HongKe 虹科

基于TSN的汽车实时数据传输网络解决方案

The TSN-based solution for automotive real-time data transmission networks

杨衍平 Yanping Yang

广州虹科电子科技有限公司

主要内容

一、以太网融入到汽车网络中的理论基础

二、车载以太网简要概述

三、AVB/TSN技术是什么

四、基于TSN的数据传输解决方案

HongKe 虹科

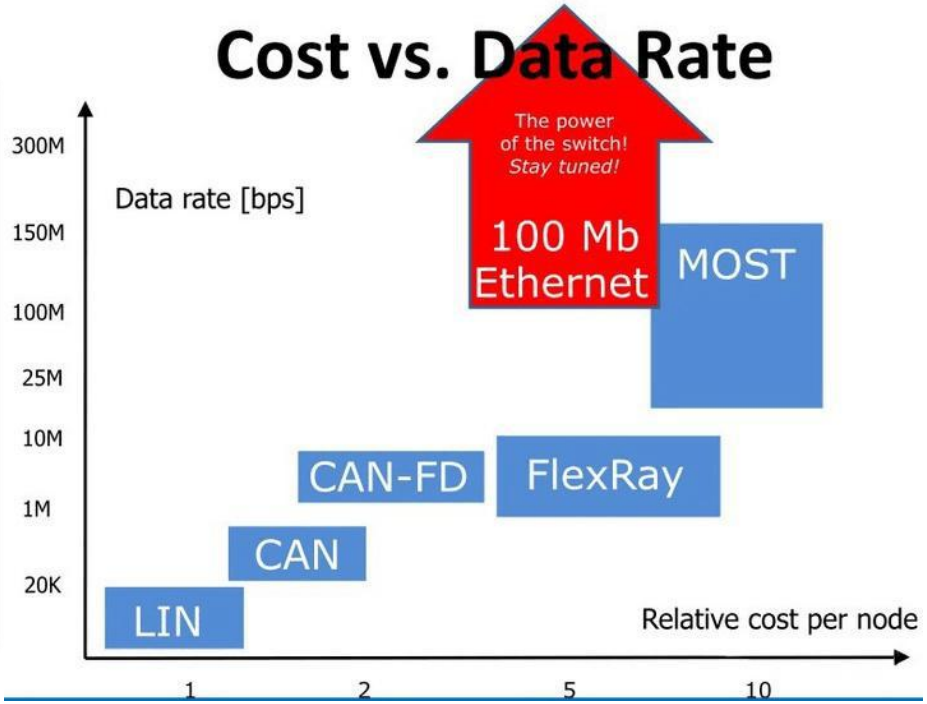
PART 01

以太网融入到汽车网络中的理论基础

以太网融入到汽车网络中的理论基础

汽车总线技术解决的是各个控制器之间信息交互问题，目前汽车总线技术以CAN总线为主，LIN总线为辅。

BOSCH等公司开发了Flexray总线，用作线控系统的数据传输；宝马、戴姆勒公司开发了MOST （多媒体传输系统）总线用作娱乐系统数据传输。



以太网融入到汽车网络中的理论基础

HongKe 虹科

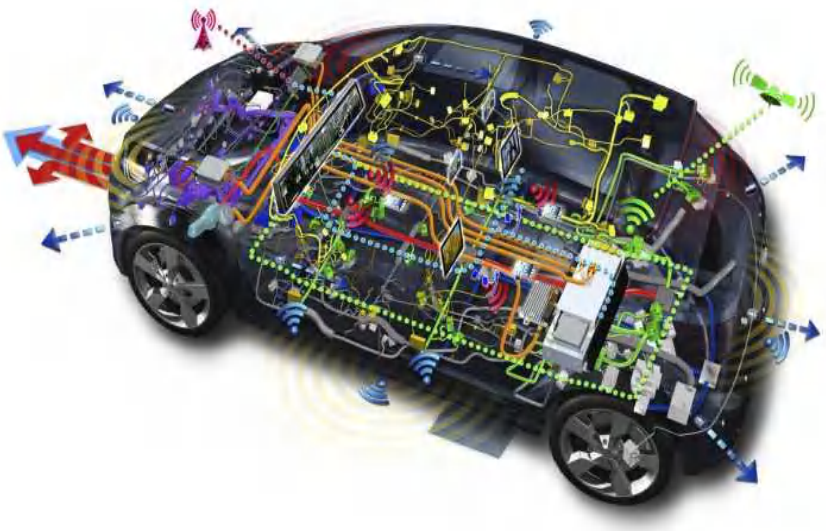
总线类型	最高带宽	网络拓扑结构	传输介质	优势	缺陷	应用领域
CAN	1 Mbit/s	总线型	双绞线	成本低、可靠	带宽低 共享介质	实时控制
LIN	19.2 Kbit/s	总线型	单缆	成本更低	带宽低 共享介质	低带宽控制
FlexRay	2*10 Mbit/s	总线型/星型/混合型	双绞线/光纤	带宽高	成本高 共享介质	实时控制
MOST	150 Mbit/s	环形	光纤	带宽高	成本高、仅有限个摄像头	娱乐系统
LVDS	655 Mbit/s	点对点	双绞线	带宽高、成本低	仅一个摄像头视频设备	驾驶辅助摄像头

以太网融入到汽车网络中的理论基础

HongKe 虹科

随着汽车科技化、智能化、网络化的不断发展，汽车内部最新的应用和功能正在不断提高对带宽、降低延迟、同步、高可用性、QoS和降低成本的要求。当前和传统的汽车网络协议不足以满足这些即将到来的需求。

在这种情况下，急需一种高带宽、也使得可开放、可扩展、兼容性强及网络聚合便捷的车载网络，同时满足车载严格法规要求、车载电气环境、高可靠性要求。



以太网融入到汽车网络中的理论基础

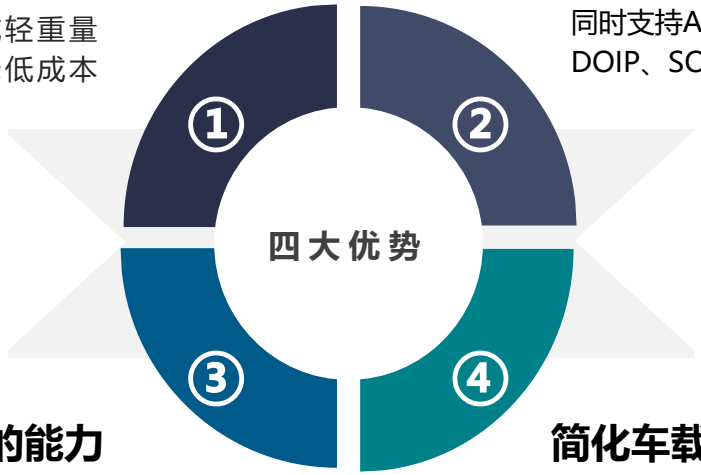
车载以太网的四大优势：

低成本下的高带宽

减轻重量
降低成本

支持多种协议和功能

同时支持AVB（TSN）、TCP/IP、DOIP、SOME/IP



适应未来的能力

可持续更新、发展的技术
着不断的自我迭代升级

简化车载网络架构

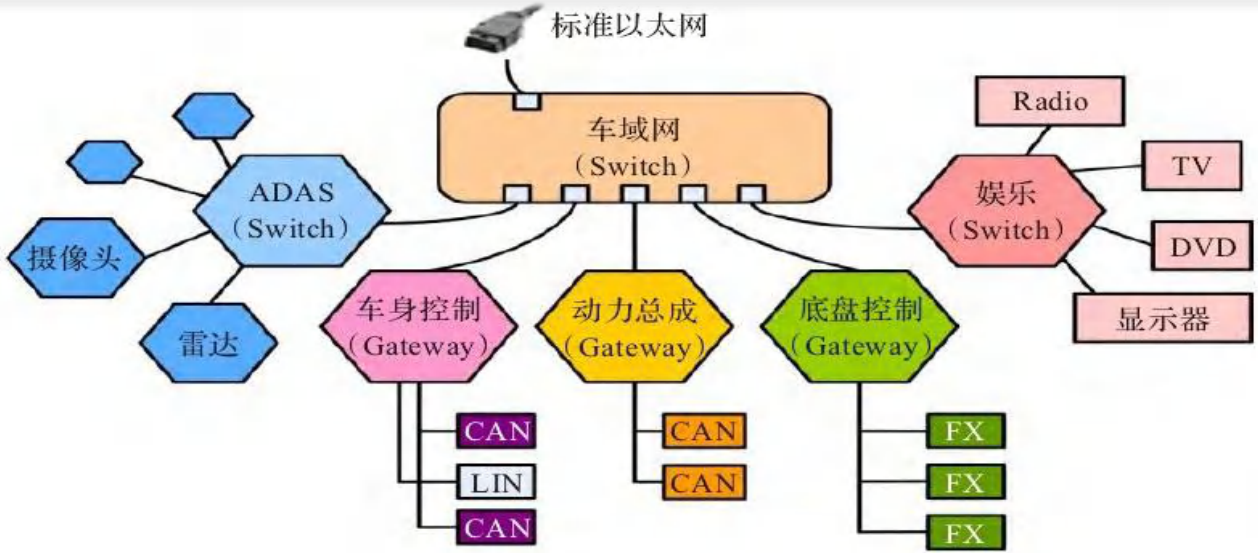
以太网融入到汽车网络中的理论基础

车载以太网融入到汽车网络的三个阶段：

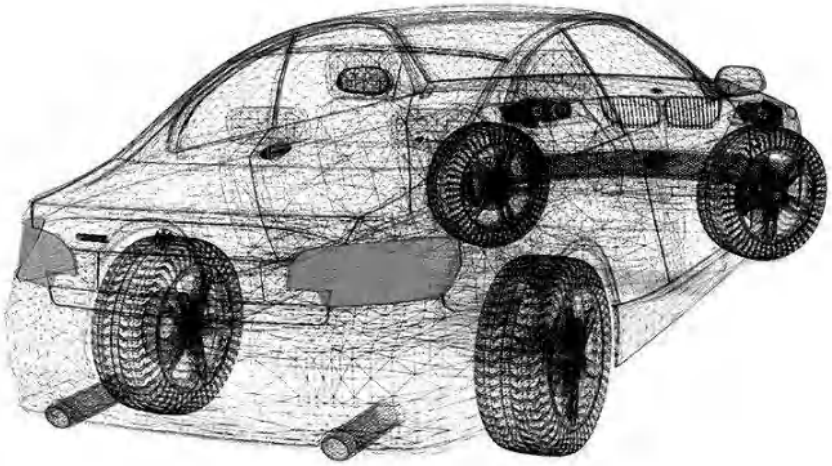
1. 局部网络阶段
2. 子网络阶段
3. 多子网络阶段

以太网融入到汽车网络中的理论基础

汽车电子发展的趋势似乎已经表明：以太网将取代CAN网络成为骨干网，而子网将是由若干域控制器（Domian Controller）组成的车载网络结构，并且以太网和CAN网络等传统车载网络将在较长一段时间内共存。



以太网融入到汽车网络中的理论基础



总而言之，汽车智能化、网联化，甚至自动驾驶大浪已经来临；浪潮带来的是ADAS技术的革新、OTA、云计算等一系列技术的发展；这也推进了车载网络容量需求的爆发式发展，显然这已经超出了CAN等传统车载网络的历史使命，这也正是以太网与汽车深度拥抱的契机。然而这种发展不是一蹴而就，就现阶段来看不会是简单的A替代B，而是优势互补，共同发展。

HongKe 虹科

PART 02

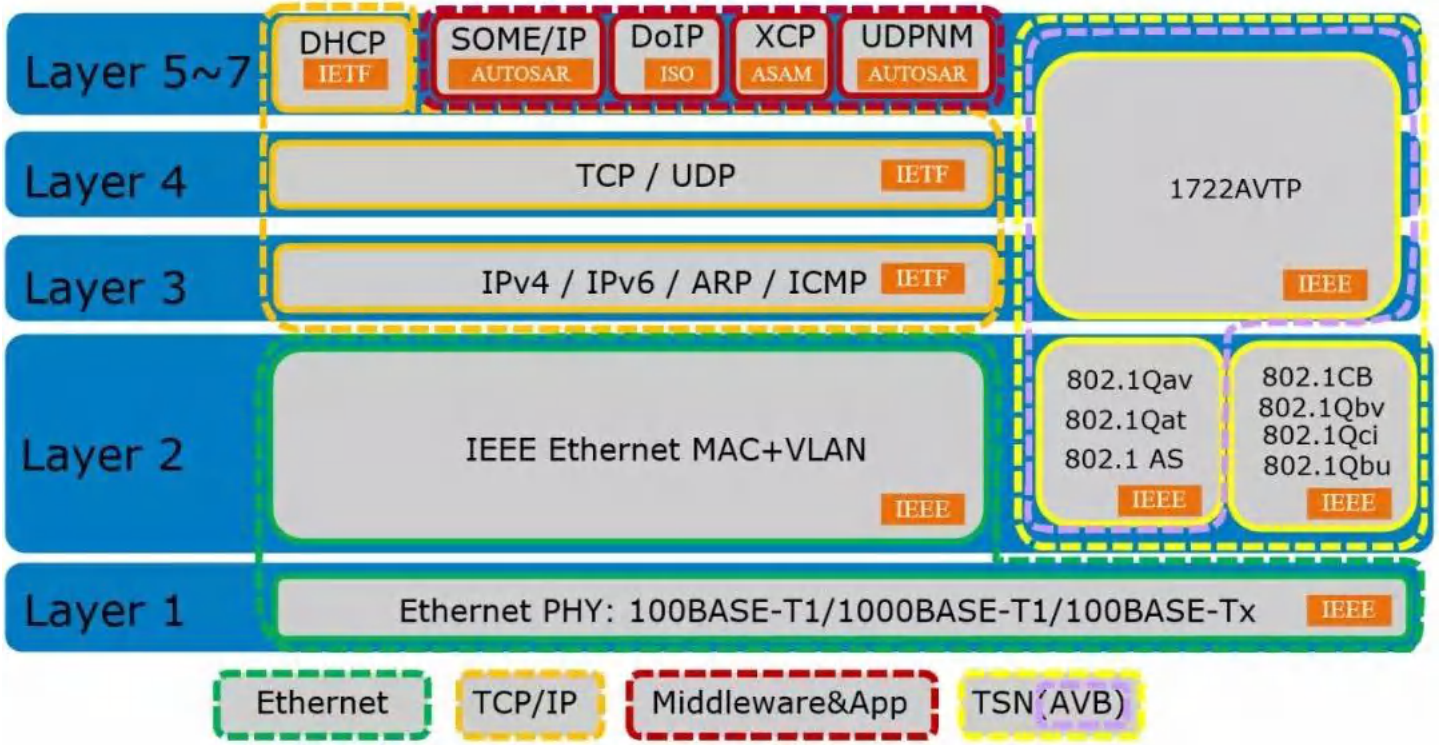
车载以太网简要概述

车载以太网概述

车载以太网是一种用以太网连接车内电子单元的新型局域网技术，与传统以太网使用4对非屏蔽双绞线电缆不同，车载以太网在单对非屏蔽双绞线上可实现100Mbit/s，甚至1000Mbit/s的传输速率，同时还满足汽车行业对高可靠性、低电磁辐射、低功耗、带宽分配、低延迟以及同步实时性等方面的要求。

HongKe 虹科

车载以太网协议架构：



HongKe 虹科

车载以太网帧格式：

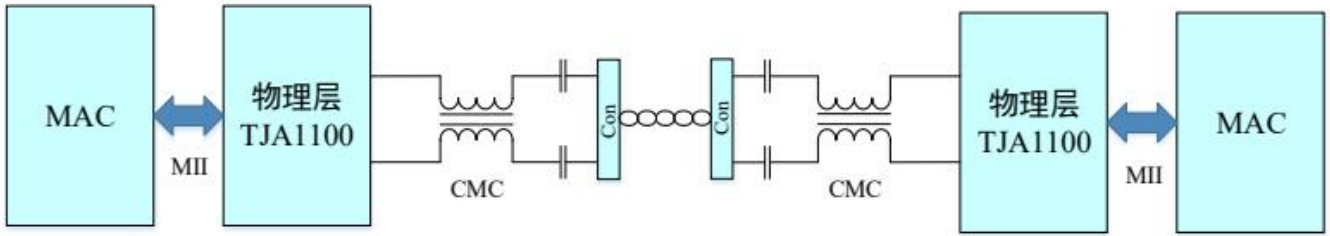
Ethernet II

7BYTE	1BYTE	6BYTE	6BYTE	2BYTE	46-1500BYTE	4BYTE
前导码 0xAA	帧起始 0xAB	目的物理地址	源物理地址	类型	数据	帧序列检测

IEEE802.3

7BYTE	1BYTE	6BYTE	6BYTE	2BYTE	46-1500BYTE	4BYTE
前导码 0xAA	帧起始 0xAB	目的物理地址	源物理地址	长度	数据	帧序列检测

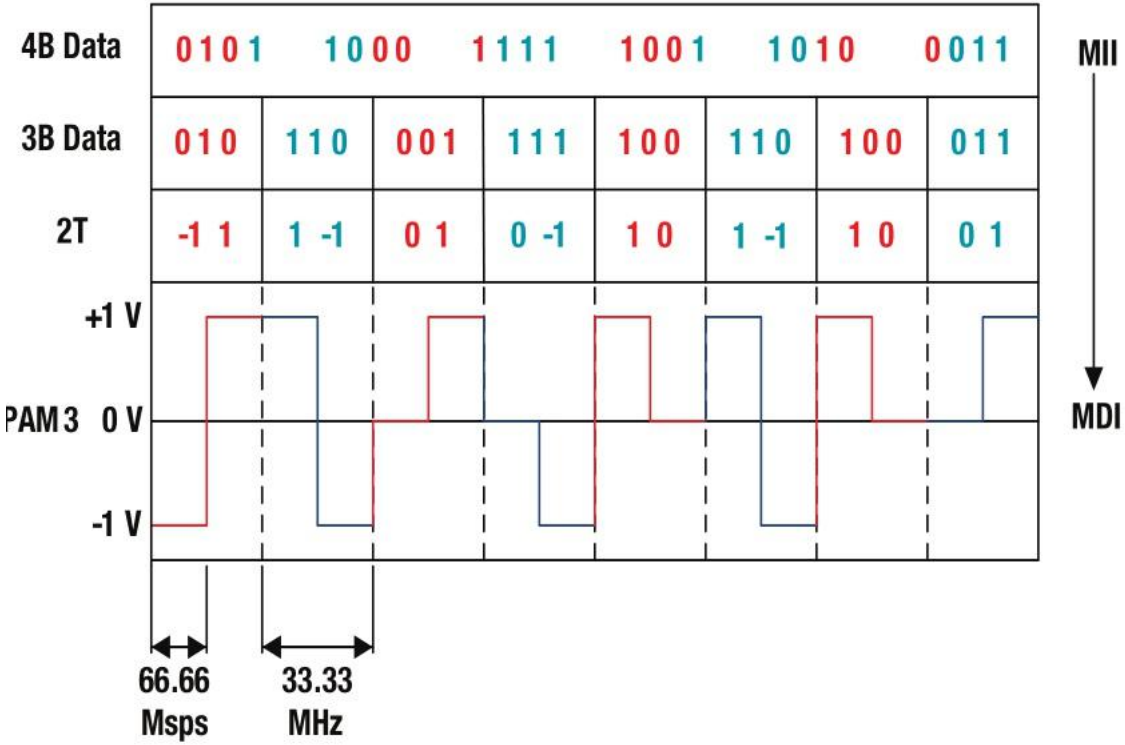
车载以太网连接线束：



MII即“媒体独立接口”，它包括一个数据接口，以及一个MAC和PHY之间的管理接口。
车载以太网一般都基本采用带T1的标准，如IEEE 100BASE-T1、IEEE 1000BASE-T1，这些都使用一对双绞线共两根线进行数据传输。

PAM3编码方式：

100BASE-T1和1000BASE-T1采用独特的4位至3位（4B3B），3位至2位三对（3B2T）和3级脉冲幅度调制（PAM3）编码方案。100BASE-T1 PHY在通过单对非屏蔽双绞线传输之前就会执行完成所有必要的加扰和编码。



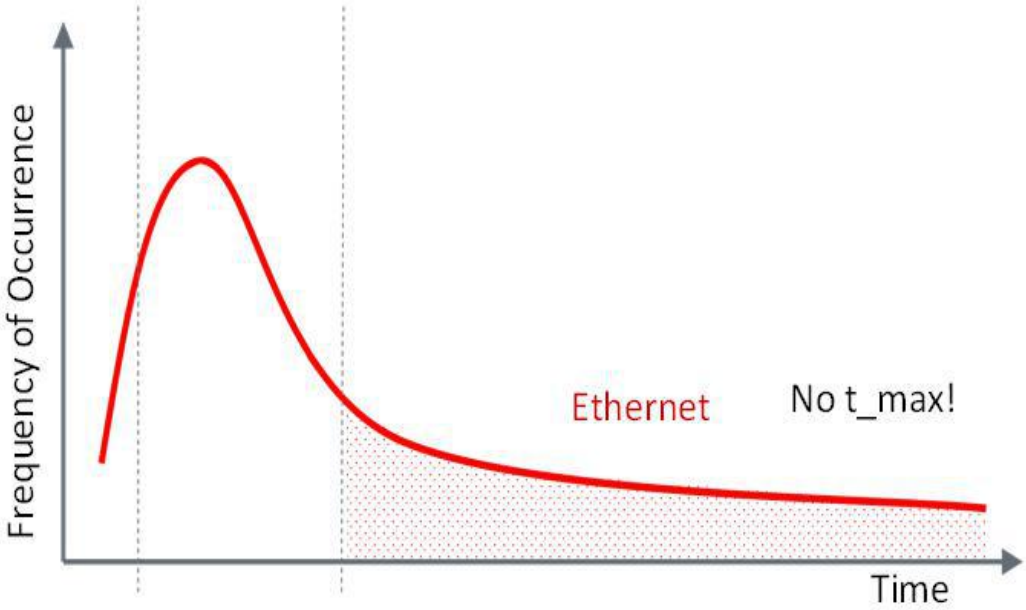
HongKe 虹科

PART 03

AVB/TSN技术是什么

传统以太网的弊端：

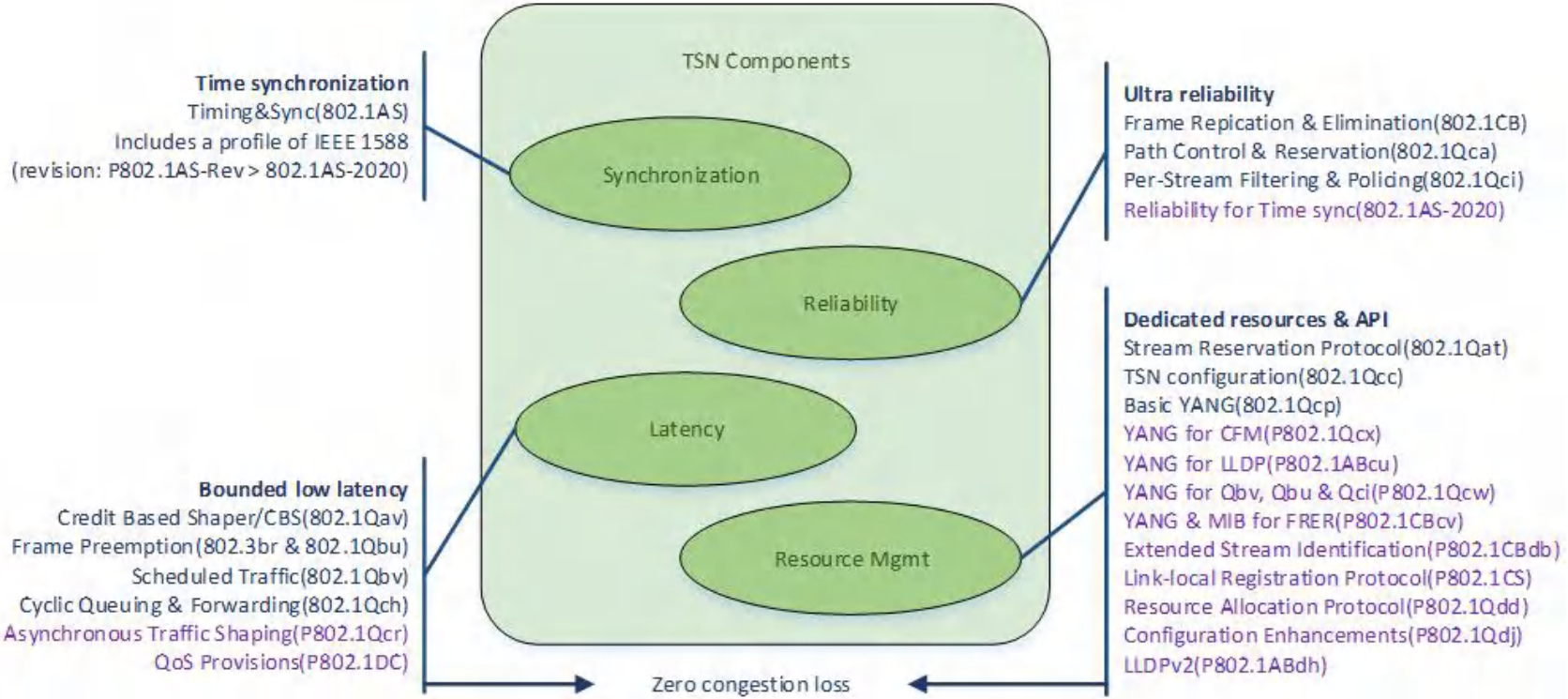
以太网采用串行方式传输数据，带宽由多个设备共享，这是以太网的优势所在。但是所有的发送端没有基于时间的流量控制，采用尽力而为的转发机制，即这些发送端永远只是尽最大可能发送数据帧。



AVB/TSN技术是什么

TSN——时间敏感型网络，即在非确定性的以太网中实现确定性的最小时间延时的协议族，是IEEE 802.1工作组中的TSN工作组开发的一套协议标准，定义了以太网数据传输的时间敏感机制，为传统以太网增加了确定性和可靠性，以确保数据实时、确定和可靠地传输。

AVB/TSN技术是什么



Synchronization(定时与同步)：

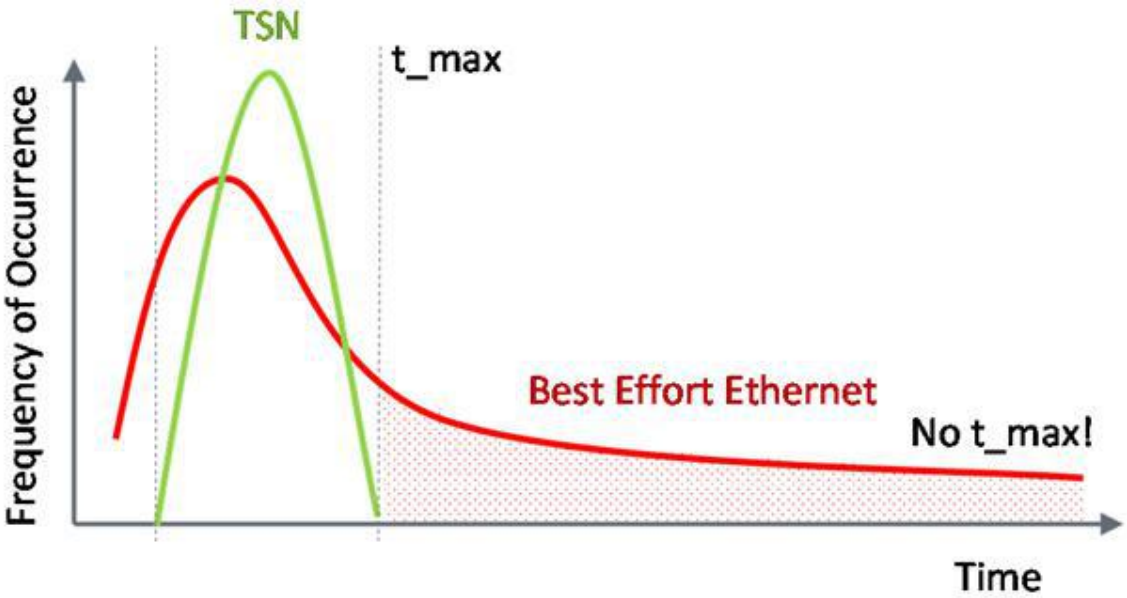
仅包含IEEE 802.1AS协议，IEEE 802.1AS包含两部分内容：定时与同步，这是实现确定性通信的重要机制，它具有以下特点：

- 支持不同的TSN设备实现同步兼容性
- 为TSN网络中每个节点参与流量调度提供时间基准
- 增强鲁棒性（robust）
- 在主时钟源失效的情况下，无缝切换至冗余时钟源

Latency(延时)：

TSN不仅要保证时间敏感数据流的到达，同时也要保证这些数据流的低时延传输。

通过优化控制时间敏感流和best-effort流、以及不同时间敏感流之间在网络中的传输过程，来保证对数据流的传输时间要求，这个优化控制的方式就是整形。



AVB/TSN技术是什么

延时（Latency）主要包含了五个协议，如下所示

此协议制定初衷是确保传统的异步以太网数据流不会干扰到AVB的实时数据流传输。现在Qav不再局限于音视频的传输。

IEEE 802.1 Qav

通过同步控制入队和出队的策略，使得转发过程得以在一个周期内实现，以便使数据流经过交换机的时间更具确定性。

IEEE 802.1 Qch

802.1Qbv定义了通过控制TSN交换机出口处的开关来控制排队流量的机制，这些队列中的消息将在预设的时间窗口中进行传输。

IEEE 802.1 Qbv

802.1Qbu协议中定义了中断标准以太网帧和巨型帧的传输，使高优先级帧优先通过的机制，同时可以恢复先前被中断的帧的传输。

IEEE 802.1 Qbu

Qch和Qbv中设计的整形算法主要用于超低延时的数据，其高度依赖网络时间同步，以及在强制的周期中增强的包传输，但是对带宽的利用率并不高，因此有了Qcr用于异步流调度。

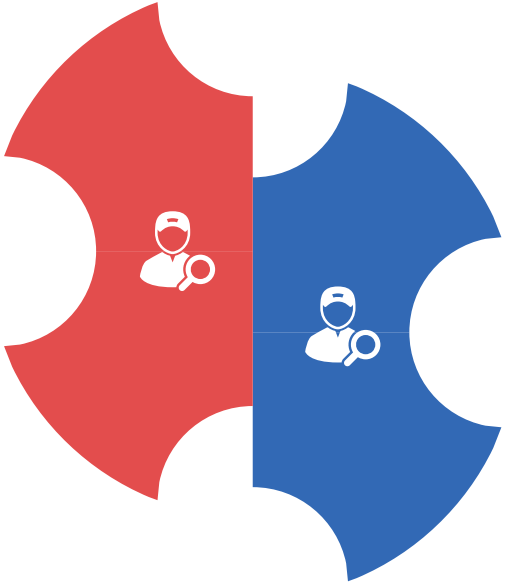
IEEE 802.1 Qcr

Reliability(可靠性)：

可靠性这里包含了两种协议，如下所示：

IEEE 802.1CB

通过冗余消息以及在网络中设置冗余链路进行并行传输来提高可靠性。



IEEE 802.1Qci

工作于交换机的入口，通过各种约束来监管每个流的输入，以防止出站队列被非法帧淹没。

Resource Manageent(资源管理)：

使能TSN网络的某个特性是对可用的网络资源进行配置和管理的过程，其允许在同一网络中通过配置一系列TSN子协议，来合理分配网络路径上的资源，以确保能够正常运行。有关资源管理的协议有以下三种：

IEEE 802.1Qat

流预留协议（SRP）

IEEE 802.1Qcc

流预留协议（802.1Qat）的增强

IEEE 802.1Qcp

YANG数据模型

AVB/TSN技术是什么

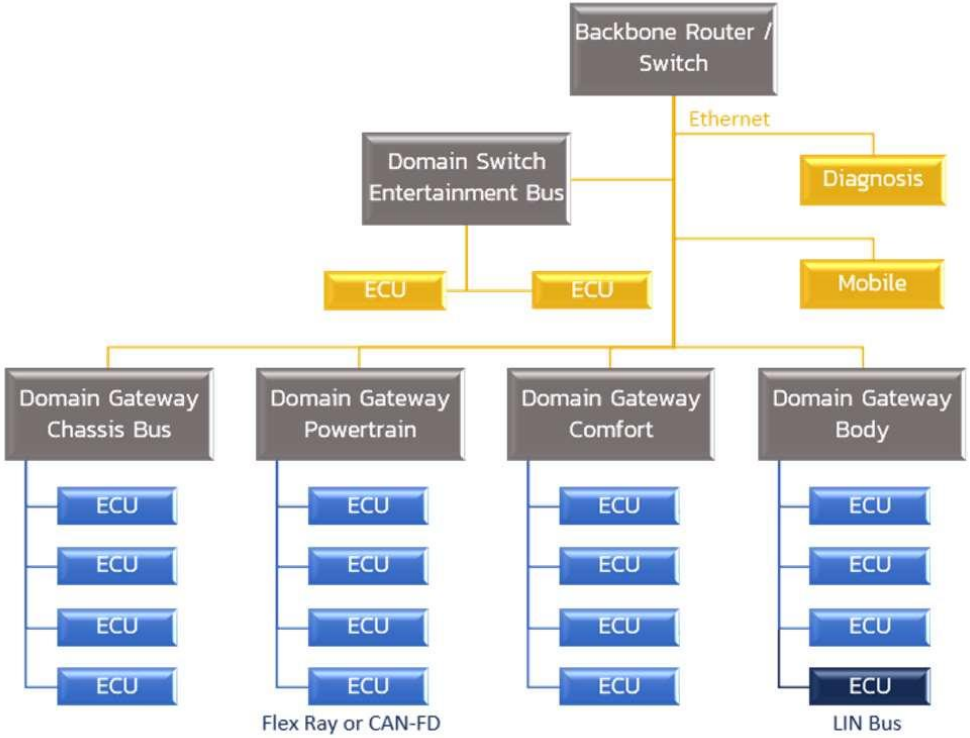
标准	应用领域	作用
IEEE 802.1AS-rev IEEE1588	时间&同步	增强&性能改善
IEEE 802.1Qbu & IEEE802.3br	转发&队列	帧抢占
IEEE 802.1Qbv	转发&队列	增强与规划数据
IEEE 802.1Qca	路径控制&预留	路径控制&预留
IEEE 802.1Qcc	系统配置	增强&性能改善
IEEE 802.1Qci	基于时间入口巡查	预留滤波与巡查
IEEE 802.1CB	无缝冗余	帧复用&用于稳定性的排除

HongKe 虹科

PART 04

基于TSN的数据传输解决方案

基于TSN的数据传输方案



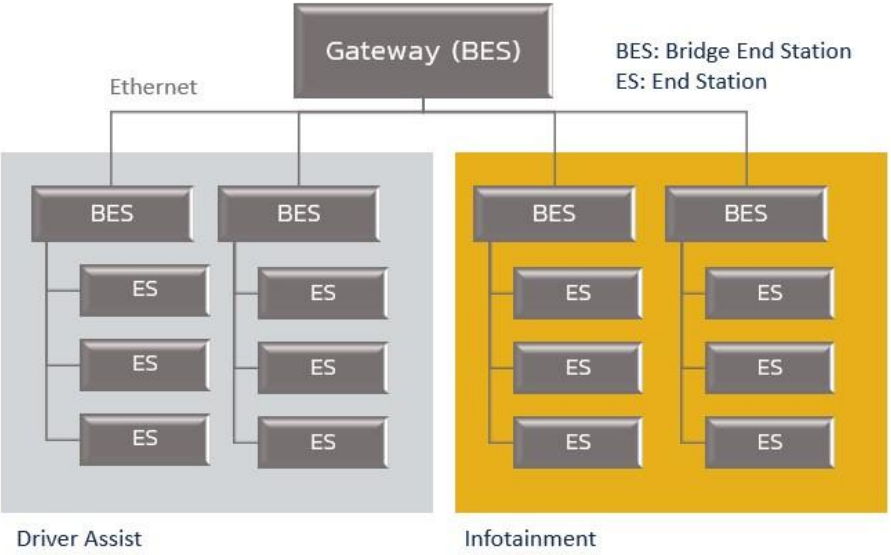
随着各个域之间的交互和依赖性越来越多，且大多数域内的通信后续仍然可能是基于非以太网协议的，所以“中央网关+域控制器”将会成为未来车辆最常用的架构之一。

这种基于中央网关的新型体系结构需要一个基于以太网的主干网，连接分布在整个汽车网络的所有不同域。该中央网关是一种以太网多端口路由器/交换机，具有附加的车辆控制级功能。

基于TSN的数据传输方案

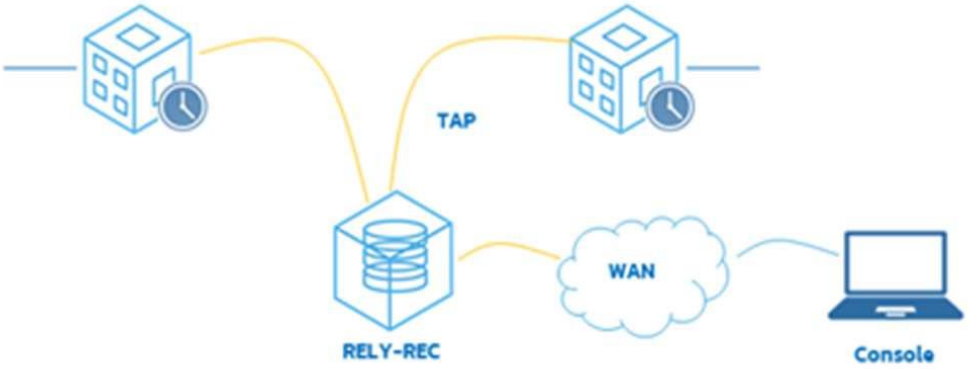
汽车E/E系统的一家Tier1公司正在开发一种新的域网关，用于将驾驶员辅助和信息娱乐域连接到车内的聚合主干网，这两个域使用的是一个域网关。

在域网关的验证过程中，在反映真实车辆网络的试验台上缺少了以下特定功能：
①能在试验台上记录流量，以便向域网关的仿真模型提供可能的最真实的流量；
②能够在特定条件下记录特定帧/包。



基于TSN的数据传输解决方案

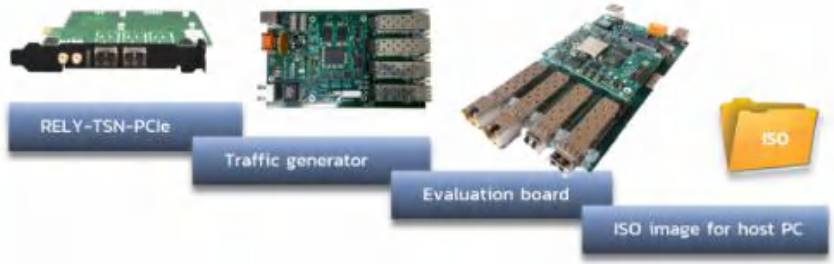
RELY-TSN-REC



RELY-TSN-REC嵌入了过滤、记录时间戳以及捕获复杂以太网网络流量这些功能的逻辑，对于我们上面描述的需求，RELY-TSN-REC将以抽头的形式安装在“测试中网络”网络链路中，允许通过其服务端口同时远程检索记录的流量。

基于TSN的数据传输方案

HongKe 虹科

RELY-TSN-KIT	RELY-TSN-PCIe	RELY-TSN-LP-PCIe
		

RELY-TSN-BRIDGE	RELY-TSN-REC	RELY-TSN-LAB

基于TSN的数据传输解决方案

HongKe 虹科

RELY-TSN-PCIe

IEEE 802.1AS
IEEE 802.1Qav

TSN功能

IEEE 802.1Qbv
IEEE 802.1Qcc

RELY-TSN-BRIDGE

适用于时间敏感网络（TSN）的即用型解决方案，充当TSN端点和网桥，转换设备

TSN交换机设计，用于无缝实施确定性以太网，可与市场上的其他产品互操作

基于TSN的数据传输解决方案

RELY-TSN-LAB

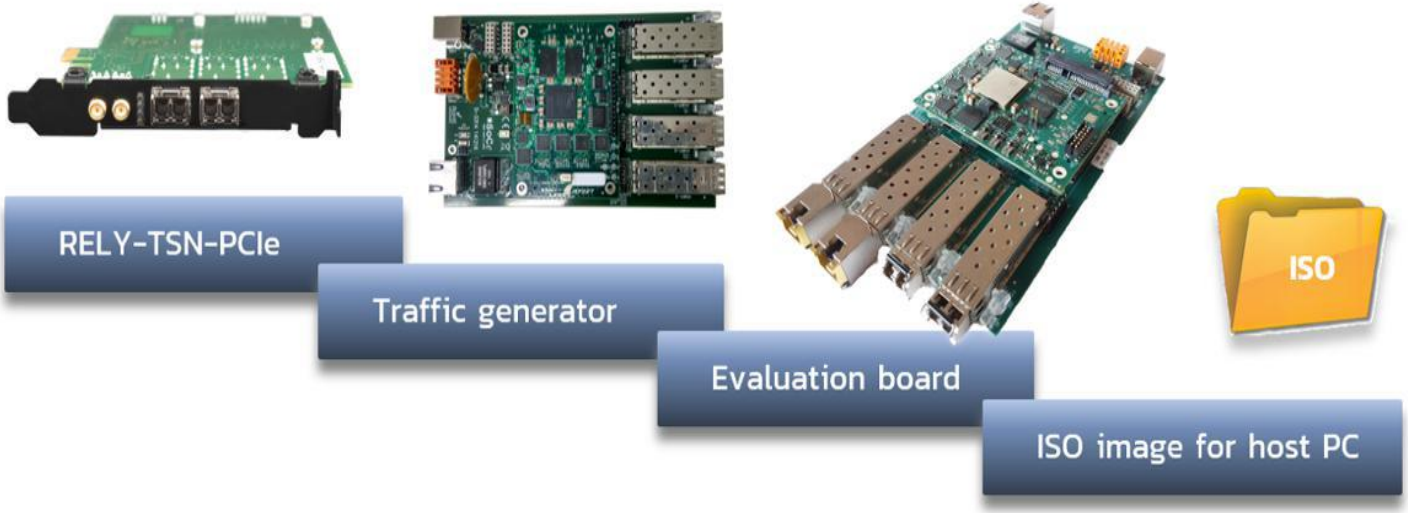
RELY-TSN-LAB是智能设备的新概念，它集成了IEEE 802.1AS亚微秒同步，可用于分析特定条件下网段的行为。

主要功能

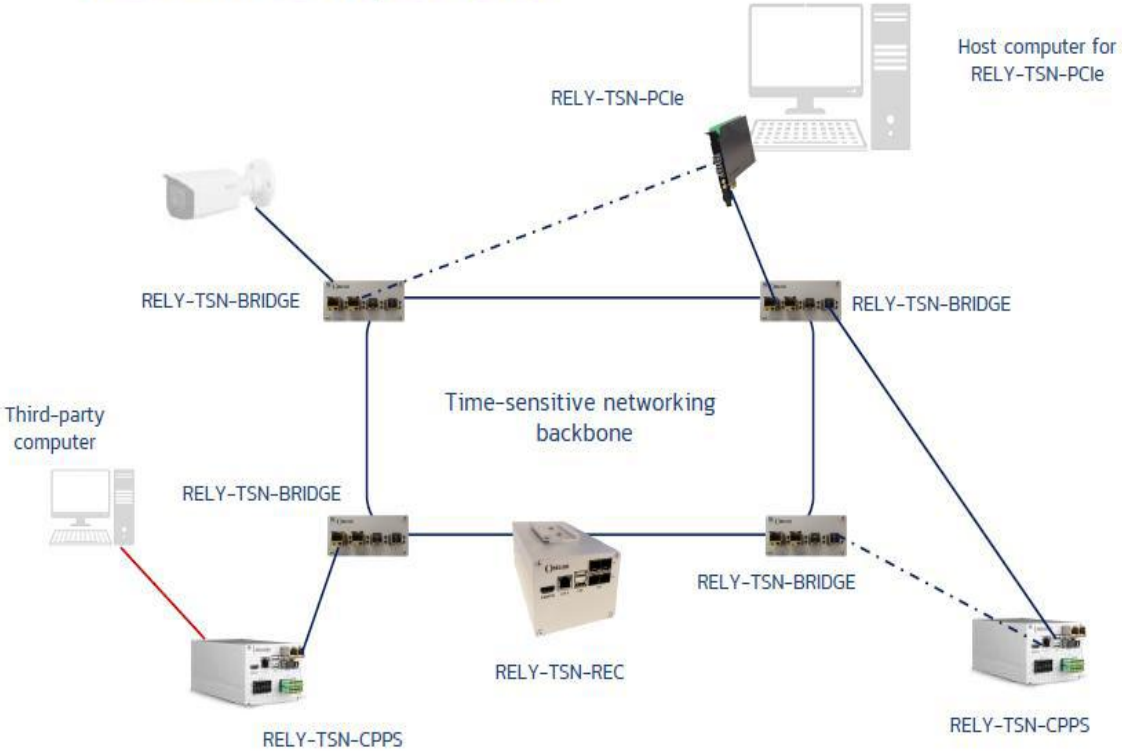
- 帧过滤
- 可配置的错误输入
- 带宽计量
- 延迟计量

基于TSN的数据传输解决方案

RELY-TSN-Kit



Relyum components



谢谢观看

虹科小活动：有奖问卷，抽奖：京东电子购物卡

直播预告

直播主题：从汽车网络的角度来谈谈TSN基础
直播时间：1月31日晚20:00——21:00