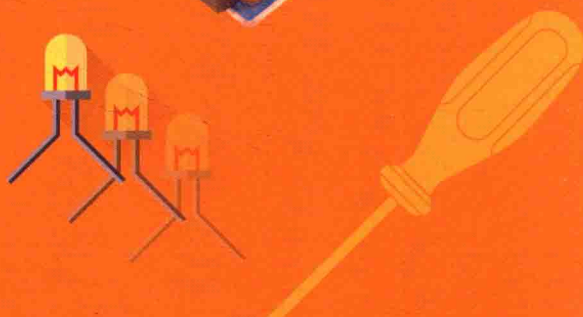
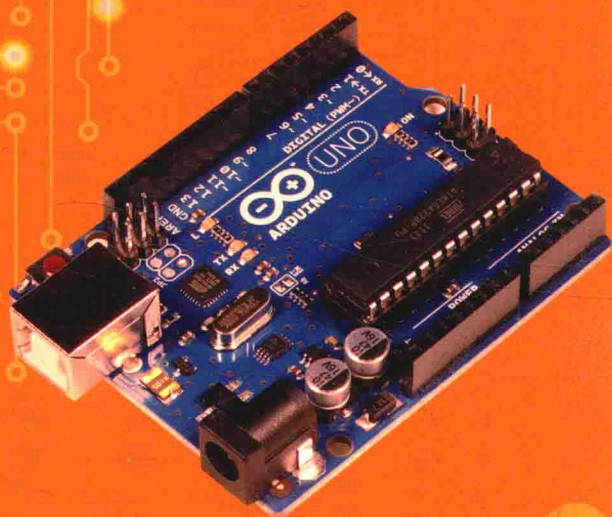
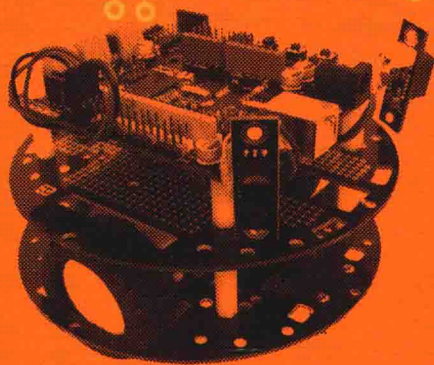


Arduino 创意机器人入门

谢作如 张禄 等◎著



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

 爱上开源

Arduino 创意机器人入门

谢作如 张禄 等◎著



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

Arduino创意机器人入门 / 谢作如等著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2016. 3
(爱上开源)
ISBN 978-7-115-41146-4

I. ①A… II. ①谢… III. ①智能机器人—青少年读
物 IV. ①TP242.6-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第297419号

内 容 提 要

机器人教育融机械、传感与控制等内容为一体,让学生在头脑并用解决实际问题的过程中,有效地提高逻辑思维能力、判断能力、动手能力和创新能力,是实施素质教育的一个重要平台。作为面向中小学的选修课程,《Arduino创意机器人入门》设计了大量需要学生动手实践的任务或者实验,引导学生在玩中学、做中学,由浅入深地理解和掌握机器人技术。

《Arduino创意机器人入门》课程共22课时,除绪论外,分为智能LED、智能风扇、智能小车3个专题,每个专题安排了7课时,其中第7课时为综合课。与课程配套的教学设计、教学课件、教学微视频和本教材的电子稿全部放在网络硬盘上供大家下载学习,充分体现了开源精神。

本课程为浙江省教育科学规划课题“基于Arduino的高中机器人课程建设研究”的相关成果,2014年被评为浙江省普通高中推荐选修课程、浙江省普通高中精品选修课程。本课程除适用于中学生外,也适用于有能力的小学高年级学生和零基础的成年初学者。

◆ 著 谢作如 张 禄 等

责任编辑 周 明

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>

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

◆ 开本: 690×970 1/16

印张: 7.75

2016年3月第1版

字数: 172千字

2016年3月北京第1次印刷

定价: 39.00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

前言

机器人教育融机械、传感与控制等内容为一体，让学生在头脑并用解决实际问题的过程中，有效地提高逻辑思维能力、判断能力、动手能力和创新能力，是实施素质教育的一个重要平台。为推广机器人教育，中国教育技术协会专业委员会启动了“机器人进课堂”项目。该项目将在全国部分省市以地方课程或校本课程的形式开展机器人教育实验，从试点开始逐步积累经验，扩大影响，直至形成遍及全国的成熟的机器人教育课程。

温州中学有幸成为“机器人进课堂”项目的首批实验学校，于2011年开始实施基于Arduino的机器人课程。本教材配合“Arduino创意机器人”课程进行使用，由我和南京师范大学教育科学学院研究生张禄、张丽芳和刘正云等一起创作。作为面向中小学的选修课程，“Arduino创意机器人”设计了大量需要学生动手实践的任务或者实验，引导学生在玩中学、做中学。

本教材共设计了22课（含绪论），其中4节课为选学内容。我们期望教师采用两节课连上的方式，以9个专题18课时的形式展开教学。当然，也可以采用单节课的形式，其中教材中的1课刚好为1课时。教师可根据学生的学习情况适当调整课时，如果有条件，建议增加几个综合创意的活动课，让课程增加到36课时。具体教材的课时安排请参考我们提供的教学设计、教学课件、教学微视频等资源。

“Arduino创意机器人”课程是国内第一个采用CC（Creative Commons）协议的开源课程。与课程配套的教学设计、教学课件、教学微视频和本教材的电子稿全部放在网络硬盘上供大家下载学习。我们希望有意向开设Arduino方面课程的老师参考这些网络资源，并开发有自己特色的选修课程，更希望学生们根据这些网络资源进行自学。

为方便更多的学校开展教学，我们特意为《Arduino创意机器人入门》教材设计了学习套件，采用了DFRobot公司的各种模块。如果你熟悉Arduino，也可以根据器材清单，通过淘宝网的其他店铺购买兼容器材。根据研究进程，我们也将推出其他品牌的Arduino学习套件，同时希望有更多的Arduino厂商针对本书推出相应的教学套件。

感谢新车间的创客们开发了图形化的编程环境ArduBlock，为Arduino进入中小学打下了基础；感谢南京师范大学李艺、钟柏昌教授对这一课程的开发提供的指导和支持；感谢著名创客程晨为本教材认真地进行了审校；更感谢我国的“创客文化之父”——李大维先生为本教材写了热情洋溢的序。

李艺

2015年9月，于温州中学

本书所获部分荣誉



本教材的讨论地址：<http://blog.sina.com.cn/xiezuoru/>

创客运动在中国是从“新车间”开始的。2010年时，“新车间”仅仅是几个人一起玩的社区空间，然后聚沙成塔，很快发展起来。2015年，李克强总理参观深圳柴火创客空间后，“创客”成为两会的关键词，全国掀起“创客”热。这一路走来，故事颇多，我也因此认识了很多有趣的创客。

在青少年创客教育方面，我很有幸在2011年认识了谢作如老师。几年来，我和谢老师对创客、对教育，特别是对创客教育方面有过很多次热烈甚至是激烈的交流和讨论，深深地感受到谢老师对创客教育的热情和对创客文化的深入了解。在谢老师的推动下，温州各学校的创客空间建设走在全国的前列，温州中学创客空间成为国内中小学创客空间的一个典型代表。谢老师和其他创客教师一起推广创客教育，在各种活动中分享他的经验和想法，是推动国内创客教育的一股重要力量。

恭喜谢老师完成了《Arduino创意机器人入门》课程。2015年国庆节前接到谢老师发来的电子版，看到这本书从浅到深，带着完全没有技术背景的初学者，一步一步从点亮第一个LED到读取传感器，从控制电机到创作出自己的第一个机器人。书中项目深入浅出，加上文笔流畅，读起来很轻松，我非常喜欢。

市场上需要这样的入门书！我也很荣幸看到新车间开发的Ardublock被选择作为书里的编程工具。这些年，Ardublock的发展也得到了谢老师的很多指导、批评和鼓励，我深表感谢。

创客带来的时代才刚开始，智能物联网是这一代青少年未来的机会，创客教育需要更多像谢老师这样充满实践热情的老师！



（中国首家创客空间——新车间创始人、创客大爆炸联合创始人）

2015.10.9

目 录

绪 论 认识机器人	001
-----------------	-----

第一章 智能 LED

第 1 课 走进 Arduino 的世界	006
第 2 课 闪烁 LED	015
第 3 课 用按钮控制的 LED	022
第 4 课 聪明的按钮	027
第 5 课 呼吸灯	032
第 6 课 光控 LED	037
第 7 课 LED 综合创意	044

第二章 智能风扇

第 8 课 声控风扇	048
第 9 课 换挡风扇	055
第 10 课 自动变速风扇	059
第 11 课 遥控风扇	064
第 12 课 摇头风扇	069
第 13 课 自动跟踪风扇	074
第 14 课 风扇综合创意	078

第三章 智能小车

第 15 课	走直线的小车	082
第 16 课	跳 8 字舞的小车	087
第 17 课	避障小车	092
第 18 课	防跌落小车	098
第 19 课	循线小车 1	102
第 20 课	循线小车 2	108
第 21 课	小车综合创意	111
后 记	奔跑吧，少年	114
附 录	本书所用套件清单	115

绪 论 认识机器人

科技每时每刻都在悄然改变着我们的生活，机器人这个以前看似遥不可及的事物已经慢慢融入了我们的日常生活中。什么是机器人？什么是智能机器人？怎样学习机器人技术？在绪论部分，我们将了解机器人的几大主要组成部分以及它们的功能。

任务导航

1. 认识机器人的几大主要组成部分及其功能；
2. 了解机器人技术的发展。

材料阅读

1. 什么是机器人

机器人（Robot）这个词最早出现在20世纪初捷克科幻作家的一部叫作《罗索姆的万能机器人》的小说中，在原文里本来是写作“Robota”的，后来慢慢演变成了大家都接受的“Robot”一词。不过，大家可别被机器人这个名字所误导，认为机器人就一定长得和我们人类有几分相似。实际上，机器人的外表千奇百怪，很多和我们的外表没有半点相似性。那么机器人是如何定义的呢？科学家们说，“机器人是一种自动化的机器，能够依靠自身的动力和控制能力实现某种任务，这种机器具备一些与人或生物相似的智能能力，如感知能力、规划能力、动作能力和协同能力等”。按照这个定义，我们日常生活中每天都接触到的很多机械设备，如自动售货机、全自动洗衣机、自动取款机，甚至红外感应的自动冲水马桶都能算是机器人了。所以，机器人离我们的生活并不远。

如果一个机器人能够利用传感器感知外部世界，然后依靠自身的智能对外界环境的变化做出反应，那么这种机器人就可被称为智能机器人。

2. 机器人的三大组成部分

机器人所要完成的任务不同，其设计也会千差万别，光从外貌很难看出规律。不过，如果我们仔细观察就会发现，大多数的机器人几乎都包括下面的几个部分，而且这几大部

分都和人类或动物的身体器官一一对应。

（1）机器人的大脑——控制器

和我们人类的大脑一样，机器人的大脑——控制器，是机器人的最核心部件。我们为机器人编写的各种控制程序和人工智能程序都要运行在控制器中。由机器人的传感器得到的外界环境信息在这里汇总，然后控制器中的人工智能程序就会对这些信息进行处理，再给各种驱动器、执行器发出控制命令。机器人就是以这种方式去执行各种各样的实际任务的。

实际上，控制器也是一种计算机，而这里的计算机是一个相对宽泛的概念，它不仅仅指我们家里每天用的个人计算机（PC）。除了个人计算机外，还有其他形形色色的计算机，小到只有指甲盖大小的单片机（MCU），大到要装满几个大房间的超级计算机。而这些计算机中广泛用于机器人控制器的是单片机。大家可以想一想，如果我们要制造一台全自动洗衣机，那么用上一台个人计算机去做控制器，是不是就有些“杀鸡用牛刀”了呢？这种时候，单片机就可以大展拳脚了。单片机是典型的“麻雀虽小，五脏俱全”。一片小小的单片机中包括了中央处理器、存储器、定时器、数字输入/输出接口、模拟输入/输出接口等。本书所用机器人的控制器就是以单片机为核心的，它计算能力较强，一秒钟能做上千万次运算。

（2）机器人的眼睛、耳朵和触角——传感器

如果机器人只能按照我们编好的程序指令进行运动，会不会显得太“笨”了呢？这就需要想办法让机器人更加智能，使它们能够根据环境的变化做出反应。比如说，现在已经有服务机器人可以根据主人家里的温度变化调节空调、暖气，让主人一直处于舒适的环境中；国外的一些博物馆中已经有导游机器人为人们服务了，它们不仅能不知疲倦地带领游客参观，而且能利用传感器避免自己撞上其他游客。传感器就像是我们的眼睛、鼻子、耳朵或是动物的触角、声呐。它们可以将环境中的声、光、电、磁、温度、湿度等物理量转化为机器人的大脑（控制器）可以处理的电信号。控制器通过读取这些电信号可以很快知道周围发生了什么，其中的智能程序就可以根据周围环境的变化做出实时的响应。

（3）机器人的手、足——执行器

机器人的结构中用来完成特定任务的装置叫作执行器，也叫驱动器。比如自动售货机中，把货物取出交给顾客的装置就是执行器。还有一些机器人的执行器更加复杂，看起来更像是人类的手臂。现代工厂中的焊接机器人、喷漆机器人、码垛机器人都有一只灵活强壮的手。也许在工厂中做某些技术活儿时，机器人还是不如有经验的人类师傅，但是在做那些高强度、重复性的劳动时，机器人就会全面胜出了，它们可以不知疲倦地工作，又快又好地完成任务。现在最先进的机器人已经可以进行复杂的外科手术了，这些是不是很神奇呢？

前面所举的机器人的例子，如智能抽水马桶、全自动洗衣机等，都是没有移动能力的机器人。但是想想看，会跑的机器人也许能更好地帮助人类，我们可不想家里的智能管家机器人只能待在一个房间中。因此，人们制造了一大类可以自由运动的机器人，称为移动

机器人。大多数机器人就像我们日常生活中见到的各种车辆一样，是用轮子或者履带运动的；也有机器人应用仿生学原理，像人或动物一样以两足、四足或六足的方式运动；还有机器人用螺旋桨产生的推力翱翔在天空，或像蛟龙一样自由地潜入水下，在各种执行器的帮助下，机器人将变得上山下海、无所不能。

动手操作

活动主题：寻找生活中的机器人

在生活中，大家能见到各种各样机器人的身影，让我们睁大敏锐的眼睛去寻找生活中的机器人，并且用这节课所学到的思路分析它们的几大组成部分吧！请把你的结果填写在下面的表格中。

表1 寻找生活中的机器人

机器人名称	功能	控制器	传感器	执行器
例子：智能冲水马桶	感知到有人使用后自动冲水	小单片机	红外热释电传感器	电动冲水装置

探究思考

不管是在《终结者》还是《I, Robot》中，AI（人工智能）和机器人试图取代人类，都是一种极为普遍的想法。或许这代表了人类对未来科技的恐慌，但这并未阻止技术的进步。虽然人类拥有不可预知的创造性，但机器人在很多方面都具备先天优势。所以，有人说人类将逐步失业，机器人正偷走人类的工作。

请思考一下，哪些工作将逐步被机器人替代？人类该做出哪些对策？

视野拓展

1. 机器人是如何帮助人类的

机器人可以代替人类完成重复性、高强度的体力劳动。在现代化工厂中，大部分枯燥的体力劳动都可以用不知疲倦的工业机器人代替工人师傅们完成，工人师傅们在计算机屏

幕后就可以完成原来又脏又累的工作。机器人进行重复性工作时的精确度也是人类无法比拟的，因此产品的质量会更有保障。

机器人也可以代替人类在危险或者难以生存的条件下工作。在不久的将来，大家有可能会发现，一旦发生自然灾害，救灾机器人会冲在第一线，挽救灾区人民的生命和财产。现在已经有发达国家在军队中装备了机器人，这种机器人可以负重几百千克在各种地貌环境中前进。从月球、火星到海底、火山，凡是科学家们需要探索的地方都少不了机器人的身影。美国发射的几代火星探索机器人已经在火星上进行科考工作。

机器人还可以与人类和谐相处。现代社会中，生活节奏变得越来越快，在物质丰富的同时，也产生了各种社会问题。越来越多的“空巢老人”和行动不便的病人需要人来照顾，面对这些问题，科学技术能如何帮助我们呢？科学家们设计出了各种服务机器人来满足我们的要求。“请递给我一杯水”“把房间温度调高一些”“帮我接通社区医院的电话”，以后主人们只要像这样说出自己的命令，服务机器人就会及时满足他们的要求了。除了帮做家务，当主人感到孤独时，机器人宠物还可以陪伴主人，给主人精神慰藉。根据最新的报道，法国科学家研制的Nao机器人，已经用于治愈自闭症儿童，并且产生了惊人的效果。很多和人们交流患有障碍的儿童，通过和Nao机器人的相处改变了自己，也改变了未来。

2. 什么是单片机

单片机是一种集成电路芯片，是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器（CPU）、随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、多种I/O口和中断系统、定时器/计数器等功能（可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D转换器等）集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统，在工业控制领域得到广泛应用。单片机已经从20世纪80年代的4位、8位单片机，发展到现在运行速度可以媲美个人电脑CPU的高速单片机。一些功能比较简单的机器人，都是用单片机作为控制器的。

3. 怎样学习机器人技术

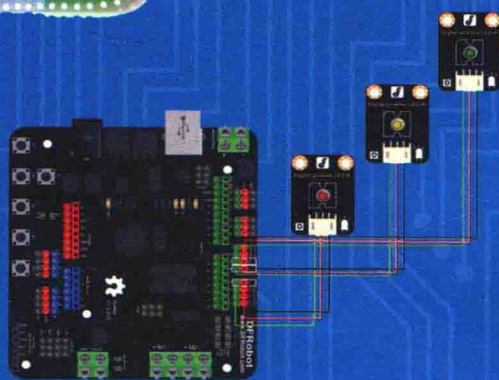
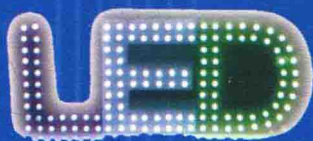
机器人技术并不是高不可攀的新技术，但它是涉及运动学和动力学、系统结构、传感技术、控制技术等多个领域的交叉学科技术。制作机器人的过程，就是整合科学、技术、数学领域的知识，以工程标准化的思想进行综合实践的过程。学习机器人的过程，大致可以分为模仿、改造、创新三个部分，循序渐进，螺旋上升。

挑战自我

2015年，MIT发布的四足机器人“猎豹”，不仅能奔跑跳跃，还能够检测并避开障碍物了。随着科技的发展，越来越复杂、越来越智能的机器人被人们设计出来。你最想设计的机器人是怎么样？请大胆想象，并且对照机器人的三大结构，分别写出机器人各结构的功能。

第一章

智能 LED



第 1 课 走进 Arduino 的世界

第 2 课 闪烁 LED

第 3 课 用按钮控制的 LED

第 4 课 聪明的按钮

第 5 课 呼吸灯

第 6 课 光控 LED

第 7 课 LED 综合创意

第1课 走进 Arduino 的世界

对喜好机器人与机器人技术的人而言，除了希望了解机器人的定义及其构成之外，更感兴趣的是参与机器人的设计与创新，大家有没有接触过 Arduino？通过这节课的学习，我们将带领大家进入 Arduino 的神奇世界。

任务导航

1. 认识 Arduino，了解 Arduino 控制器的种类；
2. 掌握 Arduino 驱动程序的安装；
3. 体验 Arduino 编程界面。

材料阅读

1. 什么是 Arduino

Arduino 是一个源自意大利的开源硬件项目的平台，该平台包括一块具备简单 I/O 功能的电路板以及一套计算机端的程序开发环境。由于源代码开放、价格低廉，目前 Arduino 被广泛应用于电子设计以及互动艺术设计领域，得到了《Make》杂志（中文名为《爱上制作》）等出版物和 Instructable 等网站的认可和推荐。Arduino 被称为“科技艺术”，作为一种新的“玩具”，甚至新的艺术载体，吸引了各个领域的人们加入 Arduino 的神奇世界。

2. Arduino 控制器的种类

Arduino 先后发布了十多个型号的控制器，有可以缝在衣服上的 LilyPad，也有拥有 54 路数字输入/输出口的 MEGA，也有最经典、最基础的 UNO，还有 Leonardo、Yun、Zero 等，部分控制器如图 1.1~图 1.4 所示。

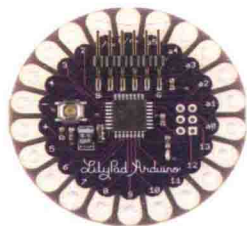


图 1.1 LilyPad

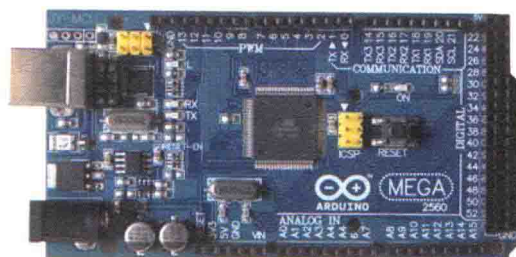


图 1.2 Arduino MEGA2560

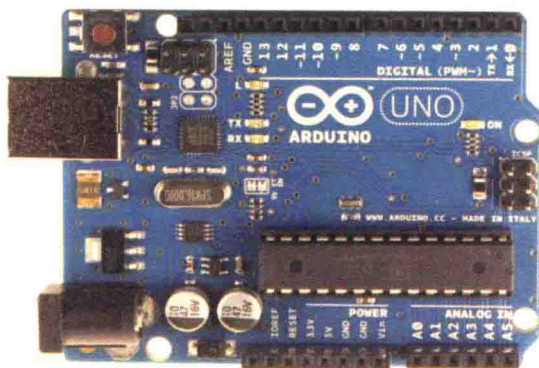


图 1.3 Arduino UNO

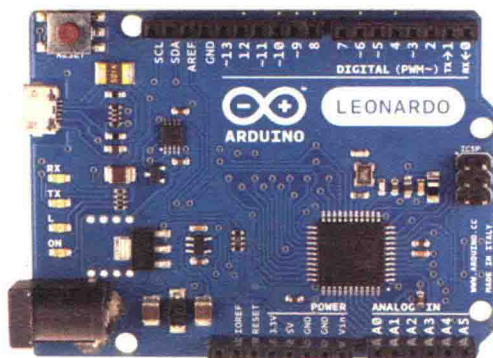


图 1.4 Arduino Leonardo

Arduino UNO 是 USB 系列的版本，不同于以前的各种 Arduino 控制器，它不再使用 FIDI 的 USB 到串口驱动芯片，而是把 ATmega8U2 编程为一个 USB 到串口转换器，目前 UNO 已成为 Arduino 主推的产品。

3.Arduino Romeo

本书所使用的Arduino控制器是由DFRobot出品的Arduino Romeo V1.3，如图1.5所示。该控制器基于Arduino UNO开发。它继承了基于ATmega328的Arduino控制器的所有特性，而且集成了电机驱动、键盘、I/O扩展板、无线数据串行通信等功能，可以兼容几乎所有Arduino系列的传感器和扩展板。除此之外，它还提供了更多人性化设计，例如它所采用的彩色排针能够对应传感器连接线，以防插错：红色针脚对应电源，黑色针脚对应GND，蓝色针脚对应模拟口，绿色针脚对应数字口。Romeo控制器的具体说明如下：

- (1) 处理器：ATmega328；
- (2) 输出电源：5V/3.3V；
- (3) 数字I/O口：D0~D13，数字口的输入/输出值为0或1（其中3、5、6、9、10和11口可作为PWM输出，值为0~255）；
- (4) 模拟I/O口：A0~A7，模拟口的输入/输出值为0~1023；
- (5) EEPROM：1KB；
- (6) 测试按钮：5个（S1~S5）；
- (7) 复位按钮：1个（RST）；
- (8) 工作时钟：16MHz。

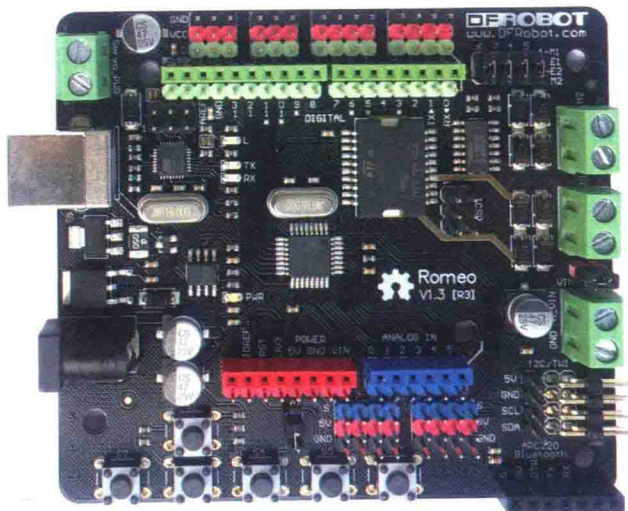


图 1.5 Arduino Romeo V1.3

4.Arduino IDE 的安装

得益于 Arduino 的开源, 我们可以访问 Arduino 的官方网站 (<http://www.arduino.cc>) 下载 Arduino IDE 软件, 该软件用来编写程序并上传到控制器上。这里要提醒大家, 下载版本要与计算机的操作系统相匹配。该软件下载之后无需安装, 解压后即可使用, 如图 1.6 所示。

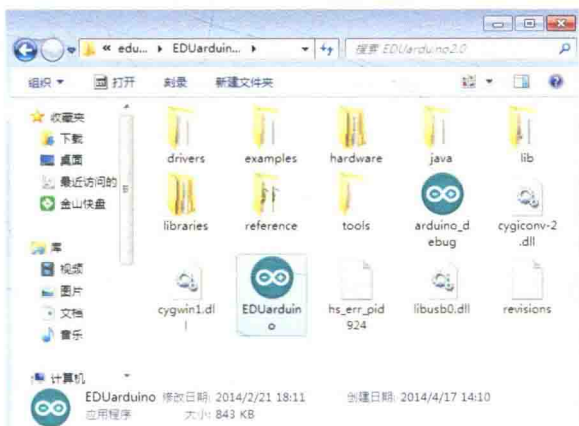


图 1.6 解压后的 Arduino IDE 文件列表

Arduino 的编程环境不仅有文本式的 (如 Arduino IDE, 见图 1.7), 还有图形化、积木式的 (如 ArduBlock, 见图 1.8), 本书所采用的编程环境是后者。

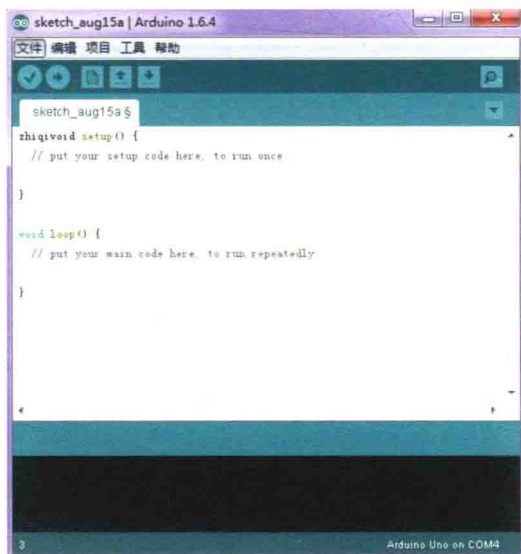


图 1.7 Arduino IDE 开发环境