

Design of the Auxiliary System for Pedestrian Crossing Facilities on Urban Roads

Jiuyue Zhang¹, Mingqian Wang², Jinbao Zhao², Zhaomin Xing², Zishuang Han², Zonghao Chen¹

¹Shandong Tianwei Engineering Technology Co., Ltd., Zibo Shandong

²School of Transportation and Vehicle Engineering, Shandong University of Technology, Zibo Shandong
Email: jinbao@sdut.edu.cn

Received: May 1st, 2018; accepted: May 16th, 2018; published: May 23rd, 2018

Abstract

Since the implementation of the regulations about comity pedestrians for vehicles, the security of crossing street for pedestrians has been improved. Meanwhile, the incidence of road rear-end collision has been increased to a certain extent, and the efficiency of crossing has been decreased on the urban road. For the above questions, this paper has designed the auxiliary system for pedestrians crossing the street. This system utilizes the infrared detection devices and the pressure sensing devices to detect pedestrians' crossing directions and real-time dynamic. It can provide lane warning for vehicles according to the change of pedestrians' positions accurately. The system designed can improve the security of crossing street for pedestrians, prevent the occurrence of rear-end collisions for vehicles, and enhance the efficiency of urban traffic in some degree.

Keywords

Pedestrian Crossing, Interference between Pedestrians and Vehicles, Cooperative Control, Intelligent Transportation System

城市路段行人过街辅助系统设计

张九跃¹, 王铭乾², 赵金宝², 邢昭敏², 韩子双², 陈宗浩¹

¹山东天为工程技术有限公司, 山东 淄博

²山东理工大学, 交通与车辆工程学院智能交通研究所, 山东 淄博
Email: jinbao@sdut.edu.cn

收稿日期: 2018年5月1日; 录用日期: 2018年5月16日; 发布日期: 2018年5月23日

摘要

随着机动车礼让行人规定的贯彻实施,提高了行人过街的安全性,但同时也一定程度上增加了路段追尾事故发生率,并降低了城市路段的通行效率。针对以上问题,本文设计了城市路段行人过街辅助系统。利用红外检测装置以及压力传感装置检测行人的过街方向以及实时动态,并根据行人的位置变化,准确地为车辆提供分车道预警。设计的系统能够在一定程度上提高行人过街的安全性,预防机动车追尾事故的发生,提高城市交通运行效率。

关键词

行人, 人机冲突, 协同控制, 智能交通

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

根据《中华人民共和国道路交通安全法》第四十七条第一款的规定,机动车行经人行横道时,应当减速行驶;遇行人正在通过人行横道,应当停车让行;机动车行经没有交通信号的道路时,遇行人横过道路,应当避让[1]。礼让行人,让出的不仅是安全,更是一种关爱和温暖。马晓明[2]认为礼让行人不仅是最基本的法律法规,也是驾驶人最起码的道德准则;章继光[3]认为礼让行人能够培育先进的行车文化;谭湘客[4]认为引导礼让行人体现了行车文明。

礼让行人的强化落实提高了行人过街的安全性,与此同时,机动车在避让斑马线上的行人或非机动车时,当前车突然急刹,非常容易使后车措手不及从而导致追尾事故的发生。由行人过街引发的安全问题,不止停留在法律和道德层面,实则反映出交通设施配备不完善引发的供需矛盾。本文在充分利用城市现有道路资源的基础上,设计了基于车流量分析与分车道管理的城市路段行人过街辅助系统以提高行人路段过街安全性和提高路段机动车通行能力。

2. 已有行人过街系统的比较分析

目前已有的城市道路路段行人过街设施主要有:1)行人过街请求系统(主动触发式);2)基于红外检测的行人过街自动预警系统;3)基于热感成像和人体识别的智能斑马线系统。已有三种系统各有优缺点,例如,主动触发式行人过街请求系统具有行人安全系数高和路权分配明确的优点,但会降低机动车通行效率和道路利用率。目前已有的三种行人过街设施总结如表1所示。

随着我国机动化水平的不断提高以及礼让行人规范的贯彻实施,已有的城市路段人行横道行人辅助过街设施亟待改善优化。本文利用基于先进的计算模型和合理的系统设计,在确保行人安全的前提下,最大化提高城市道路利用率,实现路网协同控制和精细化管理城市道路的目标。

3. 系统的设计原理与工作流程

基于车流量分析与分车道管理的城市路段行人过街辅助系统包括车流量监测、车速监测、行人检测、预警提示四个单元。系统工作依靠“两值双模式”框架,充分结合道路实况,对城市路段人行横道处的

Table 1. The existing pedestrian crossing facilities on urban roads**表 1.** 已有主要的行人过街设施及优缺点比较

现有装置	优点	缺点
主动触发式行人过街请求系统	1. 行人安全系数高 2. 路权分配明确	1. 降低机动车通行效率 2. 道路利用率低
基于红外检测的行人过街自动预警系统	1. 行人安全系数较高 2. 行人检测精度高	1. 降低机动车通行效率 2. 道路利用率低
基于热感成像和人体识别的智能斑马线系统	1. 行人安全系数较高 2. 行人检测精度高	1. 降低机动车通行效率 2. 道路利用率低

机动车提供诱导、警示服务。“两值”分别为根据车流量计算模型计算的车流量界值和设计车速值，“双模式”为自由通行模式和机动车优先模式，系统在实际工作中根据道路实况启用不同的通行模式。系统的工作原理图如图 1 所示。

该系统主要由以下两种工作模式：

- 1) 自由通行模式：有行人通过人行横道时，机动车根据信号提示予以让行。
- 2) 机动车优先模式：机动车优先通行，行人禁止进入人行横道。

正常情况下，系统默认启用自由通行模式，当车流量实时监测值大于车流量界值或车速监测值大于设计车速值时，启用机动车优先模式。利用速度模型计算出密集车流到达车速监测单元的时间(t_1)和密集车流通过人行横道的时间(t_2)，系统在 t_1 时刻启用机动车优先模式，在 t_2 时刻恢复自由通行模式。

4. 系统各组成部分说明

4.1. 车流量监测单元

利用人行横道上游交叉口处的摄像头，监测即将到达人行横道的实时车流量。进一步推广至城市路网内所有交叉口的车流量监测单元协同配合，通过监测与预测之间的结合，为城市配置合理的管控方案。

4.2. 车速监测单元

采用激光测速技术，测量道路上的机动车的实时速度。车速监测单元安置位置与人行横道之间的距离 x 的计算公式如公式(1)所示：

$$x = \left(\frac{3.5N}{v_{\lambda}} \right) v_{\text{设}} + \frac{v_{\text{设}}^2}{2a} \quad (1)$$

N ——单侧车道数；

v_{λ} ——行人过马路平均速度；

a ——机动车紧急制动减速度；

$v_{\text{设}}$ ——该路段设计车速。

4.3. 行人检测单元

行人检测单元包括路侧等候区红外检测装置和人行横道下方的压力感应装置。路侧红外检测装置可以检测行人并确定行人过街方向。铺设在人行道下方的压力感应装置实时感应过街行人的具体位置(图 2)。

4.4. 预警提示单元

分为车辆预警单元和行人预警单元两部分。

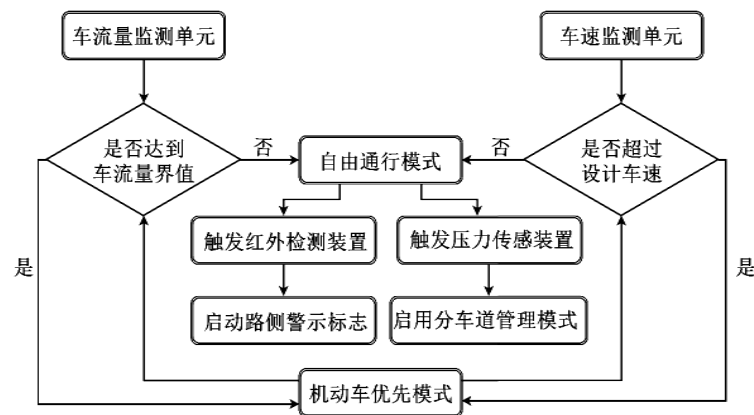


Figure 1. Working schematic diagram of the system

图 1. 系统工作原理图

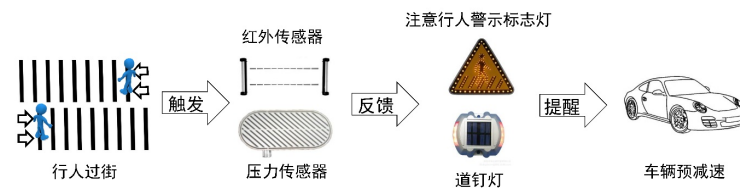


Figure 2. Working schematic diagram of the pedestrian detection unit

图 2. 行人检测单元工作原理

1) 车辆预警单元包括注意行人标志和人行横道两侧的道钉灯。注意行人标志能够在行人过街过程中被点亮，向车辆传递预警信号，提醒驾驶员提前减速。道钉灯可以在行人过街时向不同车道内的机动车传递不同信号，诱导机动车停车让行或减速通过。

2) 行人预警单元是一个安装在行人等候区的 LED 显示屏，车流量或车速过大时 LED 显示屏会显示禁止通行字样，提醒行人停止通过斑马线(图 3)。

5. 创新特色

5.1. 分车道管理模式提高路网运行效率

已有的行人过街辅助装置大都不能兼顾行人安全与机动车通行效率。主要体现在当有行人通过人行横道时，行人所在机动车道和行人尚未到达所有机动车道内的所有车辆均需停车让行，大幅降低了道路使用率。

本文设计的行人过街辅助装置中特别加入了分车道管理模式，该模式可根据行人所在实时位置，对不同车道实施不同信号控制，在保障行人安全的前提下充分利用道路空间，将安装此类装置对路段产生的影响降至最低。

如图 4 所示，当行人进入等候区并触发红外检测装置时，1 号机动车道的车道警示灯亮起，此时 1 号机动车道内的车辆需停车让行，2 号机动车道内的车辆可减速通过；当行人进入 2 号机动车道时，1 号机动车道的车道警示灯熄灭。

5.2. 依据车流量界值分配人行横道路权

系统能够利用上游交叉口处的车流量监测单元，获得进入交叉口的车流量，同时可以通过计算得到

对应不同的服务水平车流量值，并根据道路实际情况确定不同的临界值。当车流量临界值时，机动车获得优先通行权，对过街行人采取信号控制，当车流量小于临界值时，恢复自由通行模式(图 5)。依据车流量界值分配人行横道路权，能够降低行人与机动车的总延误，有效提高交通运行效率。

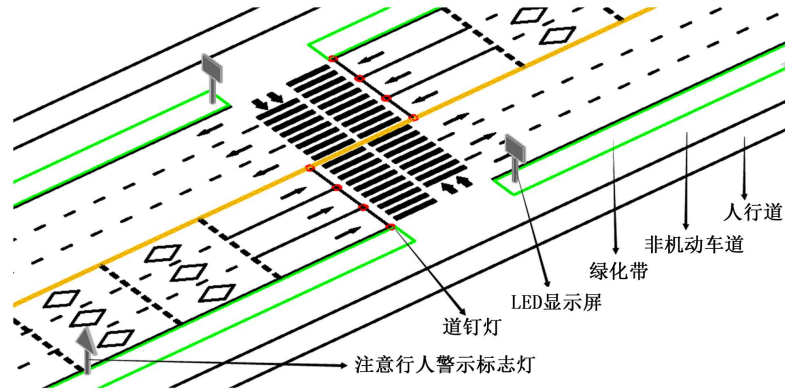


Figure 3. Setting up diagram of the warning unit
图 3. 预警单元布设图

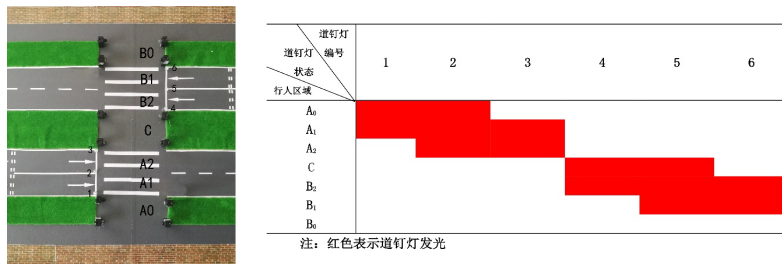


Figure 4. Management rules for different lanes
图 4. 分车道管理规则

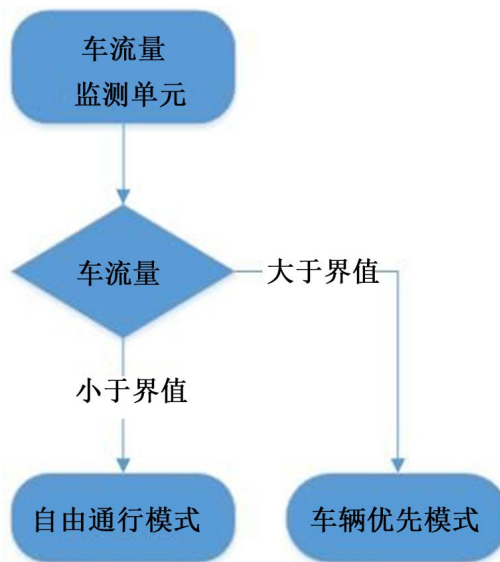


Figure 5. Judging rules for different priority modes
图 5. 优先模式判断规则

6. 结束语

随着交通设施建设的不断完善,出行者对出行服务质量要求也越来越高,建设更精细、更合理的交通设施来提高城市交通服务水平也是智能化交通管理的必然趋势。结合礼让行人的贯彻实施,论文设计了基于车流量分析与分车道管理的城市路段行人过街辅助系统。该系统能够在保证行人安全通过人行横道的基础上,极大程度上辅助机动车驾驶员做出判断,提高路段通行能力,最终达到双赢的目的,也将为城市交通管理注入新的活力。

基金项目

国家自然科学基金青年基金项目(51608313);山东省自然科学基金博士基金项目(ZR2018BF024)。

参考文献

- [1] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国道路交通安全法[EB/OL]. http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2011-04/23/content_1653570.htm, 2018-04-09.
- [2] 马晓鸣. 礼让行人是最基本的驾驶道德[J]. 驾驶园, 2015(12): 78.
- [3] 章继光. 礼让行人, 培育先进的行车文化[J]. 交通与运输, 2014, 30(4): 31.
- [4] 谭湘客. 引导礼让行人的行车文明[J]. 法制与社会, 2015(34): 53-55.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3431, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ojtt@hanspub.org