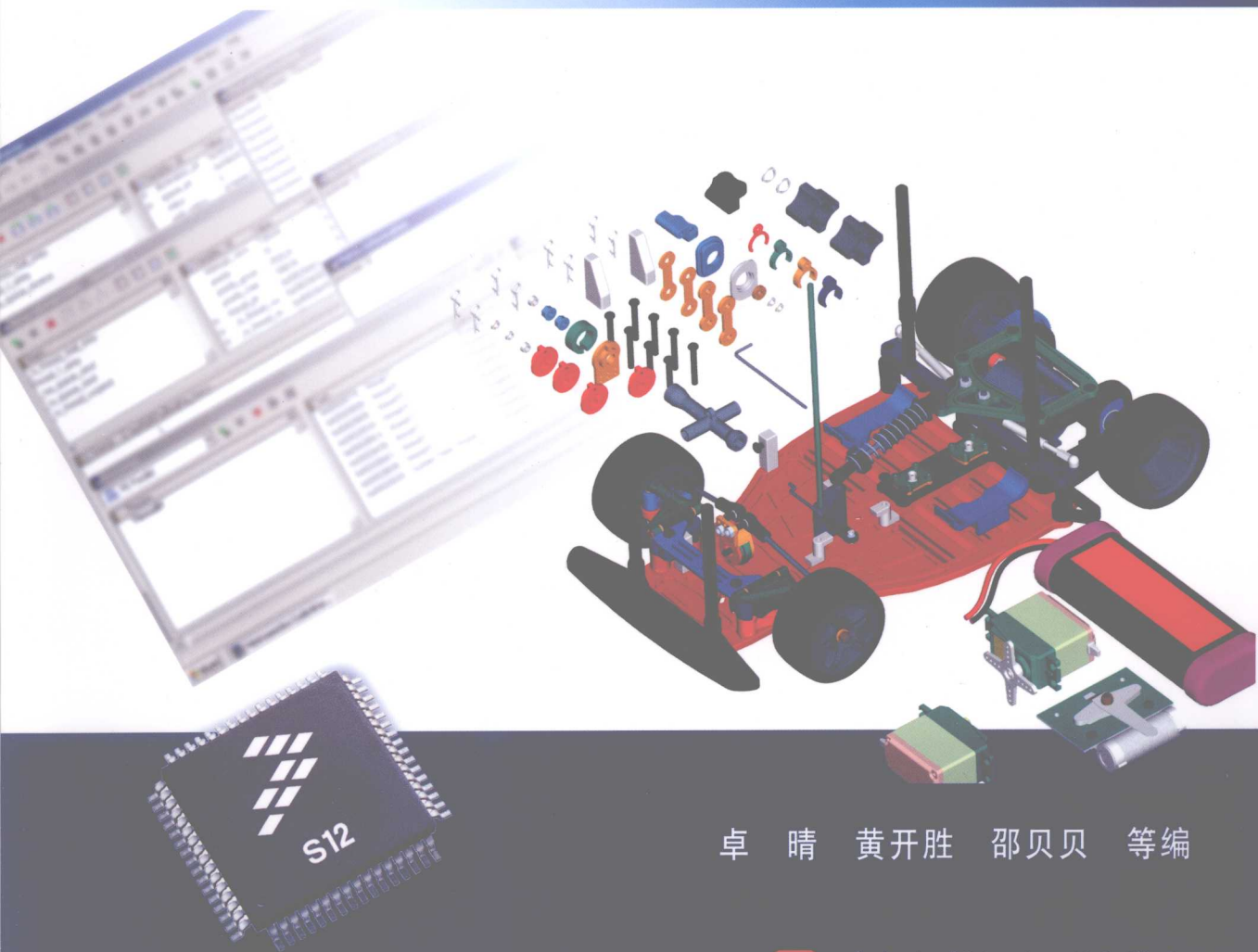


全国大学生课外科技活动智能汽车竞赛指定参考书

学做智能车

——挑战“飞思卡尔”杯



卓 晴 黄开胜 邵贝贝 等编



北京航空航天大学出版社

全国大学生课外科技活动智能汽车竞赛指定参考书

学做智能车

——挑战“飞思卡尔”杯

卓 晴 黄开胜 邵贝贝 等编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书分两部分内容:第一部分——“技术支持类”,介绍模型车控制原理与方案,旨在帮助参加“全国大学生智能汽车邀请赛”的高校学生和广大业余车模爱好者完成能自主识别道路并高速行驶的智能汽车,收集了汽车机械结构、自动控制以及单片机应用开发等领域专家的论著,给出了车模的机械调整、控制系统硬件电路设计、软件仿真、控制策略以及单片机开发等多方面的指导性意见与建议。其余7类内容为选登的“第一界‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”获奖队伍优秀论文若干篇,这些论文提供了参赛车在电机驱动、道路识别、自动控制、RTOS应用以及单片机调试等方面的解决方案与经验。

本书适于参加“全国大学生智能汽车邀请赛”的高校学生和广大业余车模爱好者作为参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

学做智能车:挑战“飞思卡尔”杯/卓晴,黄开胜,
邵贝贝等编. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.3
ISBN 978-7-81124-022-1

I. 学… II. ①卓…②黄…③邵… III. 汽车—模型(体
育)—制作 IV. G872.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019195 号

学做智能车——挑战“飞思卡尔”杯

卓 晴 黄开胜 邵贝贝 等编
责任编辑 苏向鹏

*

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(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:24.75 字数:554 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-022-1

定价:34.00 元

第一届“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车邀请赛

主办单位：高等学校自动化专业教学指导分委员会

协办单位：飞思卡尔半导体公司

承办单位：清华大学

大赛组委会：

主任委员：

吴澄 (中国工程院院士, 高等学校自动化专业教学指导分委员会主任委员, 清华大学教授)

副主任委员：

张尧学 (教育部高等教育司司长)

Paul Grimme (飞思卡尔半导体公司高级副总裁兼汽车电子与标准半导体产品部总经理)

姚天丛 (飞思卡尔半导体公司高级副总裁兼亚太区总经理)

汪劲松 (清华大学副校长, 清华大学教授)

申功璋 (高等学校自动化专业教学指导分委员会副主任委员, 北京航空航天大学教授)

委员：

王启明 (教育部高等教育司理工处副处长)

陈永灿 (清华大学教务处处长, 清华大学教授)

田作华 (高等学校自动化专业教学指导分委员会副主任委员, 上海交通大学教授)

管晓宏 (清华大学自动化系主任, 教授)

王雄 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 清华大学教授)

萧德云 (自动化学会教育工作委员会秘书长, 教授)

邵贝贝 (清华大学飞思卡尔半导体 MCU/DSP 应用开发研究中心, 教授)

陈章龙 (全国单片机协会理事长, 复旦大学教授)

金功九 (飞思卡尔半导体香港有限公司亚太汽车电子与标准产品事业部中国项目经理)

朱保赉 (飞思卡尔半导体公司汽车及标准电子产品部亚太区总经理)

杨飞 (飞思卡尔半导体公司汽车电子亚太区市场总监)

第一届“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车邀请赛

- 李泽湘 (香港科技大学教授)
Ishrat Hakim (飞思卡尔半导体公司亚太区销售总监)
韩九强 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 西安交通大学教授)
赵光宙 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 浙江大学教授)
戴先中 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 东南大学教授)
赵耀 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 四川大学教授)
吴刚 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 中国科技大学教授)
吴晓蓓 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 南京理工大学教授)

海外顾问:

Prof. Sunwoo (韩国汉阳大学教授)

大赛组委会办公室设置技术、会务、宣传三个工作组, 各组负责人:

办公室主任:

王雄 (高等学校自动化专业教学指导分委员会委员, 清华大学教授)

办公室副主任兼技术组组长:

卓晴 (清华大学自动化系, 博士)

技术组副组长:

黄开胜 (清华大学汽车系, 博士)

技术组顾问:

邵贝贝 (清华大学飞思卡尔半导体 MCU/DSP 应用开发研究中心, 教授)

办公室副主任兼会务组组长:

王京春 (清华大学自动化系, 博士)

办公室副主任兼宣传组组长:

江永亨 (清华大学自动化系, 博士)

办公室联系人:

严文典 (清华大学自动化系)

大赛秘书处秘书长:

卓晴 (清华大学自动化系, 博士)

代序

——在“第一届‘飞思卡尔’杯 全国大学生智能汽车邀请赛”颁奖大会上的讲话

尊敬的 PaulGrimme 先生、孙柏林副理事长、吴澄院士、汪劲松副校长,北京市教委、在京高校、飞思卡尔及自动化教指委的其他领导,各参赛队的全体同学及指导教师:中午好!

今天,在清华大学举行“第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”暨颁奖大会,让我代表教育部高教司,对大会成功举办表示热烈的祝贺;向愿意为中国的人才培养和汽车电子技术自主创新能力的培育做出自己贡献的飞思卡尔公司,向为本届比赛进行了大量的卓有成效筹备工作的清华大学表示衷心的感谢;向获得了各类奖项的同学及导师表示热烈的祝贺。

同学们,老师们,今年年初以来,胡锦涛主席在全国科学技术大会发出了建设创新型国家的伟大号召,国务院发表了《国家中长期科学和技术发展规划纲要》,对高等教育教学改革与培养创新型人才提出了更高的要求。首届全国大学生智能汽车竞赛正是在这一背景下举办的,它与教育部委托举办的全国数学建模、电子设计、机械设计等一样,都是为了提高大学生的动手能力和创新能力而举办的,具有重大的现实意义。与其他大赛不同的是,这个大赛的综合性很强,它是以现代汽车电子为背景,涵盖了多个学科交叉的科技创意性比赛,这对进一步深化高等工程教育改革,提高大学生创新意识,促进跨学科人才培养,具有重要的意义。

创新的关键在人才,而人才培养的关键在教育。

中国的大学培养了很多人才,我们现在的在校大学生有 1600 多万。但是,据美国麦肯锡咨询公司的报告,中国的合格大学生不是太多,而是太少了。我们的大学生外语能力差,动手能力差。

今年 2 月,美国国家科学院和工程院联合发布了题为《迎接风暴》的报告,引起了很大反响。该报告对美国如何提高其国家竞争力、增强综合国力、促进国家安全繁荣,提出了重大建议。其中有一条非常重要,就是工程教育。该报告对美国工程教育的现状和问题作了深入分析,特别指出美国在工程教育方面的领先优势正在丧失。中国每年培养 60 万工程师,但美国只有 7 万。美国学生不愿意学工科。报告在对美国工程教育做出反思的同时,提出了一系列重大政策建议。从这篇报告中得到两个深刻的印象。一是美国人的危机意识很强,而且善于利用这种意识推动国家发展。再一个印象就是美国对人才和教育的高度重视,尤其是对科学和工程教育的高度重视。

事实上,我们尽管每年有 60 万以上的工科学生毕业,但我们的工程师在动手能力和外语能力上存在不足。

我们要花大力气,不仅是在数量上,更重要是在质量上把工程教育搞上去。其中最好的方法之一就是加强和推动各种竞赛活动,并通过这些活动来提高学生的动手能力和协作能力。在新一期的质量工程中,我们也在考虑这件事。我们要支持 10 种左右的全国性工程性竞赛。

最后,我衷心祝愿经过相关高校和广大师生的共同实践和努力,智能汽车竞赛在全国大学生中的影响一届比一届大;参赛水平一届比一届高;成为在全国范围内极具影响力的大学生科技创意性重要赛事。

谢谢大家!

教育部高等教育司司长 张尧学

2006 年 8 月 21 日

序

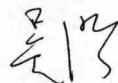
为了落实教育部关于“加强大学生工程实践、创新能力和团队精神培养”的精神,在已举办全国数学建模、电子设计、机械设计、结构设计等4大竞赛的基础上,经教育部高等教育司研究决定与授权委托,在高等教育司的领导下,由教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会主办、飞思卡尔半导体公司协办的“全国大学生智能汽车竞赛暨第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”,2005年8月在清华大学成功地落下了帷幕。无论从各参赛队大学生们学习、研制参赛全过程的感受,还是指导教师和各参赛学校的反映来看,邀请赛取得了圆满成功,达到了预期的目的。

首先,本次竞赛作为培养本科生获取知识、应用知识的能力及创新意识的一种补充,尤其在目前实践教育相对薄弱的情况下,不失为本科工程实践教育的好方式。该竞赛以现代智能汽车为研究背景,从根本上调动了全国众多大学生学习与研制智能汽车的兴趣。有了兴趣才会有学习动力和钻研激情,才能萌发五彩缤纷的想象力。

其次,以智能汽车为研究背景的科技创意性制作,是一种具有探索性的工程实践活动,其本质也是人类创造有用人工物的一种训练性实践,其过程属性是综合,而结果属性很可能是创造。通过竞赛,参赛的同学们培养了对已学习过的基础与专业理论知识与实验的综合运用的能力;带着背景对象中的各种新问题,学习控制、模式识别、传感技术、电子、电气、计算机、机械等多个学科新知识,包括来自不同学科背景大学生的相互学习,逐渐学会了在学科交叉、集成基础上的综合运用;若是以实用为目的,还必须考虑可靠性、寿命、外观工业设计、性能价格比、市场需求及顾客心理等因素,即须从系统工程角度出发,结合技术与非技术、集成科学与非科学,在具体约束条件下融合形成整体的综合运用。应该说,这样的训练是很有意义的。

再次,该竞赛是具有团队性质的工程实践活动。现代科学技术的进步与创造发明,无不凝聚了水平高且人员结构合理群体的智慧。通过竞赛实践,逐渐培养大学生学会在一个团队中正确估计自己,正确估计他人;善于学习和发挥他人的长处,并初步具有组织和调动各类人员积极性的能力;既能当好主角,也甘于当好配角,初步具有脚踏实地做好本职工作的基本素质。首届邀请赛各参赛队的表现也已充分证明了这一点。

最后,我要衷心感谢该竞赛秘书处技术组的几位专家,在百忙之中汇集了优秀参赛队的研究报告与论文,及时出版了本书。我相信,这必将对提高“第二届‘飞思卡尔’全国大学生智能汽车竞赛”的水平做出贡献,并为该竞赛今后走向世界打下良好基础。



教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会主任委员
“第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”组委会主任委员
中国工程院院士 清华大学教授

2006年12月

序

飞思卡尔公司在中国有着“悠久”的历史。作为摩托罗拉公司的一部分，我们是最早在中国建立分公司的首批半导体公司之一，并在天津设立了先进的半导体设备生产工厂。我们非常珍惜多年来与中国高校之间建立的良好合作关系。我们将“第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”视为我们在共同走向成功道路上迈出的又一大步。

作为全球汽车行业最大的集成电路(IC)供应商，飞思卡尔公司致力于协助中国政府开展各种计划，帮助增强中国本土的设计实力，从而推动中国乃至全球汽车行业的发展。2006年5月，飞思卡尔公司与中国教育部签署了一项协议，将共同实施一个新的5年计划，在中国建立飞思卡尔嵌入式应用和教学实验室。这些实验室将作为嵌入式技术教育方面的卓越教育中心，并树立起这方面的典范。现在，全国范围内14所被选中的大学正在紧锣密鼓地开展这项工作。我们对中国大学工程专业学生的投资旨在提高他们的嵌入式处理器设计技能水平。

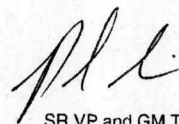
我们设立飞思卡尔杯的目的是促进学生以协作、娱乐的方式学习汽车嵌入式控制技术。我们感谢教育部领导和竞赛组委会的大力支持和辛勤工作，以及57所大学112个参赛队师生的积极参与。

中国在汽车行业的地位变得越来越重要。去年，中国的轿车销售量增长26%，达到310万辆，中国大陆一举成为仅次于美国和日本的全球第三大汽车市场，并且今年的市场预测销售量将再增长12%。

汽车生产商需要面向市场需求推出越来越智能的汽车，飞思卡尔公司的领先技术正在将汽车的许多幻想变为现实。

我衷心希望此次竞赛能帮助您更透彻地了解飞思卡尔公司的产品。通过这一竞赛，我们愿与大家一同展望创新科技给智能汽车带来的更加美好的未来。

谢谢大家！



SR VP and GM TSPG
Freescale Semiconductor, Inc.

Paul E. Grimme

飞思卡尔半导体高级副总裁兼汽车与标准产品部总经理

前 言

教育部为了加强大学生实践、创新能力和团队精神的培养,在已举办全国大学生数学建模、电子设计、机械设计、结构设计等4大竞赛的基础上,经研究决定,委托教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会(以下简称自动化分教指委)主办每年一度的全国大学生智能汽车竞赛(教高司函[2005]201号文),并成立了由教育部、自动化分教指委、清华大学、飞思卡尔半导体公司(以下简称飞思卡尔公司)等单位领导及专家组成的“第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”组委会。

该竞赛与教育部已举办的4大专业竞赛一样,都是为了提高大学生的动手能力和创新能力而举办的,具有重大的现实意义。与其他大赛不同的是,这个大赛的综合性很强,是以迅猛发展的汽车电子为背景,涵盖了控制、模式识别、传感、电子、电气、计算机和机械等多个学科交叉的科技创意性比赛,这对进一步深化高等工程教育改革,培养本科生获取知识、应用知识的能力及创新意识,培养硕士生从事科学、技术研究能力,培养博士生知识、技术创新能力具有重要意义。

根据自动化分教指委与飞思卡尔公司签署的有效期为5年的飞思卡尔公司协办全国大学生智能竞赛的合作协议书,首届竞赛由飞思卡尔公司提供统一的标准硬软件技术平台。各参赛队以飞思卡尔HCS12单片机为核心控制模块,以引导改装后的模型汽车按照规定路线行进,以完成时间最短者为优胜。

组委会办公室技术组专家赴韩国汉阳大学交流访问,认真考察了其举办的多届智能汽车竞速比赛,在学习与总结其宝贵经验的基础上,为了保证竞赛的普及性,规定每支参赛队伍三名成员中最多只能有一名研究生参加;为了保证竞赛的公平性,制定了多种赛道方案以及体现公平、透明的比赛规则;为了进一步训练大学生的科学技术研究素质,参赛队伍除了进行现场比赛之外,还须提交技术报告,并计入竞赛总分。

经各参赛队与组委会充分准备,于2006年8月20—21日在清华大学成功举办了由清华大学承办、飞思卡尔公司协办的第一届“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车邀请赛。赛后队员们反映热烈,众多媒体竞相报导。

为了使该竞赛向普及、健康的方向发展,成为在全国范围内大学生科技创意性的重要赛事,经自动化分教指委、飞思卡尔公司及“第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”组委会协商决定,在清华大学自动化系设立竞赛秘书处;为了使更多的高校、更多的大学生参与到这一活动中来,从第二届开始,采用分赛区比赛形式,将大赛参赛范围扩大为全国300多所学校(包括港、澳等地区的高校)。

为了进一步帮助参加全国大学生智能汽车竞赛的同学以及广大的智能汽车爱好者制作智

能汽车,经秘书处研究,决定出版该竞赛的系列丛书,第一本定名为《学做智能车——挑战“飞思卡尔”杯》。

本书介绍了智能汽车设计原理与方案,给出了智能汽车设计的理论分析和制作实践的指导意见。内容安排上主要分为两部分,第一部分为技术支持,从汽车理论与模型车机械调整方法、硬件电路与控制策略设计以及单片机原理等三个方面进行综述与点评,这是大赛组委会提供的相关专家论著以及指导性的文章,其中部分内容连续刊登在《电子产品世界》的大赛专栏中;第二部分是遴选了参赛队伍的部分优秀技术报告与论文,按照综合报告、控制策略、路径识别、红外传感器、摄像头传感器、模糊控制以及路径记忆算法等几个方面进行分类,分别展示了智能汽车在道路检测、电机驱动、控制策略算法、单片机调试以及模型车制作等方面的详细方案。由于篇幅的限制,没有将所有的论文选录,同时对于选用的文章也进行了压缩,使得选择的论文技术方案尽量各具特色,内容不重复。

在本书出版之际,诚挚地感谢飞思卡尔公司的远见卓识;感谢金功九先生,为协助创立与成功举办全国大学生智能汽车竞赛,做出了极其重要的贡献;衷心地感谢教育部高等教育司张尧学司长、自动化分教指委主任委员吴澄院士、飞思卡尔公司高级副总裁 Paul Grimme 先生为本书作序;同时,本书的出版也得到了北京航空航天大学出版社的大力支持,在此表示感谢。

由于时间匆忙,书中不足之处,请读者不吝赐教。

“第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”组委会

“全国大学生智能汽车竞赛”秘书处

2006年8月

目 录

技术支持类

智能汽车自动控制器方案设计(清华大学 卓 晴).....	1
汽车理论与智能模型车机械结构调整方法(清华大学 黄开胜 陈 宋)	23
基于面阵 CCD 的赛道参数检测方法(清华大学 卓 晴 王 璘 王 磊).....	35
基于虚拟仪器技术的智能车仿真系统(清华大学 周 斌 蒋荻南 黄开胜)	41
韩国智能模型车技术方案分析(清华大学 黄开胜 金华民 蒋狄南)	45
全国大学生智能车竞赛与 S12 单片机(清华大学 邵贝贝)	52
给 S112 单片机加密与解锁——如何解除 Flash 的“保护模式”(清华大学 马 伟).....	56
正确使用镍镉可充电电池(清华大学 何 峰)	59
S12 单片机模块应用及程序下载调试(清华大学 安 鹏 马 伟)	62

综合报告类

智能车设计与快速成型 Rapid prototyp and smartcar design(香港中文大学 邹朗豪 李文昌 苏启健).....	71
自动道路识别智能小车的设计与实现(西安交通大学 睢 涛 陈 刚 赵 龙)	87
双闸制动智能汽车设计(北京科技大学 林进鹏 陈 曦 尚晓明 谢 仑)	96
比翼齐飞(中国科学技术大学 金学成 杨奎元 宋东进).....	106
自动识径智能小车的设计与调试(西安电子科技大学 严 波 何卫星 王 娟).....	116

控制策略类

PID 算法在智能汽车设计上的应用(广东工业大学 余灿键 程东成 李伟强).....	128
基于 PID 算法的智能小车设计(上海电力学院 倪洁新 戴国平 叶思崑)	138
控制算法切换在智能车设计中的妙用(西安交通大学 刘 煜 盛兴东 杨 锋).....	147
智能车的控制策略及硬件调试方法(北京理工大学 赵玉壮 尹 军 吴 林 张幽彤)	153

路径识别与算法类

基于离散布置光电传感器的连续路径识别算法(清华大学 林辛凡 刘 旺 周 斌 李立国 黄开胜)	161
基于黑线识别算法的智能小车设计(电子科技大学 秦 新 张天钟 谢 虎).....	166
样条算法与循线小车设计(大连理工大学 王晓迪 沈德峰 姚明江).....	172
智能车路径识别与控制系统设计(西北工业大学 杨隽楠 樊兆宾 梁化勇).....	180
摄像头黑线识别算法和赛车行驶控制策略(上海交通大学 贾秀江 李 颢 田兴华 戴 丰)	185

目 录

基于路径识别智能车最佳控制算法的研究(湖北汽车工业学院 宋 磊 刘小飞 喻清舟)	197
红外传感器控制类	
智能车光电传感器布局对路径识别的影响研究(清华大学 周 斌 李立国 黄开胜)	202
用另一只眼“看”世界(上海电力学院 丁子甲 茅小庆 徐 锋)	209
基于光电传感器的智能车系统的设计与实现(同济大学 陈 雷 汤璐茜 代东升)	218
基于光耦传感器的控制方法(清华大学 康世胤 李长城 莫一林)	228
分级式红外传感器与智能小车设计(长春工业大学 陈 军 刘 润 闫继杰)	233
摄像头图像处理类	
基于 CCD 图像的模型小车系统转向控制研究(深圳大学 邱 建 刘文权 郭小勤)	245
基于线阵 CCD 的智能寻迹小车设计(武汉大学 杜 昕 熊 龙 张幸福)	251
基于面阵 CCD 的图像处理研究(北京航空航天大学 张 巍 陈 威 关 新)	259
基于 CCD 传感器的智能车控制系统(东北大学 沈谋全 张 健 程 功)	262
基于 CMOS 和红外传感器的自动寻径小车的设计(华南理工大学 钟建强 杨晓春 劳中建)	275
模糊控制类	
基于模糊控制的智能车辆导航系统的设计与实现(东北大学 冯 瑜 孙智鹏 刘锐锐 肖 军)	286
基于模糊参数自整定的智能车系统设计(武汉科技大学 杨振坤 孙 浩 程 宇 程 磊)	301
单片机模糊指令与智能车设计(合肥工业大学 赵婷婷 赵玉娟 蔡志文)	310
基于模糊控制的智能车控制系统(北京工商大学 王 飞 程建璞 吴培敏)	320
基于模糊控制的智能车模设计与实现(华北电力大学 金理鹏 何 俊)	330
赛道记忆算法类	
基于大前瞻光电识别和道路记忆方法的智能车(清华大学 李立国 刘 旺 郝 杰)	338
基于路径记忆的智能汽车(桂林电子科技大学 曾令华 黄 钦 张振华)	351
智能车赛道记忆算法的研究(清华大学 周 斌 刘 旺 林辛凡 郝 杰 黄开胜)	361
附录 A “第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能车邀请赛”比赛规则	366
附录 B “第一届‘飞思卡尔’杯全国大学生智能汽车邀请赛”获奖名单	370
附录 C “全国大学生智能汽车竞赛”大事记	372
参考文献	374

智能汽车自动控制器方案设计

卓 晴

清华大学 自动化系

1 引 言

在第一届“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车邀请赛中,各参赛队伍提交了设计报告以及各具特色的研究论文。本文对优选论文中的模型车自动控制器设计方案进行了汇总,从硬件设计、信息处理、控制策略与算法等三个方面进行了分析与比较,讨论了智能车设计环节中主要问题与解决方案。

2 概 述

智能汽车竞赛所使用的车模是一款带有差速器的后轮驱动模型赛车(以后简称模型车),它由大赛组委会统一提供。参赛队伍通过设计基于单片机的自动控制器控制模型车在封闭的跑道上自主循线运行。在保证模型车运行稳定即不冲出跑道的前提下,跑完一圈的时间越小,成绩越好。

自动控制器是以单片机 MC9S12DG128 为核心,配合有传感器、电机、舵机、电池以及相应的驱动电路,它能够自主识别路径,控制模型车高速稳定运行在跑道上。图 1 所示为安装有自动控制器的模型车。

比赛跑道表面为白色,中心有连续黑线作为引导线,黑线宽 25 cm。比赛规则限制了赛道宽度和拐弯最小半径等参数,赛道具体形状在比赛当天现场公布。控制器自主识别引导线并控制模型车沿着赛道运行。图 2 所示为赛道示意图。

设计自动控器是制作智能车的核心环节。在严格遵守规则中对于电路限制条件,保证智能车可靠运行前提下,电路设计尽量简洁紧凑,以减轻系统负载,提高智能车的灵活性,同时应坚持充分发挥创新原则,以简洁但功能完美为出发点,并以稳定性为首要前提,实现智能车快速运行。

作为能够自动识别道路运行的智能汽车,车模与控制器可以看成是一个自动控制系统。它可分为传感器,信息处理,控制算法,执行机构四个部分组成。其中,以单片机为核心,配有传感器、执行机构以及它们的驱动电路构成了控制系统的硬件;信息处理与控制算法由运行在单片机中的控制软件完成。因此,自动控制器设计可以分为硬件电路设计和控制软件两部分。

硬件电路是整个设计的基础。系统结构如图 3 所示。

智能汽车自动控制器方案设计

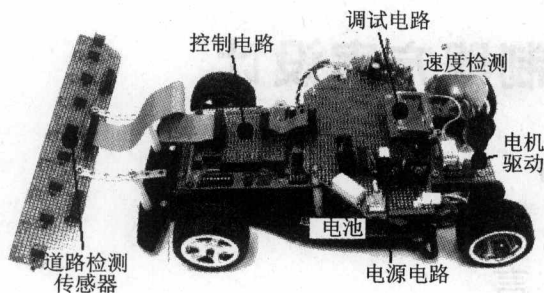


图1 安装有自动控制器的模型车

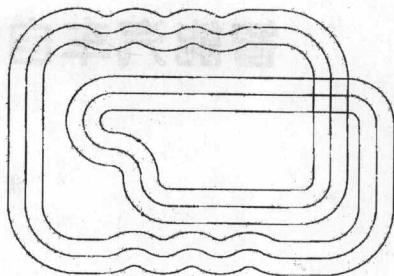


图2 赛道示意图(700 mm×500 mm)

硬件电路设计至少应包括有以下四个部分：

- 1) 单片机 DG128 最小系统。可以采用组委会统一提供的单片机开发板,也可以自行设计。
- 2) 道路检测电路。用于完成对于赛道中心引导线的检测,主要包括光电检测和图像检测两种方式。图1和图4所示分别是两种道路检测方案的模型车。

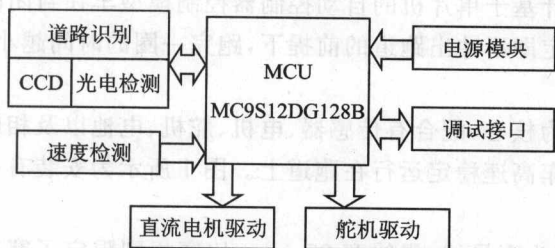


图3 硬件系统电路框图

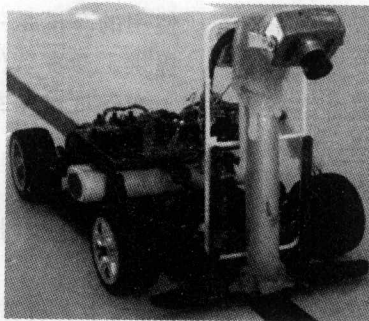


图4 安装有 CCD 传感器的智能车

3) 舵机以及后轮电机驱动电路。对模型车上的舵机和后轮电机的进行驱动,控制赛车的方向与速度。

4) 电源电路:为各个电路模块提供电源。

此外,还可以包括有车速、车架速度、电池电压和舵机位置检测等电路,增加模型车运行参数检测提高模型车控制性能,增加调试电路方便现场调试。

在硬件电路的基础上,可以利用道路检测信息和车模运行参数信息,通过编写信息处理和控制系统,实现对于模型车转向舵机以及驱动电机的控制,使其能够沿着赛道高速稳定的运行。软件主要功能包括检测信息处理以及控制策略算法。图5所示为系统信息的控制流程。

下面将从硬件设计、信号处理、控制策略与算法三个方面对自动控制器设计方案进行讨论。

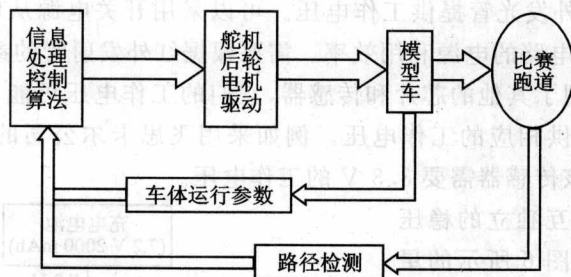


图5 信息控制流程图

3 硬件设计

硬件电路设计是自动控制器的基础。图3给出了硬件系统框图。智能汽车竞赛指定飞思卡尔公司S12系列的16位单片机MC9S12DG128作为核心控制处理器。大部分参赛队伍采用了组委会提供开发板MC9S12EVKC作为单片机最小系统,并在此基础上增加了各种接口电路板组成整个硬件系统。也有部分参赛队伍自行设计制作了单片机的硬件电路,同时集成了外围接口驱动电路、调试电路等,形成功能完备,体积小的控制电路。关于单片机硬件设计可以参考相关文献,下面将对硬件设计中除了单片机最小系统之外的其他几个主要的模块设计进行讨论,包括模块主要功能介绍,汇总各参赛队伍的实施方案,分析各方案特点以及设计中需要注意主要问题。

3.1 电源模块

电源模块为系统其他各个模块提供所需要的电源。设计中,除了需要考虑电压范围和电流容量等基本参数之外,还要在电源转换效率、降低噪声、防止干扰和电路简单等方面进行优化。可靠的电源方案是整个硬件电路稳定可靠运行的基础。

全部硬件电路的电源由7.2 V、2 A/h的可充电镍镉蓄电池提供。由于电路中的不同电路模块所需要的工作电压和电流容量各不相同,因此电源模块应该包含多个稳压电路,将充电电池电压转换成各个模块所需要的电压。主要包括如下不同的电压:

- ▶ 5 V 电压。主要为单片机、信号调理电路以及部分接口电路提供电源,电压要求稳定、噪声小,电流容量大于500 mA。
- ▶ 6 V 电压。主要是为舵机提供工作电压。实际工作时,舵机所需要的工作电流一般在几十毫安左右,电压无需十分稳定。
- ▶ 7.2 V 电压。这部分直接取自电池两端电压,主要为后轮电机驱动模块提供电源。
- ▶ 12 V 电压。如果采用CCD/CMOS图像传感器来进行道路检测,则需要12 V工作电源。

智能汽车自动控制器方案设计

► 2 V 电压。为红外发光管提供工作电压。可以采用开关电源从电池降压而得,这样可以提高红外检测电路的电源利用效率。需要根据红外发射管的参数确定该电压值。

除此之外,如果使用了其他的芯片和传感器,它们的工作电压可能不在上述之内,还需要通过专门的稳压电路提供相应的工作电压。例如采用飞思卡尔公司的 MC7260 加速度传感器进行车轮打滑检测,该传感器需要 3.3 V 的工作电压。

电源模块由若干相互独立的稳压电路组成。一般采用如图 6 所示的星型结构,可以减少各模块之间的相互干扰小,为了进一步减小单片机的 5 V 电源噪声,可以单独使用一个 5 V 的稳压芯片,与其他接口电路分开。

除了电机驱动模块的电源可以直接取自电池之外,其余各模块的工作电压则需要从电池电压通过变换稳压获取,一般采用各种集成稳压芯片实现。表 1 中列举了各参赛队伍所使用的各种稳压芯片和主要技术指标。选择稳压芯片时除了考虑输出电压和电流容量参数外,还需对稳压芯片的工作最小压差留有一定的余量,这是由于电池两端的电压在模型车运行过程中会逐步降低。特别是在模型车启动过程中,电池提供大的启动电流时,电池两端电压会降低很多,所以需要选择一些工作压差小的稳压芯片。

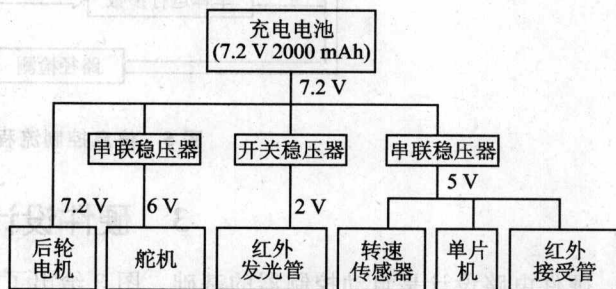


图 6 电源模块的电路结构

表 1 各参赛队伍主要使用的电源稳压芯片

序号	芯片型号	输出电压/V	特点
1	LM7805	5	串联稳压,输入电压需要大于 7 V
2	LM2575,LM2576	5	开关稳压,输入电压可以低至 6.5 V
3	LM2940-5	5	串联稳压,工作压差可以小于 0.5 V
4	LM1117-ADJ	2.85~5,可调整	输出 800 mA 电流压差可以小于 1.2 V
5	LM7806	6	串联稳压
6	TPS7350	2.5~5	低压差稳压芯片,35 mV/100 mA
6	LM1085,LM1084	5	串联稳压,3 A,1.5 V 压差
7	MC34063API	3~40	开关稳压,可构成升压、降压斩波电路
11	MAX638	5	开关稳压,压差可以低至 1 V
12	MAX758A	5	开关稳压,输入电压范围宽:4~16 V
13	MAX734,MAX632	12	开关稳压,输入电压 4.75~12 V
15	uPC24A05	5	输出 2 A 电流时,压差小于 1 V
16	MC33989	5,可调整	串联稳压,低压差,可以同时提供两路稳压电源