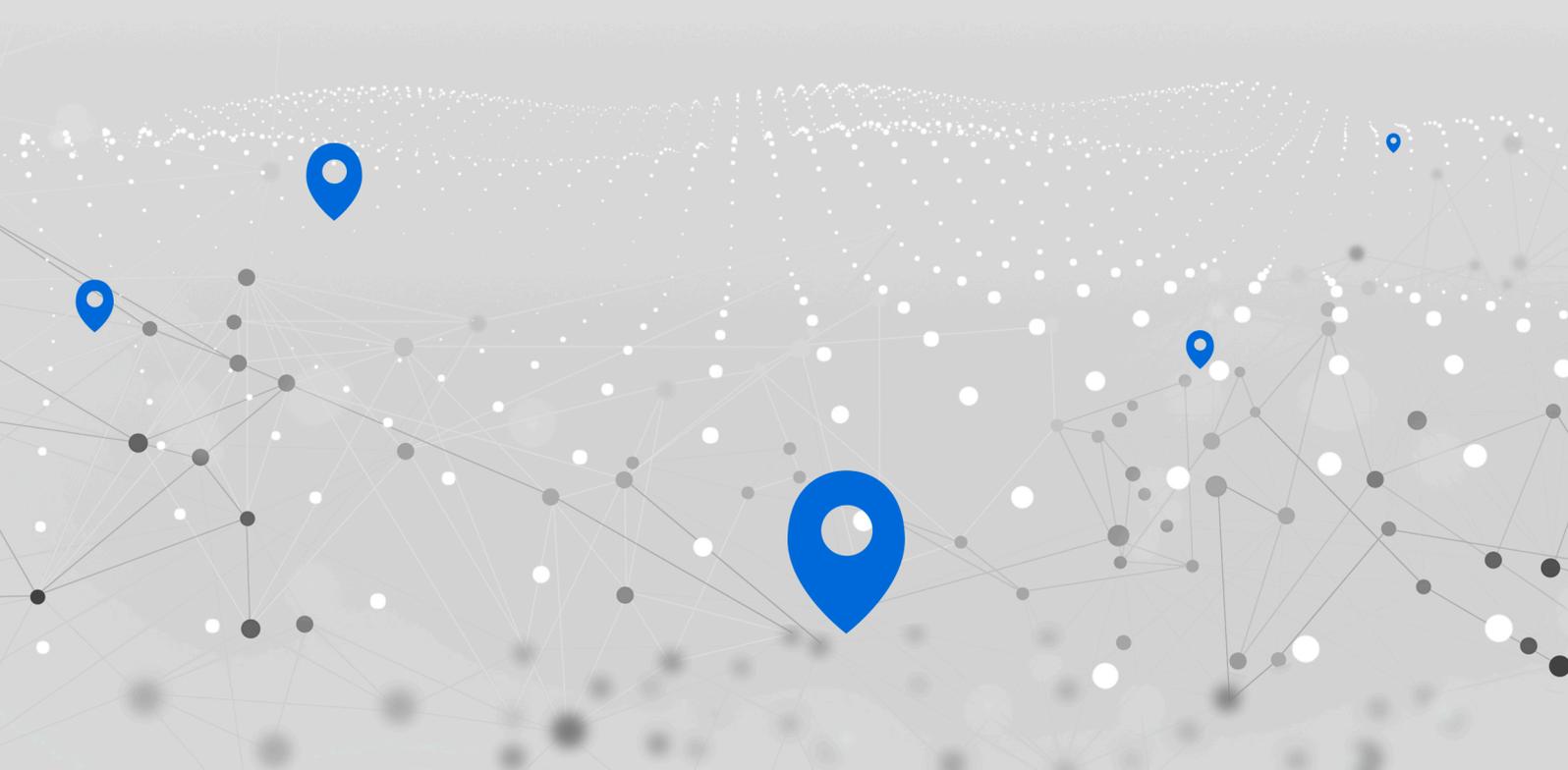


5G

车路协同开源项目

OpenV2X 架构白皮书



版权声明

本报告版权属于编写单位，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本调查报告文字或者观点的，应注明来源。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

编写说明

编写单位： OpenV2X 社区/上海开源信息技术协会

OpenV2X 社区/上海开源信息技术协会

目录

版权声明.....	2
一、 V2X 概述.....	4
1. V2X 定义和发展概述.....	4
2. V2X 新旧架构对比：“4G+云”vs.“5G+云+边”模式.....	7
1) 端侧基础设施能力.....	8
2) 边侧计算能力.....	8
3) 网络通信能力.....	9
4) 云侧平台能力.....	10
3. “5G+云+边”模式下 V2X 面临的问题和挑战.....	10
二、 5G OpenV2X 开源项目介绍.....	13
1. 5G OpenV2X 开源项目愿景.....	13
2. 5G OpenV2X 设计目标.....	14
3. 5G OpenV2X 目标架构体系.....	15
三、 5G OpenV2X 未来工作.....	18
1. 版本发布计划.....	18
2. 开源托管计划.....	18
四、 发起单位寄语.....	19
附录：参考文献.....	22

OpenV2X 社区/上海开源信息技术协会

5G 车路协同开源项目 OpenV2X 架构白皮书

一、V2X 概述

1. V2X 定义和发展概述

1) V2X 定义

V2X(Vehicle to Everything) 是将车辆与一切事物相连接的新一代信息通信技术，其中 V 代表车辆，X 代表任何与车交互信息的对象，当前 X 主要包含车、人、交通路侧基础设施和网络。V2X 交互的信息模式包括：车与车之间 (Vehicle to Vehicle, V2V)、车与路之间 (Vehicle to Infrastructure, V2I)、车与人之间 (Vehicle to Pedestrian, V2P)、车与网络之间 (Vehicle to Network, V2N) 的交互[1]。

V2X 将“人、车、路、云”等交通参与要素有机地联系在一起，不仅可以支撑车辆获得比单车感知更多的信息，促进自动驾驶技术创新和应用；还有利于构建一个智慧的交通体系，促进汽车和交通服务的新模式新业态发展，对提高交通效率、节省资源、减少污染、降低事故发生率、改善交通管理具有重要意义。

2) V2X 应用场景

车联网 V2X 发展的核心目标是赋能实现自动驾驶和自主交通。在多个城市，红绿灯诱导通行，危险路段预警，智能化公共交通，自动驾驶出租车等新型应用场景不断涌现，车联网正在加速生产方式变革，逐步满足人民群众日益增长的美好出行需求。

借助于人、车、路、云平台之间的全方位连接和高效信息交互。V2X 目前正从信息服务类应用向交通安全和效率类应用发展，并将逐步向支持实现自动驾驶的协同服务类应用演进。V2X 典型的应用场景举例如下[1]：

- **信息服务典型应用场景**

信息服务是提高车主驾车体验的重要应用场景，是 V2X 应用场景的重要组成部分。典型的信息服​​务应用场景包括紧急呼叫业务等。紧急呼叫业务是指当车辆出现紧急情况时（如安全气囊引爆或侧翻等），车辆能自动或手动通过网络发起紧急救助，并对外提供基础的数据信息，包括车辆类型、交通事故时间地点等。服务提供方可以是政府紧急救助中心、运营商紧急救助中心或第三方紧急救助中心等。该场景需要车辆具备 V2X 通信的能力，能与网络建立通信联系。

- **交通安全典型应用场景**

交通安全是 V2X 最重要的应用场景之一，对于避免交通事故、降低事故带来的生命财产损失有十分重要的意义。典型的交通安全应用场景包括交叉路口碰撞预警等。交叉路口碰

撞预警是指，在交叉路口，车辆探测到与侧向行驶的车辆有碰撞风险时，通过预警声音或影像提醒驾驶员以避免碰撞。该场景下车辆需要具备广播和接收 V2X 消息的能力。

● 交通效率典型应用场景

交通效率是 V2X 的重要应用场景，同时也是智慧交通的重要组成部分。对于缓解城市交通拥堵、节能减排具有十分重要的意义。典型的交通效率应用场景包括车速引导等。车速引导是指路边单元（RSU）收集交通灯、信号灯的配时信息，并将信号灯当前所处状态及当前状态剩余时间等信息广播给周围车辆。车辆收到该信息后，结合当前车速、位置等信息，计算出建议行驶速度，并向车主进行提示，以提高车辆不停车通过交叉口的可能性。该场景需要 RSU 具备收集交通信号灯信息，并向车辆广播 V2X 消息的能力，周边车辆具备收发 V2X 消息的能力。

● 自动驾驶典型应用场景

与现有的摄像头视频识别、毫米波雷达、激光雷达类似，V2X 是获得其他车辆、行人运动状态（车速、刹车、变道）的另一种信息交互手段，并且不容易受到天气、障碍物以及距离等因素的影响。同时，V2X 也有助于为自动驾驶的产业化发展构建一个共享分时租赁、车路人云协同的综合服务体系。目前，典型的自动驾驶应用场景包括车辆编队行驶、远程遥控驾驶等。车辆编队行驶是指头车为有人驾驶车辆或自主式自动驾驶车辆，后车通过 V2X 通信与头车保持实时信息交互，在一定的速度下实现一定车间距的多车稳定跟车，具备车道保持与跟踪、协作式自适应巡航、协作式紧急制动、协作式换道提醒、出入编队等多种应用功能。远程遥控驾驶是指驾驶员通过驾驶操控台远程操作车辆行驶。搭载在车辆上的摄像头、雷达等，通过 5G 网络大带宽将多路感知信息实时传达到远程驾驶操控台；驾驶员对于车辆方向盘、油门和刹车的操控信号，通过 5G 网络的低时延高可靠实时传达到车辆上，轻松准确的对车辆进行前进、加速、刹车、转弯、后退等驾驶操作。

3) V2X 关键技术

5G 车联网 V2X 技术主要涉及车载设备、路侧设施、网络、云平台、安全和高精度定位。车联网车载设备分前装和后装的不同产品形态；路侧设施包括 4G/5G 蜂窝基站通信设备、C-V2X 专用通信基础设施、路侧智能设施、MEC(多接入边缘计算/移动边缘计算) 设备；网络层面在 5G 时代会重点部署网络切片；云平台考虑分级部署，并建设云控平台；安全方面将从网络通行、业务应用、车载终端和路侧设备三个方面保障；高精度定位通过 GNSS 或其差分补偿 RTK、无线电（例如蜂窝网、局域网等）、惯性测试单元、传感器以及高精度地图实现^[2]。

车联网路侧基础设施建设重点包括：4G/5G 蜂窝基站等通信基础设施；多形态的 RSU 等 V2X 专用通信基础设施；交通控制设施（交通信号灯，标志，标线，护栏等）智能化，以及在路侧部署摄像头、毫米波雷达、激光雷达和各类环境感知设备在内的路侧智能设施；MEC（多接入边缘计算/移动边缘计算）设备。

车联网云平台作为车联网 V2X 业务的基础能力平台，旨在为 V2X 业务及上层应用提供数据高并发接入、融合分析、高精度定位、网络能力开放、边缘计算、业务连续性保障等基础能力，以满足车联网辅助驾驶，自动驾驶的业务需求。车联网 V2X 云控平台是通过“人车路网云一体化”，为智能驾驶提供协同感知，协同决策，协同控制服务的基础性平台。云控平台采用 1) 自主可控、安全可靠的云控基础软件系统，2) 逻辑单一、物理分散的云计算中心，3) 标准统一、开放共享的基础数据中心——实现人、车辆、基础设施、交通环境等领域的基础数据整合应用，为智能汽车的研发制造、安全运行、交通管理、应用服务等提供支撑。

4) V2X 国际国内发展现状

- V2X 国际发展现状^[2]

5G 车联网 V2X 已经成为全球多个国家核心产业发展战略之一，中国、美国、欧洲、日本等国家均陆续出台众多产业发展政策。

美国交通运输部2015年发布《美国智能交通系统 (ITS)战略规划 (2015~2019年)》，汽车智能化和网联化是该战略计划的核心，美国ITS战略从单纯的车辆网联化，升级为汽车网联化与自动控制智能化的双重发展战略，发展目标包括提高车辆与道路安全行、增强交通移动性、降低环境影响、促进创新和支持交通系统信息共享。2016年9月，美国交通运输部和国家公路交通安全管理局发布了《联邦自动驾驶汽车政策指南》，规定新的自动驾驶汽车技术满足15个要点的安全评估，为自动驾驶技术提供制度保障。2017年9月，美国交通运输部发布了《自动驾驶2.0：安全愿景》，进一步精简了内容、简化了流程、降低了门槛。2.0版本鼓励各州重新评估现有的交通法律法规，为自动驾驶技术的测试和部署扫除法律障碍。2018年10月，美国交通运输部发布了《自动驾驶汽车3.0：为未来交通做准备》，基于2.0版本所提供的自愿性指南基础，支持将自动驾驶的安全、高效、可靠、经济集成到多联式跨界的地面运输系统中。

欧盟委员会建立 C-ITS 平台以在车联网的部署中发挥更加突出的作用。该平台是一个包括国家主管部门、C-ITS 利益相关方和欧盟委员会在内的合作框架，以就在欧盟范围内部署可互联互通的 C-ITS 达成共识。C-ITS 战略的目标是促进整个欧盟范围内的投资和监管框架的融合，以达到从2019年开始部署 C-ITS 业务的目的。欧盟相关国家和道路运营管理机构为了协调部署和测试活动，建立了 C-Roads 平台，以共同制定和分享技术规范，并进行跨站点的互操作测试验证。

日本政府重视自动驾驶汽车和车联网的发展，在政策、标准等方面为其发展提供了良好的平台。日本政府于2016年发布高速公路自动驾驶和无人驾驶的实施路线报告书，明确期望于2020年在部分地区实现自动驾驶功能。另外，日本内务和通信部 (MIC) 积极组建研究组来推进车联网发展。

- V2X 国内发展现状^[2]

近年来，我国在汽车制造、通信与信息以及道路基础设施建设等方面，均取得了长足的进步。汽车产业整体规模保持世界领先，自主品牌市场份额逐步提高，核心技术不断取得突破。信息通信领域则涌现一批世界级领军企业，通信设备制造商已进入世界第一阵营，在国际 C-V2X、5G 等新一代通信标准的制定中也发挥了越来越重要的作用。在国家基础设施建设方面，宽带网络和高速公路网快速发展、规模位居世界首位，北斗卫星导航系统可面向全国提供高精度时空服务。我国具备推动 C-V2X 产业发展的基础环境，能够进一步推动 C-V2X 技术产业化发展和应用推广。

中国充分发挥 5G 通信技术优势，汽车产业规模优势和交通基础设施建设优势，开展跨行业深度合作，确定了车路协同推进的技术方案，主导并推动蜂窝车联网技术，成为国际主流标准并加速产业化。我国正在加快建立车联网标准体系。初步构建了车-路-云-网-图系统发展的生态系统。

2. V2X 新旧架构对比：“4G+云”vs.“5G+云+边”模式

2.1 智慧交通车路协同架构

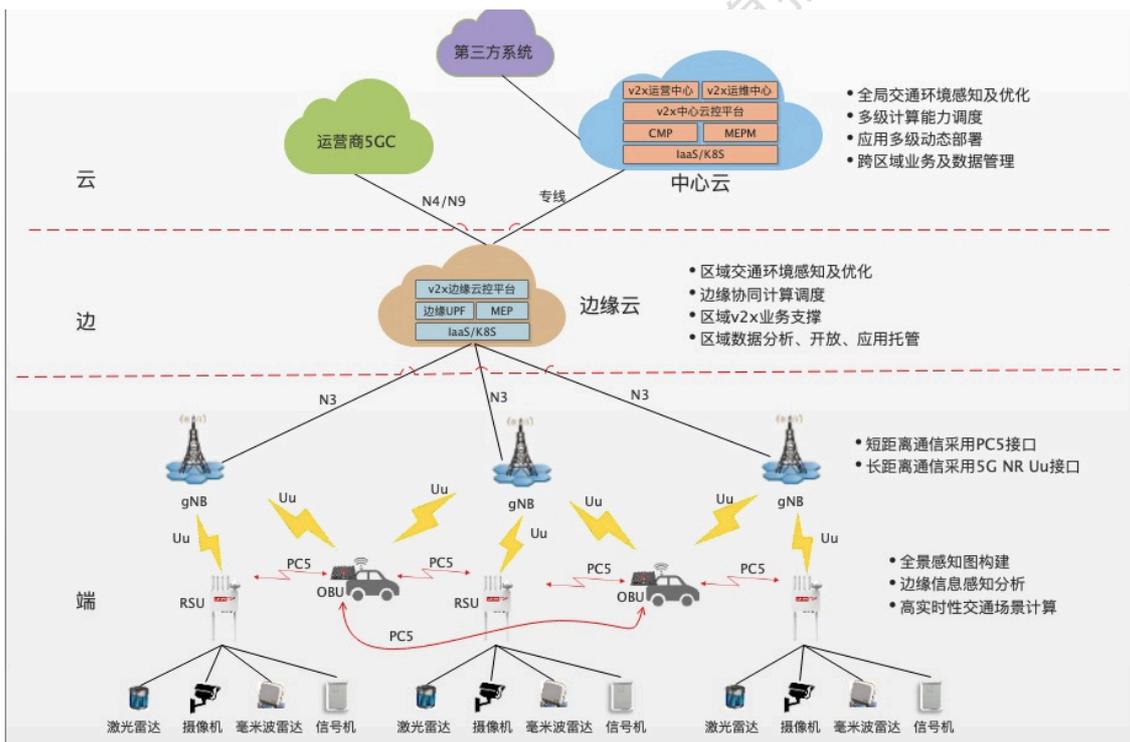


图 1-1 智慧交通车路协同架构图

5G 车路协同通过“端”、“边”、“云”三层架构实现环境感知、数据融合计算、决策控制，从而提供安全、高效、便捷的智慧交通服务，如图 1-1 所示。相比较之下，4G 车路协同只能通过“端”、“云”两层架构实现，仅提供 V2X 的辅助驾驶业务支撑。

2.2 车路协同“4G+云”vs.“5G+云+边”模式对比

1) 端侧基础设施能力

端侧基础设施能力是指交通服务中实际参与的实体元素，包括通信功能的 OBU(On Board Unit)、RSU(Road Side Unit)等，感知功能的摄像头、雷达等，以及路侧交通设备包括红绿灯、公告牌、电子站牌等[3]。

车联网场景中，根据端侧设备在整体系统中的功能和作用，可以分为三大类：通信类、感知类和功能性基础设施类。在“4G+云”和“5G+云+边”的模式中具备相同的感知类设备和基础设施类。

通信类中，OBU 设备实现 V2X 的车载终端，在功能上具备通信能力、存储能力以及简单的数据处理和计算能力。OBU 可以搭载多种通信模式，在“4G+云”模式下包括 LTE-NR 模组及 C-V2X，同时 OBU 应当支持 Uu 口及 PC5 口的认证鉴权及安全通信。LTE-V2X 已经具备了商用的基础条件。“5G+云+边”模式下 OBU 需要能搭载 5G-NR 模组，预计随着 5G-V2X (NR) 阶段性标准化的进展，以及主要设备企业的产品计划逐渐成熟，5G-V2X 会具备商用的基础条件。

RSU 设备是部署在路侧的 V2X 通信单元，从数据交互角度 RSU 可将交通信息广播到车端，同时将车侧信息收集到云端，以实现安全类、效率类及信息服务类业务。RSU 可搭载多种通信模组，在“4G+云”模式下包括 LTE 模组以及 C-V2X 模组，同时 RSU 应当支持 Uu 口及 PC5 口的认证鉴权及安全通信，以及通过 Uu 口实现数据回传。“5G+云+边”模式下 RSU 设备需要能搭载 5G-NR 模组，是 5G-V2X 具备商用的基础条件之一。

2) 边侧计算能力

车联网作为 5G 网络的典型应用场景蕴含着巨大的市场潜力和社会价值。每辆联网车通过车载 OBU 与周围基础设施每天产生 GB 甚至 TB 量级的通信数据量，“4G+云”模式势必给网络通信带来极大的传输压力。另外，从安全效率角度，V2X 的远程车检与控制对信令的时延要求为 20ms，对自动驾驶时延要求为 5ms[3]，“4G+云”模式目前解决场景中部分基础安全预警和效率提升类应用需求，主要用于辅助驾驶，而要实现高等级 V2X 驾驶场景，基于“4G+云”的模式是远远不能满足时延需求的。通过“5G+云+边”的模式，应用“边”即部署边缘云控平台，通过其中的 MEC 计算单元实现用户面数据的下沉，和传统 4G 网络数据集中到中心云处理相比，极大的缩短了数据回传回路。

边侧计算能力有两种交付模式，采用的工控机/融合网关模式，以及 5G/6G 下的运营商 MEC 模式，当前 4G 到 5G 的过渡阶段，往往采用工控机/融合网关模式，而随着 5G/6G 逐渐成熟，运营商 MEC 模式会有更好的潜力。

	工控机/融合网关模式	5G MEC模式
部署位置	路侧挂杆	运营商边缘机房

和摄像头、雷达等设备接通	有线方式	有线 / 5G边缘分流模式
覆盖性	一般只能覆盖一个路口	可以覆盖多个路口
软硬锁定	一般软硬不解耦，算法和硬件锁定	软硬解耦，融合算法和硬件解耦部署
算法计算能力	单机能力，台式机的处理能力	服务器集群，数据中心级别处理能力
生态扩展性	扩展性低	扩展性强

表 1-1 边侧计算能力交付模式比较

3) 网络通信能力

“4G+云” vs. “5G+云+边”模式中，从关键技术对比来看，5G 是 4G 的延伸，具体来说 5G 的关键技术，可包括大规模天线、超密集组网、全频谱接入、新型多址、新型多载波、先进调制编码、终端直通技术、灵活双工、全双工、频谱共享等十大关键技术，可以看到 5G 的关键技术在空口、架构等多个方面均有创新，无线网络发展潜力巨大[4]。

从关键能力对比，以往的移动通信系统主要强调用户峰值速率不同，5G 关键性能指标更加丰富，除用户峰值速率外，还包括用户体验速率、连接数密度、端到端时延、流量密度和移动性等。5G 与 4G 关键能力对比分析如下表 [4]。

关键性能指标	定义	4G	5G
用户体验速率 (bps)	真实网络环境下用户可获得的最低传输速率	10Mbps	0.1 ~ 1Gbps
连接数密度 (/Km ²)	单位面积上支持的在线设备总和	10万/Km ²	100万/Km ²
端到端时延 (ms)	数据包从源节点开始传输到被目的节点正确接收的时间	10ms	1ms
移动性 (Km/h)	满足一定性能的要求时，收发双方间的最大相对移动速度	350Km/h	500+Km/h
流量密度 (bps/Km ²)	单位面积区域内的总流量	0.1Mbps/Km ²	数十Tbps/Km ²

用户峰值速率 (bps)	单用户可获得最高传输速率	1Gbps	数十Gps
-----------------	--------------	-------	-------

表 1-2 5G 与 4G 关键能力对比

5G 与 4G 在无线通信方面，C-V2X 通信机制 V2N 场景中，联网车辆的车载 LTE 或者 NR 模组通过 Uu 无线接口实现车与网的互联，联网车辆可以通过有效的接入管理、鉴权管理、资源管理等完善的机制获得网络服务。在终端和终端的通信场景中使用 PC5 通信，端到端之间通过直连方式进行数据交互，大大缩短了数据的传输路径，减轻承载网络的数据传输压力。

从应用场景对比，4G 移动通信技术主要聚焦于移动宽带应用场景，提供增强型的系统容量以及更高的数据传输速率。而随着各类高带宽应用的涌现，5G 不仅为用户提供 4G 的移动宽带应用场景，还提供低功耗大连接和低时延高可靠的应用场景，以保证用户的移动性和业务连续性为目标，为用户提供无缝的高速业务体验。

4) 云侧平台能力

云侧平台的目标是通过连接道路上的智能路侧设备以及移动车辆终端设备，实现车辆与人、车、路、云的智能信息交换共享，以及交通基础设施的数字化。

“4G+云”模式在中心云平台进行路侧、车侧以及交通的实时监控，建立交通事件监测、通知体系，路面交通事件下发到路侧单元，并转发至车载单元。“5G+云+边”相较“4G+云”模式，在业务层面，针对低时延、实时性要求高的路面交通事件的业务“5G+云+边”将其下沉到 MEC 边缘平台处理，“4G+云”则采用在接入层的路口工控机进行处理，针对非低时延、非实时性业务“5G+云+边”和“4G+云”都在中心云部署计算算力进行实现。

在运维层面，“5G+云+边”模式把各类路侧设备接入到 MEC 边缘节点，通过中心云运维管理模块实现对边缘云的全部边缘节点统一远程管理、监控、全局运维。“4G+云”模式在接入层的路口工控机也通过中心云进行远程运维，但路口工控机安装环境和工况并非在边缘机房，因此设备工作工况受环境影响大，检修运维难度大，更涉及到路侧数据的计算、分析和决策能力可靠性也难以保障。

另外，“5G+云+边”中“边”MEC 边缘平台对车路协同场景的支撑，需要中心平台具备必要的业务、运维、安全等的边云协同能力。该边云协同能力在安全层面体现在不但保障中心云的容灾、身份行为安全，数字证书管理的安全，还需要同时监管边缘平台的安全性，实现中心云和边缘云的边云一致。“4G+云”模式在安全的边云协同中侧重是路口区域系统的安全性协同。

3. “5G+云+边”模式下 V2X 面临的问题和挑战

1) 矛盾一：运营方的中立开放需求 vs. 厂商方案锁定

建设和运营方推进规模化商用当务之急就是要进一步突破与技术、产业发展不相适应的瓶颈，释放并激发出各厂商在自动驾驶领域更多的创新活力。在“5G+云+边”模式 V2X 车路协同商业化落地发展的关键期，先进开放的技术方案、低成本出色的运营能力、切实可行的商业模式成为商业化竞争的关键。为此，建设和运营方在商业化的快速奔赴中，厂商方案的锁定行为可能带来更大的排除、限制竞争效果。在现有车路协同项目中，往往存在 RSU 设备和融合算法紧耦合、路侧硬件和智能算法紧绑定、特定业务数据（如公交、出租、景区）和特定方案封闭建设的问题，导致在路侧设备上存在重复建设、信息重复获取、接口互不共享的问题。从建设和运营方出发，则持续要求中立开放，促进各厂商不断壮大的可预期商业合作和生态建设，从而获得 V2X 车路协同在商业落地中的营收和合作生态。

2) 矛盾二：路侧数据算法的开放兼容 vs. 厂商算法和硬件不解耦

根据“5G+云+边”模式车路协同系统的技术架构要求，需要在边缘侧部署计算单元，边缘侧部署计算单元包括设备管理、运维管理、数据管理、安全管理、OpenAPI 等功能。其中涉及路侧数据算法部分软件系统要求采用 AI 感知算法将摄像头、雷达原始码流，点云数据中的车辆、非机动车、行人等交通目标进行检测，转化为连续、全景、多模态的对象结构化信息，形成全量感知对象的 3D 位置、朝向、类别、速度、轨迹的实时数据，并以 C-V2X 报文播发给车辆。

当前边缘计算单元大部分采用“工控机”模式（即 IOT 边缘模式或者叫轻边缘模式），在边缘节点技术方案中提供的算法软件和硬件不解耦，更倾向于提供软硬件一体化的服务能力。而在 5G 模式下的 MEC 技术（即运营商边缘或者叫重边缘模式）虽然具备更好的无线覆盖性、经济性和算力资源，但是由于融合算法和路侧工控机的紧耦合，导致这一能力并未大规模采用。路侧数据算法和硬件的解耦、开放兼容是未来的发展趋势，采用 5G MEC 模式下的算法软硬件解耦不但可以降低边缘平台应用开发与移植复杂程度，而且助力 V2X 边缘进一步向智能化、开放化、生态化转型。

3) 矛盾三：车侧海量数据增长 vs. 现有管道瓶颈

在自动驾驶中如何突破单车智能，如何从 L3，或者说从类似 L4 提升到真正的 L4，需要获取更多车、路的信息，据统计一辆车一天会产生 5TB~20TB 的数据[5]，加上对路测信息的加工，和极低的延时（保障车辆在高速行驶中时延必须保持在10毫秒之内），对现有网络体系和技术架构也产生的很大挑战。

在现有车路协同项目建设中，路侧信息融合一般采用的是“端 + 工控机 + 有线 + 云”的模式，而并非采用覆盖性更强、移动性更好的“端 + 5G MEC + 无线 + 云”的模式，前者的优势是产业链相对成熟，在 4G 模式下可以落地，缺点是随着业务数据的增长，更多的具备 5G 能力的车辆陆续投入产，对车载服务提出了更高的要求，在确保现有低延时的能力下，现有工控机模式在服务承载、数据缓存、无线覆盖和“端到云”数据传输都存在一定瓶颈，需要更好的适配“5G端+边（MEC）+云”的架构体系实现突破。

4) 矛盾四：5G大范围商用部署 vs. 5G在V2X领域的低频使用

从2020年开始，5G 技术在中国已经逐步走向商用成熟，实现更广泛的覆盖，但与此同时，在 V2X 领域却没有和 5G 进行深度的融合，主要原因是缺乏相关的 5G 终端和开放中立的路侧融合软件平台。

比如 5G 路侧设备的缺乏，导致现有项目中的路侧雷达、视频设备和 RSU 设备，依旧采用传统有线方式传送数据到控制中心，而没有采用 5G 等灵活的无线模式。此外，由于受到路侧融合算法软硬不解耦的约束，在现有的路侧数据处理未能解耦部署到更高效的 5G MEC 等边缘资源池上，而更多采用的是“工控机+有线”的挂杆模式。

因此，5G 在 V2X 领域更深入的使用，需要更广泛的 5G 路侧设备之外，还需要有能够支持算法中立的开放路侧融合数据平台，能够和路侧工控机解耦部署，能够开放兼容不同的数据数据，能够支持 RSU 处理后的结构化数据，同时也能解析来自视频设备、雷达设备等裸数据，结合 5G MEC 边缘计算模式，实现更广域的覆盖、更开放的数据融合和更有效的成本控制。

二、5G OpenV2X 开源项目介绍

1. 5G OpenV2X 开源项目愿景

1) 项目愿景

基于开放源码的方式，构建未来 5G/6G 网络下路侧开放基础架构（Road Side Open Infrastructure, RSOI），支持 V2X 标准接口，通过 5G、AI、MEC 等技术组合，整合产、学、研各方贡献，构建具备海量路侧信息收集、智能融合、生态兼容、性能优异的基础架构开源和开放平台。构建智慧的路，服务智能的车，普惠行动的人。

项目范围内：	项目范围外：
1) 路侧数据的数据融合 2) 路侧数据的识别和预警算法 3) RSU 发送的结构化数据处理 4) 路侧摄像头、雷达设备的原始信息处理 5) 5G MEC 模式下的云边协同 6) 支持不同场景的应用兼容和推送 7) 符合 V2X 标准的接口实现 8) 用于测试路侧设备和 RSU 模拟器	1) 车载操作系统 2) 车路相关的硬件 3) 第三方服务如精准地图、位置信息等 4) RSU 硬件通过 PC5 或者 V2X 向车推送的控制信息

表 2-1 5G OpenV2X 项目范围

2) 项目名称和 Logo

- **项目名称：**5G OpenV2X
- **项目Logo：**以知更鸟（Robin）的形象设计得来，知更鸟具备地磁导航能力，它们可以利用地磁场进行长距离定向，在漫长的迁徙中不会迷路。



图 2-1 5G OpenV2X 项目 Logo

3) 项目发起单位

发起单位（按单位拼音字母顺序排列）：

- 东揽(南京)智能科技有限公司
- 东南大学
- 江苏谷梵智能科技有限公司
- 九州云信息科技有限公司
- 南开大学
- 上海白玉兰开源开放研究院
- 上海开源信息技术协会
- 上海市开源数字“一带一路”协同创新中心
- 天翼智联科技有限责任公司
- 一汽富晟物流有限公司

2. 5G OpenV2X 设计目标

1) 标准性

5G OpenV2X 项目架构设计与功能实现参照“新四跨”协议相关标准进行，参照的团体标准或行业标准主要包括：

- 合作式智能运输系统 RSU 与中心子系统间接口规范
- 基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求
- 合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第一阶段）

- 合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）

这种标准化的设计理念，将有助于软硬件解耦，有助于多厂商互通，有助于降低 V2X 产业入门门槛，有效助力 V2X 产业发展。

2) 开放性

5G OpenV2X 项目架构设计与功能实现体现开放性原则，采用业界主流的软硬件解耦及云原生设计理念。例如，云控平台的运维及管理接口采用 RESTful API，业务数据采用 MQTT 协议传输，平台采用容器化部署，支持 CICD 快速迭代快速上线等。开放性的设计，将进一步降低入门门槛，吸引更多的厂商及开源爱好者参与，有效推动 V2X 产业降低成本与快速普及。

3) 先进性

5G OpenV2X 项目采用先进的 AI 训练推理算法，对路侧感知设备输入的原始数据进行检测、识别、感知、融合、分析和去重，并通过标准化坐标体系与时间切片，实现路侧多种设备的数据融合，生成路侧交通事件、交通标志和交通参与者的结构化数据。基于这些结构化数据，依据 AI 算法，对目标物进行跟踪、定位、轨迹分析、行为预测，进一步实现标准定义的碰撞预警、超车预警、变道预警等典型 V2X 应用场景。

5G OpenV2X 和 5G 技术实现深度融合，5G OpenV2X 可作为 5G MEC 的一部分部署于运营商边缘节点。尤其适合 5G UPF 下沉部署的场景，5G OpenV2X 与 5G MEC 融合部署于同一个虚拟化云平台上，并对接 UPF N6 接口。这样的部署方式，可充分发挥 5G 网络高带宽、低时延、大连接的优势，满足 V2X 应用在时延、可靠性、自动化等方面的较高要求。5G MEC + 5G OpenV2X 还可较好的支持 5G 网络能力开放与创新功能应用，为 V2X 行业打造定制化的专网服务，可更好地满足车联网业务的差异化需求，进一步提升企业对自身业务的自主可控能力和生产运营效率。

4) 可维护性

通过各类标准化接口，把各类路侧设备接入到边缘节点，进行统一管理、监控、运维，实现远程操作，增强可维护性。多个 5G Edge(MEC)节点统一接入到中心云控，通过多云管理平台及云边协同机制，实现对多个边缘节点的基础设施、软件、设备等的统一管理、监控、运维，进一步增强了全局拓扑层面的可维护性。

3. 5G OpenV2X 目标架构体系

1) 系统架构设计

5G OpenV2X 架构设计如下图所示：

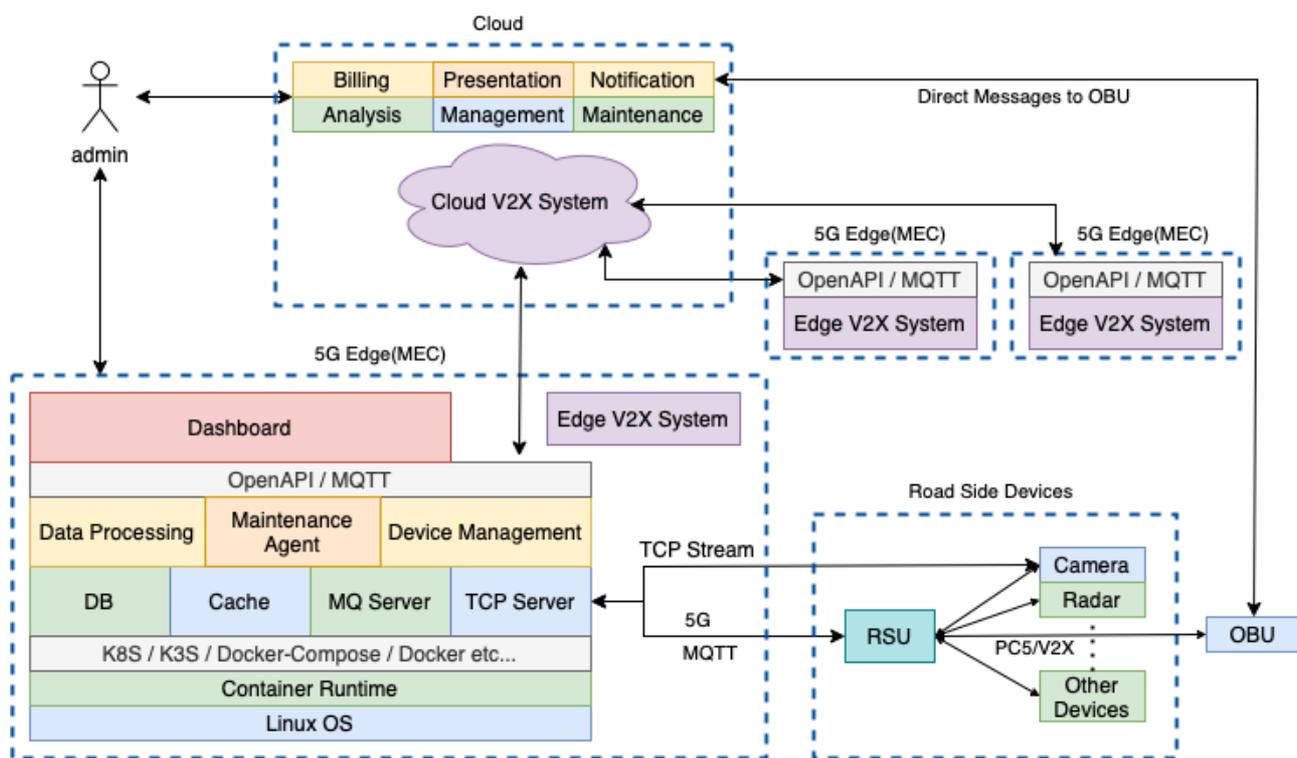


图 2-2 5G OpenV2X 项目系统架构图

系统主要包括三个主要功能部分：

- **路侧设备（Road Side Devices）**

主要包括摄像机、激光雷达、毫米波雷达等感知设备，信号灯、电子看板等交通基础设施，RSU、交换机等通信设备。RSU 负责收集上述设备数据后，通过 4G、5G 或有线等通信方式传输至 5G 边缘云控。同时，RSU 采用 PC5 接口等短距离通信方式与 OBU 连接通信，OBU 也可通过直连通信接入中心云控。

5G OpenV2X 项目负责接入、管理并处理路侧设备及其数据，但不包括这些设备的生产制造及 RSU 或 OBU 的 Uu、PC5 或 V2X 通信。

- **5G 边缘云控（5G Edge）**

5G 边缘云控是 OpenV2X 的核心组成部分，包括了数据处理、设备管理、运维管理、数据库、分布式缓存、消息队列、OpenAPI 等核心功能模块。5G 边缘云控以容器化形态部署于边缘节点，并接入到中心云控。

- **中心云控（Cloud）**

中心云控接入多个 5G 边缘云控，并通过云边协同机制实现全局交通环境感知及拓扑呈现，实现多级计算能力调度，实现 V2X 应用多级动态部署，实现跨区域 V2X 业务及数据管理。

2) 数据流程设计

数据处理流程示意如下图所示：

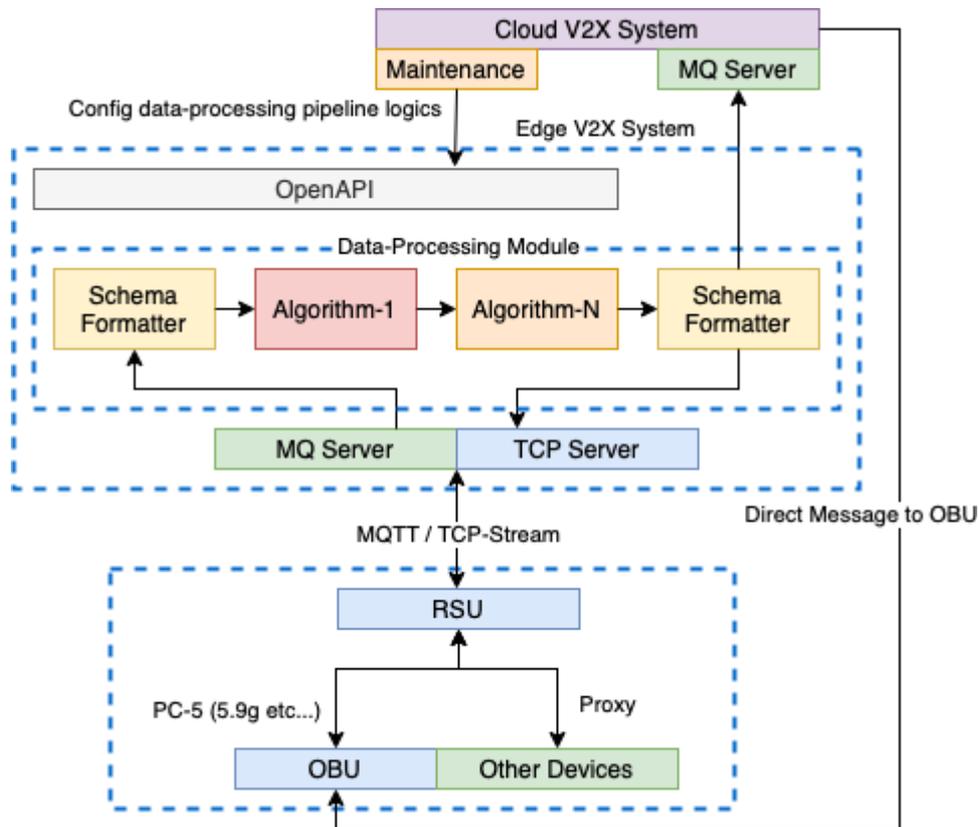


图 2-3 5G OpenV2X 项目数据流程图

主要包括如下步骤：

- RSU 收集各类路侧设备原始数据后，通过无线或有线通信方式传输至 5G 边缘云控。
- 5G 边缘云控数据处理模块通过 AI 训练推理算法，对原始数据进行识别、融合、分析、去重，并通过标准化坐标体系与时间切片，实现路侧多种设备的数据融合，生成路侧交通事件、交通标志、交通参与者的结构化数据。基于这些结构化数据，依据 AI 算法，对目标物进行跟踪、定位、轨迹分析、行为预测，进一步实现标准定义的碰撞预警、超车预警、变道预警等典型 V2X 应用场景。
- 基于结构化数据，生成满足协议标准的 RSI、RSM 等消息，并发布至 RSU，通过 RSU 通知 OBU 路侧交通事件、交通标志、交通参与者信息，实现信息交互、辅助驾驶或自动驾驶；同时，RSI、RSM 等消息还会同步发布至中心云控，实现全局层面的交通环境感知及拓扑呈现，实现多级计算调度与 V2X 业务跨区域调度等全局管理。

三、5G OpenV2X 未来工作

1. 版本发布计划

项目计划于6月底发布现有种子代码，后期迭代将遵循每个季度或者半年发布一次更新版本的模式推进。即将发布的种子源码将包含（部分实现）：

- 1) 路侧数据的数据融合
- 2) 路侧数据的 AI 识别和预警算法
- 3) RSU 发送的结构化数据处理
- 4) 符合 V2X 标准的 MQTT 接口实现
- 5) 用于测试路侧设备的 RSU 模拟器

未来在2022年12月之前计划社区共同合作开发：

- 6) 5G MEC 模式下的云边协同
- 7) 支持不同场景的应用兼容和推送
- 8) 路侧摄像头、雷达设备的原始信息处理

2. 开源托管计划

项目将通过上海开源信息技术协会名义，协同各方筹备和成立社区，源码在 Github 和 Gitee 上进行源码托管，开源协议将在 6 月底公布。

四、发起单位寄语

(按寄语人姓名拼音字母顺序排列)：

- 金耀辉，上海白玉兰开源开放研究院执行院长。



5G 车路网协同开源项目 OpenV2X 是人工智能落地应用的一个积极尝试，相信 OpenV2X 项目能聚集起高校、IT 企业、车企和运营商等广泛的合作伙伴，构建了算力、算法、数据、场景和合规的一体化开放社区。

- 李松明，东揽（南京）智能科技有限公司CEO。



智能交通近年来的飞速发展，沉淀了不少典型场景、行业标准和最佳实践。OpenV2X 项目的开源，让开发者不再重造轮子，让厂商凝聚更多共识，必将推进行业的发展快步上新台阶。实乃行业幸事，国之幸事！

- 李志斌，东南大学交通学院教授、博士生导师，运输与物流工程系主任、无人驾驶运输团队负责人。



5G 车路协同开源项目 OpenV2X 的发布让人感到振奋，OpenV2X 是全球首个面向车路协同场景的开源项目，完整覆盖了从数据感知、融合分析、模型计算、管理平台、场景应用的业务流程，在凝聚产业力量方面迈出了重要一步。

- 李志夫，天翼智联物流部总监。



很高兴见证了 5G 车路协同开源项目 OpenV2X 的推出和发布，开源、开放、软硬件解耦、持续演进，OpenV2X 的这些特色优势将会降低 V2X 产业的入门门槛，有效推动 V2X、自动驾驶及物流行业的快速发展。

- 苏波，一汽富晟信息化部技术主管。



5G 车路协同开源项目 OpenV2X 的发布是一件值得祝贺的好事，5G、V2X、车路协同等都是新基建的重要组成部分，OpenV2X 项目作为在此领域的第一个开源项目，将会吸引更多的厂商与开发者参与，有力助推行业发展。

- 王笑非，江苏谷梵智能科技有限公司董事长。



作为美国英伟达公司在中国的指定合作伙伴，谷梵智能负责运营英伟达南京创新赋能中心，中心现拥有国内首个搭载英伟达 DGX-A100 的超算集群。我们很高兴积极参与 OpenV2X 社区，并将我们的算力为自动驾驶和车路协同这一智慧城市的核心场景赋能。

- 吴英，南开大学计算机学院副教授，硕士生导师，智能出行研究中心负责人。



智能出行的终极目标之一是实现全天候的无人智能驾驶。然而，单纯依靠单车智能是很难实现 L4-L5 级别的无人驾驶。通过车路智能协同的方式是实现这一目标的重要途径。OpenV2X 开源项目是一个非常正确的研发方向，令人振奋的开源项目。我们很期待项目发展壮大，并愿意积极的参与其中。

- 张淳，九州云信息科技有限公司CEO。



今天很高兴与大家一起见证了5G车路网协同开源项目 OpenV2X 及开源技术社区的成立。车联网与车路协同作为 5G 边缘计算最大的应用场景，将在新基建中发挥巨大作用，而作为车联网与车路协同大脑的云控平台是其重要组成部分。九州云自成立以来，一直坚持开放式创新的理念，希望以此开源平台为纽带，和产业界，学术界的各个合作伙伴，一起推动车路协同产业的快速健康发展！

- 张国锋，上海开源信息技术协会秘书长。



软件定义汽车！汽车产业链及供应链也将遵守软件的规则，全球性新的汽车革命已经到来！望车联网 OpenV2X 开源技术社区凝结全球共识，积极参与并推动这一变革，为全球智联提供中国智慧、中国方案！

附录：参考文献

- 1、IMT-2020 (5G) 推进组. C-V2X白皮书[R].2018. 检索来源: <https://www.waitang.com/report/7015.html>
- 2、吴冬升. 5G与车联网技术.2020. 检索来源: <https://baike.baidu.com/item/5G与车联网技术/56419734?fr=aladdin>
- 3、中国联通. 新基建、新动能5G车路协同白皮书.2020. 检索来源: https://www.sohu.com/a/396267288_683129
- 4、最新5g与4g网络的对比分析综述.2021.检索来源: <https://www.docin.com/p-2688782582.html>
- 5、IoT NOW. (2020年1月21日). Data storage is the key to autonomous vehicles' future. 检索来源: <https://www.iot-now.com/2020/01/21/118723-data-storage-is-the-key-to-autonomous-vehicles-future/>

了解更多资讯 欢迎关注OpenV2X官方公众号

