

基于 ITS 的行人过街信号控制系统的研究与应用

张启贵 巩舜妹 赵伟 郑杰 赵斌昊

(宿州学院 资源与土木工程学院 安徽 宿州 234000)

摘要:为了解决交叉口处行人信号设置的不合理现象,而造成的行人和机动车之间的矛盾问题,提高行人过街的安全性和交叉口处的通行效率。本文基于 ITS 智能交通系统对行人和机动车流量进行实时监控,综合分析计算两者之间的动态关系,进而对交叉路口的信号配时方案进行优化设计,实现根据现状动态的调整行人过街信号配时方案。在保障行人过街通行需求的同时,增加机非混行交叉路口的通行效率和安全性,弥补传统固定信号周期的不足之处,极大的提高了交通资源的利用效率。另外,该系统在缓解城市交通阻塞,提高行人出行的安全性和舒适性方面都起着很大的作用。

关键词:智能交通;动态信号配时;行人过街;系统设计;5G 网络

【中图分类号】:U491.54 【文献标识码】:A

【DOI】10.12293/j.issn. 1671-2226.2022.15.035

智能交通系统(Intelligent Transportation System,ITS),指道路基础设施与先进的信息技术、数据传输技术、电子传感技术、电子控制技术以及数据分析计算技术等有效的结合在一起的控制管理体系,在交通综合运输和管理中能够发挥实时、高效、准确的作用[1]。由于中国社会经济地稳定发展以及居民收入的提高,机动车成为了居民出行的主要方式,然而随着机动车数量的不断增长,居民的出行效率不但没有提高,反而频繁造成了城市交叉口阻塞和交通资源的浪费问题[2]。很多城市选择增加车道数或拓宽车道的方式来解决城市机动化带来的一系列问题。但是有限的交通资源不但没有满足人们日益增加的交通需求,反而造成了更多的交通拥堵问题。尤其是在交叉口处,固定的信号配时控制方案,不能满足灵活多变的交通流现状,导致行人和机动车之间的冲突愈发严重,行人过街的安全性和通行效率得不到保证。如何设计交叉口信号控制系统灵活地对交叉口进行控制,增加交通资源地利用效率,相关领域的学者已经完成了许多的研究和实际应用。卢涛等[3]基于 V2X 网络设计了一种智能网联交叉口信号控制系统,可以实现交叉口交通要素的准确感知及控制,有效的降低交叉口处事故的发生率。程添亮等[4]提出了一种基于事件驱动的城市路网智慧交通信号控制系统,利用大数据计算引擎和 AI 视频识别技术对海量交通数据进行实时处理,实现对城市路网的精准控制。王嘉文等^[5]为准确分析机动车避让行人条件下行人专用相位设置的合理性,研究了行人专用相位对交叉口通行效率的影响,提出了一种考虑人车交互的行人专用相位的设置条件。何赏璐^[6]等人根据行人过街需求、道路车辆到达等因素,设计并提出了一种路段处行人过街感应信号控制的方法。肖梅等^[7]对行人密度波动大的路口,以行人等候数量和行人等候时长为基础,提出了以行人过街请求为主的交通信号配时系统。郭鹏飞^[8]以单个城市道路交叉口为研究对象,针对目前交叉路口的信号配时方案大多采用固定配时,以多个评价性能指标为基础,建立了多目标信号配时优化控制模型。蔡道方^[9]分析了交通控制系统的研究和发展现状,研究并设计实现了嵌入式智能交通信号控制系统。肖业伟等^[10]针对交通信号机上信号动态配

时优化的问题,提出一种基于多点控制单元的自适应智能交通信号机系统,介绍了整个系统的组成和工作原理,并给出了具体的应用方案。

本文在借鉴前人研究成果的基础上,创新地提出了一种基于 ITS 的行人过街信号控制系统,结合 VISSIM 软件进行仿真模拟,实现能够在交叉口处实时检测行人过街的通行状态,并根据现状交通流动态地调整信号配时方案,有效解决固定信号配时与现状交通流不匹配导致的人车冲突问题,减少行人和机动车的延误,增加行人过街的通过效率和安全性。

1 系统总体设计

基于 ITS 的行人过街信号控制系统由信息采集端、计算机处理端、信号执行端 3 个子系统构成。信息采集端由行人和机动车监测两个子系统组成。行人监测系统利用红外摄像机采集行人的等待时间、等待人数和行人排队人数等参数;机动车监测系统主要利用感应线圈来监测车流的车头时距。通过数据处理端对采集到的数据进行计算得出最佳的信号配时方案,再由信号执行端对交叉口信号进行管理与控制。该系统兼顾了行人过街的动态需求,提高交叉路口的利用率,系统实施框架见图 1:

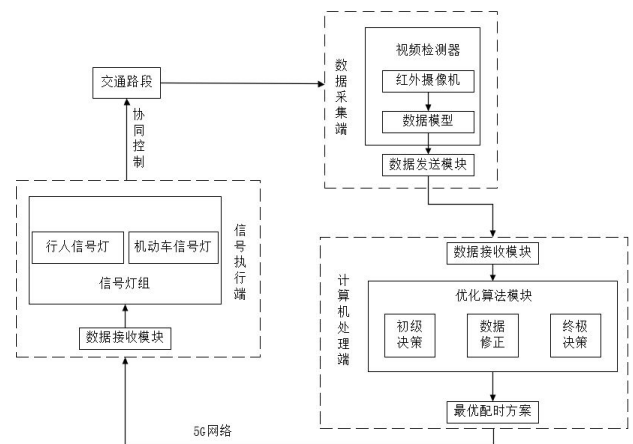


图 1 系统实施框架

1.1 数据采集端

数据采集利用架设在斑马线两侧的行人监测摄像机,向下对准行人等待区中地检测区域,在上方对行人过街图像数据进行采集,这样的采集方式能最大程度地获得行人地图像特征,并减少数据地丢失。

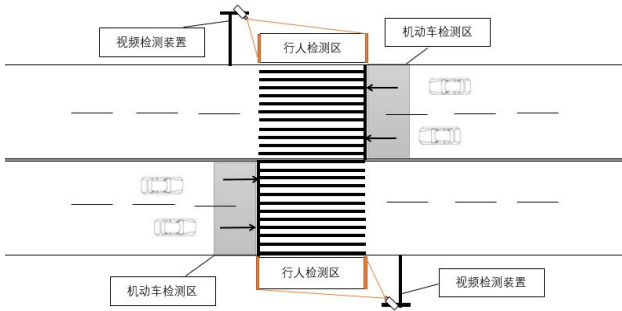


图2 摄像机安装示意图

1.2 数据传输

通过安装在各子系统中的数据发送和接收模块结合 5G 无线网络传输技术进行各种数据的传输,信号采集端通过信号发送模块将采集到的数据通过 5G 网络信号的形式发送到计算机处理端中的接收模块进行数据的汇总、分析后得出最优方案,最后发送给信号执行端进行最后信号方案的。以此实现信号方案快速准确的执行。



图3 信号传输示意图

1.3 计算机处理端

计算机处理端将所接收到的行人和机动车的动态数据和当前信号控制方案进行融合处理,建立数据运算模型,利用模糊控制算法计算得出交叉口的信号配时最优方案,利用 5G 网络传输到信号控制机中进行保存。

模糊控制算法的计算原理是:如果行人过街相位的紧迫

程度高,或者机动车流绿灯相位出现空当时,将减少当前相位的绿灯时长或停止,并转换至行人过街绿灯信号。

1.4 信号执行端

信号控制机接收到最优信号控制方案后,对交叉口进行信号控制的同时,联合控制相关行人过街辅助设备:如控制行人过街语音播报装置、行人过街安全杆等,进一步保障行人过街的通行效率和安全。

2 系统硬件设计

整个信号控制系统的硬件装置主要由监测摄像机、无线通信模块、计算服务控制中心、外部储存器、信号控制机、电源等组成。

2.1 监测摄像机

考虑到检测摄像机要对行人状态进行全天候监测,所以选用实用性更强的彩色 CCD 摄像机。CCD 摄像机能够根据白天和晚上的光线强度,自动调整彩色和黑白的监测方式。通过对行人视频图像进行实时检测处理,与视频处理、视频输出、信号通讯相结合,通过对数据进行压缩的同时,减少数据丢失。

2.2 无线通信模块

无线通信模块基于 GPRS 构建无线数据传输系统,通过 GPRS 网络与服务器网络连接,实现各子系统之间快速、准确、高效地数据传输。

接收模块将初始数据整合后,由接收模块发送至无线通信模块 1,此模块 1 将收到的数据通过 GPRS 通信网络发送到无线通信模块 2,服务中心对无线通信模块 2 接收到的数据做计算分析处理后,将最终结果发送到交叉口行人信号控制机中,实现对交叉口交通信号的控制。

2.3 计算服务控制中心

计算服务控制中心通过无线通信模块实现数据的交换,接收行人和车辆的动态交通数据进行动态融合并建立相应的数据模型,通过模糊控制算法对数据模型进行判断、数据修正,最终计算出交叉口最优的行人信号配时方案。

2.4 信号控制机

信号控制机的硬件采用 C8051F020 单片机作为主体来实现信号机与计算服务控制中心的通信及有关的信号控制功能。信号控制器中应该配备有相应的主控功能,在实际使用过程中,需要根据接收到控制中心发送的不同方案,执行不同的信号配时控制方案,因此信号控制机需要对多种信号方案进行解析处理。另外,信号控制机会受到恶劣气候环境如高温、低温、高湿度等因素的干扰,因此信号控制机采用太阳能和电池两种供电模式并安装备份能源,防止信号控制机电源出现损坏的情况下,信号机仍能按照预定工作方式正常运转。信号控制机的整体硬件结构框架图如图 4 所示:

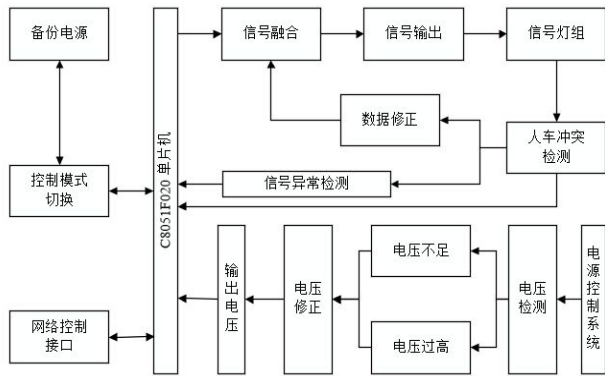


图4 信号控制机的整体硬件结构框架图

3 软件设计

该软件系统根据功能的要求,由1个主程序模块和若干个并联的子程序模块组成,实现整个系统的初始化、行人检测通信、感应控制、多时段控制和异常情况处理、数据实时储存等功能;行人检测通信软件分为1个主程序和2个子程序,即进行行人感应技术和信号配时优化。软件通过主程序和多个子程序对信号交叉口进行联合控制,实现整个信号控制系统数据的传输、接收与执行。

4 行人过街信号控制系统的仿真与实现

将该系统安装在交叉口处进行调试后,通过摄像机对行人数据进行实时采集,利用无线网络将数据传送至计算服务中心完成行人和机动车的交通数据的采集。由计算服务中心进行数据的综合计算分析后,得出交叉口处最佳的信号配时方案,最后由信号控制机完成交叉口处的信号控制,减少行人过街的等待时间

为了验证系统设计的可行性,本文基于VISSIM软件进行构建交叉口三维模型,来模拟实际信号控制的仿真效果,红外摄像机对行人等待区进行检测,当交叉口处过街行人需求过大时,由计算服务中心在保证机动车的通行时间的情况下,动态调整该时段的交叉口信号配时方案,最后信号机执行最终的信号配时方案完成对交叉口的合理管控,从而达到人车协同,增加交通资源利用效率的目的。

5 结语

本文通过对交叉口行人过街信号配时不合理问题的研究,提供了一套行人检测信号配时控制系统。在机非混行的交叉口路段安装行人检测装置,实时监测行人过街特性并收集数据发送给服务器,计算服务器终端经过综合分析后得出最佳信号配时方案,传送给行人过街信号控制机中进行行人过街信号控制。根据所研究的内容从而设计一套完整的行人监测、信号动态配时、信号执行系统,在一定程度上解决行人过街时间的延误,同时给过街行人带来一个更加舒适的出行环境,同时减少交叉口处行人和机动车的冲突。随着5G技术的快速发展,该系统可以结合5G网络实现数据更加快速、有效

的传输和反馈。最大程度上减少因行人过街时间不足所引起交通安全问题,该系统具有的显示意义和较好的市场应用前景,可以对我国城市交叉口处信号配时优化设计提供一定的理论基础和现实依据。

参考文献:

[1]赵娜,袁家斌,徐晗.智能交通系统综述[J].计算机科学,2014,41(11):7-11+45.
 [2]张婧.城市道路交通拥堵判别、疏导与仿真[D].东南大学,2016.
 [3]卢涛,万凌峰,李妍,张心睿,王润民.基于V2X的智能网联交叉口信号控制系统设计[J].计算机技术与发展,2021,31(10):161-167.
 [4]程添亮,项俊平.一种基于事件驱动的城市路网智慧交通信号控制系统[J].黑龙江交通科技,2021,44(09):180-182+185.
 [5]王嘉文,杭佳宇,金杨,等.两相位信号控制交叉口行人专用相位设置方法:.
 [6]何赏璐,郑长江,过秀成,等.路段感应式信号控制行人过街系统设计[J].交通信息与安全,2012,30(3):5.
 [7]肖梅,刘锴,张雷,等.基于过街行人检测的路口自适应交通信号控制[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2016,35(5):7.
 [8]郭鹏飞.城市交通信号自适应优化控制系统研究[D].南通大学,2016.
 [9]蔡道方.嵌入式智能交通信号控制系统的研究与实现[D].南京理工大学,2012.
 [10]肖业伟,郭雪峰,黄辉先,等.自适应的智能交通信号机系统设计[J].计算机工程,2009,35(007):220-222.
 第一作者简介:张启贵(1999-),男,汉族,安徽阜阳人,本科就读于宿州学院资源与土木工程学院交通工程专业。
 通讯作者简介:巩舜妹(1991-),女,汉族,安徽宿州人,硕士,讲师,研究方向:道路规划与设计。
 基金项目:安徽省大学生创新创业训练计划项目(S202110379197);宿州学院重点科研项目(2021yzd10);安徽省质量工程项目(项目号待定:);宿州学院专创融合重点课程建设项目(szxy2021zckc25)。