

基于5G+智慧灯杆的区域交通协调优化 控制系统功能分析与研究

步春江

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市200092]

摘要:随着国内城市化的稳步推进,智慧交通建设的理念逐渐得到了广泛的关注。在智慧交通的建设中,车载传感器因其载体局限性,对于规避道路拥堵、优化行车路线上无法起到关键性作用。车路协同的模式越来越受到科研人员的关注。智慧灯杆,因其可拓展性成了智慧交通建设中最理想的感知载体。杆件上可安装监控设施、广播、大屏幕,以及各类传感器、检测器等一系列的感知设备。依托5G技术,相关交通管理部门可以更及时地掌控实时的交通运行情况。通过对交通流预测模型及区域交通协调优化模型的建立,提前预测中短期内道路交通流的运行情况,依托5G+智慧灯杆编织起的城市感知网络及定向广播系统,对沿途车主定向定量地决策最优的行车导航方案,对城市道路交通进行高效、有效的管理。现以上海5G+智慧灯杆的工程实例为依托展开基于交通流预测模型而开发的区域交通协调优化控制系统功能分析与研究。

关键词:5G技术;智慧灯杆;车路协调;交通流预测模型;定向交通诱导;区域交通协调控制系统

中图分类号:U491

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2021)04-0045-04

0 引言

随着城市私家车的数量越来越多,城市道路拥堵的情况屡见不鲜。智能交通系统以交通流理论为核心,系统地运用现代信息和控制技术以显著提高既有交通基础设施的使用效率和安全水平,减少交通流的盲目性。未来的智慧交通应该是真正做到全过程管理、依据策略性和战术性的经验,提供确实可行的解决方案,并且有着多领域(交通系统、车辆、行人)共同约定的框架支持。

5G+智慧灯杆恰恰是最适合成为智能交通管理系统底层感知层面的基础设施。其每30~35m的布设间距的先天优势,使得其更容易搭载一些交通管理感知设备,如车流量传感器、高清监控设备等。通过5G网络组网,能够轻松地在城市的大街小巷布置出智慧交通的感知网络。这些感知信息也能够更快地传递给综合交通管理平台,供城市管理者们更快地作出相应的决策,缓解交通拥堵的情况。

智能交通系统主要分为三个不同的阶段:信息感知(采集)、信息处理、信息服务。

首先,通过智慧路灯对于路况及路网容量进行数据采集,实时传输至中央控制中心;通过人工智能

预测算法预测未来几小时内某段路发生拥堵,以及堵车的几率进行预测分析;最后通过这些预测数据,及时提示,以及建议驾驶员们的行车路线。其信息服务有别于普遍的车载导航软件,真正的智能交通系统的信息服务,应做到定点、定向投放。通过智慧灯杆,记录某一段行车的车牌号,定向投放给这一段的驾驶者,让其按照预测算法的结果变道行驶。有别于普遍的导航软件,其不会产生无差别疏导而导致的更多的拥堵的现象。

随着城市化的进程,如何在有限的道路路况条件下,借助有限的公共基础设施创造出最大化的交通体验是当今智能交通管理系统需要去研究的方向。

未来的智能交通系统一定是车路协同的交通系统,通过5G+智慧灯杆对路况数据的采集,对定向定点车辆通行路径进行局部管控;通过强大的人工智能预测算法对道路路况进行决策分析,对驾驶者进行交通诱导。其中,诱导策略实施网络化:在寻求诱导资源与动态交通流时空耦合性的基础上,注重诱导主体的智能化设计与布设,强调动静诱导主体信息的一体化时空关联与协同联动,以及诱导与信号控制系统的协同控制。在更大的时空范围内,对于现状路况进行信息服务的科学决策,对车流量进行更加智能的控制。

综上,当前国内外学者就交通流预测及信号控制设计进行了大量的研究^[1],但是从时空维度针对协同

收稿日期:2021-01-06

作者简介:步春江(1992—),男,工学硕士,助理工程师,从事电气设计工作。

交通疏导方面去进行定向交通诱导与交通控制针对所进行的研究工作还比较少。现基于前人研究的基础,以上海市合杆整治工程为背景,利用现有模糊径向基神经网络模型进行改良,增添了区域交通协调优化控制系统及评分体系。通过动静态诱导主体信息的一体化时空关联与协同联动来解决交通拥堵的实际问题。

1 工程概况

上海市合杆整治工程针对现状道路杆件(公安、交警监控杆、路灯杆、标志标牌等)进行综合化改造,集约城市照明、监控杆件、配套管线资源。通过对综合杆件进行5G设备改造,配套搭载5G设备顶杆仓,用以对道路两侧进行5G信号覆盖。通过搭载各种路况监测传感器,对现有的城市道路感知网络进行信息化升级改造(见图1)。

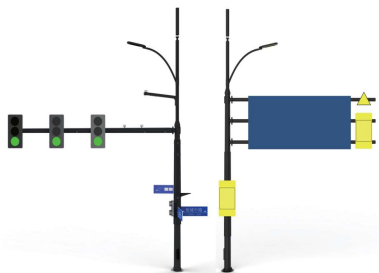


图1 城市道路感知网络示意图

依托工程背景,选取2019年合杆整治工程虹口区北外滩板块作为系统试点区。工程范围西起天潼路,东至平凉路,北起哈尔滨路,南至黄浦路。其中共涉35条路,全长15.64 km。

经过上海市交通管理局提供的实时路况数据分析,北外滩板块拥堵情况主要集中在外白渡桥、北苏州路、长治路及东长治路、吴淞路等路段。故该系统设计的核心聚焦在解决国际客运中心周边网格化区域。通过建立基于车路协同模式的区域交通协调优化控制系统,从时空维度解决交通拥堵的实际问题。

2 区域交通协调优化控制系统构成及模型建立

2.1 区域交通协调优化控制系统构成(见图2)

具体协调优化控制系统方法及过程为:

(1)首先根据交通拥堵的实际情况,聚焦拥堵核心主体,对拥堵主体周边的信控路口进行网格化划分。

(2)依托5G+智慧灯杆的道路基础设施,对路况数据(现状路况绿信比、相邻网格化路口车流量及平

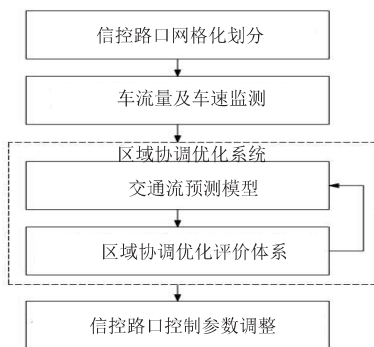


图2 区域交通协调优化控制系统简图

均车速监测)进行采集。

(3)通过搭建径向基神经网络模型(RBF)对相邻网格化路口中短期(5 mins-30 mins)的交通流进行预测,并借助系统的评价准则对预测方案进行评价,预测出的最优交通控制方案将作为下一网格化路口的输入量进行迭代运算,最终得到这一网格化区域内该预测时间内最优交通诱导方案。

(4)依托5G+智慧灯杆及系统得出的最优交通诱导方案,及时调整信控路口控制参数(四个相位绿信比及总信号周期)作为定向交通诱导的手段。

2.2 交通流预测模型的建立

模糊神经网络模型被广泛地运用在交通信号控制中。其原理可理解为模拟交警思维,根据四个相位的车量排队情况,调整各个相位允许通行的时长。由此,即可建立一个神经网络模型,以四个相位的车流量 I 为输入,四个相位绿信比 λ 及总信号周期 T 为输出^[2,3]。根据往期历史数据,可将相同时间段的交通流数据作为训练样本以得到相关相位的绿信比的最优方案。

由于车流量存在一定随机性及变量,故交警指挥时会存在些许变化。在模糊神经网络模型的基础上^[4],该系统使用了小波变换来减少一些交通变量对系统造成的波动影响。

在实际路况中,有许多意外情况会影响交通速度,但只会在很短的时间内产生影响。流量预测的目的是向用户提供有用的信息,关键是要提供合理的平均值估算未来的流量。因此,意外信息可以被视为噪声。为了滤除这些噪声,有许多现有方法。

小波变换是一种强大的工具,具有分析非平稳信号的能力信号以获取其趋势。在降噪应用中,小波变换具有许多好处。它可以保留信号中的细节,并且不需要任何噪声假设。基本的降噪过程小波变换描述如下:

(1)通过将所有小波系数设置为零来获得确定的“强”部分小于某个阈值水平。小波逆变换用于计算相应的时间序列。

(2)通过将所有小波系数设为零来获得随机的“弱”部分大于该阈值水平。小波逆变换也在这里使用计算相应的时间序列。

2.3 区域交通协调优化控制系统的建立

区域交通协调控制优化控制模型主要由交通流预测模型、区域评价体系及定向交通诱导系统三方面构成^[5-6]。

通过上一节提到的交通流预测模型,可以得到预测精度相对准确的交通流预测数据。每一个信控路口的预测数据,将如图3所示,作为下一个信控路口的输入数据进行迭代预测,以得到该网格化路口最优的绿信比。

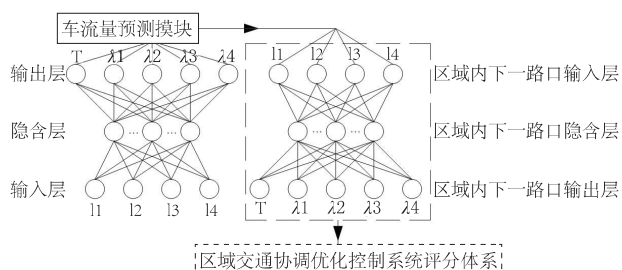


图3 区域交通协调优化控制模型简图

为达到最优的响应速率,该系统建立了一套评分体系。通过评分体系对每一个评价周期的平均排队长度及定向诱导方案进行评估,评判该区域交通协调优化方案的控制效果是否达到舒缓交通的效果。如若未达到预期,则修正该路口信号周期、绿信比及定向诱导方案。具体评价原理如下:

(1)将城市道路中,每九个就近的信控路口分为一个网格化区域,对每个网格化区域进行交通流预测。

(2)设每九个信号周期为一个评价周期,通过交通流预测模型推算一个评价周期结束后,某个相位所有方向(相邻九个路口)车流排队长度作为评价的依据(其中包括该评价周期内放行及到达的车辆)。

(3)将定向诱导方案纳入评价体系进行模型预测。定向诱导方案的原则:将平均排队长度最长的相位调整至相同路径下排队长度最短的相位,并进行路径规划。根据平均车速推算该定向诱导方案的方案可行性,即原路径到达目的地的时长与定向诱导方案到达目的地的时长对比。如若定向诱导方案缩短了车主到达目的地的时间并且网格化区域内,各

个相位的平均车流排队长度缩短,系统则判定该定向诱导方案成立。

(4)根据平均排队长度及交通诱导方案,将平均排队长度作为调整信号周期的重要参数,调整相应信控路口的总信号周期及四个相位绿信比。

通过评分体系能够加快区域交通协调优化控制模型的响应速率,以达到实际的控制需求。

通过区域交通协调优化控制模型,系统已经得出了最优的区域协调优化方案。从而借助5G+智慧灯杆的定向诱导系统,及时调整每一个信控路口信号机的控制参数,用以达到舒缓城市道路拥堵的情况。

3 区域交通协调优化控制系统预测结果与实际对比

依托上海道路合杆整治工程对虹口区北外滩地块所编织起的城市感知网络,5G+智慧灯杆采集了实时的路况数据,它被作为该系统的训练样本进行系统仿真模拟。

结合北外滩板块拥堵现状进行分析,北外滩板块拥堵情况主要集中在外白渡桥、北苏州路、长治路及东长治路、吴淞路等路段。故该系统将设计的核心聚焦在解决国际客运中心周边网格化区域。通过建立基于车路协同模式的区域交通协调优化控制系统,从时空维度去解决交通拥堵的实际问题(见图4)。



图4 虹口区北外滩区域工作日早高峰时段交通预测热力图

通过系统搭建与模拟,将预测结果与往期虹口区北外滩区域交通流监测数据进行数据对比,得到列表1的结果。

表1的数据对比表表明,区域交通协调优化系统在交通流大于1 000(pcu/h)的城市道路车况下有着显著的优势。对比往期虹口区北外滩区域交通流监测数据,区域协调控制系统在网格化区域每周平均排队长度更短,对舒缓城市道路拥堵的效果更佳。

表1 区域交通协调优化系统与 Scats 系统对比表

交通量 /(pcu·h ⁻¹)	网格化区域每周期平均排队长度/(pcu/cycle)	
	实时道路路口数据	区域协调控制系统
<850	4.50	4.56
900	5.84	5.93
950	7.85	7.93
1 000	8.73	8.35
1 050	13.07	12.56
1 100	15.85	14.78
1 150	21.08	20.53
1 200	24.23	22.07
1 250	29.30	27.32
1 300	34.20	31.50

4 结 语

通过提出区域交通协调优化控制系统构成及模型建立的方法,依据上海道路合杆整治工程实际采集的检测数据作为模型训练样本,用于计算网格化

区域的区域交通协调优化控制系统预测结果,并与实际路况采集数据进行对比,得出以下结论:

(1)采用区域交通协调优化控制系统,经实际工程采集的数据验证是可行的,可供类似工程参考。

(2)采用区域交通协调优化控制系统,通过区域交通流预测用以调节最优绿信比与信号周期,在更大的时空范围内,对于现状路况进行信息服务的科学决策,对车流量进行更加智能的控制。

参考文献:

[1] 基于流量预测的城市单交叉口多相位交通信号的控制技术[D]. 石家庄:河北工业大学,2008.
[2] 基于模糊理论的若干城市交通问题研究[D].长沙:长沙理工大学,2008.
[3] 基于模糊神经网络的城市轨道交通行车间隔时间优化研究 [D].重庆:重庆交通大学,2013.
[4] 张康,魏武,李春元.基于模糊神经网络的交叉路口信号控制方法[J].公路与汽运,2007(5):39-42.
[5] 马庆禄,斯海林,郭建伟.物联网环境下城市交通区域联动的云控制策略[J].计算机应用研究,2013,30(9):2711-2714.
[6] Araghi S, Khosravi A, Creighton D. Intelligent Cuckoo search optimized traffic signal controllers for multi-intersection network[J].Expert Systems with Applications, 2015, 42(9):4422-4431.

(上接第44页)

体会和总结,工程设计中对于处理挡墙抗滑移方式是多样的,这里不在赘述,但应提醒的是挡墙抗滑移方式对于不同地质条件均有一定的适应性,应注意区分对待,不可盲目套用标准图集,应在实际工程中,结合工程地质情况,选择较为合理的基础处理方式。由于作者水平有限,错误之处难免,欢迎指正。

参考文献:

[1] 黄润秋.岩石高边坡发育的动力过程及其稳定性控制[J].岩石力学与工程学报,2008,27(8):1525-1544.

[2] 宋胜武,巩满福,雷承第.峡谷地区水电工程高边坡的稳定性控制研究[J].岩石力学与工程学报,2006,25(2):226-234.
[3] 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院,四川省地质工程勘察院.汉源新县城乱石岗滑坡影响区治理工程设计专题报告[R].2008.
[4] 李文纲,陈卫东,张廷柱,等.西南山区复杂岩土工程研究与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2016.
[5] 中交第二公路勘察设计研究院有限公司.公路挡土墙设计与施工技术细则[M].北京:人民交通出版社,2008.
[6] 交通部第二公路勘察设计研究院.公路路基设计手册-路基(第二版)[M].北京:人民交通出版社,1997.
[7] JTG D30—2004,公路路基设计规范[S].