

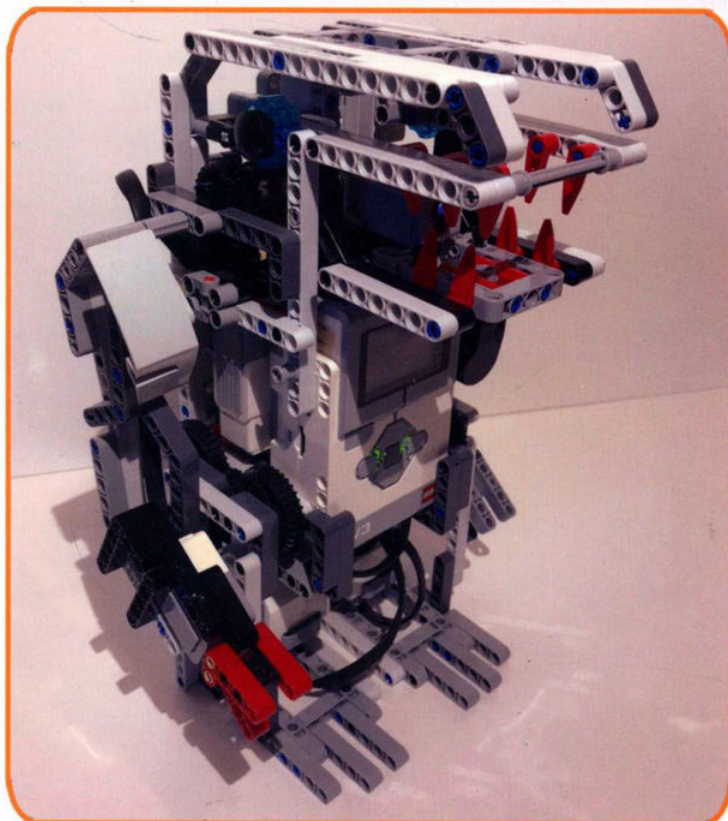
Building Smart LEGO MINDSTORMS EV3 Robots:

Leverage the LEGO MINDSTORMS EV3 platform to build and program intelligent robots

玩转乐高® EV3 : 搭建和编程 AI 机器人

[Packt](#)

[美]凯尔·马克兰 (Kyle Markland) 著
孟辉 姚力 林业渊 韦皓文 译



玩转乐高 EV3： 搭建和编程 AI 机器人

[美] 凯尔·马克兰 (Kyle Markland) 著
孟辉 姚力 林业渊 韦皓文 译



机械工业出版社

Copyright © Packt Publishing 2018.

First published in the English language under the title “Building Smart LEGO MINDSTORMS EV3 Robots: Leverage the LEGO MINDSTORMS EV3 platform to build and program intelligent robots”/by Kyle Markland/ ISBN: 978-1-78847-156-5

This translation of *Building Smart LEGO MINDSTORMS EV3 Robots: Leverage the LEGO MINDSTORMS EV3 platform to build and program intelligent robots* first published in 2018 is published by arrangement with Packt Publishing Ltd.

This title is published in China by China Machine Press with license from Packt Publishing Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书由 Packt Publishing Ltd 授权机械工业出版社在中华人民共和国境内（不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区）出版与发行。未经许可的出口，视为违反著作权法，将受法律制裁。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2018-3645 号。

图书在版编目（CIP）数据

玩转乐高 EV3：搭建和编程 AI 机器人/（美）凯尔·马克兰（Kyle Markland）著；孟辉等译．—北京：机械工业出版社，2019.1

书名原文：Building Smart LEGO MINDSTORMS EV3 Robots: Leverage the LEGO MINDSTORMS EV3 platform to build and program intelligent robots

ISBN 978-7-111-61584-2

I. ①玩… II. ①凯…②孟… III. ①智能机器人—程序设计—青少年读物
IV. ①TP242.6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 278014 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：林 楨 责任编辑：闫洪庆

责任校对：蔺庆翠 封面设计：陈 沛

责任印制：李 昂

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

210mm × 226mm · 9 印张 · 255 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-61584-2

定价：69.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

人工智能（AI）是未来的大势所趋，对于青少年 AI 教育、STEAM 教育来说，乐高 EV3 机器人是一个对青少年和成年人都充满强烈吸引力，并且有趣、好玩又培养创造力和动手能力的高效教育手段。

本书通过从初级到高级的 6 个 EV3 项目，讲解智能机器人的搭建和编程知识，并以实际生活中的 AI 机器人应用与之相对应；帮助读者全面深入掌握 EV3 技能与了解 AI 应用，开发制作出自己的智能机器人。

学习创造是一种乐趣，本书适合任何对机器人感兴趣、想学习搭建和编程的读者，无论你是青少年还是成年人，都可以获得创造的乐趣。



原书序

20年前，世界上出现了一种并不完全由塑料制成的黄色乐高砖块，由6节AA电池供电、有3路输入和3路输出的RCX诞生了，由此乐高公司推出了将机器人和乐高平台结合在一起的新品牌——乐高头脑风暴系列。这个编程与搭建相结合的产物对我的职业生涯产生了莫大的影响，对数百万孩子也是如此。

现在乐高头脑风暴EV3机器人依然在激发孩子们的创造力。但是，如同所有的新技术一样，EV3的入门学习可能很困难。Kyle（网名Builderdude35）是头脑风暴社区的基石，多年来一直通过自己的YouTube频道向孩子和成年人介绍乐高头脑风暴。在本书中，Kyle编写了优秀的课程内容，帮助新手和高级用户进行学习。本书内容从介绍读取真实世界数据的传感器到基于GPS的导航编程，为想成为机器人专家的人们提供了一套独特的EV3项目。

除了基础内容之外，Kyle还展示了他自己创建的标志性机器人——“鲨鱼”和“魔兽”，通过这两种机器人介绍人机交互，以及如何让机器人更引人注目、如何为机器人赋予性格特征。本书是Kyle与社区分享智慧的另一例证，你必定会从中发现一些新的东西，把头脑风暴的魔法分享给他人吧！

Andy Milluzzi

乐高头脑风暴社区合作伙伴（LMCP）



原书前言

本书展示了从初级到高级共 6 个 EV3 项目，每一章用示例讲解一个项目的搭建和编程概念，并以实际生活中的智能机器人应用与之相对应。每章的内容都以前一章的知识为基础，让你逐步掌握 EV3 的相关知识，并在最后一章完成最难的项目。当你读完本书时，将完全掌握 EV3 的技能，能开发制作出你自己的智能机器人了。

乐高头脑风暴 EV3 是一款适合各年龄段和各层次技能水平爱好者的机器人平台。自 RCX 以来，乐高头脑风暴机器人成为整整一代人的机器人，EV3 是第三代头脑风暴产品，许多年轻的爱好者用它开始了机器人的学习之旅，用乐高科技系列零件搭建机器人结构，使用传感器让机器人能够响应环境，最后在计算机上用独特的图形化软件编写程序并下载到 EV3 程序块上，让机器人焕发活力。EV3 已经成为学校、家庭以及 FLL 机器人比赛中的主角，全球的教育工作者都充分认识到了它的教育价值，它不仅是良好的学习工具，同时也为你带来了乐高的乐趣。

本书适合对象

本书适合任何对机器人感兴趣、想学习搭建和编程的读者，阅读本书之前，应先熟悉有关 EV3 图形化编程和乐高科技系列搭建的基本知识。

本书涵盖内容

第 1 章，智能机器人简介。解释了机器人必须具备哪些素质才会被认为是智能的，讨论了现实世界中两个智能机器人的例子。本章还介绍了乐高头脑风暴机器人平台和本书中包含的 6 个机器人项目。

第 2 章，防卫坦克——目标追踪机器人。介绍坦克式驱动的工作原理，以及传动比、转台、凸轮、EV3 红外传感器等概念和组件，探讨了在智能机器人中使用比例逻辑的优势，并简要介绍了应用比例逻辑的信标跟随程序。

第 3 章，欧姆尼陆地车——超级全地形车。再次使用坦克履带，搭建能适应崎岖地形的越野车辆。介绍了蜗轮、齿轮齿条和离合器等高级结构，讲解了如何为坦克式机器人编写遥控程序，并解释了如何使用接近传感器编写自动防撞程序。

第 4 章，蒂米顿鲨鱼——交互式机器人。结构紧凑，创新的自定义 GUI（Graphical User Interface，图形用户界面）将多个程序合并为一体。使用了颜色传感器，大量程序功能让这条“鲨鱼”拥有了生命。

第 5 章，格兰特魔兽——古怪的双足机器人。这是一个用 EV3 构建的简单步行机器人，本章展示了

如何用机器人的外观设计展示其个性，描述了嵌套切换模块如何使机器人做出决策，并列出了如何用程序功能为兽人提供丰富的交互特性。

第6章，猎鹰——遥控赛车。本章解释了如何构建现实世界中的汽车传动系统和转向系统，演示了如何用编程的方式让汽车转向系统自动回中，介绍了汽车式机器人的遥控程序，并讲解了“我的模块”基础知识。

第7章，GPS车——自主EV3导航。本章介绍了两种导航传感器（GPS传感器和指南针传感器），并讲解了它们的基础知识；描述了如何在猎鹰的基础上添加这些传感器，讲解了如何编写程序让机器人使用传感器自主导航到用户定义的GPS坐标处。

如何充分利用这本书

- 在你计算机上安装EV3家庭版软件（版本1.22或更高），该软件可以从<https://www.lego.com/zh-cn/mindstorms/downloads>下载。

- 花些时间熟悉EV3。它是图形化编程软件，以将代码模块连接在一起的方式编写程序。你应该知道模块的名称，以及可以在哪个选项卡中找到它。你还应该熟悉如何拖拽模块，把它放入程序中，知道如何更改模块的模式，并基本了解各个模块的功能。

- 熟悉EV3程序块并了解使用它的基础知识。了解如何打开和关闭电源、通过USB线缆从计算机下载程序、浏览菜单以选择要运行的程序，并在必要时更换电池。

- 你应该拥有使用乐高科技零件进行搭建的经验。本书中的所有机器人都是使用科技零件制作的。

- 你可以选择在计算机上安装LEGO Digital Designer (LDD) 4.3版。可以从<https://www.lego.com/en-us/ldd/download>下载LDD软件。LDD是一个乐高CAD程序，可以用来构建和查看乐高数字模型，它还能数字模型生成搭建说明书。LDD软件会为你学习本书中的项目提供指导。你可以从<http://builderdude35.com/downloads-2/>或中文乐高论坛上的本书专版中下载每个项目的LDD文件（.lxf），并使用LDD软件打开它们。

- 除了EV3家庭版套装（31313）之外，你还需要为本书包含的项目准备额外的乐高科技零件（唯一的例外是蒂米顿鲨鱼项目，只用EV3家庭版套装中的零件即可完成它）。你可以使用LDD生成零件清单，这能帮助你了解需要多少其他科技零件。在“第7章GPS车——自主EV3导航”中，你还需要准备Dexter Industries和HiTechnic的第三方传感器。

- 在开始编程之前，请将EV3程序块上的固件更新为1.09H或更新的版本，执行以下步骤完成固件更新：

- 1) 在计算机上启动EV3家庭版软件。
- 2) 打开EV3程序块，并用USB线缆将其与计算机连接。
- 3) 在EV3软件中打开一个新项目。
- 4) 导航到“工具-固件升级”。
- 5) 如果1.09H版本尚不可用，请从<https://www.lego.com/en-us/mindstorms/>下载。

6) 选择固件版本 1.09H (或更新的版本), 单击“更新固件”, 等待更新完成。EV3 程序块将重新启动。

下载本书各项目的内容

在中文乐高论坛为本书设立了专版, 你可以在此下载本书各个项目的搭建说明 (LDD 文件)、程序 (.EV3 文件) 和运行视频。你还可以在此发表本书的学习和使用心得、提出问题或留下评论, 与阅读本书的读者共同分享。

本书图标的含义



警告或重要说明



提示和技巧

目 录

原书序 原书前言

第1章 智能机器人简介	1
什么使机器人变得智能	1
现实世界智能机器人的例子	2
扫地机器人	2
自动驾驶汽车	3
EV3 与智能机器人	4
本书内容	4
总结	5
第2章 防卫坦克——目标追踪机器人	6
技术要求	7
机械设计	7
传动系统	7
炮塔	8
1. 发射	8
2. 弹药仓	9
3. 旋转	10
尖刺滚筒	10
传感器	11
编写程序	12
程序设置	12
信标检查	12
1. 切换模块设置	12

2. “伪”情况分支编程	14
3. 更改为选项卡视图	14
信标跟随	15
1. 比例控制转向	16
2. 测量距离-控制速度	16
3. K 值	17
4. 控制行驶	17
炮塔瞄准	18
开火	19
1. 使用比较切换模块	19
2. 为切换模块的情况分支编写代码	20
让信标留在坦克的视野范围内	20
1. 设置第一个切换模块（右侧）	20
2. 炮塔回中（右侧）	23
3. 左侧的代码	23
完成程序	24
总结	26
第3章 欧姆尼陆地车——超级全地形车	27
技术要求	27
机械设计	28
驱动系统——再次使用履带	28
攀爬机构	28
1. 前部钩子机构	29
2. 后部千斤顶机构	30
接近传感器	31

1. 超声波传感器	32	2. 编写 GUI	55
2. 红外传感器	32	操作模式	59
编写程序	33	1. 遥控模式	59
遥控程序	33	2. 大白鲨模式	61
1. 设置循环模块	33	3. 饥饿模式	63
2. 设置切换模块	34	4. 娱乐模式	67
3. 配置切换模块的情况分支	35	5. 自动模式	67
自主程序	40	完成程序	71
1. 设置循环模块和切换模块	40	总结	72
2. 编写“伪”情况分支代码	40	第5章 格兰特魔兽——古怪的双足	
3. 编写“真”情况分支代码	42	机器人	73
4. 编写避障程序代码	42	技术要求	74
5. 编写攀爬程序代码	44	机械设计	74
完成程序	44	步行机构	74
总结	45	外观设计	75
第4章 蒂米顿鲨鱼——交互式机器人	47	动作功能	76
技术要求	47	1. 嘴部	76
机械设计	48	2. 手臂	76
传动系统	48	传感器	77
外观装饰	48	1. 红外传感器	78
1. 底盘	49	2. 颜色传感器	78
2. 胸鳍	49	3. 触动传感器	79
3. 下颚	49	编写程序	80
4. 尾部	49	设置一个简单的 AI	80
下颚和尾部的动作	50	1. 初始代码	80
1. 嘴巴张合	50	2. 嵌套切换模块	80
2. 尾部摆动	51	为各操作模式编写代码	84
传感器	52	1. 饥饿模式	85
1. 红外传感器	52	2. 握手模式	88
2. 颜色传感器	52	3. 遥控模式	92
编写程序	53	4. 暴怒模式	94
GUI	53	5. 握手模式——交互式触发	96
1. 创建菜单图形	54	6. 空情况分支	98

完成程序	98	3. 编写各情况分支代码	119
总结	99	完成程序	125
第6章 猎鹰——遥控赛车	101	总结	126
技术要求	102	第7章 GPS 车——自主 EV3 导航	127
机械设计	102	技术要求	127
传动系统	102	硬件	128
1. 驱动电机	102	Dexter Industries dGPS 传感器	128
2. 齿轮传动比	102	1. GPS 导航的基本原理	128
3. 差速器	103	2. 使用 dGPS 传感器	129
4. 最终传动比	104	HiTechnic 指南针传感器	129
5. 转向机构	104	修改猎鹰遥控车	130
6. 外观设计	105	软件	131
传感器	106	模块导入	131
1. 红外传感器	106	GPS 测试程序	132
2. 旋转传感器	106	1. 传感器模块	132
编写程序	107	2. 文本模块	133
控制方案	107	3. 显示模块	134
我的模块	107	4. 等待模块	136
1. 转向机构居中	108	5. 完成程序	137
2. 将代码保存为“我的模块”	108	自主导航	137
3. 向左转向	110	1. 获取目标的坐标	138
4. 向右转向	113	2. 控制转向的“我的模块”	138
5. 回到转向中心	114	3. “我的模块” getAngle	143
组合程序	118	4. 编写程序	155
1. 访问“我的模块”	118	5. 完成程序	164
2. 开始	118	总结	166

第 1 章

智能机器人简介

什么是智能机器人？在技术革新高速发展的今天，“智能”一词被应用到各种设备上，如智能手机、智能手表、智能电视，这个名单还在不断被加长。这个词甚至出现在本书的书名里（AI 机器人）！但是当我们说到机器人是智能的，这意味着什么呢？智能机器人能做什么，它们是如何完成任务的？

什么使机器人变得智能

谈论智能机器人时，我们指的并不一定是科幻电影中的高级人工智能或赢得“危险边缘挑战赛”（Jeopardy!，美国最流行的智力问答竞赛节目，创办于 1964 年。——译者注）的超级计算机，它们真的非常聪明，但智能机器人的定义要广泛得多，甚至包括一些你最初根本没有想到的智能设备。

智能机器人是指使用传感器测量环境状态并根据一组预编程指令决定下一步该做什么的设备，它们用计算机或控制器充当大脑，能处理传感器信息并解释这些指令。你可以把加载到机器人中的软件看作智能机器人所遵循的指令集，软件编程控制智能机器人进行观察，然后根据观察结果做出决定。当然，人们首先必须建造机器人和编写软件，但此后智能机器人可以自主运行而不需要人为干预。

简单地说，智能机器人是一种机器，它能完成以下所有的事情或具有以下所有的特征：

- 它能够遵循用户或工程师指定的一系列预编程指令。
- 它对外界进行观察。
- 它有一个中央计算机或其他类型的控制器，可以解释软件中的指令和传感器的数据。
- 它可以根据观察结果，遵循程序中定义的指令做出决定并响应。
- 它能够自动完成前面所有步骤，无须人工干预。

在没有人帮助的情况下自行做出决定的能力是机器人变得智能的原因，机器人可以自行做出的决策越多，它就越智能。

除了前面提到的两个例子，一些更简单的设备也符合这个定义，如扫地机器人就是一个智能机器人！

现实世界智能机器人的例子

这个定义可能有些抽象，所以我们用两个现实世界中的例子来说明它。我们先讨论一个简单的智能机器人——扫地机器人（见图 1-1），然后讨论一个更复杂的例子——自动驾驶汽车。

扫地机器人

它可能很简单，但它仍然是智能机器人，满足我们定义的所有要点：

- **它遵循一系列预编程指令：**扫地机器人的控制单元上预先安装了清洁程序。开发该产品的工程师已经整理了机器人在清洁地板时需要做的事情，软件在出厂前已安装在每个机器人上。客户购买机器人后，所要做的就是充电，然后开机，机器人就会按照工程师在软件中定义的指令开始工作了。

- **它对外界进行观察：**扫地机器人身上安装了一些传感器，可以观察它在房间中的位置。在机器人的前部，有一个配备了碰撞传感器的保险杠。当机器人与墙壁碰撞时，碰撞传感器被按下，机器人知道它已经到达房间尽头了。

用户还可以用红外发射器设置虚拟栅栏，将机器人限制在一个区域里。机器人配备了红外传感器，可以检测到这个虚拟的栅栏，告诉机器人已经达到了清洁区域的末端。

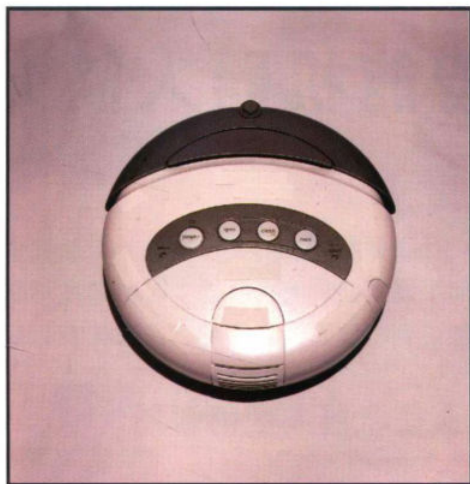


图 1-1



红外线是一种人类不可见的光线。机器人可以配备检测红外线的专用传感器。这是一种为机器人设置屏障的简便方法，因为人类不能看到或触摸到红外线光，所以不会对人类的行动造成妨碍。

机器人的充电板上有一个红外信标，完成工作之后，机器人使用红外传感器导航回到充电板，为电池充电（见图 1-2）。

- **它有一个解释指令和传感器数据的中央计算机/控制器：**扫地机器人有一个中央控制器，用于运行工厂设置的软件，并从碰撞传感器和红外传感器接收输入信息。虽然这个中央控制器并不是一台功能强大的超级计算机，但它有能力解释软件和传感器测量值，以决定下一步该做什么。

- **它可以根据观察结果，遵循程序中定义的指令做出决定并响应：**机器人按照软件指定的程序进行清

洁工作。传感器告诉机器人何时需要改变路线，当碰撞传感器检测到机器人与墙壁发生物理碰撞，或者红外传感器检测到看不见的虚拟栅栏，则机器人知道它已到达清洁区域的末端，它通过向不同方向转向和移动的方式来做出反应。机器人根据传感器的测量结果决定改变其航向。

- **它自动完成所有这些步骤：**机器人在没有人帮助的情况下完成所有工作，它在房间边界之内清理地板，并在完成时返回到基地进行充电。它唯一需要人力帮助的就是更换吸尘袋。

自动驾驶汽车

自动驾驶汽车是更为复杂的智能机器人，但它仍然符合我们之前的定义：

- **它能够遵循用户或工程师指定的一系列预编程指令：**工程师开发出控制汽车自动驾驶的高级软件，他们为保证汽车自动行驶和遵守法律的所有条件编写了程序，汽车在行驶中也会按照程序进行自我学习！

- **它对外界进行观察：**驾驶是一项非常复杂的任务，对机器人来说尤其是这样，所以自动驾驶汽车需要接收大量周围环境的信息。GPS 接收器告诉汽车在世界上的位置；此外，还需要在路上进行观察，以免碰到物体、行人和其他汽车。自动驾驶汽车可以使用各种各样的超声波传感器、激光雷达、机器视觉和更多的监测仪器以了解汽车周围发生的事情。

- **它有一个中央计算机或其他类型的控制器，可以解释软件中的指令和传感器的数据：**一辆自动驾驶汽车有多台计算机一起工作，处理传感器数据、运行软件并管理汽车对道路的响应。因为需要在很短时间内完成大量信息管理和反应，所以这些计算机必须非常强大。

- **它可以根据观察结果，遵循程序中定义的指令做出决定并响应：**GPS 接收器告诉车辆当前正在行驶的道路以及目的地与当前位置之间的关系，自动驾驶汽车做出反应，以适当的转向动作让汽车到达目的地。接近传感器和视觉传感器有助于保证汽车安全。如果在道路上检测到物体，汽车会停下来或者避开它。如果汽车的视觉系统看到停车标志或红灯，则车辆会停下来。如果车道传感器检测到车辆靠近车道边缘，则车辆自己会转向车道中心。如果接近传感器检测到车辆与前方的车辆过于靠近，则自动驾驶汽车会减速以保持与其他车辆的安全距离。传感器为汽车提供了调节驾驶所需的信息，计算机根据这些信息确定最佳行动方案，其结果就是自动驾驶汽车安全抵达目的地。

- **它能够自动完成前面所有步骤：**自动驾驶汽车遵守所有道路规则，且无须驾驶员干涉即可到达目的地。毕竟这种车辆的目的就是能够自行导航！由于它需要处理大量信息并在完成任务时做出大量的决策，



图 1-2

因此它是非常智能的机器人！

EV3 与智能机器人

乐高头脑风暴 EV3 很适合用来制作智能机器人，原因如下：

- 不同技术水平的机器人爱好者都可以用它来制作机器人原型。
- 它包含一套很酷的传感器，可以用于收集环境信息。
- 它有自己独特、直观的编程语言和开发环境，可以用来为智能机器人编写控制程序。
- 它包含让机器人与环境进行交互的电机和其他硬件。
- EV3 程序块就是机器人的大脑，它能运行程序、处理来自传感器的信息，做出决定并控制电机。

EV3 机器人平台易于使用，包含了我们构建智能机器人所需要的一切。

本书内容

本书将带你一起学习六个项目：

- 防卫坦克，用红外传感器跟踪信标和让炮塔瞄准目标。该项目展示了跟踪信标的红外技术，以及使用比例控制实现平滑反馈系统。

- 欧姆尼陆地车，使用了重型坦克履带，能爬上陡坡，特殊的结构使其拥有能跨越垂直障碍物的能力。该项目展示了全地形导航中轨迹的有效性，还展示了蜗轮、齿轮齿条和离合器等机械结构的作用。

- 交互式鲨鱼机器人，拥有自定义 GUI，可以让用户从主程序的多个功能中做出选择。该项目将机器人的各项功能集合展示出来，以创建有趣的互动体验。它还展示了如何使用更友好的用户界面在不同的程序之间进行导航。

- 兽人机器人，拥有自己头脑的双足机器人！该机器人使用一组传感器来检测附近的人，并做出反应。这个项目展示了如何做出流畅、逼真的动作，并创建丰富的互动体验，特殊的编程和精心的视觉设计给这个古怪的“生物”赋予了独特个性。

- 猎鹰机器人，一款使用红外遥控器和红外传感器控制的快速赛车。该项目包含了智能转向回中程序。

- GPS 汽车，安装了 GPS 传感器和数字罗盘，可以按照用户输入的坐标值自动导航到目的地。该项目展示了 GPS 导航原理以及在现实世界中 GPS 如何应用于自动驾驶汽车。

这些 EV3 机器人都是小型智能机器人，展示了现实世界的智能机器人概念。当你完成这些项目后，你不仅可以对机器人有所了解，还能了解到现实世界中的智能机器人是如何构建和编程的，以及了解机器人背后的工程概念。

总结

让我们快速回顾一下在本章中学到的东西。

我们了解到，智能机器人是以自主决策的形式融入某种程度智能水平的机器人。智能机器人使用传感器对外部世界进行观察，然后按程序指令根据观察结果做出决定。

我们将两个真实世界的智能机器人例子与智能机器人的定义进行了对照：扫地机器人和自动驾驶汽车，并且讨论了它们是否满足智能机器人的每项标准。

我们还讨论了为什么会在本书中使用 EV3 机器人平台来做智能机器人项目的原型设计。

最后，我们列出了本书中包含的六个项目，指明了这些机器人可以做哪些很酷的事情，以及它们如何帮助我们理解现实世界中的智能机器人。

在下一章中，我们将介绍第一个项目，防卫坦克！

第2章

防卫坦克——目标追踪机器人

是时候进行我们的第一个项目了！在本章中，我们将完成一个小型 EV3 坦克，它能追踪红外信标，并用炮塔瞄准信标。你可以把它想象成微型坦克模型，用它来保护你的房间免受入侵者的侵害！

这个项目演示了现实世界中的智能机器人如何使用红外技术。我们曾在第 1 章中简单提及了这一技术，红外是指人眼不可见的光波长，但是机器人可以使用能检测红外线的传感器。这就使得红外线成为一种便捷的方式，可以把信息无形地发送给机器人，或者让机器人看到人类看不见的东西。

EV3 遥控器可以作为连续发射红外信号的信标。本章中的坦克将安装两个 EV3 传感器，用于测量红外信标的航向和距离。利用这些信息，机器人可以用炮塔瞄准信标，也可以引导自己的行动轨迹，让信标始终保持在视线内。

我们还将演示智能机器人中常见的一些机械概念，你将了解履带、转台、凸轮和齿轮减速的应用。



你可以在中文乐高论坛本书专版中下载该项目的 LDD 文件。这是一个乐高 CAD 文件，可以用 LEGO Digital Designer 程序打开，该程序可以免费下载。当你使用该程序打开文件时，你可以查看项目的 3D 模型并生成搭建说明和零件清单。

让我们先完成坦克的搭建（见图 2-1）。

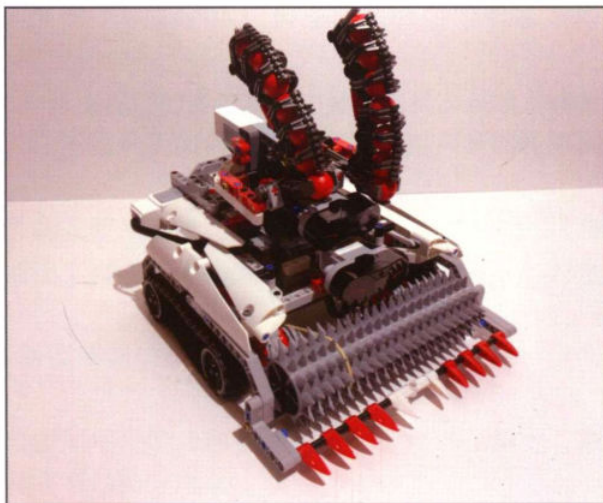


图 2-1