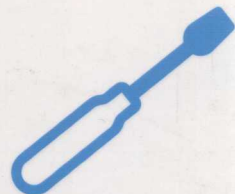


爱上机器人

Robot:
making on your time

[美] Michael Margolis 著
臧海波 译

学Arduino 玩转机器人制作



边探索边学习

Make an Arduino-Controlled Robot

用传感器和
开源硬件开
展创作



O'REILLY

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Make:
makezine.com

014037763

TP242.6
26

学Arduino 玩转机器人制作

Make an Arduino-Controlled Robot



[美] Michael Margolis 著
臧海波 译

TP242 6/26

O'REILLY®

Beijing • Cambridge • Farnham • Köln • Sebastopol • Tokyo



北航

C1725784

O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

学Arduino玩转机器人制作 / (美) 马格里斯
(Margolis, M.) 著; 臧海波译. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 5

(爱上机器人)

ISBN 978-7-115-34929-3

I. ①学… II. ①马… ②臧… III. ①遥控机器人—
制作 IV. ①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第054591号

版权声明

©2013 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts& Telecom Press, 2014.
Authorized translation of the English edition, 2014 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same. All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

英文原版由 O'Reilly Media, Inc. 出版 2013。简体中文版由人民邮电出版社出版 2014。英文原版的翻译得到 O'Reilly Media, Inc. 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc. 的许可。版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

内 容 提 要

本书以一个由 Arduino 控制的遥控车轮机器人为范例, 讲述了机器人从无到有的完整制作过程, 包括对基础电子元件的使用、电路的设计、机器人外部结构的组装、Arduino 的编程、无线电遥控等知识, 最终组成完整的机器人作品。

-
- ◆ 著 [美] Michael Margolis
 - 译 臧海波
 - 责任编辑 周桂红
 - 执行编辑 马 涵
 - 责任印制 周昇亮
 - ◆ 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>
 - 北京天宇星印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 9.75
 - 字数: 276 千字 2014 年 5 月第 1 版
 - 印数: 1—3 500 册 2014 年 5 月北京第 1 次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2013-0780 号
-

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)81055339 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

译者序

Arduion 俗称“电子积木”，本书说的是如何在 Arduion 的基础上用搭积木的方法制作机器人，培养读者模块化的设计思想。

作为一款广受欢迎的开源硬件产品，Arduino 及其周边设备是一个学习和开展机器人项目的理想平台。本书详细介绍了两轮和四轮机器人的模块化建造方案，涵盖了机器人软硬件模块的设计、装配、修改、调试和使用。读者将从基础的循线功能开始，通过软硬件模块的灵活搭配改变机器人的行为，让它执行不同的任务。

软件是本书的重头戏，机器人程序的模块化设计又是其中的一大特色。本书作者也是 Arduino 重量级著作《Arduino 权威指南（第2版）》（Arduino Cookbook）一书的作者，书中融入了大量极具参考价值的程序设计思路和机器人开发经验。此外，本书还以实例形式对 Arduino 的一些高级应用做了细致入微的分析，如接合 Processing 实时监控机器人运行状态、根据硬件修改底层驱动程序、库的修改和自定义。

——臧海波

于北京通州

前言

制作一个机器人，通过它和周围的环境互动，可以使你有效地提高 Arduino 的应用技能。这本书融入了我对机器人设计思路的理解和我掌握的一些电子、机器人和单片机的制作经验。希望你可以在书中获得尽可能多的机器人制作和升级的乐趣。

Arduino 是一个自带软件开发环境的单片机（微型计算机）家族，你可以用它的开发环境轻松创建出能够 and 真实世界互动的程序（称为草绘）。Arduino 可以让你的机器人感知周围的环境并做出多种响应。这本书可以帮助你制作一个能够执行多种任务的机器人。书中介绍了两种最流行的移动平台的组装方法，包括使用两个车轮和一个万向轮（起稳定作用，只有两个轮子很难保持平衡）的机器人及有四个车轮和电机驱动的机器人。如果你想马上得到一个机器人，可以选择书中提到的和机器人项目配套的套件以加快制作速度。不论你是倾向于设计和制作自己的平台还是使用现成的套件，都可以在本书的 Arduino 机器人项目中找到实践的乐趣。

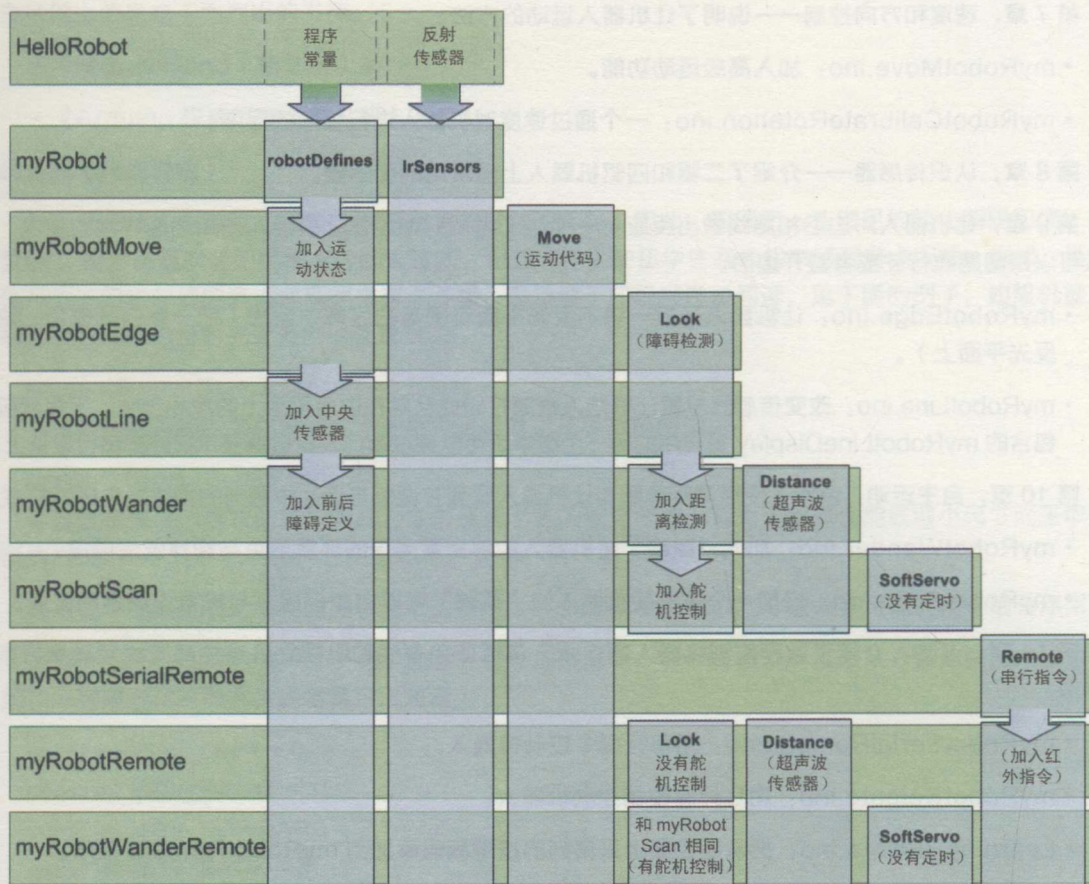
本书面向的人群

这本书面向的是那些立志于探索机器人概念，如运动、障碍检测、传感器应用、遥控及各种软件算法的人群。书里面说的是怎么使用这些概念制作、升级和优化机器人。“参考资料”中列出了一些可供刚开始接触程序和电子的初学者参考的信息。

本书结构

本书包含的信息涵盖了与机器人有关的多种知识，其中软硬件的搭建步骤会在前面的章节中做概念化的说明。第 6 章提供了一个简单的“Hello Robot”程序，用来测试机器人的基本功能和可升级性，为后面的内容做好准备。之后每一章介绍的程序都要为机器人添加一些新的功能。有经验的读者可以跳过前面的章节直接阅读自己感兴趣的部分，网上可以下载到书中程序的完整代码。本书提供的程序可以让机器人执行越来越复杂的任务，为了能够掌握全部技术并享受整个过程，还是希望你循序渐进地展开制作。

程序由功能模块组成。模块用 Arduino IDE 标签（见第 5 章）保存。每章描述的模块在后面还会用到，为了避免重复出现的代码占用版面，书中只会打印出新增或变更的代码。图前-1 说明了代码是怎么进行升级的。水平条表示的是程序，垂直条表示的是程序中的模块。从最初的“Hello Robot”程序转换成“myRobot”程序是通过在定义程序的代码中放入一个名为 robotDefines.ino 的模块和在反射传感器代码中放入一个名为 IrSensors.ino 的模块来实现的。这些模块作为标签包含在“myRobot”程序中。后续程序的升级是通过把代码添加到现有模块或创建一个新标签模块的方法来实现的。



图前 -1

程序和模块的家族树

本书全部程序的代码均提供下载，你可以把程序加载到 IDE 中查看完整的代码。

第 1 章，机器人项目简介：对与机器人有关的软硬件做了一个简要介绍。

第 2 章，搭建电路：说明了机器人电子部分的制作方法。

第 3 章，制作两轮移动平台：说明了两轮移动平台（二驱）的组装方法。

第 4 章，制作四轮移动平台：说明了四轮移动平台（四驱）的组装方法。

第 5 章，Arduino 入门：介绍了 Arduino 开发环境，提供了获得开发环境的方法及硬件的安装和使用。

第 6 章，测试机器人的基本功能：解释了机器人的第一个测试程序。这一章里面的代码是书中其他程序的基础。

- HelloRobot.ino (Arduino 程序)：赋予机器人生命，使你可以测试自己的作品。
- myRobot.ino：功能和上面相同，只是引入了结构化模块，使升级变得更简单。

第 7 章，速度和方向控制——说明了让机器人运动的方法。

- myRobotMove.ino：加入高级运动功能。
- myRobotCalibrateRotation.ino：一个通过速度对机器人进行校准的程序。

第 8 章，认识传感器——介绍了二驱和四驱机器人上最常用的传感器。

第 9 章，让机器人对边沿和路线做出反应——描述了用反射传感器让机器人感知周围环境的技术。机器人可以跟随路线行驶或者避开边沿。

- myRobotEdge.ino：让机器人在被一块不反光平面包围着的区域中运动（把一张白纸放到一块不反光平面上）。
- myRobotLine.ino：改变传感器位置让机器人跟随打印或粘贴在白色平面上的黑线行驶。下载代码中包含的 myRobotLineDisplay 是程序的另一个版本，可以通过串口发送数据显示在外部串行设备上。

第 10 章，自主运动：说明了使用测距传感器让机器人看到并避免与运动中遇到的物体发生碰撞的方法

- myRobotWander.ino：加入“眼睛”使机器人能够查看周围的环境避免与物体发生碰撞。
- myRobotScan.ino：增加一个舵机使机器人的“眼睛”可以自主扫描，与机器人的运动无关。

第 11 章，遥控：介绍了远程控制机器人的技术，包括使用有线和电视红外遥控器无线发送串行指令的方法。

- myRobotSerialRemote.ino：用串行指令控制机器人。
- myRobotRemote.ino：用红外遥控器控制机器人。
- LearningRemote.ino：把从遥控器上采集到的按键编码添加到 myRobotRemote 程序。
- myRobotWanderRemote.ino：把遥控和自主运动组合在一起。

附录 A，机器人功能扩展：给出了一些设计和制作复杂项目的提示。

附录 B，在机器人上使用其他硬件：介绍了几个电机控制的替换方案。

附录 C，调试机器人：给出了一些软硬件的调整技巧。该附录包含 Arduino 和能够在计算机屏幕上实时显示出机器人运行参数的 Processing 源代码。

- myRobotDebug.ino：一个向计算机发送数据的 Arduino 实例。
- ArduinoDataDisplay.pde（Processing 程序）：以图形形式实时显示出从 Arduino 发送过来的数据。

附录 D，电源：介绍了几个机器人电源的替换方案。

附录 E，程序结构：简要说明了编写本书程序使用的几种结构，供刚开始接触 Arduino 的读者参考。

附录 F，Arduino 引脚和定时器资源：总结了机器人用到的 Arduino 引脚和内部资源。

参考资料

本书对机器人用到的代码都做了说明，但是不涉及编程。如果你想了解更多的 Arduino 编程知识可

以参考网上信息或下面列出的书籍。

- 《爱上 Arduino（第 2 版）》
- 《Arduino 权威指南（第 2 版）》

编码方式（代码说明）

为了清晰地说明每章的问题，本书使用了定制的代码。因此，取消了一些常见的简化编码习惯。经验丰富的 C 程序员喜欢使用简单有效的表达式，但是这样会使初学者阅读起来感到有点困难。例如，虽然书中使用的返回布尔值的表达式看起来有点啰嗦，但是便于初级程序员阅读。见下面的例子，如果机器人的传感器没有检测到反射光线返回值就是 true：

```
return irSensorDetect(sensor) == false;
```

下面是功能相同的简化表达式（注意否定运算符在函数前面调用）：

```
return !irSensorDetect(sensor);
```

你可以选择自己喜欢的编码方式。本书从初学者的角度考虑没有为了提高性能或缩小尺寸而采取简化编码的方式。

为了便于代码升级，书中用到了几个比较高级的编程概念。例如，用 enum 可以声明一组有序常量。

关键字 enum 可以创建一个列表，包含一组整型常量值。书中的 enum 都是从 0 开始按顺序递增的。例如，一系列与运动方向有关的常量可以表示为：

```
const int MOV_LEFT = 0
```

```
const int MOV_RIGHT = 1;
```

```
const int MOV_FORWARD = 2;
```

```
const int MOV_BACK = 3;
```

```
const int MOV_ROTATE = 4;
```

```
const int MOV_STOP = 5;
```

用 enum 声明同样的值可以写成下面这样：

```
enum {MOV_LEFT, MOV_RIGHT, MOV_FORWARD,  
MOV_BACK, MOV_ROTATE, MOV_STOP};
```

除了看起来简洁，enum 版代码还有很多优点。如果你想深入了解 enum，可以上网搜索“c++ enum”获得更多的信息。

良好的编码习惯还涉及检查计算之前使用的数值是否有效（垃圾就是垃圾）。但是为了让代码更有针对性，本书特意降低了异常检测代码在程序中所占的比重。如果你想对代码进行强化，可以考虑在必要的地方加入异常检测功能。

Arduino 软硬件

本书的实例是建立在 Arduino Leonardo 和 Uno 电路板（见第 5 章）上面的。代码经过了 Arduino 1.0.1 版（第一个全面支持 Leonardo 电路板的版本）的测试。尽管很多程序都可以运行在早期版本的

Arduino 上, 但是还没有经过测试。如果你确实想使用 1.0 以下的版本, 为了在 IDE 中加载程序需要把扩展名从 .ino 改为 .pde。

你可以在与本书配套的网站上下载到书中的代码。

网站还提供了一个勘误表链接。勘误表可以帮助读者了解书中的一些拼写错误和其他问题。只要我们发现了书中的错误, 就会在勘误表的页面上体现出来。O'Reilly 也会在后续出版的电子书籍中对印刷错误进行修订, 为 Safari® 图书在线的读者提供更好的阅读体验。

如果你的代码无法正常工作, 可以查看网站上是否有更新的代码。Arduino 论坛是一个极佳的学习场所, 如果你想寻求更多的帮助, 可以访问 <http://www.arduino.cc>。

代码使用权

本书意在帮助你使用 Arduino 进行创作。一般来说, 你可以在自己的程序或论文里使用书中的代码。如果你想修改部分代码开发新的产品, 就需要联系我们获得许可。举例说明, 用书中的几段代码编写一个程序不需要获得许可。出售或发布带有书中例子的 CDROM 需要获得许可。引用书中的内容或代码实例回答问题不需要获得许可。把书中的代码实例加入你的产品说明文档需要获得许可。

希望这本书对你有所帮助并在你的作品中得到提名, 我们将会感到十分欣慰。提名通常包括书名、作者、出版商和 ISBN。比如: “《学 Arduino 玩转机器人制作》, 作者 Michael Margolis (O'Reilly 授权人民邮电出版社出版), 版权 2013。”

如果你对我们提出的代码使用许可有异议, 请通过这个邮箱 permissions@oreilly.com 联系我们。

Safari® 图书在线

Safari 图书在线是一个面向用户的数字图书馆, 你可以在上面轻松检索超过 7500 本与技术和创意有关的参考书籍和视频资料, 即时得到所需的答案。

你可以用订阅的方式在线浏览图书馆的页面和视频。可以在手机和移动设备上阅读书籍。可以把看过的页面打印下来, 可以查看创作中的作品, 还可以向作者提出反馈意见。可以复制粘贴代码、整理收藏、下载文章、标记书签、创建笔记、打印页面及其他便利操作。

O'Reilly 提供本书的 Safari 图书在线服务。登录这个地址 <http://my.safaribooksonline.com> 免费注册一个 Safari 用户, 就可以访问本书及 O'Reilly 和其他出版商的电子出版物。

联系方式

查找与我们的书籍、课程、会议和新闻有关的更多信息, 可以访问以下网址:

官网: <http://www.oreilly.com>.

脸谱: <http://facebook.com/oreilly>

推特: <http://twitter.com/oreillymedia>

视频: <http://www.youtube.com/oreillymedia>

致 谢

Maker Media 的商业策划 Rob DeMartin 提出的机器人套件的设想，是写作本书灵感的来源。Maker Media 的 Isaac Alexander 和 Eric Weinhoffer 最终实现了这个设想，推出了一款成熟的产品。我要感谢他们为本书的软硬件项目的测试所作出的贡献。

我要特别感激 Arduino 社区贡献的大量免费软件，尤其是遥控一章用到的 Ken Sherriff 开发的 IrRemote 库。我还想对设计了书中使用的电机扩展板并提供了网络版软硬件制作笔记的 Limor Fried (Ladyada) 致以诚挚的感谢。

我还要感谢 DFRobot，一家设计了机器人平台并在制作章节中提供技术分解图纸的创新公司。

Cool Components(coolcomponents.co.uk)的 Mat Fordy 为书中的项目提供了组装和试验场地。更多的人参与其中，对工作既是帮助也是促进，每个人的经验和水平都不一样，对机器人项目的感受也不同。他们的意见使本书的内容变得更清晰、实用和有趣。

如果我实现了预期目的，让刚开始接触电子或编程的读者在这本书中学习到了更多的知识，那么我第一个要感谢的就是 Brian Jepson。Brian 也是我的另一本书《Arduino 权威指南（第 2 版）》(*Arduino Cookbook*) 的编辑，我的前进离不开他的帮助。感谢他对我的指导，从项目开始阶段给予的支持与鼓励，到参与本书全部项目的测试工作，整个过程里表现出了高超的专业技巧和协作精神。

我要感谢我的家人牺牲自己的大量休息时间听我解释机器人和出书的想法。他们的身体都不太好，这个时候更应该悠闲地在湖中划船或在公园里散步。

最后要说的是我的妻子 Barbara Faden 对本书做出的贡献。感谢她在写作的开始阶段帮助我拟定了全书的基本框架。特别要感谢她的是在本书截稿期间对两部小机器人的调试工作给予的支持与鼓励。

第 1 章 机器人项目简介	1	5.7 上传运行 Blink 草绘	38
1.1 为什么制作机器人?	3	5.8 使用标签	39
1.2 机器人的移动方式	3	5.9 安装第三方库文件	39
1.3 工具	4	第 6 章 测试机器人的基本功能	41
第 2 章 搭建电路	5	6.1 硬件需求	42
2.1 硬件需求	6	6.2 软件需求	42
2.2 制作方法	6	6.3 本章使用的程序	43
第 3 章 制作两轮移动平台	11	6.4 上传运行 helloRobot.ino	43
3.1 硬件需求	12	6.5 程序说明	48
3.2 结构组装	12	6.6 故障排查	50
3.3 安装红外传感器	19	6.7 提高程序的可扩展性	50
3.4 后续工作	21	第 7 章 速度和方向控制	54
第 4 章 制作四轮移动平台	22	7.1 硬件需求	55
4.1 硬件需求	23	7.2 本章使用的程序	55
4.2 结构组装	23	7.3 电机类型	55
4.3 安装红外传感器	30	7.4 电机控制器	55
4.4 后续工作	31	7.5 控制电机转速	57
第 5 章 Arduino 入门	33	7.6 机器人机动软件结构	62
5.1 硬件需求	34	7.7 机器人运动函数	66
5.2 Arduino 软件	34	第 8 章 认识传感器	72
5.3 Arduino 硬件	34	8.1 硬件介绍	73
5.4 安装集成开发环境 (IDE)	35	8.2 软件	73
5.5 连接 Arduino 电路板	37	8.3 红外反射传感器	73
5.6 使用 IDE	37	8.4 声纳测距传感器	75
		8.5 Maxbotix EZ1 声纳测距传感器	76
		8.6 夏普红外测距传感器	76

8.7 接近传感器.....	77	附录 A 机器人功能扩展.....	117
8.8 声音传感器.....	78	A.1 设计.....	118
8.9 Arduino Cookbook.....	80	A.2 如何实现复杂项目.....	118
第 9 章 让机器人对边沿和路线做出反应.....	81	附录 B 在机器人上使用其他硬件....	119
9.1 硬件需求.....	82	B.0 其他电机控制器.....	120
9.2 本章使用的程序.....	82	附录 C 调试机器人.....	123
9.3 Look 代码.....	82	C.0 根据症状判断问题.....	124
9.4 边沿检测.....	83	附录 D 电源.....	131
9.5 循线.....	85	D.1 监控电池电压.....	132
9.6 查看程序数据.....	89	D.2 涓流充电.....	137
第 10 章 自主运动.....	91	附录 E 程序结构.....	138
10.1 硬件需求.....	92	E.1 数字 I/O.....	139
10.2 本章使用的程序.....	92	E.2 模拟 I/O.....	139
10.3 安装超声波测距传感器.....	93	E.3 计算函数.....	139
10.4 让机器人自由活动.....	95	E.4 其他函数和结构.....	139
10.5 增加扫描功能.....	100	附录 F Arduino 引脚和定时器资源... 	141
第 11 章 遥控.....	105	F.1 解决资源冲突.....	142
11.1 硬件需求.....	106	F.2 引脚和定时器列表.....	143
11.2 本章使用的程序.....	106		
11.3 设计遥控代码.....	106		
11.4 用电视遥控器控制机器人	109		

机器人项目简介

01

Chapter

通过本书你可以掌握制作一个能够自主运动和远程遥控的机器人所需的步骤。制作方案包括 2WD（两轮驱动）和 4WD（四轮驱动）移动平台。平台大体的结构如图 1-1 和图 1-2 所示，如果你喜欢也可以制作个性化的机器人底盘。书中对平台的连接方式、使用到的控制电路和传感器都做了充分说明，书中包含的源代码提供在线下载。

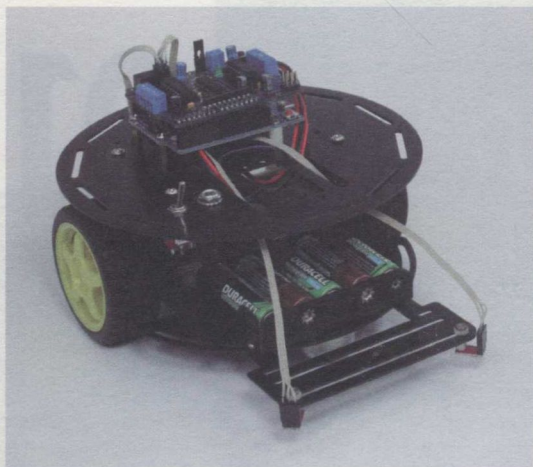


图 1-1

组装好的两轮机器人底盘

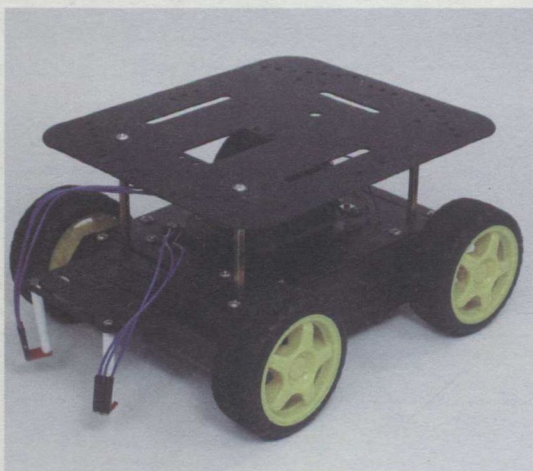


图 1-2

组装好的四轮机器人底盘

你可以制作的项目涉及：

- 加入高级运动功能，控制速度和方向；
- 让机器人感知地面，用红外传感器实现路线和边沿的检测（见图 1-3 和图 1-4）；
- 让机器人环顾四周，用舵机实现扫描，使机器人选择最佳的运动方向（见图 1-5）；
- 用电视遥控器、有线或无线串行连接实现遥控功能。

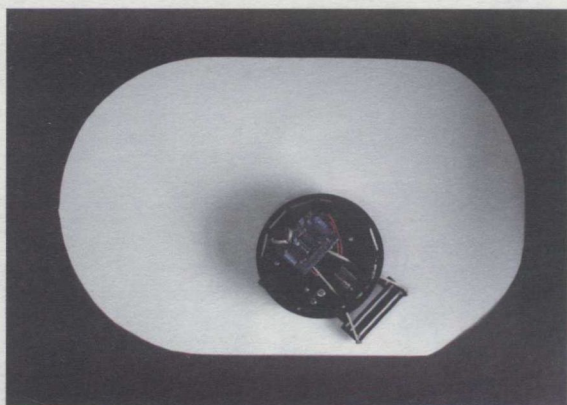


图 1-3

机器人在白色区域以内运动

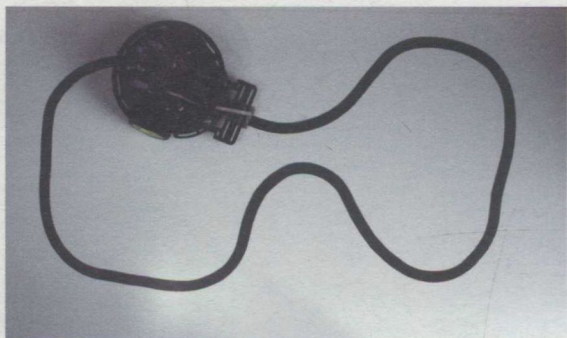


图 1-4

机器人循黑线行驶

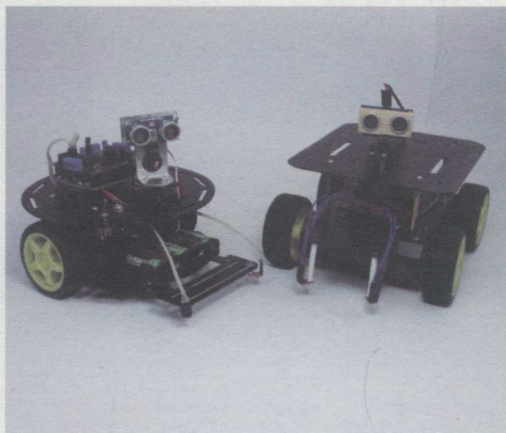


图 1-5

带有扫描测距功能的两轮和四轮机器人

1.1 为什么制作机器人？

制作机器人不同于其他单片机制作项目。机器人可以移动，可以对周围环境做出反应，可以展现出像生物一样的行为模式。即使这些行为非常简单，但是在某种意义上也说明了你的作品在表达着自我意识。搭建一部充满生气的机器可以迷倒一大群人。早在60年前，神经生理学家 W. Grey Walter（见 <http://www.extremenxt.com/walter.htm>）就开始了制作机器人的工作，研究不同的脑细胞连接方式产生的复杂行为。

机器人的种类千变万化，如爬行、步行或滑行。本书介绍的是最简单也是最常见的机器人，它们通过电机来驱动两轮或四轮。

机器人的选择

书中的项目可以使用两轮或四轮平台，如果你不确定哪种更合适，这里有几点建议。

两轮机器人

它轻巧、机动性好，适合测试对灵活性有一定要求的任务，比如循线。但是维持机器人平衡的万向轮需要一个相对平坦的表面。

四轮机器人

四轮驱动的机器人适合在起伏不平的表面上行驶。这种平台的顶板面积比较大，可以用来搭载小件物体。这种机器人比2WD机器人更重，消耗的电流也更多，所以电池寿命也比较短。

1.2 机器人的移动方式

本书介绍的机器人可以像汽车一样前进、后退和左右转弯。图1-6所示的是车轮带动机器人前进的示意图。

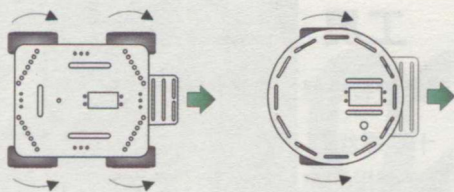


图 1-6

左右车轮向前，机器人前进

如果一侧车轮不旋转（或比另一侧车轮转动的慢），机器人将转弯行驶（见图1-7）。

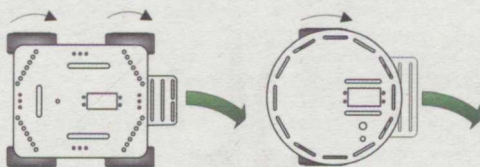


图 1-7

仅左轮转动，机器人向右转

图1-8显示的是车轮反向旋转带动机器人后退。

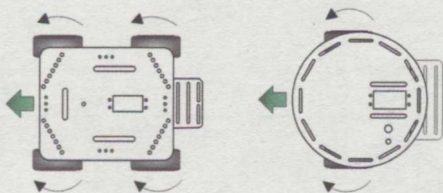


图 1-8

左右车轮反转，机器人后退

和汽车不同（但是有点像坦克），设计人员可以控制两侧车轮的转向让机器人在原地旋转。如果两侧车轮的转向相反，机器人就会旋转。图1-9显示的是机器人的顺时针旋转。

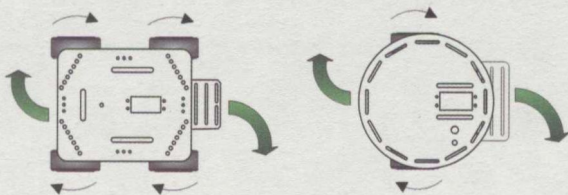


图 1-9

左轮向前转，右轮向后转，机器人顺时针旋转

1.3 工具

下面是组装机器人底盘所需的工具。

1. 十字螺丝刀

五金商店里面常见的小号十字螺丝刀。

2. 小号长鼻钳或尖嘴钳

比如 Radio Shack 的 4.5 英寸迷你长鼻钳，采购编号 64-062（见图 1-10）或 Xcelite 的 4 英寸迷你长鼻钳，型号 L4G（1 英寸 = 2.54cm）。



图 1-10

小号长鼻钳

3. 小号剪线钳

比如 Radio Shack 的 5 英寸偏口钳，采购编号 64-064（见图 1-11）或 Jameco 的 161411。

4. 电烙铁

比如 Radio Shack 的 640-2070（见图 1-12）或 Jameco 的 2094143，特点是经济实惠适合初学者使用。如果你对焊接品质的要求比较高，

可以考虑带有温度控制功能的电烙铁，比如 Radio Shack 的 55027897 或 Jameco 的 146595。

5. 焊锡（22AWG 或直径小于 0.6mm）

比如 Radio Shack 的 640-0013 或 Jameco 的 73605（译者注：AWG 为 American Wire Gauge 的缩写，即美国线规）。



图 1-11

小号偏口钳



图 1-12

电烙铁

搭建电路

02

Chapter

本章介绍的是用来控制机器人的电子系统。两轮和四轮平台使用了同样的模块、一块预制 Arduino 电路板（Arduino Uno 或 Leonardo）和一个电机控制套件。书中使用的电机控制器是 Adafruit Industries 出品的 AFMotor 扩展板。虽然也可以使用其他电机控制器（见附录 B），但是 AFMotor 扩展板为书中涉及的传感器和其他设备的信号和电源提供了更方便的连接方式。AFMotor 扩展板还可以同时驱动 4 个电机，这是四轮驱动底盘所必需的。

虽然搭载在机器人上的电路板根据底盘的不同会有一定调整，但是 AFMotor 电路板不会变化。如果你没有太多的焊接经验，建议你在焊接电路板前先找一些导线练习一下（这里可以找到一个焊接教程：<http://www.ladyada.net/learn/soldering/thm.html>）。