

GOTOP

小成本，创造无限可能！

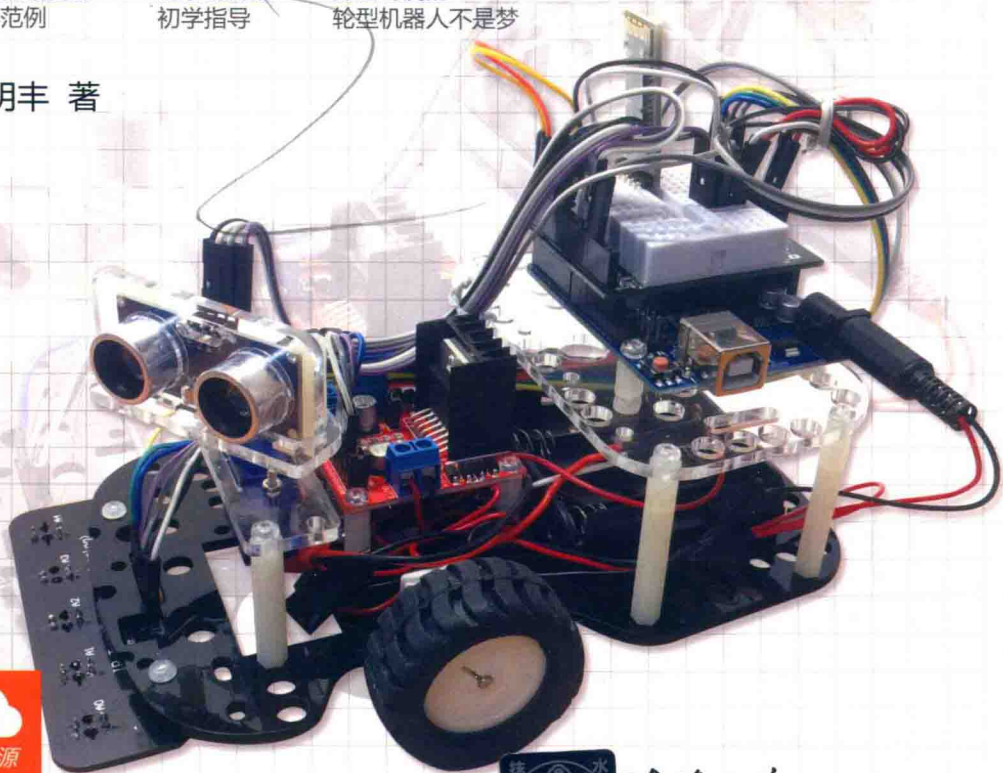
Arduino

自动小车 最佳入门与应用

打造轮型机器人轻松学

- ▶ 软硬件结合的经典范例
- ▶ 易学易用的初学指导
- ▶ 打造专属的轮型机器人不是梦

杨明丰 著



下载资源

包含程序和外语资源



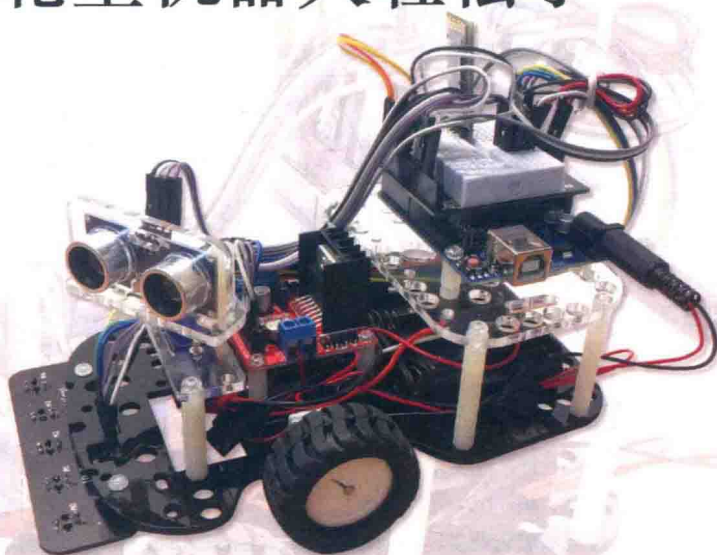
清华大学出版社

Arduino

自动小车 最佳入门与应用

打造轮型机器人轻松学

杨明丰 著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书除了介绍软硬件知识与所需基本电路原理外，还涵盖大多数机器人自动小车的控制范例，如使用红外线循迹模块、RFID模块、超声波模块、红外线遥控器、十字摇杆模块等，并通过红外线、RF、XBee、蓝牙、Wi-Fi等无线通信控制机器人自动小车，另附有组装参考解说，是非常全面的实战经典。

本书是为对自动机器人感兴趣，却苦于没有足够知识、经验与技术开发设计的读者编写的。

本书为基峰资讯股份有限公司授权出版发行的中文简体字版本

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2016-8562

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目（CIP）数据

Arduino自动小车最佳入门与应用：打造轮型机器人轻松学 / 杨明丰著. — 北京：清华大学出版社，2017

ISBN 978-7-302-46836-3

I. ①A… II. ①杨… III. ①专用机器人 IV. ①TP242.3

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第064129号

责任编辑：夏毓彦

封面设计：王 翔

责任校对：闫秀华

责任印制：宋 林

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦A座 邮 编：100084

社总机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：北京天颖印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：170mm×230mm 印 张：17 字 数：439千字

版 次：2017年5月第1版 印 次：2017年5月第1次印刷

印 数：1~3000

定 价：69.00元

产品编号：070648-01



序

PREFACE

在英、美、日、德等工业发达的国家中，工业型机器人（Robot）早已成为自动化生产的主角。除了工业型机器人外，服务型机器人也开始应用于国防、救灾、医疗、运输、农用、建筑等领域。机器人是集机械、电子、电机、控制、计算机、传感、人工智能等多种先进科学技术的产品。随着机器人工业的兴起，对于程序设计、嵌入系统、材料零部件、机电集成等研发人才的需求也与日俱增。

机器人的运动方式大致上可以分为轮型机器人和足型机器人两种。轮型机器人具有快速移动的优点，而足型机器人具有机动性、可步行于危险环境、跨越障碍物以及可上下台阶等优点。本书主要介绍轮型自动机器人（后面简称为自动机器人）的制作技术。几十年前要制作一台自动机器人，不但技术复杂而且价格昂贵，随着开放源码（open-source）Arduino 的出现，在软件方面已内建了多样化的函数，以此简化了周边部件的底层控制程序，硬件方面也有多样化的周边模块可供选择。另外，网络上也提供了相当丰富的共享资源，让没有电子、信息相关专业背景的人也可以快速又简单地制作一台 Arduino 自动机器人。

本书为谁而写

《Arduino 自动小车最佳入门与应用》是为一些对自动机器人感兴趣，却又苦于没有足够知识、经验与技术能力去开发设计的读者而编写的。通过本书浅显易懂的图文解说，读者只要按图施工，就能保证成功。

本书如何编排

本书内容已经涵盖了大多数自动机器人的控制范例，如使用红外线循迹模块、RFID 模块、超声波模块、红外线遥控器、十字游戏杆模块等，并且通过红外线、RF、XBee、蓝牙、Wi-Fi 等无线通信来建立连接，以便控制自动机器人。本书中每一章所需的软、硬件知识和相关技术都有详细的图文解说，读者可根据自己的喜好自行安排阅读顺序并轻松组装完成具有个人特色的 Arduino 自动机器人。



第1章 Arduino 快速入门：快速引领读者认识 Arduino 硬件和软件的相关知识，并介绍 Arduino 开发环境的建立和使用。另外，提供了 Arduino 语言的语句、语法以及常用内部函数的说明，以方便读者随时查阅。如果要进一步了解详情，可到官方网站 arduino.cc 上阅读。

第2章 基本电路原理：本章主要是针对从未学过电子、信息等相关知识的初学者而编写的。内容包含电的基本概念、数字系统等电学理论基础，并且介绍基本手动工具和万用电表的使用方法。如果读者已经熟悉，可以直接跳过本章。

第3章 自动机器人实习：认识与使用自动机器人所需的 Arduino 板、马达驱动模块、马达部件、电源电路、周边扩展板等模块，以及如何制作一台自动机器人，如何利用 Arduino 板来控制自动机器人执行前进、后退、右转、左转、停止等行走动作。本章是后面各章的基础，读者有必要详细阅读。

第4章 红外线循迹自动机器人实习：认识与使用红外线循迹模块 CNY70 和 TCRT5000，并且利用红外线循迹模块 TCRT5000 来控制自动机器人自动行走在黑色或白色轨道上。

第5章 红外线遥控自动机器人实习：认识与使用红外线遥控器和 38kHz、940nm 红外线接收模块，并且利用红外线遥控器控制“红外线遥控自动机器人”的前进、后退、右转、左转以及停止等行走动作。

第6章 手机蓝牙遥控自动机器人实习：认识与使用 Android 手机蓝牙模块和 HC-05 蓝牙模块，并且利用手机蓝牙来控制“蓝牙遥控自动机器人”的前进、后退、右转、左转及停止等行走动作。

第7章 RF 遥控自动机器人实习：认识与使用 RF 模块，并且使用 VirtualWire 函数库进行 RF 无线通信。通过十字游戏杆的按压方向，远程控制“RF 遥控自动机器人”执行前进、后退、右转、左转及停止等行走动作。

第8章 XBee 遥控自动机器人实习：认识与使用 XBee 模块，并且使用 XBee 模块进行无线通信。通过十字游戏杆的按压方向，远程控制“XBee 遥控自动机器人”执行前进、后退、右转、左转及停止等行走动作。

第9章 加速度计遥控自动机器人实习：本章可分为两部分，第一部分通过 MMA7260 加速度计模块的重力变化，使用 XBee 模块进行无线通信，远程控制“XBee 遥控自动机器人”执行前进、后退、右转、左转及停止等行走动作；第二部分通过手机加速度计的手势控制，使用蓝牙模块进行无线通信，远程控制“蓝牙遥控自动机器人”执行前进、后退、右转、左转及停止等行走动作。

第10章 超声波避障自动机器人实习：认识与使用 PING)))™ 超声波模块及伺服马达，并且利用伺服马达转动超声波模块检测自动机器人右方（45°）、前方（90°）和左方（135°）3个方向的障碍物距离。通过 Arduino 板的判断，选择一



条不会碰撞到任何障碍物的安全路线前进。

第 11 章 RFID 导航自动机器人实习：认识与使用 RFID 模块，并且利用 RFID 读取器读取 RFID 标签控制码，控制自动机器人执行前进、后退、右转、左转及停止等行走动作。

第 12 章 Wi-Fi 遥控自动机器人实习：认识与使用 Wi-Fi 模块和 HTML 网页设计，通过手机或计算机网页控制，利用 Wi-Fi 模块进行无线通信，远程控制“Wi-Fi 遥控自动机器人”执行前进、后退、右转、左转及停止等行走动作。

本书特色

学习最容易：Arduino 公司提供了免费的 Arduino IDE 开发软件，内建了多样化的函数，因而简化了周边部件的底层控制程序。本书使用开放式架构的自动机器人车体，电路不预制于印刷电路板（Printed Circuit Board, PCB）车体中，创意不受限制。读者可以根据自己的喜好，使用市售或自制的各种传感器模块快速、轻松地组装出具有创意的自动机器人。

学习花费少：Arduino 自动机器人与乐高机器人所使用的控制器和周边模块相比较，在功能性和灵活度上毫不逊色，而且可以使用最少的花费实现更多功能。

学习资源多：Arduino IDE 提供了多样化的范例程序，不但在官方网站上可以找到多元的技术支持资料，而且网络上也提供了相当丰富的共享资源。另外，硬件开发商也提供了多样化的周边模块可供选择，或者直接向本书合作厂商——慧手科技有限公司购买自动机器人的开发工具包。

内容多样化：本书内容涵盖了大多数自动机器人的控制范例，例如红外线循迹自动机器人、红外线遥控自动机器人、RF 遥控自动机器人、XBee 遥控自动机器人、手机蓝牙遥控自动机器人、手机加速度计遥控自动机器人、超声波避障自动机器人、RFID 导航自动机器人、Wi-Fi 遥控自动机器人等。另外，只要稍加修改本书的自动机器人范例，就可以轻松完成其他有趣又好玩的自动机器人，例如温控自动机器人、声控自动机器人、光控自动机器人、竞速自动机器人、相扑自动机器人、负重自动机器人等。

商标声明

Arduino 是 Arduino 公司的注册商标。

ATmega 是 ATMEL 公司的注册商标。

Fritzing 是 FRITZING 公司的注册商标。

除了上述商标和名称外，其他本书所提及的商标和名称均为该公司的注册商标。



本书的学习资源

本书的程序范例可以从提供下载的“ino(范例程序)”文件夹中找到，可以直接用 Arduino IDE 打开这些范例程序，并且将文件上传至 Arduino 控制板中，之后就可以正确执行范例程序设计的功能了。各章所需的外接函数库也可以从下载的“func(外接函数库)”文件夹中找到，必须将它们解压缩并且存入 Arduino/libraries 文件夹中才能使用。

下载地址

本书配套的范例程序、外接函数库和附录内容可以从以下网址下载（注意区分数字和英文字母大小写）：

<http://pan.baidu.com/s/1cD1bUu>

如果下载有问题，请发送电子邮件至 booksaga@163.com 进行咨询，邮件主题设置为“Arduino 自动小车配套资源”。

致谢

本书能够顺利完成，要感谢基峰信息公司的企划与协调，以及慧手科技有限公司的协助与全力配合，他们开发了书中各种自动机器人所需的部件与模块。期盼通过本书的学习，能让读者快快乐乐、轻轻松松地制作出一台属于自己的自动小车！

杨明丰

改编者序

作为英特尔（Intel）公司曾经的平台工程师、技术市场经理和资深架构师，在学习和改编本书的过程中由衷地感受到了 Arduino 这款开源电子原型创意和开发平台的魅力，Arduino 具有轻灵、便捷、弹性、功能丰富和软硬件完全开源的特性，本书的作者将这些特性淋漓尽致地运用到了基于 Arduino 的各种轮型自动机器人的制作中。

本书虽然涉及 Arduino 的硬件部分（各种型号的 Arduino 板）和软件部分（Arduino IDE：集成开发环境），但是它们并不是本书的重点。作者把重点放在了适合更多人群的专题上——把 Arduino 的优势运用在自动机器人的制作中。利用 Arduino 软硬件的良好结合，组装不同的传感器模块来感知周边环境，配备不同的遥控模块来远程遥控自动机器人，配备了行走策略程序的自动机器人，把接收到的遥控指令和传感器感测的数据作为输入，在自己的微处理器中执行行走策略程序，智能判断出行走的策略，而后控制马达的转向和转速来执行各种不同行走的动作。全书介绍了 9 种自动机器人的详细制作过程，所需的操控软件都以范例程序（含源代码）的方式提供给读者，硬件也是市面上可以买到的常规部件，通过本书的学习，读者除了可以根据书中的步骤组装出 9 种自动机器人，还可以根据自己的创意衍生和创造出自己喜好的更多自动机器人。

如果读者的兴趣只是使用 Arduino 制作机器人，那么本书的内容已经涵盖了。如果读者想通过学习制作机器人的过程进入 Arduino 开发的大门，本书作为入门的学习课程也是非常好的选择。因为 Arduino 作为全球最流行的开源硬件开发平台之一，发展非常迅速，所以越来越多的专业电子产品的软硬件开发者已经开始使用 Arduino 来开发他们的项目和产品，Arduino 已经广泛应用于智能玩具（含机器人）、智能设备、电子消费类产品，甚至是物联网等开发领域；在很多大学的计算机、通信、自动化控制等专业，甚至是在国外的一些艺术专业，也纷纷开展了 Arduino 相关的课程。

“Arduino 软件 + 硬件”具有以下特点。

适用范围广：开发环境支持 Windows、Macintosh OS X、Linux 三大主流操作系统。



简单易学：机器人的爱好者不需要太多单片机的基础和软件的编程基础，只要简单学习就可以迅速掌握，可以把自己的精力留给机器人的创意和功能设计上。

完全开源：Arduino 板的硬件原理图、电路图、Arduino IDE 软件、示例程序和核心链接库文件都是开源的，在开源协议内可以根据自己的创意和需要任意修改原始设计和相应的源代码。

本书第 3 章到第 12 章的范例程序都可以从下载的“ino(范例程序)”文件夹中找到，各章所需要的外接函数库也可以从下载的“func(外接函数库)”文件夹中找到，读者不用再自己去网上搜索了，把它们解压缩到 Arduino IDE 安装目录的“Arduino/libraries”文件夹即可。

最后，如果想更多地了解 Arduino 的软硬件或者进一步学习，建议读者经常去 Arduino 官方网站看看。

Arduino 的中文官方网站 URL 为 <http://www.arduino.org.cn/>。

Arduino 的英文官方网站 URL 为 <http://www.arduino.org/>。

资深架构师 赵军

2017 年 1 月

目 录

第 1 章 Arduino 快速入门

1-1 认识 Arduino.....	2
1-2 Arduino 硬件介绍.....	2
1-2-1 Duemilanove 板.....	3
1-2-2 UNO 板.....	3
1-2-3 Leonardo 板.....	4
1-2-4 DUE 板.....	4
1-2-5 Mini 板.....	5
1-2-6 Micro 板.....	5
1-2-7 Nano 板.....	5
1-2-8 Mega 2560 板.....	6
1-2-9 LilyPad 板.....	6
1-2-10 Fio 板.....	7
1-3 Arduino 软件介绍.....	7
1-3-1 下载 Arduino 开发环境.....	7
1-3-2 安装 Arduino 板驱动程序.....	9
1-3-3 Arduino 开发环境使用说明.....	13
1-3-4 执行第一个 Arduino 范例程序.....	14
1-4 Arduino 语言基础.....	16
1-4-1 变量与常数.....	17



1-4-2 运算符.....	18
1-4-3 Arduino 程序流程控制.....	24
1-4-4 数组.....	32
1-4-5 预处理命令.....	33
1-4-6 函数.....	34
1-4-7 Arduino 常用函数.....	36

第 2 章 基本电路原理

2-1 电的基本概念.....	42
2-1-1 电荷.....	42
2-1-2 电压.....	43
2-1-3 电流.....	43
2-1-4 电阻.....	43
2-1-5 电能.....	44
2-1-6 功率.....	44
2-2 数字系统.....	44
2-2-1 十进制表示法.....	45
2-2-2 二进制表示法.....	45
2-2-3 十六进制表示法.....	45
2-2-4 常用进位转换.....	46
2-3 认识基本手动工具.....	46
2-3-1 面包板.....	47
2-3-2 电烙铁.....	48
2-3-3 剥线钳.....	49
2-3-4 尖嘴钳.....	49
2-3-5 斜口钳.....	50
2-4 认识万用表.....	50
2-4-1 电压的测量.....	51
2-4-2 电流的测量.....	51
2-4-3 电阻的测量.....	52
2-5 认识基本电子元件.....	52



第3章 自动机器人实习

3-1 认识机器人	56
3-2 认识自动机器人	56
3-3 认识自动机器人的部件	57
3-3-1 Arduino 控制板	58
3-3-2 马达驱动模块	59
3-3-3 马达部件	60
3-3-4 万向轮	61
3-3-5 电源电路	62
3-3-6 杜邦线	65
3-3-7 Arduino 周边扩展板	66
3-4 制作自动机器人	67
3-4-1 车体制作	68
3-4-2 行走原理	70
3-4-3 直线行走测试实习	73
3-4-4 转弯测试实习	74

第4章 红外线循迹自动机器人实习

4-1 认识红外线	78
4-2 认识红外线循迹模块	78
4-2-1 CNY70 红外线模块	78
4-2-2 TCRT5000 红外线模块	80
4-2-3 红外线循迹模块	82
4-2-4 红外线模块的数量	84
4-2-5 红外线模块排列的间距	85
4-3 认识红外线循迹自动机器人	85
4-4 制作红外线循迹自动机器人	87



第 5 章 红外线遥控自动机器人实习

5-1 认识无线通信.....	94
5-2 认识红外线发射模块.....	94
5-2-1 编码电路	94
5-2-2 载波电路与调制电路	97
5-3 认识红外线接收模块.....	97
5-3-1 红外线接收模块.....	98
5-3-2 IRremote.h 函数库	98
5-4 认识红外线遥控自动机器人.....	101
5-5 制作红外线遥控自动机器人.....	105

第 6 章 手机蓝牙遥控自动机器人实习

6-1 认识蓝牙.....	110
6-2 认识蓝牙模块.....	110
6-2-1 蓝牙工作模式	112
6-2-2 蓝牙参数的设置.....	112
6-2-3 SoftwareSerial.h 函数库.....	117
6-2-4 使用 Arduino IDE 设置蓝牙参数.....	118
6-3 认识手机蓝牙模块	121
6-4 认识手机蓝牙遥控自动机器人	123
6-5 制作手机蓝牙遥控自动机器人	128
6-5-1 手机蓝牙遥控 App 程序.....	128
6-5-2 修改手机蓝牙遥控 App 程序的界面设置.....	129
6-5-3 蓝牙遥控自动机器人的电路.....	133

第 7 章 RF 遥控自动机器人实习

7-1 认识 RF	138
7-2 认识 RF 模块	138



7-3 认识 RF 遥控自动机器人	142
7-4 制作 RF 遥控自动机器人	143
7-4-1 RF 发射电路	144
7-4-2 RF 遥控自动机器人电路	146

第 8 章 XBee 遥控自动机器人实习

8-1 认识 ZigBee	152
8-2 认识 XBee 模块	152
8-2-1 XBee 扩展板	153
8-2-2 XBee 配置的设置	153
8-3 认识 XBee 遥控自动机器人	156
8-4 制作 XBee 遥控自动机器人	156
8-4-1 XBee 发射电路	156
8-4-2 XBee 遥控自动机器人电路	159

第 9 章 加速度计遥控自动机器人实习

9-1 认识加速度计	164
9-2 认识加速度计模块	164
9-2-1 加速度计的 g 值灵敏度	164
9-2-2 倾斜角度与 X、Y、Z 三轴输出电压的关系	165
9-2-3 最大倾斜角度与 X、Y、Z 三轴输出电压的关系	165
9-3 认识加速度计遥控自动机器人	166
9-4 制作加速度计遥控自动机器人	167
9-4-1 加速度计遥控电路	167
9-4-2 XBee 遥控自动机器人电路	170
9-5 认识手机加速度计	174
9-5-1 手机倾斜角度与 X、Y、Z 三轴输出值的关系	174
9-5-2 手机最大倾斜角度与 X、Y、Z 三轴输出值的关系	174
9-6 认识手机加速度计遥控自动机器人	175



9-7 制作手机加速度计遥控自动机器人	176
9-7-1 手机加速度计遥控 App 程序	176
9-7-2 蓝牙遥控自动机器人电路	180

第 10 章 超声波避障自动机器人实习

10-1 认识超声波	186
10-2 认识超声波模块	186
10-2-1 工作原理	187
10-2-2 物体定位	187
10-3 认识超声波避障自动机器人	188
10-3-1 工作原理	188
10-3-2 行走策略	189
10-4 制作超声波避障自动机器人	190

第 11 章 RFID 导航自动机器人实习

11-1 认识声音	196
11-2 认识 RFID	196
11-2-1 RFID 读取器	197
11-2-2 RFID 标签	198
11-3 认识 RFID 模块	199
11-3-1 125kHz 低频 RFID 模块	199
11-3-2 13.56MHz 高频 RFID 模块	200
11-4 认识 RFID 导航自动机器人	200
11-5 读取 RFID 标签序号	202
11-6 制作 RFID 导航自动机器人	204

第 12 章 Wi-Fi 遥控自动机器人实习

12-1 认识计算机网络	214
12-1-1 局域网 (LAN)	214



12-1-2 广域网 (WAN)	215
12-1-3 无线局域网 (WLAN)	216
12-2 认识以太网模块	218
12-3 制作以太网家电控制电路	218
12-4 认识 Wi-Fi 模块	225
12-4-1 官方 Wi-Fi 扩展板	226
12-4-2 兼容 Wi-Fi 扩展板	226
12-4-3 下载 WiShield 函数库	226
12-5 认识 Wi-Fi 遥控自动机器人	227
12-6 制作 Wi-Fi 遥控自动机器人	227
12-7 认识 ESP8266 Wi-Fi 模块	236
12-7-1 ESP8266 Wi-Fi 功能 AT 命令	238
12-7-2 设置 ESP8266 模块参数	239
12-8 认识 ESP8266 Wi-Fi 遥控自动机器人	243
12-9 制作 ESP8266 Wi-Fi 遥控自动机器人	244
12-9-1 手机 Wi-Fi 遥控 App 程序	244
12-9-2 ESP8266 Wi-Fi 遥控自动机器人电路	249

以下为 PDF 电子书

附录 A 实习材料表

A-1 如何购买本书材料	258
A-2 全书实习材料表	258
A-3 各章实习材料表	259
A-3-1 第 3 章实习材料表	259
A-3-2 第 4 章实习材料表	260
A-3-3 第 5 章实习材料表	260
A-3-4 第 6 章实习材料表	261



A-3-5 第 7 章实习材料表	261
A-3-6 第 8 章实习材料表	262
A-3-7 第 9 章实习材料表	263
A-3-8 第 10 章实习材料表	264
A-3-9 第 11 章实习材料表	265
A-3-10 第 12 章实习材料表	265

附录 B 刻录 ATmega 开机引导程序

B-1 认识引导程序 (Bootloader)	268
B-2 认识 Arduino UNO 板引脚	268
B-3 使用 ArduinoISP 烧录 ATmega 引导程序	270

附录 C Arduino 自动机器人组装说明

C-1 自动机器人车体的组装	276
C-2 Arduino 控制板和原型扩展板的组装	279
C-3 超声波模块和伺服马达的组装	281
C-4 红外线循迹模块的组装	283