



C-V2X 技术 在智能网联行业中应用探讨

Application of C-V2X Technology in Intelligent Connected Industry

宋蒙 /SONG Meng, 刘琪 /LIU Qi, 许幸荣 /XU Xingrong,
王颢 /WANG Ti

(中国联通智能城市研究院, 北京 100048)
(China Unicom Smart City Research Institute, Beijing 100048, China)

DOI: 10.12142/ZTETJ.202001013

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20200222.1446.004.html>

网络出版日期: 2020-02-23

收稿日期: 2019-12-26

摘要: 智能网联汽车可以实现安全、舒适和高效的行驶。蜂窝车用无线通信(C-V2X)技术是实现智能网联业务的重要技术手段之一。全球多个标准组织都开展了包括C-V2X关键技术、网络架构和业务应用场景的研究。C-V2X与感知技术、移动边缘计算(MEC)和5G相融合,能够实现智能网联业务提供强大的助力。C-V2X网络的部署采用“终端-网络-平台”的一体化架构。通过开展规模试验、试点部署积累经验,逐步实现大规模商用落地。C-V2X也面临着产品商用化推广、建设投资成本较高以及商业模式不清晰等挑战。

关键词: 智能网联汽车; C-V2X技术; 商用部署

Abstract: Intelligent Connected Vehicle is able to achieve safe, comfortable and efficient driving and Cellular Vehicle to X (C-V2X) is one of the key enabling technologies. At present, many standards organizations around the world have carried out research on key technologies, network architecture and application scenarios of C-V2X. Combining with sensor technology, Mobile Edge Computing (MEC) and 5G, C-V2X provides powerful assistance for the realization of intelligent connected business. C-V2X network deployment will adopt an integrated architecture consisting of terminal, network and platform. The large-scale commercial implementation will be realized on the basis of experience from scale tests and demonstration deployment. C-V2X is faced with the challenges of product commercial promotion, high cost of construction investment and unclear business model.

Keywords: Intelligent Connected Vehicle; C-V2X Technology; commercial deployment

智能网联汽车是按照约定的通信协议和数据交互标准,实现车与车、车与路以及车与云平台等智能信息交换共享,实现安全、舒适、节能、高效行驶的新一代汽车。智能网联产业具有技术整合、信息共享、产业融合的特点。感知技术、通信技术、定位技术等多种先进技术的融合,可实现高效的信息交互和智慧交通。

目前中国的政策大力扶持智能网联行业发展,将推动智能网联相关的技术研发和落地应用作为发展目标。中国目前有全球规模最大的移动通信网络以及第一的汽车保有量,对智

能网联行业的发展有强大的市场驱动力。蜂窝车用无线通信(C-V2X)技术使车与车、路、云能够通信,从而获得实时路况、道路信息、行人信息等一系列交通信息,是未来智能网联行业的关键使能技术。对运营商来说,C-V2X也是探索业务转型、拓展新市场的重点领域。

1 C-V2X 技术研究现状

目前,第三代合作伙伴计划(3GPP)已经分别发布了对基于长期演进的车用无线通信(LTE-V2X)技术以及基于5G的车用无线通信(5G-V2X)

技术定义的27种^[1]和25种^[2]应用场景。其中,3GPP TR 22.885定义的应用场景主要实现辅助驾驶功能,包括主动安全(例如碰撞预警、紧急刹车等)、交通效率(例如车速引导)、信息服务3个方面。3GPP TR 22.886主要实现自动驾驶功能,包括高级驾驶、车辆编队行驶、离线驾驶、扩展传感器传输等。

3GPP V2X研究可分为3个阶段:

(1)第1阶段在R14中完成,包括Uu(基站与终端间的通信)接口以及PC5(直接通信)接口2种通信方式,车对车(V2V)、车对基础设施(V2I)、车对人(V2P)和车对网络(V2N)4

类业务模式和 TR 22.885 中的业务场景。同时,在业务需求方面,标准也针对 LTE-V2X 支持的最大移动速度、时延、消息发送频率、数据包大小等参数进行了定义^[3-4]。

(2) 第 2 阶段是在 R15 中完成对 LTE-V2X 技术增强,进一步提升 V2X 的时延、速率以及可靠性等性能,以进一步满足更高级的 V2X 业务需求,即 TR 22.886。其相关技术主要针对 PC5 的增强,采用与 LTE-V2X 相同的资源池设计理念和相同的资源分配格式;因此可以与 LTE-V2X 用户共存且不产生资源碰撞干扰影响。

(3) 第 3 阶段是基于新空口的蜂窝车用无线通信(NR-V2X)技术标准技术研究。主要是在 R15 中完成对 NR-V2X 技术研究(SI 阶段),并在 R16 中完成对 NR-V2X 的标准化(WI 阶段)。该阶段预计在 2020 年 3 月份完成。

2016 年 9 月,奥迪、宝马、戴姆勒、爱立信、华为、英特尔、诺基亚及高通发起成立的会员式组织 5G 汽车联盟(5GAA),着眼于开发、测试、推动用于自动驾驶、业务泛在接入、智慧城市整合及智能交通等应用的通信解决方案,助推标准,促进产品的商用化发展及全球市场渗透。此外,中国通信标准化协会(CCSA)、中国智能交通产业联盟(C-ITS)、未来移动通信论坛(FuTURE)等多个标准组织与产业联盟目前也正在积极推动 V2X 方面的标准研发和场景测试。

2 C-V2X 助力智能网联业务

2.1 C-V2X 与感知结合是智能网联汽车未来的发展方向

面向未来高级智能驾驶的技术路线主要分为 2 个:一个是单车智能化,另一个是基于 C-V2X 技术的网联化。

单车智能化主要通过雷达、摄像

头等传感器来感知周围环境状态信息,并对数据进行收集处理、分析判定,最终下达行车指令。基于感知手段获取路况信息较为精准,并且实时性高;但是,单车感知存在一定的弊端。这些弊端体现在:首先,信息探测范围有限(一般在 100~200 m 之内),并且容易受到如光照、天气等环境因素的影响,传感器灵敏度和精度会大幅下降;其次,目前市面上的高精度感知设备成本非常高,具有高级别自动驾驶能力的智能化成本甚至可能高于车辆本身。因此,单车智能化无法大规模推广应用。

基于 C-V2X 网联化使车辆可以与周围的车辆、行人、路侧设备等任何具备通信能力的对象相连,以获取周围的环境信息。C-V2X 网络采集路侧的基础设施以及摄像头、雷达等道路监测传感器的数据,使所有交通信息和交通元素更全面、更准确、更广阔地为智能网联汽车的感知系统提供决策和服务。网联化的探测范围比智能化的更大,但是它只能在网络覆盖的区域中才能发挥作用,并且受限于网络的容量和传输速率;因此,网联与智能相辅相成,二者结合是未来安全驾驶技术发展的方向^[5]。

2.2 C-V2X 与移动边缘计算(MEC)

融合为用户提供区域化智能网联业务

典型的 C-V2X 场景中包括如车载终端、道路基础设施、移动网络等,对应路侧的路况感知与协同调度,多媒体视频或高精度地图分发等多种业务需求。业务平台需要将车侧、路侧获取的数据进行存储和计算,为 C-V2X 设备提供所需要的各类应用服务;因此,大量终端接入及数据传输对网络的带宽和时延有很高的要求。

MEC 是一种具有高带宽、低延

时、本地化等特点的技术,将计算存储能力与业务服务能力向网络边缘迁移,使应用、服务和内容实现本地化,一定程度上满足网络热点高容量、低功耗大连接、低时延高可靠等技术场景的业务需求。将 C-V2X 与 MEC 融合可以提升 C-V2X 端到端通信能力。MEC 能够提供强大的本地计算能力和存储资源,支持部署更具本地区域特色、更高吞吐量的 C-V2X 服务^[6]。

C-V2X 的 V2V 通信大多可以通过 PC5 直接完成,也可以利用 MEC 实现信息传输的桥接;而 V2I 与 V2N 场景则可以更多地与移动无线通信网络发生关系,从而更充分利用 MEC 的能力。MEC 在网络的边缘提供信息技术(IT)基础资源以及虚拟化应用托管环境时,C-V2X 应用可以部署在其中。这可以显著降低 C-V2X 业务的端到端时延,改善用户体验。例如安全辅助驾驶、自动驾驶业务属于对通信时延高敏感的业务场景。如果将此类业务部署在 MEC 上,就可以降低业务时延,实现快速的数据处理和反馈。另外,MEC 的本地属性可以提供区域化、个性化的本地服务。

2.3 C-V2X 与 5G 构建智能网联新生态

5G 网络拥有高速率、低时延的特性。5G 车联网业务主要以智慧道路监测、自动驾驶、远程驾驶、编队行驶等业务为主。C-V2X 与 5G 联合组网构建广覆盖与直连通信协同的融合网络,保障智慧交通业务连续性。

5G 的低时延和 C-V2X 的道路环境感知能力,将会给交通的安全和效率带来极大提升。例如,5G+C-V2X 网络构建的智能路况监测业务场景,可以通过 5G 网络和 C-V2X 网络对路面积水、结冰、施工维护、车道异物、事故提醒、车速管控等交通路况实施采集,通过 5G 网络将信息上传至云

平台实时分析决策后，再通过 5G 和 C-V2X 将信息下发给车辆和行人，用于异常路况提醒、施工提醒、限速预警、闯红灯预警、拥堵提醒等；信息下发给交通管理部门时，可用于道路精准监控、智能交通流量分析、基础设施故障监控、智慧执法等。5G+C-V2X 实现有效规避、减少交通拥堵和事故，保障出行安全、提高通行效率。

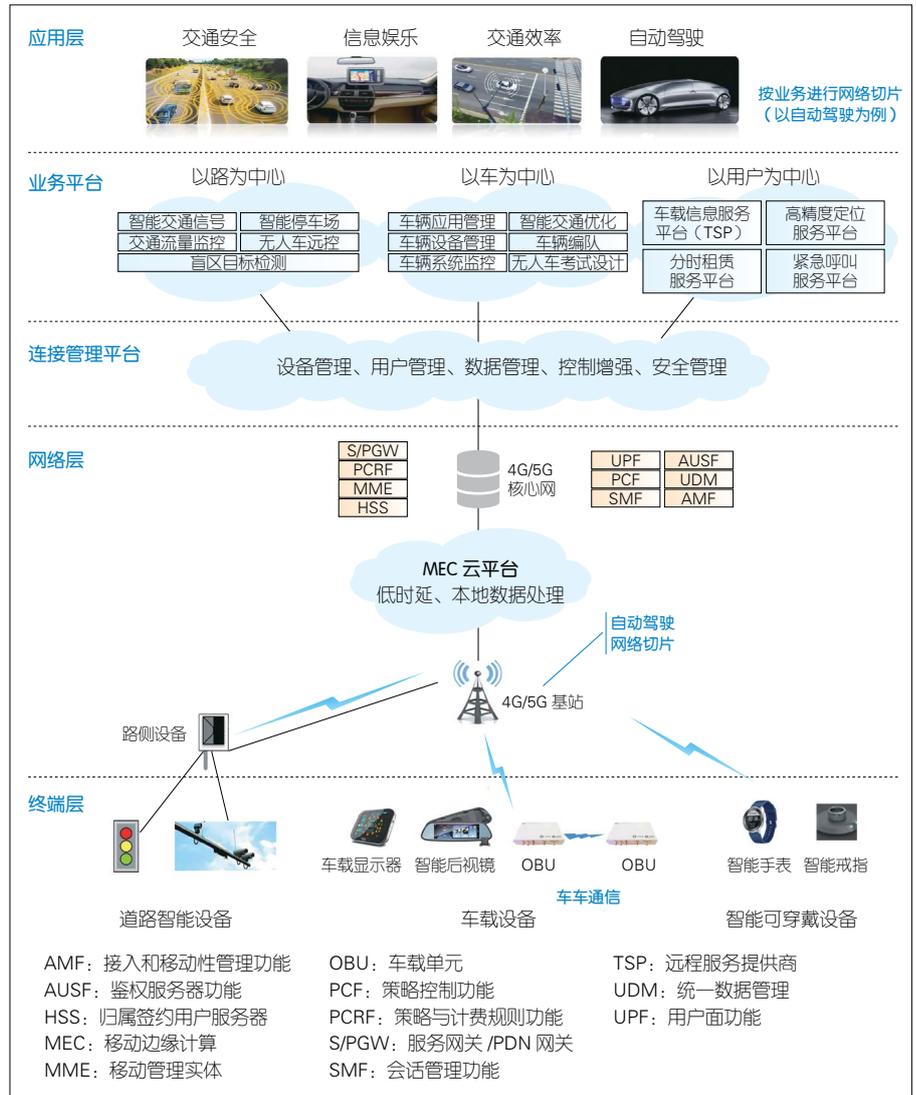
5G+C-V2X 能够提升交通效率，降低社会成本。例如，在高速公路编队行驶业务中，领队车辆为有人驾驶或一定条件下的无人驾驶，跟随车队为基于实时信息交互的无人驾驶车。领队车辆的车载摄像头、雷达采集车辆周边环境。5G 终端将采集的感知信息及车辆状态信息实时上传。平台基于上报的信息做出决策，并将决策指令下发，帮助车辆识别路况、变换行驶速度和方向。而车载 V2X 终端则实现车队车辆之间及车路之间信息交互。编队行驶可以提升整体道路的通行效率，降低人力和时间成本，带来可观的经济效益。

3 基于 C-V2X 的系统架构与发展建议

3.1 C-V2X 总体架构

基于 C-V2X 的车联网将采用“终端-网络-平台”的统一架构，如图 1 所示^[7]。路端实现基础设施的全面信息化，构建全方位数字化镜像映射交通系统；车端实现交通工具智能化，建立智能驾驶系统、智能物流系统；云端实现智能交通的一体化管控，包括大数据的收集、共享、分析，以及全局交通动态的智能管控等。

● 综合业务平台——打造车联网协同互联云平台，实现互联互通。在功能上，车联网云平台一方面具有网络管理能力（包括业务管理、连接管



▲图 1 智能网联体系总体架构

理），含有车联网通用业务分析组件，能够实现车车协同和车云协同；另一方面具有网络开放能力，例如进行大数据分析、拓展新的业务渠道，或者向第三方企业开放网络接入功能。

● 一体化的交通网络——纵向通过 C-V2X，包括 LTE-V2X 以及 NR-V2X，实现车车、车路的直连通信，为实现智慧交通提供更可靠、高效的网络服务。横向实现 4G/5G 网络共存，依据不同的业务需求选用不同的网络及技术，实现多模通信。C-V2X 与蜂窝网络相结合，可实现网络的无缝覆盖和“车-路-云”之间的多维高速

信息传输。

● 基础设施信息化——终端即基础设施层，是智慧交通的神经末梢，能实现道路的全面感知与检测，同时实现感知数据的结构化处理。雷达、摄像头、车载单元（OBU）/路侧设备（RSU）以及交通基础设施等，通过传感器或 C-V2X 通信实现周围环境的信息收集。

3.2 C-V2X 发展建议

随着 C-V2X 技术的发展成熟，未来的 C-V2X 网络部署落地大体上可以分为以下 3 个阶段：

(1) 组织运营商、设备商、车企、交通部门等开展规模试验, 深入挖掘智能网联服务的范围, 探索组网与运营模式的解决方案, 提升终端设备、网络设备和平台开发的成熟度, 建立起覆盖 C-V2X 功能、性能、安全性等全方位的试验体系。

(2) 针对特定场景的试运营, 在试点区域内部署路侧设备和 5G 基站, 打造示范先导示范区。例如, 在城市公交车专用道进行部署, 即在公交车上部署车联网车载终端, 可以实现交通安全、高效行驶、节能减排等各类业务应用; 在高速公路规划专用车道, 可以实现物流卡车在这些路段的车辆编队行驶, 实现智慧物流。

(3) 随着 C-V2X 技术和相关产品的进一步成熟和渗透率的提升, 以及前 2 个阶段的积累, 建立包含智能网联汽车、智慧道路和一体化管控平台的智慧交通体系, 进一步探索新的运营管理模式, 并推广到全国各重点城市和智慧新城中。

4 C-V2X 应用面临的挑战

(1) C-V2X 产品未规模商用化及推广。

与单车感知、专用短程通信技术 (DSRC) 等技术相比, C-V2X 技术的研究起步较晚。虽然 C-V2X 的关键产品 (包括芯片、车载终端、路侧基础设施等) 在近 2 年已经取得了很大进展, 但产品本身商业部署还仍然有差距, 尚没有较大规模的商用化, 市场渗透率也较低。仍需要加大研发力度, 才能尽早实现产品规模商用。

(2) C-V2X 建设成本较高。

C-V2X 技术旨在实现车路协同, 需要路侧基础设施部署的覆盖率和车载终端部署的渗透率共同实现。路侧基础设施的部署包括 RSU、路侧感知设

备 (摄像头、雷达、环境感知设备) 以及智能信号灯、智能化标志标识等; 此外, 网络能力的增强还需要 MEC、LTE 或者 5G 蜂窝基站的部署等。目前, 中国城市道路超过 4×10^5 km, 高速公路里程也超过 1.4×10^5 km。如果实现全部覆盖, 建设成本预计在数千亿元; 因此, 未来 C-V2X 网络的建设规模、资金来源都是考验产业发展的关键因素。

(3) 尚未有成型的商业模式。

与以往传统车联网的商业模式不同, C-V2X 产业牵涉的主体众多, 还未形成强有力的主导方, 未有统一的 C-V2X 网络部署方案。整个 C-V2X 产业没有形成核心的凝聚力, 导致产业推动力量发散; 因此, 非常有必要基于示范项目逐步探索合适的商业模式, 并在推动产品成熟与跨行业协作融合的同时, 明确 C-V2X 关键的建设者和运营者。

5 结束语

智能网联业务是未来智能交通的发展方向, 而 C-V2X 是将车辆、道路与网络平台连接的桥梁。目前, LTE 的网络性能可以满足部分车联网业务。随着 5G 的到来, 网络能力会进一步加强, 这更有利于驾驶信息的获取与传输, 有助于在未来实现更加丰富的车联网服务。一方面, 运营商作为传统的通信管道提供商, 需要通过网络演进及升级来支持低时延、高可靠业务; 另一方面, 运营商也正在积极探索在新形成的车联网产业链中的角色转变, 即从传统的管道服务向全面服务运营演进。

参考文献

- [1] 3GPP. Study on LTE Support for Vehicle to Everything (V2X) Services: 3GPP TS 22.885[EB/OL]. (2015-12)[2020-01-03]. https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22_series/22.885
- [2] 3GPP. Study on LTE-Based V2X Services: 3GPP TS 22.886 [EB/OL]. (2017-03)[2020-01-03]. https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22_series/22.886

- [3] 3GPP. Study on LTE-Based V2X Services: 3GPP TS 36.885 [EB/OL]. (2016-06)[2020-01-03]. https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/36_series/36.885
- [4] 3GPP. Service Requirements for V2X Services: 3GPP TS 22.185 [EB/OL]. (2017-03)[2020-01-03]. https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22_series/22.185
- [5] 中国联通. 中国联通车联网白皮书 (2017) [EB/OL]. (2017-10)[2020-01-03]. <https://download.csdn.net/download/fishin-house/10031915?web=web>
- [6] IMT-2020 (5G) 推进组 C-V2X 工作组. MEC 与 C-V2X 融合应用场景白皮书 [EB/OL]. (2019-01-23)[2020-01-03]. <http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201901/P020190123572024553363.pdf>
- [7] 中国联通. 5G+ 智慧交通白皮书 [EB/OL]. (2019-07)[2020-01-03]. http://www.360doc.com/content/19/0708/15/224530_847446664.shtml

作者简介



宋蒙, 中国联通智能城市研究院高级工程师; 主要从事 5G 技术、V2X 技术研究和测试验证; 已发表论文 6 篇, 拥有专利 20 项。



刘琪, 中国联通智能城市研究院教授级高级工程师; 主要从事 5G、车联网、高精度定位等方向的研究; 曾获中国信学会科学技术奖、广东省科技进步奖等多项省部级奖项; 已发表论文 30 余篇, 出版专著 2 本, 申请发明专利 40 余项。



许幸荣, 中国联通智能城市研究院工程师; 主要从事车联网、5G、V2X 相关方向研究。



王题, 中国联通智能城市研究院教授级高级工程师, 国务院政府特殊津贴专家; 主要研究方向为 5G、智慧城市、大数据、车联网等; 曾获全国优秀工程勘察设计金奖、省部级科技进步一等奖等 40 余项。