

WUREN JIASHI  
DAOHANG KONGZHI XITONG DE SHEJI

# 无人驾驶 导航控制系统的设计

—— 王佐勋 著 ——



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 无人驾驶 导航控制系统的设计

—— 王佐勋 著 ——



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

## 内 容 提 要

本书在作者近几年来对汽车无人驾驶技术的研究基础上,结合国内外的研究进展撰写而成。

本书从工程应用角度出发,以无人驾驶导航控制为研究主线,探讨了无人驾驶导航技术的研究背景、无人驾驶导航控制的机械结构、无人驾驶导航控制的通用电路、无人驾驶导航技术的微控制器、无人驾驶导航控制的电机和驱动电路、无人驾驶导航控制的传感器及接口技术、无人驾驶导航控制系统的控制算法等。

本书对当前无人驾驶导航的前沿和热点问题进行了分析,论述严谨,条理清晰,内容丰富新颖,是一本值得学习研究的著作。

## 图书在版编目(CIP)数据

无人驾驶导航控制系统的设计 / 王佐勋著. -- 北京:  
中国水利水电出版社, 2018.2  
ISBN 978-7-5170-6337-7

I. ①无… II. ①王… III. ①汽车驾驶—无人驾驶—  
导航系统—控制系统设计 IV. ①U471.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第042997号

|      |                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 无人驾驶导航控制系统的设计<br>WUREN JIASHI DAOHANG KONGZHI XITONG DE SHEJI                                                            |
| 作 者  | 王佐勋 著                                                                                                                    |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038)<br>网址:www.waterpub.com.cn<br>E-mail:sales@waterpub.com.cn<br>电话:(010)68367658(营销中心) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心(零售)<br>电话:(010)88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                               |
| 排 版  | 北京亚吉飞数码科技有限公司                                                                                                            |
| 印 刷  | 北京一鑫印务有限责任公司                                                                                                             |
| 规 格  | 170mm×240mm 16开本 16.25印张 211千字                                                                                           |
| 版 次  | 2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷                                                                                                  |
| 印 数  | 0001—2000册                                                                                                               |
| 定 价  | 79.00元                                                                                                                   |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

无人驾驶导航控制是在不配备司机的情况下,车辆借助本身的程序来对行车、路径、路线等状态指标自行管控,以此来实现无人驾驶的目的。在这种车辆中有配备一种受电脑系统控制的智能驾驶导航控制系统,它能自行辨别、报警、停车、维持车距、躲避障碍、自行驾驶。即使在复杂的路况中,它也能基于事先设定的行车线路,并与交通实况有机融合,实现独立的智能操作。其发展基础在于智能控制、脑科学、模式识别等方面的技术,它将体系架构、人工智能、自动控制等方面的技术都涵盖其中,它是控制科学、电子学、机械工程系、计算科学的集中体现,是机器人科学的一个分支。

本书是作者近年来在无人驾驶导航控制研究的基础上,结合国内外的一些研究进展写作而成。本书在介绍无人驾驶导航控制技术的基础上,对当前机器人和智能汽车的研究前沿和热点问题进行了分析,希望本书能够对读者熟悉和了解无人驾驶导航控制及其相关技术有所帮助。

本书从实际应用角度出发,以无人驾驶导航控制系统的设计为主线,介绍了无人驾驶导航技术的研究背景,无人驾驶导航控制系统的机械结构,无人驾驶导航控制系统的通用电路设计,无人驾驶导航控制系统的微控制器,无人驾驶导航控制系统的电机和驱动电路,无人驾驶导航控制系统的导航传感器及接口技术,无人驾驶导航控制系统的速度控制传感器,无人驾驶导航控制系统的控制算法等。其中,在机械结构设计中,对无人驾驶的转向系统、行驶系统、动力传动系统、传感器固定方式进行了设计。在电路设计中,对应用的通用电路进行了设计。在微控制器的设计

中,对各种型号的微控制器进行了分析,详细分析了它们应用的场景。在电机的选择和驱动电路的设计中,详细分析了几种电机驱动电路和驱动方式。在导航传感器设计中,对摄像头、光电传感器和电磁传感器进行了详细分析。在导航控制算法的设计中,对PID算法和滤波算法进行了详细分析。

本书由王佐勋著,在写作过程中,作者参阅了国内外专家和学者的著作和文献,谨在此表示感谢。

近年来,无人驾驶导航控制技术发展迅速,作者虽然力图在本书中展现无人驾驶导航控制的最新技术,但是由于无人驾驶导航控制技术一直处于不断发展之中,再加上作者水平所限,难以全面、完整地对当前的研究前沿和热点问题一一进行探讨,书中存在的错误与不当之处,敬请读者批评指正。

作 者

2017年11月22日

# 目 录

## 前言

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第 1 章 概述 .....             | 1  |
| 1.1 无人驾驶智能汽车的背景 .....      | 1  |
| 1.2 国内外智能汽车研究与竞赛 .....     | 9  |
| 1.3 车模和赛道设计 .....          | 12 |
| 第 2 章 无人驾驶导航控制的机械结构 .....  | 26 |
| 2.1 导航控制的机械系统 .....        | 26 |
| 2.2 导航控制的转向系统 .....        | 27 |
| 2.3 无人驾驶导航行驶系统 .....       | 33 |
| 2.4 无人驾驶导航的动力传动 .....      | 34 |
| 2.5 无人驾驶导航的传感器固定 .....     | 37 |
| 2.6 无人驾驶导航车模的整车调校 .....    | 38 |
| 2.7 车模更改相关规定 .....         | 52 |
| 第 3 章 无人驾驶导航控制的通用电路 .....  | 54 |
| 3.1 无人驾驶导航智能车分析 .....      | 54 |
| 3.2 总体设计 .....             | 55 |
| 3.3 单片机最小系统 .....          | 62 |
| 3.4 电源系统 .....             | 69 |
| 第 4 章 无人驾驶导航控制的微控制器 .....  | 73 |
| 4.1 微控制器选择 .....           | 73 |
| 4.2 Kinetis 系列微控制器 .....   | 74 |
| 4.3 16 位微控制器 S12X 系列 ..... | 79 |
| 4.4 ColdFire 系列单片机 .....   | 85 |
| 4.5 DSC 系列单片机 .....        | 87 |
| 4.6 仿真器 .....              | 89 |
| 第 5 章 道路图像预处理算法研究 .....    | 92 |
| 5.1 道路图像处理概述 .....         | 92 |

|               |                                 |            |
|---------------|---------------------------------|------------|
| 5.2           | 道路图像灰度化 .....                   | 92         |
| 5.3           | 道路图像增强 .....                    | 93         |
| 5.4           | 图像的平滑滤波 .....                   | 96         |
| 5.5           | 图像的锐化 .....                     | 99         |
| 5.6           | 图像分割 .....                      | 104        |
| 5.7           | 霍夫变换 .....                      | 113        |
| <b>第 6 章</b>  | <b>无人驾驶导航控制的电动机 .....</b>       | <b>118</b> |
| 6.1           | 电动机驱动电路概述 .....                 | 118        |
| 6.2           | 基于 MC33886 的电动机驱动模式 .....       | 122        |
| 6.3           | 基于 BTS7960 的电动机驱动方案 .....       | 126        |
| 6.4           | 基于普通 MOS 管电动机驱动电路 .....         | 131        |
| 6.5           | 转向模块——舵机 .....                  | 135        |
| <b>第 7 章</b>  | <b>无人驾驶导航控制的传感器及接口设计 .....</b>  | <b>139</b> |
| 7.1           | 摄像头模块 .....                     | 139        |
| 7.2           | 线性 CCD 模块 .....                 | 157        |
| 7.3           | 电磁赛道传感器 .....                   | 167        |
| <b>第 8 章</b>  | <b>无人驾驶导航控制速度传感器及接口设计 .....</b> | <b>172</b> |
| 8.1           | 测速模块——编码器 .....                 | 172        |
| 8.2           | 加速度传感器 .....                    | 179        |
| 8.3           | 陀螺仪 .....                       | 184        |
| 8.4           | 磁场感应传感器 .....                   | 188        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>无人驾驶导航控制算法 .....</b>         | <b>195</b> |
| 9.1           | PID 控制 .....                    | 195        |
| 9.2           | 滤波算法 .....                      | 203        |
| 9.3           | 卡尔曼滤波算法 .....                   | 205        |
| 9.4           | PID 实施方法(以平衡车控制为例) .....        | 215        |
| <b>第 10 章</b> | <b>无人驾驶导航控制系统调试 .....</b>       | <b>228</b> |
| 10.1          | 调试方法的改进 .....                   | 228        |
| 10.2          | 摄像头智能车的调试方法 .....               | 232        |
| 10.3          | 摄像头智能车控制策略 .....                | 239        |
| 10.4          | 电磁车调试中的问题 .....                 | 245        |
| <b>参考文献</b>   | <b>.....</b>                    | <b>252</b> |
| <b>后记</b>     | <b>.....</b>                    | <b>253</b> |

# 第 1 章 概 述

## 1.1 无人驾驶智能汽车的背景

### 1.1.1 汽车与汽车电子

1886 年 1 月 29 日,两位德国人卡尔·本茨和戈特利布·戴姆勒获得世界第一辆汽车的专利权,标志着世界第一辆汽车诞生。自汽车诞生一百多年以来,为改善汽车的使用性能,其机械结构一直处于不断发展和完善的过程中。在经历了近半个世纪的发展后,汽车的机械结构方面已经非常完善,靠改变传统的机械结构和有关结构参数来提高汽车的性能已临近极限。

现在的汽车已经成为了机电一体化产品,汽车电子是电子技术与汽车技术的结合。当前,电子控制技术已经广泛应用于汽车的各个方面,组成诸多汽车电子控制系统。根据不同的应用特点,汽车电子可以分为动力传动总成系统、底盘电子系统、车身电子系统以及信息和娱乐系统。这些汽车电子系统的采用可以全面改善汽车的行驶性能,提高汽车的安全性、舒适性和易操作性。图 1-1 为某一型号宝马车上的汽车电子装置及所用 MCU(微控制单元)类型。

21 世纪的汽车概念将发生根本性的变化,现在的汽车是带有一些电子控制的机械装置,将来的汽车将转变为带有一些辅助机械的机电一体化装置,汽车的主要部分不再仅仅是个机械装置,



它正向消费类电子产品转移。许多消费类电子企业和互联网公司开始进军汽车领域就是明证。2014 年,阿里巴巴赴美上市前夕宣布与上汽集团合作,将于两年内在国内联手开发一款互联网汽车。2015 年 1 月 20 日,乐视在北京召开发布会,宣布乐视智能汽车(中国)公司正式成立。从 2015 年初开始,有各种爆料称苹果公司正在秘密研发汽车项目。据说苹果公司已经组建了上千人的研发团队,包括来自特斯拉的员工,其目标在于电动车和自动驾驶车,相信这不是空穴来风。



图 1-1 汽车电子装置及 MCU

1.1.2 智能车研究意义

智能车辆主要是基于模糊控制理论、人工神经网络技术和神经模糊技术等人工智能的最新理论和技术而开展研究的。同时,现代控制理论、自主导航技术等先进技术在智能车辆的研究中也开始逐渐发挥作用。未来的智能汽车中自动化技术不再是辅助驾驶人解决一些紧急状况下的部分操作,而是较全面地替代了人。在检测行驶状况、对驾驶操作的决策,尤其是对紧急状况的

判别方面,将更突出智能检测、智能决策和智能控制。这样的智能汽车能自动导航、自动转向、自动检测和回避障碍物、自动操纵驾驶,尤其是在装备有智能信息系统的智能公路上,能够在充分保证安全车距的情况下以较高的速度自动行驶。

智能车研究与应用具有巨大的理论和现实意义,现举例说明:

在交通安全方面,由无人驾驶车辆研究形成的辅助安全驾驶技术,可以通过传感器准确、可靠地感知车辆自身及周边环境信息,及时向驾驶人提供环境感知结果,从而有效地协助提高行车安全。同时,智能汽车的发展将大幅度提高公路的通行能力,大量减少公路交通堵塞、拥挤,降低汽车油耗,可使城市交通堵塞和拥挤造成的损失减少 25%~40%,大大提高了公路交通的安全性。

在汽车产业自主创新方面,通过对无人驾驶车辆理论、技术研究,突破国外汽车行业专利壁垒,掌握具有核心竞争力的关键技术,可以为我国汽车产业自主创新和产业发展提供强有力的支撑。

在国防科技方面,“快速、精确、高效”的地面智能化作战平台是未来陆军的重要力量,无人驾驶车辆将能代替人在高危险环境下(如化学污染、核污染)完成各种任务,在保存有生力量、提高作战效能方面具有重要意义,也是无人作战系统的重要基础。

### 1.1.3 无人驾驶的研究现状

当前的汽车发展方向,一方面向智能方向发展,甚至取代驾驶人,例如,正在发展中的 Google 汽车、奔驰无人驾驶汽车等;另一方面由于能源危机及环境污染,向新能源方向发展,例如纯电动汽车或混合动力汽车。未来的汽车发展将融合上述两个方向,相互借鉴和促进。

#### 1. Google 无人驾驶汽车

Google 的一位员工几年前在博客里写道,拉里·佩奇和谢尔

盖·布林凌晨在办公室玩遥控车,车顶上还捆着摄像头。当时人们认为这不过是两位年轻亿万富翁的娱乐罢了,直到 Google 街景车突然出现在世界各个城市,人们才恍然大悟。这是当时办公室里遥控车的全部用意?也许并不尽然。最近,Google 终于公布了秘密开发数年的新计划,它的无人驾驶汽车已经在各种路况下积累了 22 万公里的行驶经验。

许多人都在乎驾驶的乐趣,但是在更多的时候,人们只不过是想方便地抵达目的地罢了。在这种时候,无须费心劳神驾车,而将时间和注意力花在更有价值的事情上,无疑具有相当的诱惑力。无人驾驶汽车的尝试早已有之:卡尔·本茨在 1886 年造出汽车,而 1939 年就已经出现了无人驾驶汽车的雏形。当然,当时的机器不能处理汽车行驶时所需的复杂数据,所以这项技术一直都没有太大的发展。直到计算机变得更小和更便宜后,这一领域才迅速发展起来。

如图 1-2 所示,Google 的这辆新无人驾驶汽车车顶上装有一个“有趣”的装置,看起来像是机器人 Wall-E 的头。实际上,它是个雷达,可以探测周围 70m 内的物体,侦测障碍物和其他车辆。安装在驾驶室內的摄像头会识别交通指示牌和信号灯,轮胎附近的传感器可以根据速度和方位推算出汽车当前所在位置,而连接 GPS 和 Google 地图的路线系统可以让它找到通往目的地的最快捷道路。



图 1-2 Google 无人车

据悉,无人驾驶汽车内必须配备数据采集的装置(类似飞机上的黑匣子),实验阶段的产品必须挂红色牌照,等车子通过测试面向大众的时候车辆才能挂绿色牌照。根据无人驾驶汽车行驶的法规,等车辆正式允许上路之后,车辆可以真正实现无人驾驶,但是无论操控汽车的人在不在车内,一旦汽车发生事故,操控汽车的人必须对事故负责。

Google 并非唯一研究无人驾驶汽车的公司。事实上,几乎所有传统大汽车公司都在研制各自的无人驾驶自动汽车,还有一些硅谷的研发实验室也加入了这个行列。Google 的博客写道:“每年全球因道路交通事故死亡的人数超过 120 万。我们的技术将减少这一数字,甚至使其下降一半。每一工作日,人们平均花费 52 分钟在上下班路上,而未来,人们将可以以更有效率的方式使用这些时间。”

## 2. 奔驰无人驾驶汽车

在美国拉斯维加斯举行的 2015 年国际消费电子展(CES)上,最大的亮点莫过于奔驰的无人驾驶概念车 F015 Luxury in Motion 的全球首秀。

Google 无人驾驶汽车的着眼点在于将乘客从出发地安全运送到目的地,是面向公众的交通产品。奔驰公司历史悠久,其推出的 F015 无人车有点像“阳春白雪”,把眼光放在了高端的豪华车型上,并提出了“移动的私人会所”的概念。

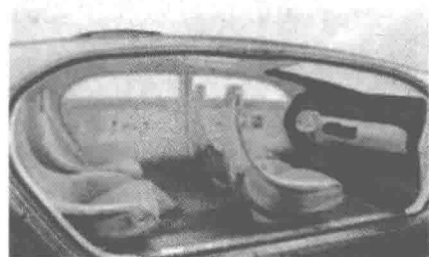
F015 凭借 Extended Sense 系统 360°的全方位视野和顶尖的立体摄像机、雷达及超声波传感器,让车辆各个方向及角度的环境状况均在它的实时掌控之中。在无人驾驶的状况下,高精度的 GPS 数据配合极准确的 3D 导航地图,可确保它的定位精确到厘米级别。同时,F015 还能在 60m 距离内识别车道上的行人,而且在 Extended Sense 功能的帮助下,F015 拥有自己的感知、解释和沟通能力。也就是说,作为行人,你对着 F015 做一个“哥们儿,你先走!”的手势,它能够看懂并淡定地从你身边驶过!

F015 的高效智能车身启用了新材料和新结构。碳纤维增强塑料(CFRP)、铝和高强度钢材的巧妙结合,使得它能够满足不同的需求,其车身外壳比目前的量产汽车减重 40%。“节能环保”是汽车的发展趋势,F015 的电动混合动力系统的总续航里程可达惊人的 1100km,并做到了真正的零排放。F015 可实现 6.7s 的静止到百公里加速以及 200km/h 的极速。而作为燃料的液氢消耗量仅为 0.006kg/km,足以体现其动力系统的高效与节能。

如图 1-3(a)所示,F015 车内采用了“2+2”座椅布局,其核心理念是可变座椅系统。前排两把座椅可在无人驾驶模式时向后旋转 180°,使前后排乘客可以舒适地面对面零障碍沟通,随时将汽车变为“车轮上的会客室”;在车门打开时,智能电动座椅还能贴心地自动向外转动 30%使乘客的上下车动作更为便利和优雅。

F015 进一步开发并优化了 LED 技术,其功能不仅限于常规照明功能,更可以与周围环境沟通与互动。前后排 LED 光源带的色彩在无人驾驶状态下显示蓝色,在手动驾驶模式下则是白色,后部 LED 矩阵式显示器向后方车辆明确地传达着信息,如 STOP(停止)或 SLOW(减速)等。车头部分的高精度激光投影系统则负责实现与前方环境和行人的沟通。如图 1-3(b)所示,若前方突然出现行人,它也能优雅地停下,并利用激光投射技术在街道上投射出一条临时的人行横道,引导路人安全前行。

这款无人驾驶概念车的另一大亮点是汽车、车内乘客与车外环境的持续信息交互。



(a) 车内布局



(b) 投射出人行横道

图 1-3 F015 无人驾驶概念车

根据车内座椅位置的不同,仪表板、后排以及车门侧面饰板中完美集成了6个显示屏幕,使每个座位上的乘客可以无死角地随时了解车辆信息并与车辆交互,将车内变成了科幻感十足的数码世界。而且,全车上下没有一个控制按钮!乘客可以通过手势、眼神追踪或触屏的方式来直观地与联网的汽车互动。

### 3. 特斯拉电动车

特斯拉(Tesla)汽车公司成立于2003年,总部设在美国加州的硅谷地带,是一家生产电动汽车的公司,创始人是硅谷工程师、资深车迷马丁·艾伯哈德(Martin Eberhard)。他在寻找创业项目时发现,美国很多停放丰田混合动力汽车普锐斯的私家车道上经常还会出现一些超级跑车的身影。他认为,这些人不是为了省油才买普锐斯,普锐斯只是这群人表达对环境问题的方式。于是,他有了将跑车和新能源结合的想法,而客户群就是这群有环保意识的高收入人士和社会名流。

2008年2月,Tesla开始交付第一辆Roadster,最初的7辆车作为“创始人系列”提供给艾龙·穆思科(Elon Musk)和其他出资人,这份名单里有谷歌的拉里·佩奇(Larry Page)、谢尔盖·布林(Sergey Brin)、Ebay的杰夫·斯科尔(Jeff Skoll)等。2008年10月,Roadster实现量产,尽管产品的下线时间比原计划晚了半年多,但首批客户依旧表现出足够的容忍,1000名客户中只有30名要求退款,而空缺出来的名额很快就被新订单填满。从布拉德·皮特、乔治·布鲁尼、施瓦辛格再到Google的两位创始人,Tesla的客户名单几乎就是一张全球财富榜。

Tesla Roadster在研发与生产过程中大量借鉴了英国莲花汽车公司的工程力量,并在最初车体设计方面借鉴了莲花Elise跑车的设计理念,同时其外部车身体板还采用了碳纤维材料构造,而其底盘则由模压铝构成,结果不仅赋予Tesla Roadster一个全新超级时尚的外观造型,如图1-4(a)所示,而且还确保了车身的坚固性。它的操作台与普通汽车驾驶台的最大区别是T形台的

中间位置放置了一个大型 LCD 液晶屏,如图 1-4(b)所示。通过该 LCD 可以显示汽车的各种动态信息以及各种设置。该车最大转速可达到  $13000\text{r}/\text{min}$ ,而且转矩力输出惊人,全新 Tesla Motors 的百公里加速只需短短的  $4\text{s}$  即可完成。



(a) 时尚的外观设计



(b) T形台嵌入LCD

图 1-4 特斯拉汽车

作为纯电动汽车,如何充电以及续航能力一直是消费者关注的焦点。新版的特斯拉汽车续航能力高达  $500\sim 600\text{km}$ ,同时该车能够接受普通的  $220\text{V } 10\text{A}$  电源充电,“能给手机充电,就能给特斯拉充电”。特斯拉使用日常电源充电  $1\text{h}$ ,大约能够支持行驶  $10\sim 16\text{km}$ ,如果用特斯拉专业的高速充电器,则可以将充电时间大幅缩短,以  $80\text{A}$  的专业充电器为例,其每小时的充电可支持行驶  $80\sim 100\text{km}$ 。

2014 年 6 月 12 日,特斯拉 CEO 埃隆·马斯克(Elon Musk)宣布,将与同行分享特斯拉的所有技术专利,以推动电动汽车技术的进步。他在公司官网上发表一篇题为《我们所有的专利属于你》的博客说,为了电动汽车技术的发展,特斯拉将开放其所有的专利。任何人出于善意想要使用特斯拉的技术,特斯拉都不会对其发起专利侵权诉讼。

马斯克认为,开放专利只会增强而不会削弱特斯拉的地位。他说,技术领导地位不取决于专利,而取决于一个公司吸引和调动人才的能力。马斯克在英国伦敦还表示,他打算开放特斯拉超级充电系统的设计技术,以便建立其他电动汽车制造商都能采

用的技术标准,但其他电动汽车商需要接受特斯拉超级充电站的经营模式。

## 1.2 国内外智能汽车研究与竞赛

### 1.2.1 基于真实车辆

许多国家都已经有了自行研制开发的无人驾驶汽车,美国国防部高等计划研究署甚至每年都组织一次挑战赛,奖励那些在复杂路况下表现最好的无人驾驶汽车。这些汽车一般都用雷达、摄像头、GPS等工具来帮助车辆探知周围的路况,通过卫星导航信号来拟定最近的行程,并且通过计算机视觉的方式来判断障碍物。

图1-5为德国大众汽车集团研制的无人驾驶汽车 Stanley。Stanley有4个激光探测仪、精确的GPS导航系统、7个奔腾处理器组成的高性能计算机,定位精度达到毫米级,并可以通过复杂的软件模块来进行控制。



图 1-5 Stanley 无人驾驶车

国内的若干高校和研究所也开展了智能无人车的研究。据



2011年7月报道,国防科技大学自主研制的红旗 HQ3 无人驾驶车完成了 286km 无人驾驶实验。车子没有 GPS 等导航设备,完全是利用自身的环境传感器对道路标线进行识别,进而依靠车载的智能行为决策和控制系统,实现了正常汇入高速公路的密集车流中的自动驾驶。据悉,此次实验中,无人车自主超车 67 次,成功超越其他行车道上的车辆 116 辆,被其他车辆超越 148 次,实测全程自动驾驶平均时速 87km。创造了我国自主研制的无人车在复杂交通状况下自动驾驶的新纪录,标志着我国无人车在复杂环境识别、智能行为决策和控制等方面实现了新的技术突破。

据悉, HQ3 无人车的主动安全能力很强,其反应速度为 40ms,而人操作的速度最快也要 500ms。这辆车内两边各有一个摄像头,相当于自动驾驶的眼睛。其他地方与普通车相比没有什么不一样的地方。无人驾驶汽车的大脑则是放在行李箱里的一个机箱,通过它输入时速等驾驶指令和参数。图 1-6 为在高速公路上行驶红旗 HQ3 无人车。



图 1-6 红旗 HQ3 无人车行驶在高速公路上

我国的智能车未来挑战赛创办于 2009 年,是国家自然科学基金委员会重大研究计划“视听觉信息的认知计算”的重要组成部分。该竞赛的目的就是通过在真实物理环境中的比赛交流来检验“视听觉信息的认知计算”研究进展,从而探索高效计算模型,提高计算机对复杂感知信息的理解能力和对海量异构信息的