



普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

车载网络及 信息技术



◎ 秦贵和 张洪坤 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

车载网络及信息技术

秦贵和 张洪坤 编



机械工业出版社

本书较全面地介绍了汽车上总线网络和信息系统的最新技术,涉及计算机网络、嵌入式系统以及信息安全等技术在车辆工程中的应用。本书主要介绍相关的基本概念和基础知识,综述车载总线网络和信息技术;CAN、FlexRay、MOST这3种当前比较重要的车载总线网络标准;车载以太网的相关内容;一些典型的车载信息装置与技术;车联网的基本概念、基本结构以及应用;车载信息安全问题和发展状况,并概述与车载信息安全相关的技术。

本书既适合车辆工程等专业的学生和教师使用,也适合广大汽车技术研发人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

车载网络及信息技术/秦贵和,张洪坤编. —北京:机械工业出版社, 2017.6

普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

ISBN 978-7-111-56647-2

I. ①车… II. ①秦…②张… III. ①汽车—计算机网络—高等学校—教材 IV. ①U463.67

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第085787号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何士娟 责任编辑:何士娟 陈瑞文

责任校对:佟瑞鑫 封面设计:张静

责任印制:常天培

唐山市润丰印务有限公司印刷

2017年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16印张·381千字

0 001—1 900册

标准书号:ISBN 978-7-111-56647-2

定价:49.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649 机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

随着车辆信息化的不断发展,汽车上开始使用越来越多的信息获取、通信、处理、存储以及应用技术,包括面向车辆内电子控制和信息单元连接的体域网及各种信息获取处理和应用的装置与技术。这些技术和相应的装置,具有一般信息技术与信息装置的性质,也具有车载环境的特点,衍生出了车载网络和车载信息技术,是当今提升车辆各种性能指标的主要手段之一。随着社会对车辆性能需求的不断提高,车载网络和信息技术以及相应的装置也越来越复杂,在车辆工程和车辆技术以及运用中的作用也越来越重要。通信和信息技术在车辆以及交通领域中的飞速发展,对车辆行业形成了一个巨大冲击。车载信息技术对于车辆技术的重要性也被车辆行业广泛接受,已经不仅是车辆技术的一个重要部分;随着车辆智能化和网联化的不断深入,甚至有成为车辆技术中最重要部分的趋势。这种趋势是社会信息化发展在车辆和交通领域中的体现。

车载网络与信息技术是计算机网络、嵌入式系统以及信息安全等技术在车辆工程中的应用;为实现“网联智能车”的目标,机器视觉、人工智能等理论与技术也越来越多地出现在车辆工程中。这些技术一方面提升了车辆固有属性下的功能和性能指标水平,另一方面也拓展了车辆的功能和性能指标范畴,将使车辆从建造到使用产生革命性变化。

本书编写的出发点是对现在车载网络与信息技术进行一个概述,力求对这一领域进行一个较全面的介绍。第一章简要介绍一些相关的基本概念和基础知识,综述了车载总线网络和信息技术;第二章、第三章、第四章分别介绍了CAN、FlexRay、MOST这3种当前比较重要的车载总线网络标准;第五章介绍了车载以太网的相关内容;第六章介绍了一些典型的车载信息装置与技术;第七章介绍了车联网的基本概念、基本结构以及应用;第八章介绍了车载信息安全问题和发展状况,并概述了车载信息安全相关技术。

本书在编写过程中,得到了第一汽车集团技术中心矫雪明总监、四平德科电子有限公司宋连彬总工程师的指导和帮助,在资料收集及技术咨询等方面得到了崔茂源博士、周时莹博士、和为民博士、陈筠翰博士、于赫博士的支持和帮助,在此对他们表示诚挚的感谢。

车载网络和信息技术在迅速发展。在本书编写过程中,总有说时迟那时快的感觉;更由于作者学识和水平所限,书中难免有错误和疏漏,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 汽车通信及信息技术	1
一、汽车通信及信息技术的发展	1
二、车载网络介绍	6
三、车载网络及信息系统特点	8
第二节 计算机网络与通信技术介绍	9
一、计算机网络基础知识	9
二、计算机网络协议	10
三、局域网 (LAN)	11
四、无线网络	12
五、计算机网络通信中的一些基本概念	13
第三节 车载嵌入式系统	18
一、嵌入式系统	18
二、车载嵌入式系统设计的一般步骤	18
三、车载总线网络设计开发基本过程	21
第二章 控制器局域网	23
第一节 CAN 的基础知识	23
一、控制器局域网简介	23
二、CAN 的基本特点	24
三、CAN 的一些基本概念	24
第二节 CAN 总线物理层	27
一、CAN 物理层特点	27
二、PLS 层	28
三、发送/接收器	31
四、总线及连接器	34
五、CAN 网络的结构	36
第三节 数据链路层	38
第四节 CAN 应用系统	46
一、CAN 结点的结构	46
二、CAN 控制器结构	47
三、CAN 结点的信息处理	49
四、CAN 信息接收过滤	52
第五节 典型 CAN 元器件	53

一、典型 CAN 接口及与 CPU 的连接	53
二、CAN 总线发送/接收驱动器	57
三、其他 CAN 器件	60
第六节 CAN 网络	62
一、CAN 结点	62
二、CAN 结点的初始化	63
三、CAN 报文的发送	65
四、CAN 报文的接收	68
五、CAN 开发调试工具介绍	68
第三章 基于时间触发的车载网络 FlexRay	71
第一节 FlexRay 概述	71
一、基本术语	73
二、结点基本结构	75
三、网络拓扑结构	76
四、FlexRay 协议操作控制	77
第二节 FlexRay 网络中信息的基本传输过程	79
一、FlexRay 通信周期	80
二、FlexRay 帧格式	83
三、帧位流的编码解码	84
第三节 FlexRay 网络的同步及启动	86
一、时钟同步方式	86
二、FlexRay 簇启动	88
第四节 FlexRay 网络结点设计	89
一、结点设计概述	89
二、FlexRay 结点设计示例	92
三、FlexRay 开发工具介绍	100
第四章 车上媒体网络	102
第一节 MOST 基本结构	102
一、MOST 概述	102
二、MOST 结点结构	103
三、MOST 设备	104
四、MOST 设备说明	106
第二节 MOST 信息帧	107
一、MOST 信息帧简介	107
二、帧结构	107
三、数据类型	109
第三节 MOST 应用层通信协议	111
一、DeviceID	111
二、FBlockID	111



三、InstID	113
四、FktID	113
五、OPType	113
六、Length (Data)	114
第四节 MOST NetService 及网络服务	114
一、基础层	115
二、应用套接字层	116
三、MOST 高层协议	116
第五节 MOST 器件	117
一、MOST 发送/接收器	117
二、MOST 网络接口控制器	121
三、MOST 物理层传输介质	123
第六节 MOST 在汽车媒体网络中的应用及设计	125
一、奥迪 A6 的 MOST 总线网络	125
二、宝马 E65	126
三、MOST 网络设计示例	127
第五章 车载以太网	138
第一节 以太网简介	139
一、以太网定义	139
二、以太网的分类与发展	140
三、以太网的拓扑结构	142
四、以太网媒体访问基本过程	144
五、数据包格式	145
六、网络的物理构成	146
七、以太网协议	148
第二节 车载以太网需求	149
一、车载系统传输的信息	149
二、车载以太网的性能需求	149
三、使用以太网的优势	150
四、车载以太网的标准	150
第三节 IEEE 802.1Q	151
一、虚拟局域网简介	151
二、IEEE 802.1Q 标签帧格式	152
三、IEEE 802.1Q 标准组	153
第四节 AVB	155
一、AVB 标准	155
二、IEEE 802.1AS 定时和同步	156
三、IEEE 802.1Qat 流预留协议	157
四、IEEE 802.1Qav 队列及转发协议	158

五、Ethernet AVB 其他协议	159
第五节 时间触发以太网	159
一、TTEthernet 概述	160
二、TTEthernet 网络的拓扑结构	161
三、信息传输基本过程	162
四、系统同步及启动过程	162
五、TTEthernet 开发系统	163
第六节 车载以太网的应用	166
一、支持车载以太网的硬件	166
二、车载以太网软件	167
三、基于车载以太网的应用	168
第六章 车载信息系统	170
第一节 车载信息系统概述	170
一、车载信息系统的发展趋势	170
二、车载信息技术	171
第二节 车载多媒体及娱乐系统	173
一、车载多媒体及娱乐系统概述	173
二、车载多媒体系统结构	174
三、安装与布置	175
四、非娱乐性音视频装置	176
第三节 车载通信系统	177
一、车载通信系统概述	177
二、主要通信功能	178
三、基于通信的服务	180
第四节 车载信息服务系统	182
一、车载信息终端	182
二、定位导航及基于位置的服务	186
三、基于互联网络平台的远程服务	190
第五节 数字化仪表及数据记录系统	193
一、数字化仪表	193
二、行车记录仪	194
第七章 车联网技术	195
第一节 物联网简介	195
一、物联网的概念	195
二、物联网的体系结构	196
三、物联网相关技术	197
四、物联网的应用	199
第二节 车联网	202
一、车联网概述	202



二、车联网的基本结构	204
第三节 车联网相关技术	205
一、车辆及道路信息获取感知技术	205
二、车载嵌入式系统技术	205
三、Telematics	206
四、智能化信息处理	207
五、移动计算技术	207
六、信息安全技术	207
第四节 车与外部的连接技术	208
一、V2V 技术	208
二、V2I 技术	208
三、基于专用短波通信的 V2P/V2M 技术	209
四、车辆与车联网的连接	209
第五节 车联网的应用	210
一、车联网的主要技术优势	210
二、车联网的应用领域	211
第八章 车载信息安全技术	212
第一节 信息安全技术简介	212
一、信息安全	212
二、信息安全相关技术	214
三、嵌入式系统信息安全	218
第二节 汽车信息安全问题	220
一、外部可能接入车载系统的渠道	220
二、对车载信息系统的攻击方式	222
三、车载系统的信息类型及安全问题	224
第三节 汽车信息安全架构	224
一、汽车信息安全架构概述	225
二、OVERSEE 分区结构	226
三、OVERSEE 接口	227
四、虚拟化安全服务与防火墙机制的规范	229
五、安全构建集中设计	230
六、OVERSEE 中 V2V 和 V2I 通信	231
七、车载通信及安全通信规范	233
八、安全服务	233
第四节 车载总线信息安全	235
一、车载总线结构	235
二、CAN 总线的信息安全	236
三、FlexRay 总线的信息安全	237
四、MOST 总线的信息安全	238

五、车载网关的信息安全	238
第五节 无线接入方式	238
一、胎压监测测量路径接入	238
二、智能车钥匙	239
三、车载以太网	239
第六节 汽车生命周期信息安全	239
一、汽车生命周期信息安全概述	239
二、汽车生命周期各阶段的信息安全问题及策略	240
参考文献	243

第一章 概 论

车载网络与信息技术是计算机网络通信、嵌入式系统以及信息安全理论与技术在车辆工程中的应用,是社会信息化发展在交通和汽车领域的体现。这些技术一方面提升了汽车固有的功能水平和性能指标,另一方面也拓展了汽车的功能和性能指标,也是汽车智能化的重要基础。

第一节 汽车通信及信息技术

一、汽车通信及信息技术的发展

传统上汽车是一个机械系统,随着信息技术的发展以及应用的不断深入,汽车上使用了越来越多的电子与信息技术,几乎所有的总成和系统都成为机电信息一体化系统,并出现了越来越多的基于信息技术的功能和装置,车载信息系统和信息技术是汽车新技术最重要的部分之一。汽车上新的技术增长点几乎无一不与电子技术和信息技术相关。越来越多的车载电子与信息系统催生了车载网络通信技术,而基于互联网的物联网的发展,必然产生实现车-车、车-路、车-人、车-服务中心等互联的车联网络,使得一辆汽车成为全球互联网络中的一个移动网络部分,如图 1-1 所示。随着汽车智能化的发展,以及汽车智能控制和智能感知水平的提高,汽车自主工作的能力将不断提高。

1. 车载网络技术发展

随着汽车电子技术的不断发展,汽车上的电子装置越来越多,而且增长很快。随着电子部件价格的降低,电子技术向低档车延伸的速度也很快。现在,汽车上每一个总成几乎都是机械、电子和信息一体化装置,在系统中,电子和信息部分所起的作用也越来越重要,以至于有人认为汽车正在由一个拥有大量的电子技术与装置的机械系统转变为一个由一定机械装置支撑的电子信息系统。车上电子信息装置的不断增加,使连接这些装置的电子线路迅速膨胀。所以,在电子装置不断增加的情况下有效地实现其互联成为一个必须要解决的问题。使用传统的点到点的平行连接方式,显然无法摆脱这种困境,基于串行信息传输的网络结构成为一种必然的选择。

另一方面,随着汽车电子化的深入,以网络通信为基础的线控技术(Control By Wire, CBW)将在汽车上普遍应用,这是对网络技术需求的另一个原因。所谓线控就是用电子信息的传送取代过去由机械、液压或气动的系统连接的传动部分,如换挡连杆、节气门拉索、转向机传动机构、制动油路系统等。线控技术不仅是这些连接方式的变化,而且包括操纵机构和操纵方式的变化以及执行机构的变化(电气化)。线控技术的广泛应用将形成一种全新的汽车结构。图 1-2 所示是线控过程的基本原理,操纵意图通过人机接口转换为电信号传到执行机构,由执行机构控制功能装置;传感器感知功能装置状态,通过电信号传给人机接口,反馈给驾驶人。线控系统在人机接口、执行机构和传感机构之间,以及与其他的系统之



间要进行大量的信息传送，基于串行通信的网络技术是实现这种通信功能的最佳结构。线控技术要求网络的实时性要好、可靠性要高，而且一些线控部分要求具有冗余的“功能实现”，以保证出现故障时仍可实现这个装置（总成）的基本功能（Fail - Operational）。就像现在的 ABS（Antilock Brake System，制动防抱死系统）和动力转向一样，在线路故障时仍具有制动和转向的基本功能。这就要求用于线控的网络数据传输速度快、时间特性好（通信事件发生的时间是确定的）、可靠性高且具有必要的冗余技术，这也是汽车网络的特点。

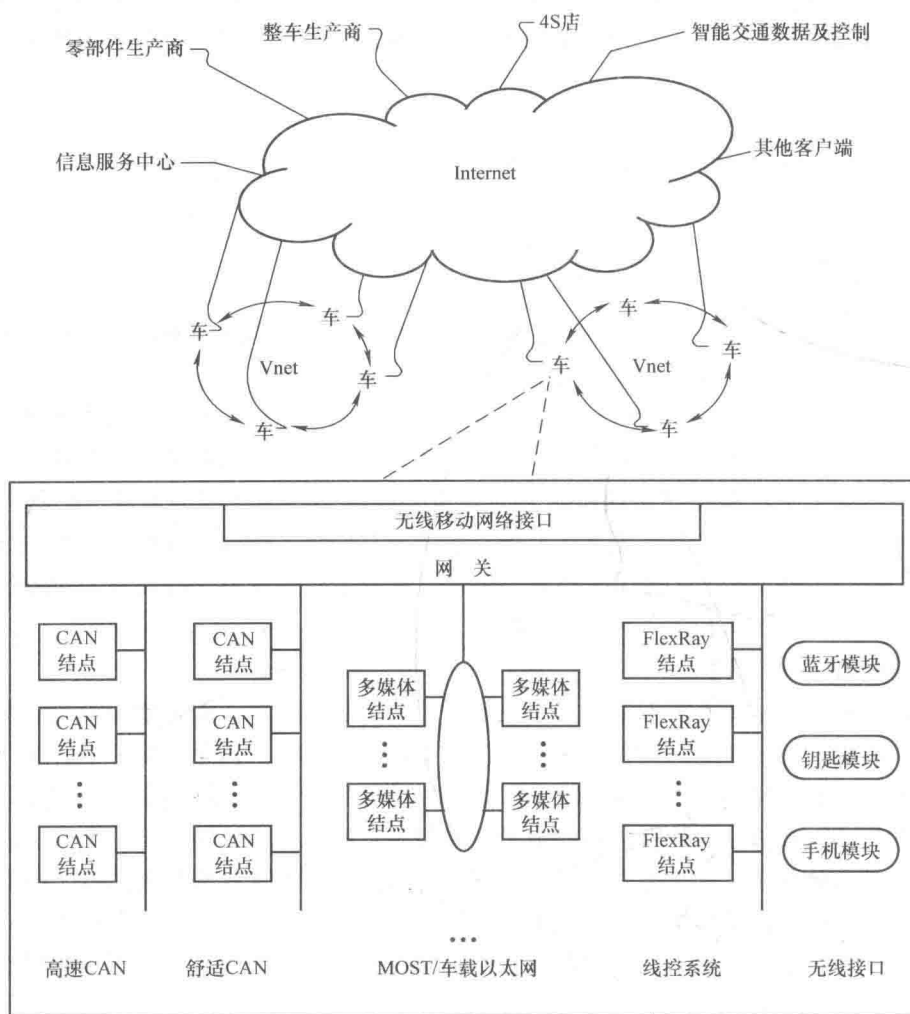


图 1-1 车联网络示意图

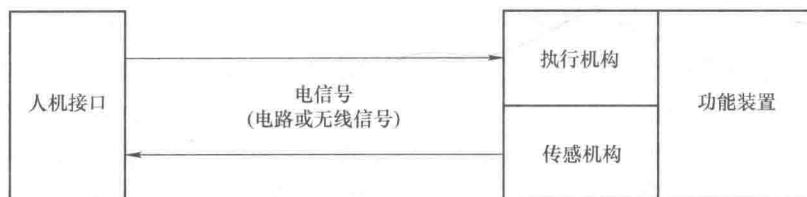


图 1-2 线控过程示意图

汽车上使用网络,最根本的原因是计算机网络以及基于这种网络实现的各种事物互联互通的社会需求,智能交通系统体系下的互联智能车辆的发展趋势,势必使汽车成为互联网上的一个(或多个)端点或移动的网络。在智能交通体系中,一辆汽车应当具有接收和提供相关信息的功能,如接收定位信号、提供地理信息服务、接收管理信息、发送本车状态信息、进行安全服务请求等。随着智能交通体系朝向物理信息一体化发展的趋势,车辆的远程访问、远程操控、基于网络获取的多信息与车辆控制的结合,以及自主智能运行等功能,也将不断提高。要完成这些功能的需求,需要很强的通信能力、计算能力和数据的共享功能,这也是计算机网络最基本的功能。基于计算机网络的通信以及基于这种能力的新技术和应用,已经是车辆最重要的关键技术之一,并且发展迅速,正在改变着汽车的“基因”。

目前车辆上,信息服务部分往往与车上媒体系统共用一个网络,即媒体与信息网,而控制部分有相对独立的网络。随着物理信息一体化,车载网络的分工不断被打破和重组,信息流和控制流的载体网络或将整合。

早期的车载网络没有发展自身的通用网络标准,而是采用一些现有的常规标准,如 UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)。汽车生产厂家也主要是沿用汽车技术的传统发展模式,根据需求和自己以往的基础来开发网络系统,较少与外部合作,开放性很差。汽车网络系统和应用网络的控制与信息单元往往有多种不同的来源,依地区或厂家的不同,有不同的规范。但是,网络技术本身具有依赖于标准的特点。为了降低安装费用、提高设计和维护的方便性,必然要求车载网络形成和采用行业标准,并和信息与电子产业密切合作形成一个开放结构。随着合作信心的增加和合作产生的收益的增加,这种在汽车行业内,与电子元器件和信息技术公司合作,采用开放式标准的趋势越来越明显。在汽车上连接到网络上的产品,如传感器、执行机构、控制单元等,可能来自很多不同行业的厂商,这种标准化有利于不同部件或装置生产厂家的产品的集成,也有利于设计、装配和维护的可操作性。有了统一的标准,设计时可以为尚未存在的装置或可替代的装置留出接口,最明显的是汽车软件接口(现在汽车上嵌入系统硬件的水平足以支持相对独立的软件,应当把这些软件看作一种汽车上的部件或总成)。这种标准化产生了所谓的开放结构(Open Architecture),即一定的技术标准和对这个标准的认可和遵从。

车载网络真正在车上应用是从 20 世纪 80 年代开始的。在 20 世纪 90 年代,车身网络和连接一些电控单元的控制网络,包括故障诊断系统,在不同车型上开始广泛应用。应用最广泛、支撑技术和元器件最丰富的标准是 CAN (Controller Area Network) 和 SAE J1850。在 20 世纪 90 年代,车上媒体网络、线控系统网络 and 智能交通系统网络仍处于早期阶段,在网络协议、支撑软硬件技术和元器件等方面多处于试制性阶段。一些大的汽车公司出于技术的原因和集团利益方面的原因,对网络协议标准有不同的选择。线控系统网络协议主要有两个选择:一个是 TTP/C (Time Triggered Protocol, SAE Class C, 即满足 SAE C 级网络的时间触发协议),目前有 Audi、Volkswagen、Honeywell 和 Delphi 等倾向于选用这个协议作为线控网络的协议标准;另一个是 FlexRay,这是一种既支持时间触发访问方式,又支持事件触发访问方式的协议,目前有 BMW、Motorola、Philips 半导体公司、Bosch 和 GM 等倾向于选用这个协议作为线控网络的协议标准。为了弥补 CAN 事件触发访问方式在实时控制应用中的缺陷,Bosch 也推出了支持时间触发访问方式的 CAN 协议 TTCAN。对于专用的车载媒体网络,在一些高档车上使用了 MOST (Media Oriented System Transport) 标准。



随着车载电子控制和信息装置以及信息服务需求的不断增加,对更好、更快、更可靠的车载网络设施的需求也在不断增长。尤其是多媒体信息,以及电子地图、Internet 网络信息等在汽车上的应用,总线网络已经很难满足带宽以及信息传输形式的需求,在此背景下,支持多媒体以及高数据传输的车载网络技术开始出现,车载以太网就是其中的典型代表。

车载以太网继承了以太网(Ethernet)传输速度快、可扩展性强的优点,一经提出就受到了广泛的关注。车载以太网标准的制定及普及促进团体“OPEN(One - Pair Ether - Net) Alliance SIG”的成员在迅速增加。

OPEN Alliance SIG 迅速壮大的背景是汽车行业有更多使用车载以太网的趋势。以太网已于 2008 年前后开始在车辆故障自诊断(OBD)方面实现了实用化,今后会在提高实时性、确保故障时的安全性、降低成本以及提高数据传输速度的同时,进一步扩大应用范围。以太网的应用范围可能会扩展到将车载 AV 设备的影像传输(信息)系统、车身系统、控制系统、安全系统及信息系统等各个系统的网关连接起来的主干网络。目前已有一些基于以太网的车载网络标准出现,并不断完善,展开应用,主要有面向信息及媒体的 AVB(Audio Video Bridging)和具有很好实时特性的 TTE 体系。

车载网络的应用,不仅涉及汽车上各个电子装置的硬件连接,网络相关软件必然要成为每一个控制单元软件中的一部分。汽车上软件系统很快就会成为一个相对独立的部分,它与汽车(上的电子系统)的关系,会逐渐发展成像现在计算机软件与硬件系统的关系一样。车上的应用系统,将可以直接调用嵌入式操作系统中的网络功能服务程序和其他一些通用服务功能软件(或固件)。汽车上软件的设计在汽车设计中将与发动机设计、底盘设计或车身设计等一样重要。

虽然目前车载网络技术已经得到了较广泛的应用,但对于进一步的需求来看还有很多工作要做。目前尚没有满足成本低、性能非常可靠、具有容错能力、时间特性好(包括实时性和事件响应时间的可确定性)和可扩展性好的网络系统。由于车载网络应用的层次和目的变化很大,不同的层次或目的对网络性能的要求有很大差异。汽车本身对价格非常敏感,如果用性能高的网络系统覆盖低层次的应用,则成本上无法接受。所以,汽车上将会有多个不同层次的网络标准。这决定了汽车上的网络将是一个多层互联网结构。

2. 车载信息技术发展

车载信息系统(In - Vehicle Infotainment)是基于计算机、卫星定位、网络通信、电子及控制等技术,为汽车提供安全、环保、舒适及娱乐性功能和服务的软硬件系统。它已经是现代汽车的组成部分,并在汽车工程及汽车运用中起到越来越重要的作用。

车载信息系统可以划分成 4 个层面,从高到低依次是客户层、服务层、通信层和车载层。当前电子信息技术在车辆上主要用于车辆安全系统,网络、通信、导航系统,移动多媒体系统和人机交互系统等。

(1) 车辆安全系统

通过应用电子信息技术,使车辆实现高智能化,极大地改善车辆人机系统的安全性,避免事故的发生,减轻伤害的程度。

1) 自适应巡航控制系统:自适应巡航控制系统通过控制车辆,在设定所希望的较低交通行驶速度之后,用雷达、声呐或激光光束对前方路面进行扫描,必要时自适应巡航控制系统将自动减少节气门开度,降低档位,甚至实施制动,以保持安全车距。奔驰 S 级 2000 款

是世界上第一个配用自适应巡航控制系统的车辆，之后其他公司也都推出了自己的自适应巡航控制系统。

2) 防撞警告系统和撞车通告系统：其工作原理与自适应巡航控制系统很像，利用雷达、声呐和激光波束扫描潜在障碍，在存在撞车事故的危险时，发出警告信号，并采取自动制动操作。与 GPS 接收机结合使用，撞车通告系统还可以给救助机构提供车辆的精确位置信息。

3) 集成安全系统：该系统由 50 项技术构成，包括电子设备、微控制器、传感器等已经或即将推出的技术与产品，该系统凭借先进的电子技术和集成专业，着眼于驾驶的各个环节，如帘式头部气囊、安全带预张紧和过张紧装置、自适应能量吸收转向柱、主动膝部护膝等，调动车辆上的所有安全因素，从而为车上人员提供全面、全程防护。

4) 被盗车辆寻回系统：这种技术提供了一种基于自动车辆跟踪的反盗窃方法。一些被盗车辆寻回系统需要车主授权才能启动发射机进行自动车辆跟踪，而其他系统则在车辆遭到入侵或未经允许被开走时，自动启动发射器进行车辆跟踪。

(2) 网络、通信、导航系统

1) 网络、通信系统：该系统在驾驶人眼不离前进方向、手不离转向盘的情况下，通过笔记本式计算机和无绳电话接收网络新闻、电子邮件和其他信息，并通过声控传达给驾驶人。人们只要触动转向盘上的按钮即可启动，这种车载网络通信可通过两种方式，一是通过数字式显示器来阅读邮件文本，另一种是将文本文件转换为语音文件的形式，以电子语音的方式来读出邮件内容，邮件回复或以音频文件的形式发出，或通过语音识别系统将其转换为文本文件后再发送。

2) 电子导航系统：车载导航系统的 GPS 导航功能突出，可以帮助驾驶人在错综复杂的城市交通道路网中及时、迅速地到达目的地，运用多层引导式菜单方便地按地区、城市、设施功能分类选定目标，导航系统立刻测算出最短的行车路线，并以线条展示在二维或三维电子地图上，一旦汽车启动，代表汽车实时位置的标志会自动沿着已设定的路线行进。当遇到前方道路堵车或有意外情况需要改变行车路线时，卫星导航系统会自动复位，并于数秒后自动设置新的行车路线，重新恢复导航功能。

3) 实时交通信息咨询系统：实时交通信息咨询系统是一种适于熟知交通线路的人所使用的车辆导航设备。现有多种方法传送实时交通信息，依靠经音响系统收听实时交通信息的 RDS 系统已有很长的时间，现在已经有公司在因特网上推出了可在离开办公室或家之前，利用计算机进行查询的实时交通信息跟踪服务。目前正在研制中的最先进的实时交通咨询系统是车载导航系统发送数字脉冲信息，或显示在区域地图上，或用来推算其他可行路线。

(3) 移动多媒体系统

移动多媒体技术主要用于开发后排座椅娱乐系统，这种后排座椅音响-图像技术包括全彩屏幕、游戏设备、DVD 播放机、电源、CD 机、录像机和放唱机。移动多媒体技术还体现在智能无线产品、远程通信设备和信息处理产品等方面，其中包括提供语音识别系统，支持多种语言，使驾驶人不用手动操作智能信息/娱乐系统，从而腾出双手控制转向盘，还能将因特网的功能集成到车辆中，使人在车上就可以上网浏览、收发邮件、进行股票交易，同时采用“即插即用”的方式使汽车消费者可以方便快捷地更新他们的多媒体产品，享受更丰富的全新服务。

(4) 人机交互系统

最经典的车上人机交互系统就是汽车仪表和各种车上装置的操控系统。随着车辆信息化
的不断提高，驾驶人获得的信息和获得信息的方式都有很大变化，基于各种新的数字显示技
术的仪表总成和新的信息推送方式在车上不断涌现，操控方式也由原来的各种开关按钮发展
出触摸屏、语音等方式。

未来车载信息技术的高度发展和优越性既体现在车载功能和车载软硬件技术上，更体现
在创造全新的用户体验上。汽车将会成为各种信息功能丰富的移动装置，是信息技术又一个
应用前景广阔的领域。信息技术的发展水平和其在汽车工业领域应用的状况，决定着在未来
世界汽车行业竞争中的地位。车载信息技术将成为汽车技术整体水平的一个重要标志，也将
成为智能汽车技术的基础。

二、车载网络介绍

SAE (Society of Automotive Engineers, 汽车工程师协会) 按照车载网络系统的性能由低
到高划分为 A 级、B 级、C 级网络。随着导航、多媒体、安全系统在汽车上的应用，对网络
的可靠性和带宽提出了更高的要求，沿袭 SAE 的分类方式又加入了 D 级、E 级网络，见表
1-1。

表 1-1 车载网络分类

网络分类	位传输速率	应用范围	主流协议
A 级	<10kbit/s	只需传输少量数据的场合（如刮水器的开闭控制）	LIN
B 级	10 ~ 125kbit/s	信号多、实时性低的单元（如车灯和车窗控制）	低速 CAN
C 级	0.125 ~ 1Mbit/s	实时性高的控制单元（如发动机和 ABS 等）	高速 CAN
D 级	0.25 ~ 400Mbit/s	数据量大、对带宽要求高的多媒体系统（如导航和多媒体系统）	IDB - 1394、MOST、车载以太网 AVB
E 级	10Mbit/s	实时性和安全性要求非常高的系统（如安全气囊）	FlexRay、车载以太网 TTE

1) A 级网络主要应用于要求价格低，数据传输速度、实时性、可靠性要求较低的情况，如车身系统的车门窗和行李箱网络系统。A 级网络也作为一些传感器级和执行器级别的底层局部连接总线使用。

2) B 级网络用于对数据传输速度要求较高的系统，包括一些车身控制系统、仪表板、低档的实时控制系统以及故障诊断系统（ODB）等。

3) C 级网络主要用于可靠性和实时性要求较高的系统，如高档的发动机和动力传动系的实时控制系统，以及线控系统等。

4) D 级网络主要面向多媒体、导航系统等领域。目前，D 级网络的主流协议有 IDB - 1394、MOST、车载以太网 AVB 等。

5) E 级网络主要应用于安全性、实时性要求更高的控制系统，主流网络有 FlexRay、车载以太网 TTE 等。

局部互连网络 (Local Interconnect Network, LIN) 是在 1998 年由汽车生产商 Audi、BMW、DaimlerChrysler、Volvo 和 Volkswagen 与元器件生产厂 Motorola 以及开发工具公司 VCT (Volcano Communications Technologies) 联合发起的一个汽车低端网络协议。LIN 标准中不仅定义了通信协议, 而且定义了开发工具接口和应用软件接口 (API)。它的目标是提供廉价的底层传感器和执行器级的局部网络标准。LIN 共同体 (LIN Consortium) 不仅提出协议标准, 而且包括开发工具以及 API 标准的方式, 为汽车设计用户提供了方便, 为以后汽车网络标准化工作提供了一个模式。LIN 的协议标准以串行通信接口 (Serial Communication Interface, SCI) 为基础, 物理层适应汽车故障诊断标准 ISO 9141, 满足车辆环境下的电磁兼容 (Electro - Magnetic Compatibility, EMC) 和静电放电 (Electrostatic Discharge, ESD) 要求。传统上使用 LIN 总线网络的部分, 越来越多地被低速 CAN 网络取代。

由 Bosch 提出的 CAN 标准最早在欧洲汽车上被广泛采用。后来, 包括美国、日本的汽车公司也使用它作为 B 级或 C 级车载网络。CAN 是目前应用最广泛的汽车网络标准之一, 它也被很多其他行业采用。

MOST 和车载以太网 AVB 是面向车载多媒体系统连接的标准。由于媒体信息音像的传输数据量大, 所以比车上的控制网络要求具有更高的传输速度 (带宽), 一般要求光纤或同轴电缆作为物理层媒介, 考虑到成本等因素也大量使用双绞线。

FlexRay 和车载以太网 TTE 标准提供了时间触发车载网络标准, 从实时性和安全性上更适合车载线控系统。

无线局部通信技术在汽车车身控制系统或媒体系统中有一些应用, 如基于蓝牙技术 (Bluetooth) 的车载装置等。

车载以太网保留了以太网传输速度快、可扩展性强的特点。未来车载以太网信号传输速度可提高至 1Gbit/s。在扩展性方面, 当支持通信设备及消费类产品常用的 TCP/IP 时, 在通信以及应用功能上与外部网络设备及网络服务的连接非常方便。随着协议在车载应用需求方面的不断完善, 会在车载控制与信息系统中得到越来越多的应用。

由于车辆的种类繁多, 而且车载网络技术也在不断发展, 应用于车辆上的网络系统有多种标准。如果包括飞机、船只、农机以及其他独立行走和运载的工具, 即这些与汽车有一些共同特点 (长途移动、相对独立、自带动力源) 的车辆系统网络, 则网络标准不下几十种。这些网络有很多应用在不同的领域, 如 CAN, 在汽车、非公路车辆 (Off - Road Vehicle)、飞机等领域都有应用。表 1-2 所示是一些车辆类系统应用的网络系统标准。

表 1-2 车载网络标准

协议	机构	应用领域	介质	访问方式	数据域长度/bit	位速率/(kbit/s)
ABUS	VW	控制	单线	竞争	16	500
APC	Ford	媒体	双绞线	CSMA/CA	64	9.6
AUTOLAN	General Inst	控制	双绞线	主/从	0 ~ 64	4000
BEAN	Toyota	控制	单线	CSMA/CD	8 ~ 88	10
CAN	Bosch	控制	双绞线	竞争	0 ~ 64	1000
CCD	Crysler	传感器总线	双绞线	CSMA/CR	无限制	≈7.8
DAN	Alfa Romeo	仪表板	双绞线	主/从	8	9.6
DSI	Motorola	传感器总线	双线	主/从	16	5