

Date

@qualcomm

Location

Qualcomm

Future Forum WP 2020



V2X 应用场景研究 (第二阶段)

- 应用场景
- 消息及流程
- 系统性能要求

应用层标准进展

C-SAE

- 定义典型Use case以及消息集



消息集

CSAE

| Phase I Messages | Description | Sender |
|------------------|---------------------|---------|
| Msg_BSM | 基本安全 | OBU/RSU |
| Msg_MAP | 地图 | RSU |
| Msg_SPAT | 交通信号灯 | RSU |
| Msg_RSI | 路侧信息, 发布交通事件及交通标志信息 | RSU |
| Msg_RSM | 路侧安全, 发布交通参与者的信息。 | RSU |

| Phase II Messages | Description | Sender |
|--------------------------------------|---|---------|
| Msg_MAPEX (MapExtended) | 扩展地图。用于信号灯待转区, 右转专用道等场景。 | RSU |
| Msg_PAM (ParkingAreaMap) | 场站内部地图。包含了场站内道路信息、车位信息等以及路侧向车辆提供的场站内引导信息。 | RSU |
| Msg_PMM (PlatooningManagementMsg) | 车辆编队管理 | OBU |
| Msg_TPM (TrafficProbeMsg) | 交通数据采集 | OBU/RSU |
| Msg_PSM (PersonalSafetyMsg) | 行人非机动车基本安全 | OBU |
| Msg_RTCM | RTCM差分增强信息 | RSU |
| Msg_SSM (SensorSharingMsg) | 感知共享 | OBU/RSU |
| Msg_VIR (VehicleIntentionRequest) | 车辆发送行为意图和协同请求 | OBU |
| Msg_RSC (RoadSidCoordination) | RSU发送, 给车辆提供引导和驾驶决策支持 | RSU |
| Msg_VPM (VehiclePaymentMsg) | 车辆和道路实现道路收费和支付信息的交互 | OBU/RSU |

应用层标准

SAE和ETSI

- SAE
 - J2735 短距离通信消息字典
 - J3161 LTE-V2X 技术要求
 - J3224 感知共享
 - J3186 协同驾驶
- ETSI
 - EN302637-1 CAM 协同感知
 - EN302637-3 DENM分布式环境通知
 - TR 103 562 CPM感知共享

一阶段应用场景归类

| 等级 | 分类 | 应用场景 |
|-------|--------|--------------|
| 半自动驾驶 | 感知扩展 | 交通环境协同感知 |
| | | 车道内位置调整 |
| | 异常事件处理 | 倒车出库碰撞预警 |
| | | 车辆开门预警 |
| | | VRU 侧面通过预警 |
| | | V2X eCall 代理 |
| | 协同驾驶 | 协作式车道变换 |
| | | 协作式路口通行 |
| | 自动驾驶辅助 | 自动泊车 |
| | | 场区自动驾驶 |
| | | V2X实时导航 |
| 全自动驾驶 | | 车辆编队 |
| | | 远程泊车 |
| | | 行车轨迹调整 |

二阶段应用场景研究方向

研究内容

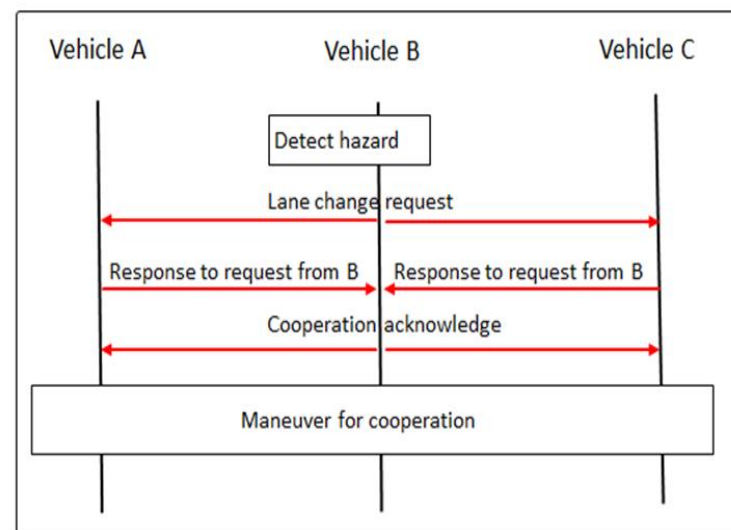
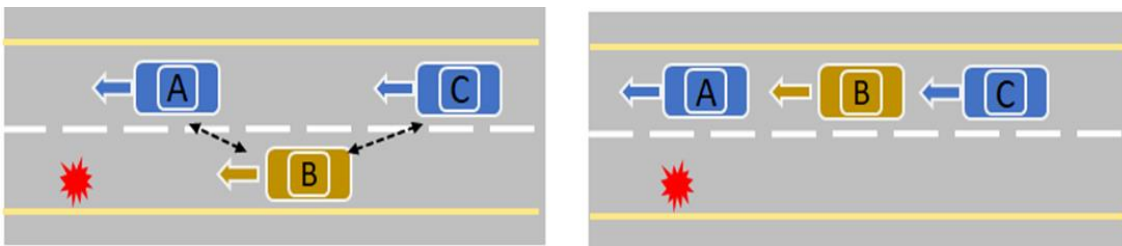
- 应用层消息交互
 - 数据交互需求
 - 消息交互流程
 - 交互过程以及冲突解决机制
- 系统性能要求
 - 行驶速度
 - 传播距离
 - 系统时延
 - 消息频率
 - 定位精度

典型场景

- 感知共享
- 协同驾驶
 - 协作式换道，汇入等
- 车辆编队
 - 固定组队
 - 临时组队
- I2V 管理
 - 自主泊车
 - 近场支付

协作式变道

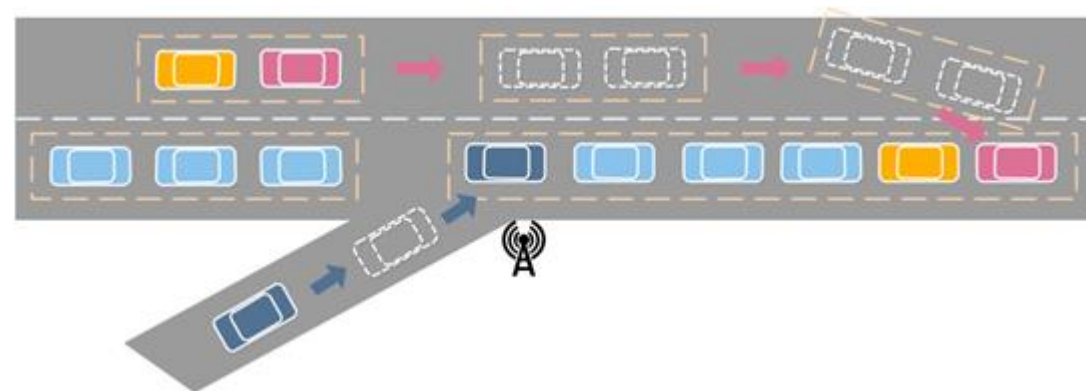
- 目前 CSAE PhaseII 的消息集只支持有RSU辅助的车辆协作，即由RSU对车辆进行车道级或车辆级的路径引导和决策辅助。
- 车辆之间的协作以及请求道路资源冲突情况下的协调机制都有待进一步明确。



车辆编队

固定编队

- 目前的已完成的消息集只涉及车队成员管理方面的内容，即可以支持车队创建、解散、车队成员的加入，离开，状态播报流程。
- 车队成员之间（头车与跟随车，跟随车之间）的协同驾驶机制都有待进一步明确。

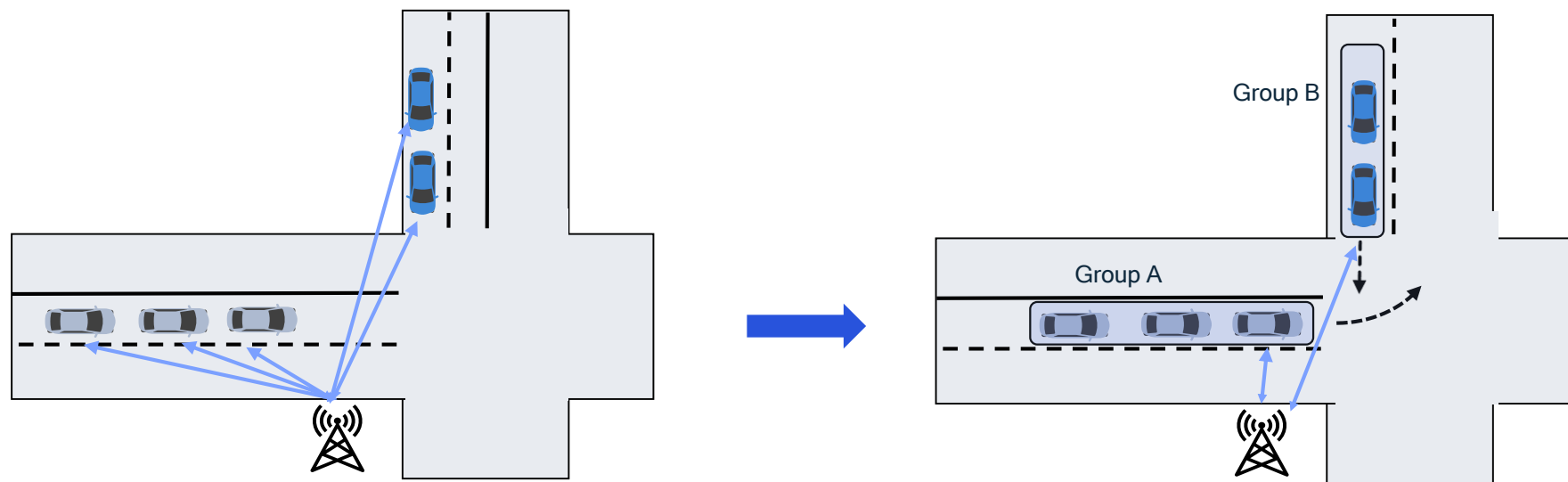


车辆编队

临时编队

- 在路口等特殊场景下的临时组队。
 - 头车选择的标准
 - 发起组队的流程

Diagram



系统性能要求

KPI

- KPI的缺乏统一的要求，类似的应用场景在不同的标准体系下的KPI不同

| No | Name | Speed (km/h) | Range (m) | Delay (ms) | Frequency (Hz) | Horizontal positioning (m) |
|----|-------------------------|--------------|-----------|------------|----------------|----------------------------|
| 1 | Sensor sharing | <=120 | >=200 | <=100 | >=50 | <=1 |
| 2 | Cooperative lane change | <=120 | >=200 | <=50 | >=50 | <=0.5 |
| 3 | Platooning | <=120 | >=400 | <=50 | >=50 | <=1 |

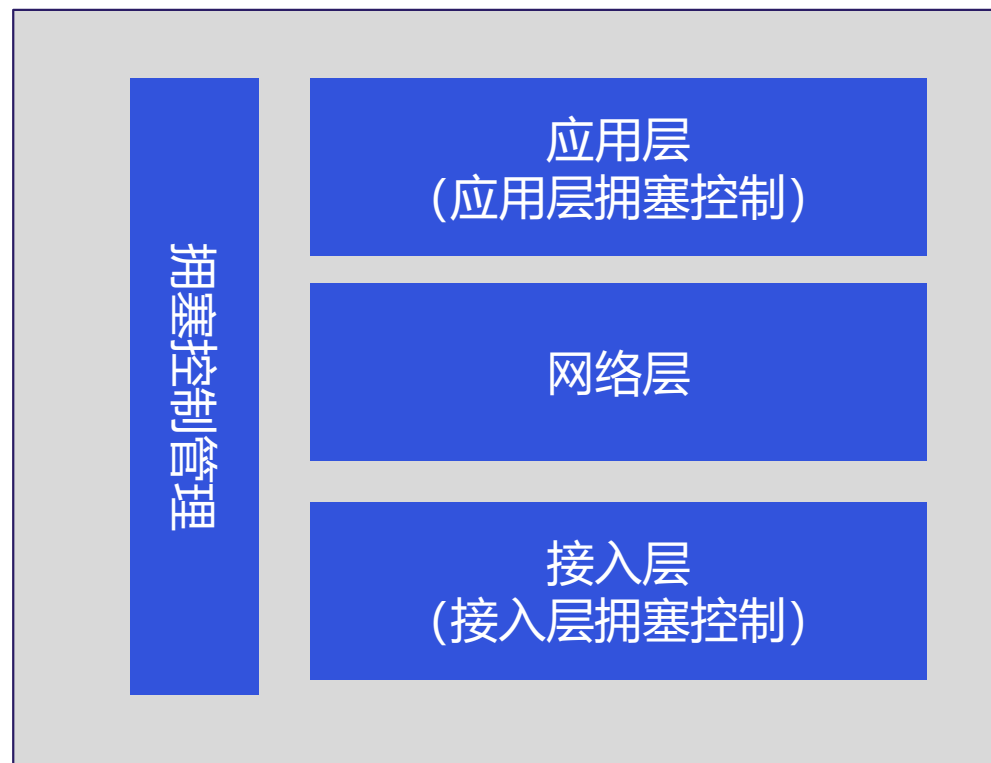
| Communication scenario description | | Payload (Bytes) | Frequency (Hz) | Delay (ms) | Reliability (%) | Data rate (Mbps) | Range (m) |
|---|------------------------------|-----------------|----------------|------------|-----------------|------------------|-----------|
| Cooperative driving for vehicle platooning | Lowest degree of automation | 300-400 | 30 | 25 | 90 | | |
| | Low degree of automation | 6500 | 50 | 20 | | | 350 |
| | Highest degree of automation | 50-1200 | 30 | 10 | 99.99 | | 80 |
| | High degree of automation | | | 20 | | 65 | 180 |
| Information sharing for platooning between UE supporting V2X application and RSU. | Lower degree of automation | 6000 | 50 | 20 | | | 350 |
| | Higher degree of automation | | | 20 | | 50 | 180 |

拥塞控制

- 拥塞控制简介
- 典型场景及应用层消息
- 拥塞控制算法
- 总结

V2X拥塞控制简介

- C-V2X拥塞控制指在V2X系统中，针对空口资源有限但负载过重的情况，在应用层及接入层采取一定的策略，对占用资源（子信道、功率等）进行限制，对高层产生消息的速率和消息长度进行自适应调整。



典型场景与应用层消息

基本安全类应用示例

- V2X车辆在行驶过程中周期性对外广播BSM消息。V2X中的大量基本安全类应用，如前向碰撞，交叉路口碰撞预警等，都依赖于BSM信息的可靠传输。
- BSM消息的典型长度为300Byte。在车辆密度高的区域，每个车辆按照缺省周期100ms进行BSM广播，则可能导致其空口资源发生频繁碰撞，产生大量误包及重传。

典型场景与应用层消息

辅助驾驶类应用示例

- 感知共享是典型的V2X增强型应用，车辆通过自身传感器检测周边交通环境，包括其他V2X或非V2X交通参与者（车辆、行人等）、障碍物以及交通标志等，将感知到的目标信息通过SSM通知到周围的车辆，以扩展其他车辆的感知范围从而改善行驶安全及效率。
- SSM的消息长度取决于每次传输的感知目标的数目。3GPP 22.186协议中给出的典型值为1600Byte。

Traffic load估计

- 影响BSM/SSM传输的Traffic load 场景参数包括
 - 车道数目
 - 车辆密度以及对应的行驶速度
 - 感知目标（车辆、行人、标识等）的密度
 - 场景中的V2X车辆占比
 - 消息的发送频率
 - 消息的平均长度

拥塞控制算法

接入层 (3GPP)

- 基于CBR对以下参数进行限制 (*SL-CBR-CommonTxConfigList* and *SL-CBR-PPPP-TxConfigList*)
 - 重传次数
 - MCS
 - 子信道个数
 - 发送功率

拥塞控制算法

应用层BSM

对BSM发送速率进行控制

- ETSI
 - 判断车辆动态参数的改变是否超过门限，从而触发BSM (CAM) 消息
 - 行驶方向的变化
 - 速度变化
 - 位置变化
- SAE: BSM的触发条件
 - 基于紧急事件的实时触发
 - 基于车辆密度的最大传输间隔 (发送周期) 调整
 - 基于BSM tracking error估计的动态触发
- C-SAE
 - 基于车辆密度或接入层上报的CBR的最大传输间隔调整

拥塞控制算法

应用层SSM

对SSM发送速率进行控制，对待传输的目标信息进行优先级判定及筛选

- ETSI
 - 判断目标动态参数的改变是否超过门限，从而判定是否加入当前SSM（CPM）
 - 行驶方向的变化
 - 速度变化
 - 位置变化
- 其他影响目标优先级的参数示例
 - 目标类型
 - VRU比车辆具备更高的优先级
 - 非V2X比V2X具有更高优先级
 - 接收频率：当前车辆如果短时间内收到过多次该目标信息，则可降低其发送优先级
 - 发送频率：当前车辆如果短时间内共享过该目标信息，则可降低其发送优先级
 - 距离信息：如果接收到特定小范围内的车辆共享过的该目标信息，则可降低发送优先级

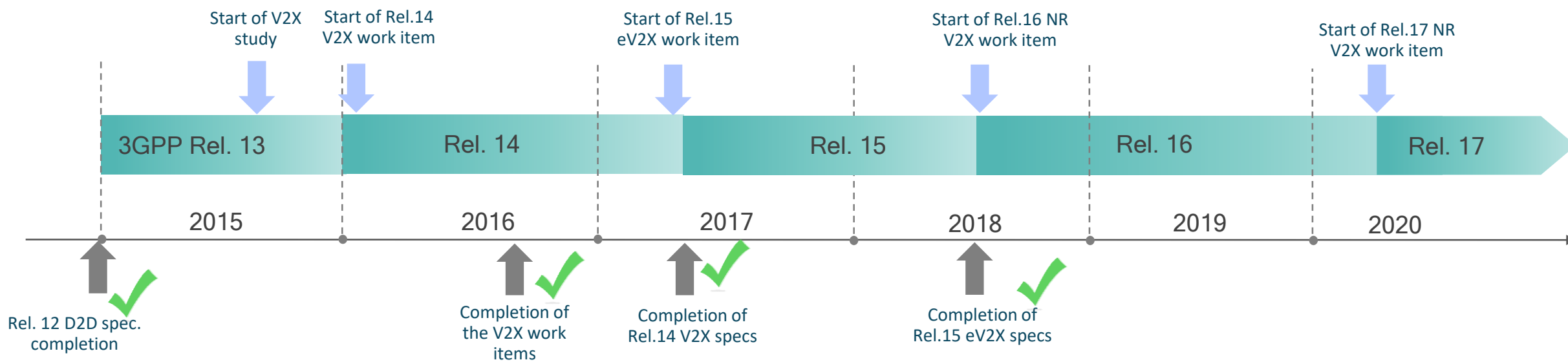
NR V2X

- 概述与新特性
- R16 RAN1/RAN2
- R17 Upper layer
- R17

概述

技术演进

- Rel.14->Rel.17



概述

增强型业务与性能需求

- V2X业务增强

信息服务阶段->辅助驾驶应用->面向自动驾驶的高级应用

- 性能需求提升

- 高可靠
- 高数据率
- 低延时

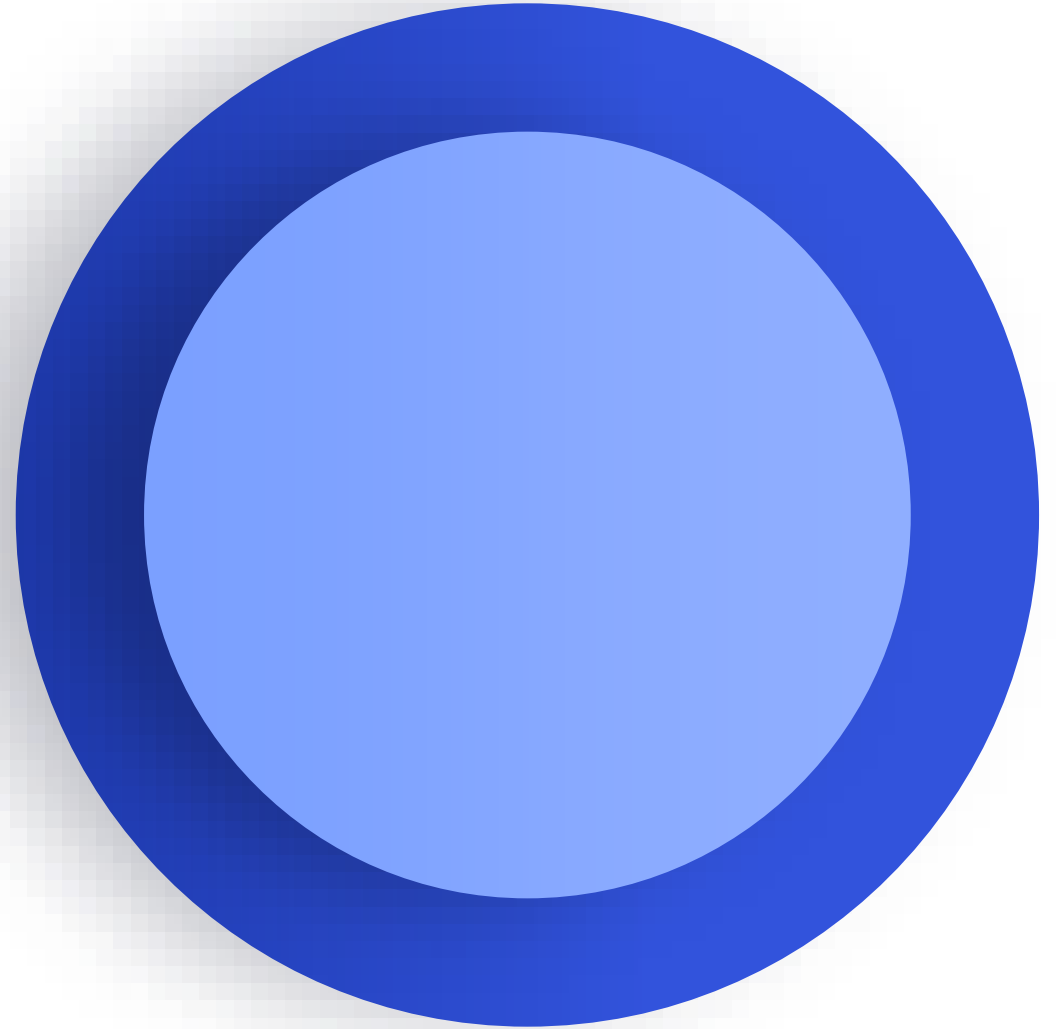


NR V2X New Features

相对于LTE V2X的增强特性

- 相对于LTE只支持周期性传输，NR V2X支持周期以及非周期传输，可有效降低时延。
- 除广播外，还支持组播和单播传输，可适应业务多样性需求，尤其是对可靠性和Qos有较高要求的业务。
- 支持基于距离反馈的组播传输以及无连接组播传输。
- Flow based Qos 模型，可适用于所有的cast模式。
- 基于QAM256和2-layers传输的频谱效率提升。
- 支持动态的时域参考信号密度。
- 支持多种子载波间隔：15、30、60及120Hz

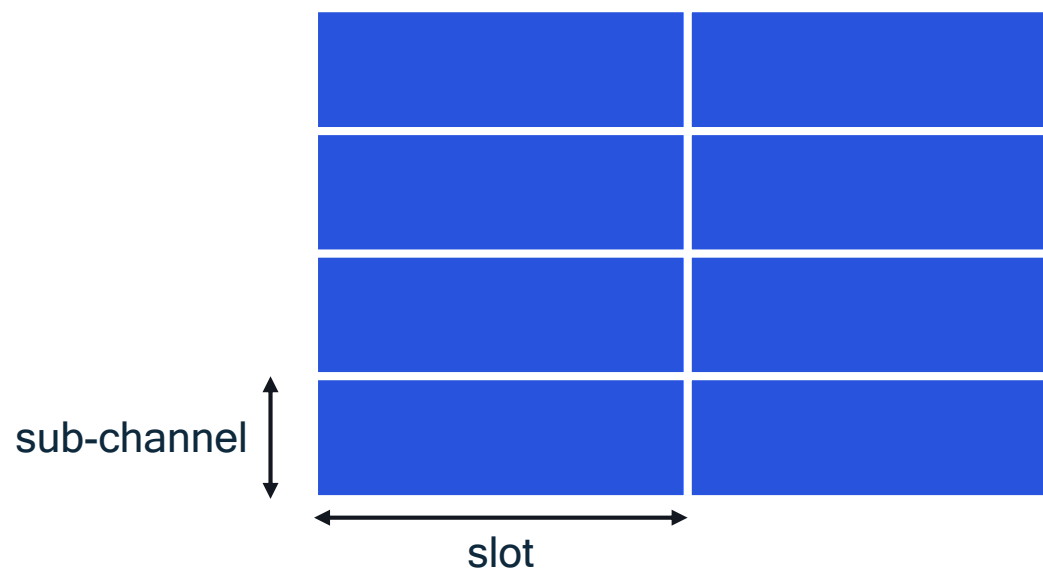
3GPP R16 RAN1/RAN2



RAN1

物理层结构及物理层过程

- 在发送或接收资源池进行Sidelink传输。
- 频域最小资源单位为子信道，时域为时隙。
- 部分时隙用于承载反馈资源。



RAN1

物理层结构

- Sidelink 物理信道
 - PSCCH/PSSCH/PSFCH/PSBCH
- 参考信号
 - DMRS
 - CSI
 - S-PSS/S-SSS
 - PT-RS
- 时隙结构
 - 带反馈
 - 不带反馈
- Sidelink控制信息
 - SCI-1: PSCCH承载, 包含资源分配信息, 以及用于解调SCI-2的信息
 - SCI-2: PSSCH 承载, 包含资源分配信息, 以及用于解调数据的信息

RAN1

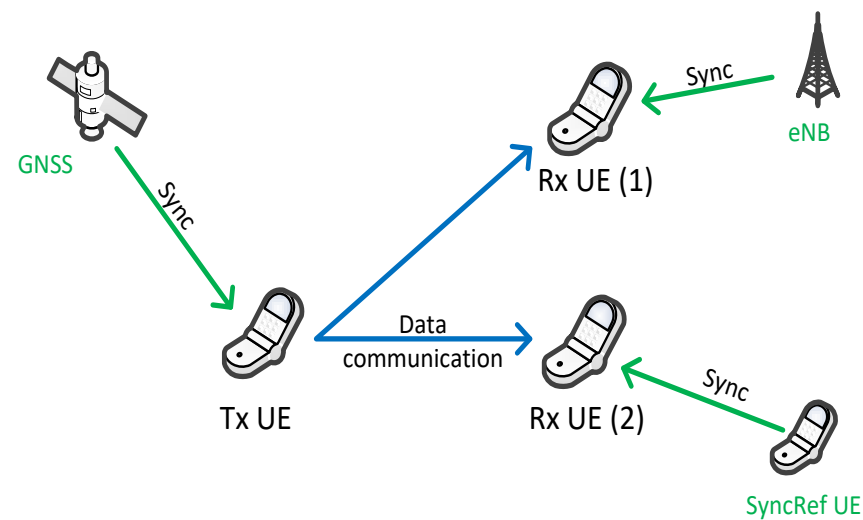
物理层过程

- 基于距离反馈的传输
 - 组播option 1: 如果PSSCH检测失败, 则在通信范围的接收UE发送NACK
 - 最小通信距离 (MCR) 在SCI-2指示
 - 收发UE的距离通过发送UE的 Zone ID (SCI-2) 和接收UE的位置确定
- 信道状态 (CSI) 报告

RAN1

Sidelink同步

同步源及优先级判断



同步资源及信号结构

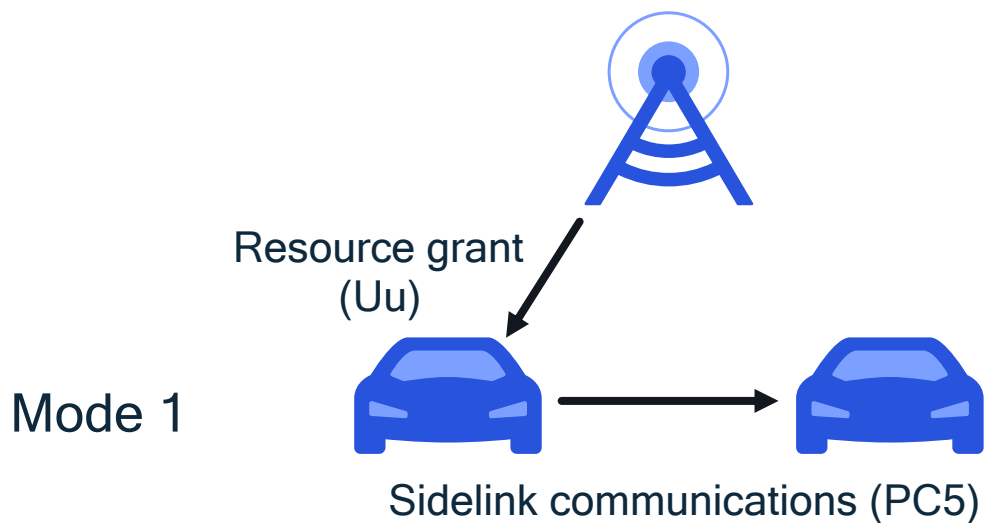


| GNSS-based synchronization - Case 1 | GNSS-based synchronization - Case 2 | gNB/eNB-based synchronization |
|---|---|--|
| P0: GNSS | P0: GNSS | P0': gNB/eNB |
| P1: UE directly synchronized to GNSS | P1: UE directly synchronized to GNSS | P1': UE directly synchronized to gNB/eNB |
| P2: UE indirectly synchronized to GNSS | P2: UE indirectly synchronized to GNSS | P2': UE indirectly synchronized to gNB/eNB |
| P6: the remaining UEs have the lowest priority. | P3: gNB/eNB | P3': GNSS |
| | P4: UE directly synchronized to gNB/eNB | P4': UE directly synchronized to GNSS |
| | P5: UE indirectly synchronized to gNB/eNB | P5': UE indirectly synchronized to GNSS |
| | P6: the remaining UEs have the lowest priority. | P6': the remaining UEs have the lowest priority. |

RAN1

NR Sidelink 支持两种模式

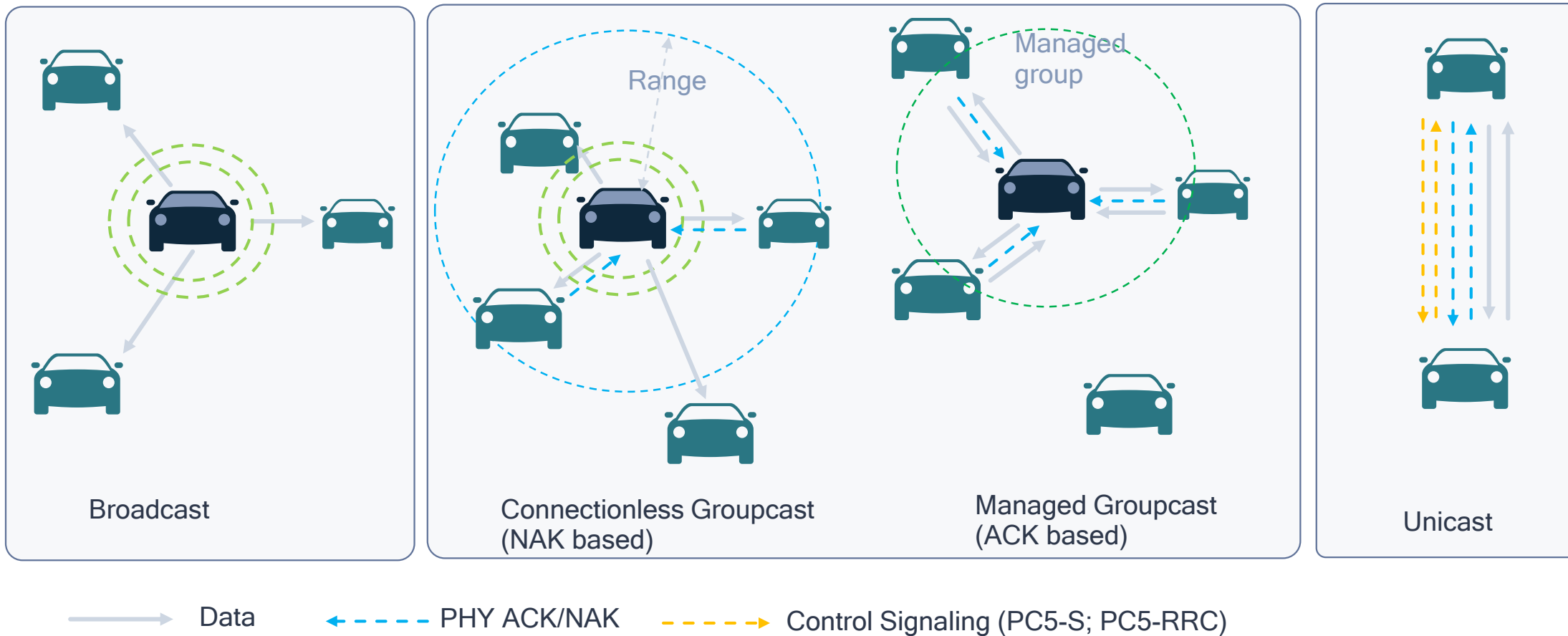
- 两种资源分配方式
 - Mode1: Gnb 分配资源
 - Mode2: Ues 自主选择资源
- 两种模式的Sidelink信令相同
 - 从接收端的角度，两种模式的处理并无区别



RAN2

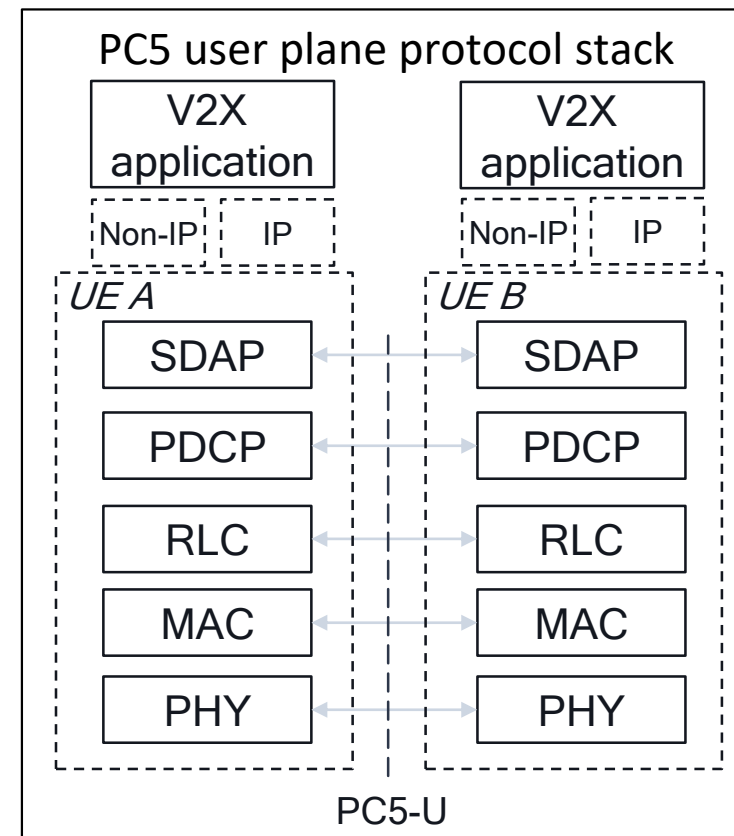
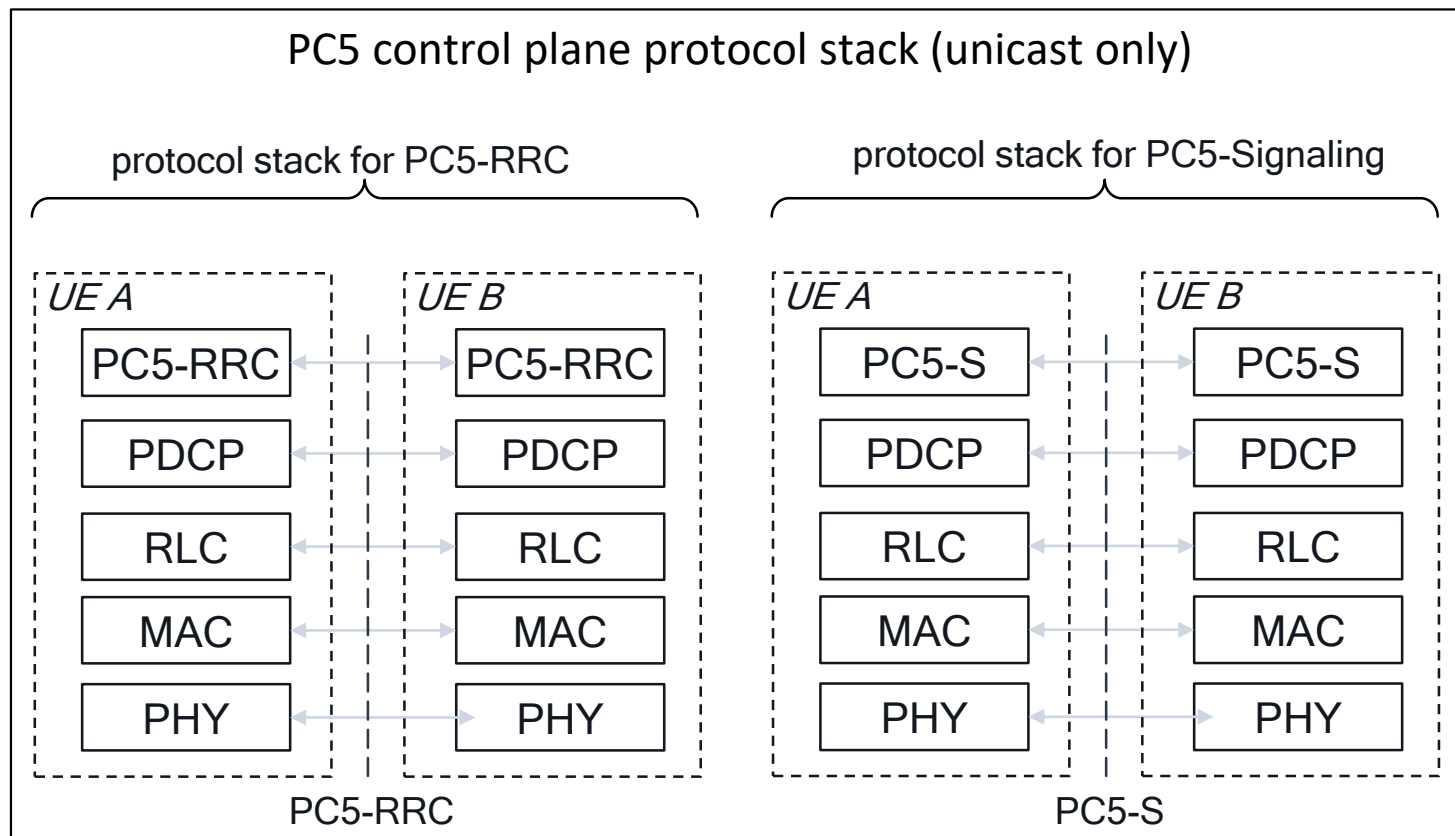
三种传输模式

- 广播、组播、单播



RAN2

PC5 协议栈



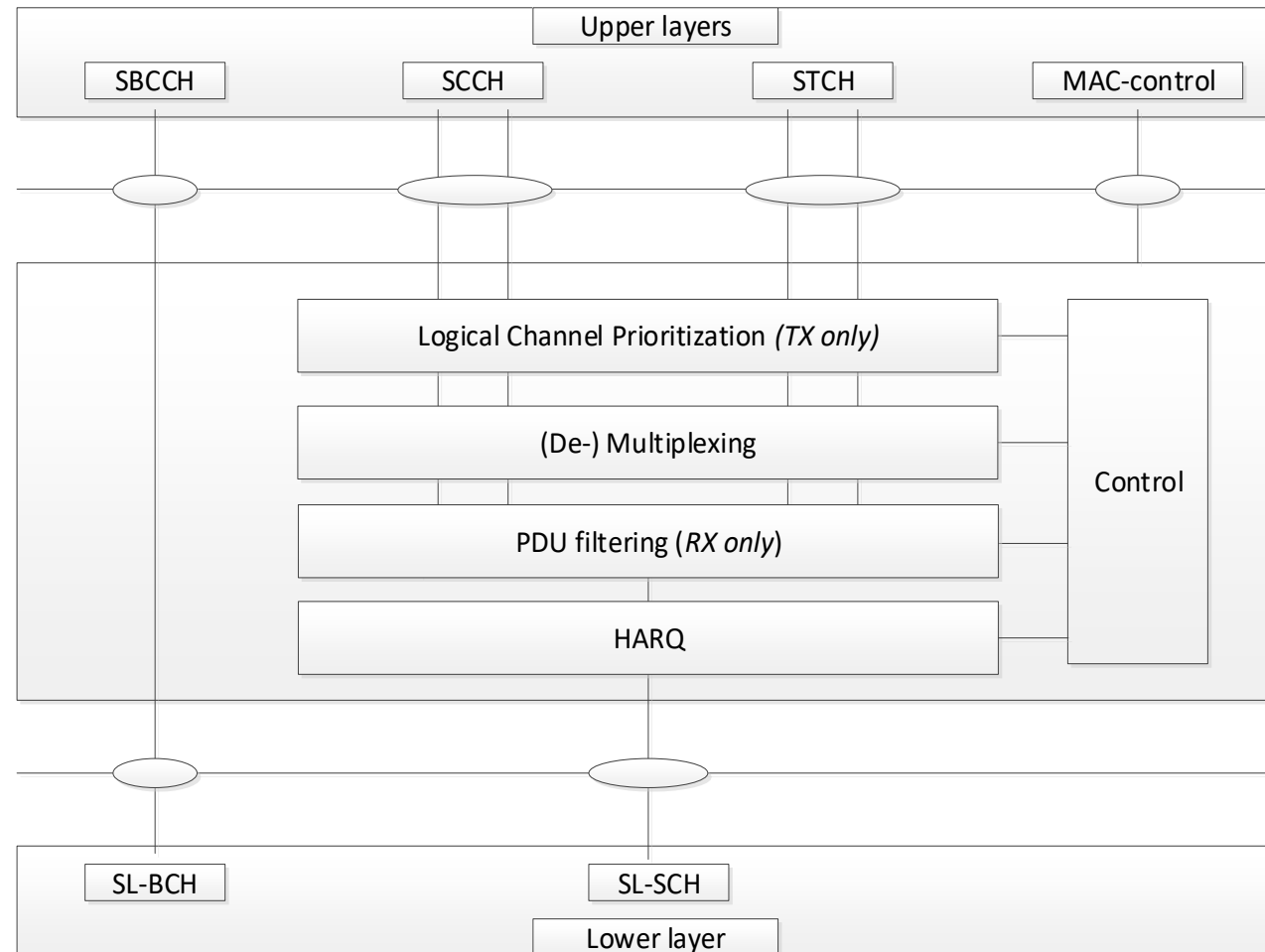
- | | |
|---|---|
| PC5-S: | Control plane signaling over PC5 interface for link establishment, V2X service and QoS Info. Unicast only |
| PC5-RRC: | PC5 configuration signaling, capability exchange, measurement reports between two peer UEs. Unicast only |
| A UE may have multiple PC5 connections with one or more UEs for different pairs of Source and Destination Layer-2 IDs | |

RAN2

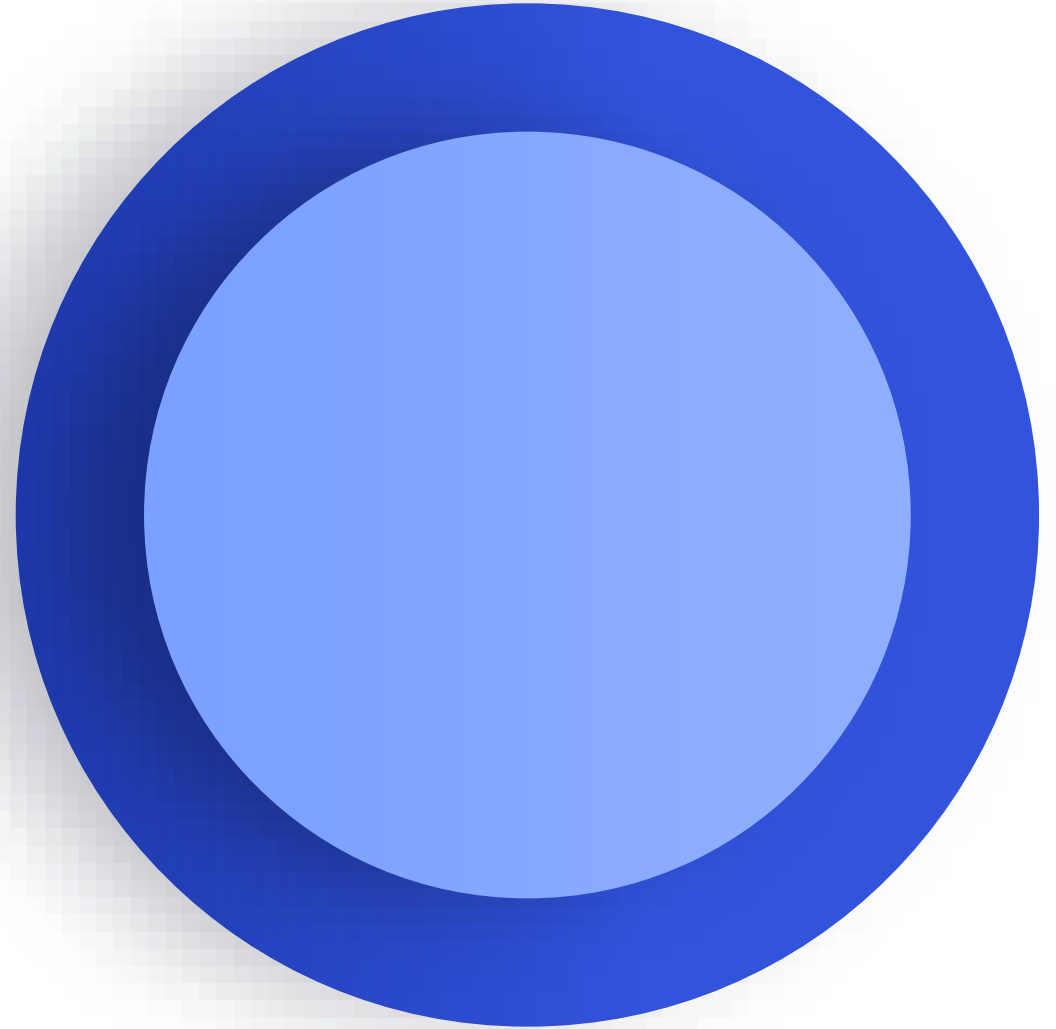
传输信道与逻辑信道

| Transport channel name | Acronym | Downlink | Uplink | Sidelink |
|----------------------------|---------|----------|--------|----------|
| Broadcast Channel | BCH | X | | |
| Downlink Shared Channel | DL-SCH | X | | |
| Paging Channel | PCH | X | | |
| Uplink Shared Channel | UL-SCH | | X | |
| Random Access Channel | RACH | | X | |
| Sidelink Broadcast Channel | SL-BCH | | | X |
| Sidelink Shared Channel | SL-SCH | | | X |

| Logical channel name | Acronym | Control channel | Traffic channel |
|------------------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| Broadcast Control Channel | BCCH | X | |
| Paging Control Channel | PCCH | X | |
| Common Control Channel | CCCH | X | |
| Dedicated Control Channel | DCCH | X | |
| Dedicated Traffic Channel | DTCH | | X |
| Sidelink Broadcast Control Channel | SBCCH | X | |
| Sidelink Control Channel | SCCH | X | |
| Sidelink Traffic Channel | STCH | | X |



3GPP R16 upper layer



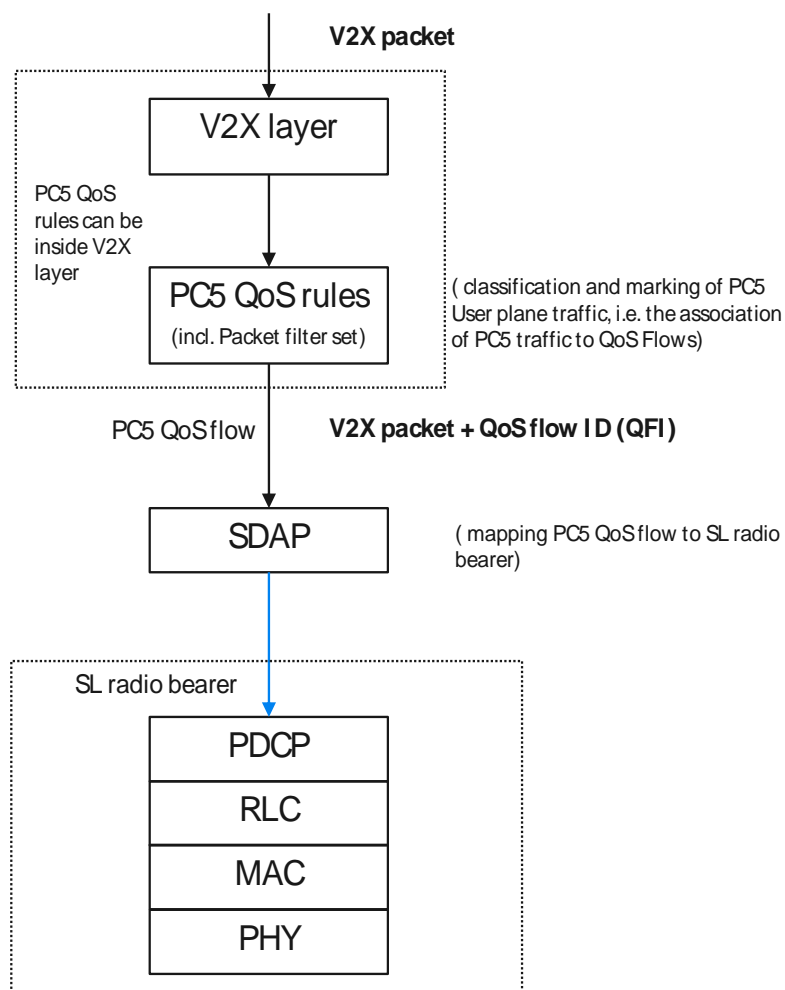
NR PC5

支持广播，组播和单播

- V2X通信支持接入层的广播、组播和单播模式。通信模式由高层向接入层指示。
- 对于单播模式，定义了基于PC5的控制面信令交互。
- PC5支持基于IP和非IP的V2X消息。对于基于IP的V2X消息，仅支持IPv6。
- UE 配置：
 - 不在网络覆盖范围内的UE，支持PC5 通信接口
 - 无‘USIM’的UE，可进行PC5通信
 - UE根据应用的业务类型选择PC5 RAT(LTE-PC5或NR-PC5)
 - UE根据配置将V2X业务类型对应于与及关联的
 - Layer-2 IDs
 - QoS要求及SLRB配置

组播

基于距离的反馈控制



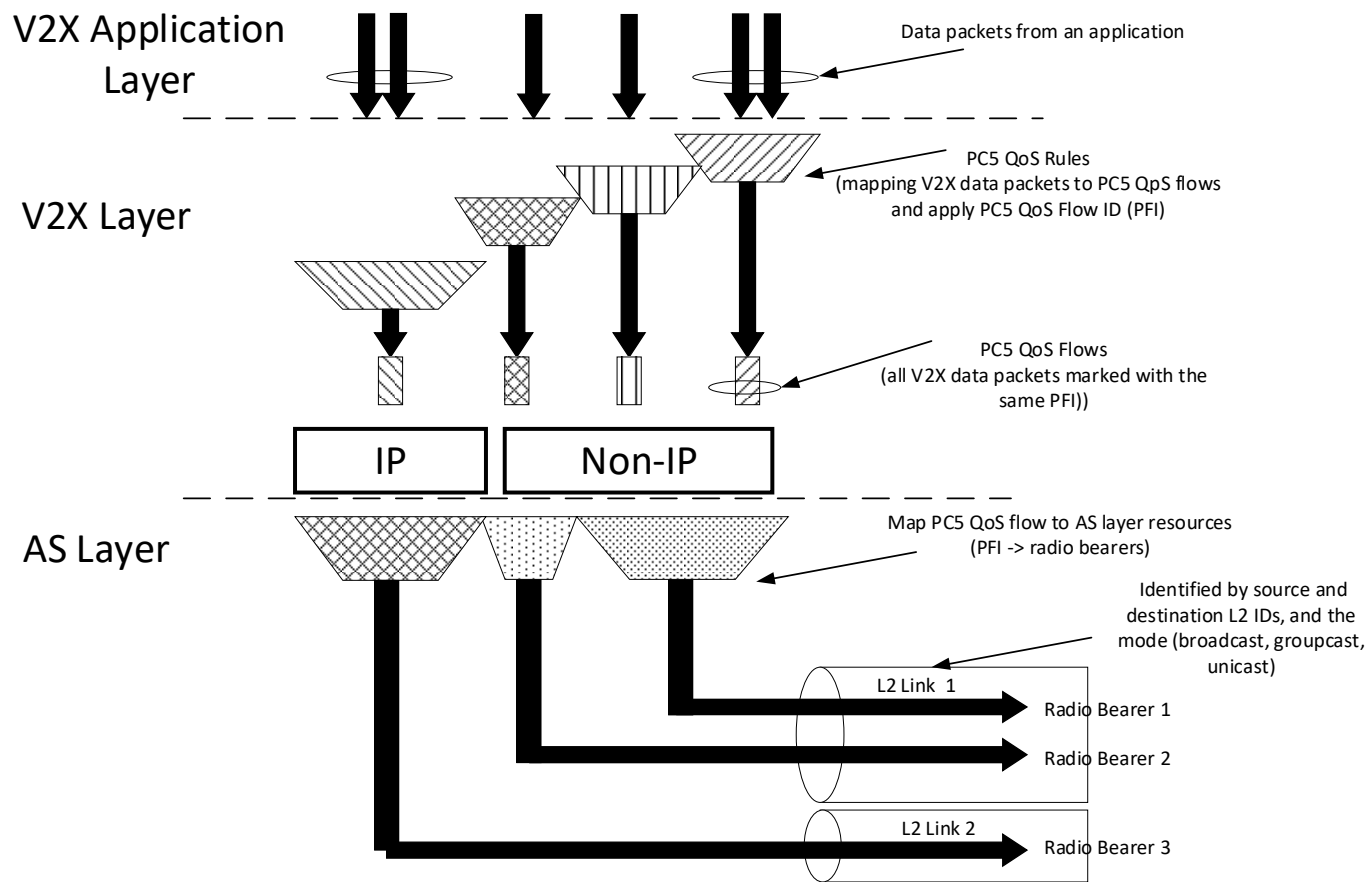
- NR V2X 中引入新的Qos参数 Range，用于支持基于距离的反馈控制机制。
- ‘Range’与物理层控制中的MCR(最小通信范围)参数相对应。

SA

- 基于流的Qos模型
- 单播信令
 - 单播连接建立/维护/修改/释放过程
- 单播安全管理

基于Qos流的模型

适用于广播、组播和单播



- 针对每种通信模式（广播、组播和单播），UE 维护PC5流ID（PFI）与PC5 QoS规则及PC5 QoS上下文的映射关系
- PC5 QoS上下文包括PC5 QoS参数（如PQI 及 Range），以及V2X业务类型（如PSID 或 ITS-AID）
- PC5 QoS规则包括PFI及其关联的PC5 QoS流，优先级以及包过滤器。
- V2X层下发给接入层的配置包括PFIs及其对应的QoS参数、通信模式、无线频率、发送配置等。
- 每个无线承载对应一个QoS等级。
- 每个数据包下发给接入层时，只需要携带PFI 和通信模式。

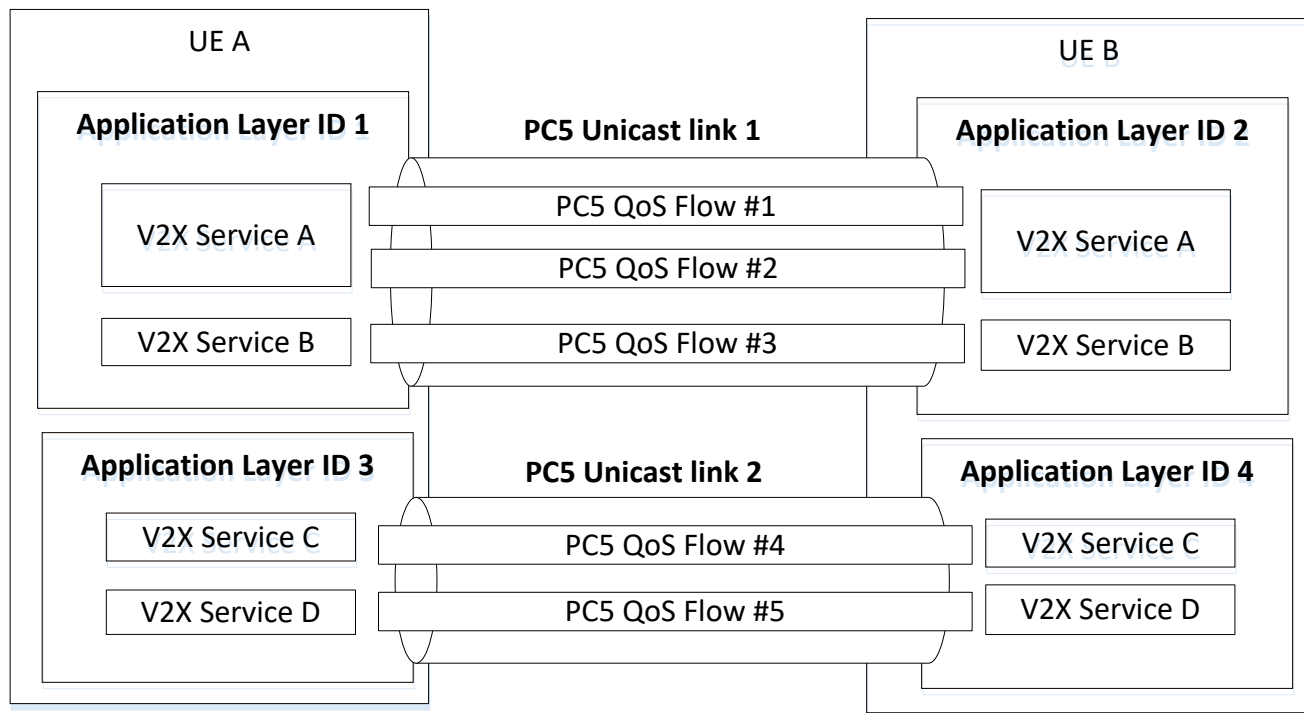
PQI表格

| PQI Value | Resource Type | Default Priority Level | Packet Delay Budget | Packet Error Rate | Default Maximum Data Burst Volume | Default Averaging Window | Example Services |
|-----------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|
| 21 | GBR | 3 | 20 ms | 10^{-4} | N/A | 2000 ms | Platooning between UEs – Higher degree of automation; Platooning between UE and RSU – Higher degree of automation |
| 22 | (NOTE 1) | 4 | 50 ms | 10^{-2} | N/A | 2000 ms | Sensor sharing – higher degree of automation |
| 23 | | 3 | 100 ms | 10^{-4} | N/A | 2000 ms | Information sharing for automated driving – between UEs or UE and RSU - higher degree of automation |
| 55 | Non-GBR | 3 | 10 ms | 10^{-4} | N/A | N/A | Cooperative lane change – higher degree of automation |
| 56 | | 6 | 20 ms | 10^{-1} | N/A | N/A | Platooning informative exchange – low degree of automation; Platooning – information sharing with RSU |
| 57 | | 5 | 25 ms | 10^{-1} | N/A | N/A | Cooperative lane change – lower degree of automation |
| 58 | | 4 | 100 ms | 10^{-2} | N/A | N/A | Sensor information sharing – lower degree of automation |
| 59 | | 6 | 500 ms | 10^{-1} | N/A | N/A | Platooning – reporting to an RSU |
| 90 | Delay Critical GBR | 3 | 10 ms | 10^{-4} | 2000 bytes | 2000 ms | Cooperative collision avoidance; Sensor sharing – Higher degree of automation; Video sharing – higher degree of automation |
| 91 | (NOTE 1) | 2 | 3 ms | 10^{-5} | 2000 bytes | 2000 ms | Emergency trajectory alignment; Sensor sharing – Higher degree of automation |

NOTE 1: GBR and Delay Critical GBR PQIs can only be used for unicast PC5 communications.

- 针对新的KPIs定义新的PQI及映射关系
- 优先级与PPPP的取值范围相同
- 对于相同的V2X业务，PQI的取值区别于Uu接口的5QIs的取值

单播模型及ID管理

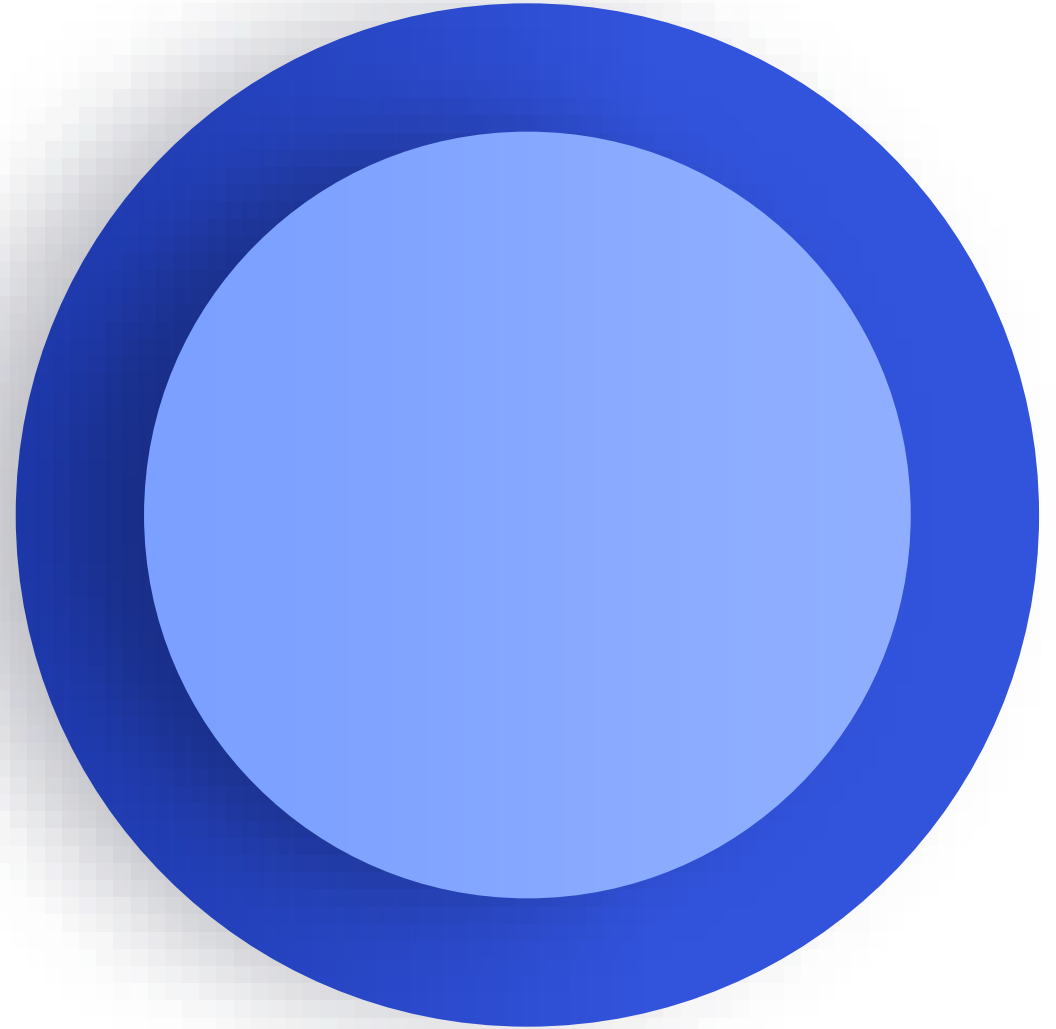


- Application Layer ID: 如车辆ID, RSU ID等, 由应用层标准化组织定义。
 - 对于同一个UE, 应用层ID可关联一个、多个甚至所有的V2X应用, 具体取决于实现。
- 应用层ID的改变并不触发PC5 单播连接的重建。
- 源UE不需要判断不同PC5单播连接关联的目标应用层ID是否属于同一个UE。
- 单个PC5单播连接不同时支持多种网络层协议。

安全性

- 广播和组播：3GPP未定义专门的安全性维护机制。
- 单播：
 - 基于消息的隐私保护，单播连接的双方需同时改变L2-ID；
 - 复用Rel-12/13中基于ProSe的安全性保护机制；
 - PDCP层进行完整性和可靠性保护；
 - UE安全性策略配置，将定义某个应用是否需要安全性保护。

3GPP R17





R17

研究方向

- 省电
 - 资源分配
 - DRX
- 可靠性增强
 - 通过UE间协调资源分配提高传输可靠性
- UE-NW Relay和UE-UE Relay



Thank you

Follow us on:    

For more information, visit us at:

www.qualcomm.com & www.qualcomm.com/blog

Nothing in these materials is an offer to sell any of the components or devices referenced herein.

©2018 Qualcomm Technologies, Inc. and/or its affiliated companies. All Rights Reserved.

Qualcomm is a trademark of Qualcomm Incorporated, registered in the United States and other countries. Other products and brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective owners.

References in this presentation to “Qualcomm” may mean Qualcomm Incorporated, Qualcomm Technologies, Inc., and/or other subsidiaries or business units within the Qualcomm corporate structure, as applicable. Qualcomm Incorporated includes Qualcomm’s licensing business, QTL, and the vast majority of its patent portfolio. Qualcomm Technologies, Inc., a wholly-owned subsidiary of Qualcomm Incorporated, operates, along with its subsidiaries, substantially all of Qualcomm’s engineering, research and development functions, and substantially all of its product and services businesses, including its semiconductor business, QCT.