



社区精华提炼

# Raspberry Pi + Arduino

## 智能家居入门

〔美〕Andrew K. Dennis 著

云汉 译

一站式体验家居智能化项目！



科学出版社

# Raspberry Pi+Arduino

## 智能家居入门

〔美〕Andrew K. Dennis 著

云四叔 译



科学出版社

北京

图字：01-2013-7348号

## 内 容 简 介

Raspberry Pi风靡了全球，将它与Arduino相结合，用以监测并控制家里环境，便是智能家居最好的入门实践。

本书共8章，一开始介绍Raspberry Pi和Arduino以及智能家居的基础知识，然后通过恒温器和自动窗帘的实例，手把手教你将LED、热敏、光敏电阻、继电器、电机等组件搭建成电路，并在此过程中深入浅出地介绍GPIO、脉宽调制、Web Server、SQL等知识，以及十余种未来项目。

本书适合Raspberry Pi、Arduino与智能家居爱好者阅读，也适合高等院校计算机及电子信息相关专业师生选修。

### 图书在版编目（CIP）数据

Raspberry Pi+Arduino智能家居入门/（美）Andrew K. Dennis 著，云汉译.—北京：科学出版社，2015.4

ISBN 978-7-03-043488-3

I.R… II.①A… ②云… III.①Linux操作系统-应用-家庭生活-自动控制系统 ②单片微型计算机-程序设计-应用-家庭生活-自动控制系统 IV.TS976.9

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第040405号

责任编辑：喻永光 杨 凯 / 责任制作：魏 谨

责任印制：张 倩 / 封面设计：付永杰

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2015年4月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2015年4月第一次印刷 印张：9 1/4

印数：1—3 500 字数：100 000

定价：35.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

# 致 谢

感谢我的太太 Megan 在写作过程中对我的支持，并且感谢她能够容忍我在家里堆满电子组件和计算机硬件。感谢我的父母，在我成长、发展过程中一直支持我对于科技的兴趣和热情。

感谢 Cooking Hacks 团队，正因为有你们，才会有了全新的 Raspberry Pi-Arduino 扩展板，也感谢你们在 Cooking Hacks 论坛上提出极具创造性的想法。

感谢 Prometheus 研究所的同仁们建造了一个那么棒、那么有趣的工作场所。感谢 Partyka Chevrolet 将他在网络建设硬件方面的经验与我分享。

在此，我也向 Packt 出版社的 Joel Goveya 和 Ameya Sawant 表达谢意，感谢他们在出版过程中对我的指导。同时也感谢 Stefan Sjogelid，他为本书提出了技术建议并帮助审读本书。

# 前言

智能家居是个令人激动的领域。最近几年，这个领域涌现了大量或有着商业价值或适用于开源平台的新科技。本书为那些想要深入了解智能家居，以及自己编写程序的人提供入门指导。

自从 2012 年 Raspberry Pi 问世以来，智能家居领域便出现了一个小巧而又强大的工具，为智能家居发烧友、程序员和电子发烧友提供了一个用传感器和软件武装自己家庭的平台。

本书将结合 Raspberry Pi 的知识和 Arduino 开源平台的力量，帮助你学习如何编写电子传感器程序，并且向你介绍记录数据的软件，而这些数据可以供以后使用。

## 本书内容

**第 1 章 Raspberry Pi、Arduino 与智能家居** 向你展示本书中将使用到的技术和智能家居的背景知识。

**第 2 章 开始使用 Raspberry Pi** 向你介绍 Raspberry Pi，以及教会你如何安装相关的软件以备编程时使用。

**第 3 章 开始使用 Raspberry Pi-Arduino 扩展板** 为你提供安装 Raspberry Pi-Arduino 扩展板及下载必要软件库的指导。

**第 4 章 开始第一个项目：简单的温度计** 将帮助你编写温度计程序，并向你介绍各种电子组件。

**第 5 章 从温度计到恒温器：升级第一个项目** 在设计温度计的基础上，设计一个可以开关的恒温器。

**第 6 章 温度数据的存储：建立数据库来存储结果** 开发记录恒温器数据的数据库，并且可以通过 Web 浏览器查询数据。

**第 7 章 自动窗帘：根据环境光线自动开关窗帘** 教你如何使用前面章节中学习的技术和电机来设计开关窗帘的项目。

**第 8 章 总 结** 概述可以用在项目中的其他技术并展望智能家居的未来。

**附录 参考资料** 列出了本书内容涉及的参考资料。

## 阅读准备

- 使用 Mac OS X、Windows 或 Linux 系统的计算机
- Raspberry Pi
- SD 卡
- HDMI 电缆
- 具有 HDMI 接口的电视机或显示器
- USB 键盘和鼠标
- Raspberry Pi 的 USB 电源
- Cooking Hacks 的 Raspberry Pi-Arduino 扩展板
- 电路面包板
- 10k $\Omega$  电阻
- 热敏电阻
- 光敏电阻
- 公头短接跳线
- LED 显示器
- 9V 直流电机
- 9V 电池，带螺丝端子连接器
- Arduino 电机驱动板
- 烙铁
- 拆焊烙铁 / 风枪

书中提及的项目所需软件都可以从网上下载，相关章节将提供详细说明。

## 读者对象

本书的目标读者是那些拥有编程的基础知识并且想要尝试设计一些简单项目的智能家居发烧友。他们不需要拥有高深的电子学知识，因为本书的每个章节都会详细提供安装组件和软件的说明。

## 本书约定

在本书中，你将会发现许多不同样式的文本，它们被用来区分不同种类的信息。下面是各种信息样式的示例，以及相应的解释。

正文中的代码片段和单词会以如下样式出现：“前一个程序包含两个函数，`void setup()` 和 `void loop()`”。

整段代码以如下形式出现：

```
void setup(void) {  
    printf("Starting up thermometer \n"); Wire.begin();  
}
```

任何命令行输入、输出会以如下形式出现：

```
mkdir arduPi  
cd arduPi
```

新的名词和重点会着重标出。例如，你在屏幕上会看见一些词汇出现在菜单或对话框里，它们会以如下形式出现：“从菜单中选择附件菜单项”。



警告和重要的注释会以这样的形式出现。



提示和技巧会以这样的形式出现。

# 目 录

## 第 1 章 Raspberry Pi、Arduino 与智能家居

|                              |   |
|------------------------------|---|
| 1.1 本书将要展示的内容                | 1 |
| 1.2 Raspberry Pi 的历史和背景      | 2 |
| 1.3 Raspberry Pi 硬件说明        | 3 |
| 规 格                          | 3 |
| 3.5mm 模拟音频接口                 | 4 |
| 复合 RCA 视频接口                  | 4 |
| 两个 USB2.0 和一个 Micro USB 接口   | 4 |
| HDMI 接口                      | 4 |
| SD 卡槽                        | 5 |
| 与 GPU 共享的 256MB/512MB 内存     | 5 |
| CPU                          | 5 |
| GPU                          | 5 |
| 以太网接口                        | 6 |
| GPIO                         | 6 |
| 1.4 Arduino 的历史与背景           | 6 |
| 1.5 Raspberry Pi-Arduino 扩展板 | 7 |
| 规 格                          | 7 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Xbee 插座                   | 7  |
| 电源选择开关                    | 8  |
| UART                      | 8  |
| 数字 GPIO 引脚                | 8  |
| SPI 引脚                    | 8  |
| ICSP 连接器                  | 9  |
| 电源插座                      | 9  |
| 模拟输入                      | 9  |
| Raspberry Pi GPIO 连接器     | 9  |
| <b>1.6 焊 接</b>            | 9  |
| <b>1.7 为 Arduino 编写软件</b> | 10 |
| <b>1.8 什么是智能家居</b>        | 11 |
| 智能家居的历史                   | 11 |
| X10 标准的诞生                 | 12 |
| 网络的爆发和开源——一种新的科技          | 12 |
| 商业产品                      | 13 |
| Raspberry Pi 来了           | 14 |
| <b>1.9 小 结</b>            | 15 |

## 第 2 章 开始使用 Raspberry Pi

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>2.1 SD 卡——Raspberry Pi 的存储设备</b> | 17 |
| <b>2.2 预装操作系统的 SD 卡与空白存储卡</b>       | 18 |
| <b>2.3 配置 SD 卡</b>                  | 18 |
| 格式化存储卡                              | 19 |
| <b>2.4 BerryBoot——安装操作系统的工具</b>     | 21 |
| 下载 BerryBoot 压缩包                    | 22 |
| 连接 Raspberry Pi                     | 23 |
| 下载合适的操作系统                           | 23 |
| 安装 Raspbian 操作系统                    | 24 |

---

|               |    |
|---------------|----|
| 安装完成 .....    | 27 |
| 2.5 小 结 ..... | 29 |

## 第 3 章 开始使用 Raspberry Pi-Arduino 扩展板

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 3.1 安装硬件 .....                                  | 31 |
| 识别 Raspberry Pi 的型号 .....                       | 32 |
| 安装 Raspberry Pi-Arduino 扩展板和 LED .....          | 33 |
| 3.2 安装软件 .....                                  | 34 |
| Arduino IDE .....                               | 34 |
| 3.3 arduPi : Raspberry Pi-Arduino 扩展板的开发库 ..... | 36 |
| 安装 arduPi .....                                 | 37 |
| 文本编辑器——Leafpad .....                            | 38 |
| 3.4 例程——闪烁 LED .....                            | 39 |
| 代码指南 .....                                      | 40 |
| 编译和运行应用程序 .....                                 | 42 |
| 3.5 小 结 .....                                   | 42 |

## 第 4 章 开始第一个项目：简单的温度计

|                     |    |
|---------------------|----|
| 4.1 制作一个温度计 .....   | 43 |
| 搭建硬件环境 .....        | 44 |
| 连接组件 .....          | 46 |
| 4.2 温度计的软件 .....    | 47 |
| Geany IDE .....     | 48 |
| Makefile 文件介绍 ..... | 49 |
| 温度计的代码 .....        | 50 |
| 编写应用程序 .....        | 51 |
| 编译和测试 .....         | 57 |
| 如果程序不能正常工作 .....    | 58 |
| 启动和运行 .....         | 59 |

|               |    |
|---------------|----|
| 4.3 小 结 ..... | 59 |
|---------------|----|

## 第 5 章 从温度计到恒温器：升级第一个项目

|                    |    |
|--------------------|----|
| 5.1 安全注意事项 .....   | 62 |
| 5.2 恒温器简介 .....    | 62 |
| 5.3 配置硬件 .....     | 63 |
| 继电器简介 .....        | 63 |
| 连接继电器 .....        | 64 |
| 5.4 配置软件 .....     | 65 |
| 继电器测试程序 .....      | 65 |
| 安装 screen .....    | 67 |
| cURL .....         | 68 |
| 恒温器代码 .....        | 69 |
| 5.5 测试恒温器和风扇 ..... | 75 |
| 连接风扇 .....         | 75 |
| 运行恒温器应用程序 .....    | 76 |
| 5.6 小 结 .....      | 77 |

## 第 6 章 温度数据的存储：建立数据库来存储结果

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 6.1 SQLite .....         | 79 |
| 安装 SQLite .....          | 80 |
| 创建数据库 .....              | 81 |
| 编写 SQL 语句 .....          | 82 |
| 6.2 Apache Web 服务器 ..... | 83 |
| 搭建一个基本的 Web 服务器 .....    | 84 |
| WSGI .....               | 87 |
| 创建 Python 程序访问数据库 .....  | 89 |
| 结 论 .....                | 93 |
| 6.3 HTSQL .....          | 93 |

---

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 下载 HTSQL .....               | 94 |
| 配置 HTSQL .....               | 95 |
| 6.4 测试 Arudino 程序访问数据库 ..... | 97 |
| 6.5 小 结 .....                | 97 |

## 第 7 章 自动窗帘：根据环境光线自动开关窗帘

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 7.1 光敏电阻 .....     | 100 |
| 7.2 电机和电机驱动板 ..... | 100 |
| 7.3 安装光敏电阻 .....   | 101 |
| 组件连线 .....         | 101 |
| 光敏电阻测试程序 .....     | 102 |
| 除错与调试 .....        | 105 |
| 安装电机驱动板 .....      | 105 |
| 组件连线 .....         | 105 |
| 7.4 窗帘控制程序 .....   | 107 |
| 脉宽调制 .....         | 107 |
| 线 程 .....          | 107 |
| 代码编写 .....         | 108 |
| 除错与调试 .....        | 112 |
| 连接窗帘 .....         | 112 |
| 时间调整 .....         | 113 |
| 硬件连接 .....         | 113 |
| 除错与调试 .....        | 114 |
| 7.5 小 结 .....      | 114 |

## 第 8 章 总 结

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 8.1 回顾前几章内容 .....  | 116 |
| 8.2 下一步工作 .....    | 116 |
| Pi Plate 原型板 ..... | 117 |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| wiringPi 库 .....     | 118        |
| Gertboard .....      | 119        |
| Gertboard 套件简介 ..... | 120        |
| 改进目标 .....           | 123        |
| 智能家居的未来 .....        | 124        |
| <b>8.3 小 结 .....</b> | <b>125</b> |

## 附 录 参 考 资 料

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Raspberry Pi .....             | 127 |
| Raspberry Pi-Arduino 扩展板 ..... | 128 |
| Linux 系统 .....                 | 128 |
| Python 语言 .....                | 129 |
| C/C++ 语言 .....                 | 129 |
| Arduino .....                  | 129 |
| SQL 结构化查询语言 .....              | 129 |
| HTSQL 查询语言 .....               | 130 |
| Apache 软件 .....                | 130 |
| 电子元件 .....                     | 130 |
| 智能家居技术 .....                   | 131 |
| 3D 打印技术 .....                  | 131 |
| EEG 头戴式视图器 .....               | 132 |
| 其他资源 .....                     | 132 |

# 第 1 章

## Raspberry Pi、Arduino 与智能家居

本章内容是关于 Raspberry Pi、Arduino 和智能家居的基本介绍。

我们将介绍 Raspberry Pi 的发展历程，也会介绍 Arduino 这种开源的微控制器平台，它让开发者得以方便地连接各种传感器和电机，与周围环境交互。

最后介绍智能家居的一些背景知识，并展示如何通过使用 Raspberry Pi 这样的设备，结合开源社区的软件，构造一个复杂的基于传感器的系统。

让我们首先来关注一下在接下来的几章中会提及的内容。

### 1.1 本书将要展示的内容

我们拥有大量令人兴奋的项目，通过使用 Raspberry Pi 及 Arduino 技术来实现这些项目，可以逐步帮助你了解智能家居。这些项目包括：

- 编写软件来控制硬件
- 使用热敏电阻来制作温度计
- 通过继电器使温度计变成恒温器
- 使用电机驱动板来控制电机
- 编写软件，把项目中传感器数据所产生的数据进行存储

通过阅读本书的所有章节，你将能够获得为智能家居项目搭建电路和硬件的基本知识。你还将会学到如何编写程序创建一个项目，这个项目可以在控制你的设备的同时，记录所产生的数据。最后，我们期待在未来你能用学到的新技术开发更多的项目。

首先,我们来初步了解将要使用的技术的背景。首先从 Raspberry Pi 开始。

## 1.2 Raspberry Pi 的历史和背景

从第一台真空管计算机,到 20 世纪 60 年代的磁带和穿孔卡片机,再到 70 年代的第一台拥有微处理器的大型机,大型商业机构和大学研究机构一直保持着对计算机的研究。然而,70 年代后期,随着苹果二代(Apple II)的发布,以及更早期电视打字机和苹果一代这类科技的积淀,这种现状迅速改变。

随着 80 年代的到来,公众看到了 ZX Spectrum 和 Commodore 64 这类低价家用计算机冲击大众市场,从而涌现新一代业余程序设计员。到 90 年代,这些自己捣鼓家用计算机和写 BASIC 语言的业余程序设计员慢慢长大,后来进入学术界或计算机产业,通过游戏、网络、开源、商业技术的开发掀起了网络热潮。

从很多方面来看,Raspberry Pi 的创始也和这股网络热潮有关。2006 年,在剑桥大学计算机实验室里,一群由 Eben Upton 领导的计算机科学家执着于制造一种面向业余计算机发烧友、初露头角的学生和孩子们的廉价但具有教育功能的微型计算机。他们的目标是让那些即将从大学毕业的学习计算机的学生可以具备更多 90 年代后才出现的计算机技能,这当然离不开 80 年代家用计算机技术发展的基础。

然而,两年之后这个项目才得以实施。直到 2012 年,Raspberry Pi 才向公众发布。

20 世纪,移动计算技术得到了迅猛发展,这主要得益于智能手机产业的兴起。到 2005 年,一家前身为 80 年代家用计算机制造商 Acorn 的英国公司,推出了 ARM CPU 内核。目前随着 ARM 的发展,98% 的手机内核技术都由该公司提供,其每年约向世界提供 10 亿 CPU 内核。Raspberry Pi 使用的正是 ARM 公司提供的 ARM1176JZF-S 处理器内核。

与此同时,Eben Upton 为 Raspberry Pi 做出过很多设想,直到 2008 年,得益于移动电话技术无孔不入的渗透和快速发展,制造一台小型且轻便,但拥有许多普通大众习惯使用的多媒体功能的微型计算机的成本才变得不再高不可攀。

因此，Raspberry Pi 基金会正式成立，并且开始开发、生产 Raspberry Pi。

到 2011 年，第一个内部测试模型被制造出来并开始进入测试流程。公众最终看到了 Raspberry Pi 的强大能力。

这台小小的低价计算机可以运行游戏《雷神之锤 III》和播放 1080P 全高清视频。

2012 年，Raspberry Pi 最终向公众开放购买。两种型号的 Raspberry Pi（A 型和 B 型）开始按计划投入生产，B 型首先发布。

A 型 Raspberry Pi 没有以太网接口，但与 B 型相比，它的功耗更低，并且售价仅为 25 美元。

B 型拥有以太网接口，售价为 35 美元。它首先在中国生产，随后移至英国，由索尼公司接手生产。

经历许多挫折（如早期成品被安装了错误的以太网接口），通过一系列法规的认证之后，Raspberry Pi 终于漂洋过海到达全球科技发烧友的手中。

那么，到底你手中的 B 型 Raspberry Pi 都包括些什么呢？

## 1.3 Raspberry Pi 硬件说明

我们将简单介绍组成 Raspberry Pi 的核心组件来帮助你更好地体会它所拥有的功能。

Raspberry Pi 的核心是博通（Broadcom）公司出产的 BCM2835 处理器——一种用于移动及嵌入式设备的多媒体应用处理器。

在此基础上，它还包括许多用于支持 USB、RCA 接口和 SD 卡的其他配件。

现在我们来了解 Raspberry Pi 主板上的一部分核心组件。图 1.1 中标明了一些核心组件，随后是各部分的说明。

### 规格

Raspberry Pi 体积很小，外形只有 85.60mm × 53.98mm × 17mm，重量仅为 45g。这让它非常适合用于智能家居，因为它可以被放在一个小盒子里，安装在配电箱里，或者直接取代墙上的恒温器。

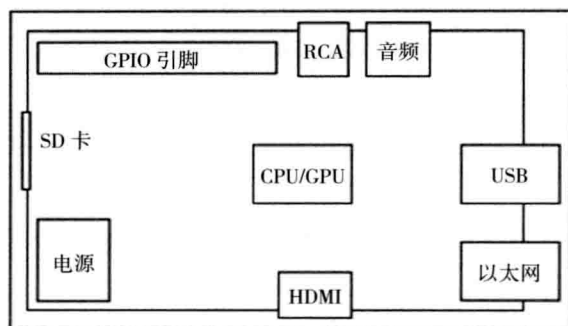


图 1.1

### 3.5mm 模拟音频接口

通过 3.5mm 模拟音频接口，你可以把耳机和音箱连接至 Raspberry Pi。这对基于音频、媒体播放器的项目尤其有用。

### 复合 RCA 视频接口

你也许已经对连接 DVD 播放器和电视机的复合电缆很熟悉了，它们通常连着红色、白色和黄色之类的插头。Raspberry Pi 有一个可以连接电视机黄色视频电缆的接口，你可以用它连接电视机，把电视机作为屏幕。

### 两个 USB 2.0 和一个 Micro USB 接口

USB 是计算机连接外设和存储装置的最普遍的方法。Raspberry Pi 有两个 USB 接口，你可以用它们来连接键盘和鼠标。一个 Micro USB 接口用于给 Raspberry Pi 供电。

### HDMI 接口

HDMI (High Definition Multimedia Interface, 高清晰度多媒体接口) 可以让 Raspberry Pi 连接支持此项技术的高清晰度电视机和显示屏。它可以取代复合 RCA 视频接口和音频接口。

如果想用 Raspberry Pi 在电视机上播放网络音乐或视频，推荐你使用 HDMI 接口。