

交通信号控制的新方法与新技术综述

刘欣豪

(西南交通大学交通运输与物流学院, 四川 成都 100191)

摘要: 本文基于中国公路发展现状, 讨论了现代交通信号控制的新技术及其应用。当前电子信息技术的发展水平已经达到了一定的高度, 并且在智能交通信号的控制系统之中应用的频率非常高, 对于系统的稳定运行起到了保障作用。利用新型的交通信号控制方法, 将不仅有利于交通发展, 更方便了市民的社会生活, 提高了效率。与此同时, 对于交通信号控制发展过程中, 不可急于冒进, 选择固有的合理可靠的方式也尤为重要。

关键词: 交通信号控制 深度学习 PSO-X 算法 大数据 稳定

Review of new methods and technologies of traffic signal control

Xinhao Liu

(School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Based on the current situation of highway development in China, this paper discusses the new technology and application of modern traffic signal control. At present, the development level of electronic information technology has reached a certain height, and the frequency of application in the control system of intelligent traffic signal is very high, which plays a guarantee role in the stable operation of the system. Using the new traffic signal control method will not only benefit the development of traffic, but also facilitate the social life of citizens and improve the efficiency. At the same time, in the development process of traffic signal control, it is not necessary to rush forward, and it is particularly important to choose the inherent reasonable and reliable way.

Key words: traffic signal control, deep-learning, PSO-X, Hadoop, stabilization

1. 背景

在近几年的发展过程中, 信号处理技术的发展水平十分迅猛, 这种技术性的突破体现在控制和硬件使用上, 并且衍生出来了全新的信号处理技术^[1]。在多重技术的共同结合下, 整个系统获得了更好的发展。大多数信号在自然界当中都需要经过处理之后才能够运用到更加广泛的领域当中, 常见的有语音、图像和文字信号等, 这些信号经过转化将会变为电信号, 这种信号会通过系统进行录入和处理最终形成一种规律, 这个结果会对于后续的执行器起到控制的作用。如今大数据技术应用的范围越来越广泛, 这也使得信号系

统覆盖的规模也变得非常大, 且这种变化促使系统的智能化水平得到提升, 能够更好的处理各种类型的信号。所以, 据此, 我们可以看出, 信号处理系统发展方向今会变得更加智能、多元和集成化, 与人们生活中的各类需求将息息相关。

2. 基于深度强化学习的城市交通信号控制

随着计算机技术和数据处理技术的进步, 交通系统正逐步朝着智能化方向发展。人工智能技术的发展使得以最少的人为行为干预控制交通系统成为可能。基于自适应控制方法的交通信号控制

系统是目前广泛应用的信号控制系统,相比于固定配时系统,自适应交通信号控制系统提高了交通灯控制的灵活性以及道路运行效率,但它难以应对大规模交通路网的交通信号协调控制^[2]。

Mikami 于 1994 年首次将强化学习(Reinforcement learning, RL)用于交通信号控制优化以来,强化学习在区域交通信号控制系统中的应用越来越广泛。但由于传统的强化学习方法适用于状态离散化的模型,因此,将强化学习方法直接应用于交通信号控制系统会导致计算复杂度过高。随后,由深度学习与强化学习结合的深度强化学习(Deep Reinforcement Learning, DRL)方法的诞生,使得城市交通信号控制技术进一步迈入智能时代。

但是,在实际设计交通信号控制系统时,公平性是非常重要的。由于当前大部分的深度强化学习交通信号控制方法是一种在线的自适应控制方式,即当前相位持续时间结束时才能确定下一相位,这会导致驾驶员不知道要在交叉口等待多长时间。然而在实际场景中,这种特性会导致实际应用过程无法展示红灯倒计时时间,并且拥有红灯倒计时装置的路口同样有助于减少启动延迟。这或许也是能够略微减少车辆等待时间的有效方法之一,值得研究人员深入考虑。

3、基于 PSO-X 算法的交通信号区域协调控制模型

为解决城市道路堵塞问题,一方面需要拓宽道路提高道路通行能力,另一方面需要采取有效的交通控制方法。城市交通信号控制按照控制范围不同可分为单点信号控制、干线协调控制和针对交通区域的区域协调控制。对于现在复杂多变的交通环境,仅仅单交叉口信号控制和干道协调控制已经不能满足城市交通的需求,许多学者已经对交通区控制方法进行了大量研究^[3]。

区域交通信号控制模型多以延误和排队长度作为优化目标,但随着城市的发展交通情况的复杂多变,某些路段因为上游交叉口车辆到达数量过多而产生“无绿灯的”现象,造成路网发生交通拥堵,降低了该区域通行能力。所以仅以延误和排队长度作为模型的优化目标已经不能满足区域协调控制的目的。基于此,提出了以区域总输出流量最大和交叉口排队长度、延误最小的区域交通信号控制模型提出了以交通区域内的总延误和排队长度最小、向外输出交通流量最大为控制

指标的区域协调控制模型。结果显示:低饱和状态下,提出模型相比延迟模型有更低延误和排队长度;在高饱和状态下,相比 Webster 模型以延误为控制指标,笔者模型提出以排队长度最小指标能减轻在高交通流量下排队长度溢出对于上下游交叉口的影响,同时以减轻高峰时期区域内拥堵为目标,增加高峰时期区域内向外输出交通流量最大作为控制指标。仿真结果显示能有效降低排队和延误、增加区域高峰时期向外输出的交通量。

该区域协调控制模型在减少区域内交叉口延误、排队长度和增加高峰时期区域向外输出交通流量有一定效果,但由于城市交通状况复杂多变,对各交叉口进口道流量不均而导致各交叉口周期差异大和采用不同相位相序的情况将成为下一步研究的方向;同时,随着区域内交叉口数量增多,通过算法求解出的解向量维度越大,最优解越难获取,需要选取更合适的算法进行求解。

4、手机信号

城市交通信号控制人员通过合理运用手机信令定位数据,能够更好的了解用户出行规律,由于手机信令定位数据能够保证用户出行轨迹的完整性,除了为交通信号控制人员提供更加精确的出行数据,还能够帮助交通规划人员进一步了解用户的出行规律。交通信号控制人员在实际工作中,可以结合该地区的道路交通特点,对人口进行合理的动态监测,每隔 20min 或者 1h 进行统计,针对不同时间段的道路交通情况,进行合理的交通规划,从而有效减少道路交通堵塞现象的出现。

通过分析手机数据应用原理,并详细分析手机话单定位数据与手机信令定位数据的应用,能够保证城市交通信号控制与交通规划工作的顺利进行,减少交通堵塞现象的出现。但是,对于交通信号控制与交通规划人员来说,在实际工作中,依然会遇到很多问题,这就需要交通信号控制与规划人员在原有的基础上,不断创新,从而充分发挥手机数据的应用价值^[4]。

5、城市轨道交通信号控制大数据应用

大数据指无法在一定时间范围内用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合,是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力

和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产。大数据是在精密演算的基础上，它的计算能力强大，储存数据的容量很大。因而可以尽可能调查大量的交通数据，打破时间和空间的限制，从而在大量的数据中捕捉有效的信息，这些信息经过整合后可以形成规模效应，提供有效的价值^[5]。具有高度的灵活性。大数据的特征是实时可以调取数据，这对城市轨道交通有极大的灵活性和便捷性。大数据计算速度很快，更为调取数据节约了时间，大大节约了时间成本，提高工作效率，降低了成本。传统的调查方法需要投入大量的时间、物力和人力成本，使用交通大数据调查的方式将关于交通的所有数据都置于一个交通体系中，集中进行管理有利于数据信息的提供，减少成本投入。大数据的调查方式是为用户提供了个性化、专业化的服务，让用户切实感觉到了其优越性，其带来的商业价值形成了规模化的产业效应^[5]。

应用大数据分析城市轨道交通的建议可以加快城市轨道交通大数据平台系统的建设。因为我国多个部门分属不同的部门进行管理，部门之间缺乏沟通和共享机制，导致了交通大数据平台不太便捷，制约了交通大数据平台的发展。因此需要政府改变现状，对交通数据管理部门统筹，打破孤立条块分割的现状，共同促进交通大数据平台的建设，交通大数据平台将数据融合在一起，找到各个数据之间的关联性，从而满足交通数据的检索需求。对现有的交通信号控制理论进行革新。现有的交通交叉理论适用于传统的交通信号控制方法，而交通大数据的调查应用需要进行理论的更新，在庞大的数据中捕捉和定位有效的信息需要有一套高度适用的理论体系，从而形成合适的大数据模型、算法和分析处理系统，从而能够最大程度展示交通大数据平台的优势。挖掘更多交通大数据应用的领域。目前大数据平台已经运用到很多的领域，给交通的规划提供了便利的技术支持，未来探索更多的应用可能，如更好管理车辆、交通设施管理和城市交通的控制等。使用交通数据调查能够为交通注入新的动力，推动交通平台的不断革新和发展。推进数据处理技术的研发应用。大数据应用的基础和核心环节是对数据的处理，数据处理的水平也对大数据的应用有重要的影响。数据处理主要在以下几个方面：数据集成。轨道交通的扩张在各个城市都是非常快速

的，在这快速发展的过程中，造成了许多不同的数据采集系统和平台，尤其是在固定设备和移动设备之间的迁移。不同类型下产生的大数据需要通过有效的数据集成才能成为可以应用的数据来源，可以说数据集成是数据应用的基础性工程的关键环节，我们需要大力推动这一方面的研究和应用；数据清洗。海量的数据并不都是有效的和有价值的，其中也存在大量噪音，如果无法对这些无用的数据进行清理，不仅影响数据的分析，还直接影响后续处理的效率，这种数据的筛选需要先进的理论和技术来支持，也是大数据应用的重要支持技术；数据解释。现在的数据解释理论对日益庞杂的大数据资源总是显得力不从心，尤其是轨道交通这样数据源，不仅类型复杂，而且其数据量级的增长对技术的要求产生了根本的变化，传统的解释方式对大数所分析结果的呈现并不总是恰如其分，其间还存在巨大的空间需要探索研究。总之，轨道交通大数据应用我们要投入更多的资源，强化基础数据处理层面的研发应用，只有基础工作扎实，应用前景就更有保障。

5、总结

交通信号控制是交通工程学研究的重要组成部分，采用人工调查与智能网络技术相结合通过先进的交通信号控制方法，或利用大数据、手机信号等，最终能够实现交通信号控制结果更加稳定、高效的成果。

参考文献

- [1] 张意斌. 电子信息技术在智能交通信号控制系统中的运用研究[J]. 时代汽车, 2022(1): 195-196
- [2] 徐东伟, 周磊, 王达, 丁加丽, 魏臣臣. 基于深度强化学习的城市交通信号控制综述[J]. 交通运输工程与信息学报, 2022, 20(1): 15-30
- [3] 徐建闽, 周传, 首艳芳. 基于 PSO-X 算法的交通信号区域协调控制模型[J]. 重庆交通大学学报: 自然科学版, 2022, 41(1): 38-43
- [4] 王新宇. 基于 Yolo v5 目标检测算法的交通信号灯智能控制装置设计[J]. 公路交通技术, 2022, 38(1): 142-148
- [5] 杨青, 谢媛. 大数据时代政府数据开放在公共交通中的应用研究[J]. 新闻传播, 2016 (15): 18~20