

车载以太网 DoIP 技术研究

张政

上汽通用汽车有限公司 上海市 201206

摘要: 随着汽车智能化和网联化的不断发展,车辆对数据传输带宽的需求越来越高,因此车载以太网应运而生。本文介绍了车载以太网的特点及其应用过程,着重研究了车载以太网的 DoIP 诊断通信技术,剖析了 DoIP 技术对传输层、网络层、数据链路层和物理层这四个网络层级的需求以及 DoIP 数据的结构。

关键词: 车载以太网 DoIP 技术 网络层级

Research on DoIP Technology of Vehicle Ethernet

Zhang Zheng

Abstract: With the continuous development of automobile intelligence and networking, the demand for data transmission bandwidth of vehicles is getting higher and higher, so in-vehicle Ethernet came into being. This article introduces the characteristics of automotive Ethernet and its application process, focuses on the DoIP diagnostic communication technology of automotive Ethernet, and analyzes the requirements of DoIP technology for the four network levels of transmission layer, network layer, data link layer and physical layer, and the structure of DoIP data.

Key words: car ethernet, DoIP technology, network level

1 引言

随着汽车智能化和网联化的不断发展,汽车高级驾驶辅助系统(ADAS)、高性能车载娱乐系统、车联网系统及云服务等新技术已在车辆上应用,使得车辆上的软件变得越来越复杂,传统的车载CAN总线通信速率最大仅1Mbit/s,显然无法满足新技术对车辆数据传输带宽的需求。从而急需一种高带宽、开放性好、兼容性强、可靠性高、同时又满足车载严格法规要求的车载网络,因此,一种新型网络车载以太网应运而生。车载以太网是一种通过有线网络去连接车内的各电子控制单元(ECU)的局域网技术,与普通民用以太网的四对非屏蔽双绞线不同,车载以太网可以用一对非屏蔽双绞线实现100Mbit/s甚至1000Mbit/s的数据传输速率,同时能够满足其他性能方面的要求。

2 车载以太网技术应用

目前常用车载网络技术有:控制器局域网网络(CAN)、本地互连网络(LIN)、汽车内部网络通讯协议(FlexRay)、面向媒体的系统传输(MOST)等。其中LIN总线是一种低成本串行总线,最大通信速率为20kb/s。CAN总线主要用于车辆控制数据传

输,目前应用最广泛,最大通信速率为1Mb/s,但LIN和CAN的带宽都太低,并不适用于ADAS等技术的应用。FlexRay具有通信速率较高、实时性好、容错性强等优点,其通信速率最大为10Mbit/s,主要用于线控系统。MOST是专门为汽车多媒体系统而开发的网络,其最大通信速率为150Mbit/s,但只用一种环形拓扑结构,应用范围受限。

车载以太网具有高带宽、低延迟、高可靠性等优点,因此,被行业公认为是下一代车载网络技术,但短期内还无法全部取代现有的车载网络。车载以太网在汽车上的应用会有一个循序渐进的过程,大致可分为三个过程:局部网络应用、子网络应用、架构级别应用。局部网络应用,是指在车辆的某个子系统上局部应用车载以太网技术,如基于DoIP协议的诊断通信技术、基于IP协议的摄像头等;子网络应用,是指构建车载以太网子系统,通过以太网技术实现子系统的功能,如基于AVB协议的信息娱乐系统、ADAS系统等;架构级别应用,将多个子网络进行整合,以车载以太网作为主干网络,连接车辆动力域、底盘域、车身域及娱乐域等功能域,形成整车级车载以太网架构。本文将着重研究车载以太网局部网络应用中的DoIP诊断通信技术。

3 DoIP 诊断通信技术研究

长期以来,车载诊断通信技术是以CAN网络技术为主的,但是CAN网络的带宽限制了诊断设备与ECU之间的通信速率,尤其在刷新软件/标定等数据传输量较大的时候,通信时间亟待提高。基于以太网的DoIP诊断通信技术充分利用了以太网高带宽的优点,使诊断设备与ECU之间建立起高通信速率的传输通道,实现基于以太网和UDS协议的诊断通信。DoIP技术具有以下优点:(1)通信速率高,可达到了100 Mbit/s;(2)成本低,使用成熟的以太网相关的标准硬件组件,如CAT5线缆和RJ-45接口等;(3)不再需要车辆通信接口(VCI),只需要一根能将车辆OBD接口连接到一个普通的以太网RJ-45接口的特殊电缆;(4)DoIP技术可以完美匹配IT基础设施,使远程诊断成为可能。目前DoIP技术的应用已成为汽车行业的发展趋势,研究DoIP技术势在必行。

3.1 DoIP 技术概况和应用场景

DoIP是Diagnostic communication over Internet Protocol的简称,即通过以太网协议进行诊断通信。OSI模型将数据通信分为七层,DoIP技术由ISO13400系列标准定义,作为实现以太网诊断通信的方案,ISO13400标

准定义了传输层,网络层,数据链路层和物理层这四个层级。

整个DoIP诊断网络架构由车辆上所有的DoIP实体与外部的测试设备组成。DoIP的主要应用场景有三个:

①售后车辆检修:在维修厂里,外部的诊断设备不需要使用传统ALDL诊断口硬线连接,直接通过TCP/IP协议与车辆建立联系,并按照顺序将请求发送给车辆DoIP实体,车辆ECU则可可靠地反馈出实时的错误追溯信息。②工程、制造或售后软件刷新:外部刷新设备通过TCP/IP协议进行安全访问与车辆建立通讯,并根据规定的刷新流程向车内各ECU传输并写入软件或标定数据。一般工程的开发工具实现的是设备与DoIP实体的点对点刷新,而制造产线采取的则是设备对整车所有ECU同时进行并行刷新。③制造装配线检修:在制造装配线环节,外部检测设备会按照指定顺序,对接入IP网络的车辆进行终检工位的完整性测试。与售后检修不同,制造装配线的外部检测设备通常会与整车多个ECU的DoIP实体进行连接和并行通讯。

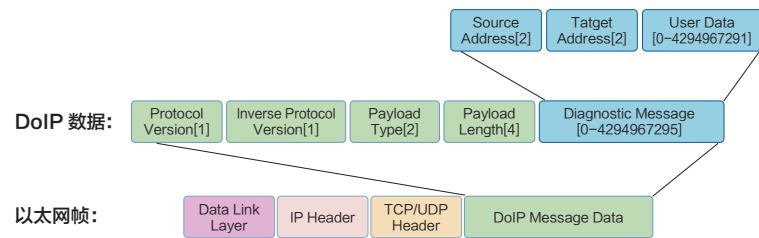
3.2 传输协议和网络层服务

在网络层方面,DoIP技术仅使用IPv6协议,但为了向后兼容,也支持IPv4协议。同时,IPv6需支持邻居发现协议(NDP),IPv4需支持地址解析协议(ARP),NDP和ARP是在只知道主机的IP地址时确定主机的硬件(MAC)地址的方法,它们还用于验证另一台主机是否正在使用一个IP地址。

在传输层方面,DoIP技术必须同时支持传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)。TCP是一种面向连接的协议,网络主机上的应用程序可以彼此建立连接,通过这些连接可以交换数据,该协议保证了发送方到接收方数据的可靠有序传递。TCP还提供了流控制和拥塞控制,并提供了各种算法来处理拥塞和影响流控制。UDP是一种无连接的用户协议,UDP没有提供TCP那样的可靠性和排序保证,数据包可能会无序到达,或者可能在没有通知发送方或接收方的情况下丢失,但UDP的速度更快、更高效。

DoIP数据是层层向下传递的,直至构成完整的以太网帧,通过物理层的介质传输出去。DoIP数据结构如图1所示,主要包括5个部分:

图1 DoIP数据结构



- ①ISO13400版本信息,占1个字节;
- ②ISO13400版本信息的位取反值,占1个字节;
- ③数据类型,占2个字节,用于标识该帧数据的用途,常用数据类型有0x8001, 0x8002, 0x8003指诊断消息、诊断消息正响应和诊断消息负响应;
- ④数据长度,占4个字节,标识后面的实际诊断数据长度;
- ⑤诊断数据,占用最大字节数为4294967296,实际诊断数据可以少于最大字节数,诊断数据又包括源地址、目标地址和诊断命令,其中诊断命令是指UDS或OBD中规定的具体的诊断请求或响应。

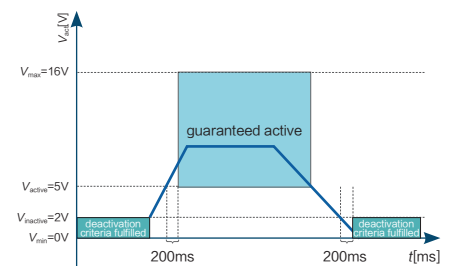
3.3 物理层和数据链路层需求

在物理层方面,DoIP技术需支持IEEE 802.3 定义的100BASE-TX (100 Mbit/s Ethernet) 和10BASE-T (10 Mbit/s Ethernet) 两种标准,当两个以太网接口之间100Mbit/s网络无法建立时,10Mbit/s的低速网络会作为备用方案启动,DoIP边缘节点应设置变压器线圈以满足对1500V电压1min以上的隔离。

在数据链路层方面,DoIP边缘节点需支持10 Mbit/s和100 Mbit/s以太网,DoIP边缘节点在建立连接时,应支持自动握手及自动协商以保证端口使用相同的传输速率及单双工模式等。测试设备需支持100Mbit/s标准和线序自适应功能,设备可以自动检测连接到自己接口上的网线类型,并自动进行调节。

为了实现激活和停用以太网控制器的功能,物理层上需增加一根以太网激活线,这样有助于减少电磁干扰和减少DoIP边缘节点的功耗。以太网激活和停用电压阈值和时间如图2所示,以太网的激活电压阈值是5V,停用电压阈值是2V,达到阈值并且持续时间在200ms以上,则可实现激活或停用功能。

图2 以太网激活和停用电压阈值和时间



DoIP技术诊断口有两种针脚布局定义,第一种是3&11&12&13四个针脚用于以太网诊断,而1&9两个针脚用于CAN诊断,可解决主机厂已占用1&9针脚的冲突。第二种是1&9&12&13四个针脚用于以太网诊断,而3&11两个针脚用于CAN诊断,可解决主机厂已占用3&11针脚的冲突,两种针脚布局方式的针脚8都定义为以太网激活线的针脚。

4 结语

本文对车载以太网的DoIP诊断通信技术进行了研究,详细阐述了DoIP技术对其所涉及四个网络层级的需求。DoIP技术充分利用了以太网高带宽和高可靠性的优点,使外部诊断设备与ECU之间能够进行可靠的高速率的数据传输,在车载诊断技术中具有巨大的意义。

参考文献:

- [1] 呼布钦,秦贵和,等.下一代汽车网络:车载以太网技术现状与发展[J].计算机工程与应用,2016(24).
- [2] 章鸿滨,徐旭,等.基于AUTOSAR标准的以太网诊断通信实现[J].汽车零部件,2017(1).
- [3] 李巍,张丽静,等.车载以太网技术及标准化[J].电信网技术,2016(6).