

分层网络设计

目标：用于自动驾驶的车联网

1.通信场景

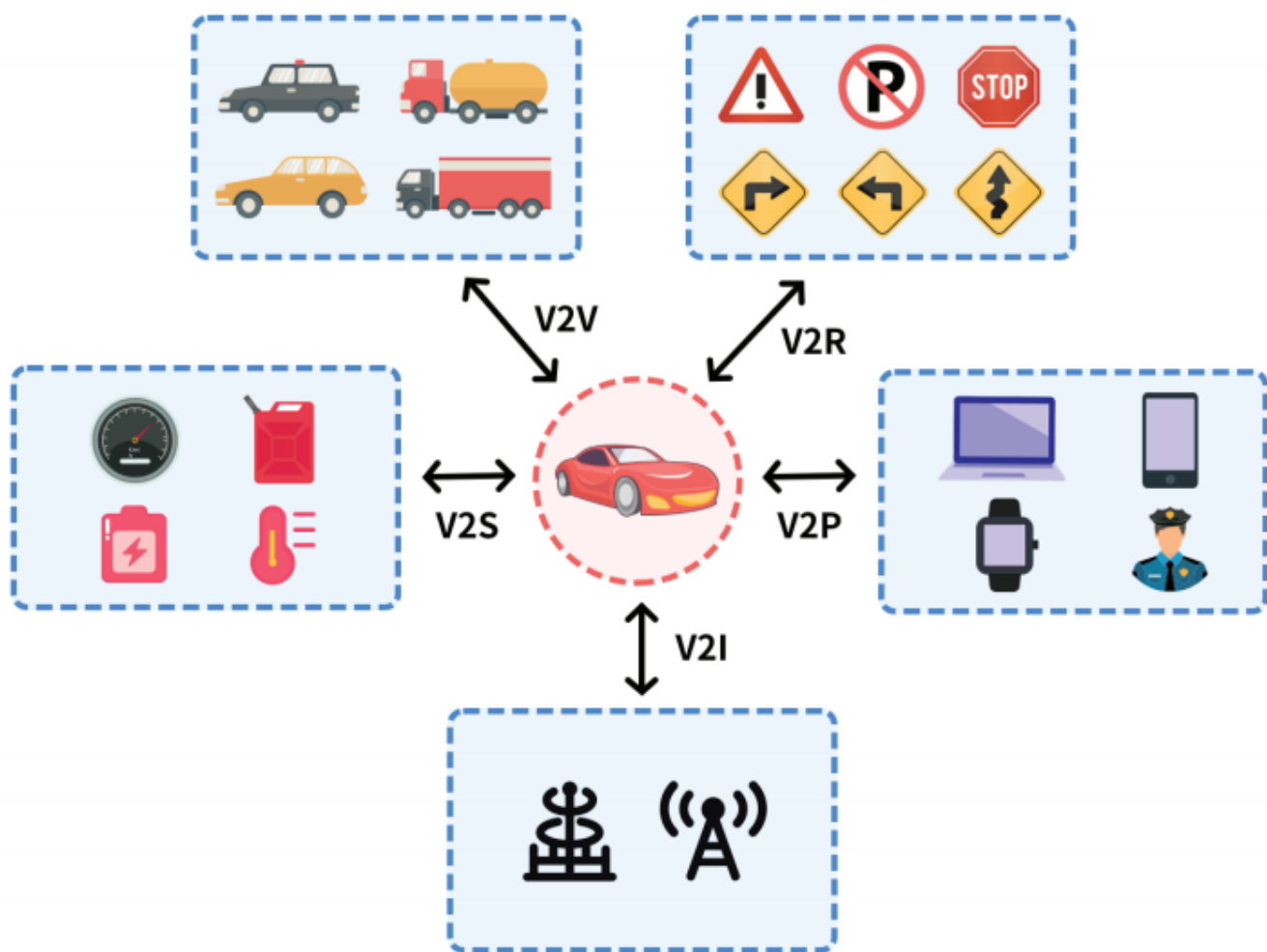
通信终端

- **车载单元(OBU)**：配合车载传感器收集有用的车况信息，然后通过IEEE802.11p标准的无线网络，将信息发送到附近的RSU或其他车辆。此外，它还可以为AU提供通信服务。
- **路侧单元(RSU)**：安装在道路旁边或指定位置的通信设备。使用DSRC技术与OBU进行通信，主要功能是为过往车辆提供本地通信和当前道路安全等信息。
- **应用单元(AU)**：既可以是用于安全应用程序的专用设备，也可以是常规设备。只能通过OBU在网络中通信。

业务与需求

车联网的主要通信业务：

- **车载通信**。OBU与AU间建立通信链路，确保各种车载应用程序的正常运行。
- **V2V通信**，即车辆互联通信。可以使车辆实时监测道路上其他车辆的相关信息，并通过车载信息处理设备对信息进行综合分析处理后，为自动驾驶和行车安全提供信息服务。此外，其它车辆还可以作为中继节点，协助源车辆将数据转发到目的地车辆，这将进一步扩大通信范围。
- **V2I通信**，即路侧到车辆通信。道路上的车联网基础设施与道路上行驶车辆的OBU进行通信，收集信息以监测路况，提供更全面的交通和环境信息。它保证了交通安全，提高了交通管理系统的效率。
- **V2S通信**。车载传感器之间通过以太网和Wi-Fi进行通信。
- **V2R通信**。也是一种路侧到车辆的通信，车辆与RSU交互获取道路相关信息。
- **V2P通信**。车辆与人的手持终端设备之间的通信。这些手持终端设备一般会使用苹果的CarPlay，OAA安卓系统，或NFC



通信业务的主要需求：

- 需要快速且实时的通信：考虑到车辆行驶的高速以及需要应对突发的路况，车辆与其它设备通常是随机接入车联网的，因此网络的拓扑结构往往变化频繁。车联网的路由协议必须应对这种情况，这样自动驾驶汽车才能更灵活的应对各种路况。
- 需要可靠的通信：要保证OBU，RSU及AU接收的数据都是准确可靠的。倘若自动驾驶汽车接收到错误或是不可靠的信息，则可能做出不当的行为，威胁乘客安全。
- 服务质量得到保证：自动驾驶技术需要网络能够稳定提供高质量的服务
- 隐私与安全性：所有通信都必须是加密的，可抵御恶意第三方攻击的。这样才能保证用户的隐私和车联网的安全。
- 兼容其它网络：车联网应该能与其它各种网络互联，尤其是个人通信设备所用的网络
- 拥有处理大数据的能力：车联网应该顺应大数据时代的发展潮流
- 资源可审计性：自动驾驶汽车通信所消耗的资源需要可审计，可计费。
- 经济性：整套智能交通系统的投入与收益之比，即性价比必须在合理范围内。

- 可扩展性：车联网必须能适应不断增长的规模/需求。当越来越多的车辆与路段接入网络后，车联网的性能不能严重下降。
- 可生存性：当部分通信节点崩溃时，整个网络依然能正常工作。

2. 技术支撑

- 各类新型传感器
- 5G/B5G技术
- 抗电磁干扰模块
- 嵌入RFID标签的电子车牌
- 适应拓扑结构频繁变化的网络的新型路由协议（考虑到车辆的高速移动性，车联网中网络的拓扑结构大概率是不稳的）
- 大数据技术与云技术
- IEEE 802.11p标准中规定的各类技术

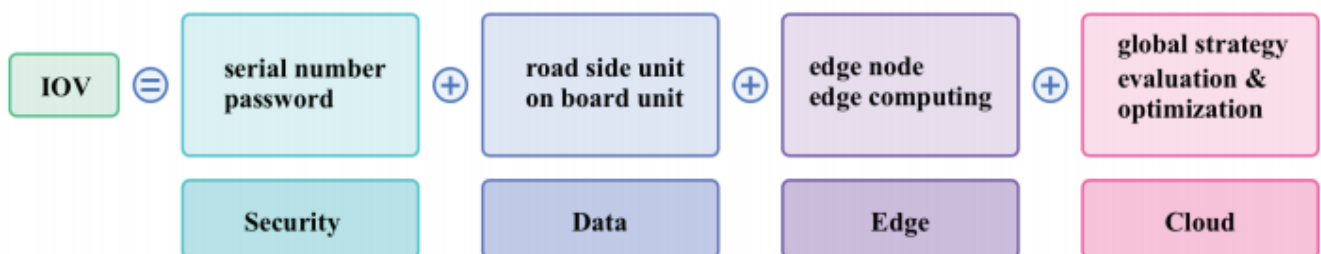
3. 系统目标与设计原则

- 最根本的目标：需要提供实时的，快速的，可靠的通信。能够随时为每一辆自动驾驶汽车提供准确且全面的路况信息。
 - implications：需要一种快速可靠的通信技术。保障乘客的生命安全是首要目标
- 隐私性与安全性：所有通信应该是私密的
 - implications：通信必须被加密并且在安全的链路上进行。相关的数据仅能对政府的交通管理部门开放。用户的隐私数据和个人信息必须得到保护，且车联网应该有抵御第三方恶意攻击的能力。
- 资源可审计性：车联网中资源的利用必须是可审计的
 - implications：控制中心需要对每辆入网的自动驾驶汽车进行有效管控，跟踪
- 经济性：车联网的成本必须配得上其收益
 - implications：在进行系统设计时，不仅要考虑技术可行性，还要考虑经济可行性。
- 可扩展性：车联网的规模可以有效增长
 - implications：车联网应该以覆盖全球为最终目标，因此必须具有良好的可扩展性。可借鉴端到端协议的实现：即尽量在端系统（车载终端，控制中心）实现复杂功能，而让中间节点尽可能简单，以此提高整个网络的可扩展性。
- 可生存性：部分节点崩溃不会影响网络的正常工作

- implications: 车联网必须具有良好的鲁棒性，并符合“命运共享”原则。某些单元或是车辆的故障不能影响整个车联网的正常工作。
- 服务质量有保障：车联网中的各类通信都要能享受高质量的服务
 - implications: 自动驾驶技术与交通安全密切相关，因此必须保证网络服务质量稳定，且达到较高水准。
- 可兼容其它不同网络：车联网要拥有和其它不同网络互联的能力
 - implications: 车联网的设计应该尽可能兼容已有的各种通讯网络，这不仅能提高车联网的泛用性，也降低了推广难度。
- 拥有大数据处理能力
 - implications: 车联网应该充分利用好大数据和云技术，顺应科技发展潮流。

4.分层

一种新型分层思路如下：



安全认证层

- 主要功能是识别车辆和请求连接网络的RSU是否合法。当用户使用车辆通信功能时，需要使用车辆序列号和用户登录密码来验证其身份。
- 通过查询制造商的车辆序列号数据库来确保车辆的合法性，然后验证登录密码，以确保通信请求来自车主。
- 查询道路交通管理数据库后，允许合法的RSU与车辆进行通信（规定：合法的RSU有一个唯一的身份号）。

数据采集层

- 主要功能是从不同网络中收集不同类型的数据并进行分类，然后将数据数字化，以确保数据能够安全且准确地传输到边缘层。
- 与车载传感器和路侧单元配合，实时获取周围车辆和环境数据。

边缘层

- 海量数据的分析和存储对IoV的实时数据处理能力是个巨大挑战。
- 边缘层使用边缘节点（一个最接近数据源的物理设备）来对收集到的本地数据进行初步的过滤和分析，以避免产生大量数据流。
- 需要实时发布本地交通和道路实时状况的数据分析结果，然后制定本地决策方案，从而承担云计算的部分任务，提高云数据中心的计算能力。

云平台层

- 是整个IoV的大脑与核心。
- 云数据中心对收集到的全球交通数据进行分析，然后制定全局战略，合理调度交通资源
- 需要具备一定的网络开发能力。不仅可以改进现有服务，还要能方便拓展新的业务。

参考文献

- [1]王群,钱焕延.车联网体系结构及感知层关键技术研究[J].电信科学,2012,28(12):1-9.
- [2]Ji B, Zhang X, Mumtaz S, et al. Survey on the internet of vehicles: Network architectures and applications[J]. IEEE Communications Standards Magazine, 2020, 4(1): 34-41.

图片来源

- Ji B, Zhang X, Mumtaz S, et al. Survey on the internet of vehicles: Network architectures and applications[J]. IEEE Communications Standards Magazine, 2020, 4(1): 34-41.