

基于无线传感器网络的混合型道路 快速公交信号优先系统设计与应用

应世杰¹, 凤鹏飞², 梁子君³

(1. 北京交通运输职业学院 交通管理与信息工程系, 北京 102600; 2. 安徽三联学院 交通工程学院, 合肥 230601; 3. 安徽科力信息产业有限责任公司, 合肥 230088)

摘要: 针对混合型道路公交车辆信号控制问题, 综合采用微波、RFID、ZigBee 和北斗卫星导航系统等多种传感技术构建公交沿线无线传感器网络, 实现对交通运行参数监测、BRT 车辆准确定位和无线通讯功能, 通过车辆设备与信号机间的信息交互, 实现了信号的优先控制, 提高了公交的运行速度。

关键词: 无线传感网络; 快速公交系统; 公交优先; 信号控制

中图分类号: U491 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2018)06-0033-05

DOI: 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2018.06.007

Application of BRT Signal Priority System of the Hybrid Road Based on Wireless Sensor Network

YING Shi-jie¹, FENG Peng-fei², LIANG Zi-jun³

(1. Department of Management and Information Engineering, Beijing Vocational College of Transportation, Beijing 102600, China; 2. Anhui Sanlian University, Hefei 230601, China; 3. Anhui Keli Information Industry Co., Ltd, Hefei 230088, China)

Abstract: Aiming at the signal control of the hybrid road, the authors propose the construction of the wireless sensor networks along the bus route, such as microwave, RFID, ZigBee, BeiDou Navigation Satellite System and other sensor technology, which could help realize the traffic parameters monitoring, the accurate positioning and wireless communication of BRT vehicles. Through the information exchange between the vehicles and signal controllers, the signal control has been prioritized and the efficiency of the bus improved.

Key Words: wireless sensor network; BRT; bus priority; signal control

0 引言

快速公交系统(BRT)作为一种新型的公共交通方式, 是一种介于快速轨道交通与常规

公交之间的新型公共客运系统, 它具有建设周期短、造价低的优点。在城市交通压力越来越大的现实情况下, BRT 作为解决交通压力的第

基金项目: 安徽高校自然科学基金项目(KJ2016A890)

作者简介: 应世杰(1978—), 男, 安徽界首人, 讲师, 硕士, 主要从事交通信息采集技术研究。

一选择,已在我国四十余座城市建设了运营系统,还有更多的城市正在规划设计中。但是很多城市市区内道路较为拥挤,无法为快速公交车辆开辟专用车道(专用路),BRT 车辆与其他车辆一起使用现有的道路,无法提供“空间优先”;同时由于市区内信号灯设置较为密集,且基本没有实行公交信号优先控制,无法实现“时间优先”,致使快速公交车不能快速行驶^[1]。针对混合型道路快速公交系统信号优先控制问题,借鉴国外 BRT 成功运行模式,结合我国城市交通发展实际现状,建设具有我国特色的 BRT,对于解决城市道路拥堵导致的出行难问题具有重大的现实意义。

1 无限传感器网络

无线传感器网络(WSN)是 IT 领域一种新的信息收集、处理技术,它在很多方面得到应用。在已有的交通设备中增加 WSN 技术,可以提高道路交通工作效率,在一定程度上缓解交通压力。智能交通系统(ITS)的突出特点是以交通信息的收集、传递、发布和应用为主线,为公共交通提供多样性服务的系统。WSN 可以为交通信息的收集、传递提供一种高效手段,可用于采集车流量、车速等信息。

2 公交信号优先控制理论

2.1 公交优先控制策略

目前公交优先采用的控制方式主要有被动信号技术、主动信号技术等^[2]。

2.1.1 被动信号技术

通过修改现有的交通信号系统,可以提高快速公交运行速度,这主要适用于具有公交专用道路的系统。为了避免多相位控制,系统采用两相位和较短的信号周期,以减少快速公交车辆的红灯等待时间,提高车辆通过路口的效率。

2.1.2 主动信号技术

当信号系统感知到快速公交驶临路口时,主动为车辆延长当前绿灯时间或提前变换绿灯。主动信号优先可以进一步减少快速公交车辆的运行时间,它特别适合没有专用公交车道的情况,也同样适用有公交专用道的 BRT 车辆。

2.2 公交信号优先措施^[1,3]

公交信号优先是指信号控制系统检测到有公交车辆即将行驶至信号控制路口时,向信号控制系统发出公交优先申请,控制信号使该公交车优先通过路口。公交优先的具体技术措施主要有信号提前、信号延时和插入相位等。

(1)信号提前。当车辆在非绿灯时间到达路口时,系统尽量缩短其他方向信号灯时间,提前给绿灯信号。

(2)信号延时。当公交车辆在绿灯即将结束时到达路口,控制系统根据公交车辆预计到达停止线的时间作为延长信号绿灯时间的依据,确保公交车辆在当前绿灯段通过路口。

(3)插入相位。当车辆在非绿灯时间到达路口时,且紧接着的相位仍不能放行,系统在当前相位后插入一个相位放行公交车辆。

2.3 常用的 BRT 车辆侦测技术^[1,3,4]

在信号控制路口,系统将通过各种侦测技术检测 BRT 车辆,并将信息传送到路口信号机,通过提前发出绿灯信号、延长绿灯时间、插入相位等方式实现公交车辆优先。目前常用的车辆感知技术主要有线圈技术、GPS 技术、射频技术等。

(1)线圈技术。在道路交叉口附近布设线圈传感器,当车辆压过传感器时,信号机采集到传感器信号,采取快速公交信号优先控制策略。但应用中传感器无法区分哪些是快速公交车辆。

(2)GPS 技术。利用移动通讯技术实时将车辆位置信号传输给信号系统,系统根据经纬度判断是否给快速公交优先信号。但存在以下问题:GPS 信号遮挡将导致系统无法判断车辆位置;对于小间距路口,GPS 精度无法保证;移动通讯存在一定延迟,无法准确判断车辆到来。

(3)射频技术。射频技术是在信号系统中添加射频读卡器,当安装有射频传感器的车辆驶入通讯范围内时,系统自动判断出 BRT 车辆到达信号路口,给予信号优先。射频技术一定程度上解决了线圈技术、GPS 技术存在问题,但射频技术通讯距离偏短,在工程应用中存在一定局限。

3 BRT 信号优先控制系统的设计

3.1 信号优先控制系统的组成

BRT 信号优先控制系统主要由 BRT 信号优先控制管理和效益分析平台、BRT 车辆(含车载设备)、联网型智能交通信号控制机、交通控制指挥中心、微波传感器、射频车载设备、BRT 专用信号灯等组成,其网络结构拓扑图如图 1 所示。

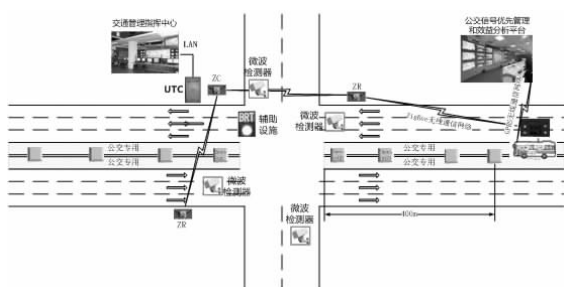


图 1 系统网络结构拓扑图

3.2 基于 ZigBee 技术的无线传感器网络的搭建

本系统采用 ZigBee 技术实现无线短距通讯,由车载 ZED 和路侧接收器(ZC,ZR 两种)组成。当载有 ZED 的车辆驶近安装在路口的 ZigBee 接收器时,接收器将接收到的信息传输给信号灯控制系统,对快速公交车辆进行信号优先放行。为了提高系统的可靠性,路口安装多个 ZC,ZR。

3.3 RFID 车辆定位系统

RFID 车辆定位系统分为车载 RFID 辨识器和路边有源电子标签,辨识器通讯距离通过软件可调(3~50 m)。当快公交车辆运动时,辨识器可以与路侧标签通信,同时将信息发送给车载移动终端。标签的安装很简单,仅需要安装在 BRT 车道双向隔离带的金属杆件上,无需综合布线。

3.4 路口交通参数检测

为了让系统更好地服务于道路交叉口的通行车辆,在各入口安装微波检测器,对交通流、排队长度等参数进行实时检测,微观地反映交通流状况。

3.5 车载移动终端

车载移动终端设备包括 GPS 模块/BDS(中国北斗卫星导航系统)模块、无线通信模块、车辆进出路口的定位模块和显示屏,并需要接入公交车辆的开关门信号。车载移动终端需要实现的功能主要有:一是发送车辆优先请求信息,二是对车辆进出站和进出路口进行判定,三是接收并显示信号机的红绿灯时间信息。车载移动终端主控模块选用 ARM7 芯片作为主控 CPU,主频 72 MHz,自带 48 KB SRAM,最多支持 5 个 USART 接口,车载移动终端电路结构及结构拓扑图如图 2,图 3 所示。

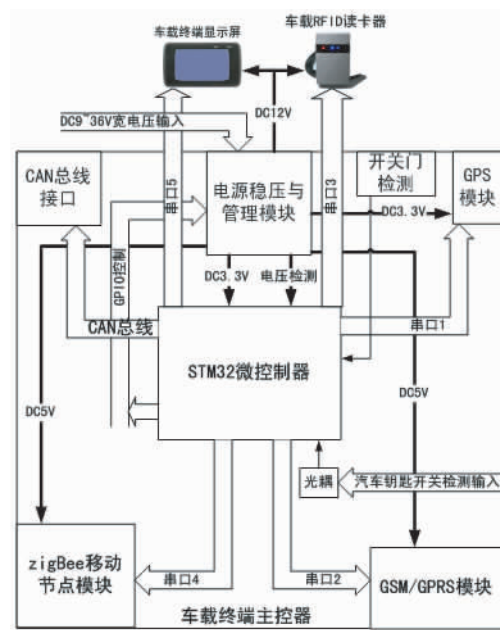


图 2 车载移动终端电路结构

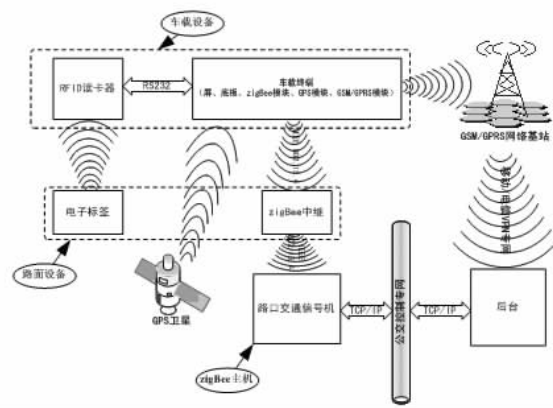


图 3 车载移动终端结构拓扑图

3.6 路口信号控制智能处理模块及控制策略^[5]

路口信号控制智能处理模块结合路口实时排队长度等交通流量数据,优化组合出公交优先的信号控制方案,控制程序流程如图 4 所示。

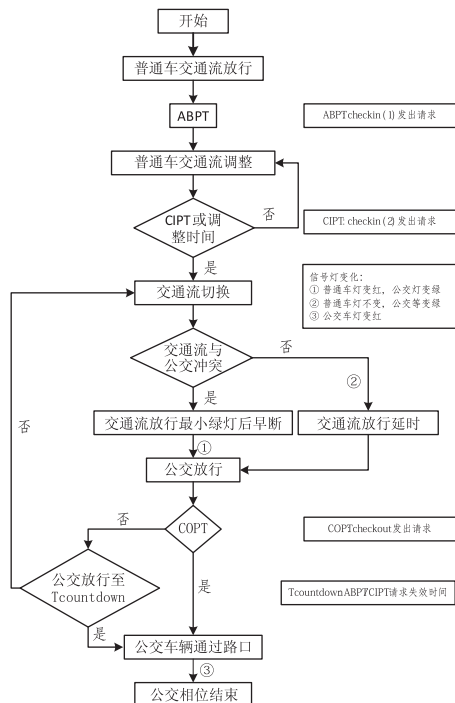


图 4 路口信号控制程序流程图

信号控制机除具备交通信号控制自主优化和机柜电气一体化等基本功能外,还具备与无线通讯设备通信的接口和在不同交通环境状态下的公交优先控制策略算法处理能力,同时包含用于控制快速公交专用信号灯的驱动板。

系统采用主动优先控制模式,当无线传感器网络感知到快速公交车辆到达时,以路口交通流状况和 BRT 车辆运行状态为主要依据,通过信号提前、信号延时、插入专用相位三种方式,给予 BRT 车辆信号优先。

4 试验应用及效果分析

徽州大道快速公交 1 号线是合肥市的第一条大容量快速公交线路,它的始发站在滨湖公交站,终点站在市府广场,全程约 13 km,共设 11 座公交站,平均站距 1 180 m。试验公交线路如图 5 所示,试验设备安装如图 6 所示。

目前将徽州大道与黄山路、太湖路、望江



图 5 试验公交线路图



图 6 试验设备安装图

路、锦绣大道、紫玉路 5 个交叉路口作为试验点,测试公交优先控制系统的应用效果。快速公交 1 号线上的 5 辆车进行了为期一个月的试运行。通过数据分析发现,BRT 车辆行驶到路口遇见非绿灯几率为 68%。应用公交优先控制系统前,单个路口的平均等待时间约为 38 s,应用公交优先控制系统后单个路口的平均等待时间约为 26 s,等待时间减少了约 30%。应用公交优先控制系统后,公交车辆在试验路段(黄山路—望江路、紫云路—锦绣大道)的运行时间缩短了约 36 s 和 24 s。

5 结论与展望

道路交叉口是城市交通的结点,同时也是公交车辆运行是否畅通的关键点,公交优先控制系统为解决公交车辆通过交叉口的难题提供了重要技术手段。本项目采用无线传感网络,实现公交车辆精确定位检测、车辆与交叉口的信息交互,最终达到了提高公交的运行速度的目的,取得了良好的社会效益,具有很好的推广价值。

参考文献:

- [1] 应世杰,闫欢欢,张博. 基于 ZigBee 无线通讯的快速公交信号优先系统研究[J]. 中国

智能交通,2009(8):93-95.

- [2] 陆锡明. 快速公交系统[M]. 上海:同济大学出版社,2005.
[3] 陈军. 公交信号优先控制及其在 BRT 中的应用[D]. 长沙:中南大学,2009.
[4] 蒋光胜,梁乙朝,关积珍. 奥运中心区公交信号和 VIP 车辆紧急优先的设计与实现[J]. 交通运输系统工程与信息,2008(6):101-106.
[5] 闫欢欢,梁子君,石勇. VS-PLUS 公交信号优先控制系统[J]. 工程技术,2015(31):35-37.

(责任编辑:夏玉玲)

(上接第8页)

- [2] 李鑫滨,马阳,鹿鹭. 一种基于校正因子的自适应简化粒子群优化算法[J]. 燕山大学学报,2013,37(5):453-459.
[3] 赵志刚,张振文,张福刚. 自适应扩展的简化粒子群优化算法[J]. 计算机工程与应用,2011,47(18):45-47.
[4] 韩江洪,李正荣,魏振春. 一种自适应粒子群优化算法及其仿真研究[J]. 系统仿真学报,2006(10):2969-2971.
[5] 徐刚,瞿金平,杨智韬. 一种改进的自适应

粒子群优化算法[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2008(9):6-10.

- [6] PRICE K V, STOM R M, LAMPINEN J A. Differential evolution-a practical approach to global optimization[J]. Springer Optimization & Its Applications, 2005, 5(2):1-24.
[7] 翟金涛,高兴宝. 一种自适应交替的粒子群差分进化优化算法[J]. 纺织高校基础科学学报,2012,25(3):379-383.

(责任编辑:夏玉玲)