



普通高校“十二五”规划教材

“飞思卡尔”杯 智能车设计与实践

慕声波 张玲 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材

“飞思卡尔”杯智能车 设计与实践

蔡声波 张 玲 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以“飞思卡尔”杯智能车竞赛为背景,以智能车制作过程中遇到的技术问题为着眼点,系统讲述了智能车的制作和调试过程。全书共分10章。第1章为智能车竞赛的发展历程和基本规则;第2章为机械系统和性能调校;第3章为智能车总体设计和通用电路;第4章为飞思卡尔微控制器简介;第5章为编译环境和外设,主要是对集成开发环境的介绍,并以MC9S12XS128MAL为例讲述了各外设的使用方法;第6章为电机和舵机的驱动电路设计;第7章为赛道传感器及接口设计;第8章为其他传感器及接口设计;第9章为常用控制算法和相关实例;第10章为系统调试过程中遇到的问题及解决方法。

本书可作为参加“飞思卡尔”杯全国大学生智能车竞赛的高等院校学生和广大业余爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

“飞思卡尔”杯智能车设计与实践 / 慕声波,张玲
编著. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2015.8
ISBN 978-7-5124-1412-9

I. ①飞… II. ①慕… ②张… III. ①汽车—模型(体育)—制作 IV. ①G872.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第175892号

版权所有,侵权必究。

“飞思卡尔”杯智能车设计与实践

慕声波 张玲 编著
责任编辑 董立娟 张耀军

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

北京楠海印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:13.75 字数:309千字

2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷 印数:3 000册

ISBN 978-7-5124-1412-9 定价:29.00元

主 审

陈桂友 黎 明

编委会成员

綦声波	张 玲	周丽芹	葛安亮
朱子超	田久东	江文亮	范松森
温 泉	邹腾慧	苏志坤	马 俭
覃大思	田德强	于少铭	鹿 鑫
陈 强	时绍壮	吴 勇	林国辉

前 言

“飞思卡尔”杯全国大学生智能车竞赛由飞思卡尔半导体公司赞助,是一项以智能车为研究对象的创意性科技竞赛。该竞赛融科学性、趣味性和观赏性为一体,是以迅猛发展、前景广阔的汽车电子为背景,涵盖自动控制、模式识别、传感器技术、电子、电气、计算机、机械与汽车等多学科专业的创意性比赛。

智能车竞赛委员会为了逐步提高我国大学生智能车的竞赛水平,避免“克隆车”、“继承车”的产生,保证竞赛的公平性,竞赛规则每年都会做一些改变,难度逐步增大,趣味性和挑战性增加。尽管智能车竞赛规则不断变化,但智能车的核心内容是不变的,例如智能车都要循迹行驶、都有 MCU 控制、都有硬件设计和软件编程、都需要机械调校等。因此,只要学通基本原理,就能从容不迫,以不变应万变。

为此,编者在多年指导智能车竞赛的基础上,根据学生对知识的认识规律,精心对教学内容进行了筛选,并组织富有经验的指导教师和参赛获奖学生共同参编了这本教材。全书共分 10 章。第 1 章为智能车竞赛的发展历程和基本规则;第 2 章为机械结构和性能调校,这是智能车的机械基础;第 3 章为智能车总体设计和通用电路;第 4 章为飞思卡尔微控制器简介;第 5 章为编译环境和外设,主要介绍集成开发环境;第 6 章为电机和舵机的驱动电路设计;第 7、8 章为各种传感器及接口设计;第 9 章为常用控制算法和相关实例;第 10 章主要针对系统调试过程进行了讲解。该书可以作为高校参赛师生及相关技术人员的参考用书。

感谢飞思卡尔半导体公司和蓝宙电子公司对本校实验室建设的赞助!感谢中国海洋大学教材基金的支持!本教材编著过程中,查阅了众多资料,感谢各位资料的编者及乐于分享的网友!该书历时两年积累整理而成,个别参考内容未及时记录,尽管在后期尽量补正,但疏漏总会有的,如发现请及时联系编者做出修订,邮箱:qishengbo@gmail.com。

编 者

2015 年 6 月于青岛

目 录

第 1 章 概 述	1
1.1 智能车竞赛背景	1
1.1.1 汽车与汽车电子	1
1.1.2 智能车研究意义	2
1.1.3 智能与新能源	3
1.2 国内外智能汽车研究与竞赛	6
1.2.1 基于真实车辆	6
1.2.2 基于模型车	8
1.2.3 “飞思卡尔”杯智能车竞赛	9
1.3 车模、规则和赛道概述	10
1.3.1 车 模	10
1.3.2 规 则	12
1.3.3 赛 道	16
1.3.4 参考赛道	22
第 2 章 机械系统及性能调校	24
2.1 机械系统简介	24
2.2 转向系统	25
2.2.1 舵机转向结构	25
2.2.2 阿克曼转角定律	25
2.2.3 舵机固定方式	26
2.2.4 转向系统设计	27
2.2.5 转向类型	28
2.3 行驶系统	28
2.4 动力传动系统	30
2.5 传感器固定支架	31
2.6 整车系统及调校	32
2.6.1 轮 胎	32
2.6.2 外廓尺寸	33
2.6.3 质心位置调校	35

2.6.4	悬架调校	37
2.6.5	前轮定位参数调校	38
2.6.6	直线行驶性能调校	40
2.6.7	动力传动系统调校	40
2.7	车模更改相关规定	41
第3章	智能车总体设计与通用电路	42
3.1	智能车分析	42
3.2	总体设计	43
3.2.1	摄像头组	43
3.2.2	电磁组	44
3.2.3	光电平衡组	47
3.3	单片机最小系统板	48
3.3.1	电源电路	49
3.3.2	时钟电路	49
3.3.3	复位电路	52
3.3.4	JTAG 接口电路	53
3.4	电源系统	53
3.4.1	线性电源	53
3.4.2	开关电源	54
第4章	飞思卡尔微控制器	56
4.1	微控制器选择	56
4.2	Kinetis 系列微控制器	57
4.2.1	概述	57
4.2.2	K60 系列	58
4.2.3	KL25 系列	60
4.2.4	Kinetis EA 系列	61
4.3	16 位微控制器 S12X 系列	64
4.3.1	概述	64
4.3.2	模块介绍	65
4.4	ColdFire 系列单片机	69
4.4.1	概述	69
4.4.2	蓝宙电子公司的 ColdFire 模块	69
4.5	DSC 系列单片机	70
4.5.1	概述	70
4.5.2	龙丘公司的 MC56f8300 单片机	71
4.6	仿真器	72
4.6.1	BDM 仿真器	72

4.6.2	JLINK	73
第5章	编译环境和外设	75
5.1	IDE 概述	75
5.2	CodeWarrior	76
5.2.1	新建工程	76
5.2.2	工程概览	81
5.3	单片机内部资源配置	82
5.3.1	配置 CPU	82
5.3.2	GPIO 的使用	83
5.3.3	外部中断的使用	85
5.3.4	定时/计数器的使用	88
5.3.5	PWM	90
5.3.6	通用异步串行口 UART	93
5.3.7	A/D 转换器	95
5.3.8	同步串行接口 SPI	98
5.3.9	I ² C 总线	99
5.4	Keil μ Vision4	101
第6章	电机与舵机驱动电路	105
6.1	电机驱动电路概述	105
6.1.1	单向控制电路	105
6.1.2	可逆控制电路	106
6.2	基于 MC33886 的电机驱动模式	107
6.2.1	电机型号	107
6.2.2	MC33886 单片 H 桥驱动芯片	108
6.2.3	单片 MC33886 应用电路	111
6.3	基于 BTS7960 的电机驱动方案	112
6.3.1	BTS7960 的基本特征和内部框图	112
6.3.2	封装与引脚	114
6.3.3	应用电路	115
6.4	基于普通 MOS 管电机驱动电路	116
6.4.1	基于 CMOS 逻辑芯片驱动	116
6.4.2	基于半桥驱动芯片方案	117
6.5	转向模块——舵机	119
6.5.1	基本原理	119
6.5.2	Futaba S3010(A/C 车模)	120
6.5.3	S-D5 数字舵机(B 车模)	120
第7章	赛道传感器及接口设计	122

7.1 摄像头模块	122
7.1.1 摄像头基础知识	122
7.1.2 图像信号相关概念解释	123
7.1.3 OV7620 摄像头	125
7.1.4 OV7620 摄像头模块	125
7.1.5 OV5116	129
7.2 线性 CCD 模块	133
7.2.1 TSL1401	134
7.2.2 蓝宙线性 CCD 模块	136
7.2.3 关于镜头和偏振片	137
7.2.4 线性 CCD 使用中的一些问题	137
7.3 电磁赛道传感器	142
7.3.1 分立元器件电磁放大检波电路	143
7.3.2 集成运放电磁放大检波电路	143
第 8 章 通用传感器及接口设计	146
8.1 测速模块——编码器	146
8.1.1 基本原理	146
8.1.2 欧姆龙双相编码器	148
8.1.3 Mini512Z	149
8.2 加速度传感器	151
8.2.1 MMA7260 引脚描述	151
8.2.2 MMA7260 的硬件设计	152
8.2.3 MMA7260 输出电压	153
8.2.4 MMA7260 使用方法	155
8.3 陀螺仪	155
8.3.1 陀螺仪应用	156
8.3.2 加速度计与陀螺仪的数据融合	157
8.4 磁场感应传感器	158
8.4.1 干簧管	158
8.4.2 霍尔传感器	159
第 9 章 控制算法及平衡车实例	163
9.1 PID 控制	163
9.1.1 位置式与增量式 PID 控制算法	163
9.1.2 PID 算法的改进形式	165
9.1.3 PID 参数调节技巧	168
9.2 滤波算法	168
9.3 卡尔曼滤波算法	170

9.3.1 概 述	170
9.3.2 卡尔曼滤波应用实例	171
9.4 PID 实施方法(以平衡车控制为例)	176
9.4.1 平衡车直立控制	178
9.4.2 平衡车速度控制	179
9.4.3 平衡车方向控制	180
9.4.4 核心代码参考	181
第 10 章 调试助手与系统调试	185
10.1 调试方法的改进	185
10.2 摄像头智能车的调试方法	189
10.2.1 赛道提取	189
10.2.2 十字路处理	191
10.3 摄像头智能车控制策略	194
10.3.1 改进的 PD 算法	194
10.3.2 速度控制方案	195
10.3.3 图像的采集	196
10.3.4 阈值的动态计算	197
10.4 电磁车调试中的问题	198
10.4.1 归一化	198
10.4.2 偏差计算方法	199
10.4.3 信号丢失的处理方法	203
10.4.4 弯道重叠问题	203
参考文献	205

第 1 章

概 述

1.1 智能车竞赛背景

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·戴姆勒获得世界上第一辆汽车的专利权,标志着世界上第一辆汽车诞生。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,汽车在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 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员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,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,及时向驾驶员提供环境感知结果,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 智能与新能源

当前的汽车发展方向,一方面向智能方向发展,甚至取代驾驶员,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,人们只不过是想方设法地抵达目的地罢了。在这种时候,无须费心劳神驾车,而能够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 70 米内物体,侦测障碍物和其他车辆。安装在驾驶室内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要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,最大的亮点莫过于梅赛德斯-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 60 米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 1 100 公里,并做到了真正的零排放。F015 可实现 6.7 秒的静止到百公里加速以及 200 公里/小时的极速。而作为燃料的液氢消耗量仅为 0.6 千克/百公里,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

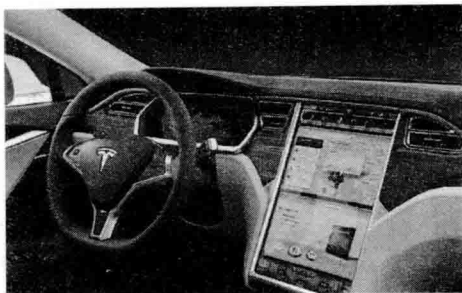
特斯拉(Tesla)汽车公司成立于 2003 年,总部设在了美国加州的硅谷地带,是一家生产电动汽车的公司,创始人是硅谷工程师、资深车迷马丁·艾伯哈德(Martin Eberhard)。他在寻找创业项目时发现,美国很多停放丰田混合动力汽车普锐斯的私家车道上经常还会出现一些超级跑车的身影。他认为,这些人不是为了省油才买普锐斯,普锐斯只是这群人表达对环境问题的方式。于是,他有了将跑车和新能源结合的想法,而客户群就是这群有环保意识的高收入人士和社会名流。

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,1 000 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 型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 13 000 转/分,而且扭矩力输出惊人,全新 Tesla Motors 的百公里加速只需短短的 4 秒钟即可完成。



(a) 时尚的外观设计



(b) T型台嵌入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 500~600 公里,同时该车能够接受普通的 220 伏 10 安培电源充电,“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一小时,大约能够支持行驶 10~16 公里,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 安培的专业充电器为例,其每小时的充电可支持行驶 80~100 公里。

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站系统的设计技术,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。这些汽车一般都有雷达、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。

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



图 1-5 Stanley 无人驾驶车

科技大学自主研发的红旗 HQ3 无人驾驶车完成了 286 公里无人驾驶实验。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,进而依靠车上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 87 公里。创造了我国自主研发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 40 毫秒,而人操作的速度最快也要 500 毫秒。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后备箱里的一个机箱,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的红旗 HQ3 无人车。

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处理效率,以促进该研究计划取得更好的进展。

2010 年,第二届中国智能车未来挑战赛在西安举行,参赛队伍共有十支,分别来自北京理工大学、湖南大学、清华大学、国防科技大学、西安交通大学、军事交通学院、装甲兵工程学院、中科院合肥物质科学研究院、武汉大学、南京理工大学。在为期 3 天的比赛中,各队展开了基本能力测试和复杂环境综合测试的角逐。其中,基本能力测试包括交通标志识别能力测试和基本驾驶能力测试,而且基本驾驶能力测试有曲线弯道行驶