



专题：智能边缘计算

基于 MEC 的车联网技术研究及应用

邱佳慧¹, 周志超¹, 林晓伯¹, 肖羽², 蔡超¹, 刘留³

(1. 中国联合网络通信有限公司网络技术研究院, 北京 100048;

2. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033; 3. 北京交通大学, 北京 100044)

摘要: 5G 无线通信网络的大规模落地建设, 促进 C-V2X 的应用场景向着更加多样化的方向发展。以高清视频、AR/VR 为代表的大带宽业务给竖井式网络架构带来极大的传输和处理压力, 同时以超高可靠低时延为特征的交通安全类业务对网络性能提出了严苛的要求。转发面功能下沉和 MEC (multiple access edge computing) 服务本地化处理, 可在车联网场景中实现数据的短回路传输, 降低了端到端时延, 从而满足车联网的业务需求。深入探索 MEC 与车联网场景的深度融合, 详细分析了 MEC 的网络架构、车联网场景中 MEC 的部署以及 MEC 在应用中的关键技术和挑战, 并给出 MEC 与 C-V2X (cellular-vehicle to everything) 融合的网络规划, 最后结合具体的应用案例分析 MEC 在车联网场景中的应用。

关键词: 5G; MEC; C-V2X; 分层部署

中图分类号: TN913

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2020179

Research and application of V2X based on MEC

QIU Jiahui¹, ZHOU Zhichao¹, LIN Xiaobo¹, XIAO Yu², CAI Chao¹, LIU Liu³

1. Network Technology Research Institute of China United Network Communications Co., Ltd., Beijing 100048, China

2. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China

3. Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract: The large-scale construction of 5G wireless communication network enhances the development of C-V2X (cellular-vehicle to everything) towards diversified directions. Large bandwidth services, such as high-definition video and AR/VR, bring great transmission and processing pressure to the classical network architecture. Meanwhile, traffic safety services characterized by ultra-high reliability and low delay put stringent requirements on network performance. The network architecture of providing services and computing localization through setting user panel down to close to the terminals and MEC (multiple access edge computing) can meet the requirements of data short loop transmission and ultra-low delay in the internet of vehicles scenario. The combination of MEC and V2X was explored in depth, the MEC networking scenario, MEC network architecture and the key technologies and challenges of MEC were analyzed. The combination scheme of MEC and C-V2X integration of network planning was provided. The application of MEC in C-V2X was presented in several specific scenarios.

Key words: 5G, MEC, C-V2X, hierarchical deployment

收稿日期: 2020-04-17; 修回日期: 2020-06-01

基金项目: 国家重点研发计划基金资助项目 (No.2018YFB1600600)

Foundation Item: The National Key R & D Program of China (No.2018YFB1600600)



1 引言

目前国内车联网技术以 C-V2X (cellular-vehicle to everything) 为主, 可实现车车、车路、车云的直连通信, 为实现智慧交通提供可靠、高效的网络服务。2018 年 11 月, 工业和信息化部发布了 20 MHz 带宽的车联网频谱 (5 905~5 925 MHz 频段), 用于 V2X 智能网联汽车的直连通信技术。同时 5G 的多接入边缘计算 (multiple access edge computing, MEC)、网络切片、灵活子帧等关键技术, 提供了大带宽、低时延、高可靠的网络特性, 为车联网催生了更多的应用, 例如动态高精度地图服务、在线诊断、危险驾驶提醒、车辆违章预警、车辆感知共享、智慧交叉路口、交通态势协同调度等。

MEC 是针对业务场景需求的不同, 在靠近人、物或者数据源头的网络侧, 提供具有一定功能的开放平台, 实现本地化的边缘智能服务, 满足快捷连接、实时响应、智能应用等不同行业的需求。

边缘云根据不同的智慧交通的业务需求, 可部署在不同的位置, 包括基站侧 (2~5 ms)、边缘 DC (10 ms)、本地 DC (20 ms) 以及区域 DC (100 ms)。

2 车联网业务需求分析

R14 版本的 LTE-V2X, 主要支持 3GPP TR 22.885 中定义的应用场景, 时延要求为 20~1 000 ms, 支持的最大绝对速度为 250 km/h, 数据分组大小为 300 byte, 最大传输分组频率是 10 Hz, 标准中规定通信范围为 TTC (time to collision) 为 4 s 的传输距离, 典型场景下的性能指标见表 1, 其中, 高速公路 2 为考虑欧洲有些国家高速不限速的情况。

此外, 3GPP TR22.886^[3]定义了基于 5G 网络的 V2X 业务类别以及相关通信指标需求, 其中业务类别主要包括编队行驶、高级驾驶、扩展传感器传输以及远程驾驶等, 性能指标见表 2, 其中, v 表示最大相对速度; []表示数据待定, 仅作参考。

表 1 LTE-V2X 不同应用场景下的性能指标

应用场景	有效范围/m	绝对速度/(km·h ⁻¹)	相对速度/(km·h ⁻¹)	最大时延/ms	接收可靠性
郊区	200	50	100	100	90%
高速公路 1	320	160	280	100	90%
高速公路 2	320	280	280	100	80%
非视距/城市	100	50	100	100	90%
城市交叉路口	50	50	100	100	95%
校园/商业区	50	30	30	100	90%
紧急碰撞	20	80	160	20	95%

表 2 典型业务场景性能指标

	编队行驶	高级驾驶	传感器扩展传输	远程驾驶
数据分组/byte	[50]~[6 500]	450~[6 500]	[1 600]	
消息传输速率/(message·s ⁻¹)	2~50	10~50		
最大时延/ms	10~25	[3]~[100]	3~100	[20]
可靠性	90%~99.99%	[99.99%~99.999%]	90%~99.999%	[99.999%]
数据率/(Mbit·s ⁻¹)	12	[10]~[53], DL: [0.5]; UL: [50]	[10]~1 000	UL: 25; DL: 1
通信范围/m	[5~10]× v , 80	[5~10]× v , 500	50~1 000	

表 3 通过 MEC 实现的智慧交通应用场景

分类	应用场景	描述	与 MEC 的相关性
安全类	十字路口行驶辅助	十字路口防碰撞警告	高
便利类	软件升级	交付和管理汽车软件更新	中
高级驾驶类	实时场景感知和高清地图	前向行驶危险（结冰）路况警告	高
	车辆透视	主车辆（host vehicle, HV）驾驶员收到一个远端车辆（remote vehicle, RV）发送的 RV 前方视频，以协助 HV 完成超车	高
	自动驾驶汽车协作车道变更	HV 的驾驶员向 HV 附近的至少一个 RV 发送信号，表明要变化到该 RV 所在车道	高
VRU（vulnerable road user, 弱势道路使用者）类	发现 VRU	检测和警告附近有 VRU	高

5GAA WG1 定义了 Wave 1（12 个）、Day 1（17 个）和 Wave 2.1（13 个）等不同场景分类的用例^[4]。另外，5GAA 分析了可通过 MEC 实现的典型业务，具体包括四大类 6 个场景，见表 3。

3 基于 MEC 的车联网架构及关键技术

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，因此成为国内外学术界和产业界研究的热点。依托 5G 蜂窝网、RSU（road side unit，路侧单元）、激光传感器、雷达传感器、摄像头等设备，实现车与人、车、路、网立体的网联系统，能够极大地改善交通的安全性、提高交通效率。

但是每辆联网车通过车载 OBU（on board unit）与周围基础设施每天产生 GB 甚至 TB 量级的通信数据，传统的竖井式通信网络势必给网络带来极大的传输压力；另外，从车联网的安全需求出发，安全类业务的时延要求是 20 ms，而对自动驾驶的时延需求是 5 ms，传统的蜂窝网络架构是远远不能满足时延需求的。因此，车联网的核心问题是：实现信息超低时延交互、大数据量的短回路传输和处理。用户面的下沉和 MEC 平台的部署可以有效地解决上述车联网的问题。

3.1 基于 MEC 的车联网架构

车联网是 MEC 重要的应用场景，车载信息娱

乐类业务所需要的大数据量的传输以及与自动驾驶、远程驾驶相关的超高可靠低时延类业务需求为 MEC 提供了广阔的用武之地。通过在靠近用户端的位置部署 MEC 单元实现部分网络服务、计算、存储、决策功能下沉，以满足 C-V2X 的超短时延要求，同时缓解网络传输压力。MEC 与车联网的整体融合架构如图 1 所示，通信单元从上到下以云、边、管、端的形式。“云”端是整个网络的管控中心，起到“交通大脑”的作用，统筹管理下级所有通信单元之间的协作通信。“边”即 MEC 单元，5G 网络中控制面、转发面的彻底分离使得转发面的网络部署更加灵活、可实现性更高。通过“UPF（user plane function）+MEC”的架构实现用户面数据下沉，大数据业务诸如高精度地图、娱乐新闻视频等提前缓存在 MEC 单元供端侧下载，和传统的数据集中到中心云处理相比，极大地缩短了数据回传链路，减轻承载网络的数据传输压力。对于交通安全类业务，路侧各类探头采集数据后集中到 MEC 单元进行数据分析和决策，然后将决策结果回传到 RSU 或者通过 5G 基站广播给周围车辆，从而满足车联网业务的低时延需求。“管”是指车端与 MEC 单元信息交互的无线通道：上行方向，车载终端可以通过 Uu 口与 5G 基站进行通信，也可以通过 PC5 接口将数据发送到路侧 RSU 设备，RSU 再将上行数据发送给 5G 基站从而与 MEC 单

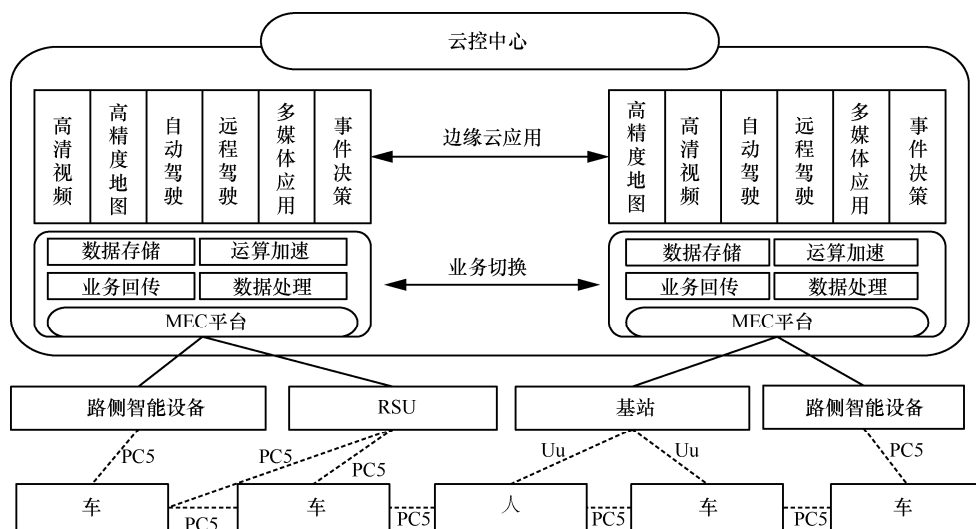


图1 MEC与车联网的整体融合架构

元连通；下行方向，MEC单元将数据流或者决策指令发送给5G基站，通过5G基站直接将数据发送给相应的终端或者广播给周围车辆，实现信息的回传。5G基站也可以将数据发送给RSU，通过RSU将数据下发。“端”侧设备，即有Uu口通信能力和PC5接口通信能力的各类终端设备。

3.2 车联网场景中MEC的部署

根据网络结构的不同，边缘计算节点的部署主要有3种方式：D-RAN方式、C-RAN方式、NFV/SDN方式。D-RAN通过静态分流实现部分网络服务的本地化。C-RAN是BBU池化处理后的架构，边缘计算单元直接部署在BBU池附近，一个MEC单元对应多个BBU处理单元。通过UPF分流，部分时延要求高、数据量极大的网络业务请求可以在本地得到处理和分析，对于时延要求敏感度不高的业务数据请求将分流到上级UPF进行进一步分流决策处理。NFV/SDN方式通过网络切片规划出多张逻辑网络，然后通过数据分流将不同的业务数据导向不同的逻辑网络，从而缓解数据一致性传输给网络带来的传输压力，同时对时延敏感性业务起到软隔离的保护。在这种方案中，MEC作为开放的PaaS (platform as a service)，为不同的逻辑网络提供

应用接口。

从MEC的分级部署节点角度分析，5G网络用户面和控制面的彻底分离使得UPF部署节点十分灵活，因此MEC可以根据终端的业务需求部署在接入层、边缘层、核心云，如图2所示。接入云即在靠近基站的位置部署的MEC单元，实现数据回路的最大化缩短、时延的最大化降低，以满足超高可靠低时延的车联网需求。对于时延敏感度不高的业务可在区域级MEC单元实现，与汇聚环连接的区域级边缘计算单元部署在市区级。核心云一般部署在大都市或者省级城市，在核心网实现数据的路由，数据请求不需要进入公网，在防火墙之前就实现服务业务数据的回传。

3.3 车联网场景中MEC关键技术

MEC是满足车联网超高可靠低时延、大量数据短回路回传业务需求的重要候选技术，但在MEC技术的具体落地实施过程中仍然存在须深入研究的技术点，该部分将聚焦说明车联网场景中MEC的几项关键技术和面临的挑战。

(1) 移动性管理

车联网场景中MEC所涉及的移动性问题主要分为3种情况，如图3所示。一种迁移场景是移动终端在某一特定MEC单元的覆盖范围内移

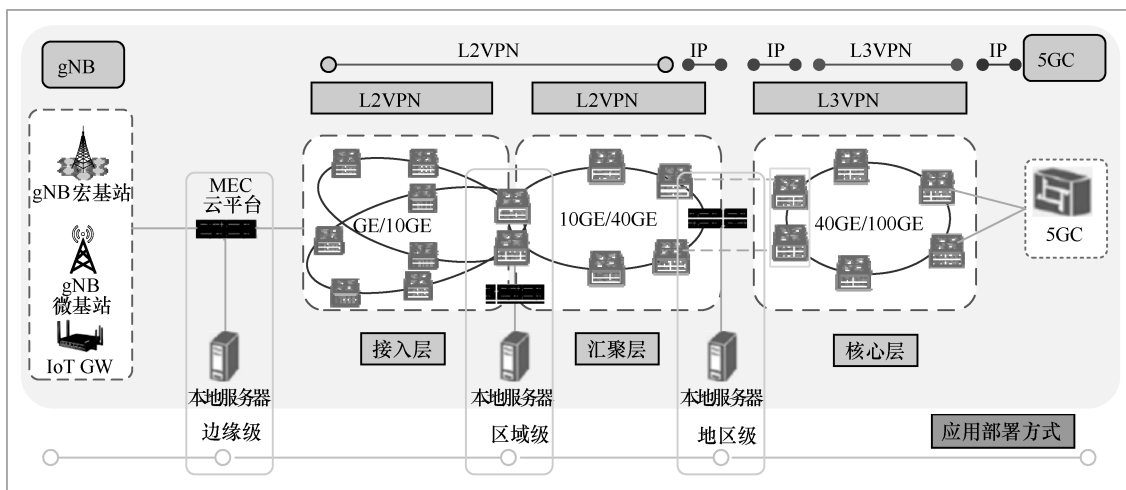


图2 MEC的分级部署

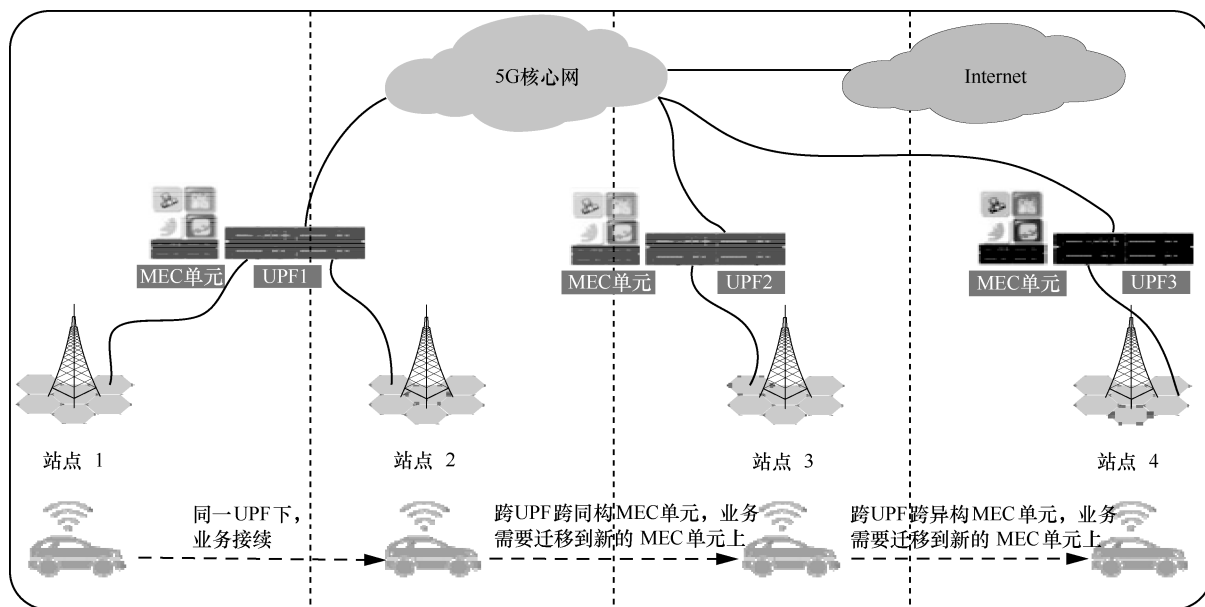


图3 基于MEC的V2X移动性管理

动，这种情况不涉及跨MEC单元的迁移问题，但是会有终端在不同“管”侧设备间的切换，比如基站间的切换、RSU之间的切换。在这种情况下，业务数据的连续性可以借鉴4G网络的小区软切换方案，但是在车联网场景中也有其独特性，在类似高速场景中，联网车辆的行驶速度相对较快，如何在车辆高速行驶的情况下，实现小区切换过程中MEC单元对同一终端的识别、鉴权以及数据的不间断传输仍待深入研究。

第二种是移动终端从某一个源MEC单元移

动到其他同构的目的MEC单元。虽然源MEC单元与目的MEC单元是同构的，但仍存在同一终端在不同MEC单元之间断、连的过程。在MEC单元切换过程中，如何保证车辆终端尚未从MEC单元下载完毕的内容的断点续传及业务的连续性，需要更加深入的研究。这种场景涉及MEC单元间的切换，所以业务数据的连续性问题较第一种情况更加难以协调。目前，各标准组织及设备厂商均在关注MEC单元迁移性问题。

第三种MEC单元切换类似于第二种MEC单



元之间切换的情况，车辆在快速行驶过程中存在跨 MEC 单元的切换，因为目前针对 MEC 单元的标准尚未统一，如果源 MEC 单元与目的 MEC 单元的设备来自于不同的厂商或者服务提供商不同，而不同设备场景或者服务提供商对 MEC 接口的理解不同，如何在异构 MEC 单元之间实现快速的实时切换以保证车载终端业务的连续性需要更加深入的研究，这种情况下 MEC 单元的实时切换相对于第二种情况更加困难，更加依赖于统一的 MEC 标准接口。可能的解决方案：第一个 MEC 单元将断点的上下文信息通过有线或者通过基站间传输的方式传递给第二个 MEC 单元，该 MEC 单元根据上、下文信息到网络下载对应的数据内容，并通过信令与终端进行交互，从而建立起服务数据内容的交互。

(2) 任务迁移和算力分配

任务迁移，即车载终端的计算能力、硬件资源受限，根据需求将应用任务迁移到 MEC 单元处理，再将处理结果回传给终端。任务迁移技术使终端突破硬件能力地限制，通过将复杂计算上移到 MEC 单元的方式获得强大的数据存取和处理能力，以此为基础，逐渐强化用户对内容的感知和对网络资源的按需分配，极大程度增强了用户的感知体验。任务迁移技术能够使得移动设备的计算处理能力得到极大的强化，从而引起移动应用计算模式的改变，任务迁移技术必然会对未来车载移动终端的设计产生深远的影响。

车载移动终端和 MEC 单元间任务迁移流程如

图 4 所示。移动端应用层产生业务需求，如果任务迁移环境感知单元探测到有合适的 MEC 服务资源，则移动终端根据业务的特点在本地对任务进行切分，本地可处理的业务分流到本地处理单元进行任务执行。需要迁移的业务则被分流到任务迁移队列等待将任务提交给 MEC 服务器处理，本地任务迁移决策单元管理队列中待提交的任务。任务提交成功后，MEC 单元根据提交业务的计算处理需求对数据进行执行处理，并将处理结果反馈给相应的移动终端。

任务迁移能够释放 MEC 单元强大的计算和处理能力，同时简化车载终端的硬件设计和实现，但是在具体实施过程中仍有一些问题需要深入的研究，如算力任务的分配问题。部分应用层计算量较小的任务在车载终端可以本地计算处理，计算任务量较大的业务通过迁移到 MEC 单元助力计算。如何将算力任务在本地终端和 MEC 单元之间合理分配是待研究的重点。合理的算力分配方案和优化分配算法待深入的研究。

(3) 分级 MEC 数据分流

根据车联网场景中不同数据业务的特点和需求，采用 MEC 分级部署的方案，可以有效地满足车联网场景中低时延和大数据量短路径回传的需求。根据第 3.1 节和第 3.2 节的介绍，MEC 可分组部署在整张网络的不同节点上，但是如何定义不同级 MEC 之间的关系以实现合理分流、如何准确确定不同数据流的服务锚点以及每级 MEC 单元的资源部署等需要量化分析和研究。

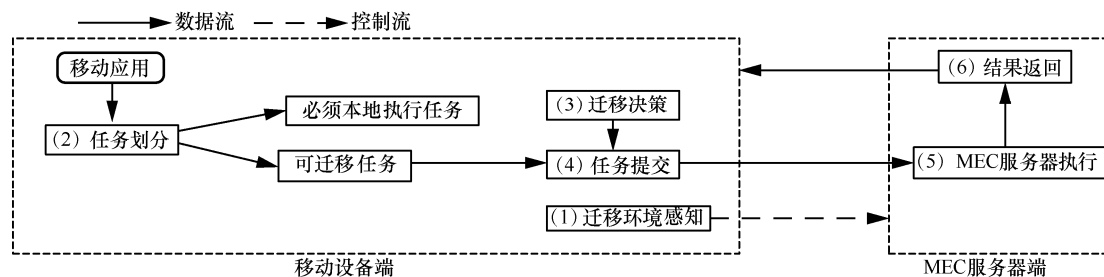


图 4 移动边缘计算环境下的任务迁移流程

首先,对部署在不同网络节点的 MEC 单元提供服务的时延范围进行量化,根据量化的时延范围确定终端业务处理的 MEC 锚点,从而使业务时延需求与 MEC 提供的服务能力对应。

然后,根据不同级部署的 MEC 单元能够有效覆盖的服务范围,结合具体的地理位置和服务场景的特点确定 MEC 的部署资源。因为目前 MEC 的实现主要以在通用硬件资源上布置虚拟功能层的方式,所以 MEC 的资源 and 算力可以根据业务需求动态地快速调整。

最后,根据业务特点和 MEC 提供的服务能力制定合理的分流策略,通过控制面 AMF 和 SMF 单元将分流策略应用于各级 UPF 模块,使得业务数据流在各级 MEC 单元之间合理的分配,同时对 MEC 资源进行有效的利用。

(4) MEC 面临的其他技术挑战

• 计费问题

在当前网络架构下,计费功能由核心网负责。移动边缘计算平台将网络服务功能“下沉”到网络边缘,可以在网络边缘进行计算卸载,终端的业务请求回传到 MEC 单元,MEC 单元根据业务需求直接将服务数据反馈给车联终端,在整个过程中,数据请求和服务数据没有流经核心网,而控制面功能集中在核心网网元中,所以在这种情况下,控制面无法管理用户面的数据流量,因此,对于 MEC 单元提供的服务数据鞭长莫及,使得计费功能不易实现。一种可能的解决方案是,MEC 单元对服务终端的流量进行本地统计,将统计结果和对应的服务终端信息周期性回传给核心网的控制单元,通过在核心网备案的方式对 MEC 提供的服务进行计费操作;另一种可能的方案是,在 MEC 单元单独部署计费子模块,子模块统计本地化计费后再将计费结果回传给核心网。

• 安全问题

在边缘计算场景中,终端将面临更加复杂的数据交互环境,因此传统网络中的安全解决方案

不再适用于多接入边缘计算。从车联网应用角度分析,任何车、路信息的泄露或者篡改都将产生不可预测的交通事故。因此,提出有效的应对网络主动攻击和车联网信息被动泄露的方案在车联网场景中至关重要。中国联通提出的车载安全网关解决方案,通过 IPSec 在终端与云之间建立隧道的方式,数据在安全隧道中传输,该方案可以有效地防止网络主动攻击和数据被动泄露。另外,不同层级的网关等网络实体单元的认证鉴权方式也将发生极大的改变,而数据安全是车联网场景中极为重要的一部分。因此,车联网场景中的 MEC 本地化服务的网络架构必须有效地解决终端认证、鉴权等安全问题。同时,基于 MEC 的服务方式涉及大量数据内容的共享和计算协作,因此,用户的隐私保护也成为 MEC 网络架构中亟须解决的挑战^[10-11]。

4 中国联通 MEC 在车联网方向的策略和规划

中国联通将 MEC 边缘云作为实现 CT+IT+OT 融合的锚点,基于边缘云平台,结合网络连接的控制与管理能力,融合分流能力/RNIS (radio network information service, 无线网络信息服务) 等 CT 能力和云 IT 能力,向应用能力和创新产品进行渗透。中国联通依托 CUC-MEC 平台,通过“集团+运营中心+孵化基地”的组织架构,构建边缘云整体网络架构,推动实现 MEC 业务的“规、建、维、研、营”一体化。

在部署架构上,中国联通 MEC 边缘云主要分为三大层级,分别为全网中心节点、区域中心/省会节点、本地核心/边缘节点,如图 5 所示。

(1) 全网中心节点

在广东/河南部署集团级边缘业务运营平台,对外提供开放接口,供开发者及客户上传业务能力和应用。广东、河南之间实现应用同步,共同完成中图联通全网边缘业务应用的编排和管理。

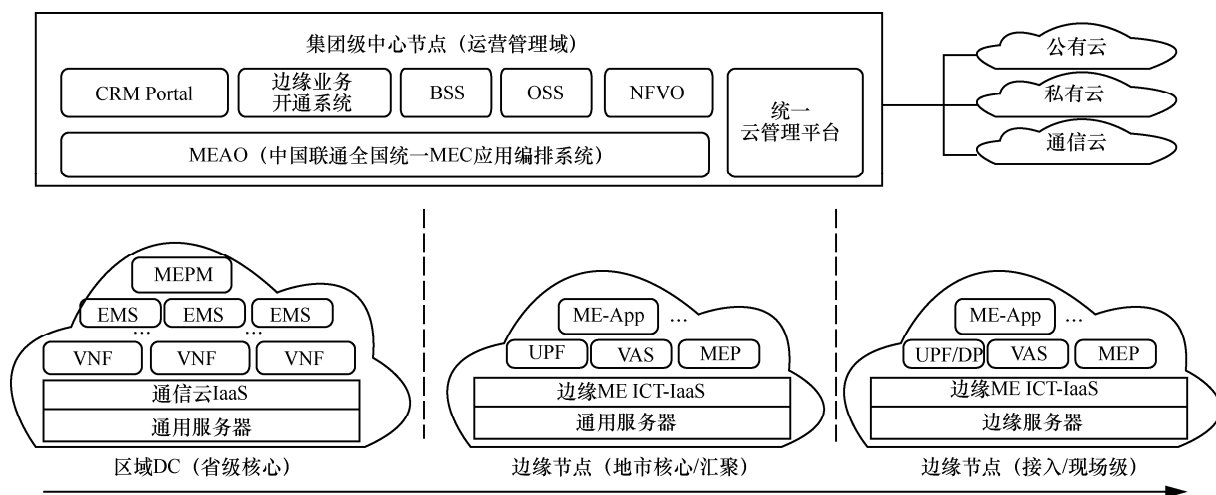


图5 中国联通 MEC 边缘云整体架构

(2) 区域中心/省会节点

区域中心/省会节点已在广东、上海、北京、浙江、福建、吉林、重庆等地部署，区域中心/省会节点目前还在持续地补充完善，未来将扩展到全国 31 个省/市/自治区（不包含港澳台地区）。

(3) 本地核心节点/边缘节点

本地核心节点/边缘节点对应各个部署 MEC 地市的中心/汇聚/现场接入机房节点，节点内部署 ME_ICT-IaaS（multi-access edge computing information communication technology-infrastructure as a service，多接入边缘计算 ICT 融合基础设施即服务）、MEP（multi-access edge computing platform，多接入边缘计算平台）、ME-VAS（multi-access edge computing value added service，多接入边缘计算增值服务），承载客户的具体业务应用。

中国联通 MEC 整体部署规划分为布局类和现场级两种模式。

(1) 布局类

2020 年年底，中国联通将在全国所有省份的省会及重点城市的核心/汇聚 DC 完成 MEC 布局类建设，重点面向视频监控、AI 分析、图像渲染等 2C、2B2C 类业务场景；2022 年年底，中国联通将在全国所有地市核心/汇聚 DC 完成 MEC 布局类建设。

(2) 现场级

中国联通现场级边缘节点主要采用按需部署的模式，可以为客户提供 EdgePOD（部署在边缘机房的一体化软硬结合交付单元）等一体化标准解决方案，也可以按照客户需求灵活地提供各种定制化的软硬件产品。2020 年年底，中国联通现场级部署节点预计将超过 1 000 个，2022 年预计将达到 5 000 个。

5G+MEC 的大带宽、低时延、大连接和高可靠性的网络能力可以满足车联网安全类、交通效率类、信息服务类等场景的业务需求。MEC 边缘云可以解决传统自动驾驶、智能交通的服务瓶颈，提供跨视距、高性能、低时延的网络能力保障。中国联通 MEC 面向车联网架构如图 6 所示。

- 跨视距：满足视距和非视距下的环境感知，增强感知信息的内容、范围和准确度。
- 高性能：基于边缘计算平台强大的计算能力，降低车载和路侧终端的计算压力，实现多维数据实时分析和场景决策。
- 低时延：通过 MEC 对车联网业务的本地分流和近端处理，满足 10 ms 以内的车云交互，实现紧急控制以及编队行驶的信息交换。

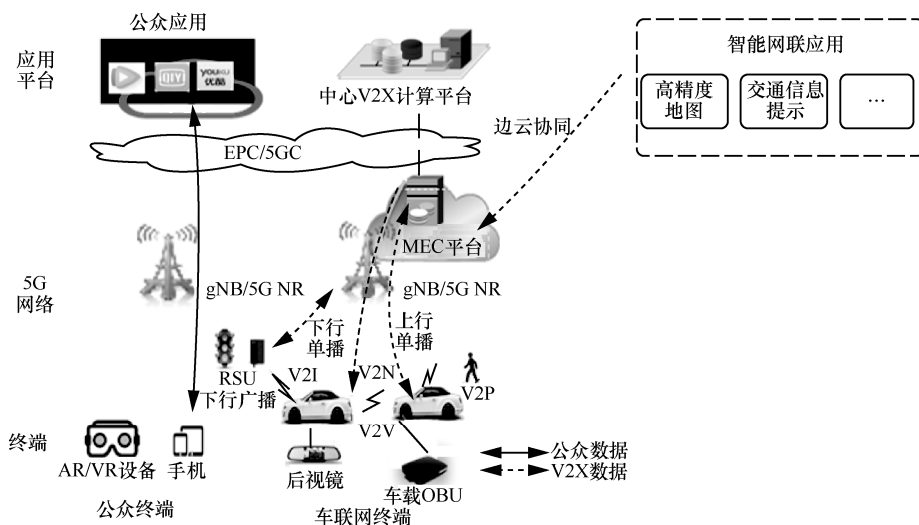


图6 中国联通 MEC 面向车联网架构

智能车联定位于通过 5G、MEC、V2X（车联网）等先进通信与网络技术，实现智能汽车与人、车、路、后台等信息交互共享，构建车路云一体的协同服务系统，具有复杂的环境感知、智能决策、协同控制和执行等功能，从而面向智能交通管理控制、车辆智能化控制和智能动态信息服务提供电信级的运营服务保障。

中国联通已实现了 MEC 的落地商用，可以提供一体化的解决方案，将在全国所有省会及重点城市的核心/汇聚 DC 完成 MEC 布局类建设，形成全国统一的边缘计算网络，满足部分区域车联网业务的近端分流和处理，促进车联网产业的持续发展。

中国联通边缘云提供边缘业务部署平台、边缘业务管理平台、边缘业务运营平台、边缘业务开发者平台等体系化架构，为车联网应用的开发、测试、部署、编排和商用提供端到端的支撑能力，助推智慧车联在全国的规模商用。

5 典型业务场景解决方案

5.1 沃尔沃智慧停车场

目前国内人员密集区周围停车难、停车位利用率不高等问题比较突出，并且有的停车场车流量较多、路线规划不善，容易导致在停车场内的严重拥堵，影响市民停车体验。智慧停

车场能够实现车位管理、自动寻位、精准导航、盲区预警等功能，将全面改善停车场内交通微循环的情况。

智慧停车场系统架构由车端、场端、边缘云构成，如图 7 所示。车辆进入智能停车场，启动自动驾驶泊车模式，接收边缘云下发的指定空闲车位信息和准确的定位导航路径坐标信息集，车辆沿着规划路径形式，并结合路侧高精度定位进行实时的路径校正，同时通过场端感知单元检测行人和障碍物，并通过网络控制车辆的制动及避让，待障碍物消失，车辆恢复行驶状态，最终到达指定位置后自主停入停车位。

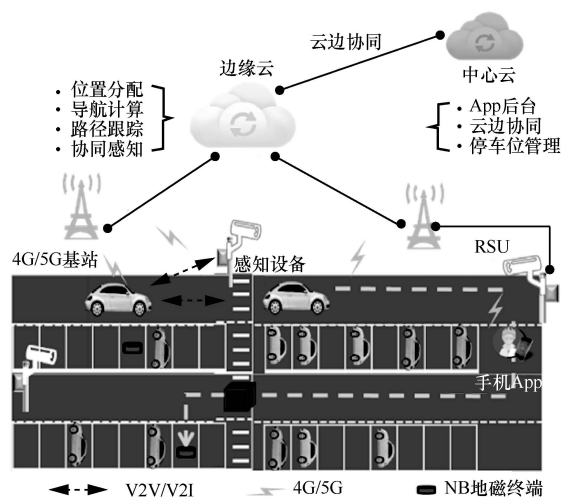


图7 智慧停车场系统架构



在智慧停车场场景中，一方面，边缘云实现感知融合、导航和消息分发以及障碍物超低时延的实时感知；另一方面，边缘云的超大算力支撑车辆实现轨迹对比和自动循迹驾驶。

未来边缘云将有可能优先应用在智慧停车场等封闭区域内的低速自动驾驶场景中，将有效解决停车场进出拥堵、车位利用率不高等问题。

5.2 动态高精度地图

动态高精度地图下发是实现高等级自动驾驶的必要技术基础。为了保证我国地理位置信息安全，目前高精度地图是分段下发并且随用随擦除，本地不保留地图文件，因此需要建立高精度地图的分段下发机制。目前有两种主流方式可以实现高精度地图的下发：一种是通过 C-V2X 消息；另一种是通过移动蜂窝网结合 MEC 的方式。如果未来 5G 作为移动蜂窝通信的主要承载技术，5G+MEC 下发高精度地图，能够兼备 5G 低时延的特性及 MEC 边缘计算的能力，提供靠近边缘侧的业务处理单元，减轻数据业务对核心网的负载。在本应用场景中，5G 网络作为地图的高速分管道，MEC 提供地图存储以及动态实时更新路况，同时与中心云交互重要的交通信息，部署架构如图 8 所示。

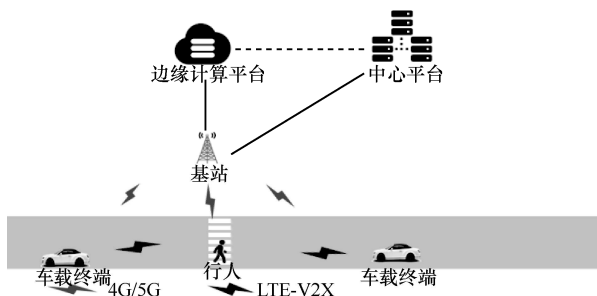


图 8 边缘云下发高精度地图部署架构

因此相比而言，5G+MEC 在高精度地图分发上具有一定的优势。未来可以考虑利用 C-V2X 主要承载安全类和效率类短消息，而通过 5G+MEC 的方式下发高精度地图，并且通过边缘计算单元进行信息整合和融合计算，实现区域协同控制的

高级别自动驾驶业务。

5.3 首钢园区 MEC 融合感知

首钢园区部署的 MEC 融合感知应用场景，通过汇集覆盖路口和道路的视频监控，在边缘云进行视频 AI 处理，智能抓取高危交通状态，并通过移动蜂窝网络或 LTE-V2X 消息告知行进车辆，系统架构如图 9 所示。

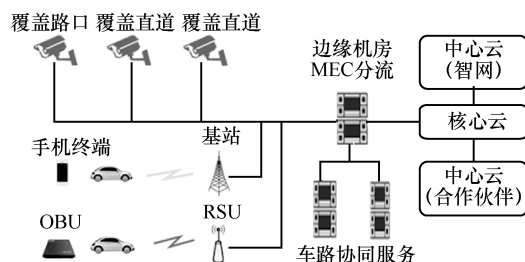


图 9 首钢园区 MEC 融合感知系统架构

针对现有感知方法只能感知车辆周边的环境情况，且交通环境感知算法存在感知信息不全、计算量大、实时性不够等问题，首钢园区 MEC 融合感知系统基于 V2X 技术构成车路协同平台，实现多传感器交通态势协同感知，感知源丰富且可扩展，包含高清摄像头、毫米波雷达、激光雷达、C-V2X 路侧通信设备等。并且 MEC 单元具备核心融合算法模块，通过融合多种传感器，基于深度学习的目标检测、目标跟踪、目标解析、数据融合等能力，实现车辆特征识别、车辆定位、事件类型识别等核心功能，从而达到行驶环境融合感知、智能网联决策控制以及交通态势的预测预判目的。

6 结束语

本文探索了 MEC 与 C-V2X 场景的深度融合，深入分析了 MEC 的网络架构、C-V2X 场景中 MEC 部署及 MEC 的关键技术，并结合具体的应用案例给出 MEC 与 C-V2X 融合的网络规划。MEC 通过本地化服务能够有效地缩短车联网场景中大数据量业务的回传路径，极大地缓解网络的承载传输压力。同时 MEC 将数据处理能力

下沉到靠近终端的位置, 能够使信息的交互时延满足 C-V2X 场景超可靠低时延的业务需求。因此, MEC 与 C-V2X 融合架构成为未来车联网产业落地和大规模应用最有潜力的候选方案之一。

参考文献:

- [1] 工业和信息化部. 车联网(智能网联汽车)直连通信使用 5 905~5 925 MHz 频段管理规定(暂行)[EB]. 2018.
Ministry of Industry and Information Technology. Regulations on the use of 5 905~5 925 MHz frequency band for direct connection communication of Internet of vehicles (intelligent internet connection vehicle) (provisional) [EB]. 2018.
- [2] 3GPP. Study on LTE support for vehicle to everything (V2X) services: TR22.885[S]. 2015.
- [3] 3GPP. Study on enhancement of 3GPP support for 5G V2X services: TR22.886[S]. 2015.
- [4] 5GAA. Overview of UCs and SLRs: T-180194[S]. 2019.
- [5] 吕华章, 陈丹, 王友祥. 边缘云平台架构与应用案例分析[J]. 邮电设计技术, 2019, 6(3): 35-39.
LV H Z, CHEN D, WANG Y X. Edge cloud platform architecture and application case analysis[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2019, 6(3): 35-39.
- [6] 陈伟, 延凯悦, 宋蒙, 等. 基于 MEC 的 5G 车联网业务分析及应用 [J]. 邮电设计技术, 2018, 9(11): 80-85.
CHEN Y, YAN K Y, SONG M, et al. Analysis and application of 5G V2X business based on MEC[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2018, 9(11): 80-85.
- [7] 张涌, 陈丹, 范斌, 等. 中国联通边缘计算技术演进规划与部署方案[J]. 邮电设计技术, 2018, 11(4): 42-47.
ZHANG Y, CHEN D, FAN B, et al. The evolution planning and deployment plan of China Unicom's multi-access edge computing technology[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2018, 11(4): 42-47.
- [8] 李佐昭, 刘金旭. 移动边缘计算在车联网中的应用[J]. 现代电信科技, 2017, 47(3): 37-41.
LI Z Z, LIU J X. Application of mobile edge computing in internet of vehicles[J]. Modern Science & Technology of Telecommunications, 2017, 47(3): 37-41.
- [9] 张建敏, 谢伟良, 杨峰义, 等. 移动边缘计算技术及其本地分流方案[J]. 电信科学, 2016, 32(7): 132-139.
ZHANG J M, XIE W L, YANG F Y, et al. Mobile edge computing and application in traffic offloading[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(7): 132-139.
- [10] ETSI. Multi-access edge computing (MEC); support for network

slicing: GR MEC 024 V2.1.1[S]. 2019.

- [11] ELLINI H, LIN T, GRANT M, et al. The cutting 'edge' of computing[Z]. 2018.

[作者简介]



邱佳慧(1985-), 女, 博士, 中国联合网络通信有限公司网络技术研究院车联网技术总监, 主要研究方向为车联网、5G 通信、高精度定位等, 先后在国内外学术期刊发表高水平论文 27 篇, 出版专著 2 部, 申请发明专利 20 余项。



周志超(1989-), 男, 博士, 中国联合网络通信有限公司网络技术研究院 C-V2X 标准工程师, 主要研究方向为无线移动通信、车联网 C-V2X 标准、C-V2X 及 MEC 解决方案等。



林晓伯(1987-), 男, 中国联合网络通信有限公司网络技术研究院 C-V2X 标准工程师, 主要研究方向为车联网仿真、5G 通信、IP 网络等。



肖羽(1984-), 女, 中国联合网络通信集团有限公司 MEC 行业技术专家, 中国联合网络通信集团有限公司级骨干战略人才, 主要研究方向为 5G 通信、MEC、面向 5G 行业的网络能力开放等。

蔡超(1984-), 男, 中国联合网络通信有限公司网络技术研究院 5G 创新中心交通物流中心总监, 主要研究方向为无线移动通信、核心网架构、数据网、安全网等。

刘留(1981-), 男, 博士, 北京交通大学电子信息工程学院教授、博士生导师, 主要研究方向为 5G 通信等, 先后在国内外学术期刊发表高水平论文 120 篇, 申请发明专利 40 余项。