

车联网专用短程通信技术

Dedicated Short Range Communications in Networked Vehicles

田大新/TIAN Daxin

(北京航空航天大学 车路协同与安全控制
北京市重点实验室, 北京 100191)
(Beijing Key Laboratory for Cooperative
Vehicle Infrastructure Systems and Safety
Control, Beihang University, Beijing
100191, China)

随着中国人口数量、机动车保有量、路网结构、城市规模的不断增长与扩张, 交通拥堵、交通安全、节能减排成为新时期交通发展聚焦的三大热点。近年来, 世界范围内的智能交通研发热潮推动了交通行业的推陈革新, 现代交通将逐渐向更加高效、安全、环保的方向发展。移动互联网技术的迅猛发展为交通技术的革新提供了机遇, 智能交通已广泛利用无线通信技术实现数据共享, 形成了以智能车辆、智能道路、智能终端为主流的发展方向。车联网作为引领未来的前沿技术, 已经成为国际智能交通领域研究的新热点。

在车联网环境下, 车与车、车与路之间通过无线通信手段, 实现实时的信息交互融合。车与车之间通过位置信息的共享, 可以相互感知; 结合先进的传感器技术, 车辆控制技术即可实现车车之间的协同避险, 队列跟驰。在典型应用场景如十字路口, 车与交通信号灯系统信息交互融合, 车辆可以获得信号灯的绿灯剩

收稿日期: 2015-09-08
网络出版时间: 2015-10-29
基金项目: 国家自然科学基金
(61103098、91118008)

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2015) 06-0027-004

摘要: 通过对车路通信系统的设计, 车载、路侧通信单元的开发, 车路通信系统测试平台的搭建及测试, 指出车路通信系统是车联网系统的通信链路保障, 而基于专用短程通信(DSRC)的车路通信系统可以大幅度降低通信延迟, 保障了高速、网络拓扑结构频繁变化的车辆网络质量, 为车车、车路间提供更为可靠、稳定、高效的通信服务。

关键词: 专用短程通信技术; 车路通信系统; 性能测试

Abstract: In this paper, the vehicle-to-infrastructure (V2I) communication system is designed; a couple of on-board communication units (OBU) and roadside units (RSU) are developed; and a real-world networked vehicle (NV) platform of both the OBU and RSU is built and tested. We point out that a V2I communication system lays the foundation for NV, and a dedicated short-range communication (DSRC)-based V2I communication system significantly reduces communication delay during information interaction. This system not only ensures communication quality of the vehicular network at high speed and when the network topology changes but also establishes a reliable, stable, and efficient communication service platform for vehicle-to-vehicle (V2V) and V2I.

Keywords: DSRC; V2I communication system; field testing

余时间, 通过自身车速、位置信息即可判断能否正常通过交叉口, 并可以帮助驾驶员合理地做出选择, 避免车辆进入交通信号灯“两难区”, 降低发生交通事故或引起交通拥堵的可能性; 在高速公路或城市道路路侧, 则提供了无线服务接入点, 方便驾驶员实时获得天气、路况、限速等信息, 同时可为乘车旅客提供优质的互联网娱乐服务; 在出现应急事件如重大交通事故, 由智能道路或其他手段感知事故点基本情况, 将信息快速反馈到交通指挥中心, 指挥中心根据事故情况做出合适的部署, 妥善应对各种应急事件。

由此可见, 车联网、车路协同技术是改善现存交通问题的有效途径,

其中移动无线通信技术对保障车车、车路顺利进行信息交互融合, 提升交通效率、安全等因素起到至关重要的作用。因此, 为车车、车路建立一个低延迟、质量可靠、抗干扰能力强的无线通信环境就显得十分必要。由于专用短程通信(DSRC)技术在延迟、移动性、通信距离方面有着无可替代的优势, 特别适用于车辆安全应用。目前全球范围内的大多数车路协同项目的研究, 均采用DSRC技术建立车辆网络。美国麻省理工学院 Mythili Vutukuru 等提出了一种基于传输误码率、信噪比自反馈的比特率自适应选择协议栈 SoftRate, 吞吐量较传输控制协议(TCP)/IP提高近4倍^[1]; Jakob Eriksson 等研发了基于车车、车

路通信的 Carbernet 网络协议栈,开发了 QuickWifi 客户端,降低行车中用户与 Wi-Fi 接入点的连接时间,其相应开发的 Carbernet 网络传输层协议(CTP),吞吐量^[1]较 TCP/IP 增加近 2 倍;俄亥俄州立大学 Eylem Ekici 等研究了适合与车辆自组织网络(VANETs)的跨层协议栈,并提出一种网络协议栈 PROMPT,该协议栈可选择最小延迟的数据传输路径,完成多跳通信^[2]。文章则介绍了适用于车联网应用的专用短程通信系统。

1 通信系统及协议栈

1.1 通信系统

随着车辆中加装的传感器增多,数据采集量也相应增加,因此处理数据、融合数据对计算机性能需求不断提高。由于应用平台需要执行多种复杂的应用程序来完成大量复杂计算,因此选择一台独立的计算单元作为应用平台可以提高数据处理效率。

图 1 为平台通信模式,其中主机端执行应用程序,路由端负责数据传输,主机端与路由端共同组成一个车载通信单元。图 1 中还展示了两辆不同车辆中通信单元 1 与单元 2 间的通信:主机端负责处理数据,并通过用户数据包协议传递数据到路由端,路由端采用基于非 IP 的通信协议栈,车载通信单元间通过 802.11p 物理层无线传输数据,实现信息交互融合。

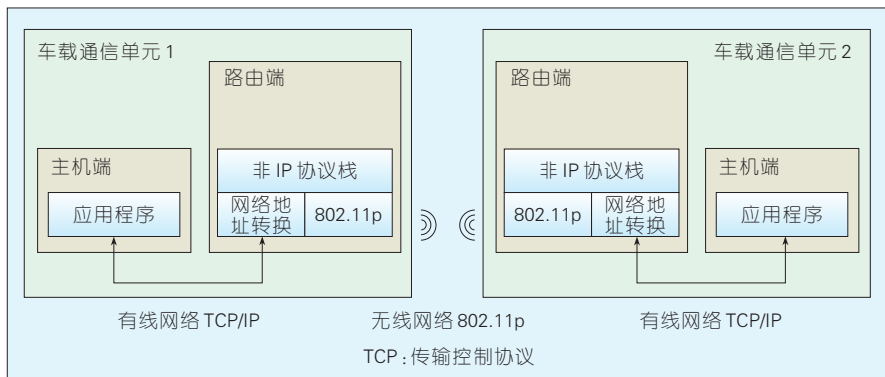
1.2 通信协议栈

参考开放式系统互联(OSI)模型,并根据相关工作需求,我们设计了如图 2 的通信协议栈,其中网络层/传输层能够兼容非 IP 与 IP 协议^[4-12]。

2 软硬件架构

2.1 软件平台

车路通信系统中车载通信单元的开发平台可以分为两部分:应用平台和通信平台。应用平台执行应用



▲图 1 通信模式示意

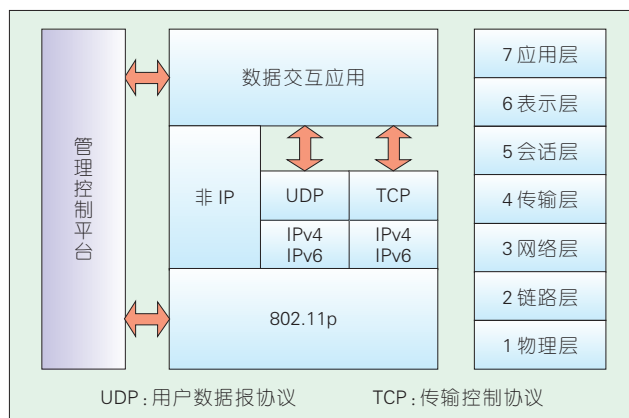


图 2 车联网通信系统协议栈

程序,如处理各式传感器采集车路状态信息,提供管理配置图形化操作界面等功能;而通信平台,由无线传输硬件设备和通信协议栈组成,可由应用程序调用,实现车车、车路信息交互融合。通信平台包含软件部分与硬件部分。

2.2 硬件平台

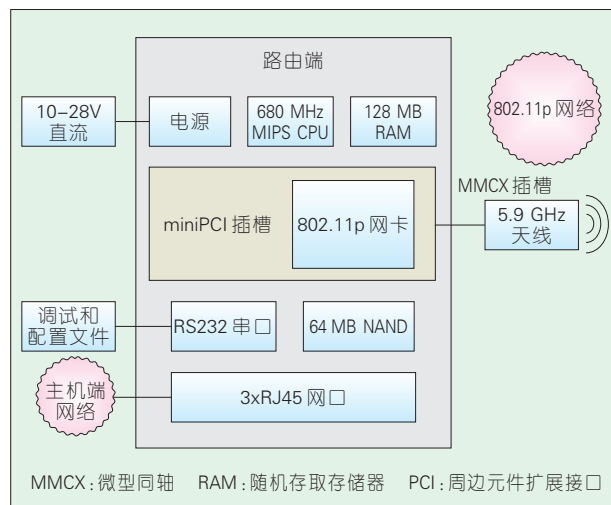
应用平台、通信平台分别在独立单元中实现。其中通信平台在 MIPS 架构嵌入式设备实现,并以独立终端方式出现,最终实现车路通信功能。硬件组成结构如图 3 所示。

3 实验测试

3.1 测试方案

测试采用 2 台 DSRC

车载通信终端(OBU),1 台 DSRC 路侧通信终端(RSU),3 台计算单元,2 台实验车,所有终端均通过网线与计算机单元相连,其中 OBU 终端与计算机单元组成的设备布设在实验车中,RSU 终端与计算机单元组成的设备布设在路侧,计算单元运行测试程



▲图 3 车载通信单元硬件设备组成

序,将测试消息发送到终端,再由终端将其广播;OBU终端的天线需放置在实验车车顶,RSU终端的天线需放置较高位置,3个天线之间始终保持无遮挡状态。测试场景如图4所示,道路两侧存在树木和建筑物等DSRC信号干扰源。确定实验环境后,首先测定车载通信单元在该环境下的最远通信距离,其后进行实验测试。

3.1.1 单跳通信距离

如图5所示,节点A包含OBU,并处于静止状态;节点B包含OBU,以速度 $0 \sim 120 \text{ km/h}$ 从A旁行驶,保证通信链路始终保持连接,数据包持续收发。当节点B行驶至不能收到数据包时刻,节点A与节点B间距离即为最远通信距离。

实测最远通信距离的结果约为 256 m ,因此限定节点A与B的最远相对距离为 200 m ,进行后续实验。

3.1.2 通信延迟

如图6所示,节点A包含RSU,并处于静止状态;而节点B包含OBU,

以速度 $0 \sim 120 \text{ km/h}$ 行驶。在 $-150 \sim 150 \text{ m}$ 范围内,节点B起点与终点间中点视为 0 点,测试程序输出车路通信延迟。

3.2 性能测试结果

实验结果如图7所示,车路通信单元之间的距离对组网延迟几乎没有影响。文中提出的非IP协议组网延迟约为 46 ms ,而基于IP方式组网延迟约为 92 ms ,相较非IP方式组网延迟高出约1倍。

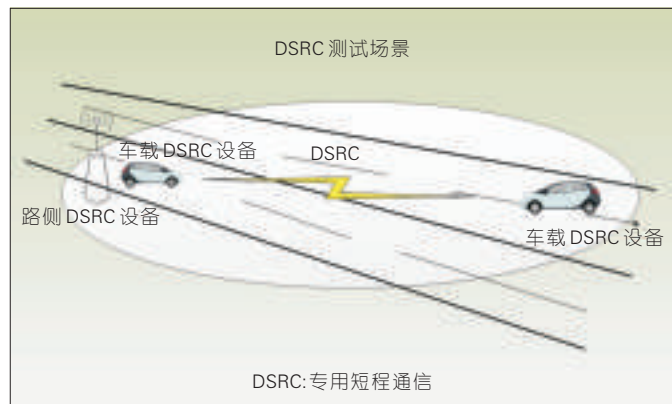
实验结果如图8所示,车路通信单元之间的距离对通信延迟几乎没有影响,文章提出的非IP协议通信延迟约为 49 ms ,而基于IP方式的互联网控制报文协议(ICMP)通信延迟约为 144 ms ,相较非IP方式通信

延迟高出约2倍。

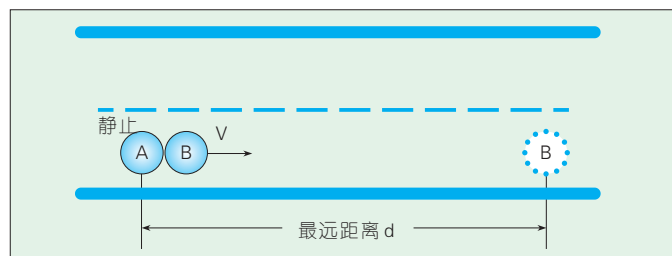
实验结果如图9显示车路通信单元之间的距离、车辆的行驶速度对传输延迟几乎没有影响,本文提出的非IP协议传输延迟约为 0.2 ms 。

4 结束语

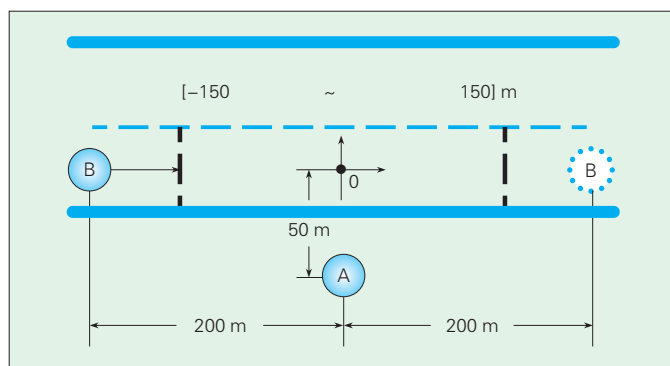
文章研究的车联网专用短程通信单元的单跳通信距离约 256 m ,通信延迟约为 50 ms ,对速度、距离等干扰因素具有一定适应能力,通信延迟短,因此该终端完全满足车车、车路



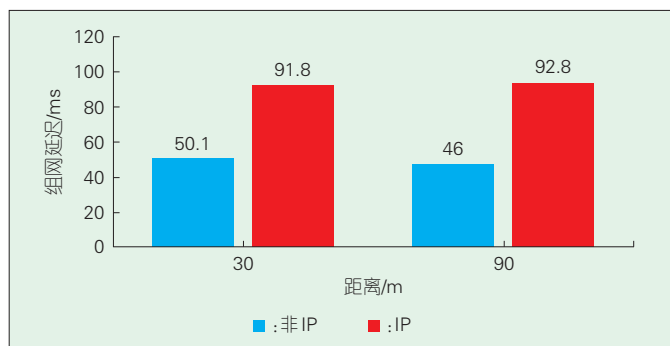
▲ 图4 终端测试验证场景



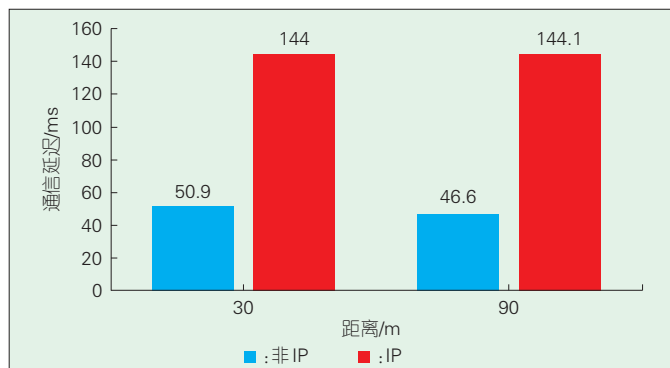
▲ 图5 单跳通信距离测试方案



▲ 图6 车路通信延迟测试方案



▲ 图7 距离与组网延迟关系



▲ 图8 距离与传输延迟关系

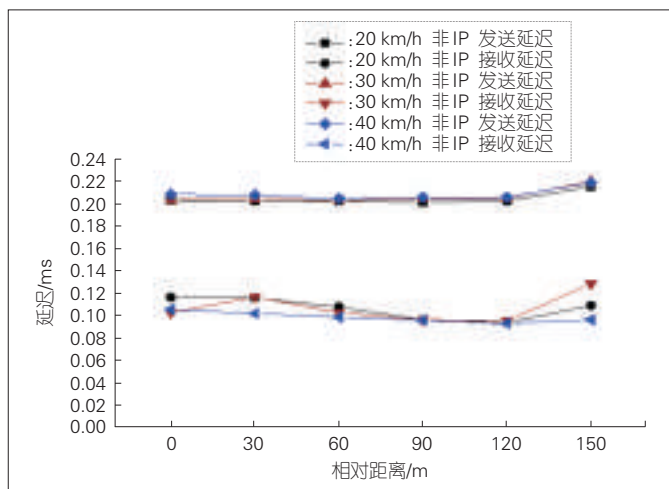


图9
距离与传输延迟
关系

通信链路的两项重要指标,可以为车路协同系统提供低延迟、稳定可靠的通信服务。

参考文献

- [1] VUTUKURU M, BALAKRISHNAN H, and JAMIESON K. Cross-Layer Wireless Bit Rate Adaptation [C]// in Proceedings of the ACM SIGCOMM 2009 Conference on Data Communication, Barcelona, Spain, 2009:3-14
- [2] ERIKSSON J, BALAKRISHNAN H, and MADDEN S. Cabernet: Vehicular Content Delivery Using WiFi[C]// MobiCom'08 Proceedings of the 14th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, San Francisco, USA, 2008:199-210
- [3] JARUPAN B and EKICI E. A Survey of Cross-layer Design for VANETs [J]. Ad Hoc Networks, 2011, 9(5): 966-983
- [4] European Commission, M453.

- Standardization Mandate Addressed to CEN, CENELEC and ETSI in the Field of Information and Communication Technologies to Support the Interoperability of Co-operative Systems for Intelligent Transport in the European Community [S]. Brussels: European Commission, 2009
- [5] ISO 29281 Intelligent transport systems-Communications Access for Land Mobiles (CALM)-Non-IP Networking [S]. International Classification for Standards, 2011
- [6] IEEE Standard 802.11p IEEE Standard for Information technology — Telecommunications and Information Exchange between Systems — Local and Metropolitan Networks — Specific Requirements — Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications — Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments [S]. New York: IEEE Computer Society, 2010

- [7] IEEE Standard 1609.1 Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) — Resource Manager[S]. New York: IEEE Vehicular Technology Society, 2006
- [8] IEEE Standard 1609.2 IEEE Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) — Security Services for Applications and Management Messages [S]. New York: IEEE Vehicular Technology Society, 2006
- [9] IEEE Standard 1609.3 IEEE Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) — Networking Services[S]. New York: IEEE Vehicular Technology Society, 2007
- [10] IEEE Standard 1609.4 IEEE Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) — Multi-Channel Operation[S]. New York: IEEE Vehicular Technology Society, 2006
- [11] STEVENS W R, FENNER B, RUDOFF A M. Unix网络编程 卷1:套接字联网API [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010:77-96,580-622
- [12] MORGAN Y L. Notes on DSRC & WAVE Standards Suite: Its Architecture, Design, and Characteristics [J]. IEEE Communications, Surveys & Tutorials, 2009: 1-15

作者简介



田大新,北京航空航天大学副教授,IEEE会员,中国计算机学会高级会员,中国智能交通协会高级会员,车路协同与安全控制北京市重点实验室副主任;主要研究领域为车联网、移动自组网、智能交通系统;先后主持和参加纵向项目10余项,获得6项科研成果奖;已出版专著2本,译著2本,发表论文80多篇,其中被SCI/EI检索50余篇。

综合信息

中国成功在国际电联立项研究智能制造总体标准

国际电联电信标准化部门物联网及其应用研究组(ITU-T SG20)第1次全会于10月19—23日在瑞士日内瓦举行。中国牵头提出的《工业物联网背景下的智能制造概述》标准项目获会议通过。该项目围绕智能制造相关术语、基本特征、顶层需求、参考模型及使用案例等内容开展研究,将对促进中国智能制造领域的综合标准化工作、把握未来标准化工作重点、加快中国标准国际化进程具有重要意义。

智能制造是新一代信息技术与制造业的深度融合,其正在引发影响深远的产业变革,形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。国际金融危机发生后,发达国家纷纷实施以智能制造为核心的“再工

业化”战略,谋求制造业竞争新优势。

2015年上半年,中国提出“中国制造2025”行动纲领,强调走创新驱动发展的道路,应用智能技术,强化工业基础能力,加倍努力将中国由制造大国升级为制造强国。中国还在10月份发布《国家智能制造标准体系建设指南(2015年版)》,以加速智能制造标准制订。

为有效推动全球范围内的智能制造发展与合作,目前各大国际标准化组织都非常重视与智能制造相关的标准研究工作。2015年6月,国际电联专门成立了新的ITU-T SG20研究组,研究制订物联网及其应用于垂直领域的国际标准。智能制造是物联网技术的重要应用,受到了ITU-T SG20高度重视。

(转载自《中国信息产业网》)