

丘柳东 王牛 李瑞峰 陈阳 | 主编

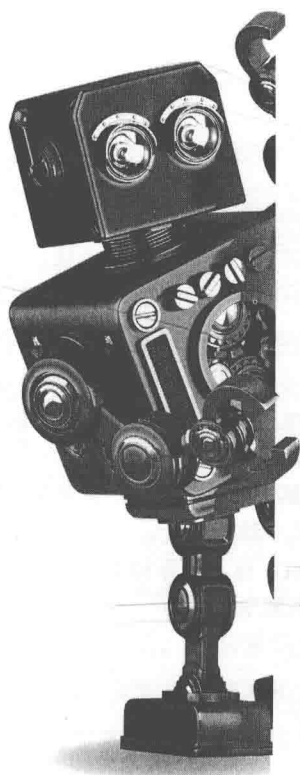
机器人 构建实战

“创意之星”工程套件实践与创意

- + **深入浅出** 从机器人相关的基础理论开始讲解，详细介绍模块化机器人技术。
- + **注重实践** 大量的项目实例帮助读者快速掌握各项实践技能。
- + **启发创意** 引导读者开拓视野，推动机器人技术在创新实践中的应用。

ROBOT

丘柳东 王牛 李瑞峰 陈阳 | 主编



机器人 构建实战

“创意之星”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 (C I P) 数据

机器人构建实战：“创意之星”工程套件实践与创
意 / 丘柳东等主编. -- 北京：人民邮电出版社，
2017.5

ISBN 978-7-115-44990-0

I. ①机… II. ①丘… III. ①机器人—基本知识
IV. ①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第073728号

内 容 提 要

随着科技的不断发展，软硬件之间的整合越来越密切，机器人也在这样的大环境下获得了前所未有的发展。本书是一本基础的介绍机器人设计与搭建的指南，能够帮助更多的人了解机器人。

本书通过6篇，共计30章内容，全面细致地向读者介绍了有关机器人的相关知识。本书从基础知识讲起，分别介绍了避障机器人、除障机器人、全向运动机器人以及几个综合项目。

本书内容全面、讲解细致，可作为高等院校的机械、电子、计算机、自动化等相关专业学生的机器人课程与实训的指导用书，也可供机器人爱好者及参加机器人比赛的师生选用。

◆ 主 编 丘柳东 王 牛 李瑞峰 陈 阳

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：18.5

字数：348千字

2017年5月第1版

印数：1—2000册

2017年5月北京第1次印刷

定价：59.00元

读者服务热线：(010)81055410 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京东工商广字第8052号

作者简介

丘柳东，男，博士，重庆工业职业技术学院副教授，参与多个国家及重庆市自然科学基金项目，主要研究与感兴趣的方向为机器人感知、全向视觉、实时图像处理、智能控制等。负责机器人相关课程的教材编写与教学，负责并参与重庆机电骨干师资培训、重庆市骨干专业建设、学院机器人相关实验实训室建设，指导学生多次参加国家级与重庆市的机器人竞赛并获得较好名次。

王牛，男，博士，重庆大学副教授，中国自动化学会智能控制专业委员会委员，中国机器人大赛技术委员会委员，主持并参与多个国家及重庆市自然科学基金，主要研究与感兴趣的方向为智能控制、复杂系统控制、机器人运动控制、系统辨识与建模。作为主要撰写人在国际国内发表 SCI、EI 学术论文 20 余篇，获中国授权发明专利 5 项。自 2003 年以来指导研究生、本科生多次参加国家机器人竞赛并获得国家级一、二等奖。

李瑞峰，男，硕士，中国电子科技集团公司第 26 研究所工程师，多年从事针织装备集成控制技术及相关产品设计与开发方面的科研工作，以及智能机器人和电机系统建模与控制研究，发表学术论文 5 篇，并获授权实用新型专利 15 项。

陈阳，男，博士，2003 年 9 月至 2007 年 7 月本科就读于北京航空航天大学机械学院，2007 年 9 月至 2013 年 1 月师从国内著名机器人专家王田苗教授攻读博士学位，主要从事无人机、机器人的导航、制导与控制技术研究。现工作于龙岩学院机电工程学院，目前主持国家自然科学基金项目一项，福建省教育厅中青年项目一项，校内项目两项，入选福建省高校杰出青年科研人才培育计划。多次指导学生参加中国机器人大赛、福建省及全国光电设计竞赛并获得奖项，其个人获优秀指导老师。

前言

机器人是 21 世纪发展最为迅速、应用前景最为广阔的科学技术领域之一。机器人技术综合运用了基础科学和应用工程技术的最新成果，是一个国家科技发展水平和国民经济现代化、信息化的重要标志，是世界强国重点发展的高技术之一。

近年来，机器人技术走进了人们工作和生活的各个角落，工业机器人在智能制造和工业 4.0 中发挥着重要作用，空间机器人帮助人类探索未知世界，家庭服务机器人为生活解决烦琐杂事等，这些示例无一不说明机器人技术越来越多地影响着人类的工作与生活方式，是人类不可或缺的帮手。对于以培养工程应用技能技术型人才为目标的现代高等教育体系来说，机器人技术的综合性和系统性，已经促使人们越来越多地将其应用于开展工程综合实践和创新教育了。

“创意之星”是什么

博创尚和科技有限公司生产的“创意之星”机器人套件是一套融合了控制、运动、感知等机器人主流技术，专门用于开展机器人教学、设计与制作的模块化套件，它可以利用各种构件快速搭建机器人主体，采用配套的图形化编程软件进行程序设计，搭建出各种功能与类型的机器人。利用本套产品开展教学与实训，可以激发学生的创新设计意识，加深学生对基础知识的理解，提高他们对各种理论知识与技能的综合应用能力，培养团队协作与互助精神，特别适合作为提升理工科学生系统认知能力的创新实践平台。

这套产品可依照以下方法使用：首先根据本书前 4 篇的内容，掌握本套产品的控制器、传感器、舵机的基本使用技能；其次，通过学习本书的综合项目，读者可以扩展自己的视野，根据工作、学习与生活的环境需求，发挥自己的主观能动性，设计并搭建各种类型的机器人以解决实际问题。

本书特色

本书旨在建立和提升读者的系统性思维、项目分析与实现的能力。在内容编排上，本书以工程应用为主，淡化理论知识。本书首先让读者了解项目要求，分析项目实施过程中需要的知识与技术，然后通过子任务的方式掌握这些知识与技术，最终实现整个项目的设计与实现，锻炼读者知识与技术的综合运用能力。

本书首先介绍了机器人技术的发展概况，通过典型机器人与知名机器人竞赛的介绍让读者对机器人的组成、分类及应用有一个粗略的了解。然后在此基础上，以创意之星机器人套件为对象，介绍了避障机器人、除障机器人、全向运动机器人 3 个项目，基本涵盖了机器人的主流知识与技术。在运动方式上，包含了关节、普通轮式、全向轮式等运动方式；在感知信息获取上，涉及开关量、红外测距、视觉等传感器技术；在控制算法上，详细讲解了轨迹控制、目标跟随等典型控制算法。之后还安排了 5 个综合项目，对之前未涉及但较为常见和重要的技术进行了讲解。在本书的最后，还对基于创意之星平台的实现进行了详细的讲解。

本书由多个单位的相关人员编写，其中重庆工业职业技术学院的丘柳东编写了第 9~21 章，重庆大学的王牛编写了第 1~8 章，中国电子科技集团公司第 26 研究所的李瑞峰编写了第 22~26 章，龙岩学院的陈阳编写了第 27~30 章，全书由丘柳东统稿。另外，重庆工业职业技术学院的易欣、岳海胜、徐浩文、邹东洋、付豪、张远、叶青涛、周圆等同学在机器人主体设计和搭建方面提供了帮助，北京博创尚和科技有限公司的各位工作人员在机器人软件和硬件的使用方面给予了很大的支持，在此表示衷心的感谢！

配套资源下载

本书各章节的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博创尚和公司的网站下载到。

目标读者

本书适合作为高等院校的机械、电子、计算机、自动化等相关专业学生的机器人课程与实训的培训教材使用，也可供高等院校相关专业师生和机器人爱好者自学使用。

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 基础知识

第 1 章 绪论.....3	第 2 章 CDS5516 数字舵机调试与参数设置.....26
1.1 机器人的产生与发展.....3	2.1 舵机的基础知识.....26
1.1.1 古代机器人技术的萌芽.....4	2.1.1 舵机及其工作原理.....26
1.1.2 近代机器人技术的发展.....5	2.1.2 舵机的主要参数.....28
1.1.3 现代机器人技术的发展.....5	2.1.3 数字舵机.....28
1.2 机器人的定义.....6	2.1.4 博创 CDS5516 数字舵机.....29
1.3 机器人系统的组成.....6	2.2 利用舵机专用测试软件测试舵机及进行参数设置.....29
1.3.1 控制部分.....7	2.2.1 UP-Debugger 多功能调试器的驱动安装.....30
1.3.2 感知部分.....8	2.2.2 UP-Debugger 多功能调试器的连接.....32
1.3.3 执行部分.....8	2.2.3 利用 Robot Servo Terminal 检测舵机及 ID 修改.....33
1.4 典型机器人.....9	2.2.4 舵机的完整测试过程.....38
1.4.1 工业机器人.....9	第 3 章 图形化软件的使用.....39
1.4.2 智能汽车.....11	3.1 LUBY 控制器简介.....39
1.4.3 仿人机器人.....12	3.1.1 LUBY 控制器的特点.....39
1.4.4 仿生机器人.....13	3.1.2 LUBY 控制器接口.....40
1.4.5 军事机器人.....14	3.2 工程新建、保存、打开与关闭.....41
1.4.6 空间探测器.....15	
1.4.7 深海探测器.....18	
1.5 机器人组织及竞赛.....20	
1.5.1 RoboCup.....20	
1.5.2 FIRA 组织及其竞赛.....22	
1.5.3 亚太大学生机器人大赛.....23	
1.5.4 飞思卡尔杯智能车竞赛.....24	

3.2.1 新建工程.....	42	3.5 图形化编程.....	45
3.2.2 保存、打开与关闭 工程.....	42	3.6 程序编译与下载.....	46
3.3 图形化编程界面说明.....	43	3.7 利用代码窗口进行程序编辑	46
3.4 本节所使用控件的说明.....	44	3.8 利用 MDK-ARM 进行程序 编辑.....	47

第 2 篇 避障机器人

第 4 章 避障机器人项目说明.....53

4.1 项目来源.....	53
4.2 项目要求.....	54
4.3 项目分析与任务分解.....	54
4.3.1 项目流程与功能分析	55
4.3.2 技术提取与任务分解	55

第 5 章 轮式机器人直线运动 控制.....57

5.1 基础知识.....	57
5.1.1 电源.....	57
5.1.2 微型直流电机.....	58
5.2 四轮驱动机器人的搭建.....	58
5.3 Mservo 舵机控件的使用	62
5.4 图形化程序设计.....	63
5.4.1 程序编写前的准备	64
5.4.2 图形化程序的编写	64
5.5 C 语言程序设计.....	65
5.6 运行及调试.....	67

第 6 章 轮式机器人运动轨迹 控制.....70

6.1 轨迹运动的原理及计算.....	70
---------------------	----

6.1.1 直线运动.....	71
6.1.2 曲线运动.....	72
6.1.3 左右转向与原地 转向.....	73
6.2 四轮驱动机器人的搭建	73
6.3 Var 变量定义控件的 使用.....	74
6.4 图形化程序设计.....	75
6.5 C 语言程序设计.....	76
6.6 运行及调试.....	78

第 7 章 简易扫描跟踪平台.....79

7.1 光电传感器.....	79
7.2 光电传感器的使用	80
7.2.1 光电传感器的感应距离与 连接.....	80
7.2.2 光电传感器的调试	81
7.3 简易扫描跟踪平台的搭建	81
7.4 关系与逻辑运算符及其 表达式.....	83
7.5 控件的使用.....	84
7.5.1 IOinput 数字输入控件的 使用.....	84
7.5.2 IF 选择控件组的使用	85

7.5.3 While 循环控件组的 使用	86
7.6 图形化程序设计	87
7.6.1 IF 选择控件的简单 应用	87
7.6.2 本章图形化程序的 设计	88
7.7 C 语言程序设计	90

第 8 章 避障机器人的设计与制作

8.1 示例项目说明	92
8.2 避障机器人的搭建	92
8.3 避障原理	92
8.4 图形化程序设计	95
8.5 C 语言程序设计	98

第 3 篇 除障机器人

第 9 章 除障机器人项目说明

9.1 项目来源	103
9.2 项目要求	104
9.3 项目分析与任务分解	104
9.3.1 项目流程与功能分析	105
9.3.2 技术提取与任务分解	105

第 10 章 多关节机械手的运动控制

10.1 工业机器人常用坐标系	107
10.2 多关节机械手的搭建	108
10.3 运行流程及目标点点数据 获取	110
10.4 机械手目标点位置的获取	111
10.5 多关节机械手的图形化程序 设计	111
10.6 C 语言程序设计	112

第 11 章 基于红外测距的跟随小车

11.1 红外测距传感器测距 原理	114
11.2 模拟传感器与 Anolnput 模拟输入 控件的使用	115
11.2.1 模拟传感器的采集与 量化	115
11.2.2 模拟传感器的连接与控件 设置	116
11.3 简易扫描跟踪平台的搭建	116
11.4 图形化程序设计	117
11.5 C 语言程序设计	118

第 12 章 简易雷达扫描平台

12.1 简单雷达扫描机构的 搭建	120
12.2 控件的使用	121
12.2.1 舵机控件的使用（舵机 模式）	121
12.2.2 Calculate 运算控件的 使用	121
12.3 图形化程序设计	123

12.4 C 语言程序设计.....126	第 14 章 除障机器人的设计与制作.....139
第 13 章 搬运机器人的设计与制作.....129	14.1 示例项目说明.....139
13.1 搬运机器人的搭建.....129	14.2 避障机器人的搭建.....139
13.2 搬运机器人的工作流程.....132	14.3 除障原理与处理流程.....141
13.3 图形化程序设计.....133	14.4 图形化程序设计.....142
13.4 C 语言程序设计.....135	14.5 C 语言程序设计.....144
13.5 运行流程图示.....136	14.6 运行流程图示.....146
第 4 篇 全向运动机器人	
第 15 章 基于视觉跟随的机器人项目说明.....151	16.5 C 语言程序设计.....163
15.1 项目来源.....151	第 17 章 四轮全向运动平台轨迹控制.....165
15.2 项目要求.....152	17.1 四轮全向运动方向控制原理.....165
15.3 项目分析与任务分解.....153	17.1.1 平移时的轮速分析.....166
15.3.1 项目流程分析.....153	17.1.2 自转时的轮速分析.....167
15.3.2 项目系统结构.....153	17.2 四轮全向运动平台搭建.....168
15.3.3 项目实现所需的主要技术.....154	17.3 图形化程序设计.....169
15.3.4 任务分解.....154	17.4 C 语言程序设计.....169
第 16 章 三轮全向运动平台搭建及方向控制.....156	第 18 章 Woody 的视觉识别使用.....171
16.1 全向运动及其机构简介.....156	18.1 计算机视觉基础.....171
16.2 三轮全向运动控制原理.....158	18.1.1 数字图像.....172
16.2.1 平移时的轮速分析.....160	18.1.2 数字图像的分类.....172
16.2.2 自转时的轮速分析.....161	18.1.3 颜色空间.....173
16.3 全向运动平台搭建.....161	18.1.4 阈值分割.....174
16.4 图形化程序设计.....162	

18.2 Woody 的硬件连接与启动	175	第 20 章 简易视觉云台及在目标定位中的应用	192
18.3 Woody 控制器的网络设置	176	20.1 视觉云台简介	192
18.3.1 利用 WoodySettings 软件进行网络设置	176	20.2 基于视觉的目标定位原理	194
18.3.2 手动进行网络设置	177	20.3 简易二自由度视觉云台的搭建	195
18.4 图像捕捉设置	178	20.4 控制原理	195
18.5 图像捕捉与颜色识别测试	180	20.5 图形化程序设计	196
18.6 颜色阈值设置原则	182	20.6 C 语言程序设计	198
第 19 章 基于视觉的目标跟随平台	183	第 21 章 全向运动机器人的设计与制作	201
19.1 基于视觉的目标跟随平台搭建	183	21.1 示例项目说明	201
19.2 视觉相关控件的使用	184	21.2 全向运动机器人的搭建	201
19.2.1 Wsettings 设置控件	184	21.3 控制原理	202
19.2.2 Wimage 图像捕捉控件	184	21.3.1 控制原理全向机器人运行流程	202
19.3 图形化程序设计	185	21.3.2 轮速计算 (C 语言)	202
19.3.1 控制原理	185	21.3.3 轮速计算 (图形化)	204
19.3.2 图形化程序	187	21.4 图形化程序设计	204
19.4 C 语言程序设计	189	21.5 C 语言程序设计	207
第 5 篇 综合项目			
第 22 章 四足爬行机器人	213	第 23 章 双足步行机器人	217
22.1 四足爬行机器人的搭建	213	23.1 双足机器人的搭建	218
22.2 控制原理	214	23.2 控制流程	219
22.3 图形化程序设计	215	23.3 图形化程序设计	220
22.4 运行效果	216	23.4 运行效果	220

第 24 章 循迹机器人	223	25.3 Woody 设置	233
24.1 灰度传感器简介	223	25.3.1 语音识别	233
24.2 寻迹模块	224	25.3.2 语音播放	236
24.3 机器人跟随原理	225	25.4 图形化程序设计	237
24.4 路径跟随机器人的搭建	227	第 26 章 出入控制系统	240
24.5 图形化程序设计	228	26.1 机器人及门控的搭建	240
第 25 章 语音控制机器人	231	26.2 控制流程	242
25.1 语音控制机器人的搭建	231	26.3 条码或二维码识别测试	242
25.2 控制流程	232	26.4 图形化程序设计	243
		26.5 运行效果	244
第 6 篇 基于创意之星平台的实现			
第 27 章 控制器与 NorthStar 图形化软件	249	27.4.2 利用舵机控件对舵机进行测试	258
27.1 MultiFLEX™2-AVR 控制器	249	27.4.3 利用菜单选项对传感器进行测试	259
27.1.1 功能概述	250	27.4.4 利用控件对传感器进行测试	260
27.1.2 外部接口及电气规范	250	27.5 关于直接 C 语言开发	260
27.1.3 电池和直流电源	251	第 28 章 避障机器人的实现	261
27.2 NorthStar 工程建立及修改	252	28.1 轮式小车直行运动控制	261
27.2.1 工程的建立	252	28.2 轮式机器人运动轨迹控制	262
27.2.2 工程的修改	254	28.3 简易扫描跟踪平台	264
27.3 NorthStar 控件使用说明	254	28.4 避障机器人	265
27.3.1 控件的连接与断开	254	第 29 章 除障机器人的实现	267
27.3.2 主要控件的设置	255	29.1 多关节机械手运动控制	267
27.3.3 程序编译和下载	257	29.2 基于红外测距的跟随小车	268
27.4 舵机与传感器的调试	257	29.3 简易雷达扫描平台	269
27.4.1 利用菜单选项对舵机进行测试	257		

29.4 搬运机器人	271	控制	275
29.5 除障机器人	272	30.2 四轮全向运动平台轨迹 控制	275
第 30 章 其他类型机器人的 实现	275	30.3 四足爬行机器人	276
30.1 三轮全向运动平台轨迹		30.4 双足步行机器人	277
		30.5 循迹机器人	277

第 1 篇

基础知识

第 1 章 绪论

第 2 章 CDS5516 数字舵机调试与
参数设置

第 3 章 图形化软件的使用

第 1 章

绪论

1.1 机器人的产生与发展

在 20 世纪工业革命后技术和生产快速发展的背景下，捷克斯洛伐克作家卡雷尔·卡佩克（Karel Capek）根据原意为“劳役、苦工”的古代斯拉夫单词“robota”和原意为“工人”的波兰单词“Robotnik”，造出具有“奴隶机器”含义的新词 robot。其含义是一个具有人的外表、特征和功能的机器，是一种人造的劳力。1920 年在其剧本《罗萨姆的万能机器人》（Rossum's Universal Robots, R.U.R）中第一次公开使用。

机器人技术的产生和发展，主要源于以下 3 个方面。

首先，是人类自身发展的必然结果。随着人们探讨、认识、改造自然过程的不断深入，需要一种工具代替人类去从事复杂和繁重的体力劳动，实现人类对不可达世界的认识和改造。

其次，是二战后世界各国经济恢复与发展需求的必然结果。在第二次世界大战之后，由于人力资源缺乏，迫切需要一种工具代替工人进行大批量的生产制造活动，在提高生产效率的同时，降低人的劳动强度，恢复和促进本国经济的发展。

另外，是科学技术综合发展的必然结果。机械、制造、材料、电子，计算机、自动控制以及人工智能等相关理论与技术的发展，促使多学科交叉领域不断被发掘，这些多学科交叉领域需要一个综合载体进行检验与促进。一方面这些相关理论与技术为现代机器人技术的产生和发展提供了强大的保证，另一方面其综合发展水平决定了机器人技术的发展水平。

因此，机器人技术的产生和发展是人类与社会、科技发展的共同需要，对社会经济发展产生了重大影响。机器人技术汇集了众多主流学科的最新研究成果，是当代科学技术发展最活跃的领域之一。学习机器人技术，有利于了解与掌握当今科学技术的研究成果及其应用，