

十天 学会智能车

——基于STM32

慕声波 江文亮 王新宝 郑道琪 张宏亮 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

十天学会智能车

——基于 STM32

綦声波 江文亮 王新宝 郑道琪 张宏亮 编著



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以全国大学生智能车竞赛为背景,以广泛使用的 STM32 为平台,以智能车制作过程中的学习顺序及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 讲,其中,第 1 讲为智能车的发展、智能车竞赛历史和智能车技术概述;第 2 讲为 STM32 的入门知识,包括原理图及所用的编程环境,为智能车的软件设计打下基础;第 3 讲为智能车控制基础,主要是讲电机、舵机的控制,以及定时器/计数器的使用和模/数转换器;第 4 讲为智能车控制实战,主要是讲智能车各组成部分如何进行控制,包括人机界面及 STM32 的引脚模式;第 5 讲为智能车检测技术,主要是讲电磁检测的基本原理、转换技术及处理技术;第 6 讲为智能车控制算法,主要是讲负反馈控制思想、位置式和增量式 PID,以及 PID 参数的调节;第 7 讲为智能车负反馈控制,主要是讲编码器原理、计数器及闭环调速和分段调速;第 8 讲为基于 C# 的软件编写,主要是讲智能车上位机辅助调试软件的编写;第 9 讲为电路板设计与制作,这是智能车的硬件基础;第 10 讲为机械结构调校及优化方法,这是智能车的机械基础。

本书可作为低年级大学生学习智能车的培训教材,也可作为参加“全国大学生智能汽车竞赛”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

十天学会智能车:基于 STM32 / 蔡声波等编著. --
北京:北京航空航天大学出版社,2019.8
ISBN 978-7-5124-3048-8

I. ①十… II. ①蔡… III. ①智能控制—汽车—高等学校—教材 IV. ①U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 154802 号

版权所有,侵权必究。

十天学会智能车——基于 STM32

蔡声波 江文亮 王新宝 郑道琪 张宏亮 编著
责任编辑 毛淑静

*

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

艺堂印刷(天津)有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:14.5 字数:309 千字

2019 年 9 月第 1 版 2019 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-3048-8 定价:45.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

对读者说的话

綦声波:十几年带领大学生参加智能车竞赛的经历,让我收获良多。看到一届届的学生走进智能车的天地中学习、提高并成才,我相信,未来无论他们是升学还是工作,智能车竞赛过程都是他们四年本科生涯中最值得回忆的一段历程。由于智能车涉及的知识面很广,在智能车的制作培训中,我常常苦闷于如何快速提高学生的智能车制作水平,特别是那些第一次接触智能车的入门者。只有在茫茫的知识海洋中去粗取精,并按照学生的认知特点组织教学,才能让入门者少走一点弯路,多一份从容和乐趣。这本基于 STM32 平台的智能车教材就是这样一种尝试。

江文亮:我是青岛宇智波电子科技有限公司的 JSIR(一个奇怪的来自好友的称呼),于 2017 年毕业于中国海洋大学(硕士),工作后,还依然从事着当初在校学习的嵌入式行业。我分别于 2012 年、2013 年、2014 年参与了全国大学生智能车竞赛。之后,由于一些机缘巧合,我有幸参与了多个高校的智能车培训活动。在与学弟学妹们的交流中,我感慨良多,尤其是与他人分享和交流自己的知识,帮助嵌入式爱好者提高技术水平的过程中,让我感受到了作为一名分享者所拥有的快乐。于是,我在 2018 年创立了青岛宇智波电子科技有限公司,专门致力于科技创新教育,希望我们的付出,能够为嵌入式爱好者们带来帮助,传播快乐和创新、创意的灵感。

王新宝:“育人、竞赛、精神”,提到智能车,让我联想起这几个词。从教育出发为起点,以竞赛作主体是舞台,最终学子们获得的是永久的精神财富。愿此书能为大家打开探索科学技术的大门,也伴随大家参与智能车竞赛的始终!

郑道琪:我是青岛宇智波电子科技有限公司的嵌入式研发工程师,很荣幸能够参编本书,在分享知识的同时也提升了自己。参与智能车竞赛是幸福的,也是充满挑战的。在做智能车的两年经历中,深感各种电路、程序和机械结构的知识门槛,对于一个没有接触过相关专业课程学习的“小白”是多么不友好。很多同学对智能车很感兴趣,但是上手时却对智能车涉及的各种技术望而却步。智能车涵盖的知识确实非常多,本书就把智能车涉及的各种知识融合到



了一起,让初识智能车的同学能够快速地掌握各种入门知识,尽快让车跑起来,并能够知道怎么让智能车跑得更快。所以,这样一本智能车入门的书是非常有必要的。

张宏亮:非常荣幸能有机会跟大家分享一些智能车的知识和经验,希望通过本书能使读者快速入门并了解智能车,也希望读者能够灵活运用书中的知识,踏上嵌入式系统学习的快车道!

前 言

全国大学生智能车竞赛是一项以智能车为研究对象的创意性科技竞赛，融科学性、趣味性和观赏性为一体。智能车竞赛从技术上来说，涉及单片机技术、微机原理、模拟电子技术、数字电子技术、电机拖动、传感器原理与检测技术、电路原理、PID 控制、卡尔门滤波、C 语言编程、机械结构、电源技术等，几乎涵盖了自动化专业的方方面面；从非技术角度来说，它涉及竞赛策略、心理学、团队建设与团队精神等方面。因此，智能车竞赛对于参赛队员的锻炼是全方位的。也正因为如此，大多数初学者会感到入门难，特别是对于一些低年级大学生，因为知识储备不足，面对智能车不知从何下手，往往还没享受到智能车竞赛的乐趣，就先被困难吓倒了。

智能车竞赛组委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，每年都会对竞赛规则做一些改变，使竞赛难度逐步增大，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。其实，这些知识不仅智能车竞赛会用到，其他竞赛项目也会用到，例如机器人竞赛、电子设计竞赛等。随着人工智能、智能科学与技术、机器人工程、物联网等面向新兴产业且与自动化专业高度相关的“新工科”专业的陆续设立，智能车竞赛平台正在成为让众多学生受惠的综合性平台。因此，选择一款通用的平台，通过学习智能车的制作将所学知识融会贯通，面对任何竞赛或者工程项目都能做到从容不迫，以不变应万变是非常重要的。

“图难于其易，为大于其细”，通过将智能车的内容分解，各个击破，智能车的学习会变得简单而充满乐趣。本书选择当下性价比高的 STM32 平台，根据学生对知识的认识规律，对教学内容进行了精心筛选和安排，将智能车入门分为 10 讲。其中，第 1 讲为智能车的发展、智能车竞赛历史和智能车技术概述；第 2 讲为 STM32 的入门知识，包括原理图及所用的编程环境，为智能车的软件设计打下基础；第 3 讲主要是讲电机、舵机的控制，以及定时器/计数器的使用和模/数转换器；第 4 讲为智能车控制实战，主要是讲智能车各组成部分如何进行控制，包括人机界面及 STM32 的引脚模式；第 5 讲为智能车检测



技术,主要是讲电磁检测的基本原理、转换技术及处理技术;第6讲为智能车控制算法,主要是讲负反馈控制思想、位置式和增量式PID,以及PID参数的调节;第7讲为智能车负反馈控制,主要是讲编码器原理、计数器及闭环调速和分段调速;第8讲为基于C#的软件编写,主要是讲智能车上位机辅助调试软件的编写;第9讲为电路板设计与制作,这是智能车的硬件基础;第10讲为机械结构调校及优化方法,这是智能车的机械基础。

智能车竞赛是竞争非常激烈的竞赛,有时差0.1s就是一等奖和二等奖的区别;智能车竞赛也是一个存在偶然性的竞赛,哪怕平时的训练水平再高,临场发挥不好也会影响最终成绩。做智能车不要怕失败,胜固可喜,败亦无忧!胜者的奖项可以管用一阵子,但通过竞赛所获得的知识 and 能力却可以管用一辈子。这正如10个人同时在爬山,但山上只有两面红旗,最先爬上山的两个人拿到了红旗,另外8个人也爬上了山,却没有拿到红旗。难道没有拿到红旗的人就比拿到红旗的人差吗?组别不一样,对手也不一样,正如爬山时选择了不同的路,路况自然也不一样,但他们最后都爬到了山顶,都一样在山顶上欣赏着山下美丽的风景,谁说他们是失败者?

全国大学生智能车竞赛举办了十几届,已经培养了几十万的优秀大学生。这些优秀的竞赛选手大多是从“小白”开始起步的。“入此门来选择奋斗,出此门去已成大牛”“为真才实学走进来,为勇闯世界走出去”,因为锲而不舍和持续奋斗,无论最后成功还是失败,智能车竞赛都会成为他们大学四年中最值得回忆和骄傲的事情。

最后,感谢中国海洋大学智能车团队的历届成员,因为你们十几年如一日的坚持和奉献,才有了中国海洋大学智能车水平的持续进步,并惠及更多的学弟学妹!感谢青岛宇智波电子科技有限公司的赞助。参与智能车设计及参编本书的几个骨干成员都曾是竞赛达人,受益于竞赛而后奉献于竞赛,因为热爱,所以倾心!在本书编写过程中,查阅了众多资料,感谢各位资料的编者及乐于分享的网友!个别参考内容未及时记录,加之编者水平有限,尽管在后期尽量补正,但疏忽和遗漏仍可能会发生,如发现不妥之处请及时联系编者做出修订,邮箱:qishengbo@ouc.edu.cn;jsir416@126.com。

綦声波

2019年5月于青岛



第 1 讲 什么是智能车	1
1.1 智能车与智能车竞赛	1
1.1.1 汽车、汽车电子与智能车	1
1.1.2 智能车竞赛	2
1.2 智能车技术概述	5
1.2.1 传感器	6
1.2.2 信号处理和运算电路	6
1.2.3 执行机构	7
第 2 讲 STM32 入门	9
2.1 STM32 系列	9
2.2 原理图	10
2.3 初识 IAR	13
2.4 点亮一个 LED	15
2.5 IAR 的快捷方式	22
第 3 讲 智能车控制基础	23
3.1 直流电机控制技术	23
3.2 伺服舵机原理	30
3.3 定时器/计数器	31
3.4 模/数转换器	33
第 4 讲 智能车控制实战	36
4.1 概 述	36
4.2 例程使用方法	38
4.3 定时器/计数器	41



4.4	模/数转换器	47
4.5	OLED 液晶屏	49
4.6	STM32 的引脚模式	55
4.6.1	STM32 的 GPIO 模式	55
4.6.2	I/O 的功能模式	55
第 5 讲	智能车检测技术	62
5.1	概 述	62
5.2	电磁检测的电路原理	63
5.2.1	LC 谐振电路	63
5.2.2	运算放大电路	64
5.2.3	RC 滤波电路	68
5.2.4	电磁信号的 ADC 采集	70
5.3	将传感器数据归一化	72
5.4	电磁传感器对应的偏差计算方法	73
第 6 讲	智能车控制算法	76
6.1	概 述	76
6.2	小车控制思想	78
6.3	负反馈闭环控制系统	81
6.4	位置式与增量式 PID	83
6.5	PID 的三个环节	85
6.6	PID 参数的影响效果	87
6.7	分段 PID 系数	89
6.8	模糊 PID 控制	90
6.9	三个实例	92
第 7 讲	智能车负反馈控制	94
7.1	概 述	94
7.2	编码器介绍	96
7.3	STM32 的计数器	99
7.4	闭环调速	110
7.5	分段调速	117
第 8 讲	基于 C# 的软件编写	119
8.1	概 述	119
8.2	智能车与上位机	119
8.3	C# 入门	120
8.4	C# 必备知识介绍	125

8.5 C#的事件驱动机制	127
8.6 C#的串口通信编程	129
8.7 C#的曲线绘制	134
8.8 C#的异常处理机制	138
8.9 C#的文件读/写操作	142
第9讲 电路板设计及制作	151
9.1 概 述	151
9.2 PCB技术综述	151
9.3 Altium Designer入门	152
9.4 原理图库	162
9.5 PCB库	164
9.6 单片机最小系统PCB绘制示范	167
9.7 Altium Designer使用技巧	174
第10讲 机械结构调校及优化方法	179
10.1 “恩智浦”智能车竞赛车模种类	179
10.2 “恩智浦”智能车竞赛车模修改要求	181
10.3 “恩智浦”智能车竞赛车模简介及优缺点分析	182
10.4 常用的零件加工方式介绍	185
10.5 “恩智浦”智能车的机械调校	186
附录A U-X-F101系列智能车套件	198
附录B U-X-F101智能车组装说明	200
B.1 元器件目录	200
B.2 元器件清单	201
B.3 装配说明	202
B.4 U-X-F101智能车组装注意事项	210
附录C U-X-F101智能车用户手册与常见问题解答	211
C.1 整车各部分说明	211
C.2 主板使用说明	211
C.3 参数说明	212
C.4 使用注意事项	213
C.5 常见问题解答	213
参考文献	220

第 1 讲

什么是智能车

1.1 智能车与智能车竞赛

1.1.1 汽车、汽车电子与智能车

1886年1月29日,两位德国人卡尔·本茨和戈特利布·戴姆乐获得世界上第一辆汽车的专利权,这标志着世界上第一辆汽车诞生。自汽车诞生100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。

现在的汽车早已成为机电一体化产品,汽车电子是电子技术与汽车技术的结合。当前,电子控制技术已经被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。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。

智能车辆的研究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。对于未来的智能汽车,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的优势。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,举例说明如下:

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、拥挤的情况,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。

不少世界汽车巨头和互联网公司都对无人驾驶汽车大力投入以进行相关研究,无人智能车未来会成为人们生活的一部分。据《北京市自动驾驶车辆道路测试报告(2018年)》中的数据,2018年北京市已为8家企业的56辆自动驾驶车辆发放了道路临时测试牌照,自动驾驶车辆道路测试已经安全行驶超过15.36万千米,到2022年,北京智能网联车辆测试里程达到2000千米,这意味着在越来越多的马路上,市民将会看到自动驾驶车辆和普通车辆混合行驶。

1.1.2 智能车竞赛

智能车竞赛分为基于真实车和基于模型车两种。

世界上许多国家都已经有了自行研制开发的无人驾驶汽车,无人驾驶汽车也已经成功地横跨整个美洲大陆。美国国防部高等计划研究署甚至每年都会组织一次挑战赛,奖励那些在复杂路况下表现最好的无人驾驶汽车。这些汽车一般都会有雷达、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。

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。该竞赛目的就是通过真实物理环境中的比赛交流和检验我国“视听觉信息的认知计算”研究进展,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,以促进该重大研究计划取得更好的进展,促进该重大研究计划的原始创新。以2017年第九届中国智能车未来挑战赛为例,比赛分为离线测试、高速道路测试和城区道路测试三类,其中的高速道路测试首次引入真实交通环境,将自动驾驶车辆与普通车辆同路段行驶。城区道路测试更加复杂,智能车需要应付的异常情况也更多,是真正考验其“智能性”的场所。

由于真实无人驾驶车的研究投入大,试车过程中存在一些危险因素,用来做大学生的智能车比赛平台显然不太现实。而基于模型车的智能车投资小,可以设计专用跑道进行各种功能测试,集科学性、挑战性、趣味性于一体,其基本原理可以借鉴真实无人驾驶智能车,其研究成果也可以为真实无人驾驶智能车的研究提供参考。

基于模型车的比赛,当前最引人瞩目的就是全国大学生智能汽车竞赛。该项比赛起源于韩国,是韩国汉阳大学汽车控制实验室在当时的飞思卡尔半导体公司资助下举办的以 HCS12 单片机为核心的大学生课外科技竞赛。组委会提供一个标准的汽车模型、直流电机和可充电式电池,参赛队伍要制作一个能够自主识别路径的智能车,在专门设计的跑道上自动识别道路行驶,谁最快跑完全程而没有冲出跑道并且技术报告评分较高,谁就是获胜者。

2000 年智能车比赛首先由韩国汉阳大学承办,每年韩国有 100 余支大学生队伍参赛。该项赛事得到了众多高校和大学学生的欢迎,也逐渐得到企业界的关注。

这项比赛引入中国后,受到国家层面的重视,并深受相关专业大学生的喜欢,称为“飞思卡尔”杯全国大学生智能车竞赛(简称“飞赛”,后来飞思卡尔公司被恩智浦公司收购,该竞赛又简称“恩赛”)。该竞赛是受教育部高等教育司委托,由教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会指导的赛事,下设秘书处,挂靠清华大学。

该竞赛以“立足培养,重在参与,鼓励探索,追求卓越”为指导思想,旨在促进高等学校素质教育,培养大学生的综合知识运用能力、基本工程实践能力和创新意识,激发大学生从事科学研究与探索的兴趣和潜力,倡导理论联系实际、求真务实的学风和团队协作的人文精神,为优秀人才的脱颖而出创造条件。竞赛组织运行模式贯彻“政府主导、专家主办、学生主体、社会参与”的 16 字方针,充分调动各方面参与的积极性。

2006 年在清华大学综合体育场举行了第一届智能车竞赛,来自全国 57 所大学的 112 支参赛队伍在模拟赛道上一决胜负。

2007 年在上海交通大学举办了第二届智能车竞赛全国总决赛。由于竞赛队伍的增多,本届比赛开始设置分赛区,分为东北赛区、华北赛区、华东赛区、华南赛区和西南赛区。从本年度开始,每届竞赛先进行分赛区竞赛,经选拔后的参赛队才能参加全国总决赛。

2008 年在东北大学举办了第三届智能车竞赛全国总决赛。比赛分两个组——光电组和摄像头组。竞赛分东北、华北、华东与华南四大赛区进行选拔,西南赛区因汶川地震临时取消,参赛队伍合并到其他赛区。

2009 年在北京科技大学举办了第四届智能车竞赛全国总决赛,分赛区恢复为 5 个赛区,将西南赛区改为西部赛区。本届竞赛增加了创意组的项目表演。

2010 年在杭州电子科技大学举办了第五届智能车竞赛全国总决赛,比赛由 5 大赛区升级为 6 大赛区,增设安徽赛区。本届新设了电磁组的竞赛单元,参赛者需要用电磁器件代替传统的光电和 CCD,通过磁感应来进行赛道信息的获取。2008 年的汶川大地震给当地的人们带来了巨大的灾难,全国人民团结一心抗震救灾,于是 2010 年的创意组比赛主题设定为“灾难救援”。

2011 年在西北工业大学举办了第六届智能车竞赛全国总决赛,依然沿用了上届的光电组、CCD 组和电磁组三种类型,并首次采用飞思卡尔 32 位微控制器。创意组

主题设定为智能交通管理。

2012年在南京师范大学举办了第七届智能车竞赛全国总决赛,从6大赛区升级为8大赛区,增加了山东赛区和浙江赛区。本届电磁组要求两轮着地站立起来跑,通过在赛车中增加陀螺仪和倾角传感器,从而保持赛车的平衡。赛道的宽度从50 cm缩减为45 cm,并且实现了双线判决。

2013年在哈尔滨工业大学举办了第八届智能车竞赛全国总决赛,本届竞赛还邀请了9所境外高校参加。本届竞赛在赛道的路口加入了方向信号灯的判断,大赛逐步向着更加接近真实路况的方向发展。本届的“彩蛋”出现在闭幕式上,卓晴老师深情演唱《我和草原有个约定》。

2014年在电子科技大学举办了第九届智能车竞赛全国总决赛,在本届的创意赛上,热爱挑战的哈尔滨工业大学的同学展出了自制的独轮自平衡车,并向主办方提出在未来的竞赛中加入独轮直立组的设想。

2015年在山东大学体育馆隆重举行了第十届智能车竞赛全国总决赛,这是最后一届“飞赛”,因为飞思卡尔半导体正式被恩智浦半导体收购,所以,以后的智能车竞赛不能再叫“飞赛”了。本届竞赛首次加入双车追逐的竞赛,采用电磁循迹方式运行。

值得一提的是,“飞赛”十年,培养了数十万智能车学子,为国家输送了大量优秀人才。时任山东明湖书画院副院长,书法家齐炳和先生撰写了“飞思卡尔冠名巅,车赛十年誉满天,山大倾心迎远客,泉城谱写创新篇”的诗词作品(见图1-1),并作为礼物赠送给举办单位山东大学,现场令人感动。后来,该作品在2018年智能车全国总决赛期间的“智能汽车竞赛创新文化展”中展出,充分显示了智能车竞赛文化的魅力。

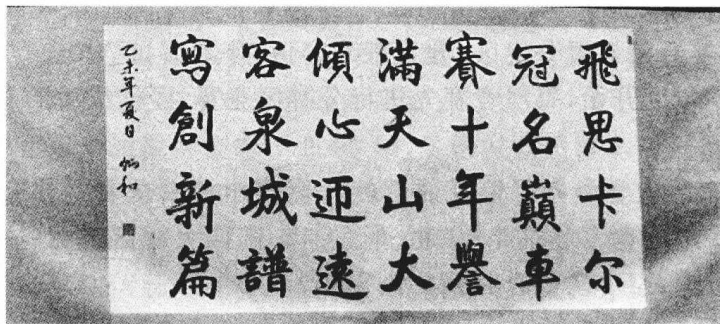


图 1-1 “飞赛”十年纪念诗

2016年在中南大学举行了第十一届智能车竞赛全国总决赛,本届竞赛设基础类、提高类两个类别共6个赛题组。其中,基础类设光电组、摄像头组、电磁直立组、电轨组4个组,提高类设双车追逐组和信标越野组,由于信标越野组的进入,智能汽车竞赛首次有了无赛道比赛模式。

2017年在常熟理工学院举行了第十二届智能车竞赛全国总决赛,竞赛分设竞速组和创意组两大类,包括光电四轮组、光电直立组、光电追逐组、电磁普通组、电磁节能组、电磁追逐组、双车对抗组及四旋翼导航组共8个组,并增加了环岛赛道新元素;

同时特别增加了中小学组。

2018年在厦门大学嘉庚学院举办了第十三届智能车竞赛全国总决赛,本次竞赛分为光电四轮组、电磁三轮组、电磁直立组、双车会车组、无线节能组和信标组共6个竞速组,以及创意组和中小学组。

由于智能车竞赛涉及面非常广,从技术上来说,它涉及单片机技术、微机原理、模拟电子技术、数字电子技术、电机拖动、传感器原理与检测技术、电路原理、PID控制、卡尔门滤波、C语言编程、机械结构、电源技术等,几乎涵盖了自动化专业的方方面面;从非技术角度来说,它涉及竞赛策略、心理学、团队建设与团队精神等方面。因此,智能车竞赛对于参赛队员的锻炼是全方位的。

1.2 智能车技术概述

本节将从系统的角度讲解智能车的组成和各部分的功能,如果初学者对有些名词感到陌生,没有关系,因为在接下来的几讲中,对所涉及的专业词汇都会有详细的解释,在第1讲只希望大家对智能车能够有一个感性认识,拉近大家和小车之间的距离。

图1-2所示是智能车的基本组成部分。这里分为3部分对一台智能车进行讲解,分别是传感器、信号处理和运算电路、执行机构。任何智能小车都少不了这3部分。

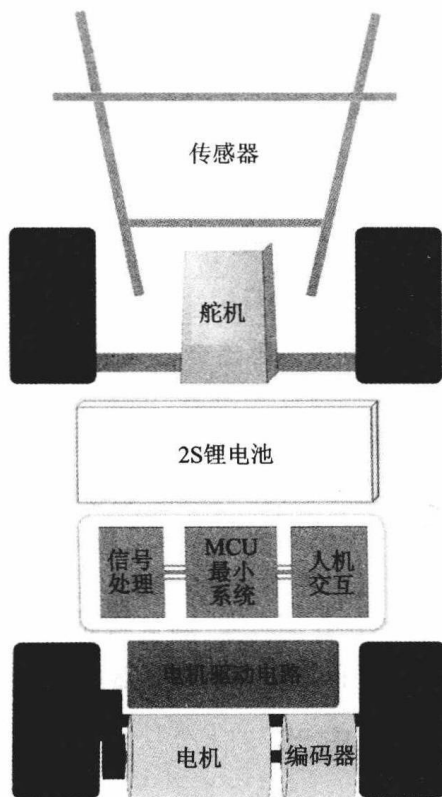


图 1-2 智能车组成部分

1.2.1 传感器

由传感器检测车身与赛道的偏离程度,将信息传达至单片机,单片机内的算法根据一定的规律进行运算,将运算结果进行功率放大以驱动执行机构(电机和舵机)。其中,电机负责提供小车运行中的前进动力,舵机负责驱动前轮转向。

传感器是一种检测装置,能感受被测量的物理信息,并能将感受到的信息,按一定规律转换成电信号或其他形式的信息输出。在智能车中,传感器用于检测车身与赛道的夹角,如图 1-3 所示。

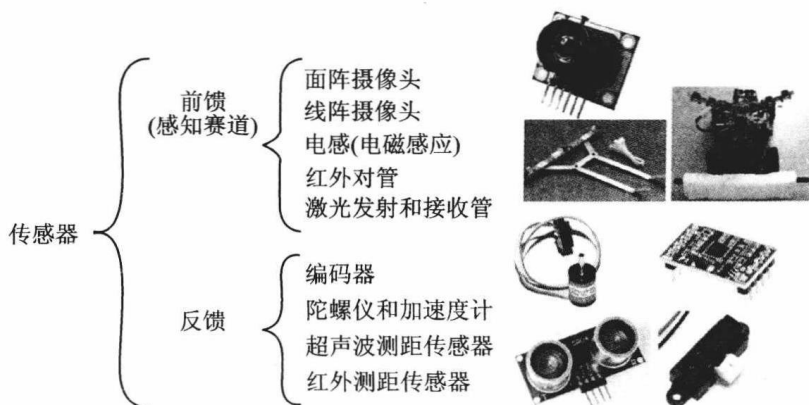


图 1-3 多种多样的传感器

有多种对赛道进行检测的方式,如摄像头、电感(电感、电容组成 RC 谐振电路检测跑道的交变磁场)、红外对管、激光发射和接收管、超声波探头(信标越野组的信标会发出超声波信号)。大体上,检测赛道的手段可以分为 3 类,分别是光电、电磁和声学。读到这里,小伙伴们会发现,传感器与物理学是息息相关的,它是基础物理学在实际中的应用。

在图 1-3 中,根据应用场合,将传感器分为前馈和反馈两大类,在这里做一个简单的划分:要控制的参数与检测的参数一致时,认为是反馈;不一致时,认为是前馈。例如,使用摄像头采集到车体前端的图片,但控制的是舵机转角,这种情况归入前馈;当使用编码器测量到电机的转速时,要控制的也是电机的转速,这种情况归入反馈。需要提醒读者注意的是,此处的传感器前馈和反馈划分仅仅是为了入门者容易理解,这和控制理论中的前馈和反馈概念并不完全一致。

智能车中,常用的反馈传感器有编码器(测量转速)、陀螺仪和加速度计(控制直立车与地面之间的夹角)、超声波和红外测距传感器(控制车与障碍物之间的距离)。

1.2.2 信号处理和运算电路

接下来讲解信号处理和运算电路。智能车的这一部分堪比人的大脑,通过对眼

睛、耳朵等器官收集回来的信息进行归纳整理、记忆存储、逻辑思维和判断,最终根据需求,对手脚等执行部分发送指令。比如,当人们感受到外界温度很热时,就对手脚进行控制,拿起遥控器打开空调。另外,大脑还需要负责通过语言、眼神、手势、动作等多种方式与外界沟通交流。

如图 1-4 所示,前端信号处理部分电路,用于对传感器采集到的电路进行调理,比如“LC 谐振、放大电路”对电感阵列收集到的交变电磁信号进行谐振选频,然后使用放大器进行信号的放大等处理;对使用模拟摄像头的情况,视频分离电路对信号中的行、场中断进行处理,从而提取出赛道的相关信息。后端信号处理部分的电路,用于对单片机输出的指令进行处理,最终送达执行机构,比如将单片机输出的电机旋转指令进行功率放大,从而驱动(详见第 3 讲中电机的驱动原理)电机调速和调向;人机交互部分的电路负责将单片机内部的信号发送至个人计算机上的软件(上位机)进行显示,或接收个人计算机软件指令执行相应的操作,或通过液晶显示屏、按键等直接与人进行交互,这也被称为人机交互接口(Human Machine Interface, HMI);单片机最小系统中包含有 CPU(中央处理器),能够执行负责的运算和控制,还包含有各种常用的功能模块,如串口通信模块(UART)、定时/计数器模块(TIMER)、通用输入/输出模块(GPIO)、直接内存存取模块(DMA)等。在第 2 讲中,对单片机部分有详细的论述。

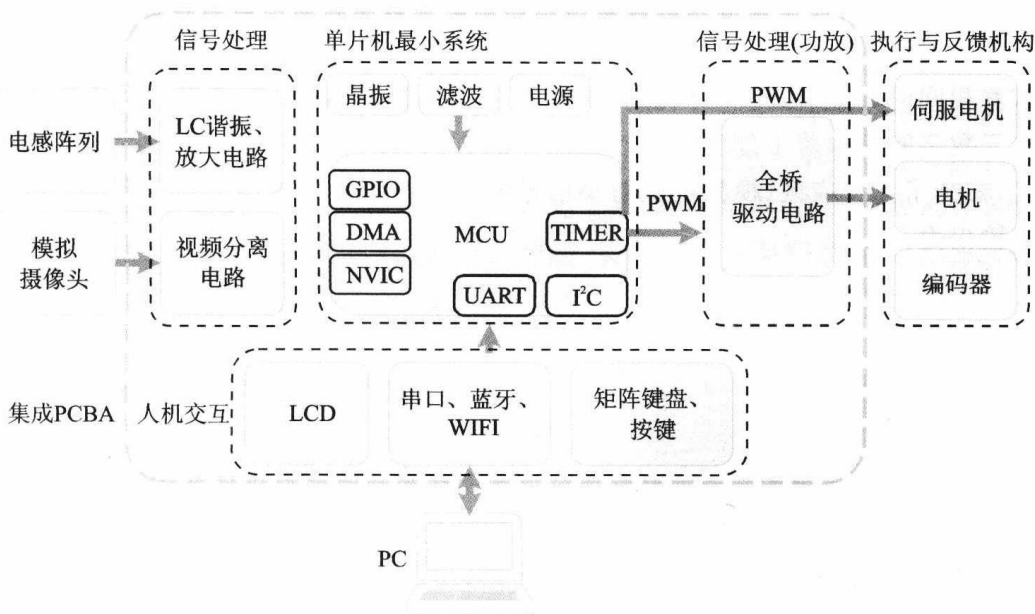


图 1-4 信号处理和运算电路

1.2.3 执行机构

图 1-5 所示是智能车的执行机构,智能车中最常见的执行机构是直流有刷电机