

基于 MEC 的 5G 车联网业务分析 及应用

Analysis and Application of 5G V2X Business Based on MEC

陈 伟¹,延凯悦¹,宋 蒙¹,刘 琪¹,薛亦君²(1. 中国联通网络技术研究院,北京 100048;2. 电子科技大学,四川 成都 611731)

Chen Yi¹,Yan Kaiyue¹,Song Meng¹,Liu Qi¹,Xue Yijun²(1. China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China;2. University of Electronic Science and Technology of China,Chengdu 611731,China)

摘 要:

首先从车联网业务类型和 5G 网络特性 2 个维度对 5G 车联网业务进行了分析,然后分别介绍了 3 种车联网业务类型中的典型场景;之后结合 MEC,介绍了 MEC 的特性、部署方案及基于 MEC 的车联网网络架构;最后详细介绍了 2 个典型的基于 MEC 的车联网业务解决方案,分别为行人防碰撞和编队行驶解决方案。

Abstract:

Firstly, 5G V2X business types are analyzed from 2 dimensions of 5G network characteristics and V2X service types. Then the typical use cases of 3 business types are introduced in detail. Then, MEC technology characteristics, deployment solutions, and V2X network architecture based on MEC are described. In the end, 2 typical V2X business solutions based on MEC are introduced, including pre-crash for pedestrians and platooning.

Keywords:

MEC; 5G V2X business; Pre-crash for pedestrians; Platooning

引用格式: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(11):80-85.

关键词:

MEC; 5G 车联网业务; 行人防碰撞; 编队行驶
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2018.11.015
中图分类号: TN929.5
文献标识码: A
文章编号: 1007-3043(2018)11-0080-06

0 前言

车联网(智能网联)是智能交通系统的一个重要组成部分,其范畴包括以导航、道路信息服务和远程车况诊断为代表的汽车信息和娱乐类业务,以绿色通行、潮汐车道控制、红绿灯参数控制和编队行驶等为代表的交通效率类业务,同时还包括碰撞预警、车辆失控预警、预防行人碰撞等安全类业务。

按通信技术的发展来看,车联网的发展可以分为 3 个阶段:第一阶段是以基于 2G、3G 蜂窝通信网络的汽车娱乐和以 eCall 为代表的远程信息处理业务;第二阶段是通过 LTE-V2X 和 DSRC 等通信系统将汽车互联,提供包括 V2V、V2P、V2I 和 V2N 的智能交通业务;第三阶段是基于 5G 及 5G-V2X 网络,汽车与云端连

接,结合精确位置信息,提供自动驾驶、编队行驶等业务。目前,产业正处于第二阶段向第三阶段过渡的时期。

1 5G 车联网业务分析

1.1 5G 车联网业务分析

车联网按业务类型可以分为汽车行驶安全、交通效率提升和信息服务三大类。作为移动通信产业的主要推动力,3GPP 对 3 类服务都有所研究,3GPP TR 22.885 提供了 27 个典型的应用场景,其中针对交通安全的有包括碰撞预警、车辆失控预警、行人防碰撞等 13 个应用场景,车辆协作巡航、道路排队信息、车辆远程诊断等 14 个为车辆提供信息服务和提升交通效率的应用场景。此外,3GPP TR 22.886 定义了 eV2X 的几种增强型业务应用场景,包括编队行驶、高级驾驶、传感器扩展和远程驾驶。

收稿日期:2018-09-24



车联网按照 5G 网络特性可以分为 eMBB 超大带宽类、mMTC 超大连接类、uRLLC 超高可靠超低时延类 3 种业务类型。其中超大带宽类的业务包括车载高清视频、车载 AR/VR 等数据量大的业务,超大连接类的业务包括车辆监控等连接数多的业务,超高可靠超低时延类的业务包括自动驾驶、编队行驶等网络可靠性和时延要求高的业务。

从业务类型和 5G 网络特性 2 个维度对车联网业务进行分类(见表 1)。

表 1 5G 车联网业务类型分析

5G 特性	安全类	交通效率类	信息服务类
eMBB (~Gbit/s 速率)	车载视频监控 驾驶实时监测	实况直播 全景合成	车载视频 车载 VR/AR 车载视频通话
mMTC (~百万连接)	车辆防盗	运行监控 车位共享	车载智慧家庭 汽车分时租赁
uRLLC (~ms 时延+ 99.999% 可靠性)	自动驾驶 碰撞预警 行人防碰撞	编队行驶 协同导航	AR 导航 动态地图

1.2 车载信息服务类业务

典型的车载信息服务类业务包括车载娱乐生活(如高清视频、视频会议、车载游戏、车载 AR/VR 等)、车辆状况远程诊断、高精度地图下载更新等。

a) 车载娱乐生活。车载娱乐生活是指车辆通过公网基础设施接入网络,获得多媒体内容,实现观看高清视频、视频会议、车载游戏等业务体验。

b) 车辆状况远程诊断。车辆状况远程诊断是指通过采集整车状况信息上传到业务平台,自动进行远程诊断并以消息的方式通知车主。

c) 高精度地图下载更新。高精度地图下载更新是指车辆通过基站设备接入网络,实现高精度地图的下载、实时更新等业务。

这 3 种典型的业务类型的通信指标如表 2 所示。

1.3 车辆安全类业务

安全驾驶是目前车联网发展的重要应用场景,通过 C-V2X 网络结合车辆感知获取周围环境信息,实现

表 2 典型业务类型的通信指标(车载信息服务类)

业务类型	通信方式	时延/ms	网络覆盖要求	网络部署要求
车载娱乐生活	V2N	≤500	基站广覆盖	LTE-V2X 基站+MEC、5G 基站
车辆状况远程诊断	V2I、V2N	≤500	基站广覆盖	LTE-V2X 基站、RSU
高精度地图下载更新	V2I、V2N	≤500	基站/RSU 广覆盖	LTE-V2X 基站+MEC、5G 基站,RSU

辅助安全驾驶,以及未来高级阶段的自动驾驶。

a) 前向碰撞告警。前向碰撞告警是指当后车在车道上行驶,与在前方同一车道的车存在追尾碰撞危险时,通过预警提醒后车驾驶员或者直接对车辆进行控制以避免前向碰撞。

b) 紧急车辆提醒。紧急车辆提醒是指消防车、救护车、警车等紧急车辆拥有较高的通行优先级,通过 V2X 消息表明其为紧急车辆或社会车辆,并与周边车辆、路侧设施以及网络设备等建立通信,为高优先级车辆让行。

c) 异常路段告警。异常路段告警是指路侧设备(RSU)检测到在其覆盖范围内的道路有湿滑、结冰、深坑、急转弯等危险路段后,对范围内的所有车辆发送道路危险预警信息,以减少可能的道路事故。

d) 自动驾驶。自动驾驶是指车辆利用车载感知系统结合 C-V2X 网络通信获取车辆位置、周围车辆信息、道路信息等环境信息。自动驾驶系统进行多源信息融合,做出决策,控制车辆的转向和速度,实现自动驾驶、跟随、制动等自动驾驶业务。

e) 远程驾驶。远程驾驶是指利用车载感知系统获取周边环境信息,通过 C-V2X 网络将信息回传到远程控制平台(主要以视频为主),实现远程驾驶体验。

这几种典型的业务类型的通信指标如表 3 所示。

表 3 典型业务类型的通信指标(车辆安全类)

业务类型	通信方式	时延/ms	定位精度要求/m	通信距离/m	网络部署要求
前向碰撞告警	V2V	≤20	≤1	≥300	LTE-V2X 基站
紧急车辆提醒	V2V、V2I、V2N	≤100	≤5	≥300	LTE-V2X 基站、RSU
异常路段告警	V2I	≤100	无	≥300	RSU
自动驾驶	V2V、V2I、V2N	≤10	≤1	≥300	LTE-V2X 基站+MEC、RSU
远程驾驶	V2I、V2N	≤10	≤1	≥300	LTE-V2X 基站+MEC、RSU

1.4 交通效率类业务

高效智能交通类业务主要面向城市智能交通场景,通过 C-V2X 车联网通信技术和大数据分析等优化交通设施管理,提高交通效率,缓解城市拥堵,为人们提供绿色、高效的出行体验。

a) 交通路口红绿灯控制。交通路口红绿灯控制是指车辆行至交通路口时,路侧和云端通过收集周边车辆速度、位置信息,优化交通信号灯相位配时参数,使得车辆能够顺利通过红绿灯路口。



b) 自适应巡航。自适应巡航是指车辆在行驶过程中,基于 V2X 通信获知前车行驶状态信息,自动调整自身车辆行驶状态,增强现有巡航系统的功能。

c) 编队行驶。编队行驶是指车队之间通过信息交互,按照一定的秩序和规则进行编队,同步加速、减速、刹车、转弯等。

这几种典型的业务类型的通信指标如表 4 所示。

2 MEC 车联网网络架构

2.1 MEC 技术简介

5G 网络结合日渐成熟的 SDN/NFV、大数据、人工智能等技术,成为各行业数字化转型的关键基础设施。5G 万物互联下的新型业务呈现更低时延、大带宽、更加智能的特点,传统竖井式网络架构在资源共享、敏捷创新、弹性扩展和简易运维等方面存在明显不足。为了有效满足未来 eMBB、mMTC、uRLLC 等业务需求,加强行业竞争力,全球运营商纷纷开展网络重构和转型,构建以 DC 为核心的全云化网络。多接入边缘计算(MEC)技术是 ICT 融合的产物,支持 LTE、NR、Wi-Fi、有线,以及 ZigBee、LoRa、NB-IoT、工业以太网总线等多种接入技术,可以支撑运营商进行 5G 网络转型,以迎合未来高清视频、VR/AR、工业互联网、车联网等业务发展需求。

多接入边缘计算是在靠近人、物或数据源头的网络边缘侧,融合网络、计算、存储、加速、人工智能及大数据的开放平台,就近提供边缘智能服务,满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。运营商拥有数以千计的本地机房,这是相对于 OTT 的绝佳优势资源,使得边缘计算具有广阔的应用空间。运营商可以抓住这一优势,快速构建统一的 Edge-Cloud 资源池,开启与 OTT 等在边缘产业生态的战略合作。

中国联通边缘业务平台包括硬件资源层、虚拟化层、应用使能层及业务编排管理层。其中,硬件基础设施层(COTS)包括计算资源、存储资源、网络资源以及加速器资源。虚拟化层(Cloud OS)将各类硬件资源进行虚拟化,目前主要基于 Openstack 以支持虚拟机部署

方式为主,并逐渐向容器方式演进。业务使能(Service Enable)层集成 LBO 分流、vCDN、LBS 位置、VR/AR 渲染和 RNIS 网络信息、实施编解码等丰富的服务,为应用层提供丰富的平台能力及北向统一的 API,可以安全高效地将基础网络服务能力提供给第三方应用,还可在第三方应用之间实现服务能力的可靠共享,满足多样化的业务需求。整个 MEC 架构具备开放开源、弹性敏捷、安全可靠的特点。

2.2 MEC 部署

MEC 是从扁平到边缘及面向 5G 网络架构演进的必然技术。RAN 的云化(Cloud-RAN)及虚拟化(V-RAN)为 MEC 的部署提供了一个合适的切入点。在 3GPP R15 中,基于服务化架构,5G 协议模块可以根据业务需求灵活调用,为构建边缘网络提供了技术标准,从而使得 MEC 可以按需、分场景灵活部署在无线接入云、边缘云或者汇聚云。例如,部署在一个零售中心的小型 Cloud-RAN 可以同时部署 MEC 功能来管理本地化的应用,使得应用、服务和内容在位置上更贴近终端用户。

MEC 虽然是 5G 网络的使能技术,但由于架构及平台的开放性,MEC 亦可在现阶段部署于 LTE 网络。在 LTE 网络中,MEC 服务器有以下 2 种形态。

a) 作为基站的增强功能,通过软件升级或者新增版卡,与基站集成的内置方式。

b) 作为独立设备,部署在基站后或网关后的外置方式。

图 1 为中国联通 LTE 网络中典型的 MEC 端到端组网架构,MEC 服务器位于基站与核心网之间,通过解析 S1 消息实现业务的分流,用户直接访问 MEC 服务器,从而减轻骨干网的压力,缩短时延。因而 MEC 具有低时延、高带宽、本地化的优点。基站和核心网之间通常经过多个传输环:接入环、汇聚环和核心环。根据业务类型、处理能力、网络规划等需求,可以将 MEC 部署于网络中的合适位置。

MEC 可以运行于物理平台或者虚拟化平台,提供诸如本地缓存、本地数据服务以及业务优化等功能,也可以承载本地应用,这些业务的分流规则预先配置给

表 4 典型业务类型的通信指标(交通效率类)

业务类型	通信方式	时延/ms	定位精度要求/m	通信距离/m	网络部署要求
交通路口红绿灯控制	V2I、V2N	≤500	≤5	≥150	LTE-V2X 基站、RSU
自适应巡航	V2V、V2I	≤100	≤2	≥100(车速为 100 km/h 以上的安全距离)	RSU
编队行驶	V2V、V2I、V2N	≤10	≤1	≥150(5 辆车加上车车之间安全距离的长度)	LTE-V2X 基站+MEC、5G 基站、RSU



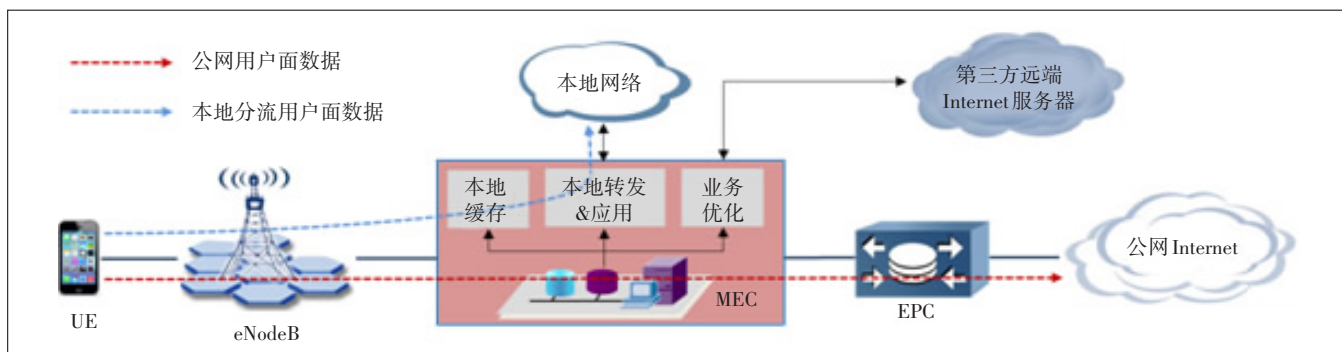


图1 MEC的部署位置

MEC的分流模块,当用户面有业务数据报文时,MEC对报文的特征字段(例如IP五元组)进行解析,匹配预先配置的分流规则,如果能够匹配,则将业务流引导到对应的本地应用或者服务,如图1中的蓝色线条所示。此外,MEC对S1信令的解析是透明的,不会影响基站与核心网之间信令过程,对于不属于MEC本地服务的业务流,MEC将业务报文原封不动地透传。

2.3 车联网中的MEC

车联网成为国内外新一轮科技创新和产业竞争的必争之地,进入产业爆发前的战略机遇期,正在催生大量新技术、新产品、新服务。V2X技术借助“人—车—路—云”协同通信和交互,实时感知车辆周边状况进行及时预警,成为当前世界各国解决道路安全、提升交通效率等问题的关键研究热点。

5G网络对uRLLC场景下V2X的远程车检与控制时延要求为20 ms,对自动驾驶时延要求为5 ms。解决C-V2X的核心问题是:如何实现超低时延、超高带宽和超高可靠性。传统的端到端移动通信,必须经过无线接入网、核心网、平台、应用层层处理,最终导致端到端时延较长,性能上无法满足对时延要求比较高的V2X应用的要求。为了进一步降低端到端通信时延,提供结合地理信息的本地车联网服务,网络中可以引入多接入边缘计算平台(MEC)。

MEC通过将数据、应用、智能引入基站边缘侧,一方面通过减少数据传输路由节点,将业务部署在边缘节点以降低端到端通信时延,通过LTE蜂窝网络和MEC车联平台的本地计算,在紧急情况时下发告警等辅助驾驶信息给车载单元(OBU),相比现有网络延时,车到车时延可降低至20 ms以内,大幅度减少车主反应时间,更好地挽救生命和减少财产损失。另一方面MEC作为本地服务托管环境,能够支持部署本地更具地理和区域特色、更高吞吐量的车联网服务,例如通过

MEC车联平台可实现路径优化分析、行车与停车引导、安全辅助信息推送和区域车辆服务指引等。因此,MEC已经成为基于蜂窝网络C-V2X通信解决方案不可或缺的一部分。

通常,边缘云提供本地化的云服务,并可连接公有云或者其他网络内部的私有云实现混合云服务。车联网场景下,边缘云架构和部署如图2所示。整个云架构可以由三层(边缘云、区域云、汽车云)或者二层(边缘云、汽车云)组成,边缘云与区域云/汽车云协同工作,在部分场景中,边缘云可以独立工作。

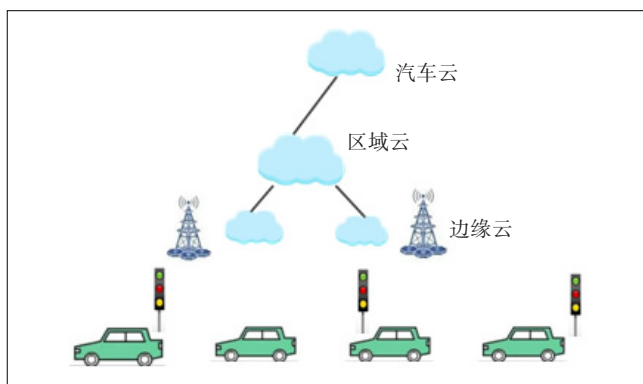


图2 边缘云架构和部署

3 基于MEC的车联网典型业务解决方案

MEC通过将应用层云平台下沉到网络边缘,可以为移动终端提供本地大带宽和低时延业务,接下来介绍2种典型业务解决方案。

3.1 行人防碰撞

行人防碰撞是指基于V2P技术,车、路、人、云通过网络进行连接,车辆具备检测周围行人的功能,并在有碰撞危险时提示车主。

该场景如图3所示。行人位置信息通过手机上传给基站,虚拟核心网服务器将位置信息传递给路侧单



元(RSU),RSU广播行人位置信息给路口车辆。车辆基于来自RSU的信息判决是否需要发出碰撞预警。

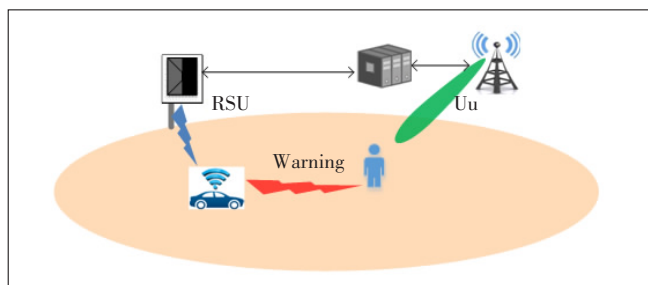


图3 行人防碰撞示意图

该系统具体的工作流程如图4所示。

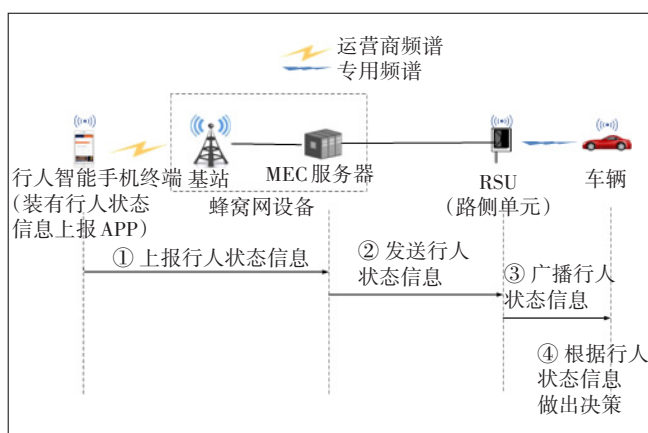


图4 行人防碰撞流程图

行人配有智能手机终端(安卓或IOS智能终端),手机上安装有行人状态信息上报APP。手机打开APP,获取行人状态信息(GPS和惯导信息,包括经纬度、运动速度、运动加速度、地面航向角度等),通过蜂窝网络发送给MEC服务器,MEC服务器将计算所得的行人位置和运动状态发送给相应的RSU,RSU广播给附近车辆。车辆收到之后,根据行人信息和车辆行驶状态作出决策。若车辆判断有发生事故的可能性,则需要作出警告,该警告可以不限于声音及屏显的方式。

该方案已经在上海嘉定汽车城做过实地试验,试验由中国联通、中兴通讯、一汽、福特一起合作完成。该试验结合行人防碰撞、车辆透视、车辆防碰撞等多种车联网应用场景,实现人、车、路、云一体化协同,为未来智能交通的发展探索场景化业务模型。车—车—云协同是指车车之间通过云网进行连接通信,实现车辆透视场景,为了降低通信时延,采用边缘云计算方案;车—路—云协同是指车与路边基础设施以及云进行连接,实现交叉路口防碰撞场景;车—人—云协同是指车

和人与云进行连接,车辆通过网络得到行人信息,防止事故发生,实现行人防碰撞场景,该场景除了行人外,还可以是骑自行车等弱势交通群体。

3.2 编队行驶

编队行驶是指基于高精度定位、V2V、V2I等技术实现车辆之间按照一定的秩序和规则进行编队,同步进行加速、减速、刹车,延时转弯等操作。

该场景如图5所示,车队内包括领航车辆和跟随车辆,领航车辆周期性获取自身车辆信息(包括位置、自主路线规划等),发送给跟随车辆;跟随车辆接收并解析领航车辆发来的信息,完成对领航车辆的跟随;同时跟随车辆将自身的车辆信息(位置、行驶数据等)打包发送给领航车辆;领航车辆收到并解析跟随车辆信息,调整自身动作。

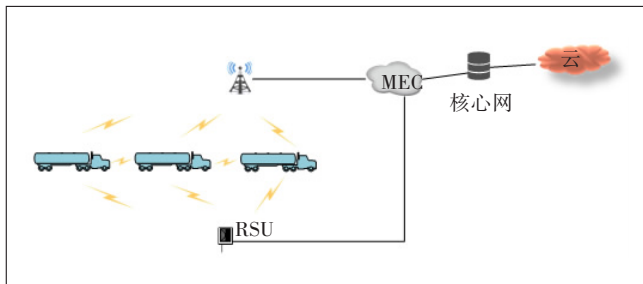


图5 编队行驶场景示意图

编队行驶能够有效保证跟随车辆沿着领航车辆的行驶路径行驶,保证了行驶车辆的相对距离和速度;在遭遇突发状况时,领航车辆驾驶员能立即发现危险,并对危险做出相应的反应,避免事故的发生,大大提高了车辆编队的安全、稳定性。

边缘云可以为车队提供本地数据业务,如本地高精地图下载,车辆信息和路边信息转发等;此外,边缘云还可以为车队提供附近行人等弱势群体运动信息,提供安全辅助,避免车祸发生。

该系统的具体工作流程如图6所示。

车队的车辆上安装的通信模组同时具备与基站和RSU通信的能力,其中与基站通过蜂窝网专用频段通信,与RSU通过ITS专用频段通信。MEC服务器上部署编队行驶业务平台,通过蜂窝网络能为车队提供高精度和导航服务;同时MEC云平台也具备管理车队的的能力,车队需要同步加速、减速等操作时,头车通过RSU将自身位置和行驶信息发送给后方车辆,平台接收到之后通过RSU转发头车信息及行驶指令,后车即与头车保持同步。



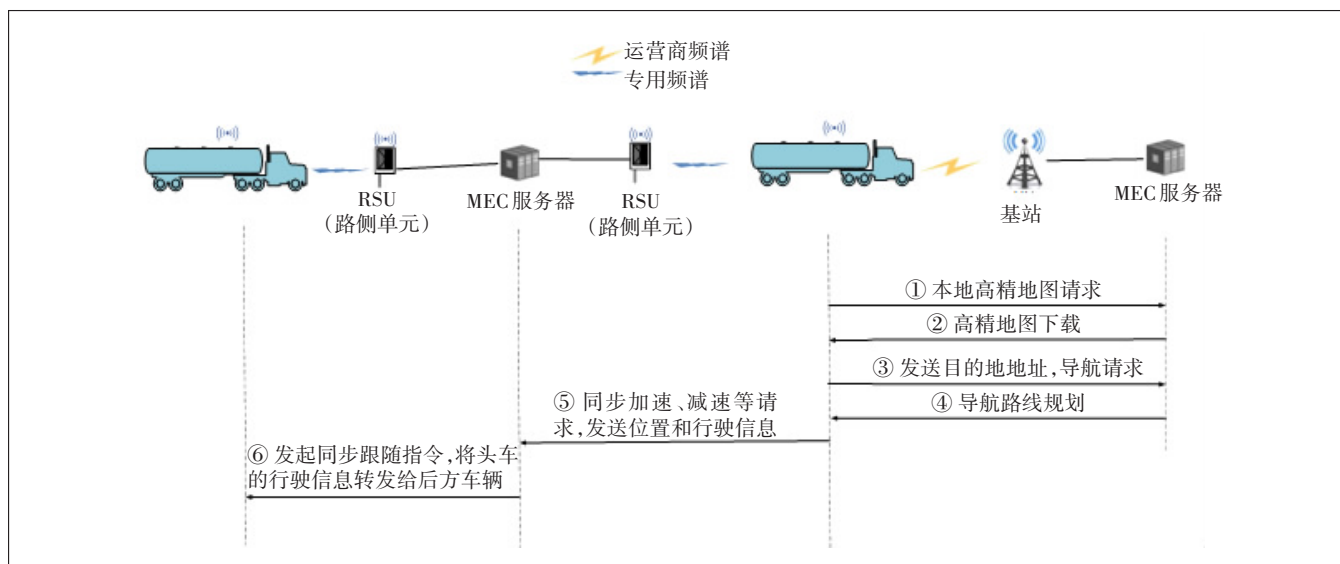


图6 编队行驶工作流程图

该方案在北京房山已经完成相关演示,该试验方案基于 5G 基站、MEC 及 RSU 完成 2 车之间的低速自动驾驶及编队行驶。该试验充分利用 5G 网络和 MEC 的低时延性能,保证自动驾驶和编队行驶的可行性。

4 结束语

通信设施无疑是车联网不可或缺的连接基础,同时运营商具备平台建设和维护经验,具有呼叫中心、信息服务、产业生态合作既有优势,掌握有丰富的数据资源,特别是伴随 5G 网络建设、MEC 的部署以及核心网向 SDN/NFV 方向演进,网络由单纯的通道,成为业务赋能管理,可以更深度介入到行业客户的业务流程中,为客户创造更大价值。

目前,正处于汽车产业、交通产业与信息产业融合发展的时机,一方面为运营商带来 5G、SDN/NFV、MEC 等新型网络建设以及服务的市场空间,另一方面为运营商深度参与行业市场,实现通信技术与行业特定场景(包括自动驾驶、城市出行以及车内生活娱乐等方面)融合,带来数据服务、平台服务以及运营服务等提供广阔发展空间。

参考文献:

- [1] Study on LTE support for Vehicle to Everything (V2X) services: 3GPP TR 22.885[S/OL]. [2018-07-12]. <https://download.csdn.net/download/sgx6660888/10664990>.
- [2] Study on enhancement of 3GPP Support for 5G V2X Services: 3GPP TR 22.886[S/OL]. [2018-07-12]. <https://download.csdn.net/download/sgx6660888/10665006>.

- [3] ITU towards "IMT for 2020 and beyond" [EB/OL]. [2018-07-12]. https://www.researchgate.net/publication/292375267_5G_AND_IMT_FOR_2020_AND_BEYOND.
- [4] 史敏锐. 车载信息服务分析与研究[EB/OL]. [2018-07-12]. <http://www.doc88.com/p-4425806558657.html>.
- [5] TIAA-FUTURE 车联网联合工作组. 白皮书: 智能网联汽车基本应用[EB/OL]. [2018-07-12]. <http://www.tiaa.org.cn/ziliao.aspx?proid=3>.
- [6] IMT-2020(5G)推进组. C-V2X 白皮书[EB/OL]. [2018-07-12]. <http://mp.ofweek.com/auto/a045673522236>.
- [7] 中国联通车联网白皮书[EB/OL]. [2018-07-12]. <http://www.docin.com/p-2042412510.html>.
- [8] 戴晶,陈丹,范斌. 移动边缘计算促进 5G 发展的分析[J]. 邮电设计技术,2016(7):4.
- [9] 李福昌,李一喆,唐雄燕,等. MEC 关键解决方案与应用思考[J]. 邮电设计技术,2016(11):81.
- [10] 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(4):42-47.
- [11] 中国联通开展多场景蜂窝车联网业务示范,推动智能驾驶步入现实生活[EB/OL]. [2018-07-12]. <http://www.ccidnet.com/2017/0608/10280447.shtml>.
- [12] 中国联通携手爱立信,展示 5G 超远程智能驾驶应用示范[EB/OL]. [2018-07-12]. <http://www.elecfans.com/tongxin/20180820732>.

作者简介:

陈伟,毕业于北京邮电大学,工程师,硕士,主要研究方向为高精度定位、5G 通信、车联网等;延凯悦,毕业于北京交通大学,工程师,硕士,主要研究方向为 MEC、5G 通信等;宋蒙,毕业于南安普顿大学,工程师,硕士,主要研究方向为车联网、5G 通信等;刘琪,毕业于清华大学,教授级高级工程师,博士后,北京邮电大学兼职研究生导师,未来移动通信研究论坛 5G 工作组副组长,主要研究方向为车联网、5G 通信、异构网络融合、高精度定位等;薛亦君,就读于电子科技大学,电子信息工程专业。

