

通用机器人教育

史陈新 李铮 著



北京理工大学出版社



通用机器人教育

史陈新 李 铮 著

徐 扬 张 瑶 李永定 李 昕 聂营营

莫 维 王 涛 张 悦 蒲 琪 陈石英 编委

李小东 范 昆 覃祖军 刘雪娇 高思思

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书分为入门篇和进阶篇，其中入门篇包括机器人概述、制作器材和静态造型设计、电子设计基础、机械原理模块（1）、认识主控板、简单的传感器、编程入门、C++编程、Java概述、创客的开源工具——Arduino、控制电机和小车、避障与循迹，进阶篇包括机械原理模块（2）、进阶级主控板、摆动和关节模块、机械臂、电子模块的串口监测、超声测距传感器、加速度传感器、颜色识别传感器、温湿度传感器、简易仿生机器人、摇杆模块、月球车模型。

本书可作为中小学应用型技术学科类专业教材，也可供中小学科技特长学生自学，还可以作为培训教材使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

通用机器人教育 / 史陈新, 李铮著. —北京: 北京理工大学出版社, 2016.12

ISBN 978-7-5682-3706-2

I. ①通… II. ①史… ②李… III. ①机器人技术—教学研究—中小学 IV. ①G633.932

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 027953 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 24

字 数 / 410 千字

版 次 / 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 65.00 元

责任编辑 / 陆世立

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换

机器人教育以普及机器人技术、凸显科学创新、强化团队贡献、培养科学素养为宗旨，具有趣味性、创新性和可操作性等特点。在中小学开展智能机器人科技教育活动是提高学生科学素养的最佳途径。我国机器人教育进入中小学是从 21 世纪开始的，经历了短暂的发展后，迅速成为校园学生喜爱、参与兴趣浓厚的活动课程。经历了“十一五”和“十二五”改革后，机器人课程已经在大多数学校扎根，相关教师利用课外活动、兴趣小组及校本选修课程，对喜爱机器人技术的学生传授知识，十余年中，涌现了一批理论和实践结合能力强，具有较强研究精神及研究能力的毕业生，他们大都进入高等院校继续深造。他们中甚至有些现在已经进入社会，并在计算机、智能机器人等领域发挥着自己的特长，在用技术改变着我们的生活。

目前市场上活跃着很多机器人教育产品及针对产品的教育类书籍，它们在内容上以技术说明为主，内容不够系统，并且兼容性差，所适应的学段也因设备器材而被限定。《通用机器人教育》是北京教育网络和信息中心立项指导的，涵盖中小学信息技术外延课程中智能机器人教育的教材，书籍内容丰富，且具备教学兼容性。本书由北京中科易研科技股份有限公司设计，针对小学和中学的实际教学使用。之后的专家论证中，科技教学名师对本书内容的认可度非常高。

本书可以供中小学开展智能机器人教学之用，可以使学生涉猎电子电路、单片机、机器人控制、程序设计等多门类系统知识。义务教育阶段开展相关课程可以有选择地学习本书，若普通高中教育阶段开展相关课程，书中也有提高部分可以选择。

入 门 篇

第 1 课 机器人概述	3
1.1 机器人的起源	3
1.1.1 哲学起源	3
1.1.2 工程学起源	7
1.2 机器人的定义	7
1.3 机器人的发展	8
1.3.1 第一代机器人	9
1.3.2 第二代机器人	9
1.3.3 第三代机器人	10
1.4 机器人的基本构成	10
1.4.1 机械本体	10
1.4.2 驱动装置	10
1.4.3 检测装置	11
1.4.4 控制系统	11
1.5 机器人的分类	12
1.5.1 工业机器人	12
1.5.2 军用机器人	13
1.5.3 服务机器人	13
1.5.4 危险作业机器人	14
1.5.5 农业机器人	14
1.5.6 娱乐机器人	14
1.5.7 机械外骨骼	15
1.5.8 虚拟机器人	15
1.6 “创新制作”概念下的机器人	16

第2课 制作器材和静态造型设计	19
2.1 认识我们的制作器材	19
2.1.1 连杆类零件	20
2.1.2 平板类零件	20
2.1.3 框架类零件	21
2.1.4 辅助类零件	21
2.1.5 空间关系	22
2.1.6 零件库的生成与管理	24
2.2 静态造型设计	25
2.2.1 刚体结构	25
2.2.2 可动结构	25
2.2.3 机构造型设计练习	26
第3课 电子设计基础	28
3.1 电容	28
3.1.1 电容器的型号命名方法	29
3.1.2 电容器的分类	29
3.1.3 常用电容器	29
3.1.4 电容器主要特性参数	32
3.1.5 电容器参数的基本公式	32
3.1.6 电解电容的电参数	34
3.1.7 电容器容量标示	35
3.1.8 电容的作用	36
3.1.9 电容的选择	37
3.1.10 多层陶瓷电容 (MLCC)	37
3.1.11 钽电容替代电解电容的误区	38
3.1.12 旁路电容的应用问题	38
3.1.13 电容的等效串联电阻 ESR	39
3.1.14 电源输入端的 X, Y 安全电容	39
3.2 二极管	40
3.2.1 二极管概述	40
3.2.2 二极管的工作原理	42
3.2.3 半导体分立元器件命名方法	42
3.2.4 二极管的特性	43
3.2.5 特殊二极管	46
3.2.6 二极管的应用	46
3.2.7 二极管的类型	47

3.2.8 半导体二极管的极性判别及选用	55
3.2.9 几种常用二极管的特点	61
3.2.10 电路设计中二极管选用准则	63
3.3 电感	64
3.3.1 电感器的作用与电路图形符号	65
3.3.2 电感器的结构与特点	65
3.3.3 电感器的种类	66
3.3.4 电感线圈的主要特性参数	67
3.3.5 常用线圈	69
3.3.6 自感与互感	70
3.3.7 最小值与最大值	70
3.3.8 共模电感	71
3.4 电阻	74
3.4.1 电阻的型号命名方法	74
3.4.2 电阻器的分类	75
3.5.3 主要特性参数	75
3.4.4 电阻器阻值标示方法	75
3.4.5 电阻作用	77
第 4 课 机械原理模块 (1)	78
4.1 功能模块的核心——直流电机	78
4.1.1 直流电机组成结构	78
4.1.2 直流电动机主要分类	79
4.2 底盘的基本单元——驱动轮	82
4.3 另一种轮子——转动机构	84
4.4 仿生的基本单元——连杆组与偏心轮	84
4.4.1 连杆组	84
4.4.2 偏心轮	86
4.5 机械的形象大使——齿轮组	88
第 5 课 认识主控板	90
5.1 走进 Arduino 的世界	90
5.1.1 什么是 Arduino	90
5.1.2 Arduino 板子种类	90
5.1.3 Arduino click	90
5.2 Arduino 单片机	91
5.2.1 Arduino 单片机结构	92

5.2.2 CPU 内核	95
5.2.3 存储器	99
5.2.4 系统时钟	104
5.2.5 电源管理及休眠模式	105
5.2.6 系统控制和复位	107
5.2.7 看门狗定时器	111
5.2.8 I/O 端口	113
5.3 Arduino IDE 安装	115
5.4 Arduino 驱动的安装	116
5.5 Click, Click——按键就能控制	119
5.6 Teaching Programming——按键就能编程	120
5.7 认知 Arduino 与 Minds 控制板	121
5.7.1 Minds 控制板	121
5.7.2 Arduino IDE 安装	122
5.7.3 Arduino 系列板卡驱动的安装	123
5.7.4 体验 Arduino	125
5.8 闪烁 LED	127
5.8.1 任务导航	127
5.8.2 材料阅读	127
5.8.3 动手操作	129
5.8.4 探究思考	130
5.9 走直线小车	131
5.9.1 任务导航	131
5.9.2 材料阅读	131
5.9.3 动手操作	131
5.9.4 探究思考	133
5.9.5 视野拓展	133
5.9.6 挑战自我	133
5.10 避障小车	133
5.10.1 任务导航	134
5.10.2 材料阅读	134
5.10.3 动手操作	134
5.10.4 探究思考	135
5.10.5 视野拓展	135
5.10.6 挑战自我	137

第 6 课 简单的传感器	138
6.1 传感器的定义	138
6.2 传感器的作用	138
6.3 传感器的特点	139
6.3.1 传感器静态	139
6.3.2 传感器动态	139
6.4 传感器的组成	139
6.5 传感器的分类	140
6.5.1 按用途分类	140
6.5.2 按原理分类	140
6.5.3 按输出信号分类	140
6.5.4 按制造工艺分类	140
6.5.5 按测量目的分类	140
6.5.6 按构成分类	141
6.5.7 按作用形式分类	141
6.6 常用种类的传感器	141
6.6.1 电阻式传感器	141
6.6.2 变频功率传感器	142
6.6.3 称重传感器	142
6.6.4 激光传感器	143
6.6.5 霍尔传感器	145
6.6.6 温度传感器	145
6.6.7 无线温度传感器	146
6.6.8 智能传感器	146
6.6.9 光敏传感器	147
6.6.10 生物传感器	147
6.6.11 视觉传感器	147
6.6.12 位移传感器	148
6.6.13 压力传感器	148
6.6.14 超声波测距离传感器	149
6.6.15 24GHz 雷达传感器	149
6.6.16 一体化温度传感器	149
6.6.17 液位传感器	150
6.6.18 真空度传感器	150
6.6.19 电容式物位传感器	151
6.6.20 铂电极酸度传感器	151

6.6.21 酸、碱、盐浓度传感器	151
6.6.22 电导传感器	152
6.6.23 火焰传感器	152
6.7 简单的传感器	153
6.7.1 触碰传感器	153
6.7.2 触须传感器	153
6.7.3 声控传感器	154
6.7.4 近红外传感器	154
6.7.5 光强传感器	155
6.7.6 闪动传感器	156
6.7.7 示教循迹——黑标/白标传感器	156
6.8 悬崖识别——传感器的综合应用	158
第 7 课 编程入门	160
7.1 编程语言基础	160
7.2 C 语言简介	160
7.3 数据类型	161
7.3.1 C 语言中的数据类型	161
7.3.2 变量	162
7.3.3 整型数据	165
7.3.4 浮点型数据	170
7.3.5 字符型数据	172
7.3.6 数据类型转换	174
7.3.7 C 算术运算符和算术表达式	176
7.4 C 语言中头文件的概念	181
7.5 C 语言中函数的概念	182
7.6 C 语言的选择结构	183
7.6.1 关系运算符及其优先次序	183
7.6.2 关系表达式	184
7.6.3 逻辑运算符及其优先次序	184
7.6.4 逻辑表达式	185
7.6.5 单分支选择语句	185
7.6.6 双分支选择语句	186
7.6.7 多分支选择语句	190
7.6.8 选择结构程序设计例	192
7.7 C 语言的循环结构	194

7.7.1	while 循环	194
7.7.2	do while 循环	195
7.7.3	for 循环	196
7.7.4	break 语句	198
7.7.5	continue 语句	200
7.8	数组	203
7.8.1	一维数组的定义及初始化	203
7.8.2	二维数组的定义及初始化	206
7.8.3	字符数组的定义及初始化	209
7.8.4	字符串函数	210
7.9	预处理命令	216
7.9.1	#include 命令	217
7.9.2	宏定义	217
7.9.3	带参数的宏定义	220
7.9.4	条件编译	222
7.10	指针	225
7.10.1	地址和指针的概念	225
7.10.2	指针变量和指向变量的指针变量	226
7.10.3	数组与指针	235
7.10.4	字符串与指针	240
7.10.5	指针型函数	243
7.10.6	指针数组	245
7.10.7	指向指针的指针	248
7.11	结构体与共用体	250
7.11.1	结构体变量	250
7.11.2	结构体数组	253
7.11.3	指向结构体类型数据的指针	254
7.11.4	共用体	258
7.11.5	枚举类型	259
7.11.6	用 typedef 定义类型	260
7.12	位运算符和位运算	261
第 8 课	C++编程	265
8.1	C++历史简介	265
8.2	C++的优点	266
8.3	C++面向对象的编程	267

第 9 课	Java 概述	271
9.1	Java 语言概述	271
9.2	Java 语言的特点	272
9.3	Java 面向对象编程	273
9.3.1	面向对象思想介绍	273
9.3.2	面向对象程序编写	274
第 10 课	创客的开源工具——Arduino	276
10.1	配置编程环境	276
10.1.1	C 语言界面	276
10.1.2	图形化界面	277
10.1.3	常用图块与函数	278
10.2	Hello World——我的第一个程序	279
10.3	blink 程序	283
10.4	呼吸灯程序	283
第 11 课	控制电机和小车	286
11.1	驱动直流电机	286
11.2	双轮万向小车的组装	287
11.3	左转右转原地转——编程控制一个双轮小车	288
11.4	编程思想	288
11.5	各种轮式底盘的设计	290
第 12 课	避障与循迹	293
12.1	if...else 语句	293
12.2	红外避障小车	294
12.3	黑标循迹小车	298

进 阶 篇

第 13 课	机械原理模块 (2)	302
13.1	棘轮与棘爪	302
13.2	轮系机构	303
13.2.1	机器四足兽	304
13.2.2	变形车	304
13.2.3	机器蜥蜴	304
13.3	连杆伸缩结构	305
13.4	舞动的机械——空间连杆	305
13.5	履带模块	306

第 14 课	进阶级主控板	308
14.1	电子堆堆乐——主控板与扩展板	308
14.2	接口与功能	309
14.3	连接直流电动机和传感器	311
第 15 课	摆动和关节模块	313
15.1	驱动伺服电动机	313
15.1.1	简介	313
15.1.2	舵机的控制方法	313
15.1.3	舵机的原理	314
15.2	各种摆动机构举例	315
15.3	串联式机器人单元——关节模块	316
15.4	二自由度云台	317
第 16 课	机械臂	319
16.1	组装机械手爪	319
16.2	机械手爪的不同方案	319
16.3	for 循环的应用——机械手爪控制	320
16.4	三自由度机械臂的组装	322
16.5	三自由度机械臂的控制	323
第 17 课	电子模块的串口监测	329
17.1	串口监视器	329
17.2	数字量监测	331
17.3	模拟量监测	332
17.4	蓝牙模块	333
第 18 课	超声测距传感器	336
18.1	参数与功能简介	336
18.2	串口监视器测值	338
18.3	测距算法详解	338
18.4	超声雷达	341
第 19 课	加速度传感器	347
19.1	参数与功能简介	347
19.2	串口监视器测值	347
19.3	姿态控制系统	349
第 20 课	颜色识别传感器	351

20.1	参数与功能简介	351
20.2	串口监视器测值	353
20.3	颜色识别系统	355
第 21 课	温湿度传感器	362
21.1	参数与功能简介	362
21.2	串口监视器测值	362
21.3	简易温控系统	365
第 22 课	简易仿生机器人	367
22.1	机器恐龙的组装	367
22.2	简易 4 足机器人的组装	367
22.3	齿轮式四足机器人的组装	369
22.4	六足机器人的组装	369
22.5	仿生昆虫触须避障	370
第 23 课	摇杆模块	371
23.1	参数与功能简介	371
23.2	控制直流电动机	371
23.3	贪食蛇游戏机	373
23.4	Birdmen 扩展板	376
第 24 课	月球车模型	377
24.1	月球车模型的机械设计	377
24.2	手机端控制方法	377
24.3	源代码	379



入 门 篇



机器人概述

人类的很多梦想，如上天、入地、千里眼、顺风耳等，现今已成为现实。机器人也是人类千百年来追求的梦想，现代科技已使这个梦想变成现实。机器人正在向我们走来，它将成为人类社会的重要组成部分。

1.1 机器人的起源

在大多数人的印象里，机器人从来都是一个“高科技”的代名词，是一个指向未来的新奇事物，它为文学家、电影工作者提供了大量的灵感，近些年才慢慢出现在我们的生活里。

如果有人突然告诉你，机器人其实是一个非常古老的事物，你是否感觉很吃惊呢？

机器人的产生和发展是人类社会，特别是工业社会发展的客观要求，也是科学技术发展的必然结果。

机器人技术是一门综合性学科，它综合了多种基础学科、技术学科及新兴科技领域的多方面知识，涉及机械电子、计算机、数学、物理和仿生学等多学科知识，突出地体现了当代科学技术发展的高度分化而又高度综合这一特点，代表着一个国家的科技发展水平。

几千年来，人类一直梦想能创造出自己的复制品，即一种像人一样的机器，以便代替人完成各种工作。社会的需求是机器人生产的原动力。机器人是现代工业社会的产物。现代社会的分工越来越细，在各个领域中，人们越来越强烈地需要某种能够代替自己从事简单劳动的机器。

机器人（robot）是自动执行工作的机器装置。它既可以接收人类指挥，运行预定编排的程序，也可以根据以人工智能技术制定的原则行动。它的任务是协助或取代人类的工作，如生产业、建筑业或是危险环境的工作。

1.1.1 哲学起源

“机器人”由“robot”翻译而来，而 robot 最早是约 1920 年由捷克作家卡雷尔·恰佩克创造的，它的词源是斯拉夫语单词 robota，意思是“强制劳动”“奴隶”，因此，翻译作“机器奴”可能更合适。在名为《罗萨姆的万能机器人公司》的戏剧中（图 1-1），作者展示了一个有趣的故事，故事里的奴仆不是传统的人类奴仆，而是具有人形外观的 robot，它们能像仆