

基于蜂窝通信车联网系统的车路协同应用 场景测试方法

董金玮 苑寿同 龙 腾

(中汽研智能网联技术(天津)有限公司,天津 300393)

摘要:近年来,车路协同系统车联网(V2X)技术已成为中国汽车行业智能化、网联化融合的重点研究方向之一。V2X技术将行驶车辆过程中的数据信息与外界共享,增强了车机感知与处理数据的能力。基于蜂窝通信的蜂窝车联网(C-V2X)通信技术已在中国开始商业化的应用,但是,该技术应用带来的信息安全、交通安全、数据存储,以及各类车载与路端设备的互通性、应用稳定性和兼容性问题尚未有完备的解决方案。本文研究了C-V2X技术测试方法,并对复杂的车路协同应用场景测试标准进行了分析。

关键词:车联网(V2X);车路协同;先导区测试;无线通信;商业化

DOI:10.16776/j.cnki.1000-3797.2022.02.011

0 前言

随着智能互联技术研究的不断进步,车联网(V2X)技术作为一种新兴的汽车网联通信技术已得到业界广泛认可。V2X技术的应用场景主要包括以下4类:车与车(V2V)、车与路侧基础设施(V2I)、车与行人(V2P)及车与网络(V2N)^[1]。

在V2X通信技术发展衍变过程中,主要有2种实现方式:①以国际芯片厂商高通主导的无线专用短程通信技术(DSRC);②由中国车路协同厂商大唐与华为主导的基于第三代移动通信(3G)/第四代移动通信(4G)/第五代移动通信(5G)蜂窝网通信技术演进形成的蜂窝车联网(C-V2X)通信技术。车用无线通信技术以以下2种通信传输接口为主:①针对短距离直接通信在车、路、人之间传输的接口(PC5);②在基站和终端之间实现长距离直接通信传输的车与云端接口(Uu)。C-V2X通信技术同时是具备5G通信,包含长期演进网络R14版本的车联网技术(LTE-V2X)和基于5G网络的车联网技术(5G-V2X)。基于5G通信特点,LTE-V2X传输支持向5G-V2X平滑演进。车联网V2X通信架构如图1所示。

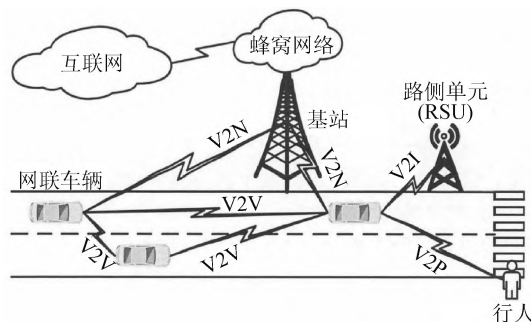


图1 车联网V2X通信架构

2020年2月,国家发展和改革委员会发布的《智能汽车创新发展战略》提出,至2025年底,C-V2X在中国的覆盖率将达到90%。2021年12月,工业和信息化部批准的全国第2个先导区“天津(西青)国家车联网先导区”一期车路协同环境建设工程已基本完成,为车路协同应用场景的测试验证、标准规范的制定提供了重要的研究平台。

C-V2X作为智能网联汽车无线通信的关键技术,对应的测试工作也是先导区的重要工作之一。本文在天津先导区车路协同环境建设的基础上,对C-V2X测试方法进行了研究,并对测试标准进行了分析。

作者简介:董金玮(1994—),男,硕士研究生,主要研究方向为智能网联汽车与车路协同技术。

1 发展与应用

1.1 C-V2X 演进路线

为了支持多样化的车联网应用,开展了 C-V2X 关键技术和行业标准的研究。C-V2X 的标准化准则主要分为以下 3 个阶段。

(1) 2017 年 5 月,完成了基于长期演进(LTE)的第 3 代合作伙伴计划(3GPP)V2X 标准化工作,主要面向实际道路安全的业务通信需求,制定了 5.9 GHz 频段的 C-V2X 底层直通蜂窝通信协议(PC5)接口通信方式。

(2) 2018 年 6 月,完成了 3GPP 对 LTE-V2X 的增强标准化工作,主要是在 PC5 接口引入了高阶调制及载波聚合等技术,提升了数据的传输速率,降低了时延,同时在 5G 标准的制定上,着重提出了增强移动式车路协同场景。

(3) 2018 年 6 月,启动了基于 5G 新空口-车用无线通信(5G NR-V2X)技术的 3GPP 具体研究内容,重点是面向 5G 车路协同 V2X 业务,研究基于 5G NR 的 PC5 接口技术和 Uu 增强技术。

1.2 C-V2X 技术架构

C-V2X 技术应用场景既要包含带有基站的蜂窝场景,也要涵盖无蜂窝网络覆盖无基站的场景,其技术架构目前主要有 2 种方式:集中式和分布式^[2]。其中,集中式技术架构需要借助 Uu 接口来实现基站与设备终端的长距离通信;分布式技术架构主要以 PC5 接口作为设备间通信的基础。2 种方式彼此交叉使用,共同作用于车路协同数据信息传输,同时也建立起车路协同的冗余机制,确保数据传输的可靠性。

1.2.1 PC5 接口关键技术

作为 V2X 通信技术实现长距离传输的主要接口,PC5 接口的机制主要围绕点对点的通信技术,尤其是在车辆间的通信传输技术展开,其应用场景较为复杂多变,并存在快速动态变化。此外,除了已开展的自动驾驶应用场景,针对车辆动态环境数据感知、车辆编队行驶等在内的未来更为先进的场景,PC5 技术都将得到更为广泛的应用。目前,PC5 技术主要在以下 3 个层面进行增强。

(1) 车联网物理层架构增强。增强后最高支持 500 km/h 的车辆相对移动速度,同时能够解决高频率的信息传输和信道快速时变的问题。

(2) 高精度定位增强。与全球卫星导航定位系统(GNSS)进行同步,保证数据的传输性能,确保数据的发送和接收在传输过程中保持同步。

(3) 资源分配机制和拥塞控制机制的增强。使 PC5 接口既支持集中调度式的资源分配方式(Mode3),也支持终端分布式的资源分配方式(Mode4)。

1.2.2 Uu 接口关键技术

作为 C-V2X 通信技术中实现短距离传输的接口,Uu 接口采用集中式的分配方式,实现车辆、基础设施和手持终端之间的信息传输,以基站为中心,实现数据的中转。此外,在 Uu 空口技术层面,也对 C-V2X 作了增强,具体分为以下 2 个方面。

(1) 数据上下行传输切换增强。数据上行传输以半静态调度为核心,支撑对应的通信业务。既能缩减上行调度的时延,也保证了业务传输的高可靠性^[3]。基于 V2X 业务的区域通信特点,针对数据下行传输,在 Uu 空口增加了低延时的单点到多点传输,以及多播/组播单频网络的数据传输。

(2) 边缘计算的应用扩展。虽然 Uu 接口在点对点信息传输中的数据消耗弱于 PC5,为适应超低时延与超高可靠性传输的车联网通信,如自动驾驶、实时高清地图下载等,基于 C-V2X 业务的 Uu 接口技术加入了多接入边缘计算节点(MEC)。大规模部署的边缘计算节点可降低信息传输的损耗。

1.3 C-V2X 典型应用场景

目前,车路协同技术高效的信息交互与全方位的数据连接需要借助人、车、路、云等要素。相关典型的应用场景也正从体验式的信息服务类场景向安全类场景和交通效率类应用扩展,C-V2X 典型的应用可分为以下 3 种场景。

(1) 信息服务类应用场景。信息服务是用户提高乘车体验的重要应用。目前主流的信息服 务应用场景仍是围绕紧急类呼叫来呈现,即当车辆出现紧急状况时,车辆能手动或自动对外发起求助。

(2) 交通安全类应用场景。该类应用场景在一定程度上降低了交通事故的发生,能最大程度地减少事故带来的人身危害和财产损失等。典型的 C-V2X 交通安全应用场景包括前向碰撞预警和交叉路口碰撞预警等。

(3) 交通效率类应用场景。该类应用场景对缓解道路交通拥堵和提高道路通行质量具有重要的意义。

典型的应用场景如绿波车速引导等。

2 室内互联互通协议一致性测试

互联互通测试是车联网偏向底层通信协议一致性的测试,主要验证分组数据汇聚协议(PDCP)、无线链路控制协议(RLC)、远程资源控制协议(RRC)和安全协议等互联互通协议的兼容性。本文基于天津国家级车联网先导区规划的典型场景,在试验室环境下进行协议一致性测试,测试环境如图 2 所示。

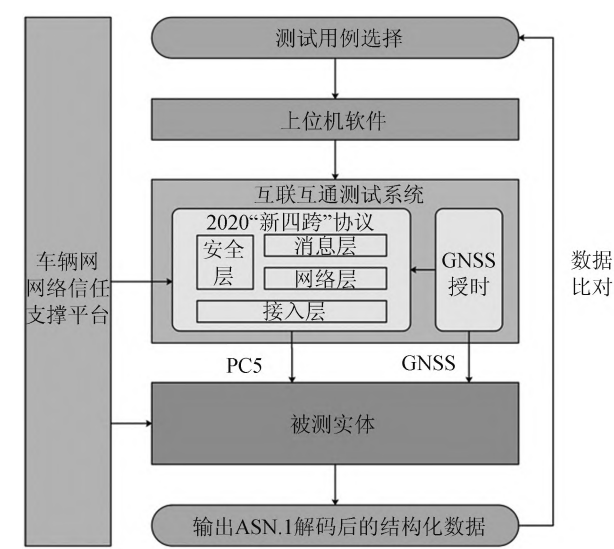


图 2 车联网 V2X 通信协议一致性测试

室内互联互通协议一致性测试包含以下 2 方面内容。

(1) 路侧单元(RSU)/车载单元(OBU)接收信息测试。具体的测试步骤为:① 从消息库中随机选择 5 类消息(包括基础安全消息(BSM)、路侧消息(RSI)、交通灯相位与时序消息(SPAT)、路侧安全消息(RSM)和地图(MAP)消息)中的若干条信息^[4],通过上位机软件将所选消息由测试系统进行发送。若被测实体是 OBU 时,发送全部 5 类消息,若被测实体是 RSU 时,仅发送 BSM 消息。② 被测实体将接收到的消息进行解析,输出经 ASN.1 解码器解码后的结构化数据(数据格式由参与测试单位自定义,但要求全部数据元素具备可读性)。③ 比对测试用例消息与被测实体解析消息内容一致性。

(2) RSU/OBU 发送信息测试。其测试步骤为:① 被测实体发送所公示的消息,由测试系统进行接

收。若被测实体是 RSU 时,发送 RSI、SPAT、RSM 和 MAP 消息;若被测实体是 OBU 时,仅发送 BSM 消息。② 测试系统将接收到的消息进行解析,输出经 ASN.1 解码器解码后的结构化数据到上位机软件。③ 比对被测实体所发消息与测试系统解析消息的内容一致性。

目前,国内参与 OBU/RSU 测试的厂商有华为、大唐高鸿、星云互联、高新兴、海康智联和希迪等公司。经过测试,各厂商均实现了 OBU 与 RSU 协议的互联互通功能。

3 外场车路协同功能场景测试

V2X 车载终端包括通信模块、信号处理模块,以及人机界面(HMI)交互接口。通信模块负责 PC5 与 Uu 之间进行通信;信号处理模块负责对接收的附近车辆信息进行处理,识别出异常的車輛或危险状况;HMI 交互接口负责在发现危险情况下,第一时间向驾驶员进行提醒。

通过前方道路拥堵提醒(TJW)场景,可以简要说明外场车路协同测试的整体流程。TJW 是指当主车行驶前方发生交通拥堵状况时,RSU 将拥堵路段信息发送给主车,并对驾驶员进行提醒的场景,如图 3 所示。

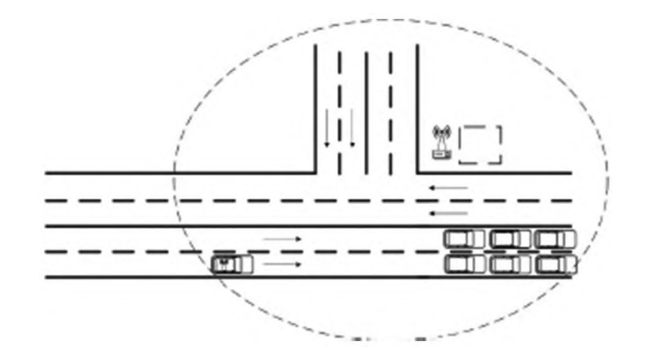


图 3 TJW 场景示意图

通常,外场车路协同功能场景测试的流程如下:① 测试前确保主车和拥堵测试通信正常,车辆刹车系统功能正常;② 沿路口直线正向,主车以 60 km/h 行驶;③ 记录主车 TJW 功能报警时间,同时记录碰撞时间(TTC);④ 记录各设备厂商提示前方拥堵语音与实际拥堵距离,以及提示的不同类型车辆的状态;⑤ 根据测试数据对测试设备进行详细评价。

4 结语

作为车路协同应用场景实现的一种主流技术方案,目前 C-V2X 技术已得到国内外多家设备厂商的支持。基于天津(西青)国家车联网先导区车路协同环境建设,本文对 C-V2X 相关测试技术进行了研究,并对复杂的车路协同应用场景测试标准进行了分析。

在未来几年,C-V2X 测试技术的深入化、测试标准的规范化及测试场景的拓展都将是业内重点关注的

课题。

参考文献

- [1]张小俊,郭剑锐,郭蓬,等.面向智能驾驶的 V2X 测试方法研究[J].汽车电器,2020(5):1-5.
- [2]张亚萍,权建刚,徐浩宇.V2X 测试环境搭建研究与分析[J].汽车工业研究,2017(7):45-49.
- [3]刘华.基于 V2X 系统的开放道路场景实现研究[J].信息通信,2020(10):178-180.
- [4]孙世聪.一种车路协同系统功能测试方法[J].长江信息通信,2021,34(2):207-209.

汽车与新动力
AUTOMOBILE AND NEW POWERTRAIN

及时的**汽车资讯** 强大的**数据库**引擎 前沿**技术剖析** 全网**平台覆盖**

汽车与新动力
AUTOMOBILE AND NEW POWERTRAIN
www.qcyxdl.cn
您的技术综合服务平台



邮箱 qcyxdl@126.com
电话 021-25079193
地址 上海市杨浦区军工路2500号

主管单位 上海汽车集团股份有限公司 支持单位 上海机动车检测认证技术研究中心有限公司
主办单位 上汽大通汽车有限公司 上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心
上海内燃机研究所有限责任公司 同济大学