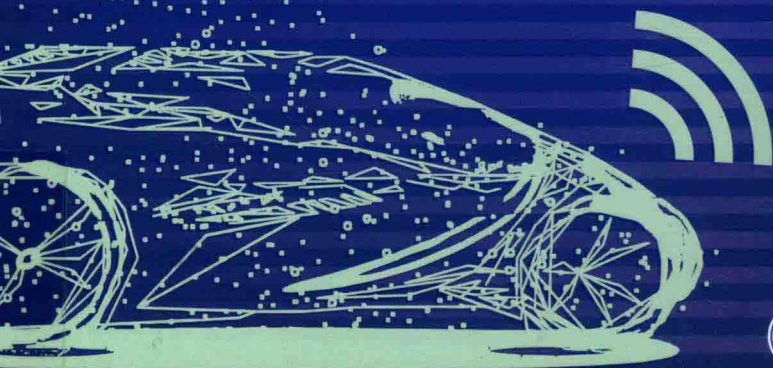


自主品牌汽车实践创新丛书

Theory and Technology of
Human-Machine
Interaction for Intelligent
Connected Vehicles

智能网联 汽车人机交互理论与技术

郭 钢 等 著



重庆大学出版社

国家出版基金项目

NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

智能网联

汽车人机交互理论与技术

Theory and Technology of Human-Machine
Interaction for Intelligent Connected Vehicles

郭 钢 等 著

重庆大学出版社

内容提要

本书主要围绕智能网联汽车安全、高效、舒适的出行需求,针对智能网联汽车人机交互概念、原理、方法和先进技术进行了较为全面、深入、系统的论述,力图为读者建立起一个较为完整的智能网联汽车人机交互理论与方法体系,并介绍一系列先进实用技术。本书论述的理论知识和技术体系力图帮助读者在从事智能网联汽车人机交互理论研究与工程实践中建立自己的理论方法和技术体系。本书是作者团队多年从事智能网联汽车人机交互理论与技术研究成果的归纳、总结和提炼,在智能网联汽车人机交互定义、交互行为、人机功能分配、人机交互测试评价、人机交互需求挖掘、驾驶次任务分心与安全防护、驾驶疲劳机理—识别—唤醒与防控、驾驶情绪识别—干预与防控、驾驶风格识别与风险防控等理论与技术方面给出了较为详尽的论述,还结合作者团队的理论和技术研究成果,给出了若干应用案例,在此与读者共同分享。

本书可作为从事智能网联汽车人机交互系统的企业产品策划、设计研发、工程技术、高校科研、第三方测试评价机构、用户体验机构等人员的参考书,也可供高校智能网联汽车、工业设计、用户体验、交互设计及相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能网联汽车人机交互理论与技术 / 郭钢等著. --
重庆:重庆大学出版社, 2022.3
(自主品牌汽车实践创新丛书)
ISBN 978-7-5689-3222-6

I. ①智… II. ①郭… III. ①汽车—智能通信网—人
—机系统 IV. ①U463.67
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 060452 号

智能网联汽车人机交互理论与技术

ZHINENG WANGLIAN QICHE RENJI JIAOHU LILUN YU JISHU

郭钢等著

策划编辑:杨粮菊 张慧梓

责任编辑:姜凤 版式设计:杨粮菊

责任校对:邹忌 责任印制:张策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:26.25 字数:531千

2022年3月第1版 2022年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-3222-6 定价:199.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

自主品牌汽车创新实践丛书

编委会

李克强(中国工程院院士,清华大学教授)

潘复生(中国工程院院士,重庆大学教授,国家镁合金材料工程技术研究中心主任)

李开国(中国汽车工程研究院股份有限公司董事长,研高工)

刘波(重庆长安汽车股份有限公司原副总裁,研高工)

曹东璞(清华大学教授)

秦大同(长江学者,重庆大学教授)

郭钢(重庆大学原汽车工程学院院长,重庆自主品牌汽车协同创新中心原执行副主任,教授)

赵会(重庆长安汽车工程研究院总院副院长、博士)

朱习加(中国汽车工程研究院股份有限公司首席专家,博士)

江永瑞(重庆大学原外籍教授)

刘永刚(重庆大学教授)

付江华(重庆理工大学副教授)

总 序

汽车产业是各国科技、经济的“主战场”。汽车产业是国家和区域经济发展中的支柱产业,具有科技含量高、经济产值大、产业链长、影响面广等诸多特征。特别是当今,随着信息技术、人工智能、新材料等高科技的广泛运用,电动化、智能化、网联化、共享化等“新四化”已成为全球汽车产业发展大趋势。当今的汽车产品也已经超出了交通工具的范畴,成为智能移动空间,是智能交通和智慧城市的重要组成部分,在国民经济与社会发展中扮演着更加重要的角色。汽车产业不仅是未来人们消费的热点,也是供给侧改革的重点。党的十九大报告指出,“深化供给侧结构性改革……把提高供给体系质量作为主攻方向”。作为 GDP 总量世界第二的中国,汽车产业不可缺席,中国自主品牌汽车企业必须参与到全球竞争中去,在竞争中不断崛起和创新发展。

自主品牌汽车的发展是加快建设创新型国家、实施“创新驱动”国家战略的一个重要方面。党的十九大报告提出“加快建设创新型国家”“建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系”。2016年5月,中共中央、国务院发布的《国家创新驱动发展战略纲要》指出,推动产业技术体系创新、创造发展新优势,强化原始创新、增强源头供给,优化区域创新布局、打造区域经济增长极,从而明确企业、科研院所、高校、社会组织等各类创新主体功能定位,构建开放、高效的创新网络。发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路,是应对气候变化、推动绿色发展的战略举措。2012年国务院发布《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》。为深入贯彻落实党中央、国务院重要部署,顺应新一轮科技革命和产业变革趋势,抓住产业智能化发展战略机遇,加快推进智能汽车创新发展,国家发改委2020年2月发布的《智能汽车创新发展战略》请各省、自治区、直辖市、计划单列市结合实际制定促进智能汽车创新发展的政策措施,着力推动各项战略任务有效落实。可见,我国汽车产业的发展,尤其是自主品牌汽车企业的发展是加快建设创新型国家、实现中国制造向中国创造转型的重要一环。

重庆自主品牌汽车协同创新中心由重庆大学牵头,联合重庆长安汽车股份有限

公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、青山工业、超力高科、西南铝业、重庆理工大学、重庆邮电大学等核心企业、零部件供应商及院校共同组建。2014年10月,教育部、财政部联合发文,认定“重庆自主品牌汽车协同创新中心”为国家级“2011协同创新中心”,成为三个国家级“2011汽车协同创新中心”之一。“2011计划”是继“211工程”“985工程”之后,国家在高等教育系统又一项体现国家意志的重大创新战略举措,其建设以协同创新中心为基本载体,服务国家、行业、区域重大创新战略需求。汽车领域有3个国家级的“2011协同创新中心”,其中重庆自主品牌汽车协同创新中心面向区域汽车产业发展的前沿技术研发与创新人才培养共性需求,围绕汽车节能环保、安全舒适、智能网联三大方向开展协同创新和前沿技术研发,取得系列重要协同创新成果。其支撑长安汽车成为中国自主品牌汽车领头羊和自主研发技术标杆,支撑中国汽研成为国内一流汽车科技研发与行业服务机构,支撑重庆大学等高校成为汽车领域高层次创新人才培养基地。

重庆自主品牌汽车协同创新中心联合重庆大学出版社共同策划组织了大型、持续性出版项目“自主品牌汽车实践创新丛书”,丛书选题涵盖节能环保、安全舒适、智能网联、可靠耐久4个大方向和15个子方向。3个主要协同单位的首席专家担任总主编,分别是刘庆(重庆自主品牌汽车协同创新中心第一任主任)、刘波(重庆长安汽车股份有限公司原副总裁)、任晓常(中国汽车工程研究院股份有限公司原董事长)。系列丛书集中体现了重庆自主品牌汽车协同创新中心的专家、学者在多个领域的前沿技术水平,属汽车领域系列学术著作,这些著作主题从实际问题中来,成果也已应用到设计和生产实际中,能够帮助和指导中国汽车企业建设和提升自主研发技术体系,具有现实指导意义。

本系列著作的第一辑,包括8本著作(6本中文著作,2本英文著作),选题智能网联汽车人机交互理论与技术、汽车产品寿命预测、汽车可靠性及可持续设计、高塑性镁合金材料及其在汽车中的应用、动力总成悬置系统工程设计、汽车测试、碰撞与安全等。中文著作分别是中国工程院院士、重庆大学潘复生教授撰写的《高塑性镁合金材料》、长安汽车赵会博士团队撰写的《汽车安全性能设计》、重庆大学郭钢教授团队撰写的《智能网联汽车人机交互理论与技术》、中国汽车工程研究院朱习加博士团队撰写的《汽车风洞测试技术》、重庆大学刘永刚教授团队撰写的《新能源汽车能量管理与优化控制》、重庆理工大学付江华副教授团队撰写的《动力总成悬置系统工程设计及实例详解》。

本系列著作具有以下特点:

1.知识产权的自主性。本系列著作是自主品牌汽车协同创新中心专家团队研

究开发的技术成果,且由专家团队亲自撰写,具有鲜明的知识产权自主性。其中,一些著作以英文写作,出版社已与国际知名出版企业合作出版,拟通过版权输出的形式向全世界推介相关成果,这将有利于我国汽车行业自主技术的国际交流,提升我国汽车行业的国际影响力。

2.技术的前沿性。本系列著作立足于我国自主品牌汽车企业的创新实践,在各自领域反映了我国汽车自主技术的前沿水平,是专家团队多年科研的结晶。

3.立足于产学研的融合创新。本系列著作脱胎于“2011 协同创新平台”,这就决定了其具有“产学研融合”的特点。著作主题从工程问题中来,其成果已应用到整车及零部件设计和生产的实际中去,相关成果在进行理论梳理和技术提炼的同时,更突出体现在实践上的应用创新。

4.服务目标明确。本系列著作不过分追求技术上的“高精尖”,而更注重服务于我国自主品牌汽车研发创新知识与技术体系的形成,对于相关行业的工程研究人员以及相关专业高层次人才的培养具有非常高的参考价值。

本系列著作若有不妥或具争议之处,愿与读者商榷。

《自主品牌汽车实践创新丛书》编委会

2021年9月

前 言

智能网联汽车与交通系统、能源体系、城市运行、社会生活紧密结合,是集智慧城市、智慧交通和智能服务于一体的国家重大战略方向,承载了我国培育新经济和汽车产业新增长极、推动社会智能化转型、提升国家综合竞争力的重要使命。智能网联汽车的技术发展包括三大方面:自动驾驶与车路协同、高级驾驶辅助系统和智能网联汽车座舱(简称“智能座舱”)。本书重点介绍智能座舱人机交互理论与相关技术。汽车电动化、智能化、网联化、共享化的发展趋势将深刻影响人、车、环境的关系,人机交互已成为智能网联汽车发展和创新的核心要素之一。随着用户需求升级,越来越多的功能集成于汽车,汽车不只是出行的交通工具,也需满足用户对信息、娱乐、办公、生活等方面的需求。同时,汽车作为互联网的入口,还包括车载信息娱乐系统、智能车载语音交互系统、道路状况信息系统等。智能网联汽车的功能走向多样化和复杂化,人机交互系统设计是否科学合理将在很大程度上影响汽车的安全性和舒适性。多模态交互方式的使用、新技术的应用、基于场景化的设计将越来越多地应用于汽车智能座舱。

人机交互是一门属多学科交叉,涉及车辆工程、工业设计、认知心理学、用户体验、人工智能等领域的学科。车辆工程的研究,包括汽车动力系统、转向系统、制动系统、悬架系统、空调系统等与车辆行驶状态相关的研究以及人一车一路模型;工业设计的研究包括人机交互界面设计(布局、结构、形状、颜色、质感)等;认知心理学的研究包括人对交互界面的感知、认知、执行、主客观评价、交互行为、情感、认知负荷与情境意识等;用户体验的研究包括“人一车一环境”系统中人、车、环境三大要素之间的关系,为解决系统中人机交互绩效、负荷、愉悦、安全等问题,提供理论与技术支撑;人工智能的研究包括人机交互系统软硬件智能化、多模态感知识别、驾驶员行为特征模式识别、动作/语音/手势交互数据智能处理、分析和人机混合智能决策等。

因此,人机交互技术将是当前智能网联汽车发展中亟待研究的重大课题,是“人一车一路一云”协同发展的重要支撑,是以用户为中心的智能网联汽车设计的重

要内容。智能网联汽车人机交互界面(如仪表盘、中控屏、座椅、内饰材质、氛围灯、提示音、香氛、语音交互、手势交互界面等)设计得如何,将直接影响驾驶员和乘客的体验感受,甚至会影响驾驶安全。智能网联汽车的发展与互联网应用的接入,会带来大量与驾驶无关的次任务,如车载社交平台、移动办公、商务洽谈、车载娱乐、出行服务等交互,这些次任务交互一方面可以满足车载信息交互的需求,另一方面也会分散驾驶员的注意力,增加驾驶员的认知负荷,降低车辆驾驶安全绩效,成为影响交通安全的潜在因素。因此,智能网联汽车人机交互技术的发展既要保证主任务驾驶安全,又要兼顾次任务交互功能的可用性。为此,智能网联汽车人机交互技术需解决的关键问题是:①驾驶员行为特征识别、阈值标定与交互需求挖掘;②智能座舱人机交互体验设计,根据车辆驾驶主任务、次任务人机交互需求和生理、心理行为特征,在保证安全驾驶的前提下,从形态、功能、交互3个可感知维度综合设计智能座舱人机交互界面,达到人机和谐与驾乘体验愉悦;③智能座舱人机交互主、客观联合测试评价,通过同步实时采集驾乘人员在完成主任务、次任务交互过程中的生理、心理和车辆行驶状态的测试数据(如眼动、脑电、表情、手指运动轨迹、体压分布、驾驶姿态、车道偏离、行驶速度、避障、道路/中控屏注视比、主观问卷等),通过数据分析,提取特征值,并进行主—客观测试数据的相关性计算,交叉验证主—客观测试数据的有效性,再利用有效的主—客观测试数据对智能座舱人机交互界面的交互绩效、交互负荷、交互愉悦、交互安全进行科学、客观、准确的用户体验评价,验证智能座舱人机交互界面设计的安全性与可用性。

智能网联汽车人机交互涉及车辆工程、道路交通、网联通信、智能终端、人工智能、认知科学、行为科学、用户体验、环境科学、交通安全等学科知识和技术的交叉融合,跨学科交叉研究涉及的学科多、难度大,而国内在智能网联汽车人机交互方面的学术和技术研究起步较晚,缺少对理论基础、系统方法、关键技术的支撑,与国内快速发展的智能网联汽车人机交互行业需求极不相称,成为智能网联汽车与智能座舱发展亟待解决的关键问题之一。作者团队自2012年开始至今一直从事用户体验与智能网联汽车多模态人机交互理论与关键技术研究工作,包括智能网联汽车人机交互脑认知机理、智能网联汽车人机交互需求挖掘、驾驶员行为特征识别(分心、疲劳、情绪)与阈值标定和风险预警、驾驶疲劳/消极情绪多模态衰减调节、智能座舱多模态人机交互测试评价技术和规程、驾驶员多模态感知融合增效、舒适驾驶姿态与座椅舒适性评估、智能座舱氛围灯颜色、香氛香调、内饰材质CMF(颜色、质感、工艺)的用户满意度/认知偏好等理论和关键技术研究。经过多年的研究和工程应用验

证,逐步形成了智能网联汽车人机交互理论和关键技术体系。在国家出版基金资助下,作者团队将多年的研究成果进行归纳整理,学术提炼成本专著内容,分享给从事智能网联汽车人机交互的企业专家、技术骨干、研发人员、第三方汽车检测机构测评人员、用户体验从业者、交互设计从业者、高校学者、研究生等。本书共分为7章,主要内容如下:

- 第1章 智能网联汽车人机交互概论
- 第2章 智能网联汽车多模态人机交互测试评价
- 第3章 智能网联汽车人机交互需求挖掘与映射方法
- 第4章 汽车驾驶次任务分心机理与安全防护
- 第5章 汽车驾驶疲劳机理、识别、唤醒与安全防护
- 第6章 汽车驾驶员消极情绪影响、识别与干预
- 第7章 汽车驾驶风格识别与风险防控

本专著由郭钢教授提出写作思想、学术要点和章节大纲,李国法副教授、唐帮备副教授、许娜讲师、李文博博士、唐秋阳博士参与编写。其中:第1章由郭钢主笔,李文博、李国法、唐帮备、许娜、唐秋阳等人参与编写;第2章由郭钢教授编写,第3章由唐帮备副教授编写,第4章由许娜讲师编写,第5章由唐秋阳博士、郭钢教授、曾令秋副教授、韩庆文副教授、吴盈章、张洁等编写,第6章由李文博博士、肖华飞、刘羽婧编写,第7章由李国法副教授编写。在作者团队研究和本专著编写的过程中,曾梦瑾、林颖、李浩、周婧、杨芳燕、林立、胡乾静、张子健、王培至、张兵兵、曾冠中、夏德华、王颖杰、刘艺等对本专著的编写做出了实质性贡献,在此一并表示衷心感谢。

本专著若存在不妥或具有争议之处,愿意与读者商榷。

作者

2022年1月

目 录

- 第 1 章 智能网联汽车人机交互概论 1
 - 1.1 智能网联汽车与人机交互概述 1
 - 1.2 智能网联汽车人机交互定义与多学科交叉知识体系 7
 - 1.3 智能网联汽车人机交互理论与方法 14
 - 1.4 智能网联汽车人机交互技术 31
 - 1.5 智能网联汽车人机交互发展趋势 35

- 第 2 章 智能网联汽车多模态人机交互测试评价 40
 - 2.1 智能网联汽车人机交互行为及方式 40
 - 2.2 智能网联汽车人机交互功能定义 48
 - 2.3 智能网联汽车人机交互行为特征与任务 55
 - 2.4 智能网联汽车多模态人机交互测试评价 60

- 第 3 章 智能网联汽车人机交互需求挖掘与映射方法 98
 - 3.1 用户需求挖掘与产品创新设计现状分析 98
 - 3.2 基于用户体验的需求挖掘与产品设计相关概念及内涵 99
 - 3.3 智能网联汽车 HMI 产品用户需求挖掘方法 102
 - 3.4 智能网联汽车 HMI 产品用户需求语义—设计元素映射方法 148

- 第 4 章 汽车驾驶次任务分心机理与安全防护 165
 - 4.1 汽车驾驶次任务分心机理 165
 - 4.2 基于多维表征指标的次任务负荷状态判别方法 171
 - 4.3 驾驶次任务负荷对驾驶安全性的影响 181
 - 4.4 驾驶次任务分心对驾驶风险的影响 218

第 5 章	汽车驾驶疲劳机理、识别、唤醒与安全防护	233
5.1	汽车驾驶疲劳的产生及机理探索	233
5.2	汽车驾驶疲劳识别	237
5.3	汽车驾驶疲劳唤醒	257
5.4	汽车驾驶疲劳与驾驶风险映射	263
5.5	汽车驾驶行为识别与安全出行防控方法	291
第 6 章	汽车驾驶员消极情绪影响、识别与干预	306
6.1	汽车驾驶员消极情绪对驾驶的影响	306
6.2	汽车驾驶员情绪面部表情数据集	316
6.3	基于面部表情的汽车驾驶员情绪识别与分析	322
6.4	基于迁移学习的实车环境下驾驶员情绪识别	328
6.5	基于视觉的汽车驾驶员愤怒情绪干预	336
第 7 章	汽车驾驶风格识别与风险防控	349
7.1	汽车驾驶风格研究体系框架	349
7.2	汽车自然驾驶实验数据采集	351
7.3	面向汽车驾驶模式层的驾驶风格识别	359
7.4	面向汽车驾驶操作层的驾驶风格识别	373
7.5	汽车驾驶风格干预与风险防控	392
参考文献		395

第 1 章 智能网联汽车人机交互概论

1.1 智能网联汽车与人机交互概述

1.1.1 智能网联汽车与人机交互

智能网联汽车(Intelligent Connected Vehicle, ICV)的定义:搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置,并融合现代通信与网络技术,实现车与 X(人、路、云等)智能信息交换共享,具备复杂的道路环境感知、智能决策、协同控制与执行等功能,可实现安全、舒适、节能、高效行驶,最终可实现完全自动驾驶的新一代汽车。

智能网联原本指汽车技术发展的两个技术路线,即智能汽车和网联汽车。智能汽车指通过搭载先进的环境感知、智能决策、自动控制技术和设备,具备半自动或全自动自动驾驶功能,从简单交通运输工具向智能移动空间变化的新型汽车。网联汽车则借助全新的网络通信技术、导航、高清地图、路径规划来实现车内、车与 X(路、人、云等)的连接,提高车辆的智能化和自动化,打造全新的交通服务模式,提升交通效率,改善驾乘体验,为使用者提供更安全、更便捷的综合服务。可以看出二者相辅相成,不可分割,因此,将智能汽车和网联汽车的集合体称为智能网联汽车。

我国把智能网联汽车发展划分为 5 个阶段,即辅助驾驶阶段(DA)、部分自动驾驶阶段(PA)、有条件自动驾驶阶段(CA)、高度自动驾驶阶段(HA)和完全自动驾驶阶段(FA)。

1) 辅助驾驶阶段(DA)

该阶段通过环境信息对行驶方向和加减速中的一项操作提供支援,其他驾驶操作都由驾驶员来完成。适用于车道内正常行驶,高速公路无车道干涉路段行驶,无换道操作等。

2) 部分自动驾驶阶段(PA)

该阶段通过环境信息对行驶方向和加减速中的多项操作提供支援,其他操作都由驾驶员来完成。适用于变道以及泊车、环岛绕行等市区简单工况,还适用于高速

公路及市区无车道干涉路段进行换道、泊车、环岛绕行、拥堵跟车等操作。

3) 有条件自动驾驶阶段(CA)

该阶段由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作,根据系统请求,驾驶员需要提供适当干预。适用于高速公路正常行驶工况,还适用于高速公路及市区无车道干涉路段进行换道、泊车、环岛绕行、拥堵跟车等操作。

4) 高度自动驾驶阶段(HA)

该阶段由无人驾驶系统完成驾驶员能够完成的所有驾驶操作,特定环境下系统会向驾驶员提出响应请求,驾驶员可以对系统请求进行响应接管驾驶控制权。适用于有车道干扰路段(交叉路口、车流汇入、拥堵区域、人车混杂交通流等市区复杂工况)进行的全部操作。

5) 完全自动驾驶阶段(FA)

该阶段由无人驾驶系统完成驾驶员能够完成的所有道路环境下的操作,不需要驾驶员介入。适用于所有行驶工况下进行的全部操作。

从驾驶员对车辆控制权角度来看,可分为驾驶员拥有车辆全部控制权、驾驶员拥有部分车辆控制权、驾驶员不拥有车辆控制权 3 种形式。其中,当驾驶员拥有部分车辆控制权时,车辆高级驾驶辅助系统(Advanced Driving Assistance System, ADAS)的配备和技术成熟程度决定驾驶员拥有车辆控制权的多少,ADAS 装备越多,技术越成熟,驾驶员拥有车辆控制权越少,车辆自动驾驶程度就越高。

智能网联汽车主要解决的是出行安全、节能、高效、舒适、便利,是“人—车—路—云”协同的路面智慧交通系统。从人与车的关系来看,人驾驶汽车既是控制汽车的行驶状态,达到安全、高效、舒适出行的目的,也有体验驾驶的乐趣,智能网联汽车的自动驾驶程度无论达到第几级,都不能剥夺人驾驶汽车的乐趣和体验,因此,有人驾驶与自动驾驶以及这两种驾驶模式的安全、高效、平稳、自由切换,将伴随智能网联汽车发展而长期并存,只要存在有人驾驶就必然存在人机交互,因此,人机交互就成为智能网联汽车发展不可或缺的重要组成部分(图 1.1)。



图 1.1 智能网联汽车人机共驾与人机交互

人机交互 (Human-Computer Interaction 或 Human-Machine Interaction, HCI 或 HMI) 是一门研究人与机器系统之间交互关系的学科。人机交互研究的目的在于使所设计的机器系统帮助人们更安全、高效和舒适地完成相应任务。这里的机器系统不局限于计算机系统,它可以是各种各样的机器。比如,操作简单的汽车换挡杆或转向灯控制杆,或者复杂的汽车中控台。传统的汽车人机交互指驾驶员通过加速踏板、方向盘、换挡杆等操纵车辆完成一系列驾驶任务,但随着计算机技术、多媒体技术、通信技术以及智能化技术的发展,目前的汽车不仅是一种运载交通工具,还是一个集信息交流、移动办公、娱乐互动的智能座舱,汽车更是以消费电子产品的身份进入了国际消费类电子产品展览会(International Consumer Electronics Show, CES)。

汽车人机交互技术将是 21 世纪汽车发展中亟待研究的重大课题,是智能汽车、车联网进一步发展的关键支撑,是以用户为中心的汽车设计的重要内容。汽车人机交互系统的质量不仅会直接影响消费者的购买选择,还会直接影响驾驶员和乘客的体验感受,甚至会影响驾驶安全。智能网联汽车的发展必定为未来驾驶带来大量与驾驶无关的次任务。这些次任务会引起驾驶员注意力分散,增加驾驶员认知负荷,占用驾驶员认知资源,成为影响交通安全的潜在因素。因此,汽车人机交互技术将要解决的关键问题是如何平衡驾驶安全与交互体验。

人机交互系统是伴随计算机诞生而发展起来的。在现代和未来的社会里,只要有人利用通信、计算机等信息处理技术,为社会、经济、环境和资源进行活动,人机交互就是永恒的主题。鉴于它对科技发展的重要性,因此亟须研究如何实现自然、便利和无所不在的汽车人机交互,它是现代信息技术与汽车技术深度融合的产物。此外,电动化、智能化、网联化、共享化是全球汽车行业发展的新趋势,这些趋势将深刻影响未来的智慧出行与人、车、路、云的交互关系,必然带来人机交互方式和内涵的重大变化,人机交互也将成为智能网联汽车发展和创新的核心要素。

1.1.2 传统汽车人机交互

汽车人机交互可以说是伴随着汽车一起诞生的。1886 年,汽车刚刚被发明出来时,连方向盘都没有,掌控方向的只有一根摇杆,驾驶员与汽车的交互仅限于加减速和转向等简单的交互,汽车也只是一个代步工具(图 1.2)。为了追求更好的驾驶体验,在今天看起来必不可少的设施逐步被运用在汽车中。图 1.3 是汽车发展过程中的里程碑事件。

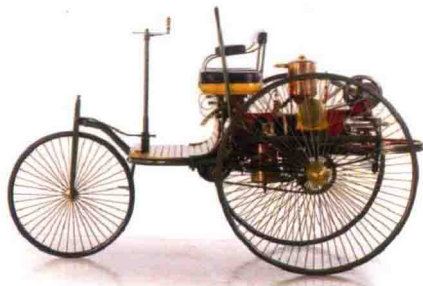


图 1.2 1886 年的汽车

为了让人更方便地驾驶汽车和控制汽

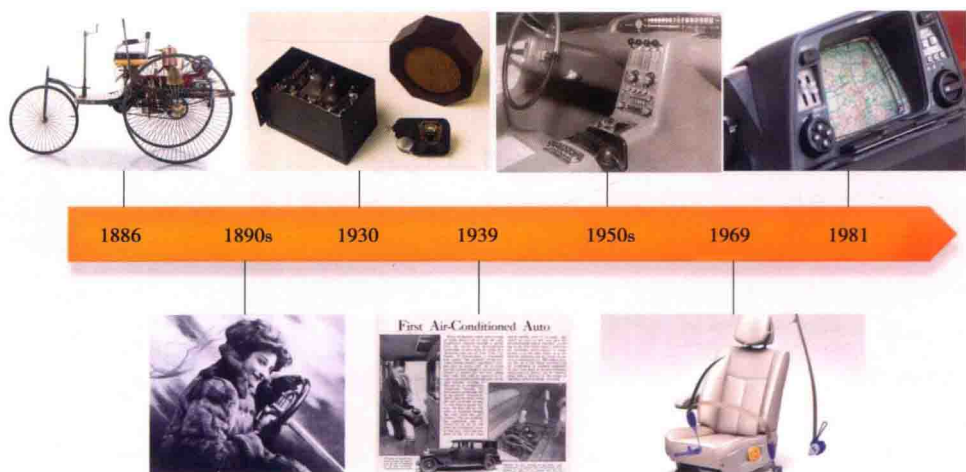


图 1.3 汽车人机交互发展里程碑



图 1.4 1894 年出现了方向盘

车行驶方向,1894 年出现了方向盘(图 1.4),随之出现了反光镜车灯等今天看起来必不可少的设备。

随着无线电的发展,1930 年收音机首次作为娱乐设备被放到汽车上,摩托罗拉将车载收音机商业化,命名为 5T71(图 1.5)。1965 年磁带播放器出现在了中控台上,随后 CD 代替磁带成为人们收听歌曲的主要载体。21 世纪,MP3 和 iPod 这类小体积存储设备开始出现,越来越多的 AUX

和 USB 接口出现在汽车中控上。通信技术的发展使人们能够在车里在线听歌,车载电话在 1950 年也被应用到汽车上(图 1.6)。



图 1.5 车载收音机

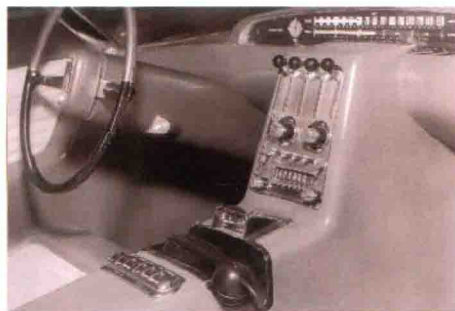


图 1.6 车载电话

随着空调技术的发展,1939 年人们把空调搬上了汽车,如今空调已成为汽车上必不可少的配置(图 1.7)。

随着汽车的性能越来越好,车速越来越快,发生事故的死亡率也逐渐增高。20世纪最伟大的发明之一——安全带也随之出现(图1.8)。



图 1.7 空调被搬上汽车的报道



图 1.8 汽车安全带

车载导航也有近百年的历史,1921年,美国明尼苏达州 John J. Bovy 申请了一项手持导航工具专利,即可滚动地图,它可以安装在汽车上,为行驶的汽车导航。1983年,博世旗下公司 Blaupunkt 推出了 Electronic Pilot for Drivers 的导航原型机,由于没有卫星,所以只能以车速来计算位置。比尔·克林顿在1996年建立了跨部门的 GPS 执行委员会。到了2000年前后,美国政府最终停止 GPS 选择性使用限制,将准确的全球定位数据用于全球范围内的民用和商用中。1995年通用推出了一种新的导航辅助服务,名为 OnStar,这项服务能够提供基于手机的通信连接,以获取 OnStar 客服中心帮助,并通过 GPS 追踪汽车的位置(图1.9)。

在2001年左右,基于 HDD 的导航系统到来,这种系统标榜提供了更大的存储空间,并很快从 10 GB 增至 80 GB。松下 Strada CN-NVD905U 等系统不仅提供了触摸显示屏导航工具,还能支持车载娱乐系统,并集成在一起。随着智能手机的普及,车载信息系统也更加智能化。现在的汽车中控几乎已经被当成一台大号的手机来用,仅用数据线连接,通过 CarPlay, Android Auto, Carlife 等系统就能直接在汽车上实现手机上的几乎所有功能。随着 GPS 的开放以及显示技术的发展,车载导航已成为现代汽车的标准配置(图1.10)。



图 1.9 20 世纪末期的车载导航系统



图 1.10 现行车载导航系统