

Design and Implementation of Traffic Information Prompt Device for Following Vehicles

Honggui Ding

Hunan Police College, Changsha, Hunan, 410100, China

Abstract

Car following operation is a common driving state. How to effectively improve the driving safety of following vehicles, reduce traffic congestion and improve traffic efficiency has become one of the important topics of intelligent transportation system research. Car accident is a serious traffic problem threatening people's life and property safety in modern society. In order to solve this problem, this paper designs a traffic information prompt device for following vehicles. The device can obtain the running state, driving environment and traffic information of the vehicle in real time, analyze and process the information according to the preset algorithm, and provide timely and accurate prompts to the driver, so as to improve the driver's perception of road conditions and driving safety. The device uses sensors, communication technology and other technical means, combined with vehicle networking, can effectively reduce the risk of car accident, improve road safety. The experimental results show that the device can effectively improve the driver's perception ability of road conditions and driving safety. The research of this paper provides useful reference and practical case for vehicle information exchange and processing in intelligent transportation system, which is of great significance for improving traffic operation efficiency and ensuring driving safety.

Keywords: *Intelligent Transportation System; Car Following Operation; Traffic Information Prompt; Vehicle Networking; Vehicle Road Cooperation*

跟车车辆交通信息提示装置设计与实现

丁虹贵

湖南警察学院, 湖南长沙 410100

摘要: 跟车行驶是一种常见的驾驶状态, 如何有效提升跟车车辆的行驶安全, 减少交通拥堵, 提高交通效率, 已成为智能交通系统研究的重要课题之一。跟车事故是现代生活中严重威胁人们生命和财产安全的交通问题。为了解决这个问题, 本论文设计了一种跟车车辆交通信息提示装置。该装置能够实时获取车辆的运行状态、行驶环境和交通信息, 根据预设的算法对这些信息进行分析 and 处理, 并向驾驶员提供及时、准确的提示, 从而提高驾驶员对路况的感知能力和驾驶安全性。该装置采用传感器、通信技术等技术手段, 并结合车联网, 能够有效降低跟车事故的发生风险, 提高道路安全性。实验结果表明, 该装置能够有效地提高驾驶员对路况的感知能力和驾驶安全性。本论文的研究为智能交通系统中的车辆信息交流与处理提供了有益的参考与实践案例, 对于提升交通运行效率、确保驾驶安全等方面具有重要意义。

关键词: 智能交通系统; 跟车行驶; 交通信息提示; 车联网; 车路协同

引言

当前, 有许多的大型车辆准备路过信号灯时, 排在一些小型车的前面, 导致大型车辆挡住了小型车辆看红绿灯视野, 进一步导致了小型车辆无法关注到红绿灯的实时动态, 小车司机不知道什么时候可以过马路, 最后会造成信号灯路口车辆拥堵、车辆过马路的效率低下、后跟随车辆易闯红灯等问题。为了解决以

上提出的问题，整改信号灯也是一项几乎不可能完成的事情。所以我们小组打算运用摄像头的变焦识别与信息实时传导结合在一起，再用 LED 显示器将路口的信息反馈给后面的车主，让后面的车主对红绿灯的时间了解清楚，对能否经过信号灯路口做出准确的判断，就可以缓解车辆拥堵的程度和减少事故发生。湖南湘江新区智慧公交示范线于 2018 年 12 月 28 日开始试运行。全程有 7.8 公里、途径 11 个站点的开放式“聪明的路”。路上实现 5G 信号全覆盖和基础设施的智能化改造，保障 4 辆智能化公交车的网联功能应用。该示范线以原 315 线为基础，进行道路的智能网联化升级改造和公交车辆的车载设备升级，并建立公交车辆运营服务平台，为智能网联汽车的普及奠定了良好的基础。

1 研究现状

车联网技术（V2X）是一种利用无线通信技术将车辆与周围交通环境、基础设施以及其他交通参与者（如其他车辆、行人、自行车等）相互连接的技术。它旨在提高交通系统的效率、安全性和可持续性，为驾驶员和其他道路用户提供更好的交通体验。V2X 通信架构涉及多个组件和通信类型^[1]。

通过感知、识别和决策等技术，V2X 与智能车路协同技术可以实时获取和处理大量的交通数据。这些数据可以为交通管理者和驾驶员提供准确的交通状况和预测信息，从而支持智能化的交通决策和行驶行为。最后，深度融合追求整体优化和系统协同。深度融合不仅关注单个车辆的智能化，更强调整个交通系统的优化和协同。通过 V2X 与智能车路协同技术的深度融合，可以实现交通系统的整体优化，提高交通效率、减少交通拥堵和事故发生率^[2]。

V2X 技术与智能车路协同技术的深度融合具有重要的意义。深度融合可以提高交通系统的安全性。通过 V2X 技术的应用，车辆之间可以实现实时通信与协同，可以有效地预测交通事故和减少碰撞风险。智能车路协同技术的引入可以将车辆和道路基础设施进行无缝连接，实现实时交通信息的共享和交通流的优化，从而减少拥堵和事故发生的可能性。V2X 与智能车路协同技术的深度融合可以提高交通系统的效率。通过 V2X 技术的支持，车辆可以获得更准确的交通信息，包括路况、交通信号等，从而可以选择更合适的行驶路线和速度^[3]。

2015 年，国务院发布《中国制造 2025》，工信部据此首次提出智能网联汽车概念。2018 年，工信部印发《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》，明确提出促进智能网联示范应用。目前，我国国家、地方政府和企业都在大力推进车联网产业发展，积极布局智能网联示范应用^[4]。

交通信号灯相位提醒：当车辆行驶至距红绿灯一定距离时，交通信号灯相位提醒应用会将前方红绿灯状态告知本车及后方车辆司机，辅助司机驾驶，降低安全隐患。适用环境：本场景适用于车辆前方存在遮挡或者能见度较低、用肉眼或车载摄像头难以准确识别前方信号灯的情况。公交车车速智能引导：当公交车驶向信号灯控制交叉路口时，收到由路侧单元发来的信号灯状态、倒计时等信息，公交车车速智能引导应用会根据公交车状态给驾驶员提供建议车速，协助车辆经济高效通过路口^[5]。

本文针对跟车行驶中存在的一些现象即问题，提出跟车车辆提示装置，以此来减少跟车导致的交通事故。主要采用 v2x、车联网通信技术、车路协同、交通信息提示等技术，利用传感器、led 显示屏等硬件发明一种可以有效提醒跟车行驶中后车由于各种原因缺乏对前面交通情况的一种装置。首先利用传感器先对路口的红绿灯信号进行接收，然后将红绿灯信号传递给车后的 led 显示屏。在车辆加速和减速的时候也可以传递至车后 led 显示屏上。

2 研究内容

2.1 收集前方红绿灯数据的技术

车辆收集路口红绿灯数据主要依靠是 LTE-V2X 技术，LTE-V2X 技术在数据传输效率、通信带宽等多个方面均优于 DSRC 技术，可靠性更高，未来 NR-V2X 技术落地后性能还将进一步提升，在 LTE-V2X 通信

中，当前技术能够实现两种通信接口：一种是基于设备间通信（Device-to-Device,D2D）的 PC5 通信接口，支持多个 V2X 终端，如车载设备（OnBoardUnit, OBU）、路侧设备（RoadSideUnit, RSU）等，其作原理是基于无线通信技术，实现车辆上的 OBU 与道路设施之间的 RSU 的信息交流，进而让车辆获取到前方路口红绿灯交通信号数据。

其基本工作流程如下：

初始化：OBU 初始化其通信模块，并与 RSU 建立连接。这可以通过各种无线通信技术实现，如 Wi-Fi、蜂窝网络或专用短程通信(DSRC)。

信息请求：OBU 向 RSU 发送获取路口红绿灯数据请求。

数据传输：RSU 收到请求后，收集所需的红绿灯数据信息并将其传输回 OBU。

数据处理，OBU 接收来自 RSU 的数据并进行相应的处理。这可能涉及在车辆仪表盘上显示信息、提供音频警报或与其他应用程序集成。

响应和确认，OBU 向 RSU 发送响应或确认，表示已成功接收和处理传输的数据。这一步确保通信流程的可靠性和完整性。

终止，通信完成后，RSU 和 OBU 之间的连接可以终止。但是 OBU 可能会与 RSU 建立连续连接，进行持续的通信和更新。

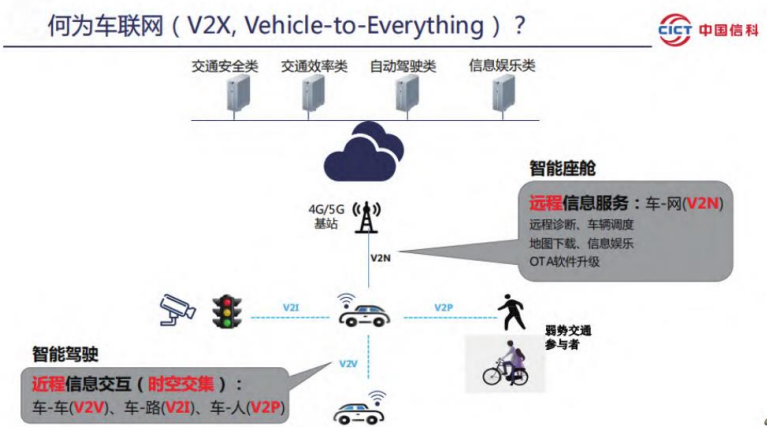


图 1 车联网类型

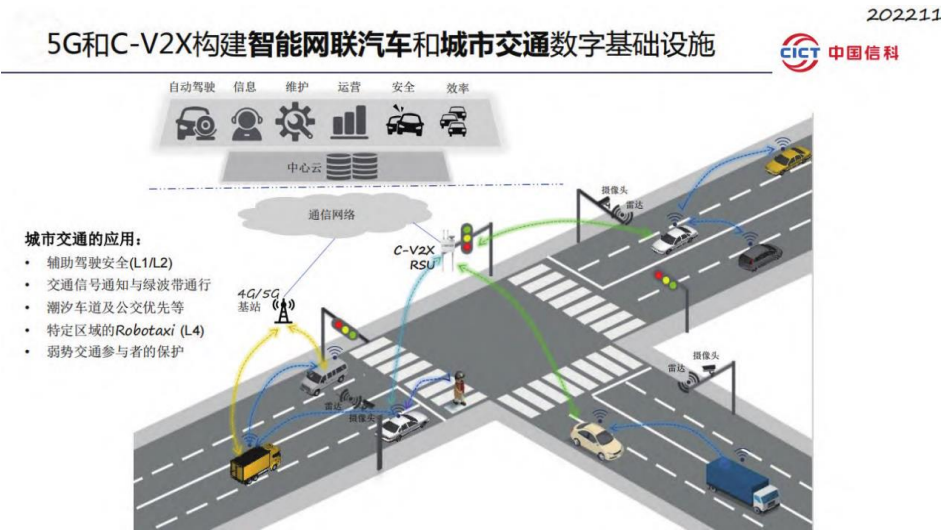


图 2 车联网信息传递

2.2 转化显示前方红绿灯数据的技术

将收集到的红绿灯信号转化到公交车 LED 显示屏上，需要经过以下几个步骤：

红绿灯信号采集：通过摄像头、传感器等设备，实时采集红绿灯信号，并将其转换为数字信号。

数据传输：将采集到的红绿灯信号通过无线通信技术（如 Wi-Fi、蓝牙等）传输到公交车上。

数据处理：公交车上的处理器对传输过来的红绿灯信号进行处理，将其转换为 LED 显示屏可以识别的格式。

显示：将处理后的红绿灯信号显示在公交车 LED 显示屏上，以提醒后车当前红绿灯状态。

需要注意的是，为了保证公交车 LED 显示屏的实时性和准确性，需要确保数据传输和处理的速度足够快，同时要保证信号传输的稳定性和可靠性。

2.3 传感器和相关硬件

速度传感器主要用于测量车辆的速度和加速度。常用的速度传感器包括轮速传感器、车速传感器和惯性传感器等。轮速传感器是一种常用的速度传感器，通过检测车轮的旋转速度来测量车辆的速度和加速度，具有响应速度快、成本低等优点。车速传感器通过测量车辆传动系统的转速来计算车辆的速度和加速度，其测量精度较高，但需要对传动系统进行改装，成本较高。惯性传感器是一种利用物体惯性测量加速度的传感器，可以用于测量车辆的加速度和运动状态。惯性传感器具有响应速度快、精度高等优点，但其成本较高。

摄像头与图像识别技术是跟车车辆交通信息提示装置中重要的数据采集方式之一，主要用于获取车辆行驶环境中的图像信息，并进行图像识别和分析，提供更加精准的交通信息提示。摄像头可以使用单目摄像头或立体摄像头，通过摄取前方道路的图像信息，对道路标志、标线、车辆和障碍物等进行识别和分析，提供车辆行驶环境感知、驾驶行为分析和预测等功能。

为满足实时性和稳定性需求，选择了基于 ARM 架构的 Cortex 系列处理器作为中央处理单元（CPU）。该系列处理器以其高效能、低功耗的特点，在车载信息处理系统中广泛应用。为了处理复杂的交通信息数据，我们采用了双核心配置的 Cortex-A9 处理器，主频可达 1.5GHz。

为保障车辆间通信效率，我们采用了支持专用短距离通信（DSRC）的通信模块。DSRC 模块使车辆能够在高速移动中与周围车辆进行有效的数据交换，通信距离可达 300 米，通信延迟低于 100 毫秒，满足了交通信息实时共享的需求。

在导航与定位方面，我们选用了高精度的全球导航卫星系统（GNSS）接收模块，能够接收 GPS、GLONASS 和北斗等多种卫星信号。通过多系统组合定位，我们的系统能够提高定位精度至 2.5 米以内，这对于动态交通信息的准确提示非常重要。

应对车辆在不同环境下行驶的需求，选用了具有高抗干扰性能的车速传感器和加速度传感器。速度传感器采用了霍尔效应原理，能够精确测量车辆实时速度，测量误差控制在 $\pm 0.1\text{km/h}$ 以内。加速度传感器则采用了 MEMS（微机电系统）技术制造，具有体积小、响应快、精度高的特点，测量范围覆盖 $\pm 16g$ ，数据输出频率可达 1kHz。

为有效检测车辆前方的障碍物和车辆距离，我们引入了激光雷达（LIDAR）和毫米波雷达。激光雷达以高分辨率的测量优势进行精细的障碍物检测和分类，毫米波雷达则利用其强大的穿透雨雾能力，保证在各种气候条件下的探测连续性。通过二者的结合使用，我们能够在不同环境中提供稳定可靠的车辆与障碍物距离数据。

为了让驾驶员能够直观地获取交通信息提示，采用了屏显示模块。该显示模块分辨率达到 1280x800 像素，配备 LED 背光，确保在日光下也能清晰显示信息。触摸屏支持多点触控，用户能够通过简单的触摸操作进行交互。

车尾 LED 屏显示，实现共享便捷出行。通过 v2x 通信方式获取前方路口红绿灯信息，数字化呈现方向、灯时于车辆尾部 LED 大屏，智能网联公交距离路口 100 米左右时，车尾 LED 大屏将自动切换为前方信号灯的状态，便于后方车辆提前了解前方路口信息，整体时延控制在 1 秒以内。通过车辆传感器、路口传感、器实时监测车辆及路况数据，利用边缘计算，实时下发车速行驶策略，智能网联公交线路通过路口信控优先运行效率提高 20%，平均行驶时间较常规公交行驶时间减少 15%左右，百公里能耗较常规公交节约 10%。

3 测试设备与测试地点

3.1 实验设备

本次实验我们在处理器方面采用了双核心配置的 Cortex-A9 处理器，主频可达 1.5GHz。并且配备了支持专用短距离通信（LTE-V2X）的通信模块。LTE-V2X 模块使车辆能够在高速移动中与周围车辆进行有效的数据交换，加上选用了高精度的全球导航卫星系统（GNSS）接收模块，能够接收 GPS、GLONASS 和北斗等多种卫星信号。我们将新款的 8.1 米宇通宇光造型纯电动高端公交车作为此次试验车辆。



图 3 实验车辆公交车图片

3.2 实验地点

本次实验地点为湖南省长沙市黄兴大道漓湘东路口。路口为十字形路口在日常生活中十分典型。车流量较多能，能很好体现日常生活中的车辆行驶情况。

3.3 实验数据

3.3.1 红绿灯数据接收耗时对比

为检测装置接收并显示出路口红绿灯数据所耗时的时间，验证其是否能满足实战中实时性的要求，如表 1 为装置接受路口红绿灯数据并转化到后方显示屏上的耗时检测数据，数据表明，装置的平均耗时为 0.74ms，在实时性方面可以达到标准。

表 1 装置各部分耗时检测

序号	接受环节	转化环节	总计时（误差）
1	0.56s	0.12s	0.68s
2	0.64s	0.10s	0.74s
3	0.60s	0.18s	0.78s
4	0.57s	0.19s	0.76s
5	0.54s	0.20s	0.74s

检测耗时在 1000ms 以内，这一速度远远小于人类驾驶者平均反应时间范围（0.25 秒至 1 秒），因此，我们可以确保驾驶者有充足的时间来做出反应。在实时性方面可以达到标准。

3.3.2 红绿灯数据接收耗时对比

为验证本文装置对路口红绿灯数据传输的准确率，通过对路口的红绿灯数据与车辆显示屏数据进行对比测试，以五组实验数据，每组检测十次两者之间的红绿灯显示情况，以减少误差等因素，测试数据如表 2 所示。

表 2 路口红绿灯数据与车辆显示数据对比

序号	路口红绿灯数据	车辆显示屏数据	准确度
1	10 绿灯 10 红灯	10 绿灯 10 红灯	100%
2	16 绿灯 4 红灯	16 绿灯 4 红灯	100%
3	12 绿灯 8 红灯	12 绿灯 8 红灯	100%
4	13 绿灯 7 红灯	13 绿灯 7 红灯	100%
5	11 绿灯 9 红灯	10 绿灯 9 红灯	95%
总计	62 绿灯 38 红灯	61 红灯 38 红灯	99%

由表 1 和表 2 的实验测试结果可得，该装置显示路口红绿灯数据的实时性与准确性方面可以满足道路行驶中的要求。

4 结论

本文介绍了一种通过 V2X 技术将 RSU 与 OBU 进行连接，从而将路口红绿灯数据传输给后方的 led 显示屏的跟车车辆提示装置，本装置作为一种能够满足传输路口红绿灯数据的装置，以高精度 1s 以下的检测耗时，充分满足行驶过程中复杂多变的道路状况。重点讲解了利用 V2X 技术将 RSU 与 OBU 连接的技术关键，并通过实验测出实验数据测试其有效性，该装置可以有效降低因后方车辆被前方车辆阻挡住观看红绿灯视野从而导致的交通事故，大大降低了后方车辆因视野被遮挡导致跟车事故发生的可能性，但是，每条道路和每辆驾驶车辆的道路环境和车辆型号各有不同。因此，上文所述的装置的准确性和实时性以及普及性仍有待提高。

参考文献

[1] 李明,吕阿斌.隐私计算在车路协同场景应用的探索与实践[J].大数据,2022,8(05):74-87.

[2] 田彬,赵祥模,徐志刚,王淼,张宇琴.车路协同条件下智能网联高速公路通行效率信息自适应分发协议:NRT-V2X[J].中国公路学报,2019,32(06):293-307.

[3] 秦严严,王昊,冉斌.V2X 技术的实时性与低延迟需求研究[J].信息技术与软件工程,2020,42(2):1-9.

[4] 杨铁军.企业专利工作实务手册[M].北京:知识产权出版社,2013:90-134.

[5] 凌秋妮.全球汽车关键技术专利状况分析[J].时代汽车,2019(01):4-5