

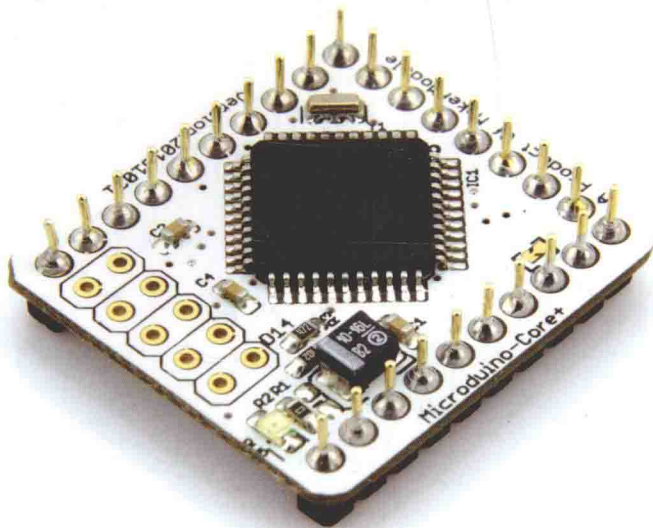
本书系Microduino的首本官方推荐开发指南。

本书配套无人机实例的完整项目文件、源代码和详细的操作步骤。

本书有来自Microduino开发者社区、Arduino中文社区和极客工坊三大创客社区的支持。



数字匠人



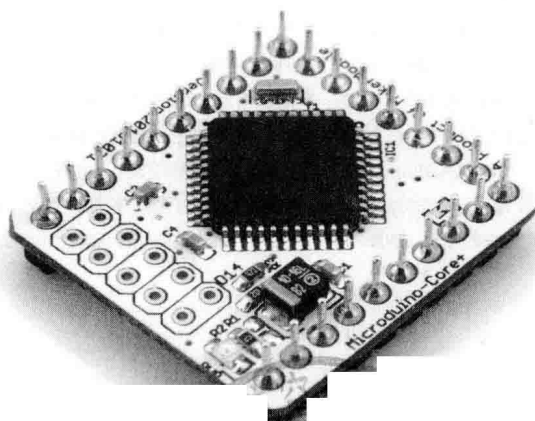
Arduino

Microduino 实战

姚琪 杨立斌 编著



机械工业出版社
China Machine Press



Microduino 实战

姚琪 杨立斌 编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

Microduino 实战 / 姚琪等编著. —北京: 机械工业出版社, 2015.8
(电子与嵌入式系统设计丛书)

ISBN 978-7-111-51485-5

I. M… II. 姚… III. 单片微型计算机—程序设计 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 206746 号

Microduino 是一种兼容 Arduino 的开源硬件平台, 利用模块化的电子积木, 可以实现各种有趣的电子创意产品, 比如游戏手柄、自制 MP3、智能小车, 甚至 3D 打印机、机器人等。

本书是 Microduino 的学习和开发指南, 通过一个个实例, 让读者在实践中学习和掌握如何使用 Microduino 一系列的电子积木。从基本的电子元器件开始, 如电阻、LED、开关、三极管等的使用, 再到传感器、LCD、电动机等各种复杂模块的控制和使用, 加深对 Arduino 编程、Microduino 硬件以及各种电子元器件的理解和掌握, 为未来进行 DIY 做铺垫。最后, 以四旋翼飞行器作为案例, 详细地介绍整个飞行器的原理、结构、组装和调试, 可帮助读者系统地利用前面所学到的知识和掌握的经验, 理解一个相对复杂的系统是如何进行设计、组装和调试的。

Microduino 实战

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 张国强

责任校对: 殷虹

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm × 240mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978-7-111-51485-5

定 价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

前言

自 2005 年 Arduino 横空出世以来，开源硬件就像 Linux 一样，很快风靡全球。Arduino 最初只是为学生设计的一款既便宜又易用的微控制器板，但如今在“创客运动”的大背景下取得了巨大的成功。

Arduino 使用的是 Atmel AVR 8 位微控制器，是一个软硬件开源的平台。不仅开放软件的源代码，而且硬件电路设计图同样可以从网络上下载。任何用户都可以利用这些开放的资源，再根据自己的需要进行修改和定制，发布适合自己的软件工具和硬件设计。此外，它不像传统的微控制器程序，只有有一定电路和编程背景的人才能够灵活使用，因为采用了非常简单的编程语言，Arduino 的入门变得非常容易，即使是没有理工科背景的人，也能够快速上手。

正是因为开源，让全球成千上万的教育工作者、学生、科研工作者、电子爱好者和创客组成了一个庞大的开源硬件社区。不管是个人还是公司，都被该社区的魅力所吸引。例如，英特尔、三星、微软纷纷加入了 Arduino 社区，推出了相关的软硬件产品。而很多在 Kickstarter 上进行众筹的初创团队推出的产品，其最初的原型也都是在 Arduino 的基础上设计的。

目前，在市场上还有很多兼容 Arduino 的开源硬件，各自有不同的特点和应用场景，比如 Microduino、WRTNode、pcduino，同时还配有各种扩展模块和扩展板。除了公司和团队之外，很多创客本着开源和共享的目的，在网上免费发布了自己的 Arduino 开源设计和 DIY 作品，供更多的人参与和讨论，这很有可能会碰撞出更多的创意作品，例如，开源 3D 打印机、无人机等。此外，网上还有大量免费的开源库、教程、电子书、视频等各种开放资源，以及友好互助的论坛问答等，这些都是这个社区中重要的组成部分。

这就是开源的滚雪球效应，刚开始开源又易上手，吸引了最初的一批人加入其中，之后产生越来越多的优秀资源，而这些资源又吸引更多参与其中，这种正反馈的激励

效应，促成了社区指数型的扩张。

作为一款兼容 **Arduino** 的微控制器平台，**Microduino** 同样采用开源模式，公开所有的电路设计和软件源代码。它采用 U 型 27 引脚布局，模块间非常容易组装，对着 U27 引脚插入即可，无须担心引脚是否接错。又因为它只有硬币大小，组装后的体积非常小，所以在空间要求非常严格的应用环境下占有优势。**Microduino** 可以看作是一种电子积木，核心模块和扩展模块互联只需要根据 U 型布局的引脚直接接入，便可快速搭建起一个物理系统，然后按照 **Arduino** 开发和编程方式，下载程序，即可完成自己的创意作品。因为兼容 **Arduino**，所以 **Microduino** 保留了其易上手的特点；同时因为易组装、体积小等特点，让 **Microduino** 更具吸引力。

Microduino 遵循了开源硬件的发展模式，在社区的培育上花了很大的精力。相关人员详细地制作了 **Microduino** 的维基百科，目前共有 805 篇文章，2405 个新文件上传和 8733 次修订，而且全部是中英文对照，甚至还有韩文和日文的页面。同时，还精心制作了 300 篇以上的 **Microduino** 教程，配有文字、图片、源代码和视频，供全球来自不同国家的用户参考和使用。

Microduino 的王镇山 (Tiki) 介绍说：“所有的模块都是玩家共同创意、设计、测试和改进的。不但有玩家共同开发的硬件，还有玩家自发编写的支持软件，并分享利用 **Microduino** 完成的作品。”这正是开源社区建设所带来的回报。与其说 **Microduino** 是一个开源硬件产品，不如说它是一个遵循“众营”理念的开源项目。

而本书能够顺利完成，很大一部分也要归功于开源力量和社区中丰富的开放资源。本书的特点是以一个个具体的示例为核心内容，提供详细的物理连接图和源代码，让读者能够通过循序渐进的实践过程，学习和掌握基本的电子元器件、**Microduino** 核心控制器以及相关传感器的使用。希望通过本书，能让更多的人步入开源硬件和创客运动的实践中去，实现一件件自己喜欢的创意作品，然后再与更多的人进行交流和分享。

最后，感谢 **Microduino** 创始人王镇山和机械工业出版社策划编辑张国强，没有他们的支持和鼓励，本书就不可能诞生。此外，还要感谢我的父母，没有他们的理解和宽容，就没有现在的我，我也不可能安心地完成本书。

编者

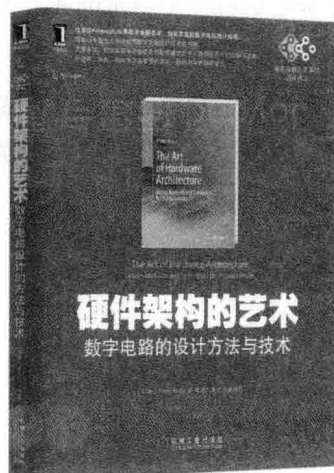
2015 年 6 月

推荐阅读



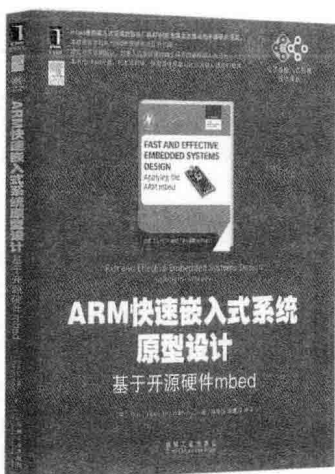
FPGA快速系统原型设计权威指南

作者: R.C. Cofer 等 ISBN: 978-7-111-44851-8 定价: 69.00元



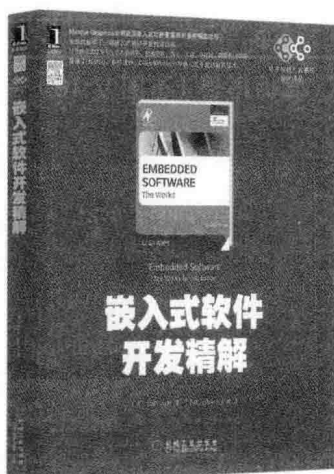
硬件架构的艺术: 数字电路的设计方法与技术

作者: Mohit Arora ISBN: 978-7-111-44939-3 定价: 59.00元



ARM快速嵌入式系统原型设计: 基于开源硬件mbed

作者: Rob Toulson 等 ISBN: 978-7-111-46019-0 定价: 69.00元



嵌入式软件开发精解

作者: Colin Walls ISBN: 978-7-111-44952-2 定价: 79.00元

目 录

前言

第 1 章 开源硬件 1

- 1.1 什么是开源 1
- 1.2 为什么要开源 1
- 1.3 开源软件 2
- 1.4 开源硬件 3
 - 1.4.1 Arduino 3
 - 1.4.2 Microduino 5
 - 1.4.3 树莓派 6
 - 1.4.4 pcDuino 7
 - 1.4.5 其他开源硬件平台 7
- 1.5 如何选择开源硬件 8
- 1.6 总结 9
- 1.7 参考 9

第 2 章 Microduino 11

- 2.1 Microduino 系列产品 11
- 2.2 兼容 Arduino 系列产品 12
 - 2.2.1 Microduino AVR 核心
系列模块 12
 - 2.2.2 Microduino 扩展模块 16
 - 2.2.3 Microduino 扩展板 22

2.3 Microduino STM32

核心系列 25

2.4 Microduino WRT 系列 26

2.5 Microduino 传感器系列 27

2.6 开源项目 28

2.7 总结 30

2.8 参考 30

第 3 章 Microduino 入门 31

3.1 准备开发环境 31

3.1.1 下载 Arduino IDE
和驱动 32

3.1.2 安装 Arduino IDE 33

3.1.3 安装驱动程序 35

3.1.4 Microduino 开源
资料下载 37

3.2 “Hello World !” ——开启
编程之旅 38

3.3 点灯——迈入物理世界 41

3.4 重新认识软件与硬件 45

3.5 I/O 操作——现学现用 48

3.6 RGB 彩色 LED——彩色
的世界 52

3.7 光敏电阻	56	4.12 总结	148
3.8 感温杯	58	4.13 参考	148
3.9 蜂鸣器	62		
3.10 认识三极管	64	第 5 章 四旋翼飞行器	150
3.11 中断的使用	67	5.1 四旋翼飞行器简介	150
3.12 定时中断的使用	71	5.1.1 四旋翼飞行原理	150
3.13 ADC 采样的不同		5.1.2 硬件结构	153
基准源对比	74	5.1.3 程序简介	155
3.14 继电器的使用	77	5.2 飞行控制器硬件组装	157
3.15 数字温度计	81	5.3 配置蓝牙通信	160
3.16 I2C 通信	85	5.3.1 从机模块设置	161
3.17 Microduino 串口调试	89	5.3.2 主机模块设置	162
3.18 调试的思路	92	5.4 四旋翼飞行器	
3.19 总结	94	控制器调试	164
3.20 参考	94	5.4.1 PID 参数介绍	164
		5.4.2 校正四旋翼飞行器	165
第 4 章 Microduino 进阶	95	5.4.3 MultiWii GUI 使用	168
4.1 红外发射与接收——		5.5 遥控器组装与调试	175
无线通信	95	5.5.1 硬件组装	176
4.2 1602 LCD 显示	98	5.5.2 软件下载	178
4.3 超声波测距	102	5.6 试飞	180
4.4 红外遥控舵机	105	5.6.1 调试 Microduino-	
4.5 PWM 控制直流电动机	108	Joypad	180
4.6 步进电机控制	112	5.6.2 控制说明	182
4.7 EEPROM 读写	118	5.6.3 整体调试	183
4.8 Microduino-OLED	121	5.7 注意事项	184
4.9 Microduino-TFT	129	5.8 总结	186
4.10 蓝牙控制 RGB 彩灯	134	5.9 参考	187
4.11 Microduino-10DOF	139		
		附录 四旋翼飞行器组装	188

第 1 章

开源硬件

1.1 什么是开源

或许你从来没有听说过开源，但你肯定一直在享受着开源所带来的成果。比如 Linux，可能没有听过这个名字，但你肯定知道或正在使用安卓（Android）手机，其操作系统就是以 Linux 内核为基础的开放源代码系统。又比如 Apache，它是世界上使用率排名第一的 Web 服务器软件，用户上网浏览网页的时候，多数内容都是由它来提供服务的。再比如火狐（Firefox）、Chrome 或者 360 安全浏览器等网页浏览器，不是完全开源的，便是在开源项目的基础上作了改进的。总而言之，互联网时代，开放、开源是一大主旋律。

那什么是开源（Open Source）呢？从字面上讲便是开放源代码。开放源代码促进会（Open Source Initiative）官网所给出的开源软件的定义是：它是能够让所有人都可以自由使用、修改和分享的软件，其主要特点是自由发布、开放源代码、保持源代码完整性、不歧视任何个人或团队、不歧视任何应用领域、发布许可证等。这一长串特点，无不体现了互联网的精神——开放、平等、协作、共享。

有人说开源是计算机领域中的一场运动，我想，这更多的是源自人类对自由的诉求，是一种“我为人人、人人为我”的希望。在互联网上，更多这样类似的开放运动改变了我们的生活方式，比如开放课程、维基百科、协作翻译等。

1.2 为什么要开源

开源意味着用户可以获得软件的源代码，用户可以自由地使用、学习、改进甚至重新发布自己的软件。

在《大教堂与集市》一书中一再提到了 Linux 定律，即只要有足够的测试员及共同开发者，所有问题都会在很短的时间内被发现，而且能够很容易地被解决。任何人都可能在使用的过程中发现 bug，并向维护团队提交一个可能存在的 bug；而更多的人参与到内核的开发中，可能使得 bug 的修复变得更加快速。这种“众眼众手”机制，让更多的 bug 暴露在人们面前，并及时地反馈并修复。如今，Linux 内核在全球有成千上万的贡献者，但因为有一套严格的代码控制管理的流程，使得 Linux 内核的代码质量很高。在 Steve McConnell 写的《代码大全》中提到，Linux 内核每 10 000 行代码中只有 1~5 个 bug，而在一般软件行业中，平均每 1000 行代码中就约有 30 个 bug。显然，Linux 内核的开发受益于这种开发模式。

开源有可能带来的好处^[1]如下：

(1) 获得更高质量、更安全的软件代码

在开源社区中，很多开源项目都是由一些技术高手维护的，同时一些用户也会承担一部分维护工作，更多人参与进来会使得存在的 bug 可以被及早地发现和修补。

(2) 可定制化

因为源码是开放的，用户可以免费定制开源软件，使用其中一部分开源软件代码，并根据实际情况修改或添加自己需要的功能。这样，既能享受他人的劳动成果，又能为开源软件做出自己的贡献，同时也降低了开发的成本和风险。

(3) 降低开发成本

在开源项目中，用户可以免费使用高质量的软件代码，在享受其他人劳动成果的同时，也可以做出自己的贡献。

(4) 标准化

开源软件一旦用户增多，会顺其自然地遵循或形成一种开放的标准。

这些只是从实用的角度来看开源所带来的优势，但开源指的不仅仅是一种开源的方法，背后更是体现了一种自由的精神，是分享和协作人类文明的一种机制。

在互联网上，开源是这样一种精神：予人玫瑰，手有余香。而往往这些“余香”才能带来更多的玫瑰。所以说，深入开源的世界，更应该抱着开放的心态，将自己的贡献汇入这无尽的江河湖海中。

1.3 开源软件

在维基百科上，开源软件的定义是：一种源代码可以任意获取的计算机软件，这种

软件的版权持有人在软件协议的规定之下保留一部分权利，并允许用户学习、修改、增进提高这款软件的质量。开源协议通常符合开放源代码的定义的要求，一些开源软件被发布到公共领域，开源软件常被公开和合作地开发。

我们常见的开源软件有 Linux、Ubuntu、Eclipse、Open Office、Emule 等，后面要使用到的 Arduino IDE 也是一款开源软件。但考虑到本书的目的，对开源软件不再多做介绍。

1.4 开源硬件

开源硬件是对开源软件领域的一种扩展，指的是通过与自由及开放源代码软件相同的方式设计的计算机和电子硬件。与开源软件不同的是，开源硬件最终会涉及物理实体的生产与制造，所以是自由的，但并不免费。这里的自由是指发布硬件设计的详细信息，如电路图、材料列表和电路板布局数据，而且通常会使用开源软件来驱动硬件。

开源的 IP 核是一种类型的开源硬件。IP 核是指在数字电路领域中描述硬件设计功能的可重用模块。比如，OpenSPARC 是 SUN 公司一款开源的处理器设计，使用者可以用来在 FPGA 等可编程芯片上实现该设计；OpenCores 提供了开源的处理器、外围设备、总线控制等逻辑设计。

除此之外，还有像 Arduino、树莓派、pcDuino 这样的开源软硬件平台。

开源硬件的特点如下：

- ❑ 模块化的设计
- ❑ 允许商业化
- ❑ 有很好的技术支持
- ❑ 完全开放的软硬件

开源硬件降低了硬件入门门槛，让更多的人可以参与到硬件开发中，甚至那些完全没有任何硬件知识的人同样能够快速地使用像 Arduino 这样的开源平台进行开发。

1.4.1 Arduino

Arduino^[2]是一款开放源代码的微芯片控制器平台，如图 1-1 所示为其中一款 Arduino UNO 开发板。它使用的是 Atmel AVR 单片机，具有非常简单的 I/O 口，以及代码友好的开源编程环境，无需具备任何硬件知识，就可以轻松地入门这一硬件平台。所

以，极客、创客、艺术家、电子爱好者，甚至中小學生都能够在这个小巧的平台上发挥自己的创意。

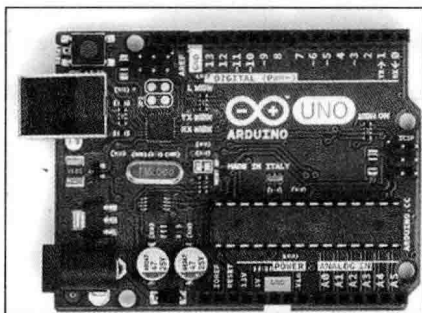


图 1-1 Arduino UNO 开发板

2004 年冬，一名意大利的教师和一名西班牙工程师为了学生开发了一款电路板，取名 Arduino。随后的几年，Arduino 在全球流行了起来，起初只是为了教学，而如今 Arduino 在开源硬件社区中异常火爆，它就像一种电子积木玩具，可以搭建各种创意设计。

Arduino 有如下的一些特点。

1) **开源**：Arduino 的硬件以及软件都是开源的，开发成本相对较低，可以让用户自由使用，使用者可以在没有商业利益的情况下使用、修改以及发布。这让更多的创新者能够在其基础上发挥自己的创意，并与社区中的创客一起分享、讨论。

2) **易使用**：简单的 Arduino IDE 界面，容易上手的编程语言，以及丰富的封装函数，技术门槛很低，这让初学者在很短时间就能够将类似于“Hello World!”这样的设计运行起来。这大大激发了初学者进一步学习的积极性。

3) **庞大的社区**：正因为前面两个特点，使 Arduino 逐渐形成一个很庞大的技术社区。用户本着开源的精神，既能够获得各种开放的源代码和设计，又能够开放自己的设计，并与社区中的人一起交流讨论，形成了一种设计开发的良性循环。

4) **丰富的外围设备**：除了官方提供的一些扩展板和模块，第三方模块供应商也提供了很多兼容 Arduino 的扩展板和模块，如 WiFi、蓝牙、以太网等通信接口模块，以及各种类型的传感器模块，还有电机驱动模块等。这种相对完善的供应链，能够极大地满足创客的不同需求，加速了从创意到原型设计的过程。

如果仅从外观上看，根本不会觉得 Arduino 有多大的能耐，但是从开源硬件社区中

提供的开源项目中就能看出 Arduino 的魅力了。比如基于 Arduino 的数字示波器、智能避障小车、远程遥控侦查机器人等^[3]。

当然, Arduino 不可能尽善尽美, 不可能满足所有人的要求, 比如所采用的 MCU 是一款低功耗的 8 位微控制器, 不能实现复杂的计算, 无法运行操作系统, 当然也不可能实现图形界面, 等等。自然, Arduino 整个生态体系也在逐渐地进化和完善。2014 年美国 TI 公司与 Arduino 开源项目一起合作, 推出了一款 ARM+MCU 架构的开源硬件平台——Arduino TRE, ARM 处理器采用了 1GHz Cortex-A8 处理器, 能够运行高性能的桌面应用、处理密集型的算法和高速通信^[4], 例如 3D 打印等。此外, Intel 发布了一款兼容 x86 架构的 Arduino 开发板——Intel Galileo 开发板^[5]。这两者无疑都说明了世界顶级的芯片厂商非常重视开源硬件这块领域, 也间接说明了开源硬件良好的发展趋势。

1.4.2 Microduino

Microduino^[6]是一款兼容 Arduino 的微控制器平台, 如图 1-2 所示。它将 USB 接口与微控制器分离开, 分别做成了一个模块, 可以通过 Microduino 制定的 U 型 27 Pin 的接口标准, 将所有 Microduino 系列模块堆叠起来使用, 这让 Microduino 变得更加小巧而富有灵活性。

对于尺寸大小受限的设计来说, Microduino 有很大的吸引力, 而且通过堆叠模块的方式添加功能模块, 方便了模块的连接, 还能防止引脚插错的失误。第 2 章会详细介绍 Microduino 一系列的电子积木。

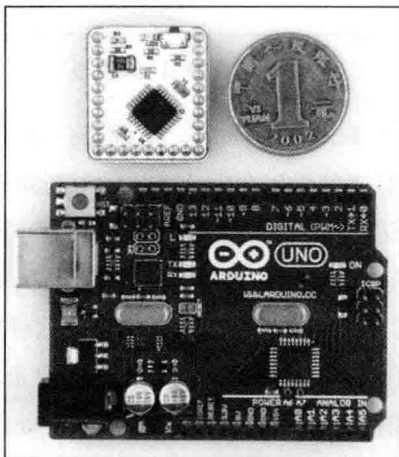


图 1-2 Microduino 与 Arduino

1.4.3 树莓派

树莓派 (Raspberry Pi)^[7] 是一款基于 ARM 的微型计算机板, 是专门为学生学习计算机编程而设计的, 采用了博通公司的 700MHz BCM2835 CPU, 可以运行 Debian、Archlinux 等 Linux 系统, 内置多种接口, 包括 USB、HDMI、LAN 等。它自从问世以来, 就受到广大计算机和硬件爱好者的追捧。最新版本树莓派 B+ 在中国国内的价格不到 200 元, 非常小巧, 只有一张信用卡那么大, 却可以当作一台普通的计算机, 如图 1-3 所示。任何年龄段的电脑爱好者都可以拥有它, 可以在上面进行硬件 DIY, 以及软件编程。

树莓派毕竟是一台计算机, 对于技术薄弱的爱好者而言, 上手比较困难, 比如 Linux 系统的使用, C、Python、Java 等编程语言的学习。目前国内有一个树莓派论坛, 在上面可以获得一些入门资料和必备的知识, 还可以找到一些高级玩家实现的方案, 而且在市面上已经有好几本树莓派的教材可供参考。

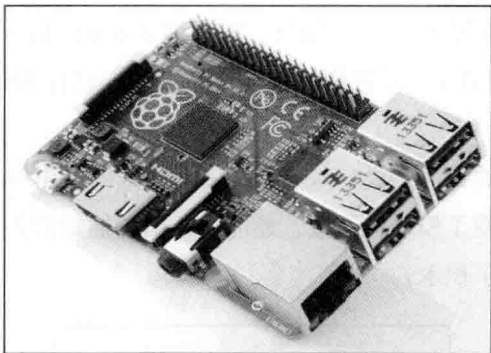


图 1-3 树莓派 B+ 开发板

在采访树莓派联合创始人 Eben Upton 时, 他说道: “8 岁是很好的年纪。你有合适的身体, 有合适的心智, 而且还处于生命中能轻松学习新知识的时候。你的大脑还具有非常大的可塑性, 可以学习语言……所以我认为越早接触计算机编程越好, 而 8 岁是奇妙的年纪。8 岁, 10 岁, 12 岁, 12 岁可能都有点晚了。”从采访中可以看出, 树莓派的一大初衷在于初级教育, 在于鼓励和教育小孩子编程。这样的做法有一定的理想主义, 但这样的尝试具有很大的意义, 这条路还需有很长一段要走。或许从小让孩子学编程, 可能其中的一部分人会将编程当作一种爱好, 而不只是一种谋生的工具, 那么“编程要从娃娃抓起”这样的话, 就变得更加有意义了。

1.4.4 pcDuino

pcDuino^[8]是一款高性能的迷你 PC 平台，可以运行 Ubuntu 和 Android ICS，它专门针对开源快速增长的需要而开发，I/O 接口兼容 Arduino。如图 1-4 所示是最新的 pcDuino 3，全志 A20Soc 芯片，内置 1GHz ARM Cortex A7 双核处理器，1G 内存，4GB 闪存，自带兼容 Arduino 的扩展接口。最新版本的技术参数可以参考官方网站所提供的资料^[8]。它可以看作是 Arduino 和树莓派集成和增强版，价格为 300 ~ 400 元。

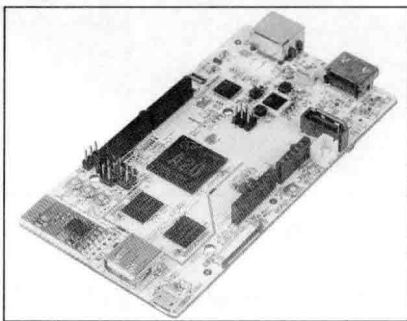


图 1-4 pcDuino 3 开发板

1.4.5 其他开源硬件平台

除了以上所介绍的开源硬件，还有 BeagleBone Black^[9]，如图 1-5 所示。它使用的是 TI 的 1GHz ARM Cortex-A8 处理器，2GB eMMC 存储，512MB 的 DDR3 内存，有 46Pin 可供使用，支持 LCD、UART、ADC、I2C、PWM、SPI 等接口。它同样是一款迷你的嵌入式系统开发平台。

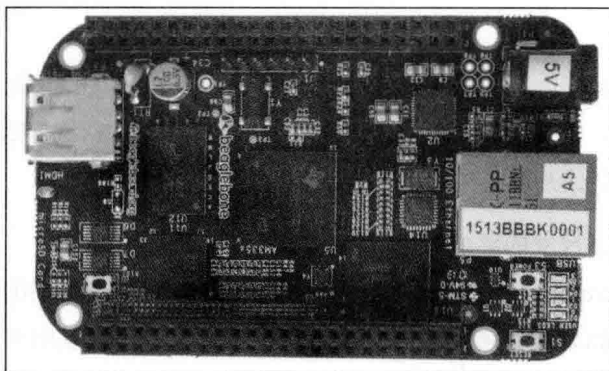


图 1-5 BeagleBone Black

中国珠海的一个团队推出了一款叫作 Cubieboard^[10] 的开源平台, 如图 1-6 所示。它使用 1GHz ARM Cortex-A8 处理器, 1GB DDR3 内存, 4GB 闪存, 有 96 个扩展口, 可以运行 Android、Ubuntu 等系统。

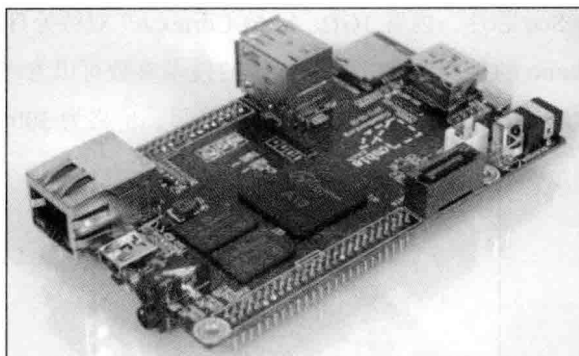


图 1-6 Cubieboard

以上介绍的开源硬件主要涉及微控制器和迷你 PC 系列的开源硬件。另外还有 NetFPGA, 它是一款用于网络设计的开放平台, 核心控制芯片采用的是 FPGA, 需要对 FPGA 内部的逻辑资源进行编程, 才能让芯片实现某种具体的功能。考虑到本书的写作目的, 这里就不再介绍了。

1.5 如何选择开源硬件

开源硬件中有很多选择的。在选择时, 可以通过以下的考虑点进行综合评估, 选择适合自己的一款开源硬件, 这也可以说是开始某项工程必须要完成的工作。

1. 易学性

Arduino 和 Microduino 不需要太多的硬件知识和编程的专业知识就能够轻松上手, 不会有太多的困难。而树莓派、pcDuino 都需要安装操作系统, 如果没有一定 Linux 等嵌入式基础知识的话, 开发起来会有很多困难。

2. 功能、性能、尺寸的要求

Arduino 和 Microduino 有良好的接口扩展性, 如果要接入外围的控制器、传感器, 可以选择这两种。如果需要实现视频、网络等方面的应用, 可以用树莓派这样的 PC 平台。在某些情况下, 若对尺寸的要求很高, 比如四旋翼飞行器, 控制板越小越好, 可以

选择 Microduino。

3. 外围设备

Arduino 是用户最多、影响最广的开源硬件，所以整个软硬件环境都比较健全，有很多兼容 Arduino 的外围设备。而 Microduino 兼容 Arduino，也有一系列的扩展模块可使用。如果要实现的某项创意，比如用蓝牙控制一个彩色 LED 灯，其控制相对简单，对通信速度要求不高，就可以使用 Arduino 或者 Microduino 这样的控制器。

4. 社区和参考资料

如果对于初学者来说，还是推荐使用 Arduino 和 Microduino 这样的基础硬件平台，它们有非常庞大的社区用户，有很多开源设计供使用，还有丰富的参考资料和书籍。而 pcDuino 受限于易用程度，用户和社区的规模还不小，pcDuino.org 上注册用户还不到 2 万，讨论的话题主要还是停留在如何使用上，还没有特别多的项目。所以，应选择有大量的用户存在的开源硬件，你遇到了问题，可以借鉴别人的经验和教训，对你来说，这也是一种很好的学习材料。

5. 成本

硬件平台会因为功能、性能、接口等方面的不同而有很大的差异，从几十元到上千元不等，这也是选择开源硬件平台的一个比较重要的因素。

所以，笔者觉得，对于初学者来说，Arduino 或 Microduino 是不错的开始。要求一般编程的可以选择树莓派，而对性能要求很高的则可以选择 pcDuino。

1.6 总结

本章主要介绍了开源相关的内容，特别介绍了现今最流行的开源硬件，并提出了选择开源硬件时要考虑的一些因素。

1.7 参考

- [1] http://www.pcworld.com/article/209891/10_reasons_open_source_is_good_for_business.html
- [2] Arduino 官方网站 www.arduino.cc