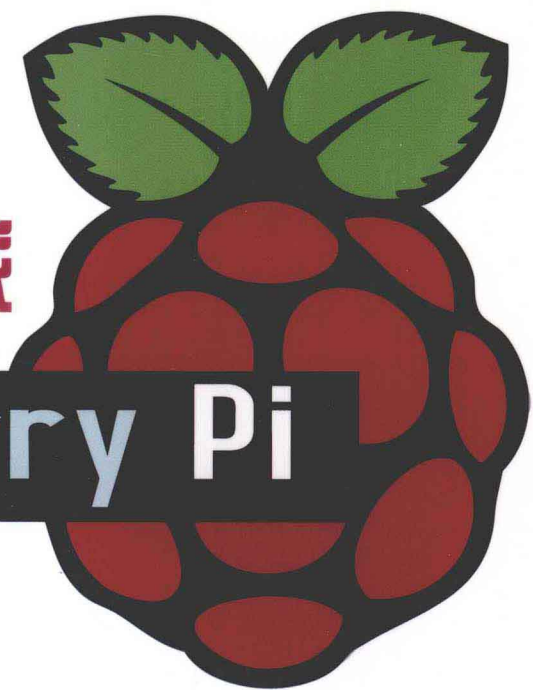




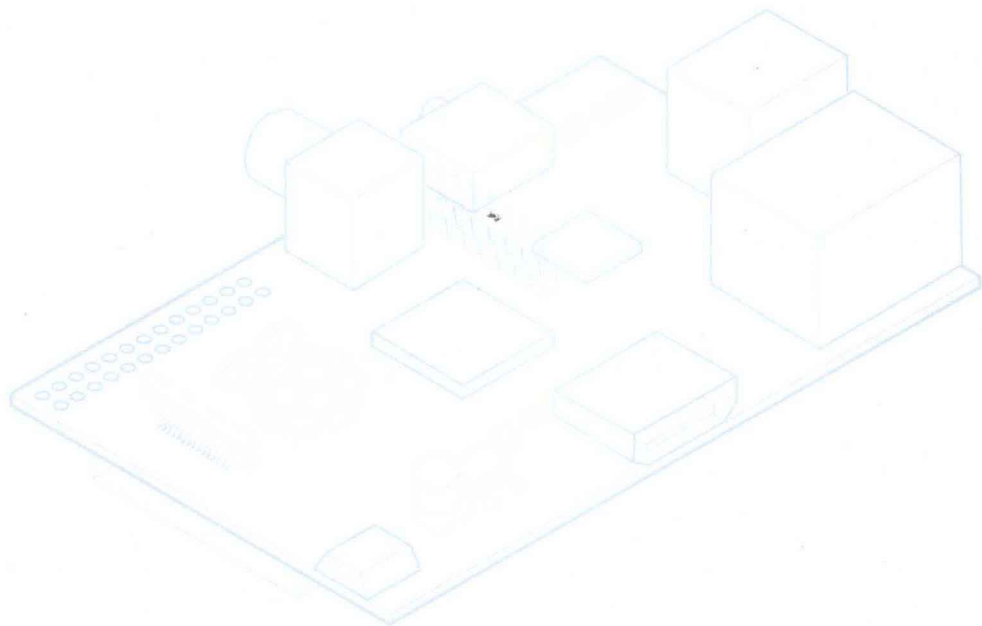
玩转

树莓派



Raspberry Pi

王江伟 刘青 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

玩转树莓派 Raspberry Pi

王江伟 刘青 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

树莓派是由树莓派基金会开发的超低价格的计算机,它为发展中国家的学生提供了一个便宜的计算机编程环境。本书以树莓派的应用为主,介绍了使用树莓派完成主流服务器软件的方法,以及通过硬件开发对树莓派进行扩展以完成更多的任务。本书的前三章介绍了如何获得树莓派、如何选择它的周边设备,以及树莓派运行 Linux 所需要的知识;第 4 章介绍了如何将树莓派作为一个媒体中心与游戏机来使用;第 5 章是全书较为重要的一章,介绍了通过树莓派所使用的 Linux 系统来完成多个迷你服务器,如:SSH、WEB、论坛、数据库等功能;第 6 章则介绍了通过树莓派的扩展接口来连接的各种硬件。

本书适用于想通过树莓派来学习 Linux 系统、编程语言以及想通过树莓派来完成各种网络服务器功能的用户,也适用于那些想通过树莓派来学习硬件扩展或是硬件开发的用户。

图书在版编目(CIP)数据

玩转树莓派 Raspberry Pi / 王江伟,刘青编著. --
北京:北京航空航天大学出版社,2013.9
ISBN 978-7-5124-1262-0

I. ①玩… II. ①王… ②刘… III. ①操作系统—程
序设计 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 221130 号

版权所有,侵权必究。

玩转树莓派 Raspberry Pi

王江伟 刘青 编著
责任编辑 张冀青

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:11.5 字数:245 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1262-0 定价:29.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

树莓派是一个非常了不起的产品，一个信用卡大小的电路板就涵盖了一台计算机所需要的全部硬件，用户可以以非常低的成本获得一个 Linux 学习环境或是一个包含硬件扩展接口的计算机系统。

但是，在中国介绍树莓派却是一件很麻烦的事情，因为在中国真正的树莓派用户都是一些单片机开发者或 Linux 专业用户。这些用户对树莓派的硬件、软件都非常了解，因此他们可以快速上手，而那些没有单片机或 Linux 使用经验的用户则很少会因为树莓派的某一功能(如硬件播放功能)来购买树莓派，因为在中国他们有更好的选择。对于那些专业或是准专业的用户来说，本书的定位实际上是一本快速手册。这本书主要介绍如何用最少的步骤来完成大部分树莓派所能实现的功能，如：BT 或 PT 下载、无线路由、个人网站建立、硬件扩展连接等。对于那些刚开始使用树莓派的用户来说，本书也可以作为一个不错的基础教程，前两章，用户可以系统地了解树莓派的历史以及学习 Linux 的基础操作，从第 3 章开始学习如何使用树莓派，并最终掌握树莓派系统的运行以及扩展设备的连接。

本书适用人群

书中大量使用了 UNIX/Linux 命令和工具，因此，阅读本书的读者需要对 UNIX/Linux 有一定的了解。如果用户没有 UNIX/Linux 的使用经验，也可以直接从本书的第 2 章开始学习 Linux 的基本操作以及如何操作编辑器等内容。

使用的平台、软件版本

书中所使用的命令如果没有特别说明，均是以 SSH 方式登录到树莓派后所输入的。

本书默认使用 root 用户登录(以“#”提示符显示)，出于安全考虑，正式使用时如非必要请使用普通用户操作。

本书使用的操作系统为树莓派官方提供的 Debian 版本。

前 言

本书使用的所有命令都在树莓派官方提供的 Debian(2012 - 12 - 16 - wheezy - raspbian)版本中测试通过。

本书使用的网络配置参数(读者可以根据自己的需要进行设置)如下:

有线网络 IP 地址:172.16.3.4	无线网络 IP 地址:192.168.1.1
子网掩码:255.255.255.128	子网掩码:255.255.255.0
网关:172.16.3.1	网关:192.168.1.1
DNS:202.103.44.150	

本书的结构

第 1 章 什么是树莓派

介绍了什么是树莓派,以及树莓派各种版本的变迁、硬件接口类型;另外由于树莓派是英国设计并生产的,因此还为国内的用户介绍了如何获得树莓派,以及如何选择它的周边设备。

第 2 章 Linux 系统基础

树莓派所使用的系统是 Linux,所以本章为那些不太了解 Linux 的用户作了简单的介绍。其中包括 Linux 基础命令、文件系统、用户权限管理、安装/删除软件等。

第 3 章 使用树莓派

在这一章读者将了解到哪一种 Linux 发行版最适合自己的,并学习如何在各种平台上为树莓派安装系统镜像到 SD 卡上,以及进入树莓派系统中后应该如何设置一些系统参数,如:网络参数、中文环境等。另外,对于 Windows 的用户,还专门介绍了树莓派中的 X 窗口系统,希望能对读者有帮助。

第 4 章 媒体中心与游戏

由于树莓派内置了 H.264 等格式的高清视频的硬件解码,因此很多用户想将它作为一个家庭媒体中心来播放各种多媒体文件,事实上这是完全可行的。通过 Raspbmc 等专为媒体播放所移植的 Linux 发行版,用户可以轻松地完成这些工作,再加上 BCM2835 还不算弱的性能,使得它可以运行一些如模拟器、《雷神之锤》等游戏程序,让您在工作之余可以放松一下。

第 5 章 迷你服务器

树莓派最迷人的地方就是它通过一个只有信用卡大小的电路就可以实现一个低功耗电脑的全部功能,加上它使用的是 Linux 操作系统,更使得树莓派可以轻松地搭建一个迷你服务器平台。在这个平台中,无论是下载、WEB、NFS,它都可以轻松地胜任。不过由于 Linux 服务器的复杂性,本章中的例子都只是给出了一个能保证服务正常运行的最小化的配置。

第6章 扩展接口及应用

树莓派虽然是为了给青少年提供一个便宜的可练习编程环境的计算机,但是它通过 GPIO 等硬件接口具备了硬件扩展的能力。在这一章中,将会由浅入深地完成三个小例子:

- ①通过 GPIO 建立一个内在指示系统。
- ②连接 LM75 温度传感器获取当前温度。
- ③使用树莓派连接 GPS。

如果读者没有硬件设计的经验,那么可以从本章开始学习设计一个基础电路。

附录 A 是树莓派的显示参数,如果用户的 HDMI 显示输出不正确,可以在这里查找相应的显示参数进行设置;附录 B 是一些常见的硬件扩展板;附录 C 则介绍了如何在树莓派上重新安装一个新的 Debian 系统,它也适合一些小容量的 SD 卡作为启动盘来启动。

致 谢

本书在编写过程中得到了很多人的帮助,在这里我要感谢我的同事曹雪飞和李霞,他们不但承担了我的一些工作,使我有更多的时间完成本书,而且她们对本书提出了很多指导性的意见;另外,还要感谢于云,是她承担了本书的校对工作,以及感谢爱板网提供的帮助,是他们让我在第一时间获得了树莓派。

最后要感谢公司给我提供了一个宽松的工作环境,让我有足够的时间来完成这本书。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,恳请广大读者批评指正。

作 者
2013 年 7 月

目 录

第 1 章 什么是树莓派	1
1.1 目前树莓派的版本	5
1.2 树莓派的硬件及接口	6
1.2.1 CPU 与内存	6
1.2.2 显示接口	6
1.2.3 USB 与 LAN 接口	7
1.2.4 其他接口	7
1.3 树莓派的硬件组装	8
1.4 如何获得树莓派	8
1.4.1 通过爱板网购买	9
1.4.2 通过淘宝购买	9
1.5 树莓派的周边设备.....	10
1.5.1 选择电源.....	10
1.5.2 无线网卡.....	10
1.5.3 USB 摄像头	11
1.5.4 SD 卡	11
1.5.5 键盘与鼠标.....	12
1.5.6 外 壳.....	12
1.5.7 HDMI 转 VGA 接口	14
1.6 获得帮助.....	14
第 2 章 Linux 系统基础	16
2.1 Linux 操作与布局	16
2.1.1 Linux 开机	16
2.1.2 Linux 关机	17
2.1.3 Linux 系统文件结构	17
2.1.4 Linux 的文件类型	19

目 录

2.1.5 常用命令	20
2.2 用户与权限管理	23
2.2.1 用户管理	23
2.2.2 权限管理	24
2.3 安装/删除软件	26
2.3.1 Debian 包管理	27
2.3.2 Arch 包管理	29
2.4 文本编辑器	29
2.4.1 nano	30
2.4.2 vi	30
2.5 使用 USB 存储设备	33
2.6 时间设置	34
2.6.1 手动设置系统时间	34
2.6.2 使用网络设置时间	34
第 3 章 使用树莓派	35
3.1 选择操作系统版本	35
3.1.1 Debian Linux	35
3.1.2 Arch Linux	36
3.1.3 Xbian	36
3.1.4 Raspbmc	37
3.1.5 其他系统	37
3.2 安装操作系统到 SD 卡上	39
3.2.1 校验镜像文件	39
3.2.2 安装操作系统	40
3.2.3 安装操作系统到 U 盘	42
3.2.4 红派所使用的系统	44
3.2.5 还原 SD 卡	45
3.2.6 更新系统	47
3.3 设置启动参数	52
3.3.1 使用 raspi-config 配置树莓派	52
3.3.2 分辨率设置	56
3.4 使用网络	56
3.4.1 设置有线网络	56
3.4.2 设置无线网络	59
3.5 中文环境	63

3.5.1	设置中文环境	63
3.5.2	安装中文字库	65
3.5.3	安装中文输入法	66
3.5.4	命令行中文支持	67
3.6	使用 X 窗口系统	68
3.6.1	使用云程序	68
3.6.2	使用 OpenOffice	71
3.6.3	使用 Gimp 编辑图片	72
第 4 章	媒体中心与游戏	74
4.1	媒体播放	74
4.1.1	XBMC 程序	74
4.1.2	Raspbmc	76
4.1.3	使用遥控器	85
4.1.4	音乐播放中心	87
4.2	游 戏	88
4.2.1	MineCraft	89
4.2.2	Quake 3	90
4.2.3	街机模拟器	91
第 5 章	迷你服务器	93
5.1	增加 SWAP 分区	93
5.1.1	建立 SWAP 分区	95
5.1.2	建立 SWAP 文件	96
5.2	WEB 服务与 WEB 脚本语言	97
5.2.1	Apache	97
5.2.2	Lighttpd	100
5.2.3	PHP	103
5.2.4	Perl	106
5.2.5	Python	108
5.3	数据库支持	110
5.3.1	MySQL	110
5.3.2	PostgreSQL	111
5.4	设论坛与 Wiki 网站	112
5.4.1	论 坛	112
5.4.2	建立 Wiki	116

目 录

5.5 共享文件	120
5.5.1 Samba	120
5.5.2 SFTP	123
5.6 无线路由器	125
5.6.1 手动配置无线路由	125
5.6.2 openwrt	127
5.7 远程管理	128
5.7.1 VNC 远程桌面	128
5.7.2 Xrdp 远程桌面	131
5.7.3 SSH	131
5.8 P2P 下载服务	134
5.8.1 Rtorrent	135
5.8.2 Transmission	136
5.8.3 Mldonkey	139
第 6 章 扩展接口及应用	143
6.1 使用 GPIO 建立内存警报指示灯	145
6.1.1 建立基本电路	146
6.1.2 通过 GPIO 控制 LED 灯	146
6.1.3 建立内存警告系统	147
6.2 通过 I ² C 接口连接温度传感器(LM75)	150
6.2.1 连接 LM75 到树莓派上	150
6.2.2 为树莓派启用 I ² C 功能	151
6.2.3 安装 i2cdetect 工具并检测温度传感器	151
6.2.4 使用 python 来访问温度传感器	152
6.3 树莓派上使用串口 GPS	156
6.3.1 为树莓派启用串口	157
6.3.2 连接 GPS 模块并启用控制台功能	158
6.3.3 连接 GPS 并获取位置信息与时间	159
6.3.4 使用 python 读取 GPS 信息	160
附录 A 树莓派显示模式表	162
附录 B 常见的树莓派扩展板	164
B.1 GPIO 串口扩展板	164
B.2 全功能扩展板	164

B.3	时钟扩展板	165
B.4	电源扩展板	165
B.5	LCD 按键扩展板	166
B.6	树莓派气象站扩展板	167
B.7	树莓派 ADC 扩展板	167
B.8	步进电机扩展板	168
附录 C	手动安装 Debian 系统	169

第 1 章

什么是树莓派

树莓派是一款只有信用卡大小的个人计算机,它是由英国的 Raspberry Pi 基金会开发的,最初的设计目的是以超低的硬件价格及开放的自由软件来为发展中国家的学生提供一个基本的计算机编程环境。但是随着树莓派计算机的推出,它已经成为众多计算机爱好者的新工具,通过树莓派这种超低成本的迷你计算机,可以完成许多以前无法完成的事,例如将树莓派和摄像头一起放在探空气球中,记录天气情况或者是用它来完成智能家电的控制等。

事实上,早在 2006 年的时候,现在的树莓派基金会受托人埃·厄普顿(Eben Upton)还在英国剑桥大学的计算机实验室时就发现,每年申请读计算机专业的学生,编程能力都有下降。他们越来越依赖于图形界面,而不是像 20 世纪 90 年代那样每个来读计算机专业的人都有一定的编程能力。因此,埃·厄普顿与他的同事打算一起开发一个价格便宜的迷你计算机。在受到 Atmel 的 ATmega644 单片机的启发后,他们设计出了最初的树莓派计算机。从 2006 年起一直到 2008 年,埃·厄普顿设计了许多版本的树莓派原型,图 1-1 所示就是 2006 年树莓派的最初版本(原型),整个成本只需要 25 美元。它使用了 Atmel 公司的 ATmega644 微控制器,而时钟频率只有可怜的 22.1 MHz,并配有一个 512K 的 SRAM。

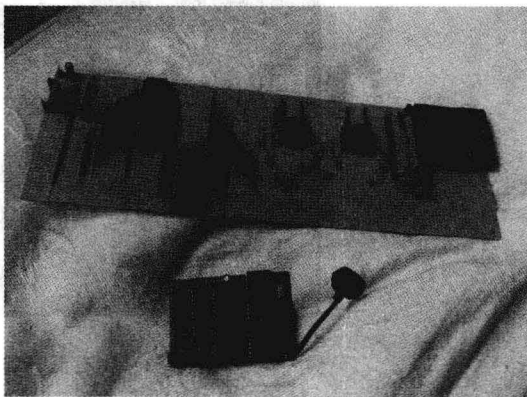


图 1-1 树莓派计算机最初的原型

到了 2008 年,由于技术的更新,专为如智能手机等移动设备而设计的处理器开始变得便宜了,同时也能提供更多的多媒体功能,于是埃·厄普顿和 Egypt、Rob、Jack 等人开始了树莓派项目并最终成立了树莓派基金会,于 2011 年设计并推出了第一个树莓派的阿尔法版。从图 1-2 可以看出,它已经和目前用户所使用的树莓派很像了。

这个原型机尺寸非常小,已经可以装在一个名片盒子中了,基本上现在用户所使用的树莓派接口(HDMI、USB、网络等接口)都有出现。

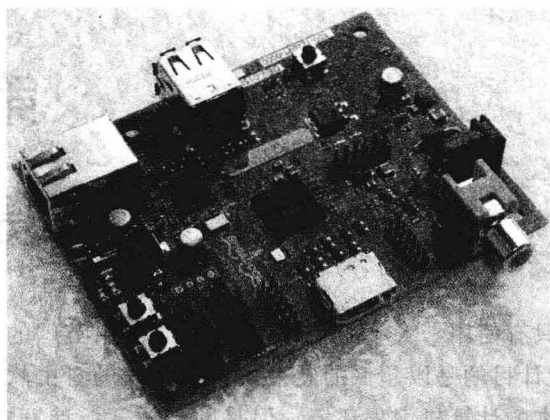


图 1-2 树莓派计算机的工程版

2012年1月正式生产的树莓派,无论是外形还是质量都比之前的阿尔法版要好很多。在正式版本中使用了700 MHz的博通生产的ARM架构的BCM2835处理器,并配有256 MB内存,使用SD卡当做储存介质,并拥有一个有线网络接口、两个USB接口,以及HDMI(支持声音输出)和AV端子输出。正式版分A、B两种型号,售价分别是A型25美元,B型35美元。图1-3就是最终版投产的树莓派。

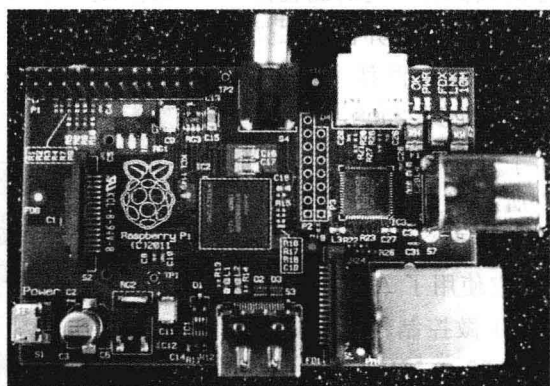


图 1-3 树莓派计算机的最终版

最终版的树莓派只有一张信用卡大小,而CPU的性能相当于300 MHz、奔腾II的水平,图形处理能力相当于Xbox 1游戏机的水平。因此,它可以轻松运行像雷神之锤III竞技场和播放1080p电影。对于操作系统则是由树莓派基金会提供了Debian和Arch Linux的ARM发行版,通过自带的Iceweasel、KOffice等软件来满足基本的网络浏览、文字处理以及编程学习的需要。

图1-4是2012年10月推出的树莓派第2版,是最近一次改进后推出的。由于生产成本的下降,原有的内存从256 MB升级到了512 MB,同时PCB主板也做了一

些修整,例如增加了定位孔、去除了 USB 供电的限流保险丝、USB HUB 芯片的电源控制功能,另外,GPIO 接口等也做了调整。

目前,国内用户所使用的树莓派大部分也是这个版本,本书也是以这个版本作为硬件平台来进行测试的。

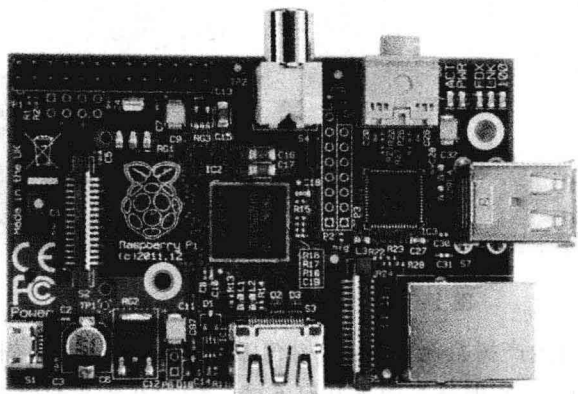


图 1-4 树莓派的第 2 版

红色中国版,2013 年 2 月 1 日由深圳市韵动电子有限公司获得授权生产,目前这个版本只在中国地区销售,为了与英国生产的树莓派区分,该版本使用红色 PCB 制造。其技术参数与目前生产的 B 型一样,都是 512 MB 的 REV2 版本。如图 1-5 所示,虽然整个 PCB 与芯片都与英国生产的一样,但目前还是有一些网友表示红色版树莓派的生产工艺没有英国生产的好。

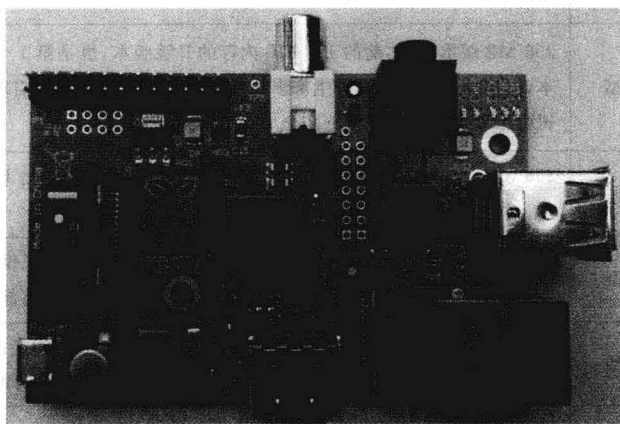


图 1-5 由中国生产的红色版树莓派

树莓派 A 型,这个版本是最近才开始生产的。从图 1-6 就可以看出没有网卡和 LAN9512 芯片,同时 PCB 板也做了与 REV2 B 型一样的调整。因为零件的减少使得售价降至 25 美元,不过目前只能在欧洲买到,其他地区的用户还得等待。

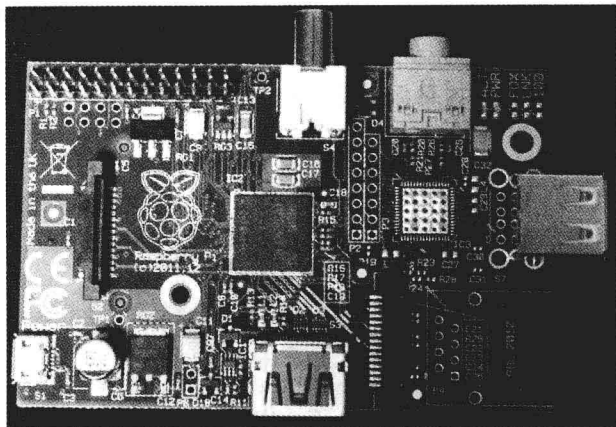


图 1-6 树莓派 A 型的第 2 个版本

从 2012 年开始生产树莓派到现在,树莓派的主板经历了复杂的演变,目前看来虽然只有 A、B 两个型号,但是其版本却有 6 个。用户在购买时需要注意它们之间的区别,总体来说,A 型比 B 型便宜,256 MB 内存的比 512 MB 内存的便宜。对于树莓派每个版本的详细说明可以参见表 1-1。

表 1-1 树莓派版本详细说明

序号	型号	说明
1	A 型	128 MB 版本,这是最初设计的版本,当时由于成本考虑只有 128 MB 内存,没有网卡接口,但是后来正式生产时由于硬件成本的下降,因此这个版本演变成了 A 型 256 MB 版本
2	A 型	256 MB 版本,是之前的 128 MB 内存的升级版本,也是第 1 个正式生产的版本,但是这个版本并没有生产多久就被广大用户对 B 型的需求所淹没。于是树莓派基金会不得不停下来全力生产 B 型 256 MB 版本
3	B 型	256 MB 版本,与 A 型相比,多了网卡接口。这个版本也是 B 型的第 1 个版本。淘宝上还有少量的商家在卖这种型号
4	B 型	512 MB 版本,原有 B 型的升级版本,增加了定位孔,修改了供电电路,改动了 GPIO 接口位置等,目前能在国内买到的英国产的 B 型树莓派也是这个版本
5	B 型	红色中国版,2013 年 2 月 1 日由深圳市韵动电子有限公司获得授权生产只在中国地区销售的树莓派,并从 2013 年 2 月 20 号开始正式销售
6	A 型	2013 年 2 月 4 日开始生产的 256 MB 无网卡版本,是之前 A 型的升级版本,在主板上有定位孔等改动,因为零件的减少使得售价降至 25 美元,不过目前只能在欧洲买到,其他地区的用户还需等待

1.1 目前树莓派的版本

目前,树莓派共有6个版本。其中,5个版本都是A、B两种型号的改进版本。除了最早的128 MB内存版本没有生产之外,以及刚取得授权的B型中国版(中国版才刚开始生产)以外,其他4个都曾大规模生产过。

目前国内市面上可以买到的树莓派主要是256 MB和512 MB的B型。不过当读者看到这本书的时候,红色版本的树莓派就已经大量上市了。树莓派的A、B型硬件参数如表1-2所列。

表 1-2 树莓派 A、B 型硬件参数表

项 目	A 型	B 型
上市价格	\$ 25	\$ 35
SOC	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU DSP 和 SDRAM, USB)	
CPU	ARM1176JZF-S 核心 (ARM11 系列) 700 MHz	
GPU	Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, 1080p 30h. 264/MPEG-4 AVC 高清解 码器	
内存	256 MB (与 GPU 共享)	512 MB (与 GPU 共享)
USB 2.0	1 (支持 USB hub 扩展)	2 (支持 USB hub 扩展)
影像输出	Composite RCA (PAL & NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI	
	14 HDMI resolutions from 640×350 to 1920×1200 plus various PAL and NTSC standards	
音源输出	3.5 mm 插孔, HDMI	
板载存储	SD/MMC/SDIO 卡插槽	
网络接口	无,但可通过 USB 扩展	10/100 M 以太网接口 (RJ45 接口)
外设	8×GPIO/UART/I ² C,带两个选择的 SPI 总线,+3.3 V,+5 V, ground(负极)	
额定功率	300 mA (1.5 W)	700 mA (3.5 W)
电源输入	5 V / 通过 MicroUSB 或 GPIO 口	
总体尺寸	85.60 mm×53.98 mm (3.370 in×2.125 in)	
质量	45 g	
操作系统	GNU/Linux (Debian, Arch Linux ARM, RISC OS, FreeBSD, Plan 9)	

1.2 树莓派的硬件及接口

1.2.1 CPU 与内存

出于成本的考虑,树莓派所使用的 CPU 是 ARM 架构的,与大多数用户平时所使用 X86 或是 AMD64 架构不同的是:ARM 是一款精简指令集(RISC)处理器;它的指令系统非常简单,只能让硬件执行最常用的且有限的指令。这使得 ARM 架构在一些专业用途的服务器中拥有很高的执行效率,例如 IBM 公司的 POWER PC 系列服务器就是使用的 RISC 架构的处理器。而它超低的功耗需求,则非常适合那些对电源消耗敏感的设备,如手机、嵌入式等系统。

在树莓派上,由于采用的是 CPU 与内存堆叠方式连接的,因此,我们只能看到堆叠在最上面的三星 DDR2 内存,而下面的 CPU 则是由 Broadcom 生产的 BCM2835 芯片。在这个芯片中,集成了现代计算机运行时所需要的大部分硬件,如中央处理器、图形处理芯片以及音频芯片等在内的大部分芯片。虽然芯片名称是 BCM2835,但它的内核其实是在 ARMv6 基础上实现的 ARM1176JZ,并且工作频率达到了 700 MHz。虽然频率不高,但是 ARM1176JZ 保证了在有限的功耗与面积内实现了超高性能。

ARM11 处理器的特点:

- ① 提供动态预测与静态预测两种预测方式,这使 ARM11 处理器能达到 85% 的预测正确性,并给每一个正确的预测减少 5 个时钟周期的等待时间。
- ② 增强的存储器访问使得数据可以更长地保存在 Cache 中。
- ③ 在 32 位的核心系统中使用了 64 位的数据通道,这样处理器每个周期可以读入两条指令或存放两个连续的数据,从而提高数据访问和处理的速度。
- ④ 用户可以在 ARM11 中加入浮点运算来达到更高的性能。

虽然以上特性看起来很美好,但不得不说的是,如果这些参数放在 2006 年以前,那一定是极好的,但是现在则有些落后了。如果只用它来运行一些简单的 Linux 系统的桌面程序或者使用命令行模式来操作,还是没有问题的,而那些想要追求较快运行速度的用户可能需要做好心理准备,因为树莓派的运行速度可能会让他们觉得时间过得太慢了。

1.2.2 显示接口

目前,树莓派提供了三种显示输出方式:HDMI(高清晰度多媒体接口)、AV 端子以及 DSI 输出。在这三种输出方式中,推荐使用 HDMI 输出,因为这是最简单的输出方式,而且显示清晰,没有信号的损失。

HDMI 接口的全称是高清晰度多媒体接口(High Definition Multimedia Inter-