

# 智能车技术探讨

王国胤<sup>1,2,3</sup> 陈乔松<sup>1,2</sup> 王 进<sup>1,2</sup>

(重庆邮电大学计算机科学与技术研究所 重庆 400065)<sup>1</sup>

(计算智能重庆市重点实验室 重庆 400065)<sup>2</sup> (重庆绿色智能技术研究院 重庆 401122)<sup>3</sup>

**摘 要** 近年来,环境污染、交通安全及拥堵等严峻的问题困扰着整个世界。智能汽车的出现是为了建立一种新的交通范例,以便在很大程度上降低驾驶人员的劳动强度,避免汽车碰撞和减轻交通拥堵等。因而,发展新一代的智能汽车就成为了世界主要国家的发展战略目标。提出智能汽车的新定义:以自身装备动力驱动的智能信息系统管控的车辆。它具有 5 大基本功能特征,即车车交互、车人交互、车路交互、车网交互和绿色节能。车、人、路、网 4 个交互规定了智能汽车和周边环境之间的协作关系,而绿色节能则关注于清洁节约的能源管理系统。同时,讨论分析了支撑智能汽车发展所需要的新理论和新技术。最后,介绍了在缩微环境下进行的智能车研究和实践,并对未来智能汽车产业的发展方向做出展望。

**关键词** 智能汽车,智能交通系统,交互,人工智能,认知计算

**中图法分类号** TP18,U46 **文献标识码** A

## Discussion on the Intelligent Vehicle Technologies

WANG Guo-yin<sup>1,2,3</sup> CHEN Qiao-song<sup>1,2</sup> WANG Jin<sup>1,2</sup>

(Institute of Computer Science and Technology,Chongqing University of Posts and Communications,Chongqing 400065,China)<sup>1</sup>

(Chongqing Key Laboratory of Computational Intelligence,Chongqing 400065,China)<sup>2</sup>

(Institute of Electronic Information Technology,Chongqing Institute of Green and Intelligent Technology,Chongqing 401122,China)<sup>3</sup>

**Abstract** Nowadays,the pollution of the environment,traffic safety and congestion are truly severe problems affecting the entire world. The intelligent vehicle(IV) is an attempt to move towards a new traffic paradigm,where drive becomes enjoyable experience,and cars don't crash anymore,and traffic congestion is drastically reduced. Therefore,the development of intelligent vehicle in new generation becomes one of the most important strategic objectives in main developed countries. In this paper,intelligent vehicle was creatively defined as a car with power-driven and intelligent control. Five basic functional features should be realized in intelligent vehicle,which consists of the vehicle-to-vehicle(V2V) interaction,vehicle-to-people(V2P) interaction,vehicle-to-road(V2R) interaction,vehicle-to-network(V2N) interaction and energy-saving. These four interactions prescribe a cooperative system between the intelligent vehicles and surroundings,while the energy-saving focuses on the clean and economical energy management system. Meanwhile,the novel theories and technologies for the development of intelligent vehicle were discussed in this paper. Finally,the autonomous driving simulation experiment was performed by miniature intelligent vehicles,and the future of intelligent vehicle industry was prospected.

**Keywords** Intelligent vehicle,Intelligent transportation system(ITS),Interaction,Artificial intelligence,Cognitive computing

## 1 引言

1886年,德国工程师卡尔·本茨在曼海姆制造出一辆装有 0.89 马力汽油机的三轮车,从而拉开了现代汽车史的帷幕。在此后的一百多年间,汽车无论在车身造型还是动力设备等方面,都有了翻天覆地的变化。从汽车工业的发展历程来看,一百多年的时间里曾发生过 3 次巨大的变革<sup>[1]</sup>。第一

次变革是美国福特汽车公司推出 T 型车,发明了汽车装配流水线,使世界汽车工业的重心从欧洲转向美国。第二次变革是欧洲通过多品种的生产方式,打破了美国汽车公司在世界车坛上的长期垄断地位,使世界汽车工业的重心从美国又转回欧洲。第三次变革是日本通过完善生产管理体制,形成精细的生产方式,全力发展物美价廉的经济型轿车,日本成了继美国、欧洲之后世界第三个汽车工业发展中心。当前,世界汽

本文受重庆市杰出青年科学基金(2008BA2041)资助。

王国胤(1970—),男,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为粗糙集理论、人工智能和认知计算;陈乔松(1978—),男,博士,讲师,主要研究方向为图像处理、模式识别和人工智能,E-mail:chenqs@cqupt.edu.cn(通信作者);王 进(1979—),男,博士,教授,主要研究方向为演化计算、智能信息处理和数据挖掘。

汽车工业的总体发展模式可以分为纯进口消费型发展模式(大部分中小国家)、产业依附型发展模式(加拿大、巴西、墨西哥等)和产业主导型发展模式(美国、日本、德国、法国等)。国外汽车产业的发展经验对我国也有若干启示。我国应当在政府的扶持下,坚持走自主发展的道路,创立民族汽车品牌,主动融入全球化。可以预见,在不远的未来,中国将对世界汽车工业的发展起到重要作用<sup>[2]</sup>。

### 1.1 汽车电子发展的技术路线图

从汽车工业发展的技术路线来看,汽车电子在汽车技术的革新中占有举足轻重的作用,几乎每次汽车技术的重大突破都和电子技术的发展紧密相关。

世界上最早的汽车电子技术是从 20 世纪 50 年代开始发展的。1957 年真空管式燃油喷射装置由美国克莱斯勒公司率先采用,这就是初级阶段的电控燃油喷射系统。60 年代,各种汽车电子技术开始逐渐用于设计制造新的汽车装置。比如交流发电机、晶体管式点火器、车速自控装置、二轮制动防滑控制、自动调谐收音机、电子发光仪表盘、车门自动上锁和灯光控制系统等。70 年代,汽车电子技术迅速发展,出现了集成电路调节器、四轮制动防滑控制、空气调节器、显示监控系统、发动机电子控制系统、高性能点火器、安全气囊、车速感应式动力转向等辅助设备。80 年代,汽车电子技术的发展势头更为迅猛。这期间完善了发动机电子控制系统,增加了发动机变速箱综合控制、气缸可变控制、怠速控制、燃料稀薄燃烧系统等功能。同时,四轮防抱死系统、车身悬挂自动控制、导航系统,乘员侧安全气囊、防盗系统等新型技术应用也开始崭露头角。从 90 年代开始,汽车电子技术一直向智能化、微型化和集控化方向发展。比如用微处理器同时综合控制发动机、变速器、牵引力、稳定性等<sup>[3]</sup>。进入 21 世纪以来,汽车技术的发展开始扩大到多学科交叉的局面,由电子、通信、控制、信息以及材料等学科协同促进更加智能、安全和清洁的新型汽车技术。新技术不仅仅局限于对汽车本身的控制,而是扩大到包含车-人-环境的大系统。所以,传统汽车技术可以说是“以车为本”,重点在于汽车本身性能的改善。而新型汽车技术则是体现了“以人为本”,重点在于为驾驶员和乘客提供更安全、舒适和顺畅的交通体验,把汽车技术全面推向智能化<sup>[4]</sup>。

### 1.2 汽车工业发展的困难和技术挑战

纵观多年来汽车工业的飞速发展,其虽然取得了巨大的成就,但也带来了一系列的困难。近年来,环境污染、交通安全及拥堵等等问题越来越制约着汽车工业的进一步发展。比如,汽车尾气的大量排放是导致环境恶化、臭氧层变薄的主要原因之一;对石油能源的过度依赖导致油价的不断上涨。更为严重的是,随着汽车数量越来越多,速度越来越快,各类交通安全事故逐年攀升。据公安部交通管理局通报,2011 年上半年,全国共发生道路交通事故 1840998 起,同比增加 18502 起,上升 1%。其中,涉及人员伤亡的道路交通事故 91811 起,造成 25864 人死亡、106370 人受伤,直接财产损失 4.4 亿元<sup>[5]</sup>。

然而,要解决这些困难则面对着非常严峻的技术挑战。概括地说,可以分为以下几个主要方面<sup>[6-8]</sup>:

(1)汽车主动安全技术(如自动避撞系统)由于成本、性能

和稳定性等方面的原因还没有普及,仅仅依靠加强车身结构,装备安全带、安全气囊等被动安全技术无法提供更可靠的生命财产保障。

(2)由于国土和资金有限,在避免基础设施重复建设的基础上实现交通资源合理分配的问题需要采用最优化管理。

(3)汽车产业的信息化和智能化发展将带来海量数据,如何存储、转换、解析和挖掘这些数据需要新的理论和技术。

(4)当前汽车和交通系统的信息分享度比较低,缺乏一个进行数据分享、信息融合以及统筹决策的有效平台。

(5)合理利用燃油的能源管理技术,以及开发新能源动力的汽车。

可见,传统技术已经不能很好地解决这些问题。汽车技术发展到今天,绝大多数的创新需要来自于智能化的汽车电子行业。通过运用智能化技术,可以提高汽车性能,拓展使用功能,增强主动安全性和可靠性,改善舒适性和方便性,这些都难以用传统的机械改进实现。可以预见,汽车的智能化发展才是突破传统汽车工业瓶颈的有效途径。今后相当长时期内汽车的市场竞争,便是汽车智能化的竞争<sup>[3]</sup>。

## 2 智能汽车的新定义及其基本功能特征

### 2.1 国内外智能汽车技术的发展现状

近 10 年来,美国、欧洲和日本等发达国家,围绕发展新型智能汽车技术、综合治理城市交通和环境能源等问题制定了一系列的研究项目和计划<sup>[9-11]</sup>。

表 1 列出了由日本国土建设及交通部设立的一些重要的智能汽车研究项目。AHS 的主要目标是减少交通事故,改善交通效率,以及减轻驾驶人员的操作负担。该研究致力于信息提供、车辆控制辅助和全自动驾驶技术的开发,以实现障碍识别和规避、速度控制和人机交互界面等应用。ASV 的主要目标是用最先进的技术来最大可能地提升车辆的安全性。该研究还将进一步扩展,其涉及货车、公共汽车以及摩托车。

表 1 日本智能汽车研究项目

研究项目	备注
AHS <sup>[12]</sup>	Advanced Cruise-Assistance Highway Systems
ASV <sup>[12]</sup>	Advanced Safety Vehicle

表 2 列出了由美国交通部发起的两个主要智能汽车研究项目。VSC 定义了一套维护车辆安全的通信规范,并评估专用短程无线通信(DSRC; Dedicated-Short Range Communications)标准,以及采用 5.9 GHz 带宽的 DSRC 无线技术来支持该通信规范。VII 是致力于开发无线通信和网络技术的新方法,它将允许驾驶人员和乘客能够了解当前交通状况和道路信息,接收可能的风险警告,并引导车辆行进中的无线通信。

表 2 美国智能汽车研究项目

研究项目	备注
VSC <sup>[13]</sup>	Vehicle Safety Communication
VII <sup>[14]</sup>	Vehicle Infrastructure Integration

表 3 列出了欧洲资助的一些重要的智能汽车研究项目。这些项目覆盖了很广的范围,包括人-车操控界面、紧急救援、道路安全预防、车载传感器、行人识别、十字路口安全、协作系统和协作网络、地理学技术以及车-车通信等。

表3 欧洲的智能汽车研究项目

研究项目	备注
AIDE <sup>[15]</sup>	Adaptive Integrated Driver-vehicle Interface
AIDER <sup>[16]</sup>	Accident Information and Driver Emergency Rescue
ATLANTIC <sup>[17]</sup>	A Thematic Long-term Approach to Networking for the Telematics & ITS Community
PREVENT <sup>[18]</sup>	Preventive and Active Safety Applications Contribute to the Road Safety Goals on European Roads
ADOSE <sup>[19]</sup>	Reliable Application Specific Detection of Road Users with Vehicle On-board Sensors
INTERSAFE-2 <sup>[20]</sup>	Cooperative Intersection Safety
SAFERIDER <sup>[21]</sup>	Advanced Telematics for Enhancing the Safety and Comfort of Motorcycle Riders
COOPERS <sup>[22]</sup>	Cooperative Networks for Intelligent Road Safety
HIGHWAY <sup>[23]</sup>	Breakthrough Intelligent Maps and Geographic Tools for the context-aware-delivery of E-safety and added value services
I-WAY <sup>[24]</sup>	Intelligent Cooperative Systems in Car for Road Safety
COMeSafety <sup>[25]</sup>	Communications for eSafety
CarTALK2000 <sup>[26]</sup>	Advanced driver support system based on V2V communication technologies
SafeSpot <sup>[27]</sup>	Cooperative vehicles and road infrastructure for road safety
CVIS <sup>[28]</sup>	Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems

与国外相比,国内在智能汽车方面的研究起步较晚,规模较小,和国际先进水平相比差距较大,竞争能力明显不足。造成上述状况的原因,主要是汽车工业的科技含量较高,跨国汽车公司实力强大,而国内电子行业缺乏人才和技术储备,影响了国内汽车智能化的进程,暂时还处于跟着跑的境地。虽然形势不容乐观,但我国也正在兴起汽车和交通系统信息化、智能化的热潮,国家交通部规划司于2007年制定了《公路水路交通信息化“十一五”发展规划》,其为我国智能汽车技术的研究奠定了良好的发展基础<sup>[29]</sup>。

## 2.2 智能汽车的新定义

智能汽车的研究是多学科综合与交叉应用的边缘领域,是人工智能、信息论、控制论以及决策论等理论的综合,涉及到计算机技术、微电子技术、网络技术、通信技术以及机械设计等技术的应用。但是,目前业界内对智能汽车的定义存在一定程度的含糊性,这将使智能汽车的研究缺乏明确的界定和针对性。在百度百科中,智能车被定义为“是电子计算机等最新科技成果与现代汽车工业相结合的产物,因而“善解人意”。通常它能自动驾驶、自动变速,甚至具有自动识别道路的功能。另外,车内的各种辅助设施也一应电脑化,常常给人以新奇感<sup>[30]</sup>。”而在维基百科中,智能车(Intelligent car, Smart car)被定义为“具有人工智能的车辆(a car with artificial intelligence)<sup>[31]</sup>。”

如果说 Internet 的出现改变了人们的认识和工作方式,那么智能汽车的出现将改变人们的出行和生活方式。随着人类活动范围的不断扩大、生活及工作要求的不断提高和科学技术的进步,智能汽车的发展并不是简单地把着眼点只放在汽车上,而是从系统科学的角度研究汽车和周边环境之间的特性<sup>[32]</sup>。所以,对智能汽车的定义也不应该仅仅局限于对汽车本身的解释和说明,而应该包含汽车和周边环境的彼此交互。从日常驾驶经验来看,汽车在行驶中所面临的周边环境可以分为4类:其他行进中的汽车;驾驶人员及乘员;路况、行人及交通标识;依赖通信设备联系的车联网<sup>[33]</sup>。

在本文中,智能汽车被定义为以自身装备动力驱动的智

能信息系统管控的车辆,包括5个基本的功能特征:车车交互、车人交互、车路交互、车网交互和绿色节能。在该定义中,用车、人、路、网4个字概括了日常驾驶中所面临的4类周边环境。如图1所示,5大基本功能被形象地比拟成智能汽车的4个轮子和一个方向盘,成为智能汽车新定义中不可或缺的要素。

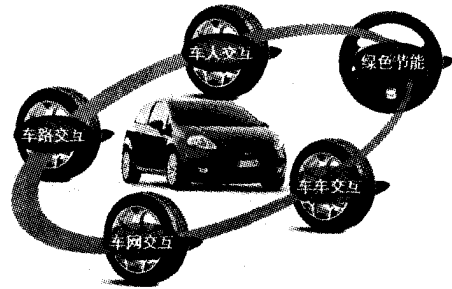


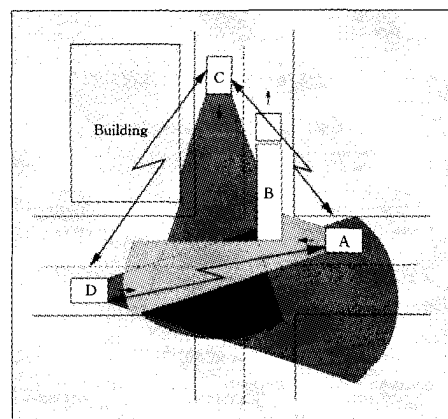
图1 智能汽车的5大基本功能特征

## 2.3 智能汽车的五大基本功能

### 2.3.1 车车交互

车车交互的主要特征 is 任何驾驶人员或车辆都可以在任何时间与其他临近区域的驾驶人员或车辆交换信息并得到本车无法直接获取的数据<sup>[34]</sup>。因此,车车交互可以延展驾驶人员的感知范围。车车交互的一些具体应用可以在一些交通实例中得到体现。比如,1)在同向行驶的车队中,前车的紧急刹车信息可以即时发送到后车,防止发生追尾事故。2)在由交通信号灯控制的路口,头车启动同时便把信息发送给后方车辆,可以减少后车的启动延迟,增加路口的通过效率。3)如果能和逆向来车取得信息交互,便能预先得知前方道路的交通拥堵情况,以及路面和天气等信息。4)如图2所示,在十字路口,建筑物或其他车辆会遮挡驾驶人员的部分视野,而通过车车交互实现的信息分享可以让每位驾驶人员都能够清楚地知晓其他车辆的所在方位、运动速度和加速度等信息<sup>[34-36]</sup>。

目前,红外线、无线电波技术和通信协议的发展已经可以逐步支撑车车交互,因而实现车车交互也成为了智能汽车发展的必须。另外,车车交互不需要智能化的基础设施,因此可适用于众多的国家和地区<sup>[37]</sup>。

图2 车车交互:十字路口的信息分享<sup>[36]</sup>

### 2.3.2 车人交互

车人交互的主要特征是监控和分析驾驶人员的情绪和状态并适时采取警示和安全措施。因此,车人交互可以通过分析驾驶人员心理和生理状况,判断不合适的驾驶操作,从而协助

助驾驶人员安全驾车和减缓疲劳<sup>[38-40]</sup>。鉴于绝大多数的安全事故都是由于人为因素,车人交互可以在很大程度上确保驾驶人员做出安全和恰当的反应,有效避免事故的发生。比如,1)通过监测驾驶人员的头部位置(见图3)、行为动作和语音语气等来判断驾驶人员的当前状况。如果发现驾驶员有异常的点头、偏头等情况则可初步判定其为酒后驾驶或疲劳驾驶,如果发现驾驶员语音语气极度异常则可初步判定其情绪不稳定(愤怒、悲伤等),此时应立即发出警示或强制靠边停车。2)通过对某些妨害物质的测量(嘈杂的音乐、咖啡因和气味等)来评估其对驾驶人员的心理和生理影响。



图3 车人交互:驾驶人员的头部位置识别(标记为蓝色圈)<sup>[41]</sup>

此外,利用车人交互还可以进一步深入研究驾驶人员对于外界刺激的反应,从而建立刺激-反应模型<sup>[38]</sup>。一旦找到了外界环境和驾驶人员反应(等急刹车、变道等)间的内在联系,就可以学习、控制甚至模拟驾驶人员行为。

### 2.3.3 车路交互

车路交互的主要特征是利用一种或多种传感器(摄像头、毫米波雷达、激光雷达和超声波等)收集道路环境的信息并将其服务于智能化的汽车行驶<sup>[6,36,39,40]</sup>。因此,车路交互是对道路及路面上所有物体的感知,比如车辆探测<sup>[42,43]</sup>、行人探测<sup>[44,45]</sup>、车牌识别<sup>[46]</sup>、交通标识探测<sup>[47-49]</sup>、车道线探测<sup>[50]</sup>甚至对车辆密度<sup>[51]</sup>和行人密度<sup>[52,53]</sup>的预测(见图4)。



图4 车路交互:各种路面物体的探测<sup>[6]</sup>

车路交互的应用实例包括车道偏离预警、自动泊车系统以及自动变速巡航功能。车道偏离预警是利用机器视觉传感器、激光传感器或埋设于路面下的磁钉,使车辆始终保持在车道线内行驶,防止车辆因为偏离当前车道而导致交通事故的发生<sup>[40]</sup>。自动泊车系统是利用摄像头和超声波等传感器探测停车位,并通过自动操控汽车的转向和动力设备,实现非人为的自动停车入位<sup>[39]</sup>。自动变速巡航<sup>[54]</sup>则是在匀速巡航的基础上,根据当前路段的限速标识和路面状况,实现自适应的车速调节,从而达到最优化的燃油节省和适应复杂城市交通环境的目的。

### 2.3.4 车网交互

车网交互即车联网系统的主要特征是利用先进传感技术、网络技术、计算技术、控制技术、智能技术,对道路和交通进行全面感知,实现多个系统间大范围、大容量数据的交互,

对每一辆汽车进行交通全程控制,对每一条道路进行交通全时空控制,以提供以交通效率和交通安全为主的网络与应用<sup>[33]</sup>。

目前,车联网借助于3G技术实现了广泛的应用。它可以通过3G移动互联网进行汽车的信息收集与共享,通过信息的处理实现车与基础设施(见图5)、车与车主、车主与车主、车主与第三方服务商的沟通<sup>[55]</sup>。3G网络可以实现多节点的交互,例如,与不同城市ITS之间的交互、与不同种类的信息平台交互等。通过这些交互,使得车辆可以根据实时的交通信息灵活地选择更为合理的出行路线,合理规避可能遇到的交通堵塞,在遇到交通堵塞时可以主动上传相关的路况信息,为物流运输企业提供车辆监测服务等功能。此外,通过车联网,还可以随时定位和监控车主的车辆,实现安全防盗功能<sup>[56,57]</sup>。

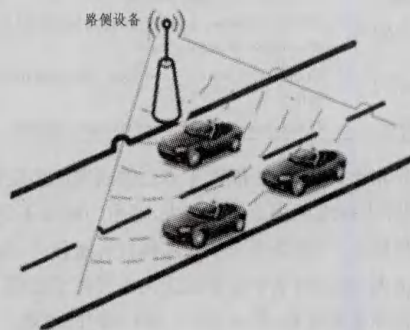


图5 车网交互:车与基础设施的通信<sup>[54]</sup>

### 2.3.5 绿色节能

绿色节能的主要特征是开发清洁环保的新能源动力汽车和智能化的能源管理系统。汽车是一种把所需全部能量都带在身上的交通工具,因而对车辆能源的有效使用和管理显得格外重要<sup>[69]</sup>。

新一代汽车能源的开发已经成为世界各大汽车公司竞争的又一焦点,许多世界知名汽车厂家也推出了具有高科技水平的环保型概念车,目的在于引导能源技术的新潮流。这些项目包括3L油耗汽车、氢动力汽车、燃料电池汽车<sup>[58]</sup>、清洁能源(LPG<sup>[59]</sup>、CNG<sup>[60]</sup>)汽车、混合动力汽车<sup>[61]</sup>、电动汽车<sup>[62]</sup>、太阳能汽车<sup>[63]</sup>(见图6)和超级汽车(Hypercar<sup>[64]</sup>)等。开发新能源汽车技术不仅是企业行为,而且还列为发达国家的重点计划,例如美国新一代汽车开发计划(PNGV<sup>[65]</sup>/FreedomCAR<sup>[66]</sup>)、欧洲的“明日汽车计划”和日本的“新阳光计划<sup>[67]</sup>”等,它们以期实现新能源、节能、环保3者的有机结合<sup>[68]</sup>。

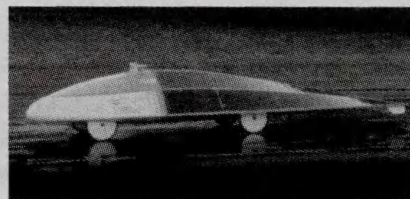


图6 绿色节能:太阳能汽车<sup>[63]</sup>

## 3 支撑智能汽车发展的新理论和新技术

智能汽车的新定义中所规定的5大基本功能特征涉及各

种实际应用,基本覆盖了人们对汽车智能化、信息化、绿色化的需求。智能汽车作为一种高新技术密集的新型汽车,涉及机械传动、自动化仿真与控制、计算机视觉、人工智能、通讯、传感、信息融合等多项传统技术。不仅如此,智能汽车在发展的同时,还直接或间接地促进了一批新理论和新技术在智能汽车这个平台上的应用,比如不确定性人工智能理论、认知计算、面向智能汽车的数据处理技术以及电动汽车智能化的能源管理系统。

### 3.1 不确定性人工智能理论

人工智能在模拟人类的确定性智能逻辑思维方面,已经取得很大成就,但是在人类不确定性智能的模拟方面始终没有太大的进展,而在模拟人类形象思维方面尚处在探讨阶段。因此,不确定性人工智能<sup>[70]</sup>是人工智能中的研究热点,也是人工智能中的重大前沿课题。不确定性人工智能是使机器能够具备人脑一样的不确定性信息和知识的表示能力、处理能力和思维能力,是进入 21 世纪后新发展出来的多学科交叉渗透的新学科,它已成为当代科学技术研究的热点领域。

人类所处的这个客观世界充满了不确定性,人类自身在认知过程中也具有不确定性。因为人类的认知实际上是对客观世界的主观反应,客观世界的不确定性,决定了人类主观认知过程的不确定性。比如,视觉感知会存在不确定性甚至出现错觉<sup>[71]</sup>,记忆也会随着时间的推移而愈加模糊,而联想、创造和顿悟等形象思维更是毫无不确定性可言<sup>[70]</sup>。

笔者认为,不确定性人工智能理论对智能汽车技术研究的一个重要指导内容就是分析不同驾驶人员对同一外界环境刺激所产生的不确定性认识以及采取的不确定性处理方式。举个形象的例子,不确定性认识是指面对路面上的同一滩积水,有的驾驶人员会认为是一个小路障,而有的驾驶人员则会觉得无关紧要。不确定性处理方式则是指同样是面对这滩积水,有的驾驶人员会选择绕过去,而有的却会选择减速直接通过。根据笔者在相关领域的研究,不确定性人工智能理论可以进一步细分为若干小方面,包括粗糙集和模糊集、云模型和粒计算理论等。

#### 3.1.1 粗糙集和模糊集理论

粗糙集<sup>[72-77]</sup>和模糊集理论<sup>[78]</sup>主要研究各种不确定性理论的本质联系。人类行为的不确定性研究在智能汽车上具有重要的应用。比如,在日常驾驶中,对于一个寻找泊车位的问题,驾驶员仅靠自己的观察判断难以直接获得最满意的答案。如何在一系列不确定的潜在泊车位中寻找一个合适的泊车位,这是不确定性概念的精确处理研究实例之一。

#### 3.1.2 云模型理论

云模型(Cloud Model)<sup>[79]</sup>是一种定性和定量的转换模型。云模型理论可以用于人类定性思维(概念内涵)与定量思维(概念外延)之间的双向变换研究。比如,驾驶过弯的问题就是智能汽车研究中的一个定性定量计算的转换例子。对于驾车中的过弯操作,驾驶员只能靠目测、经验等做出定性判断;驾驶员做出大致入弯角度的定性判断后,智能系统如何定量计算并给出实际入弯角度,才是解决问题的关键。

#### 3.1.3 粒计算理论

粒计算<sup>[80,81]</sup>主要研究信息粒的解析表示形式化理论(包括信息粒的结构以及信息粒之间关系的形式化描述)、信息粒

的粒度度量理论和方法(粒度的度量,包括信息粒的大小以及信息粒所表示的知识的粒度大小)、信息粒的自动分解与合成方法、不同知识粒度下的不确定性变化规律。对人类多粒度、跨粒度思维的研究可以在驾驶行为过程中有所应用。如图 7 所示,在实际驾驶中,驾驶人员需要同时观察和判断不同尺度(即不同粒度空间)的环境信息,包括近距离的细粒度信息(车载仪表)、中距离的中粒度信息(周边的车辆)以及远距离的粗粒度信息(道路延伸方向)。



图 7 不同粒度空间的环境信息

### 3.2 认知计算

认知计算在 20 世纪 90 年代成为发展热点,目前已成为计算智能领域中一个重要的研究方向。2009 年国家自然科学基金委发布了“基于视听觉信息的认知计算”的重大研究计划,该研究计划的制定和实施表明对认知计算的研究在我国逐步走向广泛和深入。在该研究计划中提出的“多模态感知信息协同认知机理”可以说是与智能汽车技术的发展紧密相关。比如,驾驶人员融合视听觉采集到的环境信息然后做出驾驶反应的这个过程就是一个刺激-反应模型。因此,三维立体视觉处理模型、情感计算等方面的研究工作可以看作是认知计算在智能汽车技术上的初步应用。

#### 3.2.1 三维立体视觉处理模型

三维立体视觉处理模型<sup>[82,83]</sup>从人类视觉认知原理出发,用机器学习方法学习人脸结构先验知识,提出了基于单张二维图片的两步人脸三维立体认知方法,初步实现以单张照片上少量特征点为基础的三维人脸建模。由此模型发展而来的三维人脸识别系统可以用于记录和辨认驾驶人员信息,达到跟踪和防盗的目的。

#### 3.2.2 情感计算

情感计算<sup>[84-86]</sup>基于认知科学和心理学,发现了嘴部特征是人脸表情识别中最重要的特征,为人脸表情的表达机制以及计算机人脸表情的自动识别等研究奠定了基础。情感计算技术可以监控驾驶员的生理和心理状态,为防止酒后驾驶和疲劳驾驶提供了技术支持。

### 3.3 面向智能汽车的数据处理技术

智能汽车的行驶离不开收集和发送各种数据,而支撑其正常运转的核心技术就是面向智能汽车的数据处理技术。智能汽车数据的特点就是数据量大、数据种类多而且有海量的冗余数据。针对这些特点,面向交通的数据处理技术包括数据融合、数据压缩、数据标准化、数据挖掘和数据仓库等技术<sup>[87]</sup>。

智能汽车可能同时拥有多种传感器数据及多种通信方式,所以需要数据融合技术来实现对这些不同来源的数据的分析与综合。又因为智能汽车需要收发的数据量是非常巨大的,故需要数据压缩技术来提高数据处理的效率。智能汽车需要和其他车辆以及车联网发生交互,数据标准化技术可

以保证数据在各种不同的载体之间通用。针对智能汽车的海量数据,数据挖掘可以通过数理统计、机器学习等方法从海量数据中获取有效数据。智能汽车是一个决策系统,需要一个有主题的、集成的、稳定的数据集,而数据仓库技术就可以提供这样一个结构化的数据环境。

### 3.4 电动汽车的智能化能源管理系统

能源系统是电动汽车的核心技术之一,它好比传统汽车的发动机,是电动汽车的“心脏”,直接关系到电动汽车的质量水平与安全性,能源管理系统是这一核心技术的重要组成部分。电动汽车能源管理系统的功用是在满足汽车基本技术性能(如动力性、驾驶平稳性等)和成本等要求的前提下,根据各部件的特性及汽车的运行工况,实现能量在能源转换装置(如发动机、电动机、储能装置、功率变换模块、动力传递装置、发电机和燃料电池等)之间按最佳路线流动,使整车的能源利用效率达到最高。

如图 8 所示,UMD\_IPC (University of Michigan-Dearborn intelligent power controller)<sup>[69]</sup> 就是一个利用机器学习技术而研制的智能化能源管理系统。它是通过神经网络来预测路况并实时做出控制的智能化能源管理系统。

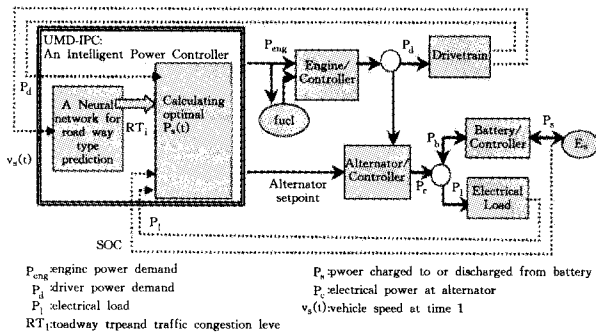


图 8 智能化的能源管理系统<sup>[69]</sup>

## 4 在仿真交通环境中缩微智能车的研究和实践

由于实际交通环境难于为真车智能驾驶技术研究提供试验场地和场景,因此,迫切需要通过缩微尺度的三维仿真交通环境(见图 9),为智能汽车技术研究提供模拟现实、可重复、可验证、可评价的试验平台。基于此平台,缩微智能车可以完全模拟真车在真实道路环境下的驾驶行为。在此基础上可研究和验证基于视、听觉信息的自动驾驶模拟方法,使智能驾驶和多车交互成为可能。



图 9 缩微尺度的三维仿真交通环境范例<sup>[88]</sup>

2011 年 12 月,首届“绿色科新杯”全国缩微智能车竞赛在重庆举办。它是我国缩微智能车技术的一次展示,也是国

内最高技术水平的缩微智能车赛事。本次大赛汇集了 15 支来自全国各地的参赛车队,包括清华大学、上海交通大学、南开大学、总参 61 所、湖南大学、军事交通学院和中科院自动化所等全国知名院校和科研机构的缩微智能车研究团队。此次缩微智能车竞赛分多车交互赛、道路识别赛和全程竞速赛 3 大竞赛科目,道路上的障碍物、隔离墩、锥形标、其他车辆、红绿灯、斑马线等日常驾车中遇到的各种情况都成为了比赛内容。笔者所带领的重庆邮电大学缩微智能车团队取得了全程竞速赛这一综合科目的第一名。

## 5 未来智能汽车的发展趋势

当前的信息技术革命正在推动汽车设计翻开新的一页,自动化、智能化、多功能将成为未来汽车发展的新趋势。特别是电脑技术、自动控制技术以及现代信息融合技术和通信等高科技与汽车的结合,使未来汽车成为更安全、更方便、更舒适的交通工具。汽车改变了 20 世纪人类的生活方式,推动了人类社会的进步。如今,即将应用全新智能技术的汽车在 21 世纪将以更高的速度和效率将人类带入智能信息时代。

在未来的智能汽车上,很可能会发现这样的一些新技术:智能 GPS 系统、智能安全气囊、智能汽车钥匙、智能玻璃、车载网络服务系统等等,而这一切将会使人类明天的生活更加美好。

**结束语** 汽车已经过了 100 多年的发展历史,从诞生的那一天起,它就从未停止过智能化发展的步伐。当前的信息技术革命正在推动汽车设计翻开新的一页,自动化、智能化、多功能将成为 21 世纪汽车发展的新趋势。

智能汽车是以自身装备动力驱动的智能信息系统管控的车辆。它的 5 大基本功能特征包括:车车交互、车人交互、车路交互、车网交互和绿色节能。为了支撑智能汽车的发展,一批新理论和新技术也涌现出来,在智能汽车这个新平台上得到了广泛的应用。它们包括:不确定性人工智能理论、认知计算、面向智能汽车的数据处理技术以及电动汽车智能化的能源管理系统。

缩微智能车的研究可以完全模拟真车在真实道路环境下的驾驶行为。在此基础上可研究和验证基于视听觉信息的自动驾驶模拟方法,使智能驾驶和多车交互成为可能。

智能汽车是一个集环境感知、信息决策、多等级辅助驾驶等功能于一体的综合系统,计算机技术、通信技术、网络技术、现代传感技术、人工智能技术及自动控制技术等高科技与汽车的结合,使未来汽车成为更安全、更方便、更舒适的交通工具。在 21 世纪,智能汽车的蓬勃发展将带来汽车工业的又一次巨大变革,全面进入智能交通时代。

## 参考文献

- [1] 何宝文,刘学明,陈超,等. 汽车文化与常识[M]. 北京:清华大学出版社,2010
- [2] 石永东,陈丽娜,胡树华. 国外汽车工业及品牌的基本发展模式对我国汽车工业发展的启示 [J]. 汽车工业研究,2003;3-7
- [3] 朱水根. 汽车电子技术发展综述 [J]. 上海汽车,2002(6);31-34
- [4] 周允,张西文. 智能汽车及智能汽车运输系统发展综述 [J]. 陕西汽车,1999(1);1-4
- [5] 2011年上半年全国道路交通事故情况[EB/OL]. <http://www.>

- mps.gov.cn/n16/n85753/n85870/2857811
- [6] Zhang Jun-ping, Wang Fei-yue, Wang Kun-feng, et al. Data-driven intelligent transportation systems; a survey [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2011, 12(4): 1624-1639
- [7] Cai Wen-hai, Sun Ting-ting. CTS: the new generation intelligent transportation system [C]// 2011 Second International Conference on Innovations in Bio-inspired Computing and Applications (IBICA). 2011: 1-2
- [8] 陆化普, 殷亚峰, 史其信. 新一代道路交通系统-IT 的研究现状与发展 [J]. 中国公路学报, 1997(10): 70-76
- [9] Martinez F J, Toh C-K, Cano J C, et al. Emergency Services in Future Intelligent Transportation Systems Based on Vehicular Communication Networks [J]. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2010, 2(2): 6-20
- [10] An Sheng-hai, Lee B-H, Shin D-R. A survey of intelligent transportation system [C]// 2011 Third International Conference on Computational Intelligence, Communication System and Networks(CICSyN). 2011: 332-337
- [11] Bishop R. Intelligent Vehicle Technology and Trends[M]. Norwood: Artech House INC., 2005
- [12] ITS Handbook Japan, 2002-2003 [OL]. <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/index/indexHBook>
- [13] Vehicle safety communications—Applications VSC-A, 2009 [OL]. <http://www.nhtsa.dot.gov/staticfiles/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/Crash%20Avoidance/2009/811073.pdf>
- [14] Vehicle infrastructure integration, 2009 [OL]. [http://www.nhtsa.dot.gov/staticfiles/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/Public%20Paper/SAE/2006/Carter\\_Vehicle\\_Infrastructure\\_Integration.pdf](http://www.nhtsa.dot.gov/staticfiles/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/Public%20Paper/SAE/2006/Carter_Vehicle_Infrastructure_Integration.pdf)
- [15] Adaptive integrated driver-vehicle interface, 2009 [OL]. <http://www.aide-eu.org/>
- [16] Accident information and driver emergency rescue, 2009 [OL]. [http://www.ika.rwth-aachen.de/pdf\\_eb/gb6-21e\\_aider.pdf](http://www.ika.rwth-aachen.de/pdf_eb/gb6-21e_aider.pdf)
- [17] ATLANTIC—A thematic long-term approach to networking for the telematics and ITS community, 2009 [OL]. <http://www.trg.soton.ac.uk/archive/its/atlantic>
- [18] Preventive and active safety applications contribute to the road safety goals on European roads, 2009 [OL]. <http://www.prevent-ip.org/>
- [19] Reliable application specific detection of road users with vehicle on-board sensors, 2009 [OL]. <http://www.adose-eu.org/>
- [20] Cooperative intersection safety, 2009 [OL]. <http://www.intersafe-2.eu/public/>
- [21] Advanced telematics for enhancing the safety and comfort of motorcycle riders, 2009 [OL]. <http://www.saferider-eu.org/>
- [22] Cooperative networks for intelligent road safety, 2009 [OL]. <http://www.coopers-ip.eu/>
- [23] HIGHWAY—Breakthrough intelligent maps and geographic tools for the context-aware delivery of e-safety and added-value services, 2009 [OL]. [http://www.transport-research.info/web/projects/project\\_details.cfm?id=20403&page=contact](http://www.transport-research.info/web/projects/project_details.cfm?id=20403&page=contact)
- [24] Intelligent cooperative systems in car for road safety, 2009 [OL]. <http://www.iway-project.eu/>
- [25] Communications for eSafety, 2009 [EB/OL]. <http://www.comesafety.org/>
- [26] Advanced driver support system based on V2V communication technologies, 2009 [OL]. <http://www.cartalk2000.net/>
- [27] Cooperative vehicles and road infrastructure for road safety, 2009 [OL]. <http://www.safespot-eu.org/>
- [28] Cooperative vehicle-infrastructure systems, 2009 [OL]. <http://www.cvisproject.org/>
- [29] Zhang Fei. The Current situation and development thinking of the Intelligent Transportation System in China [C]// International conference on Mechanic Automation and Control Engineering(MACE). 2010: 2826-2829
- [30] 智能车 [OL]. <http://baike.baidu.com/view/679833.htm>
- [31] Intelligent car [OL]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_car](http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_car)
- [32] 孟清华, 王保国, 王瑞君. 基于交通安全的人-车-环境系统的研究 [J]. 车辆与动力技术, 2004, 2: 60-64
- [33] 车联网 [OL]. <http://www.hudong.com/wiki/车联网>
- [34] Tsugawa S. Inter-vehicle communication and their applications to intelligent vehicles; an overview [C]// IEEE Intelligent Vehicle Symposium. 2002: 564-569
- [35] Hung Chun-gen, Yarali A. Wireless services and intelligent vehicle transportation systems [C]// 2011 24<sup>th</sup> Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering(CCECE). 2011: 63-68
- [36] Li Zhi-heng, Li Li, Zhang Yi. IVS 09: future research in vehicle vision systems [J]. IEEE Intelligent Systems, 2009, 24(6): 62-65
- [37] Fitz M P, Tajeshita O, Mitra U. SAFENET: working toward vehicle centric communications [C]// Technical Digest of the first Workshop on ITS Telecommunications. 2000: 41-45
- [38] Wen Ding, Yan Gong-jun, Zheng Nan-ning, et al. Toward cognitive vehicles [J]. IEEE Intelligent Systems, 2011, 26(3): 76-80
- [39] Li Li, Song Jin-yan, Wang Fei-yue. IVS 05: new developments and research trends for intelligent vehicles [J]. IEEE Intelligent Systems, 2005, 20(4): 10-14
- [40] 王荣本, 郭烈, 金立生, 等. 智能车辆安全辅助驾驶技术研究近况 [J]. 公路交通科技, 2007, 24(7): 107-111
- [41] Krotosky S J, Cheng S Y, Trivedi M M. Real-time stereo-based head detection using size, shape and disparity constraints [C]// Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium. 2005: 550-556
- [42] Wang C C R, Lien J J J. Automatic vehicle detection using local features—a statistical approach [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008, 9(1): 83-96
- [43] Morris B T, Trivedi M M. Learning, modeling, and classification of vehicle track patterns from live video [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008, 9(3): 425-437
- [44] Munder S, Schnorr C, Gavrilu D M. Pedestrian detection and tracking using a mixture of view-based shape-texture models [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008, 9(2): 333-343
- [45] Bi L, Tsimhoni O, Liu Y. Using image-based metrics to model pedestrian detection performance with night-vision systems [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2009, 10(1): 155-164
- [46] Anagnostopoulos C N E, Anagnostopoulos I E, Psoroulas I D, et

- al. License plate recognition from still images and video sequences; A survey [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008, 9(3): 377-391
- [47] Barnes N, Zelinsky A, Fletcher L S. Real-time speed sign detection using the radial symmetry detector [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008, 9(2): 322-332
- [48] Baró X, Escalera S, Vitrià J, et al. Traffic sign recognition using evolutionary AdaBoost detection and forest-ECOC classification [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2009, 10(1): 113-126
- [49] Khan J F, Bhuiyan S M A, Adhami R R. Image segmentation and shape analysis for road-sign detection [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2011, 12(1): 83-96
- [50] Kim Z. Robust lane detection and tracking in challenging scenarios [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008, 9(1): 16-26
- [51] Balciilar M, Sonmez A C. Extracting vehicle density from background estimation using Kalman filter [C]//Proceedings of 23<sup>rd</sup> International Symposium on Computer, Information and Science (ISCIS). 2008: 1-5
- [52] Zhang J, Tan B, Sha F, et al. Predicting pedestrian counts in crowded scenes with rich and high-dimensional features [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2011, 12(4): 1037-1046
- [53] Tan B, Zhang J, Wang L. Semisupervised elastic net for pedestrian counting [J]. Pattern Recognition, 2011, 44(10/11): 2297-2304
- [54] 李克强. 汽车智能安全电子技术发展现状与展望 [J]. 汽车工程学报, 2011, 1(1): 4-17
- [55] 路敏. 现代通讯技术与城市智能交通 [J]. 山西科技, 2011, 26(6): 52, 55
- [56] 李德仁, 李清泉, 杨必胜. 3S技术与智能交通 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2008, 33(4): 331-336
- [57] Papadimitratos P, La Fortelle A, Evenssen K, et al. Vehicular communication systems; enabling technologies, applications, and future outlook on intelligent transportation [J]. Communications Magazine, IEEE, 2009, 47(11): 84-95
- [58] 燃料电池汽车 [OL]. <http://baike.baidu.com/view/2059998.htm>
- [59] LPG汽车 [OL]. <http://baike.baidu.com/view/3837967.htm>
- [60] CNG汽车 [OL]. <http://baike.baidu.com/view/1670247.htm>
- [61] 混合动力汽车 [OL]. <http://baike.baidu.com/view/22366.htm>
- [62] 电动汽车 [OL]. <http://baike.baidu.com/view/22369.htm>
- [63] 太阳能汽车 [OL]. <http://baike.baidu.com/view/444514.htm>
- [64] Hypercar [OL]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hypercar>.
- [65] PNGV [OL]. <http://www.pngv.org/main/>
- [66] FreedomCAR [OL]. <http://en.wikipedia.org/wiki/FreedomCAR>
- [67] 何季民. 日本的新阳光计划简介 [J]. 华北电力技术, 2002(1): 52-54
- [68] 陈因达. 世界汽车科技的发展与汽车大集团技术开发管理战略的选择 [J]. 上海汽车, 2002, 8: 1-3
- [69] Park J, Chen Zhi-hang, Kiliaris L, et al. Intelligent vehicle power control based on machine learning of optimal control parameters and prediction of road type and traffic congestion [J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2009, 58(9): 4741-4756
- [70] 李德毅, 刘常昱, 杜鹤, 等. 不确定性人工智能 [J]. 软件学报, 2004, 15(11): 1583-1594
- [71] Fairchild M D. Color appearance models [M]. Chichester: John & Sons Ltd., 2005
- [72] Pawlak Z. Rough set [J]. International Journal of Computer and Information Sciences, 1982, 11(5): 341-356
- [73] Zhang Qing-hua, Wang Guo-yin. The uncertainty measure of hierarchical quotient space structure [J]. Mathematical Problems in Engineering, 2011: 1-16
- [74] Feng Lin, Wang Guo-yin, Li Xin-xin. Knowledge acquisition in vague objective information systems based on rough sets [J]. Expert Systems, 2010, 27(2): 129-142
- [75] 王国胤, 姚一豫, 于洪. 粗糙集理论与应用研究综述 [J]. 计算机学报, 2009, 32(7): 1229-1246
- [76] 王国胤, 张清华. 不同知识粒度下粗糙集的不确定性研究 [J]. 计算机学报, 2008, 31(9): 1588-1598
- [77] 王国胤. Rough 集理论与知识获取 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2001
- [78] Davarynejad M, Vrancken J. A survey of fuzzy set Theory in intelligent transportation; state of the art and future trends [J]. Proceeding of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2009, 47(11): 3952-3958
- [79] 李德毅, 刘常昱. 论正态云模型的普适性 [J]. 中国工程科学, 2004, 6(8): 28-34
- [80] 苗奇谦, 王国胤, 刘清, 等. 粒计算: 过去、现在与展望 [M]. 北京: 科学出版社, 2007
- [81] 陈龙, 王国胤. 一种细粒度数据完整性检验方法 [J]. 软件学报, 2009, 20(4): 902-909
- [82] 龚勋, 王国胤. 基于特征点的三维人脸形变模型 [J]. 软件学报, 2009, 20(3): 724-733
- [83] 王国胤. 人脸感知: 从平面到三维 [M]. 北京: 科学出版社, 2011
- [84] Picard R W. Affective computing [M]. Cambridge: MIT Press, 2000
- [85] Yang Yong, Wang Guo-yin, Kong Hao. Self-learning facial emotional feature selection based on rough set Theory [J]. Mathematical Problems in Engineering, 2009: 29-45
- [86] Kim M H, Lee Y T, Son J. Age-related physical and emotional characteristics to safety warning sounds; design guidelines for intelligent vehicles [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews, 2010, 40(5): 592-598
- [87] Li Rui-min, Shi Qi-xin, Shen Wei. Development of integrated information platform for intelligent transportation systems [C]// Proceedings of the IEEE Intelligent transportation Systems. 2003, 1: 54-59
- [88] Ma Yu-lin, Yan Xin-ping, Wu Qing, et al. Research on intelligent vehicle platoon driving simulation experiment system under the coordination between vehicle and highway [J]. Journal of Computers, 2010, 5(11): 1767-1774