

李卫国 陈巍 梁建宏 胡涛 | 著

自己动手做 智能机器人

“卓越之星”工程套件实践与创意

- + **深入浅出** 详细介绍模块化机器人技术
- + **注重实践** 大量实验帮助读者快速掌握各个模块
- + **启发创意** 推动机器人技术在创新实践中的应用
- + **应用广泛** 扩展到工业生产及智能生活的各个领域

ROBOT

李卫国 陈巍 梁建宏 胡涛 | 著



自己动手做 智能机器人

“卓越之星”工程套件实践与创意

ROBOT

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

自己动手做智能机器人：“卓越之星”工程套件实践与创意 / 李卫国等著. — 北京：人民邮电出版社，2016.10

ISBN 978-7-115-43157-8

I. ①自… II. ①李… III. ①智能机器人—基本知识
IV. ①TP242.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第195668号

内 容 提 要

随着嵌入式技术的不断发展，传统硬件已经逐渐变得更智能、更人性化、更方便大众使用。本书就是集理论和实践指导为一体的一本智能机器人开发指南。

本书内容分为3篇，共11章。基础篇包含6章内容，介绍了有关智能硬件开发的各类基础知识以及“卓越之星”平台的使用技巧。实战篇包含3章内容，介绍了多个实用案例，覆盖各个难度的项目类型。创新篇包含两章内容，介绍了两个大型综合智能系统的构建。

本书适合对机器人相关技术感兴趣的读者阅读，也适合作为普通高校相关专业的工程创新实训、课程设计、科技竞赛及实验指导教程。

-
- ◆ 著 李卫国 陈 巍 梁建宏 胡 涛
责任编辑 胡俊英
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：800×1000 1/16
印张：14.75
字数：278千字 2016年10月第1版
印数：1-2000册 2016年10月北京第1次印刷
-

定价：49.00元

读者服务热线：(010)81055410 印装质量热线：(010)81055316
反盗版热线：(010)81055315

推荐序

智能机器人技术是现代信息技术和先进制造技术的典型代表，它代表着一个国家高新技术发展的综合水平。智能机器人已逐渐走进我们日常生活的各个应用领域，将在我国工业体系向“工业 4.0”时代迈进中扮演重要角色。

智能机器人是通过各种传感器、测量器等来获取环境的信息，然后利用人工智能技术进行识别、理解、推理，并最后做出规划决策，能自主行动、实现预定目标的高级机器人。智能机器人技术是 21 世纪的核心科技，美日韩等国家开展机器人研究起步较早，一直引领国际机器人发展的潮流。

近年来，我国机器人教育开始得到普遍关注，组织大学生走出国门去参加多项国际机器人大赛，并取得了较好的成绩，但创新教育和机器人教育的整体水平还不高。由于各个学校的条件限制，机器人教育没有在国内大范围地开展，也没有明确的学科归属，各高校一般没有独立开设机器人学专业，机器人教育的形式主要还是在智能科学与技术、机械设计制造及其自动化等专业中或公共选修课中开设机器人课程。为提高我国机器人技术水平和应用能力，使机器人技术更好地为经济建设服务，必须大力发展机器人教育，普及机器人文化，培养我国机器人技术开发的后备力量，为我国经济的腾飞和可持续发展做准备。

机器人教育已经成为呼声很高的创新教育平台，并且正在大踏步地走向基础教育。但随着各高校机器人实验室的迅速发展，机器人基础教育课程面临的困境也日益突出，主要表现在：第一，竞赛活动商业化严重，教育发展方向偏移；第二，资金严重缺乏，配套组件及设施不够；第三，教育研究欠缺，教学活动随意性强；第四，相关机器人教材短缺，特别是能够进入课程或者参与学科整合的图书还很少，机器人教学研究成果非常缺乏。

“卓越之星”模块化工程套件，是博创尚和公司于 2014 年上半年推出的一套用于开展工程创新实践的模块化套件，融合了机电一体化技术及先进的传感器网络技术。北京博创尚和

科技有限公司的前身是成立于 2005 年的北京博创兴盛科技有限公司的机器人事业部，长久以来立足教育，以智能机器人技术为核心，以工程创新教育和素质教育为理念，致力于为高等院校及科研院所提供机器人产品、服务及应用解决方案，已与全国 500 余所高等院校在科研、创新教学、机器人竞赛工程实践等方面进行合作，是国内教育机器人行业的佼佼者。该公司在继续保持中国高等院校教育机器人领域领先地位的基础上，结合自身优势，把先进的智能机器人技术和教育理念大力延伸到中小学领域，开发了适合中小学的模块化机器人套件和课程体系，为成为国内的机器人教育行业的领航者而不懈努力。

“卓越之星”模块化工程套件及教材，不但可以通过简单的搭建和编程快速实现工程样机原型，而且可以通过相关课程体系的建立，指导学生学习基础知识、促进理论结合实践，快速提高工程素质。它有助于培养大学生的创新设计意识、综合工程应用能力与团队协作精神，也特别适合理工科学生的创新实践。

以“卓越之星”工程套件的综合场景案例作为参考，进行场景研究或者拓展式技术讨论。在这套产品中，包含有智能建筑、智能家居、智慧化工、3D 打印工厂、食品安全追溯系统等综合性系统性大型场景案例，通过对这些热点领域的技术探讨，能延伸出大量有价值的课题，学生可在这些基础上进行无限创新。

“卓越之星”模块化工程套件及教材通过对实际问题的解决，既可以作为大学生创新实训教具和实验器材，也可以作为大学生的课程设计或者毕业设计平台，还适合工科院系搭建大型模拟工业生产线场景、物联网模拟应用场景。教师可直接将其用于开展教学，它适合作为高等工程专业学校“机器人概论”和“智能机器人实训”等课程的教材，也可供开发机器人科技项目或参加机器人竞赛的人员参考。该套件是高校机器人教育改革中的一次很好的探索。

本书的第一作者李卫国老师是太原理工大学工程训练中心的副主任，中国机器人大赛知名专家，太原理工大学机器人团队指导教师，他多次带领该校机器人团队在大赛中获奖。李卫国老师从事机器人教育多年，他专门开设了机器人选修课，以课程带动学科，以竞赛检验课程，在机器人教育领域积累了丰富的经验。他的这本书以“卓越之星”模块化工程套件为依托，系统介绍了模块化套件的概念、产品特点、使用方法、学习方法等，内容深入浅出，适合高等院校的机械、电子、计算机等相关专业的学生作为工程实践能力培训教材，也可作为工程技术人员、娱乐创客和产业创客的参考书。

机器人教育具有趣味性、创新性和可操作性等特点，它的生命力是非常旺盛的。机器人教育的未来发展大有希望，是一个持续发展、革新的过程。真诚期待本书的出版，能够给机

器人教育的内容和形式带来更多的惊喜与期待，而更多优秀图书的问世必将推动机器人教育事业取得长足的进步。

陈言俊

2016年6月

陈言俊

- ❖ 山东大学教授，山东大学教学名师
- ❖ 教育部高等学校创新教学方法指导委员会委员
- ❖ 教育部高等学校创客教育基地联盟咨询委员会委员
 - ❖ 中国自动化学会机器人竞赛委员会委员
 - ❖ 国际水中机器人联盟副主席
- ❖ 中国大学生 iCAN 创新创业大赛山东赛区秘书长
 - ❖ 山东省高校物联信息工程联盟秘书长
 - ❖ 全国大学生电子设计竞赛山东赛区专家
 - ❖ 山东大学教学指导委员会委员
 - ❖ 山东大学创新教育委员会委员
- ❖ 山东大学人工智能与机器人创新平台负责人

作者简介

李卫国 高级工程师，教育部国家级实验教学示范中心、太原理工大学工程训练中心副主任。历任国际机器人竞技与创客教育联盟副主席，中国自动化学会机器人竞赛工作委员会委员，华北五省（市、区）大学生机器人大赛专家委员，山西省大学生机器人大赛专家组组长等。

他长期从事大学生的创新实践和机器人教育、机器人竞赛工作，组建了太原理工大学机器人团队并带队参加国际国内各种机器人大赛并获得各类竞赛冠亚季奖杯二十余尊、省级以上一二三等奖近百项。

陈巍 南京工程学院创新学院副院长，副教授，香港科技大学访问学者。近5年来主持参与完成科研项目4项、出版教材2部，独立或作为第一作者公开发表学术论文10余篇（EI检索及中文核心多篇），指导国家级大学生竞赛获得全国冠军5项，亚军3项，季军2项，国家级及省级一等奖共30多项，二等奖30多项，三等奖及优胜奖若干项。指导毕业设计（论文）获江苏省三等奖，指导国家级大学生创新项目8项，省级大学生创新项目10项，结题6项。

梁建宏 北京航空航天大学机械工程及自动化学院副教授，智能技术与机器人中心副主任。主要研究方向为仿生水下机器人、微小型无人机。承担国家自然科学基金、国家863计划和国防基础科研项目多项。获得国防科技进步二等奖、三等奖各一项，获得武警科技进步二等奖一项，“吴文俊人工智能科学技术奖”三等奖一项。2011年获首届“中航工业杯—国际无人飞行器创新大奖赛”竞技二等奖，2014年参加中国第31次南极科考。

胡涛 国际机器人竞技与创客教育联盟执行秘书长，中国自动化学会机器人竞赛工作委员会委员，中国人工智能学会智能产品与产业工作委员会委员，长期从事模块化机器人创新教学及机器人竞赛研究，国内教育机器人领域知名专家。

前言

随着嵌入式技术的发展，以及处理器体积的缩小和处理能力的提高，将微计算机集成在传统硬件之中，通过整合智能算法、网络技术、大数据、云技术等相关技术，使传统硬件变得更智能、更人性化、更方便使用已经是大势所趋。

智能硬件是继智能手机之后的一个科技概念，它通过软硬件结合的方式对传统设备进行改造，进而让其拥有智能化的功能。智能化之后，硬件将具备连接的能力，可实现互联网服务的加载，形成“云+端”的典型架构，具备了大数据等附加价值。

当前，我国正处于从“制造型大国”向“创新型强国”过渡的过程中，在国家政策的指导下，我国智能硬件技术和相关产业得到了飞速的发展，如智能家居、智能电视、智能手环、平衡车等，将具有高技术含量的智能硬件真正地推向了寻常百姓家。智能硬件已经不再只是实验室及科研单位的“宠儿”，而是已经在产业化的方向上越走越远，并已经被大众消费者广泛地认同。

“小而强”是智能硬件的特点，它的飞速发展，极大地颠覆了人们对传统产品和装置的认识。或许在5年前，绝大多数人还没有想到具有PC功能的智能手机会在今天装到每个人的口袋里，也不会想到今天能通过手机进行自动结算和一键支付。而智能硬件的应用前景远不止于此，除我们身边的衣食住行外，在自动化工业生产、智能农业、智能医疗、军警应用等领域也发挥着越来越大的作用，并在其他相关领域也有着很大的应用前景。

“卓越之星”是什么

博创尚和科技有限公司生产的“卓越之星”模块化工程套件是一套用于开展工程创新实践的模块化套件，融合了机电一体化技术及先进的传感器网络技术。可以通过简单的搭建和编程，快速实现工程样机原型的搭建，特别适合作为理工科学生的创新实践平台。通过相关课程体系的建立，能系统地培养大学生的创新设计意识、综合工程应用能力与团队协作精神。

透过实际问题的解决，引导学生研究基础知识，理论结合实践，快速提高工程素质。

这套产品可依照以下方法使用：首先根据本书第 1 篇的相关内容，对照平台零部件进行逐个功能的了解认知，达到熟悉使用的程度；其次，结合自己的创意进行创造性开放，也可以结合本书配套资源中的《FollowMeGo》教程，进行 Demo 的搭建训练，寻找灵感。

本书特色

在内容上，本书以“卓越之星”模块工程套件平台为依托，介绍了模块化套件的概念、产品特点、使用方法，利用该套件的学习方法等，并在合适的地方讨论了相关技术的发展及本书内容的拓展空间。

本书内容共分为 3 篇，分别是基础篇、实战篇、创新篇。基础篇主要介绍了产品零部件的使用方法，依照机电一体化零部件的功能进行分类介绍。实战篇根据产品特点提供了一些小案例，展示了模块化零部件的常见应用场合，并结合实验说明了理论结合实践的相关机电一体化技术应用的内涵，其中实验是按照由浅入深、由易到难、由简到繁的顺序进行安排。读者可根据自己的实际情况进行选用。创新篇则以两个前沿热点场景的构建为例，系统地讨论了机电系统设计实现的基本过程，并对相关问题进行了引导式的探讨。

配套资源下载

在内容上，本书的各章节实验项目配套有相应的示例源代码，可到博创尚和科技有限公司的网站下载。书中提到的所有配套资源均可在 <http://www.uptech-robot.com/down/new.php> 下载到。读者只需在该链接对应页面的输入密码框内填写“uptech-robot2016”，即可成功查看并下载各项配套资源。

目标读者

本书适合高等院校的机械、电子、计算机等相关专业的学生作为工程实践能力培训教材使用，也可以作为相关领域工程技术人员的参考工具书，同时也比较适合作为娱乐创客及产业创客的实践参考书。

联系我们

如果你对本书的内容有任何疑问，可以将问题发送到 lux@uptech-robot.com，或者加入 QQ 群（群号：428558643），我们将竭力为你解答。

目 录

第 1 篇 基础篇

第 1 章 概述	3
1.1 机电一体化技术的变革	3
1.2 机电一体化产品	4
1.3 机电一体化技术带来哪些 明星产品	6
1.3.1 大狗军用机器人	7
1.3.2 达芬奇手术机器人	8
1.3.3 多旋翼航拍无人机	10
1.4 成为卓越的机电一体化工程师 要掌握哪些技能	11
1.4.1 扎实掌握一些机械装置的 设计方法	12
1.4.2 熟练掌握一门和硬件打 交道的语言	12
1.4.3 保持对新器件新技术的 好奇心	13
第 2 章 结构件	15
2.1 结构件分类	15
2.2 连接方式及组件形态	17
2.3 结构搭建	18
2.3.1 搭建准备	18
2.3.2 准备零件	19
2.3.3 动手搭建一个载物 平台	19
2.4 小结	21
第 3 章 控制器	22
3.1 多功能调试器	23
3.1.1 基本结构	23
3.1.2 驱动安装	24
3.1.3 多功能调试器实验	25
3.2 LUBYmini 控制器	28
3.2.1 电气接口	29
3.2.2 供电	31
3.2.3 指示灯	31
3.2.4 LUBYmini 控制器实验	32
3.3 LUBY 控制器	34
3.3.1 电气接口	35
3.3.2 LUBY 控制器实验	37
3.4 Woody 控制器	40
3.4.1 功能介绍	41
3.4.2 实验一: Woody 的语音 识别功能	46
3.4.3 实验二: Woody 的图像 捕捉功能	51

第 4 章 传感器59	4.5 小结.....72
4.1 基本概念.....59	第 5 章 执行器73
4.1.1 信号.....59	5.1 “卓越之星”执行器介绍73
4.1.2 数据总线.....60	5.1.1 CDS5516 数字舵机.....73
4.1.3 通信协议.....60	5.1.2 LED.....78
4.2 “卓越之星”传感器介绍61	5.1.3 电磁铁.....79
4.2.1 碰撞传感器.....61	5.1.4 输送带.....80
4.2.2 送话器.....62	5.2 CDS5516 舵机实验.....81
4.2.3 光强传感器.....62	5.3 其他执行器实验.....84
4.2.4 灰度传感器.....63	5.4 小结.....85
4.2.5 霍尔传感器.....63	第 6 章 软件编程86
4.2.6 倾角传感器.....64	6.1 USDG 介绍.....87
4.2.7 温度传感器.....65	6.2 Crater 图形化编程软件88
4.2.8 红外接近传感器65	6.2.1 开发环境搭建91
4.2.9 RFID 读卡器66	6.2.2 软件使用介绍93
4.2.10 巡线传感器.....66	6.2.3 Crater 软件设计实验93
4.3 实验一 开关量/模拟量传感器 实验.....68	6.3 小结.....100
4.4 实验二 总线型传感器实验70	
	第 2 篇 实战篇
第 7 章 初级实验103	7.2.3 思考题.....112
7.1 旋转机械手.....103	7.3 蠕动泵.....113
7.1.1 实验综述.....103	7.3.1 实验综述.....113
7.1.2 实验部分.....103	7.3.2 实验部分.....113
7.1.3 思考题.....108	7.3.3 思考题.....117
7.2 流量阀.....108	7.4 遥控厨用电器.....117
7.2.1 实验综述.....108	7.4.1 实验综述.....117
7.2.2 实验部分.....109	7.4.2 实验部分.....118
	7.4.3 思考题.....123

7.5 卫生间感应灯·····	123	8.5.1 实验综述·····	153
7.5.1 实验综述·····	123	8.5.2 实验部分·····	154
7.5.2 实验部分·····	124	8.5.3 思考题·····	157
7.5.3 思考题·····	126	8.6 水平关节机器人·····	158
7.6 输送带系统·····	127	8.6.1 实验综述·····	158
7.6.1 实验综述·····	127	8.6.2 实验部分·····	158
7.6.2 实验部分·····	128	8.6.3 思考题·····	162
7.6.3 思考题·····	130	8.7 垂直关节机器人·····	162
7.7 加工流水线·····	131	8.7.1 实验综述·····	162
7.7.1 实验综述·····	131	8.7.2 实验部分·····	163
7.7.2 实验部分·····	132	8.7.3 思考题·····	165
7.7.3 思考题·····	135	第 9 章 高级实验 ·····	166
第 8 章 中级实验 ·····	136	9.1 熔丝堆积 3D 打印机·····	166
8.1 运输车·····	136	9.1.1 实验综述·····	166
8.1.1 实验综述·····	136	9.1.2 实验部分·····	167
8.1.2 实验部分·····	136	9.1.3 思考题·····	171
8.1.3 思考题·····	140	9.2 光敏成型 3D 打印机·····	171
8.2 交通灯控制系统·····	140	9.2.1 实验综述·····	171
8.2.1 实验综述·····	140	9.2.2 实验部分·····	172
8.2.2 实验部分·····	141	9.2.3 思考题·····	175
8.2.3 思考题·····	145	9.3 语音电梯·····	175
8.3 自动窗·····	145	9.3.1 实验综述·····	175
8.3.1 实验综述·····	145	9.3.2 实验部分·····	176
8.3.2 实验部分·····	146	9.3.3 思考题·····	181
8.3.3 思考题·····	149	9.4 自动客厅场景系统·····	181
8.4 自动门·····	149	9.4.1 实验综述·····	181
8.4.1 实验综述·····	149	9.4.2 实验部分·····	182
8.4.2 实验部分·····	150	9.4.3 思考题·····	185
8.4.3 思考题·····	153	9.5 智能轮椅·····	186
8.5 剪叉升降机·····	153	9.5.1 实验综述·····	186

9.5.2 实验部分.....	186	9.6.1 实验综述.....	194
9.5.3 思考题.....	193	9.6.2 实验部分.....	194
9.6 自动隔断幕墙.....	194	9.6.3 思考题.....	199

第 3 篇 创新篇

第 10 章 智能家居场景.....	203	第 11 章 食品安全追溯系统场景	213
10.1 场景简介.....	203	11.1 场景简介.....	213
10.2 方案讨论.....	204	11.2 方案讨论.....	214
10.3 功能需求描述.....	205	11.3 功能需求描述.....	215
10.4 构型及搭建.....	207	11.4 构型及搭建.....	216
10.5 程序控制流程.....	208	11.5 程序控制流程.....	217
10.6 系统运行结果.....	211	11.6 系统运行结果.....	219
10.7 功能拓展讨论.....	212	11.7 功能拓展讨论.....	222

第 1 篇

基础篇

- 第 1 章 概述
- 第 2 章 结构件
- 第 3 章 控制器
- 第 4 章 传感器
- 第 5 章 执行器
- 第 6 章 软件编程

第 1 章 概述

1.1 机电一体化技术的变革

早期的机电一体化技术主要以机械设备或装置为主体，实现机械设备的电气化。人们能够通过操作按钮来控制设备的运行，因而解放了一部分劳动力，使工厂环境变得更简洁。后期随着计算机技术的发展，机电一体化设备由“人控”转为“程控”，实现了自动化控制。在各种设备中，机电一体化技术被广泛应用，并出现在我们生活周边，如自动豆浆机、自动门、自动电梯等。

在互联网技术高速发展的今天，机电一体化技术和互联网结合到了一起，德国的“工业 4.0”、美国的“工业互联网”、我国的“中国制造 2025”无一不与其相关。这种情况出现的原因就在于互联网提供了互联互通和信息融合的工具及技术，使机电一体化设备的功能出现了无限的可能性，因此像智能硬件之类的产品出现了井喷式的发展，并无时无刻不在触动着人们的神经。智能硬件中的大多数都是我们身边常见并解决人类需求的个人消费品。除互联网技术外，CPU 运算能力的发展和高度集成、语音与图像识别等人工智能技术的发展也为机电一体化升级和变革提供了有力的支撑。

机电一体化技术涉及机械、传感器、控制器、驱动器及执行器的设计技术。其中机械设计中采用新材料、新工艺、新方法，如采用碳纤维材料、各种 3D 打印制造工艺、3D 建模设计和有限元分析等，使机械设计过程变得简单快捷，样机研发成本降低，构型更具有想象力，产品质量更精准可靠。在传感器方面，随着微机电系统（MEMS）技术的发展和微处理器在传感器上的应用，软件矫正补偿技术正逐步提高传感器的性能，降低功耗和缩小体积。同时也是处理器技术的发展推动了控制器、驱动器的发展，小型化的强大嵌入式处理系统在大大小小的系统中得到了广泛的应用。

“卓越之星”模块化工程套件是一套主要用于构建机电一体化样机或者模型的套件，具有

多种材料、多种形态的结构件，多种等级的控制器和多种通信方式。“卓越之星”结合当前时代技术特点进行设计，能满足多数创客及样机研发人员在快速搭建物理样机方面的使用需求，比如快速搭建常见的智能家居系统、智能建筑系统、智能农场等。例如，关于智能电梯的设计，本书提供了详细的步骤及方法。目标是设计一个智能电梯，该电梯能通过语音识别乘客的目标楼层，然后通过模块化控制器实现自动控制、自动升降、自动开关门。使用者可以按照以下6步实现这个样机。

- (1) 使用产品提供的铝型材搭建出电梯的支撑框架。
- (2) 使用结构件搭建出轿厢本体。
- (3) 通过植入总线式数字舵机配合连杆机构实现对轿厢的自动门驱动。
- (4) 通过卷扬机构实现对轿厢的升降驱动。
- (5) 连接多媒体控制器和 STM32 单片机控制器，实现对电梯的逻辑控制和语音控制。
- (6) 利用图形化编程软件，通过拖拽图标实现程序控制逻辑。

1.2 机电一体化产品

机电一体化产品就是采用机电一体化技术研发制造的产品，主要是在机械产品的基础上附加自动化、信息化、智能化的元素。机电一体化技术即结合机械技术和电子技术于一体。随着计算机技术的迅猛发展和广泛应用，机电一体化技术获得前所未有的发展，成为一门综合计算机与信息技术、自动控制技术、传感检测技术、伺服传动技术和机械技术等学科并交叉发展的系统技术。随着嵌入式计算机的高度发展，具有移动计算能力的芯片体积越来越小巧，成本越来越低廉，功能越来越强大，电子技术正在飞速地改变传统机械的面貌，在国防、工业、医疗和消费类电子等各个领域，对机械系统产生深远的甚至是革命性的影响。

智能硬件是机电一体化技术发展现阶段出现的典型应用，其通过软硬件结合的方式，对传统设备进行改造，进而让其拥有智能化的功能。得益于低成本强运算能力的芯片，以及各种传感器，传统机电设备智能化之后，甚至具备连接的能力，实现互联网服务的加载，形成“云+端”的典型架构，于是智能硬件的机电设备出现了各种新创意，激发了人们的购买欲望。改造的对象除了电子设备，例如手表、电视和电灯，也有以前纯机械的设备，例如门锁、和自行车。智能硬件已经从可穿戴设备延伸到智能电视、智能家居、智能汽车、智能医疗、