

高等职业教育汽车系列教材
校企“双元”合作开发新形态教材

智能网联 汽车技术

主 编 李海斌 李 昊
副主编 吕坤颐 杨家友



西北工业大学出版社

西 安

【内容简介】 本书由 8 个项目组成,主要包括智能网联汽车认知、智能网联汽车环境感知系统认知、智能网联汽车高精度地图与导航定位系统、智能网联汽车网络系统认知、智能网联汽车无线通信技术、智能网联汽车智能决策技术、智能网联汽车线控技术和智能网联汽车先进驾驶辅助系统。

本书既可作为高等职业院校智能网联汽车技术相关专业的教材,也可供企业员工培训、职业技能鉴定培训和汽车维修人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

智能网联汽车技术 / 李海斌, 李昊主编. -- 西安:
西北工业大学出版社, 2025. 1. -- ISBN 978 - 7 - 5612
- 9767 - 4

I. U463. 67

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025YA5841 号

ZHINENG WANGLIAN QICHE JISHU

智能网联汽车技术

李海斌 李昊 主编

责任编辑: 杨 兰

装帧设计: 黄燕美

责任校对: 李阿盟

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029)88491757, 88493844

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm

1/16

印 张: 15.25

插页: 1

字 数: 343 千字

版 次: 2025 年 1 月第 1 版

2025 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5612 - 9767 - 4

定 价: 55.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

在电动化、智能化、网联化的汽车产业发展趋势下,智能网联汽车已经成为重要发展方向。党的二十大报告指出:“培养造就大批德才兼备的高素质人才,是国家和民族长远发展大计。”为了对接汽车产业发展新趋势,满足汽车行业对智能网联汽车技术专业人才的需要,推动职业教育专业升级和数字化改造,提高人才培养质量,编者充分考虑了智能网联汽车相关岗位对从业人员的知识要求、技能要求和素质要求,力求使职业教育与岗位需求有机结合,并在智能网联汽车领域的专家和一线技术人员的支持下,编写了本书。

本书按照职业教育岗课赛证紧密结合和职业技能等级证书技能标准要求,充分融入和体现产教融合及校企合作元素,以智能网联汽车中的典型项目和具体任务为载体进行编写,同时将思政元素融汇其中,达到专业知识、技能传授与思想政治教育、立德树人同向同行的目的。本书内容设置以学生为中心,由浅入深、循序渐进,每个项目均配有实施工单,实现了理论与实践一体化。本书内容翔实、图文并茂,降低了学生的理解难度。

本书教学建议 56 课时,各项目的教学安排可参照下表。教师也可根据实际的教学安排,适当地对教授内容进行删减。

项 目	项目名称	教学安排	
		理论讲授/课时	实训操作/课时
项目一	智能网联汽车认知	4	2
项目二	智能网联汽车环境感知系统认知	8	2
项目三	智能网联汽车高精度地图与导航定位系统	4	2
项目四	智能网联汽车网络系统认知	4	2
项目五	智能网联汽车无线通信技术	4	2
项目六	智能网联汽车智能决策技术	4	2
项目七	智能网联汽车线控技术	4	2
项目八	智能网联汽车先进驾驶辅助系统	8	2
合计		40	16

本书由天津职业大学李海斌、李昊任主编,重庆城市管理职业学院吕坤颐、深蓝汽车科技有限公司杨家友任副主编。本书具体编写分工如下:李海斌负责全书统稿工作并编写项目一、项目四、项目五,李昊编写项目二、项目三,吕坤颐编写项目六、项目七,杨家友编写项目八。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2024 年 10 月

项目一 智能网联汽车认知 1

项目目标	1
项目导入	1
知识准备	2
任务一 智能网联汽车基础认知	2
任务二 智能网联汽车的体系结构	9
任务三 智能网联汽车的关键技术	11
任务四 智能网联汽车的发展现状	17
拓展知识	21
项目实施	22
课后练习	24

项目二 智能网联汽车环境感知系统认知 27

项目目标	27
项目导入	27
知识准备	28
任务一 环境感知系统概述	28
任务二 环境感知传感器	29
拓展知识	54
项目实施	55
课后练习	57

项目三 智能网联汽车高精度地图与导航定位系统 60

项目目标	60
项目导入	60
知识准备	61
任务一 高精度地图	61
任务二 导航定位系统	66

拓展知识	74
项目实施	76
课后练习	78

项目四 智能网联汽车网络系统认知 81

项目目标	81
项目导入	81
知识准备	82
任务一 智能网联汽车网络系统的组成与特点	82
任务二 车载网络	85
任务三 车载自组织网络	97
任务四 车载移动互联网	101
任务五 数据云平台与信息安全	106
拓展知识	109
项目实施	110
课后练习	112

项目五 智能网联汽车无线通信技术 115

项目目标	115
项目导入	115
知识准备	116
任务一 无线通信系统概述	116
任务二 V2X 通信	118
任务三 Wi-Fi 技术	127
任务四 蓝牙技术	128
任务五 RFID 技术	133
任务六 DSRC 通信技术	136
任务七 LTE-V 通信技术	139
任务八 5G 移动通信技术	142
拓展知识	145
项目实施	147
课后练习	149

项目六 智能网联汽车智能决策技术 151

项目目标	151
项目导入	151
知识准备	152
任务一 智能网联汽车智能决策技术认知	152

任务二 智能网联汽车路径规划	159
拓展知识	163
项目实施	164
课后练习	166

项目七 智能网联汽车线控技术 169

项目目标	169
项目导入	169
知识准备	170
任务一 线控技术概述	170
任务二 线控转向系统	171
任务三 线控制动系统	177
任务四 线控驱动系统	182
任务五 线控换挡系统	186
任务六 线控悬架系统	190
任务七 控制执行	195
拓展知识	199
项目实施	200
课后练习	202

项目八 智能网联汽车先进驾驶辅助系统 205

项目目标	205
项目导入	205
知识准备	206
任务一 先进驾驶辅助系统的定义与类型	206
任务二 驾驶员疲劳预警系统	209
任务三 车道偏离预警系统	211
任务四 前向碰撞预警系统	213
任务五 自动紧急制动系统	217
任务六 自适应巡航控制系统	220
任务七 自动泊车辅助系统	225
任务八 平视显示系统	228
拓展知识	231
项目实施	232
课后练习	235

参考文献 237

智能网联汽车认知

项目目标

知识目标

1. 掌握智能网联汽车的定义与分级。
2. 掌握智能网联汽车的体系结构。
3. 了解智能网联汽车的关键技术。
4. 了解智能网联汽车的发展现状。

技能目标

1. 能够正确识别智能网联汽车。
2. 理解智能网联汽车的应用和特点。
3. 能够对智能网联汽车进行级别划分。

素质目标

1. 提升独立思考、处理和分析问题的能力。
2. 具有灵活思维、协同创新的精神。

项目导入

公安部发布的数据显示,截至 2024 年 6 月底,我国机动车保有量达 4.4 亿辆。随着汽车保有量的持续上升,能源紧缺、环境污染、气候变暖、交通堵塞等现象日益突出,解决与之有关的问题成为目前社会上的焦点。交通拥堵已经成为城市交通迫切需要解决的问题之一,图 1-1 所示为某城市的交通拥堵状况。



图 1-1 某城市的交通拥堵状况

随着以互联网、通信技术、云计算、人工智能(Artificial Intelligence, AI)等技术驱动的产业创新和以清洁能源替代化石燃料的能源创新,汽车产业正迎来第四次重大变革的时代——智能网联汽车时代。智能网联汽车被认为是解决上述问题的有效方案,代表着汽车工业的未来发展方向。

知识准备

任务一 智能网联汽车基础认知

一、智能网联汽车的定义

智能网联汽车是车联网与智能驾驶汽车技术相结合的产物。各国对智能网联汽车的定义不同,其叫法也不尽相同,但终极目标一样,即使智能网联汽车成为安全的无人驾驶汽车。

2023 年 7 月,由工业和信息化部、国家标准化管理委员会共同制定的《国家车联网产业标准体系建设指南(智能网联汽车)(2023 版)》明确了智能网联汽车的定义:智能网联汽车是具备环境感知、智能决策和自动控制,或与外界信息交互,乃至协同控制功能的汽车。

智能网联汽车可分为“智能”“网联”“汽车”三个维度。

“智能”是指搭载先进的车载传感器(视觉传感器、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等)、控制器、执行器等装置和车载系统模块,具备复杂环境感知、智能决策与控制等功能,实现预定的驾驶任务。

“网联”是指信息互联共享能力,即车辆采用新一代移动通信技术,实现车内、车与车、车



视频

智能网联汽车的
定义及架构



与环境之间的信息交互,并由控制器进行计算,进一步提升车辆的智能化程度和自动驾驶能力。

“汽车”是智能终端载体的形态,未来以新能源汽车为主。

从广义上讲,智能网联汽车是以车辆为主体和主要节点,融合现代通信和网络技术,使车辆与外部节点实现信息共享和协同控制,最终实现车辆“安全、有序、高效、节能”行驶的新一代多车辆系统,如图 1-2 所示。



图 1-2 智能网联汽车

二、智能网联汽车的发展阶段

1. 智能汽车

环境感知、智能决策、自动控制以及协同控制等功能一般称为智能功能,具备智能功能的汽车称为智能汽车(见图 1-3)。智能汽车通过车载环境感知系统和信息终端实现与车、路、人等的信息交互,使车辆具备智能的环境感知能力,能够自动分析车辆行驶的安全及危险状态,并使车辆按照人的意愿到达目的地,最终实现替代人来操作汽车的目的。



图 1-3 智能汽车

目前,典型的智能汽车是具有先进驾驶辅助系统(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)的车辆,ADAS 包含前方碰撞预警系统、车道偏离预警系统、驾驶员疲劳预警系统、车道



保持辅助系统等。汽车上的 ADAS 配置越多,其智能化程度越高。

小鹏 G9 如图 1-4 所示,它配置了前方碰撞预警系统、车道偏离预警系统、倒车车侧预警系统、开门预警系统等,属于智能化较高的智能汽车。



图 1-4 小鹏 G9

智能汽车的发展方向是自动驾驶汽车、网联汽车和无人驾驶汽车。智能汽车的自动化程度越高,越接近于自动驾驶汽车;智能汽车的网联化程度越高,越接近于网联汽车;智能汽车的自动化和网联化程度越高,越接近于无人驾驶汽车。

2. 自动驾驶汽车

自动驾驶汽车是指汽车至少在某些具有关键安全性的控制功能方面无须驾驶员直接操作即可自动完成控制动作的车辆。与智能汽车不同,自动驾驶汽车除了实现辅助驾驶的基本功能,还允许驾驶员将注意力从交通路况和控制车辆的思想中解放出来,但是,在自动驾驶尚未启动或者退出时,驾驶员仍需要坐在车里控制车辆。

自动驾驶汽车至少包括车道保持辅助系统、自适应巡航控制系统、车道偏离预警系统、自动紧急制动系统等,一些高级的车型还应配备交通拥堵辅助系统和自动避让辅助系统。

蔚来 ET7 如图 1-5 所示,其属于 L3 级的自动驾驶汽车,配备了自动变道辅助系统、导航辅助驾驶系统、全速自适应巡航控制系统、自动泊车辅助系统等。



图 1-5 蔚来 ET7

3. 网联汽车

车辆利用通信技术实现与外界信息交互的功能称为网联功能,具备网联功能的汽车称



为网联汽车。网联汽车基于通信网络建立车与车、车与网络中心、车与交通系统等服务中心之间的连接,即可以实现车内网络与车外网络之间的信息交互,实现人—车—环境的信息交互与共享。

网联汽车现阶段的车载信息技术基于地理信息系统技术、导航定位技术、无线通信技术和智能交通系统技术,主要应用于卫星定位导航、交通信息预报、娱乐信息播放等。图 1-6 所示为网联汽车的应用。

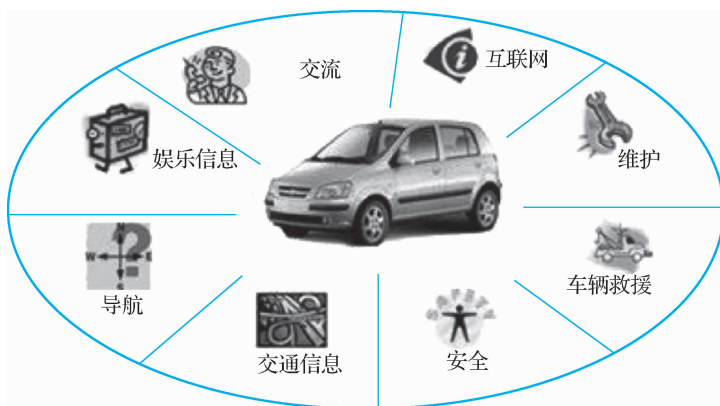


图 1-6 网联汽车的应用

智能交通系统是未来的发展方向,它是将先进的信息技术、数据通信技术、传感器技术、计算机处理技术、人工智能等有限地集成应用于地面通信管理系统而建立的一种在大范围内全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合交通运输管理系统。

4. 无人驾驶汽车

无人驾驶汽车是通过车载环境感知系统感知道路环境,自动规划和识别行车路线并控制车辆到达目的地的智能汽车。它利用车载传感器来感知车辆周围环境,并根据所获得的道路状况、车辆位置和障碍物信息,控制车辆的航向和速度,从而使车辆能够安全、可靠地在道路上行驶。图 1-7 所示为百度萝卜快跑无人驾驶汽车,其已经在湖北武汉进行了大规模的商业化运营。



图 1-7 百度萝卜快跑无人驾驶汽车



无人驾驶汽车集自动控制、体系结构、人工智能和视觉计算等众多技术于一体,可以在限定的环境乃至开放环境下完成全部的驾驶任务,而不需要人为操控。无人驾驶汽车是汽车智能化和网联化的终极发展目标,也是未来智能网联汽车发展的方向。

三、智能网联汽车的分级

1. 美国对自动驾驶的分级

美国汽车工程师学会(SAE)对汽车自动驾驶的分级见表1-1。

表1-1 SAE对汽车自动驾驶的分级

分 级		L0	L1	L2	L3	L4	L5
名 称		无自动化	驾驶支持	部分自动化	有条件自动化	高度自动化	完全自动化
定 义		由驾驶员全权驾驶汽车,在行驶过程中可以得到警告	自动驾驶系统通过驾驶环境对转向盘和加减速中的一项操作提供支持,其余由驾驶员进行操作	自动驾驶系统通过驾驶环境对转向盘和加减速中的多项操作提供支持,其余由驾驶员进行操作	由自动驾驶系统完成所有的驾驶操作,根据系统要求提供应答	由自动驾驶系统完成驾驶操作,根据系统要求适当提供应答;限定道路和环境条件	由自动驾驶系统完成驾驶操作,驾驶员在特定情况下接管;不限定道路和环境条件
主体	驾驶操作	驾驶员	驾驶员/系统	系统			
	周边监控	驾驶员			系统		
	支援	驾驶员				系统	
	系统作用域	无	部分				全域

L0级:驾驶员完全掌控车辆。任何情况下均由驾驶员进行感知、操纵、监控,包括转向盘、加速踏板和制动踏板。

L1级:自动驾驶系统有时能够辅助驾驶员完成某些驾驶任务。

L2级:自动驾驶系统能够完成某些驾驶任务,但驾驶员需要监控驾驶环境,完成剩余部分驾驶任务,同时保证随时进行接管。在这个层级,自动系统的错误感知和判断由驾驶员随时纠正。L2级可以根据速度和环境分割成不同的使用场景,如高速路上的快速行车、环路低速堵车和驾驶员在车内的自动泊车。

L3级:自动驾驶系统既能完成某些驾驶任务,也能在某些情况下监控驾驶环境,但驾驶员必须准备好重新取得驾驶控制权(自动系统发出请求时)。因此在该层级下,驾驶员在车辆行驶过程中仍无法进行深度的休息或睡眠。

L4级:自动驾驶系统在某些环境和特定条件下,能够完成驾驶任务并监控驾驶环境;在这个阶段,在自动驾驶可以运行的范围内和驾驶相关的所有任务与驾驶员已经没有关系了,



感知外界的任务全由自动驾驶系统完成。

L5级:自动驾驶系统在任何条件下都能完成所有驾驶任务。系统完全自动控制车辆,驾驶员只需输入目的地,系统自动规划路线,检测道路环境,使车辆最终到达目的地。

由表1-1可知,自动驾驶级别按自动化程度分为6个等级,数值越高,代表自动驾驶系统的成熟度越高。自动驾驶系统覆盖L1~L5级整个阶段,在L1级和L2级阶段,汽车的自动驾驶系统只作为驾驶员的辅助,但能够持续地承担汽车横向或者纵向某一方面的自主控制,完成感知、决策、控制、执行这一完整过程。随着层级的提高,对自动驾驶系统的要求也提高。在L3~L5级阶段,它们能够在某一环节为驾驶员提供辅助甚至能够代替驾驶员,优化驾车体验。无人驾驶专指L4和L5级,汽车能够在限定环境乃至全部环境下完成所有驾驶任务。

图1-8所示为不同自动驾驶级别的算力需求。



注:TOPS是处理器运算能力单位。TOPS是Tera Operations Per Second的缩写,

1TOPS代表处理器每秒钟可进行一万亿次操作。

图1-8 不同自动驾驶级别的算力需求

目前,市场上的自动驾驶汽车基本属于L2级,其可以在某些场景下接替驾驶员对车辆进行控制,减轻驾驶员的驾驶疲劳,避免或降低事故的损失,但驾驶员必须保持对驾驶环境的关注并且手不能离开转向盘。目前的量产车型中,自动驾驶级别最高的是L3级,如奥迪A8、特斯拉Model 3等。L3级的自动驾驶汽车允许驾驶员在车辆行驶过程中将手脱离转向盘。L4级和L5级别的自动驾驶汽车目前均处于开发测试阶段。

2. 我国对智能网联汽车的分级

我国对智能网联汽车的分级分为智能化分级和网联化分级。

(1)智能化分级。2022年3月1日,《汽车驾驶自动化分级》(GB/T 40429—2021)开始实施。基于驾驶自动化系统能够执行动态驾驶任务的程度,根据在执行动态驾驶任务中的



角色分配以及有无设计运行条件限制,《汽车驾驶自动化分级》将驾驶自动化分为 0~5 级,共 6 个等级。我国驾驶自动化等级与划分要素的关系见表 1-2。

表 1-2 我国驾驶自动化等级与划分要素的关系

分 级	名 称	持续的车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务后援	设计运行范围
0 级	应急辅助	驾驶员	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
1 级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
2 级	组合驾驶辅助	系统	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
3 级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务后援用户(执行接管后成为驾驶员)	有限制
4 级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5 级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

0 级:系统不能持续执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制,但具备持续执行动态驾驶任务中的部分目标和事件探测与响应的能力。

1 级:系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制,且具备相适应的部分目标和事件探测与响应的能力。

2 级:系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制,且具备相适应的部分目标和事件探测与响应的能力。

3 级:系统在其设计运行条件下持续地执行全部动态驾驶任务。

4 级:系统在其设计运行条件下持续地执行全部动态驾驶任务并自动执行最小风险策略。

5 级:系统在任何可行驶条件下持续地执行全部动态驾驶任务并自动执行最小风险策略。

(2)网联化分级。按照网联通信内容的不同,智能网联汽车可划分为 3 个等级,即网联辅助信息交互(1 级)、网联协同感知(2 级)、网联协同决策与控制(3 级),见表 1-3。

表 1-3 智能网联汽车网联化分级

网联化等级	等级名称	等级定义	控 制	典型信息	传输要求
1	网联辅助信息交互	基于车一路、车一后台通信,实现导航等辅助信息的获取,以及车辆行驶与驾驶员操作等数据的上传	驾驶员	交通流量、交通标志、地图、驾驶习惯等	传输实时性、可靠性要求较低



续表

网联化等级	等级名称	等级定义	控 制	典型信息	传输要求
2	网联协同感知	基于车—车、车—路、车—人、车—后台通信,实时获取车辆周边交通环境信息,与车载传感器的感知信息融合,作为车辆自动驾驶决策与控制系统的输入	驾驶员与系统	周边车辆、行人、非机动车位置、信号灯相位、道路预警等	传输实时性、可靠性要求较高
3	网联协同决策与控制	基于车—车、车—路、车—人、车—后台通信,实时并可靠获取车辆周边交通环境信息及车辆决策信息,车—车、车—路等交通参与者之间信息进行交互融合,形成车—车、车—路等各交通参与者之间的协同决策与控制	驾驶员与系统	车—车、车—路之间的协同控制信息	传输实时性、可靠性要求最高

智能化和网联化是未来汽车工业的发展趋势。目前,智能网联汽车的发展还处于初级阶段,辅助驾驶、半自动驾驶和自动驾驶是智能网联汽车逐渐成熟并得到广泛应用必经的阶段。智能化和网联化可提高汽车的安全性,可通过及时预警、合理的路径规划、主动控制来避免交通事故、降低能源消耗、减轻交通拥堵压力,满足消费者更多的安全、节能、舒适等功能需求。随着各项技术的进步与发展以及消费者需求的日益提升,汽车实现智能化和网联化势在必行。

任务二 智能网联汽车的体系结构

一、智能网联汽车的层次结构

智能网联汽车的层次结构如图 1-9 所示,由环境感知层、智能决策层以及控制执行层组成。

(1)环境感知层。环境感知层的主要功能是通过车载环境感知技术(如激光雷达、毫米波雷达等)、北斗卫星导航系统(Beidou Navigation Satellite System,BDS)、4G/5G 及车用无线通信技术(Vehicle to Everything,V2X)等,实现



视频

智能网联汽车标准体系



对车内与车外(如道路、车辆和行人等)静、动态信息的提取和收集,并向智能决策层输送信息,这是智能网联汽车各类功能实现的前提。



图 1-9 智能网联汽车的层次结构

(2)智能决策层。智能决策层的主要功能是接收环境感知层的信息并进行分析、处理,做出自动驾驶行为决策。智能决策层可以根据识别到的道路、车辆、行人、交通标志和交通信号等去理解驾驶环境,分析和判断车辆需要采取的驾驶模式和决策将要执行的操作,并向车辆控制执行层输送指令。智能决策层是智能网联汽车各项功能得以实现的核心。



视频

(3)控制执行层。控制执行层的主要功能是根据智能决策层的指令操作和控制车辆,并通过交互系统向驾乘员提供道路交通信息、安全信息、娱乐信息、救援信息、在线消费信息等,提供安全驾驶、舒适驾乘和智能交互等功能。

控制执行层主要依赖于车辆底盘(转向、制动、驱动等)线控和车身电子电器(车门、车灯、仪表等)实现车辆的自动控制,以及智能网联系统与车内驾乘人员的交互。

二、智能网联汽车的技术架构

智能网联汽车为“三横两纵”式技术架构(见图 1-10)。“三横”是指智能网联汽车主要涉及的车辆关键技术、信息交互关键技术与基础支撑技术三部分,“两纵”是指支撑智能网联汽车发展的车载平台以及基础设施。基础设施包括交通设施、大数据平台、通信网络、定位基站等,逐步向数字化、智能化、网联化和软件化方向升级,支撑智能网联汽车发展。

智能网联汽车的“三横”架构涉及的车辆关键技术、信息交互关键技术和基础支撑技术,可以细分为以下 9 种。

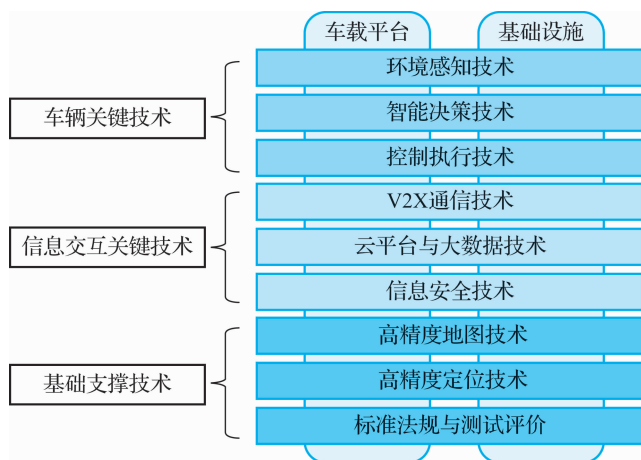


图 1-10 智能网联汽车的技术架构

(1)环境感知技术。环境感知技术包括机器视觉图像识别技术、雷达(激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达)的周边障碍物检测技术、车辆网络通信技术、多源信息融合技术、传感器冗余设计技术等。

(2)智能决策技术。智能决策技术包括危险事态建模技术、全局路径规划技术、局部路径规划技术、驾驶模式分析技术等。

(3)控制执行技术。控制执行技术包括基于驱动/制动/转向/悬架的集成底盘控制、横向/纵向的运动控制、多车队列协同控制和车辆道路协调控制等。

(4)V2X 通信技术。V2X 通信技术包括车辆专用通信系统、车与车信息共享与协同控制通信保障机制、移动自组织网络技术、多模通信融合技术等。

(5)云平台与大数据技术。云平台与大数据技术包括智能网联汽车云平台架构和数据交互标准、云操作系统、数据高效存储和检索技术、大数据关联分析和数据挖掘技术等。

(6)信息安全技术。信息安全技术包括汽车信息安全建模技术、汽车信息安全测试方法、信息安全漏洞应急机制、通信加密机制等。

(7)高精度地图技术。高精度地图技术包括高精度地图数据模型和采集方式标准化技术。

(8)高精度定位技术。高精度定位技术包括基于卫星定位系统和差分增强的高精度定位技术、交换格式和物理存储技术、多源辅助定位技术等。

(9)标准法规与测试评价。标准法规包括智能网联汽车整体标准体系,以及涵盖汽车、交通、通信等各个领域的关键技术标准。测试评价包括智能网联汽车试验评价方法和试验环境建设。

任务三 智能网联汽车的关键技术

智能网联汽车的关键技术包括环境感知技术、车载网络技术、无线通信技术、控制执行技术、智能座舱技术、智能互联技术、智能决策技术、信息安全技术、先进驾驶辅助技术等。



一、环境感知技术

环境感知技术包括车辆本身状态感知、道路感知、行人感知、交通状况感知、交通标志感知、交通信号感知、周围车辆感知等,见表 1-4。环境感知技术示意图如图 1-11 所示。

表 1-4 环境感知技术

类 型	含 义
车辆本身状态感知	车辆位置、行驶方向、行驶速度、行驶状态等
道路感知	道路类型检测、道路状况判断、道路标线识别、是否偏离行驶轨迹等
行人感知	主要是判断车辆行驶前方是否有行人,包括白天、夜晚、被障碍物遮挡的行人识别等
交通状况感知	主要是检测道路交通拥堵情况、是否发生交通事故等,以便车辆选择通畅的路线行驶
交通标志感知	主要是识别道路两侧的各种交通标志,如限速、弯道等,及时提醒驾驶员注意
交通信号感知	主要是自动识别交叉路口的信号灯,如何高效通过交叉路口等
周围车辆感知	主要是检测车辆前方、后方、侧方的车辆情况,避免发生碰撞,也包括交叉路口被障碍物遮挡的车辆

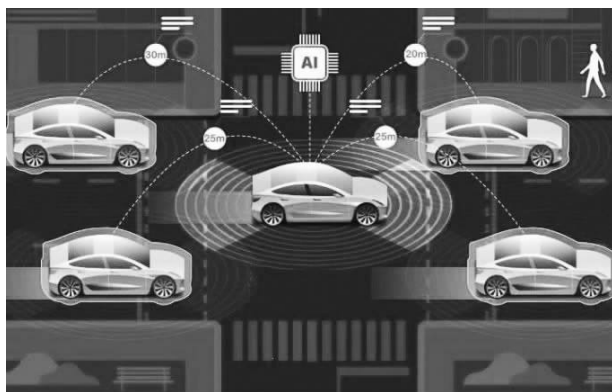


图 1-11 环境感知技术示意图

在复杂的路况下,单一传感器无法完成全部的环境感知,必须整合各种类型的传感器,利用多传感器融合技术,使其为智能网联汽车提供更加真实、可靠的路况环境信息。

二、车载网络技术

车载网络技术是汽车的内部传感器、控制器和执行器之间的通信用点对点的连接方式连成复杂的网状结构,如图 1-12 所示。目前,汽车上广泛应用的网络有控制器局域网络(Controller Area Network, CAN)、局部互联网络(Local Interconnect Network, LIN)、FlexRay 总线和面向媒体的系统传输(Media Oriented System Transport, MOST)总线等。



随着 ADAS、超高清 DVD 播放系统等应用于汽车,上述车载网络系统的传输速率和带宽已经无法满足需要。此时以太网进入智能网联汽车中,它采用星形连接架构,每一个设备或每一条链路都可以专享 100 MB 带宽,且传输速率达到万兆级。以太网的开放性、兼容性更加适应未来汽车行业的发展需求,因此很容易将其应用融入新的智能网联汽车系统中。

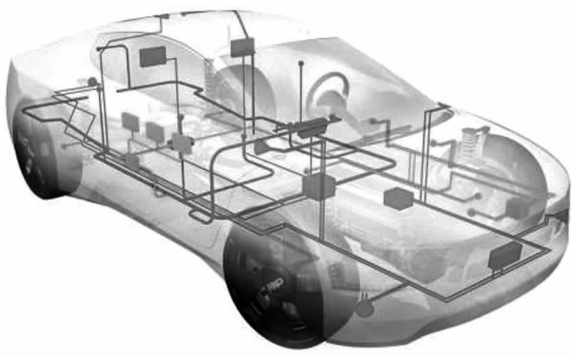


图 1-12 车载网络技术

三、无线通信技术

无线通信技术包括远距离无线通信技术和短距离无线通信技术。

(1)远距离无线通信技术。远距离无线通信技术一般指移动通信网络,以 4G/5G 技术为代表,主要提供通信、导航等功能,服务智驾智能舱功能。智能终端的普及以及应用的多样化,促进了无线通信的迅速发展,5G 已进入商用阶段。

(2)短距离无线通信技术。短距离无线通信技术包括蓝牙、专用短程通信(Dedicated Short Range Communications, DSRC)技术、车辆长期演进(Long-Term Evolution-Vehicle, LTE-V)技术、射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术等,其中 DSRC 技术和 LTE-V 技术可以实现在特定区域内对高速运动下移动目标的识别和双向通信,例如车辆与车辆(Vehicle to Vehicle, V2V)、车辆与基础设施(Vehicle to Infrastructure, V2I)双向通信,实时传输图像、语音和数据信息等。图 1-13 所示为短距离无线通信技术。



图 1-13 短距离无线通信技术



四、控制执行技术

控制系统的任务是控制车辆的速度与行驶方向,使其跟踪规划的速度曲线与路径。现有自动驾驶汽车多数针对常规工况,因而较多采用传统的控制方法,如比例-积分-微分(PID)控制、模糊控制、自适应控制、鲁棒控制等。这些控制方法性能可靠、计算效率高,已在主动安全系统中得到应用。

对于现有的控制器,工况适应性是一个难点,解决的方法是:根据工况参数进行控制器参数的适应性设计,如根据车速规划与参考路径曲率设计控制器参数,可灵活地调整控制器在不同工况下的性能。

线控执行机构是实现车辆自动控制的关键所在。国内目前对制动、转向系统关键技术已有一定的研发基础,但是相比博世、德尔福等国外大型企业,国内企业在控制稳定性、产品一致性和市场规模方面仍有一定的差距。

五、智能座舱技术

智能网联汽车智能座舱技术是指汽车座舱内采用更多的信息输入和输出系统,以及具有更高算力的芯片,通过多模态人机交互系统以及更具智能化的 AI 助手,让汽车更好地满足人们对空间、时间的愉悦要求,以及情感交互的需求。它主要由人机交互系统、影音娱乐系统、信息通信系统、导航定位系统等组成。图 1-14 所示为智能座舱技术。



图 1-14 智能座舱技术

相比于传统座舱,智能座舱的变化主要体现在软件与硬件两个层面。在软件层面,一些人工智能技术服务,包括语音识别、手势识别、驾驶员监控、人脸识别、安全预警等相关功能被融合进来。在硬件层面,智能座舱的中控和仪表屏幕尺寸更大,分辨率更高,可以实现一体式的多屏联动。还有一些新增硬件,如抬头数字显示仪(Head-Up Display, HUD)、智能摄像头等。另外,技术变革推动着人们生活水平的提高,也不断地提出新的需求。同时,新的需求也推动着技术的不断提升。



六、智能互联技术

当两车距离较远或被障碍物遮挡,无法直接通信时,两车之间的通信能够通过路侧控制单元进行信息传递,构成一个无中心、完全自组织的车载自组织网络。车载自组织网络依靠短距离无线通信技术实现 V2V、V2I 通信,它使在一定通信范围内的车辆可以相互交换各自的车速、位置及车载传感器感知的数据,并自动连接建立一个移动的网络。典型应用包括交叉路口协助驾驶、行驶安全预警和交通信息发布等。图 1-15 所示为智能互联技术。

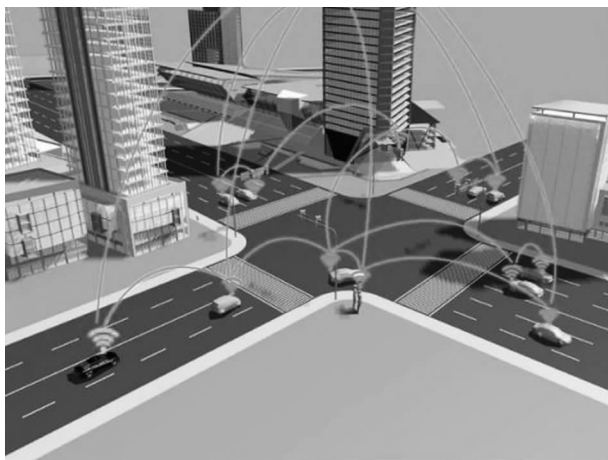


图 1-15 智能互联技术

七、智能决策技术

决策系统的任务是根据全局行车目标、行车状态及环境信息等,决定采用的驾驶行为及动作的时机。决策机制应在保证安全的前提下适应尽可能多的工况,做出舒适、节能、高效的正确决策。常用的决策方法包括状态机、决策树、深度学习与增强学习等。图 1-16 所示为智能决策技术。

(1) 状态机是一种简便的决策方法,其用有向图表示决策机制。

(2) 决策树是一种简单且广泛使用的分类器,从根到叶子节点实现分类,每个新节点为一个属性上的测试,边为测试的结果。决策树具有可读的结构,同时可以通过对样本数据的训练来建立,但是会有过拟合的倾向,需要广泛的数据训练。在部分工况的自动驾驶中,决策树的使用效果与状态机类似。

(3) 深度学习与增强学习是热门的机器学习方法。在处理自动驾驶决策方面,它能通过大量的学习实现对复杂工况的决策,并能进行在线学习的优化。但是其综合性能不易评价,对未知工况的性能也不易明确。深度学习需要较多的计算资源,是计算机与互联网领域研究自动驾驶采用的热门技术。

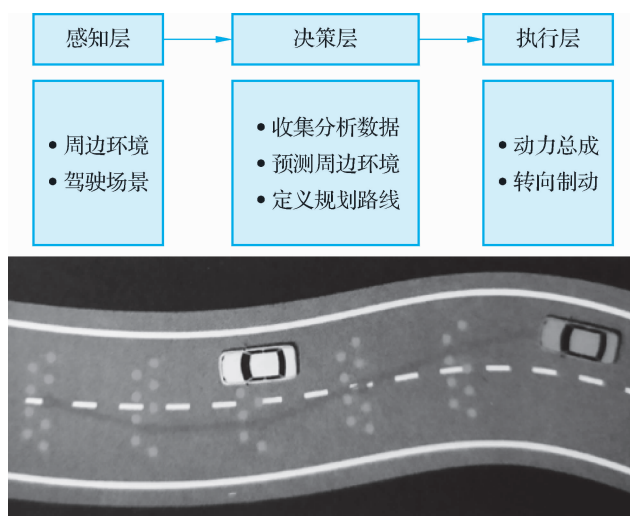


图 1-16 智能决策技术

八、信息安全技术

伴随智能网联汽车接入网络,网络信息安全事件开始出现。在智能网联汽车的应用中,车载网络系统极易受到攻击,非法人员可以通过技术手段入侵车载网络系统,窃取、干扰甚至修改数据等,直接影响到智能网联汽车体系的安全,甚至影响到驾驶员的安全。图 1-17 所示为信息安全技术。



图 1-17 信息安全技术

因此,目前需结合中国智能网联汽车实际,确定网联数据管理对象并实行分级管理,建立数据存储安全、传输安全、应用安全三维度的数据安全体系。还应建立包括云安全(实现数据加密、数据脱敏、数据混淆、数据审计等技术的应用)、管安全(基于 802.11p/IEEE 1609.2,实现通信加密体系、身份认证体系、证书体系、防篡改等技术应用)、端安全(实现车载防火墙、安全监测监控系统、车载安全网关、车载入侵检测技术的应用)在内的“云—管—



端”数据安全技术框架,制定中国智能网联数据安全技术标准。2024 年 8 月,国家市场监督管理总局和国家标准化委员会联合发布的《汽车整车信息安全技术要求》(GB 44495—2024),将于 2026 年 1 月 1 日正式实施。

九、先进驾驶辅助技术

先进驾驶辅助技术通过车辆环境感知技术和智能互联技术对道路、车辆、行人、交通标志等进行检测和识别,并对识别信号进行分辨处理,将结果传输给执行机构,保障车辆安全行驶。先进驾驶辅助技术是智能网联汽车重点发展的技术,其成熟程度和使用程度代表了智能网联汽车的技术水平,是其他关键技术的具体应用体现。图 1-18 所示为先进驾驶辅助技术。



图 1-18 先进驾驶辅助技术

除上述关键技术外,智能网联汽车的关键技术还涉及高精度地图与定位技术、交通大数据处理与分析关键技术、虚拟测试技术等先进技术。

任务四 智能网联汽车的发展现状

一、国外智能网联汽车发展现状

研究表明,在智能网联汽车的初级阶段,采用先进驾驶辅助技术有助于减少 30% 的交通事故,提高 10% 的交通效率,降低 5% 的燃油消耗和排放。若进入智能网联汽车的终极阶段(即无人驾驶阶段),则有望实现零伤亡乃至零事故,帮助人们摆脱烦琐的驾驶任务以及交通事故带来的困扰。

自动驾驶技术是未来交通发展的重要方向,美国、日本、欧洲等发达国家和地区在技术研发、道路测试、标准法规和政策等方面,为智能网联汽车的发展提供了条件。



1. 美国自动驾驶汽车发展现状

美国自 1991 年就已经开始建设智能网联汽车系统,此后便开始了对智能网联汽车的大规模研究。美国交通部(DOT)于 2011 年 10 月开始主持研究、测试“网联汽车技术”,肯定了网联汽车技术具有安全性的潜力优势。至此,美国正式拉开了网联汽车研究与应用部署的序幕。

2013 年,美国国家公路交通安全管理局(NHTSA)发布了《关于自动驾驶汽车的初步政策》,并制定了支持自动驾驶技术发展和推广的自动驾驶考核标准。

2017 年 9 月,美国交通部发布了自动驾驶汽车指南——《自动驾驶系统 2.0:安全愿景》,该指南不仅被业界视为自动驾驶汽车发展的指导方针,而且代表了美国联邦政府对自动驾驶的态度。同月,美国众议院一致通过了《自动驾驶法案》,为美国自动驾驶汽车的成功开发、技术创新、技术测试和安全部署提供了重要的文件支持。该法案要求自动驾驶汽车生产商或者系统提供商需要向监管部门提交安全评估证明,以证明其自动驾驶汽车在数据、产品和服务等方面采取了足够的安全措施。同时,该《法案》还要求生产商必须制订隐私保护计划,包括对车主以及乘客信息的搜集、保存、使用等方面的保护措施。

2018 年 10 月,美国交通部发布的《自动驾驶汽车 3.0:准备迎接未来交通》表明美国交通部将努力消除妨碍自动驾驶车辆发展的政策和法规,并支持将自动驾驶车辆纳入整个交通系统。

2020 年,美国白宫和交通部联合发布的《自动驾驶汽车 4.0:确保美国在自动驾驶技术方面的领导地位》,提出涵盖用户、市场以及政府三个方面的十大技术原则。在保护用户与群体方面,一是安全优先,二是强调技术与网络安全,三是确保隐私与数据安全,四是增强机动性与可及性。该计划提供创新要素的基础保障,推动多种技术融合创新。该计划提出,自动驾驶是先进制造、高速通信技术、先进计算技术、先进传感器、计算机视觉、机器学习以及人工智能等技术创新融合的结果。同时应将自动驾驶的开发工作列为各部门研究与开发预算的优先事项,积极制定各类保障促进政策,为自动驾驶技术提供创新要素。

2. 德国自动驾驶汽车发展现状

欧盟于 2012 年颁布法规,要求所有商用车在 2013 年 11 月之前安装自动紧急制动(Autonomous Emergency Braking, AEB)系统。自 2014 年起,在欧盟市场销售的所有新车都必须配备 AEB 系统,没有该系统的车辆将很难获得欧盟新车安全评鉴协会(E-NCAP)五星级安全认证。沃尔沃的城市安全系统、梅赛德斯-奔驰的预安全防护系统和本田的碰撞缓解制动系统均属于这类系统。

2017 年 6 月,德国颁布了世界上第一部自动驾驶法,即《道路交通法修订案》,该修订案允许自动驾驶系统在特定条件下取代人类驾驶车辆,这极大地推动了德国道路的自动驾驶技术测试条件与自动驾驶技术发展的进度。为此,德国率先开放了 A9 高速公路的部分路段用于自动驾驶技术测试。此外,德国还公布了世界上第一个针对自动驾驶的道德准则,为自动驾驶系统设计和伦理道德研究提供了强有力的支持。该准则允许自动车辆优先处理事



故,并将其纳入系统的自我学习。

3. 英国自动驾驶汽车发展现状

在 2015 年,英国政府建立了自动驾驶汽车中心,此后积极推进与自动驾驶汽车相关的政策和监管。

2017 年 2 月,英国颁布了《汽车技术与航空法》,从保险法规的角度保护人民的安全,减轻汽车制造商和软件开发商的压力,加快智能汽车技术的发展。

2017 年 8 月,英国交通部和国家基础设施保护中心发布了《联网和自主车辆网络安全原则》,它涵盖了个人数据安全、远程车辆控制等技术的基本原则,以确保智能汽车在设计、开发和制造过程中的网络安全和信息安全。

2023 年 3 月,英国自动驾驶汽车发展中心联合英国国家测绘局发布《2035 年网联与自动驾驶出行产业路线图》。本报告是在 2030 年路线图基础上进行修订的,面向短期(2023—2026 年)、中期(2027—2030 年)和长期(2031 年+)系统梳理了英国在四大创新应用场景和两大基础支撑能力方面的发展路线图,并分析潜在挑战与机遇、甄别高价值技术、提升供应链韧性,旨在帮助相关行业深入了解行业发展战略方针和具体实施路径,最终推动英国自动驾驶出行产业有序发展。

2024 年 5 月,英国《自动驾驶汽车法案》正式生效,预计到 2026 年自动驾驶汽车将在英国道路上行驶。这项新法规使英国成功跻身全球自动驾驶技术监管的前列,并巩固了英国在新兴产业领域的全球领先地位。该法规将要求自动驾驶汽车至少达到与谨慎、称职的人类驾驶员一样高的安全水平,并在上路前接受严格的安全检查。

4. 日本自动驾驶汽车发展现状

日本的交通基础设施较好,拥有比较领先的智能交通系统(Intelligent Transportation System,ITS),智能网联汽车技术稳步推进。在 2017 年的 ITS 构想及路线图中,日本明确了自动驾驶技术的推广计划:2020 年实现高速公路上的 L3 级自动驾驶和特定区域的 L4 级自动驾驶。到 2025 年,将实现高速公路上的 L4 级自动驾驶。

2018 年 3 月,日本政府在未来投资会议上提出了《自动驾驶相关制度整備大纲》,明确了 L3 级自动驾驶事故责任的定义。同年 9 月,日本国土交通省正式发布《自动驾驶汽车安全技术指南》,规定了 L3 级和 L4 级自动驾驶汽车必须满足的安全条件。

2024 年 3 月,日产宣布将于 2027 年在日本推出 L4 商业化的自动驾驶技术,从而解决日本当地社区面临的交通服务问题。

二、国内智能网联汽车发展现状

相较于国外,我国在智能网联汽车领域的研究起步比较晚,但是国家高度重视智能网联汽车的发展,并将其逐步提升到国家的战略层面。

2015 年,《中国制造 2025》将节能与新能源汽车列为未来十年国家智能制造发展的重点领域。2016 年,《节能与新能源汽车技术路线图》明



视频

智能网联汽车发展概况



确了我国智能网联汽车技术路线图,以指导汽车制造商的发展和未来的产业发展。2017年,《新一代人工智能发展规划》进一步明确了自动驾驶技术自主应用的战略目标。

2018年,我国设立了20个智能网联汽车测试示范区(项目),见表1-5。

表1-5 我国设立的20个智能网联汽车测试示范区(项目)

区 域	数量/个	示范区名称(项目)
北京	1	国家智能汽车与智慧交通(京冀)示范区
吉林	1	国家智能网联汽车应用(北方)示范区(长春)
辽宁	1	北汽盘锦无人驾驶汽车运营项目
江苏	2	国家智能交通综合测试基地(无锡)
		常熟中国智能车综合技术研发与测试中心
上海	1	国家智能网联汽车(上海)A NICE CITY 示范区
浙江	3	杭州云栖小镇 LTE-V 车联网示范区
		桐乡乌镇示范区
		嘉善产业新城智能网联汽车测试场
福建	2	平潭无人驾驶汽车测试基地
		漳州无人驾驶汽车社会实验室(厦门)
广东	2	深圳无人驾驶示范区
		广州智联汽车与智慧交通应用示范区
四川	2	德阳 Dicity 智能网联汽车测试与示范运营基地
		成都中德智能网联汽车四川试验基地
重庆	2	重庆 i-VISTA 智能汽车集成系统试验区
		重庆中国汽研智能网联汽车试验基地
湖北	2	武汉“智慧小镇”示范区
		武汉雷诺自动驾驶示范区
湖南	1	湘江新区智能系统测试区

2018年4月,工业和信息化部、公安部、交通运输部联合印发的《智能网联汽车道路测试管理规范(试行)》是指导智能网联汽车测试的指导性文件。该文件强调要推动汽车智能化,规范智能网联汽车道路测试管理,对提出智能网联汽车道路测试申请、组织测试并承担责任的测试主体做出明确的规定,对测试驾驶员条件做出规定,对智能汽车自动驾驶功能检测项目做出说明。

2021年8月,为进一步推动智能网联汽车产业健康、有序发展,加强道路机动车辆生产企业及产品准入管理,工业和信息化部发布了《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》,该文件进一步明确了管理范围、强化了企业主体责任、加强了数据和网络安全管理、规范了软件在线升级、加强了产品管理和完善保障措施。

2023年7月,工业和信息化部、国家标准化管理委员会联合印发《国家车联网产业标准



体系建设指南(智能网联汽车)(2023 版)》,提出根据智能网联汽车技术现状、产业需要及未来发展趋势,分阶段建立适应我国国情并与国际接轨的智能网联汽车标准体系:第一阶段,到 2025 年,系统形成能够支撑组合驾驶辅助和自动驾驶通用功能的智能网联汽车相关标准;第二阶段,到 2030 年,全面形成能够支撑实现单车智能和网联赋能协同发展的智能网联汽车标准体系。

目前,我国汽车技术正朝着电动化、智能化、网联化、共享化的“四化”方向发展,为汽车工业的发展带来了巨大的挑战和机遇。信息技术、网络技术等先进技术的运用将全面升级传统汽车产业,并与互联网产业深度融合。智能网联技术被认为是汽车诞生一百多年来最具革命性的技术变革,在世界新一轮技术革命的影响下,未来汽车工业必将经历一次突破性的创新。

智能网联汽车是人工智能与传统汽车相结合的创新产品,其中以深度学习为代表的 AI 技术快速发展和应用,自主式智能与网联式智能技术加速融合,高速公路与低速区域自动驾驶系统率先应用,激光雷达等先进传感器加速向低成本、小型化发展等,成为智能网联汽车未来发展的趋势。同时我国正在加快 5G 通信网络部署,推进智能化城市道路基础设施等交通建设,以满足网联功能测试需求,促进车路协同发展。

拓展知识

智能无人驾驶汽车实验平台功能认知

根据智能无人驾驶汽车需要完成的自主导航和实时运动控制的要求,在研究工作中以普通汽车为基础搭建软、硬件系统,改装目标为一辆在野外复杂环境下能够自主导航行驶的智能无人驾驶汽车。搭建成的智能无人驾驶汽车实验平台如图 1-19 所示。

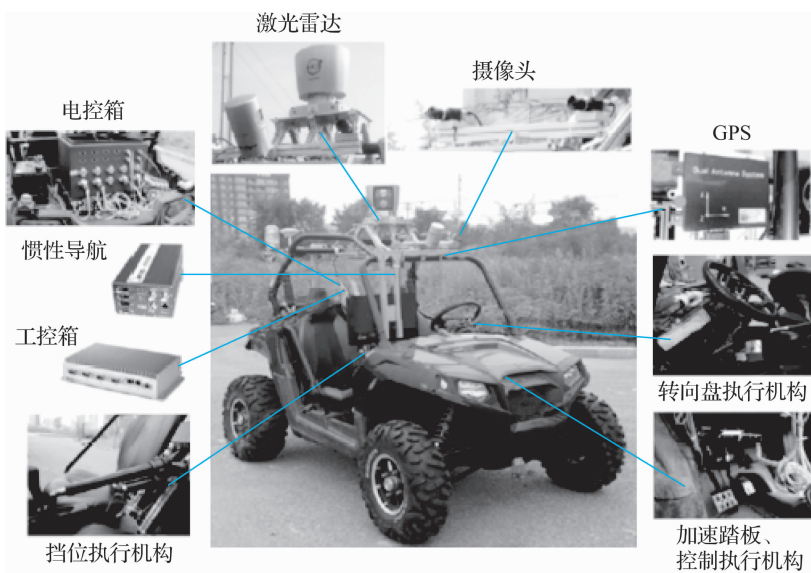


图 1-19 搭建成的智能无人驾驶汽车实验平台



该实验平台包括智能无人驾驶汽车的硬件系统和软件系统。对智能无人驾驶汽车来说,硬件系统主要包括汽车车体、电控系统、传感器系统和计算机系统。

(1)电控系统。为了保证智能无人驾驶汽车在自主行驶及熄火调试时的整车系统性能及续航能力,在其后部添加了两块 68 A·h 铅酸蓄电池作为设备电瓶。将车载点火电瓶连接至设备电瓶,在自主行驶过程中给设备电瓶充电,可提高整车的系统性能和续航能力。

(2)传感器系统。该智能无人驾驶汽车的传感器主要用来感知车体自身状态信息以及周围环境信息。传感器系统主要包括摄像头、激光雷达、惯性导航等。

(3)计算机系统。智能无人驾驶汽车上的计算机系统按照其负责的功能可以分成两个部分:上层自主导航计算机和底层实时运动控制计算机。

项目实施

智能网联汽车认知实训工单见表 1-6。

表 1-6 智能网联汽车认知实训工单

实训名称	智能网联汽车认知			
学生姓名		班级		学号
实训地点		日期		指导教师
实训目标	(1)能够依据实训题目和要求,独立完成实训准备工作。 (2)能够在网上查找智能网联汽车。 (3)能够根据实训规范,结合车辆手册,制订任务实训方案			
一、任务描述				
收集智能网联汽车相关资料,小组成员进行组内讨论,分析智能网联汽车的现状及发展前景,将分析结果制作成 PPT,提交给指导教师				
二、学生分组				
全班学生以 3~5 人为一组进行分组,各组选出组长并进行任务分工,将小组成员及分工情况填入表中。				
小组成员	姓名	学号	任务分工	
组长				
成员				



续表

三、收集资料				
资料 1:什么是智能汽车? 什么是网联汽车?				
资料 2:智能网联汽车都有哪些结构层次?				
资料 3:智能网联汽车都有哪些关键技术?				
资料 4:简述智能网联汽车的发展现状。				
四、制订实训计划				
1. 工作计划				
序号	工作内容			负责人
2. 工作器材				
序号	器材名称	型号及规格	数量	备注
3. 进行决策				
(1)小组成员针对各自的工作计划展开讨论,并选出最佳的工作计划。				
(2)指导教师根据各小组的工作计划给出评价。				
(3)各小组成员根据指导教师的评价对工作计划进行调整。				
(4)调整合格后的工作计划即为最终实施方案				



续表

五、工作实施					
根据最终实施方案展开实训。按实际操作过程,将操作内容、遇到的问题及解决方法等记录于表中。					
序号	操作内容	问题及解决方法			
六、任务评价					
项目名称	评价标准	分值/分	评价分数		
			自评	互评	师评
职业素养 考核项目	无迟到、无早退、无旷课	10			
	具备良好的团队合作与交流能力	10			
	具备较强的纪律执行能力	10			
	整理工具仪器等 6S* 工作	10			
专业能力 考核项目	积极参加教学活动,按时完成任务工单	20			
	人员分工明确,操作流程合理,记录详细	20			
	操作熟练,工作效率高	20			
合计		100			
总评	自评(20%)+互评(20%)+师评(60%)	最终分数			

课后练习

一、名词解释

1. 自动驾驶汽车。
2. 智能汽车。
3. 无人驾驶汽车。
4. 网联汽车。

二、填空题

1. 智能网联汽车发展的终极目标是_____。

* 6S 是指整理(Seiri)、整顿(Seiton)、清扫(Seiso)、清洁(Seiketsu)、素养(Shitsuke)、安全(Safety)。



2. 自动驾驶汽车至少包括车道偏离预警系统、_____、_____、_____。
3. 智能网联汽车可划分为“三横两纵”式技术架构,“三横”是指智能网联汽车主要涉及的_____、_____与_____三大领域技术,“两纵”是指支撑智能网联汽车发展的_____与_____。
4. 智能网联汽车关键技术包含_____、无线通信技术、车载网络技术、_____、_____、_____、_____、_____等。
5. 对应 SAE 分级标准,无人驾驶专指_____和_____,汽车能够在限定环境乃至全部环境下完成全部的驾驶任务。
6. 我国把智能网联汽车网联化划分为 3 个等级,1 级为_____,2 级为_____,3 级为_____。
7. 智能网联汽车技术将向着_____、_____、_____、_____、信息互联化和高可靠性方向发展。

三、不定项选择题

1. 不属于自动驾驶汽车的是()。

A. L0 级	B. L1 级	C. L2 级	D. L3 级
---------	---------	---------	---------
2. 短距离无线通信技术有()。

A. 蓝牙	B. 5G
C. Wi-Fi	D. LTE-V
3. 自主式驾驶辅助不包括()。

A. 车道偏离预警系统	B. 盲区监测系统
C. 前向碰撞预警系统	D. 车道内自动驾驶系统
4. 智能网联汽车的基础支撑关键技术主要包括()。

A. 人工智能技术	B. 测试评价技术
C. 安全技术	D. 标准法规
5. 网联式环境感知系统主要包括()。

A. 摄像头	B. 5G
C. 激光雷达	D. 毫米波雷达
6. 智能网联汽车的功能有()。

A. 无线通信系统	B. 车载网络系统
C. 先进驾驶辅助系统	D. 环境感知与定位系统
7. 智能网联汽车的智能决策技术是由()组成的。

A. 智能决策层	B. 环境感知层
C. 执行层	D. 控制层
8. 智能网联汽车的信息交互关键技术主要包括()。

A. 大数据云控基础平台技术	B. 车路协同技术
C. 专用通信与网络技术	D. 系统设计技术



四、判断题

1. 具有车道偏离预警系统、盲区监测系统的汽车都属于新能源汽车。 ()
2. 量产车型中,目前还没有 L4 级和 L5 级的自动驾驶汽车,其都处于开发测试阶段。 ()
3. 无论智能化怎样分级,从驾驶员对车辆的控制权来看,其可以分为驾驶员拥有车辆全部控制权、驾驶员拥有车辆部分控制权、驾驶员不拥有车辆控制权三种形式。 ()
4. 网联汽车的自动化、网联化程度越高,越接近于智能网联汽车。 ()
5. 自主式智能技术与网联式智能技术加速融合是智能网联汽车的发展趋势之一。 ()

五、简答题

1. 智能汽车、网联汽车、自动驾驶汽车和无人驾驶汽车之间是什么关系?
2. 智能网联汽车“三横两纵”式技术架构具体包括哪些内容?
3. 简述国外智能网联汽车的发展现状。
4. 国产 L2 级智能网联汽车有哪些?