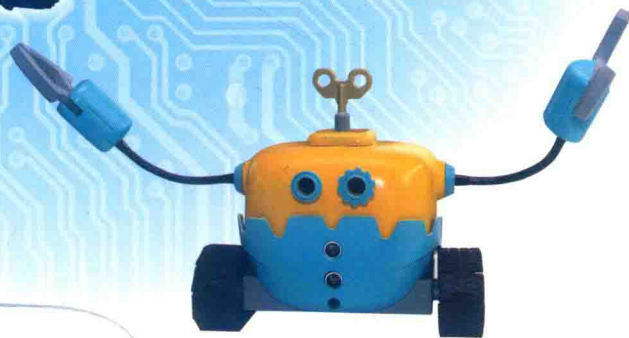



AI 梦工厂

汤嘉敏 邹亮梁 著

智能机器人 基础



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

 AI 梦工厂

智能机器人基础

汤嘉敏 邹亮梁 著



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

智能机器人基础 / 汤嘉敏, 邹亮梁著. — 上海:
上海教育出版社, 2019.8
ISBN 978-7-5444-9397-0

I. ①智… II. ①汤… ②邹… 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(2019)第170513号



责任编辑 宁彦锋 茶文琼
封面设计 金一哲

智能机器人基础

汤嘉敏 邹亮梁 著

出版发行 上海教育出版社有限公司
官 网 www.seph.com.cn
地 址 上海永福路123号
邮 编 200031
印 刷 上海展强印刷有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 9.5
字 数 175千字
版 次 2019年8月第1版
印 次 2019年8月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5444-9397-0/T.0026
定 价 48.00元

如发现质量问题, 读者可向工厂调换 电话: 021-64377165

序

“你长大了想当什么？”每一位同学几乎都回答过这个经典的问题。那些梦想当科学家、发明家的同学，你们是不是也梦想创造一个属于自己的机器人？机器人实在太有魅力了。无论是《机器人总动员》里的瓦力、伊芙，还是《银河系漫游指南》中出现的小机器人，它们用“语言”交流，用灵巧的肢体完成各种任务，用“实力”改变了人们的工作和生活。而这一切，都源于它们拥有一个发达的“大脑”。随着科学技术的不断发展，人工智能技术的应用也使机器人的“大脑”越来越智能化。目前，智能机器人已经开始担任银行大堂经理、超市收银员、餐厅服务员等角色。相信在不久的将来，智能机器人技术会应用到我们日常生活的方方面面，会改变我们现在的学习、工作、生活。

《智能机器人基础》犹如为同学们打开了一扇通往机器人世界的大门，它将引导你们带着好奇、带着想象，享受“学中做、做中学”的乐趣，不断地在实践中探究，在探究中实践。本书通过知识讲解和动手操作相结合的形式，向同学们全面介绍人工智能和智能机器人的概念、技术的发展、现状与应用场景，并一步步地教同学们自己动手，学习搭建智能机器人的工具、方法、步骤流程，以及如何编写程序，以实现指令对机器人的控制，让机器人乖乖地听你的指挥。本书通过许多深入浅出的应用实例帮助同学们真正地理解、掌握所学知识和技能。在这里，同学们收获的将不只是课本上的理论知识；还可以在活动过程中提高自身的动手能力和创造能力，培养表达能力、逻辑思维能力以及对所学知识的运用能力。本书将开启你们对未来世界酷炫科技的无限期待与向往，你们会惊喜地发现：原来创造一个智能机器人的梦想并不像你们曾经想象的那样遥不可及。“梦想一旦被付诸行动，就会变得神圣”。

现今，信息技术日新月异。智能机器人技术与人工智能、互联网、大数据、云计算等先进技术深度融合，迭代创新、高速发展。中国已经成为全球最大工业机器人市场，智能机器人技术的发展需要更多的人才，书本前的你们，就是这些人才力量的后备军。希望你

们打开本书的同时，也是你们在智能机器人知识海洋里扬帆起航之时，愿你们乘风破浪，直济沧海，将来成为中国智能机器人技术的中坚力量，使中国的智能机器人技术和产业发展走向全世界。

郝玉成

中国机器人产业联盟秘书长

前言

机器人、人工智能、大数据、深度学习、云计算、IoT（物联网）、AR（增强现实）、VR（虚拟现实）等科技名词已经不再是高等学府专用的学术用语了，它们已经成为很多青少年日常讨论的话题。曾几何时，那些只有在科幻小说和电影中才会出现的各种犹如魔法般奇妙的高科技，如今离我们的生活已经越来越近了。

人们可能会问，未来的智能机器人会是什么样子？它们如何实现智能化呢？

其实，传感器、执行器以及能够处理传感器感知的信息并指导执行器进行操作的处理器是智能机器人必不可少的组成部分。可以根据不同的需求为智能机器人配备各种类型的传感器和执行器以完成不同的任务。

为了尽可能让学生在充分理解的基础上揭开这个谜团，本书以一个成品机器人“小曼”为蓝本为大家进行剖析讲解。本书的程序实现以模块化为主，学生在理解的基础上只需作一些简单的修改，就可以将小曼机器人的功能根据自己的需求进行配置和调整。在完成本书所有的程序范例后，一个完整的机器人也就轻松地搭建完毕了。

本书重点及特色如下：

- （1）本书以Arduino开发板为主控板，配合其他一些外接元器件来完成机器人的各项功能。
- （2）借助Arduino提供的IDE编程环境，以C语言为基础进行机器人程序的开发。
- （3）第一章介绍智能机器人，第二章介绍C语言及Arduino开发板。
- （4）第三章到第十一章对机器人“小曼”的身体构造及功能进行介绍。每章包括基本原理、实验材料、基本连接图、代码实现和解释、实践与思考等几个部分。
- （5）各章之间的代码由浅入深、逐章递进，从基本命令和函数到自带类库、外部导入类库等。

本书由笔者指导学生制作机器人的实践经验汇总而成，从程序的编写、电路的搭建、

LED灯的点亮到直流电机与舵机的控制、LCD显示屏的控制、语音的识别与合成等都有一套系统完整的流程。学生还可以购置本书配套的卡纸机器人套装，动手组装并开发一个属于自己的机器人。

最后，希望学生通过学习本书的内容能激发动手实践的激情和创造力。在动手制作机器人的过程中，不仅要关注机器人的结构和编程语言的实现，同时还要把学到的知识与生活中的实践相结合，仔细观察、认真研究，真正做到学以致用。

目录

第一章 智能机器人概述	1
一、人工智能	2
二、智能机器人	3
三、机器人的发展史	7
四、人工智能和机器人的应用领域	9
五、思考与探索	11
第二章 C语言基础知识和Arduino简介	13
一、C语言编程	14
二、Arduino简介	29
三、Arduino与C语言的联系	33
四、知识拓展	34
五、实践与思考	35
第三章 机器人的动力：精力无限	37
一、小曼的动力：锂电池	38
二、小曼的躯干：3D打印	40
三、小曼的内部连接：面包板	42

四、小曼的感觉：传感器 …………… 42

五、实践与思考 …………… 46

第四章 机器人的眼睛：光与色彩 …………… 47

一、小曼的眼睛：发光二极管 …………… 48

二、实验材料 …………… 51

三、基本线路图 …………… 51

四、实现代码 …………… 52

五、实践与思考 …………… 55

第五章 机器人的脚：行者无疆 …………… 57

一、小曼的双脚：直流电机和步进电机 …………… 58

二、实验材料 …………… 61

三、基本线路图 …………… 62

四、实现代码 …………… 62

五、实践与思考 …………… 70

第六章 机器人的臂：拥抱世界 …………… 71

一、小曼的双臂：舵机 …………… 72

二、实验材料 …………… 74

三、基本线路图 …………… 74

四、实现代码 …………… 75

五、实践与思考 …………… 76

第七章 机器人的鼻子：灰尘克星 79

- 一、小曼的鼻子：灰尘传感器 80
- 二、实验材料 81
- 三、基本线路图 82
- 四、实现代码 82
- 五、实践与思考 86

第八章 机器人的耳朵：耳听八方 87

- 一、小曼的耳朵：超声波传感器 88
- 二、实验材料 89
- 三、基本线路图 89
- 四、实现代码 90
- 五、实践与思考 92

第九章 机器人的皮肤：感知冷暖 93

- 一、小曼的皮肤：温湿度传感器 94
- 二、实验材料 94
- 三、基本线路图 95
- 四、实现代码 95
- 五、实践与思考 99

第十章 机器人的语言：心有灵犀 101

- 一、小曼的语言：LCD显示器 102

二、实验材料	104
三、基本线路图	104
四、实现代码	105
五、实践与思考	107

第十一章 机器人的声音：畅所欲言

109

一、让机器人讲话：语音模块	110
二、语音识别和语音合成的应用场景	114
三、知识拓展	115
四、实践与思考	115

第十二章 智能机器人未来展望

117

一、未来发展的关键技术	118
二、智能机器人的发展趋势	120
三、智能机器人的具体应用	121
四、思考与探索	122

后 记

125

参考文献

127

附 录

131

第一章

智能机器人概述

一、人工智能

《星球大战》《终结者》《变形金刚》《机械公敌》《机器人总动员》这些经典的科幻电影大家一定都不陌生。这些电影中出现的由科幻作家预测的许多人工智能技术和机器人技术虽然尚未完全进入人们的日常生活中，但近两年来这些技术的发展速度却委实令人咋舌。从谷歌接近同传效果的机器翻译到几乎零失误的无人驾驶汽车，从国际商业机器公司（IBM）的医疗诊断专家“沃森医生”到意大利钢琴演奏机器人特奥（Teo）。旅游业、服务业、金融业，这些技术能够涉及和应用到的领域越来越多，甚至在律师行业里，人工智能律师CaseCruncher Alpha也已经松击败100名来自剑桥法律系高才生的联合挑战。更令人惊讶的是，在2017年10月25日利雅得未来投资峰会上，人形机器人“索菲亚”被授予沙特阿拉伯公民身份，成为第一个拥有地球公民身份的机器人。人工智能和机器人技术的发展日新月异，让人眼花缭乱、目不暇接。

（一）人工智能的研究方向

人工智能（Artificial Intelligence）是计算机科学的一个分支，它着重研究机器的自我学习以及如何让机器自动实现人类的智能行为。换句话说，人工智能的实现必须以计算机程序开发作为手段，它更偏重于算法。人们试图借助算法让机器再现人类的感知、学习、推理、规划和决策等行为，同时还具备理解语言、逻辑演绎和社交等能力。

随着对人工智能研究的深入，人们对“智能”一词的争议也越来越大。因为人类的智能还涉及诸如精神、意识、自我、灵感、审美等抽象概念。人们已经越来越认识到，在没有完全清楚人类自身“智能”的情况下，想要创造出真正可以“思考”的机器是不现实的。因此，眼下对人工智能的研究除了核心的计算机科学外，其范围已经扩展到数学、逻辑学、传播学、语言学和神经科学等领域，甚至心理学和哲学也被其纳入研究范围。

（二）人工智能的分类

由于人工智能的研究领域非常广泛，在无法给人工智能进行精确定义的情况

下，暂且只能将人工智能笼统地分为弱人工智能与强人工智能两类。目前，人们常见的都是弱人工智能。这种智能专注于人类思维的某种具体应用，或者说是通过使用数学和计算机科学的方法来模拟人类的智能行为。与弱人工智能相比，强人工智能具有自我意识和更深层次的学习能力以及理解能力，它不仅完全像人类一样进行思考，还可能会建立和人完全不一样的知觉和意识体系，使用完全不同于人类的推理方式。如果这样的强人工智能产生了，就真正印证了有“计算机之父”和“人工智能之父”之称的阿兰·麦席森·图灵的预言：“人工智能能够完成人类智能可以完成的任务，至于它完成任务所用的思维方式、实现的方法、运行的过程可能与人类大相径庭。”

（三）人工智能的应用

人工智能在人们日常的学习、工作和生活中正被广泛应用于各个领域。例如，人工智能算法可以被应用于百度、谷歌等搜索引擎，天猫、京东、亚马逊等推荐引擎，机器翻译、智能家居设备、语音识别、人脸识别、无人驾驶汽车、保障道路交通安全的视觉监控系统、医疗诊断使用的专家系统和智能机器人，等等。请你大开脑洞，想一想现实生活中还有哪些具体的人工智能使用案例。

二、智能机器人

前文简要介绍了什么是人工智能、人工智能的研究领域、人工智能的分类以及它在现实生活中的广泛应用。接下来，我们一起来认识智能机器人。

谈智能机器人之前不得不先了解一下什么是机器人。其实，人们对机器人并不陌生，但究竟是什么使机器人成为人们口中所说的“机器人”，而不仅仅是一台人形机器呢？

（一）什么是机器人

“机器人”（Robot）一词来自捷克语Robota，原意是农奴或奴隶。它最早于

20世纪20年代被一位捷克作家卡雷尔·恰佩克（Karel Capek）用在他的科幻舞台剧《罗梭的万能工人》中。机器人其实跟“人”没有太大的关系，只不过最初它被制作成了人类的样子。后来，一切通过编程来模拟人类的肢体、行为、思想，包括模拟其他生物的机器（如机器狗、机器小鸡等）也都被统称为机器人。

人类对机器人的使用已经有很多年，特别是在工厂里，主要使用的机器人类型是机械手或机器人手臂，它们可以不知疲倦地重复拾取和放置精细物体或重物，还可以使用工具精准完成焊接、组装等任务。

然而，一直以来人们常常会混淆自动化装置、机器人、人工智能等概念。有些人会将无人干预却能自动进行操作或控制的机器或装置当作机器人；有人觉得机器人是人工智能的一部分，甚至有人认为它们是同一种东西。想要了解清楚这些概念，就得先解决之前提到的问题，即到底是什么让机器变成了机器人？

（二）机器人 VS 自动化机器

首先要明确的是，机器人是一种机器，既然是机器那就具有一定的机械结构。同时，它们又是一种可编程的机器。那么，仅仅是可编程的机器就是机器人了吗？答案显然是否定的。最初发明建造可编程的机器是因为人们在做很多重复劳动时会感到无聊、分心或疲惫，从而容易出错或发生危险。例如，长时间反复拾取、移动重物等行为。工程师对机器进行编程，使它们可以在无人干预的情况下按照程序指令自动完成这些重复操作。然而，这样的机器充其量也只能被称作可编程自动化装置。这种装置的缺点在于：它只会执行程序预设的操作，不会对其他事件作出反应，除了切断电源。

机器人的一个关键特征是它们能够与周围的世界产生互动。它们不但能够对周围世界发生的事件作出一定程度的响应，甚至还能通过自己的行动改变周围世界。因此，构成机器人最重要的因素就显而易见了。

首先，**感知能力**是机器成为机器人的第一要素，也是其他因素的基础。通过传感器，机器人可以感受周围的环境，采集需要的信息。例如，常见的摄像机、测速雷达、GPS等都是传感器，在以后的章节中我们会对常用的传感器进行详细的介绍。

其次，机器人需要具备**认知能力**，只有具备这种能力，机器人才有针对实际情况采取行动或作出适当反应的依据。我们暂时可以把这种能力简单地理解为识

别能力。机器人需要对采集到的信息进行精准的识别才知道接下来是否要作出反应，要作出什么样的反应。举个简单的例子，一辆无人驾驶汽车通过摄像机采集到一块路边限速50千米/时的标志牌，机器人依靠识别能力能够识别出这是一块交通标志牌，而不是一块广告牌。除此之外，它还必须识别出这是一块限速50千米/时的交通标志牌，而不是一块80千米/时的限速牌或其他交通标志。机器人的认知能力是通过认知算法来实现的，认知能力的高低也是判断机器人是否智能的标准之一。

有了精准的认知能力作为支撑，机器人通常能够自主或半自主地通过操纵执行器完成一系列动作。上述例子中的无人驾驶汽车就可以操纵方向盘、加速器、制动器等。但是，有些情况下机器人并不是完全自主或半自主的。例如，遥控潜水器是一个无人驾驶的水下航行器，通过电缆连接到母船，完全由母船上的人员进行操作控制。遥控潜水器通常会搭载水下光源、照相机、摄影机、机械手臂和声呐等装备。因为它具有机械手臂，所以也被称为水下机器人。遥控机器人被归类为机器人的一个分支，这也是机器人的定义不清楚，经常会引起争议的一个例子。

综上所述，可以将机器人系统理解为能够使用传感器感知环境，通过算法实现对事件的认知，并制定响应计划执行一系列动作的机器或装置。这种自动感知、认知和行动的反馈循环（见图1-1）就是机器人与其他自动化机器的根本区别。

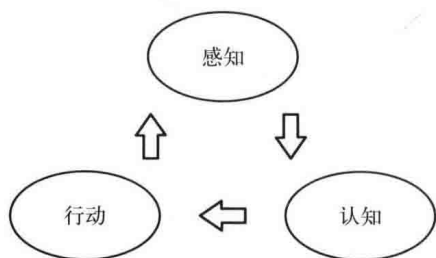


图1-1 机器人的感知、认知、行动反馈循环

（三）机器人VS人工智能

遗憾的是，机器人技术发展至今，科学家依然没能为机器人给出确切的定义。有人说机器人必须具备人类的思考能力并且能够作出判断和决定。但是，对“机器人思考”进行标准化定义又是一个异常困难的问题。不管如何对机器人进行定义，都会涉及机器人的机械构建、电子电路设计以及软件编程。所以，机器人技术实际上是由机械工程、电气工程和计算机科学组合而成，而一直容易跟机器人技术混淆的人工智能技术，其研究领域只是部分与机器人技术重叠而已。

人工智能和机器人属于两个不同的领域，人们之所以容易将这两个概念混为一谈，可能是因为智能机器人的出现。为了更好地理解和掌握人工智能、机器人和智能机器人这三个概念以及它们之间的相互联系，接下来将对其进行详细的描述和比较。

大多数人工智能的算法程序其实并没有用来控制机器人。即使在智能机器人中，人工智能的算法用于机器人控制也只是机器人系统的一部分，因为整个机器人系统还包括许多非人工智能传感器、执行器和非人工智能控制部分的编程。

一般来说，人工智能都会涉及一定程度的机器学习，它的算法会通过某种“训练”机制对特定输入进行特定方式的响应。人工智能编程与传统编程的关键区别在于“智能”。非AI程序只是执行程序员编制的指令序列，而AI程序可以用来模仿一定程度的人类智能。

现在让我们来总结一下机器人系统与其他人工智能程序的区别。机器人由程序控制，能够自主或半自主地运作。通常它们以语音声波或图像形式即模拟信号作为输入。它们的正常运行必须借助传感器、执行器等硬件。人工智能程序通常运行在计算机的虚拟世界中，它的输入通常是符号和规则集。目前，对人工智能程序进行操作通常需要使用通用计算机。

（四）智能机器人

在理解人工智能和机器人这两个概念及其主要区别后，理解智能机器人就容易多了。智能机器人，顾名思义就是由AI程序控制的机器人，机器人成为人工智能程序运行的平台和载体。许多被人们误以为是人工智能的机器人，其实很多都算不上真正的人工智能。例如，工业机器人被编程后能够执行重复的一系列动作，但正如之前提到的，重复动作不需要人工智能技术。通用机器人可以实现的功能是有限的，因为它们没有独立的“学习”和“思考”能力。不具备这些能力，机器人就没有办法执行更复杂的任务。想要让机器人应对更复杂的情况、执行更复杂的任务就需要人工智能技术的支持。由此可见，智能机器人集生物、机械、电子、材料、传感、控制、软件算法等多个领域的先进科技于一身。智能机器人的研发制造能力从某种意义上来说也反映了国家的综合科技实力。

下面我们通过两个简单的例子，进一步加深对非人工智能机器人和人工智能机器人的理解。我们先来设想这样一个场景：小曼玩了一整天累了想上床睡觉，妈妈