



基于公众移动通信网的 V2X 运营需求

陈正文

(中国电信股份有限公司上海研究院,上海 200122)

摘要:简要介绍了两种 V2X 技术路线,以典型的 V2X 应用场景为例,提出了 V2X 应用部署初期应仅提供车辆主动安全提醒服务的观点。从公众移动通信网提供 V2X 应用的角度,提出了 V2X 运营中所需的功能需求,包括:身份鉴权、通信功能、通信兼容性、与交通系统对接、运行维护等功能,并提出了身份证书发放、运行维护测量消息的具体设想。

关键词:V2X;V2V;V2I;V2P;智能交通系统

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016227

Operation requirements for V2X communication of PLMN

CHEN Zhengwen

Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China

Abstract: Two kinds of V2X technology were introduced briefly and several typical V2X use cases were listed. It was suggested that V2X applications should be deployed with vehicular active safety function firstly. Based on V2X communication of PLMN, operation requirements were provided, including identity authentication, communication function, interoperation of communication, interface with road transport system, operation and maintenance, especially including ideas of delivering identity certifications and measurement messages.

Key words: vehicle to X, vehicle to vehicle, vehicle to infrastructure, vehicle to pedestrian, intelligent transport system

1 引言

交通运输是国民经济的重要组成部分,对经济发展、人身安全、环境保护等多领域有重要影响。截至 2016 年 6 月,我国汽车保有量达 1.84 亿辆,汽车驾驶人员达 2.96 亿人。截至 2015 年底,中国公路通车总里程达到 457 万公里,其中高速公路里程超过 12 万公里。随着交通机动化的不断发展,中国道路交通安全形势严峻,每年因道路交通安全事故伤亡人数超过 20 万人,交通事故约 470 万起,在全球处于事故率、死亡率较高的水平。因此有必要充分利用通信技术提供新的智能交通应用,提升道路交通安全。

V2X 是全球智能交通领域研究的热点,利用车与基础设施(vehicle to infrastructure,V2I)、车与车(vehicle to vehicle,V2V)、车与人(vehicle to pedestrian,V2P)通信,提升交通运输效率与安全。V2I、V2V、V2P 统称为 V2X。V2X 技术要求车辆、路侧设施、行人通信终端具备近距离通信功能,能够实现物理位置相距较近的车辆、路侧设施、行人之间通信。

V2X 的技术路线主要为两种:DSRC (dedicated short range communication,专用短程通信)技术和公众移动通信网。DSRC 的 V2X 技术基于 IEEE 802.11p 协议,其设计以智能交通系统(intelligent transport system,ITS)的应用需求为目标。IEEE 802.11p 定义了物理层和 MAC 层,在 IEEE 802.11

基础上针对高速运动的车辆通信进行了特定扩展,工作于 5.9 GHz 频段,为非授权的专用频段。物理层和 MAC 层之外的网络、管理和安全等部分由 IEEE 1609 系列协议规定,应用消息集由 SAE J2735 定义。

欧洲、美国、日本已基于 DSRC 技术开展 V2X 的试验和试用,通常由政府的道路运输管理部门发起,汽车制造商、汽车电子设备供应商、信息服务集成商、学术机构等参与。

Car2Car 联盟发起了 2015 年在欧洲部署 C-ITS (cooperative ITS) 的备忘录,在 2012 年已有 12 家汽车制造商签署此备忘录^[1]。欧洲已开展 20 个以上的研究与场地测试项目,且试验已由原型验证转为真实环境的大尺度场地试验,如 DRIVE C2X 项目中,超过 200 辆车在芬兰、法国、德国、意大利、荷兰、西班牙、瑞典共行驶 150 万公里开展测试,九成以上的测试用户对应用表示有意愿使用。欧盟为 V2X 分配的频段为 5.875~5.905 GHz。

美国交通部的国家公路运输安全管理局 (NHTSA) 在 2014 年 8 月曾宣布计划 2016 年给出法规建议,拟要求未来若干年后的新车配备 V2X 设备。2015 年 9 月,美国交通部在最近一轮试点中在怀俄明州南部、纽约市、佛罗里达的坦帕市分别试验卡车安全与效率改进、车流与行人安全、高速公路可变车道的应用^[2]。美国为 V2X 分配的频段为 5.850~5.925 GHz。

日本开展了多个 V2X 测试项目,并实施了 V2I 的建设,在全国部署了 1 670 个路侧节点,超过 5 万个车载节点。日本在 V2X 测试和实施中使用的频段为 760 MHz。欧洲、美国、日本 DSRC 技术的通信底层不完全一致,已在标准化工作领域建立 EU-US-JP task force 开展沟通和协调,期望达成标准之间的协同^[3]。目前 DSRC 的设备供应商所出售的通信模块和终端分为欧洲版、北美版、日本版。基于公众移动通信网的 V2X 技术路线相对 DSRC 技术路线起步较晚。3GPP 自 2015 年开始启动 V2X 通信领域研究项

目^[4,5],计划 2017 年完成通信技术标准。

V2X 应用部署面临商业模式、信息安全等诸多挑战,需要有足够高的车辆安装渗透率才能达到足够好的应用效果。V2X 的初期应用大部分仅对驾驶员进行提醒,很少直接对车辆进行控制。随着自动驾驶技术的不断发展,V2X 对于自动驾驶技术可起到补充作用,感知到普通传感器无法探测到的直线方向被遮挡的物体和拐角的物体。本文针对公众移动通信网实现 V2X 进行运营需求的探讨。

2 V2X 应用角色与终端分类

为探讨 V2X 的运营需求,首先列出 V2X 应用的参与角色。

- 车辆驾驶人员:指机动车驾驶员,所驾驶的机动车包括道路营运车辆(客运车辆、货运车辆、出租车等)、私人轻型轿车、摩托车。车辆的动力包括燃油、电动、油电混合动力等。
- 车主:指上述机动车的车辆所有者。车主的角色仅涉及 V2X 的机动车初始身份鉴权应用,并不涉及 V2X 实时通信的应用场景。
- 行人:指在道路步行的行人,尤其在步行通过交叉路口、横穿道路的场景时。此处并未单列自行车骑行人员。在大部分应用场景中,自行车骑行者与行人的角色类似。
- V2X 路侧终端运营者:指利用 V2X 路侧终端发布 V2X 信息内容(道路湿滑、红灯配时、道路临时施工等)的运营者。
- V2X 业务运营者:为 V2X 系统的车主、行人、V2X 路侧终端运营者提供业务办理服务,例如发放 V2X 终端、核验申请人身份、故障报修、客户服务等。

基于公众移动通信网的 V2X 应用场景系统的构成如图 1 所示。

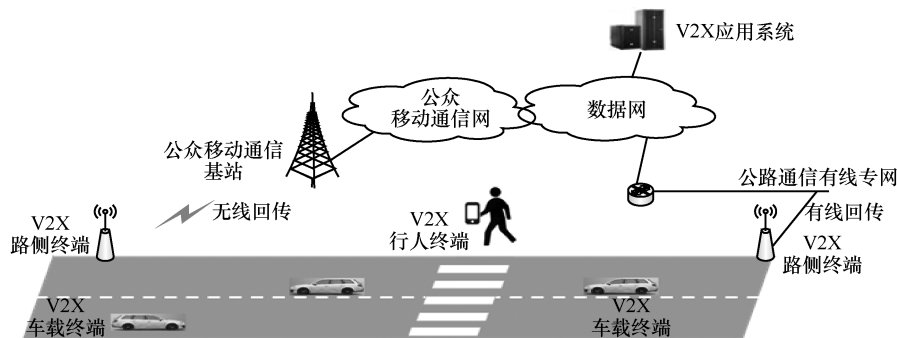


图 1 基于公众移动通信网的 V2X 应用场景系统构成示意



基于公众移动通信网的 V2X 运营中,V2X 终端与普通的公众移动通信应用有一定关系。对 V2X 终端按使用者角色分类,见表 1。

表 1 V2X 终端分类

序号	V2X 终端	使用者角色
1	V2X 车载终端	车辆驾驶人员
2	V2X 行人终端	行人
3	V2X 路侧终端	V2X 路侧终端运营者

V2X 车载终端向周边发送本车的速度、位置等信息。V2X 车载终端分为前装、后装两类:前装 V2X 车载终端与车辆通信总线对接,可获取车速、位置、制动操作、方向盘操作等信息;后装 V2X 车载终端不与车辆通信总线对接,而是利用自身的传感器获取车速、位置等信息。V2X 行人终端向周边发送本终端速度、位置等信息。V2X 路侧终端按 V2X 路侧运营者指令发送道路通行相关消息。为便于表述,将 V2X 车载终端、V2X 行人终端、V2X 路侧终端统称为 V2X 终端。

可以设想,在基于公众移动通信网的 V2X 应用中,V2X 终端除具备近距离通信能力之外,通常具备通用的公众移动远程通信能力。在同一终端中同时具备两种通信功能,将有利于降低 V2X 终端的成本支出,提升 V2X 应用部署的用户渗透率,缩短部署周期。同时,V2X 通信与公众移动远程通信可有效进行信息互通,以提供新的应用功能。

在公众移动通信网的无线覆盖范围内,V2X 终端在无线接入网的指挥调度下进行 V2X 通信;在覆盖范围之外,V2X 终端自主进行 V2X 通信。V2X 车载终端可与车载蜂窝通信设备(通常为 TSP 服务的终端,如 T-BOX、OBD 终端、车载多媒体终端)合设;V2X 行人终端可与公众移动通信终端合设;即消费者的智能手机中提供 V2X 通信功能;V2X 行人终端也可与消费者可穿戴设备合设,如智能手表、智能手环等。V2X 路侧终端具备公众移动通信能力,与远程的应用管理系统进行 V2X 应用信息的交互。除移动通信能力之外,V2X 路侧终端可通过有线通信方式具备远程通信能力。

3 V2X 应用场景

ETSI^[4]、3GPP^[5,6]、CCSA^[7]已提出了较全面的 V2X 应用场景,此处按应用类别、通信方式列出典型的应用场景。

3.1 行车安全典型应用

行车安全应用以车辆主动安全的服务方式向驾驶员提供服务,即车辆对驾驶员提供声、光、振动等警告,提醒驾驶员主动采取动作,避免发生危险。

3.1.1 V2V

(1)前车紧急制动预警

前方有车辆紧急制动,向周边广播制动消息,本车收到消息,判断存在碰撞风险时,车辆向驾驶员发出前车紧急制动预警。

(2)前撞预警

前方车辆定期向周边广播本车速度、位置、临时停车、行驶缓慢、突然变道等信息,本车收到前车的定期消息后,依据前车的车速、位置,判断出存在碰撞风险时,车辆向驾驶员发出前撞预警。

(3)变道危险预警

本车定期接收周边车辆的速度、位置消息,当本车驾驶员开始变道时,若侧后方有车辆高速驶近,或即将进入的车道对面有来车驶近,本车向驾驶员发出变道危险预警。

(4)交叉路口预警

本车即将进入的交叉口若存在侧向来车,与本车存在碰撞风险时,本车向驾驶员发出交叉路口预警。

(5)远光灯提醒

本车远光灯开启状态下,若对面有车辆驶近,本车向驾驶员发出暂时关闭远光灯提醒。

3.1.2 V2I

(1)路面异常预警

V2X 路侧终端向周边广播前方路面存在湿滑、结冰等异常状况的消息,本车收到消息后,向驾驶员发出路面异常预警。

(2)事故车道预警

V2X 路侧终端向周边广播指定车道存在事故现场的消息,车辆收到消息后,向驾驶员发出事故车道预警,便于驾驶员及早减速并转换至非事故车道。此场景中,V2X 路侧终端既可以是长期固定的 V2X 路侧终端,也可以是事故处理工作人员临时放置的便携式 V2X 路侧终端。

(3)施工车道预警

V2X 路侧终端向周边广播指定车道正在施工的消息,车辆收到消息后,向驾驶员发出施工车道预警,便于驾驶员及早减速并转换至非施工车道。

(4)弯道车速预警

V2X 路侧终端向周边广播弯道车速限速消息,当车辆超速时,向驾驶员发出弯道车速预警。

3.1.3 V2P

如行人碰撞预警,V2X 行人终端定期向周边广播本终端的速度、位置。V2X 车载终端定期向周边广播本车的速度、位置。车辆收到 V2X 行人终端的消息,判断存在碰撞风险时,车辆向驾驶员发出行人碰撞(前撞或后撞)预警。V2X 行人终端收到 V2X 车载终端的消息,判断存在碰撞风险时,V2X 行人终端发出声音告警。

3.2 交通效率提升应用

交通效率提升应用利用车辆主动安全的服务方式向驾驶员提供服务,即车辆对驾驶员提供声、光、振动等告警,提醒驾驶员主动采取动作,提升车辆道路通行的效率。

3.2.1 V2V

(1)紧急车辆优先

急救车、消防车、警车、道路清障车等需要快速行进的车辆向周边发出 V2X 消息,周边车辆收到消息后主动让开该紧急车辆所需的车道,使该紧急车辆快速通行。

(2)公交车辆优先

公共交通工具需要在工作日早、晚高峰在公交专用车道中快速通行。在工作日早、晚高峰时,公交车辆向周边车辆发出 V2V 消息,周边车辆收到消息后,主动离开公交专用车道,使公交车辆快速通行。

3.2.2 V2I

(1)高速紧急车道违规记录

为整治车辆违规占用高速公路紧急车道的行为,高速公路的 V2X 路侧终端接收车辆 V2X 信息后,记录驶入紧急车道车辆的 V2X 消息。路侧终端记录下的车辆 V2X 消息被传送至云端系统计算分析,判断车辆驶入紧急车道的时长、行驶距离,判断是否为违规占用紧急车道。同时,V2X 路侧终端发出的消息中带有紧急车道警示,V2X 车载终端收到后,结合自身车速、位置,判断是否违规。若违规,车载终端利用车辆主动安全功能提示驾驶员应驶离紧急车道。

(2)公交车道违规记录

为整治车辆违规占用公交专用车道的行为,公交专用车道的 V2X 路侧终端在工作日早、晚高峰期接收车辆 V2X 信息后,记录驶入公交专用车道车辆的 V2X 消息。路侧终端记录下的车辆 V2X 消息将被传送至云端系统计算

分析,从而判断车辆驶入公交车道的时长、行驶距离,并判断是否为违规占用公交专用车道。同时,V2X 路侧终端发出的消息中带有公交专用车道警示,V2X 车载终端收到后,结合自身车速、位置,判断是否违规。若违规,车载终端利用车辆主动安全功能提醒驾驶员驶离公交专用车道。

(3)交通拥堵周边广播

智能交通应用系统探测到某路段出现交通拥堵,应用系统通知该路段的 V2X 路侧终端,由 V2X 路侧终端向周边广播交通拥堵消息。V2X 车载终端收到交通拥堵消息后,向驾驶员发出警示,便于驾驶员提前采取绕行措施。

3.3 应用场景小结

上述应用场景的典型通信距离为 100~2 000 m。虽然业界提出的 V2X 应用场景也包括车辆自动/半自动驾驶、交通信号灯自动配时等应用,但中国交通环境中的车辆、行人密集,建议初期部署时仅提供利用车辆主动安全服务进行提示的 V2X 应用,不应过早部署车辆自动/半自动驾驶、交通信号灯自动配时等自动控制 V2X 应用。

业界在 V2X 研究中除提及行车安全、交通效率提升之外,信息娱乐应用也曾被提及。由于信息娱乐应用可以容忍相对长的时延,而且来源更为开放,给安全管理将带来较大挑战,因此不适于在 V2X 体系中提供,而应利用 TSP 服务体系提供。

4 V2X 身份鉴权需求

V2X 体系商业运营中,需保证通信参与者身份的真实性、不可抵赖性,且其身份信息不能被泄露。NHTSA^[8]和 Daniel Angermeier^[9]的研究都提出 V2X 身份鉴权存在长周期、短周期的身份鉴权机制。结合公众移动通信网的运营机制,本文提出以下 V2X 身份鉴权运营的设想。

4.1 长周期身份鉴权

需建立对 V2X 终端进行长周期身份鉴权的机制,在较长时间段(如 1 年)内,保持对该终端身份认可。V2X 业务运营者通过 V2X 运营平台执行此类运营环节。

4.1.1 V2X 车载终端

在车辆年检场所设置 V2X 身份鉴权装置,确认 V2X 车载终端的 ID、车架号、车牌号绑定一致。此身份鉴权环节通常由车主配合 V2X 业务运营者执行。

4.1.2 V2X 行人终端

V2X 运营平台按设定的长周期发起对 V2X 行人终端的鉴权验证,确认 V2X 行人终端的 ID 与该终端的 IMSI、



MEID 绑定一致。

4.1.3 V2X 路侧终端

V2X 运营平台按设定的长周期发起对 V2X 路侧终端的鉴权验证,确认 V2X 路侧终端的 ID 与该终端的 IMSI、MEID 绑定一致。此身份鉴权环节由 V2X 路侧终端运营者配合 V2X 业务运营者执行。

若 V2X 路侧终端布放在偏远地区,该地区尚未提供公众移动通信网的无线覆盖,则 V2X 路侧终端运营者可利用路政巡查车辆携带 V2X 身份鉴权装置,利用 V2V 通信方式,对该地区的 V2X 路侧终端进行长周期身份鉴权,确认 V2X 路侧终端的 ID 与地理位置一致。

4.2 短周期证书发放

V2X 运营平台向具备合法长周期身份的 V2X 终端发放短周期身份证书。短周期身份证书的发放周期可以为 1 周、1 月。

5 V2X 通信功能需求

5.1 无线网络覆盖

在公众移动通信网的无线覆盖范围内,V2X 终端使用无线接入网元指示的无线资源进行 V2X 通信。在覆盖范围之外,V2X 终端之间仍可进行 V2X 通信,但通信的并发性能、云端系统的支持相对较弱。

5.2 无线资源分配

当 V2X 终端处于公众移动通信网的无线覆盖范围内时,无线接入网元可以为 V2X 终端分配可用的无线资源。当 V2X 终端进入一个新的公众移动通信的蜂窝小区时,向无线接入网元申请无线资源分配,接入网元利用 V2X 终端的长周期证书确认其身份合法,为其分配无线资源。

5.3 消息广播

(1) 终端例行消息广播

V2X 终端定期向周边广播自身的位置、速度、行进方向等消息。

(2) 终端事件消息广播

V2X 终端自身连接的传感器感知数据后生或特定事件,触发 V2X 终端向周边广播该事件消息。如桥面的 V2X 路侧终端接收冰层监测传感器的事件,向周边广播桥面结冰的消息。

(3) 云端事件消息广播

V2X 终端被 V2X 应用系统下发的事件触发,向周边广播该事件消息。如 V2X 应用系统得知某路段发生道路

拥堵,向该处延伸段的多个 V2X 路侧终端下发该消息,多个 V2X 路侧终端向周边广播该道路拥堵消息。

5.4 业务消息身份鉴权

在 V2X 通信过程中,V2X 终端对收到的每条 V2X 消息进行身份鉴权,确认该消息的发送者具有合法的短周期身份证书。

大部分 V2X 消息的发送频率为 10 Hz^[5],且不同终端的消息发送时刻是随机的。V2X 终端需在高并发状态下对所收到的每条 V2X 消息的身份鉴权,鉴权的时长不超过 100 ms。

6 V2X 通信兼容性需求

基于公众移动通信网的 V2X 通信在网络通信的物理层、MAC 层与 IEEE 802.11p 不兼容,但在应用层应尽量与全球的主流应用协议保持兼容,并可扩展中国适用的应用消息。不同电信运营商的公众移动通信网所管理的 V2X 终端之间需可进行近距离 V2X 通信。

7 V2X 网络与交通系统对接需求

基于公众移动通信网的 V2X 系统中,V2X 应用系统是多种应用的运行平台。V2X 终端与 V2X 应用系统进行应用消息交互,实现多种应用。当 V2X 路侧终端采用有线网络连接 V2X 应用系统时,可采用道路建设时所铺设的专用有线网络。为实现 V2X 终端进行云端事件消息广播,V2X 应用系统可与智能交通信息系统对接,进行交通实时信息交互。

8 V2X 系统运行维护需求

V2X 终端通常不具有图形化人机交互界面,且路侧终端无人值守,需建立自动运行维护机制。

在 V2X 应用消息中,需设置用于 V2X 终端自动运行维护的测量消息。需求为:

- V2X 应用系统具备发送、接收 V2X 测量消息的功能,并通过对测量消息的分析,判断 V2X 终端的功能是否正常;
- V2X 终端具备发送、接收并回传 V2X 测量消息的功能,V2X 终端接收到周边其他 V2X 终端的测量消息时回传至 V2X 应用系统,应用系统汇总所收到的测量消息内容,判断 V2X 终端的工作状态是否正常。

9 结束语

本文针对基于公众移动通信网提供 V2X 商业应用提出了 V2X 系统在运营中需考虑的需求,包括身份鉴权、通信功能、通信兼容性、运行维护等需求。其中,对身份鉴权、运行维护的需求借鉴了电信运营商网络运营经验,结合智能交通行业特点,提出了身份证书发放、运维测量消息等具体设想,对 V2X 的技术标准制定具有一定参考价值。

参考文献:

- [1] Memorandum of understanding for OEMs within the CAR 2 CAR communication consortium on deployment strategy for cooperative ITS in Europe[EB/OL]. (2011-06-27) [2016-07-10]. https://www.car-2-car.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1471238223&hash=2d2f42d9a74708addfafed2ab9a8edd5bd1fb14d&file=fileadmin/downloads/PDFs/MoU_on_deployment-v40001.02_final.pdf.
- [2] Connected vehicle pilot deployment program[EB/OL]. [2016-08-10]. <http://its.dot.gov/pilots/index.htm>.
- [3] Final joint CEN/ETSI-progress report to the European commission on mandate M/453[EB/OL]. (2013-07-15) [2016-07-10]. http://www.etsi.org/images/files/technologies/Final_Joint_Mandate_M453_Report_2013-07-15.pdf.
- [4] 3GPP. Intelligent transport system (ITS), vehicular communications, basic set of applications, definitions:ETSI TR 102 638 V1.1.1[S/OL]. (2009-06-10) [2016-07-10]. http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/102600_102699/102638/01.01.01_60/tr_102638v010101p.pdf.
- [5] 3GPP. Study on LTE support for vehicle to everything(V2X) services (release 14): 3GPP TR 22.885 v14.0.0 [S/OL]. (2015-12-01) [2016-07-10]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs/2015-12/Rel-14/22_series/.
- [6] 3GPP. Service requirements for V2X services, stage 1 (release 14): 3GPP TS 22.185 V14.1.0 [S/OL]. (2016-06-01) [2016-07-10]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs/2016-06/Rel-14/22_series/.
- [7] 3GPP. 基于 TD-LTE 的车辆安全短程通信技术研究: CCSA SR 157-2014 [S/OL]. (2015-01-04) [2016-07-10]. http://www.ptsn.net.cn/article_new/show_article.php?article_id=sr_d066084f-9b7d-291d-3753-54a89241adf.
3GPP. Technical research on vehicle safety short range communication of TD-LTE: CCSA SR 157-2014 [S/OL]. (2015-01-04) [2016-07-10]. http://www.ptsn.net.cn/article_new/show_article.php?article_id=sr_d066084f-9b7d-291d-3753-54a89241adf.
- [8] Vehicle-to-vehicle communications: readiness of V2V technology for application DOT HS 812 014 [EB/OL]. (2014-08-01) [2016-07-10]. <http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/V2V/Readiness-of-V2V-Technology-for-Application-812014.pdf>.
- [9] ANGERMEIER D, KIENING A, STUMPF F. A privacy-preserving scheme for vehicular LTE communication[C]// VANET'13, June 25-28, 2013, Taipei, China. New York: ACM Press, 2013: 1-10.

[作者简介]



陈正文(1973-),女,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师,主要研究方向为物联网蜂窝通信技术。