析研究,从而探索出交通信号控制研究的现状,揭示出交通信号控制研究的内容及特征,发现其研究的不足之处并为研究者提供参考。

1 交叉口车速引导技术研究现状

通过查阅文献发现,Haitao Xia通过将信号相位及配时信息传递给车载设备,结合车辆自身的运动状态及定位数据计算出最优行驶车速变化曲线,再通过人机交互系统给予驾驶员最优速度建议提示^[4]。孟竹等对节能为导向的信号交叉口生态驾驶策略进行了研究,通过建立

通讯作者简介: 晏永廷(曲靖市公安局交通警察支队,云南曲靖 655099)

作者简介: 陆玉雪,女,水族;出生年月:(1998—);学历:硕士,昆明理工大学;籍贯:贵州毕节;研究方向:交通信息工程及控制。

以节能为导向的优化目标函数，对车辆驾驶轨迹进行求解^[5]。晏松对信号交叉口处车辆的换道行为与速度轨迹优化、车辆与交叉口集成控制、整体控制等问题进行了研究^[6]。鹿应荣等人针对车联网环境下个体车辆可以与路侧设施及交叉口中心控制系统实时信息交互的特征，提出了信号交叉口车速控制策略^[7]。魏学新利用实车实验采集速度数据，建立了适应驾驶员实际操作的信号交叉口生态驾驶策略模型^[8]。王博通则采用移动闭塞理论对信号交叉口群处车辆的速度引导方法进行了研究^[9]。项学海建立了面向节能驾驶的闭环式车速引导优化模型，提出了对车速曲线进行动态更新的方法，仿真结果表明该算法能使平均油耗节约20%^{[10][11]}等。

2 基于车速引导的交通信号控制研究进展

目前，国内外对于信号交叉口区域环保驾驶车速控制问题的研究主要面向单点信号交叉口^{[12][13][14]}，比较有代表性的成果有：He等^[15]提出了一个多阶最优车速控制模型；Xiang等^[16]基于不同驾驶行为改进了信号交叉口车速闭环控制框架，提高了车辆通过连续信号交叉口时的燃油经济性。

3 数据来源及分析方法

从CNKI数据库中针对关键词“车速引导”、“交通仿真”进行中文文献检索，获取所需论文，转换格式，用以进行科学计量分析。本文利用SPSS 26软件来研究近25年来交通信号控制研究领域的进展、热点及前沿问题。

4 文献统计分析

4.1 文献年度走势统计

文献的年度走势是中国知网上给出的从2012年到2021年有关研究数据驱动文献发表在各期刊上发文示意图，共计104篇（截至2020年7月）。从图1、图2、图3、图4可以看出，无论是关键词车速引导、交通信号控制还是基于车速引导的交通信号控制的各类文献及各类学术发展趋势都呈现逐年上升趋势。从图2可以看出交通信号控制的研究从1980年至2003年都处于一个萌芽期，而2003年之后就进入了快速发展及爆发期。随着智能交通的发展，交通信号控制的研究也必定随之不断发展，而传统交通信号控制的有关研究也达到了一个瓶颈期，因此基于车速引导的交通信号控制便有了很大的展望。

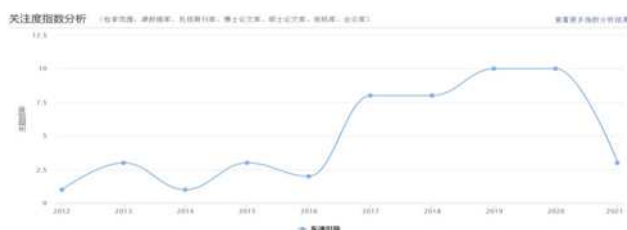


图1 车速引导文献年度走势图

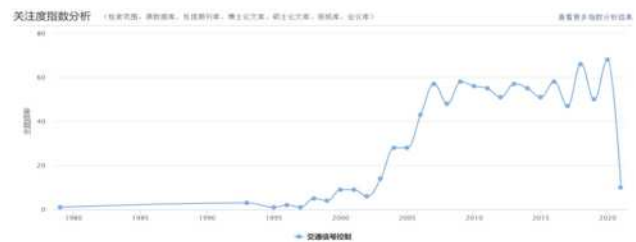


图2 交通信号控制文献年度走势图

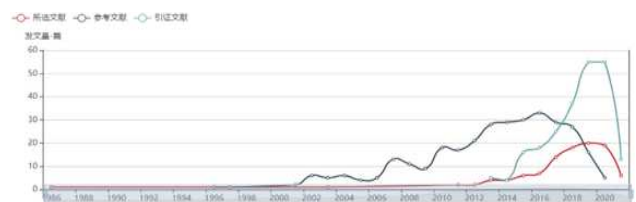


图3 车速引导有关文献总体趋势分析图



图4 各类型学术发展趋势线图

4.2 相关知识点分析

基于车速引导的交通信号控制研究相关的知识点可从图5、图6、图7、图8看出，与智能交通、信号交叉口、信号控制、优化模型等有关，相关的主题有车速引导、车路协同、协同环境、信号交叉口、车联网等，后续研究者可关注相关知识点及相关主题分布，同时也可以看看相关知识点的共现矩阵和年度交叉分析，并进行相应的学习，以便更好的研究基于车速引导的交通信号控制研究的论文。

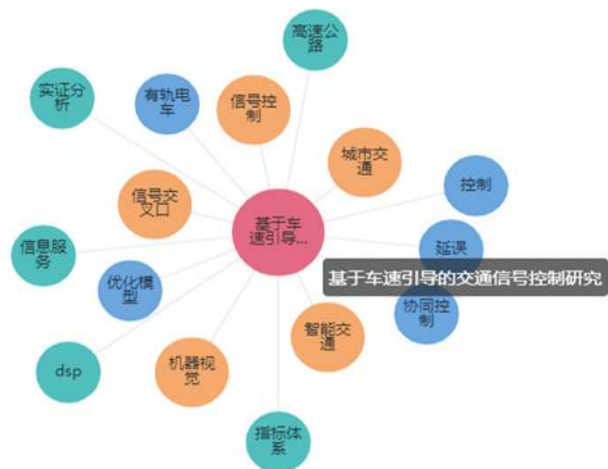


图5 相关知识点分布图

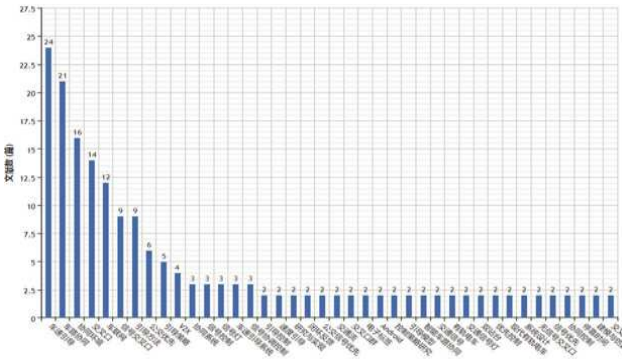


图6 相关主题统计图

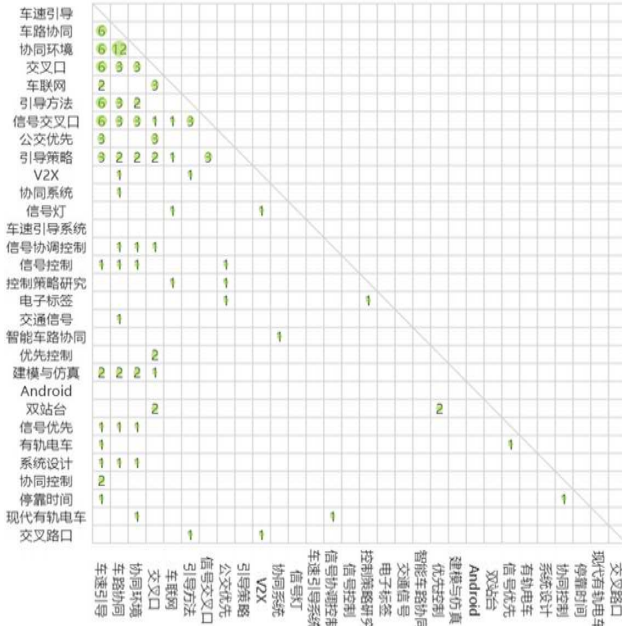


图7 相关知识点共现矩阵分析

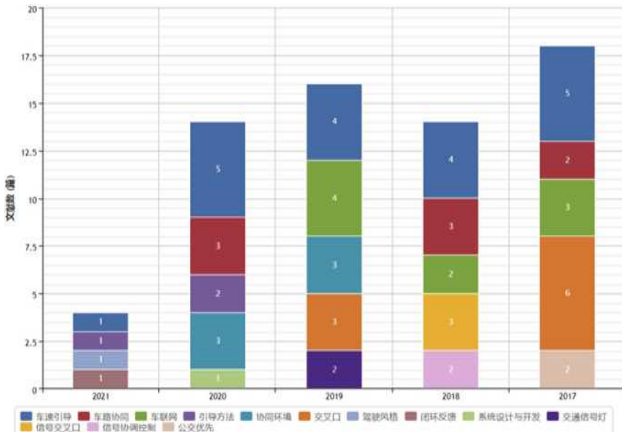


图8 相关知识点年度交叉分析

4.3 相关机构分布统计

从图9、图10、图11可以看出发文机构相对较为广泛，其中，北京交通大学和武汉理工大学团队在这一方向的研究成果较为突出，在检测范围内，北京交通大学占比12.28%，武汉理工大学占比8.77%。说明这两机构对该领域的关注度较高，但也还有其他很多机构对该领

取的研究持续关注，可见，该领域的未来展望较好。

5 结论

本文利用文献计量和网络分析的方法梳理了基于车速引导的信号控制研究领域近10年的研究成果，对该领域现有的中文文献综述进行补充以巩固基于车速引导的信号控制研究领域的成果。分析结果表明，交通信号控制有一定的研究核心机构群，但车速引导在交通信号控制领域的应用期比较短，且应用方式单一。现有研究大都是信号交叉口处车辆的通行决策模型、最优速度曲线求解模型以及动态车速引导方法等。

基于以上所述，本文对基于车速引导的信号控制研究给出以下几点建议：

- (1) 本文实现的车速引导方法主要针对信号灯作用的交叉口上游引导区域，对车辆离开路口停止线后的自由行驶区域考虑不足。后续还需对引导区间的设置范围进行研究，将下游自由行驶路段也纳入引导范围，进一步提升整个交叉口处交通流的平稳性。
- (2) 现有研究主要针对引导区间内单个车辆的速度引导方法进行研究，尚未考虑引导区间内其他车辆的通行情况和路口排队情况。同时，在对单个车辆进行引导时，仅仅考虑了其直行方式，对车辆在路口处的转向、换道及超车行为研究不足。后续研究者，可以进一步扩展研究对象，对多车协同引导方法和车辆队列引导方法进行深入研究。
- (3) 由于实验条件的限制，现有相关研究主要集中在理论层面，对提出的车速引导方法仅仅做了仿真测试。在后续的研究中，可以考虑采取实车实验，对现有提出的能耗优先的车速引导等方法的实际效果进行测试和优化改进。

由于本人能力不高，检索分析的文献数量较少，对文章的理解能力也不是很强，因此对该领域的文献分析可能存在一些问题，还请各位学者指正不足之处。以后继续提高检索能力、分析文献的水平及研究论文的能力。

参考文献：

[1]郑浩.探究汽车尾气污染状况及其控制对策[J].科技风, 2019, (35): 127.

[2]姜慧夫.网联自动驾驶环境下信号交叉口环保驾驶控制研究[D].哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018.

[3]dOrey P M, Ferreira M. ITS for sustainable mobility: A survey on applications and impact assessment tools[J]. Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on, 2014, 15(2): 477-493.

[4]Xia H. Eco-Approach and Departure Techniques for Conneted Vehicles at Signalized Traffic Intersections [J]. Dissertations & Theses-Gradworks, 2014.