بینایی کامپیوتر با رزبری پای

تألیف و ترجمه:

مهندس امیر باغی رهین

مهندس وحید باغی رهین

انتشارات اطهران

تقدیم به

روح بلند پدر فداکارمان، که از تمام وجود خویش برای موفقیت ما در راه کسب علم و دانش ایثار نمود. یادش همواره در قلب و ذهن‌مان جاویدان است.

و مادر مهربان و عزیزمان، که همواره در تمامی مراحل زندگی یار و یاورمان بوده است. همواره از خداوند متعال، سلامتی و طول عمر با عزت برایش خواستاریم.

و این برگ سبزی است تحفه درویش؛ برای جبران ذره‌ای از زحمات پدر و مادری دلسوز و فداکار، و قدردانی از این عزیزان که از جان عزیزشان برایمان مایه گذاشته‌اند.

مقدمه

رزبری پای به عنوان یک کامپیوتر تک بردی کم هزینه با قصد ترویج آموزش علوم کامپیوتر در مدارس توسعه داده شده است. همچنین با یک روش مؤثر ساده و سرگرم کننده یک بازگشت خوشایند به یادگیری برنامه نویسی و علوم کامپیوتر ارائه می‌کند. می‌توانید رزبری پای را استفاده کنید تا مفاهیم در بینایی کامپیوتر را یاد گرفته و پیاده سازی کنید. با یک کامپیوتر رزبری پای ۳۵ دلاری و یک وب کم USB، هر کسی می‌تواند در هر زمانی به یک حرفه‌ای در بینایی کامپیوتر تبدیل شده و یک برنامه کاربردی بینایی کامپیوتر در دنیای واقعی درست کند.

این کتاب برای تازه کارها و علاقمندان به رزبری پای، OpenCV و پایتون در نظر گرفته شده است که مایل هستند در حوزه بینایی کامپیوتر به تحقیق و بررسی بپردازند. خوانندگان با تجربه بسیار کم در زمینه برنامه نویسی یا کد نویسی و اسکریپت نویسی می‌توانند برنامه‌های کاربردی پردازش تصویر و بینایی کامپیوتر قدرتمندی را با تعداد نسبتاً کمی از کد در پایتون ایجاد کنند.

این کتاب در ۱۱ فصل ترجمه و گردآوری شده است و خلاصه این فصل‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- فصل ۱، **مقدمه‌ای به کامپیوترهای تک بوردی و رزبری پای**، تاریخ و فلسفه کامپیوترهای تک بوردی ارائه می‌شود. سپس اصول اولیه رزبری پای را بررسی می‌کنیم. خوانندگان راه‌اندازی رزبری پای و اتصال آن به شبکه را خواهند آموخت.
- فصل ۲، **مقدمه ای بر بینایی کامپیوتر و پایتون**، به شما مقدمه‌ای درباره بینایی کامپیوتر و پایتون در این مورد ارائه می‌کند.

- فصل ۳، **کار با تصاویر، وب کم‌ها، و رابط کاربری گرافیکی**، به شما یاد می‌دهد که چگونه با تصاویر، فیلم‌ها، و دوربین‌های مختلف کار کنید.
- فصل ٤، **مبانی پردازش تصویر**، عملیات محاسباتی و منطقی بر روی تصاویر بررسی می‌شود.
- فصل ٥ ، **فضاهای رنگی، تبدیلات، و آستانه ها**، به شما فضاهای رنگی و تبدیلات را معرفی می‌کند که سپس با یک پروژه ساده دنبال می‌شود. این فصل همچنین تبدیلات هندسی و بخش بندی را با استفاده از آستانه‌گذاری بررسی می‌کند.
- فصل ٦، **ایجاد نویز**، اصول اولیه نویز در تصاویر دیجیتال و فیلتر های پایین گذر را آموزش می‌دهد. همچنین استفاده از آنها در حذف نویز از تصاویر مورد بحث قرار می‌گیرد.
- فصل ۷، **تشخیص لبه‌ها، دایره‌ها، و خطوط**، به بررسی فیلترهای بالاگذر و کاربردهای آنها می‌پردازد. همچنین تشخیص ویژگی‌ها از قبیل لبه‌ها، دایره‌ها، و خطوط را بررسی می‌کند.
- فصل ۸، **ترمیم تصویر، کوانتیزاسیون، و نقشه عمق**، به بررسی بازسازی تصویر توسط inpaint می‌پردازد. همچنین تقسیم بندی تصویر، کوانتیزاسیون، و نقشه عمق را آموزش می‌دهد.
- فصل ۹، **هیستوگرام‌ها، کانتورها، تغییرات مورفولوژیکی، و سنجش عملکرد**، به خوانندگان نمودارهای هیستوگرام و ترسیم را معرفی می‌کند. در این فصل مفاهیم کانتور و تبدیلات ریخت‌شناسی بر یک تصویر بررسی می‌شود. این فصل با اصول اولیه اندازه گیری عملکرد و بهبود خاتمه می‌یابد.
- فصل ۱۰، **کاربردهای واقعی بینایی کامپیوتر**، انواع گوناگونی از برنامه‌های کاربردی واقعی بینایی کامپیوتر توسط رزبری پای و وب کم را ارائه می‌کند.

- فصل ۱۱، **مقدمه‌ای بر SimpleCV، نصب و راه اندازی و استفاده از SimpleCV** ، یک کتابخانه قدرتمند بینایی کامپیوتر در عین حال ساده، را آموزش می‌دهد، و با چند پروژه واقعی خاتمه می‌یابد.

آنچه شما برای این کتاب نیاز خواهید داشت

سخت افزارهای زیر برای حداکثر بهره‌گیری از این کتاب توصیه می‌شود:

- کامپیوتر رزبری پای (مدل B، +B ، PI 2 یا PI 3)
- کارت SD (حداقل ۸ گیگابایت)
- منبع تغذیه ۵ ولت و ۱ آمپر
- مانیتور HDMI یا VGA
- مبدل HDMI به VGA (اگر یک مانیتور VGA استفاده شده است)
- اتصال به اینترنت سیمی
- یک صفحه کلید و ماوس
- یک وب کم با کیفیت خوب
- یک دوربین مختص رزبری پای
- یک کامپیوتر یا لپ تاپ با یک کارت خوان تعبیه شده داخلی یا خارجی

قراردادها

در این کتاب، تعدادی از سبک‌های متن را پیدا خواهید نمود که بین انواع مختلف اطلاعات تمایز قائل می‌شود. در اینجا چند نمونه از این سبک‌ها و شیوه ها و یک توضیح از معنای آنها را ارائه می‌کنیم.

کلمات کد در متن، نام جدول‌های پایگاه داده، نام پوشه‌ها، نام فایل‌ها، پسوند فایل‌ها، نام مسیرها، آدرس‌های ساختگی و ورودی کاربر به شرح زیر نشان داده شده‌اند.

یک بلوک از کد بصورت زیر نوشته می‌شود:

```
import picamera
import time
with picamera.PiCamera() as cam:
cam.resolution=(1024,768)
cam.start_preview()
time.sleep(5)
cam.capture('/home/pi/book/output/still.jpg')
```

هر ورودی یا خروجی خط فرمان به صورت زیر نوشته می‌شود:

```
>>> a**2
array([ 1, 9, 36, 81])
```

عبارات جدید و **کلمات مهم** به صورت ضخیم نشان داده شده اند. کلماتی را که شما بر روی صفحه نمایش مشاهده می‌کنید، برای مثال، در منوها و یا جعبه های محاوره ای، در متن مانند این به نظر می‌رسند: "برو به **Enable Boot to Desktop/Scratch| Desktop**"

پشتیبانی

کدهای مربوط به این کتاب، تصاویر رنگی داخل متن کتاب و همچنین تعدادی از نرم‌افزار و برنامه‌های مرتبط برای استفاده بهینه شما در داخل سایت بیتا پروژه (www.bitaproject.ir) قرار داده شده است.

نظرات و پیشنهادات خود را از طریق آدرس ایمیل admin@bitaproject.ir و سایت www.bitaproject.ir و نیز آدرس تلگرام bitaproject@ به ما منتقل کنید. هرگونه انتقاد و پیشنهاد از سوی خوانندگان محترم مغتنم شمرده خواهد شد.

فهرست مطالب

فصل ۱. مقدمه ای به کامپیوترهای تک بوردی و رزبری پای ۱

۱-۱. کامپیوترهای تک بوردی (SBC ها) ۱

۱-۱-۱. سیستم روی تراشه (SoC) ۳

۱-۱-۲. تاریخچه SBC ها ۳

۱-۲. رزبری پای ٤

۱-۳. راه اندازی رزبری پای ۸

۱-۳-۱. سخت افزار مورد نیاز ۹

۱-۳-۲. سیستم عامل مورد نیاز ۱۲

۱-۳-۳. نرم افزارهای مورد نیاز ۱۳

۱-۳-٤. آماده سازی کارت microSD برای رزبری پای ۱٤

۱-۳-٥. نوشتن ایمیج Raspbian به کارت حافظه microSD ۱٥

۱-۳-٦. تغییر محتویات فایل config.txt برای یک مانیتور VGA ۱٦

۱-۳-۷. بوت کردن رزبری پای ۱۷

۱-۳-۸. پیکربندی رزبری پای ۲۰

۱-۳-۹. فایل config.txt ۲۳

۱-٤. اتصال رزبری پای به یک شبکه و به اینترنت ۲٥

۱-٤-۱. WiFi ۲٥

۱-٤-۲. اترنت ۲۷

۱-٤-۲-۱. آدرس IP استاتیک ۲۷

۱-٤-۲-۲. آدرس IP دینامیک ۲۷

۱-٥. به روز رسانی رزبری پای ۲۸

۱-٥-۱. به روز رسانی ثابت افزار ۲۸

۱-٥-۲. به روز رسانی و ارتقاء Raspbian ۲۹

۱-٥-۳. به روز رسانی raspi-config ۳۰

۱-٦. خاموش نمودن و راه اندازی مجدد رزبری پای ۳۰

۱-۷. جمع بندی ۳۰

فصل ۲. مقدمه ای بر بینایی کامپیوتر و پایتون ۳۱

۲-۱. بینایی کامپیوتر ۳۱
۲-۲. OpenCV ۳۲
۲-۳. آماده سازی رزبری پای برای بینایی کامپیوتر ۳٤
۲-٤. مروری بر پایتون ۳۷
۲-٤-۱. تاریخچه پایتون ۳۷
۲-٤-۲. ویژگیهای پایتون ۳۸
۲-٤-۳. تفاوت های بین پایتون ۲ و پایتون ۳ ..... ٤۳
۲-٤-٤. پایتون ۲ و پایتون ۳ بر روی Raspbian ٤٥
۲-٤-٥. اجرای یک برنامه پایتون و حالت های پایتون ٤٥
۲-٤-٥-۱. حالت تعاملی ٤٥
۲-٤-٥-۲. حالت عادی ٤٦
۲-٤-٦. IDE ها برای پایتون ٤٦
۲-٤-٦-۱. IDLE ٤۷
۲-٤-٦-۲. Geany ٤۷
۲-٥. تست نصب و راه اندازی OpenCV با پایتون ٥۰
۲-٦. نامپای ٥۱
۲-٦-۱. ایجاد آرایه ٥۱
۲-٦-۲. عملیات پایه بر روی آرایه ها ٥۲
۲-٦-۳. جبر خطی ٥۲
۲-۷. جمع بندی ٥۳

فصل ۳. کار با عکس و وب کم، و رابط کاربری گرافیکی ٥٥

۳-۱. اجرای برنامه های پایتون با رزبری پای ٥٦
۳-۲. کار با تصاویر ٥۸
۳-۲-۱. استفاده از کتابخانه مت پلات (matplotlib) ٦۱
۳-۳. رسم اشکال هندسی ٦۳

۳-٤. کار با trackbar و named Window ٦٥
۳-٥. کار کردن با یک وب کم ٦٧
۳-٥-۱. ایجاد یک توالی تایم لپس با استفاده از fswebcam ٦٩
۳-٥-۲. ضبط و پخش ویدئو وب کم ۷۲
۳-٦. کار با یک وب کم با استفاده از OpenCV ۷۲
۳-٦-۱. ذخیره یک ویدئو و پخش ویدئو با استفاده از OpenCV ۷٤
۳-۷. کار با ماژول دوربین رزبری پای ۷٥
۳-۷-۱. استفاده از raspistill و raspivid ۷٦
۳-۷-۲. استفاده از picamera در پایتون با ماژول دوربین ۷۷
۳-۷-۳. picamera و OpenCV ۷۸
۳-۸. جمع بندی ۷۸

فصل ٤. مبانی پردازش تصویر **۷۹**

٤-۱. بازیابی ویژگیهای تصویر ۸۰
٤-۲. عملیات محاسباتی بر روی تصاویر ۸۰
٤-۲-۱. اختلاط و انتقال تصاویر ۸۳
٤-۳. تقسیم بندی و ادغام کانالهای رنگی تصویر ۸٥
٤-۳-۱. ایجاد یک نگاتیو از یک تصویر ۸٦
٤-۳-۲. عملیات منطقی بر روی تصاویر ۸۷
٤-٤. تمرین ۸۹
٤-٥. جمع بندی ۸۹

فصل ٥. فضاهای رنگی، تبدیلات و آستانه ها **۹۱**

٥-۱. فضاهای رنگی و تبدیل ها ۹۱
٥-۲. ردگیری بلادرنگ مبتنی بر رنگ ۹٤
٥-۳. تبدیلات تصویر ۹٦
٥-۳-۱. تغییر مقیاس ۹٦
٥-۳-۲. حرکت انتقالی، چرخش، و تبدیل همگر (یا تبدیل آفین) ۹۷
٥-۳-۳. تبدیل پرسپکتیو ۱۰۱

٥-٤. آستانه گذاری بر روی تصویر ١٠٢
٥-٤-١. روش اوتسو ١٠٥
٥-٥. تمرین ١٠٦
٥-٦. جمع بندی ١٠٦

فصل ٦. ایجاد نویز **١٠٧**

٦-١. نویز ١٠٧
٦-١-١. اضافه کردن نویز به یک تصویر ١٠٨
٦-١-٢. هسته ها (کرنل ها) ١٠٩
٦-١-٣. فیلترینگ کانولوشن دو بعدی ١١٠
٦-١-٤. فیلترینگ پایین گذر ١١١
٦-٢. تمرین ١١٥
٦-٣. جمع بندی ١١٥

فصل ٧. تشخیص لبه ها، دایره ها و خطوط **١١٧**

٧-١. فیلترهای بالاگذر ١١٧
٧-٢. آشکارساز لبه کنی ١٢٠
٧-٣. تبدیلهای خط و دایره هاف ١٢٢
٧-٤. تمرین ١٢٥
٧-٥. جمع بندی ١٢٦

فصل ٨. ترمیم تصویر، کوانتیزاسیون و نقشه عمق **١٢٧**

٨-١. ترمیم تصاویر با استفاده از inpainting ١٢٨
٨-٢. بخش بندی تصویر ١٣٠
٨-٢-١. بخش بندی بر اساس الگوریتم جابجایی میانگین ١٣٠
٨-٣. خوشه بندی K-means و کوانتیزاسیون تصویر ١٣٢
٨-٣-١. مقایسه جابجایی میانگین و k-means ١٣٤
٨-٤. نقشه اختلاف و برآورد عمق ١٣٤
٨-٥. جمع بندی ١٣٦

فصل ۹. هیستوگرام ها، کانتورها، تغییرات مورفولوژیکی و سنجش عملکرد ۱۳۷

۹-۱. هیستوگرام های تصویر ۱۳۸
۹-۲. کانتورهای تصویر ۱٤۰
۹-۳. تبدیلات ریخت شناسی بر روی تصویر ۱٤۲
۹-٤. سنجش عملکرد و بهبود OpenCV ۱٤٤
۹-۵. جمع بندی ۱٤۵

فصل ۱۰. کاربردهای واقعی بینایی کامپیوتر ۱٤٦

۱۰-۱. تشخیص بارکد ۱٤٦
۱۰-۲. تشخیص حرکت و ردیابی ۱۵۱
۱۰-۳. تشخیص ژست دست ۱۵٤
۱۰-٤. کروماکی با پرده سبز ۱۵۹
۱۰-۵. جمع بندی ۱٦۳

فصل ۱۱. مقدمه ای بر SimpleCV ۱٦٤

۱۱-۱. SimpleCV و نصب آن بر روی رزبری پای ۱٦٤
۱۱-۲. شروع به کار با دوربین، صفحه نمایش، و تصاویر ۱٦٦
۱۱-۳. آستانه گذاری باینری و فاصله های رنگی ۱٦۸
۱۱-٤. اثر محوسازی بر روی یک وب کم ۱۷۱
۱۱-۵. محاسبه هیستوگرام ۱۷۲
۱۱-٦. تبدیل سیاه و سفید ۱۷۳
۱۱-۷. تشخیص گوشه ها و خطوط در یک تصویر ۱۷۳
۱۱-۸. تشخیص لکه در تصاویر ۱۷٤
۱۱-۹. کروماکی در SimpleCV ۱۷٦
۱۱-۱۰. جمع بندی ۱۷۸

منابع و مآخذ ۱۸۱

فصل ۱

مقدمه ای به کامپیوترهای تک بوردی و رزبری پای

سفر هیجان انگیز حوزه علمی بینایی کامپیوتر را با رزبری پای شروع خواهیم کرد. برای شروع سفر، باید با اصول اولیه کامپیوترهای تک بوردی[۱] (SBC ها) و با رزبری پای آشنا باشید. در این فصل تعاریف، تاریخچه و فلسفه کامپیوترهای تک بوردی را بحث و بررسی کرده و کامپیوترهای تک بوردی را با کامپیوترهای معمولی مقایسه خواهیم کرد. سپس به سمت محبوب ترین و بهترین کامپیوترهای تک بوردی یعنی رزبری پای حرکت خواهیم کرد. در پایان این فصل، دانش کافی برای راه اندازی رزبری پای به طور مستقل خواهید داشت. هدف این فصل آشنایی شما با مفاهیم اولیه کامپیوترهای تک بوردی و راه اندازی رزبری پای می‌باشد.

۱-۱. کامپیوترهای تک بوردی (SBC ها)

کامپیوتر تک بوردی (از هم اکنون در متن این کتاب آن را با عنوان SBC ارجاع می‌دهیم) یک سیستم محاسباتی (یا یک کامپیوتر کامل) کاملاً کاربردی ساخته شده بر روی یک بورد مدار چاپی واحد است. یک SBC دارای ریزپردازنده (ها)، حافظه RAM، ورودی و خروجی، پورت‌های شبکه برای اتصال به دستگاه‌های واسط و دیگر ویژگی‌های مورد نیاز یک کامپیوتر با حداقل عملکرد می‌باشد. بر خلاف رایانه‌های شخصی رومیزی[۲] (PC)، اکثر SBC ها اسلات‌های توسعه برای عملکردهای محیطی و یا گسترش ندارند. از آنجاییکه همه‌ی اجزا (پردازنده (ها)، حافظه RAM و پردازنده گرافیکی، و غیره) بر روی یک بورد مدار چاپی[۳] (PCB) واحد یکپارچه شده اند،

[۱] single board computers

[۲] personal computer

[۳] printed circuit board

نمی‌توانید یک SBC را ارتقا دهید. به عبارت دیگر، یک کامپیوتر تک بوردی ماژولار نیست و سخت افزار آن را نمی‌توان ارتقاء داد از آنجاییکه بر روی بورد خودش یکپارچه شده است.

SBC های معدودی ساخته می‌شوند تا به یک پنل پشتی برای گسترش سیستم متصل شوند. SBC ها در بسیاری از گونه‌ها، اندازه‌ها، شکل‌ها، و مجموعه ویژگی‌ها پدیدار شده‌اند. با توجه به پیشرفت در الکترونیک و فن آوری‌های نیمه هادی، قیمت بیشتر SBC ها بسیار کم است. یکی از مهم ترین ویژگی های SBC ها هزینه ارزان آنها می-باشد. با قیمتی در حدود ۵۰ دلار، در دست خود یک ابزار توسعه مناسب برای برنامه-های جدید، هک، اشکال زدایی، تست، توسعه سخت افزار و سیستم‌های اتوماسیون خواهید داشت. SBC ها معمولاً با ضریب شکل های زیر ساخته شده اند:

- Pico-ITX
- PXI
- Qseven
- VMEbus
- VPX
- VXI
- AdvancedTCA
- CompactPCI
- Embedded Compact Extended (ECX)
- Mini-ITX
- PC/104
- PICMG

جدول ۱-۱ لیست تفاوت بین SBC ها و کامپیوترهای معمولی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱ : لیست تفاوت بین SBC ها و کامپیوتر های معمولی

کامپیوتر معمولی	کامپیوتر تک بوردی
ماژولار است	ماژولار نیست
اجزا می‌توانند ارتقا یافته و یا جایگزین شوند	اجزا نمی‌توانند ارتقا یافته و یا جایگزین شوند
یک سیستم روی تراشه نیست	یک سیستم روی تراشه است
ضریب شکل بزرگی دارد	ضریب شکل کوچکی دارد
اکثراً غیر پرتابل یا نیمه پرتابل هستند	پرتابل است
توان بالایی مصرف می‌کند	توان پایینی مصرف می‌کند

هزینه بالاتری نسبت به یک SBC دارد	نسبت به یک کامپیوتر معمولی ارزان تر است

۱-۱-۱. سیستم روی تراشه[۱] (SoC)

همه SBC ها عمدتاً SoC هستند. یک سیستم روی تراشه (SoC) مدار مجتمعی (IC) است که تمامی اجزای یک کامپیوتر را بر روی یک تراشه دارا می‌باشد. SoC ها با دستگاه‌های الکترونیکی همراه به دلیل مصرف توان کم و تطبیق پذیری آنها بسیار مرسوم هستند. SoC ها به طور گسترده در تلفن‌های همراه، SBC ها، و سخت افزار نهفته استفاده می‌شوند. یک SOC شامل تمام سخت افزار و نرم افزار مورد نیاز برای آن عملیات است.

بزرگترین مزیت استفاده از یک SoC اندازه آن است. اگر از یک CPU استفاده کنید، ساخت یک کامپیوتر جمع و جور بسیار سخت خواهد بود، تنها به خاطر تعداد تراشه‌های مجزا و دیگر اجزائی که باید بر روی یک بورد مرتب کنید. با این حال، در هنگام استفاده از SoC ها، می‌توانید سیستم های محاسباتی کاربرد خاص کامل را در گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها قرار دهید، و هنوز هم مقدار زیادی فضا برای باتری ها، آنتن، و دیگر افزودنی‌های مورد نیاز برای تلفن راه دور و ارتباطات داده‌ها داشته باشید. با توجه به سطح بسیار بالای مجتمع سازی و اندازه جمع و جور، یک SoC توان قابل توجهی کمتر از یک CPU معمولی مصرف می‌کند. این یک مزیت قابل توجه SoC ها است موقعیکه که با سیستم‌های تلفن همراه و قابل حمل همراه می‌شوند. همچنین، کاهش تعداد تراشه‌ها با حذف IC های اضافی بر روی بورد کامپیوتری منجر به یک اندازه جمع و جور بورد می‌شود.

۱-۱-۲. تاریخچه SBC ها

Dyna-Micro اولین SBC واقعی بود. Dyna-Micro بر اساس Intel C8080A بود و اولین EPROM شرکت اینتل یعنی C1702A را بکار گرفت. Dyna-Micro دوباره برند سازی شده و توسط E&L Instruments of Derby به بازار عرضه شد. این SBC به عنوان نمونه‌ای برجسته از میکرو کامپیوترها مشهور شد. SBC ها در عصر

---

[۱] System on Chip

محاسبات خیلی محبوب شدند، بطوریکه بسیاری از کامپیوترهای خانگی در واقع SBCها بودند. با این حال، با ظهور کامپیوترهای شخصی، محبوبیت SBC ها کاهش یافت. از سال ۲۰۱۰ میلادی، تجدید حیات در محبوبیت SBC ها رخ داد به دلیل اینکه هزینه‌های تولید آنها کاهش یافت.

SBC ها به عنوان کامپیوترهای کم هزینه در محیط‌های علمی و پژوهشی استفاده می-شوند. استفاده از SBC ها در سیستم‌های نهفته بسیار رایج است و بسیاری از افراد و سازمان‌ها محصولات کاملاً کاربردی را بر اساس یک کامپیوتر تک بوردی توسعه داده و منتشر نموده‌اند. بر اساس تولید کنندگان و طراحان، SBC ها با خانواده‌ها، مدل‌ها و نسل‌ها گروه بندی شده‌اند. چند خانواده محبوبSBC عبارتند از:

- رزبری پای[۱] توسط بنیاد رزبری پای
- Banana Pi و Banana Pro
- Intel Edison و Galileo
- CubieBoard
- BeagleBone و BeagleBoard

۱-۲. رزبری پای

رزبری پای یک خانواده از SBC های کم هزینه به اندازه کارت اعتباری است که در انگلستان توسط بنیاد رزبری پای توسعه یافته است. بنیاد رزبری پای در سال ۲۰۰۹ میلادی تاسیس شده است. هدف از توسعه رزبری پای، ترویج آموزش علوم کامپیوتر پایه در مدارس و کشورهای در حال توسعه با ارائه یک پلتفرم محاسباتی کم هزینه بود. رزبری پای رد پای خود را به خوبی فراتر از هدف مورد نظر خود با نفوذ به بازار سیستم‌های نهفته[۲] و تحقیقات گسترش داده است.

نکته: می‌توانید اطلاعات بیشتری در مورد پایه و اساس رزبری پای در وب سایت بنیاد رزبری پای در آدرس https://www.raspberrypi.org پیدا کنید.

---

[۱] Raspberry Pi

[۲] embedded systems

نکته: صفحه محصول برای مدل‌های تولید فعلی رزبری پای و دیگر لوازم جانبی در آدرس https://www.raspberrypi.org/products می‌باشد.

بنیاد رزبری پای در سال ۲۰۱۲ میلادی رزبری پای را منتشر نمود. این پروژه عظیمی بود و بیش از دو میلیون واحد در دو سال فروش رفت. پس از آن، بنیاد رزبری پای نسخه تجدید نظر شده از رزبری پای را ارائه کرد. آنها همچنین لوازم جانبی دیگر برای رزبری پای را منتشر نمودند.

مدل‌های رزبری پای (A،A+ و Bو B+) براساس SoC Broadcom BCM2835 هستند، که شامل یک سی پی یو ARM با فرکانس ۷۰۰ مگا هرتز هستند (که می‌توانند اورکلاک شوند). نسل دوم رزبری پای (RPi 2) از یک ARM Cortex-A7 چهار هسته ای استفاده می‌کند که اولین رزبری پای چند هسته‌ای می‌باشد. رزبری پای Aو B از کارت‌های SD برای بوت و ذخیره سازی مداوم استفاده می‌کند، در حالیکه رزبری پای مدل A+،B+و Pi 2 برای همین امر از کارت‌های microSD استفاده می‌کنند. مدل‌های Aو A+ دارای ۲۵٦ مگا بایت RAM و مدل‌های Bو B+ دارای ۵۱۲ مگا بایت RAM و مدل Pi 2 و Pi 3 دارای ۱ گیگا بایت RAM هستند.

هم اکنون، شش مدل اصلی رزبری پای وجود دارد، که به شرح زیر هستند:

- مدل A
- مدل A+ (در حال حاضر تولید می‌شوند و برای خرید در دسترس هستند)
- مدل B (برای خرید در دسترس هستند اما تولید نمی‌شوند)
- مدل B+ (در حال حاضر تولید می‌شوند و برای خرید در دسترس هستند)
- رزبری پای ۲ (در حال حاضر تولید می‌شوند و برای خرید در دسترس هستند)
- رزبری پای ۳ (در حال حاضر تولید می‌شوند و برای خرید در دسترس هستند)

بنیاد رزبری پای انواع توزیع های Debian وArch و ARM Linux را برای دانلود فراهم می‌کند. پایتون پلتفرم اصلی برنامه نویسی می‌باشد و زبان هایی از قبیل C،C++، جاوا، Perl و Ruby می‌توانند برای برنامه نویسی رزبری پای استفاده شوند.

تمام نمونه‌های کد در این کتاب بر روی رزبری پای‌های مدل +B، 2B و 3B نوشته شده، و اجرا و تست شده اند. ما رزبری پای +B را برای یادگیری بینایی کامپیوتر استفاده خواهیم کرد. با این حال، این مثال‌ها همچنین می‌توانند بر روی دیگر مدل‌های رزبری پای اجرا شوند. مشخصات رزبری پای +B به شرح جدول ۱-۲ است.

در شکل ۱-۱ دید از جلو و دید از پشت رزبری پای +B نشان داده شده است. اجزای مربوط با این کتاب در این تصاویر برچسب گذاری شده اند.

جدول ۱-۲ : مشخصات رزبری پای +B

Component	**Specification**
CPU	700 MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARM v6 instruction set)
GPU	Broadcom VideoCore IV @250 MHz
Memory	512 MB SDRAM (shared with GPU—the limit of memory used by GPU can be set using raspi-configutility)
USB 2.0 ports	4
Video output	HDMI, composite video (PAL and NTSC) via 3.5 mm TRRS jack shared with audioout (you need to use converters for VGA type displays)
Audio output	Analog via 3.5 mm phone jack; digital via HDMI port
Onboard storage	microSD
Networking	10/100 Mbit/s Fast Ethernet, no onboard Wi-Fi or Bluetooth
Power	600 mA (3 W), 5 V via http://en.wikipedia.org/wiki/MicroUSB or GPIO header (usingMicroUSB for power is recommended)

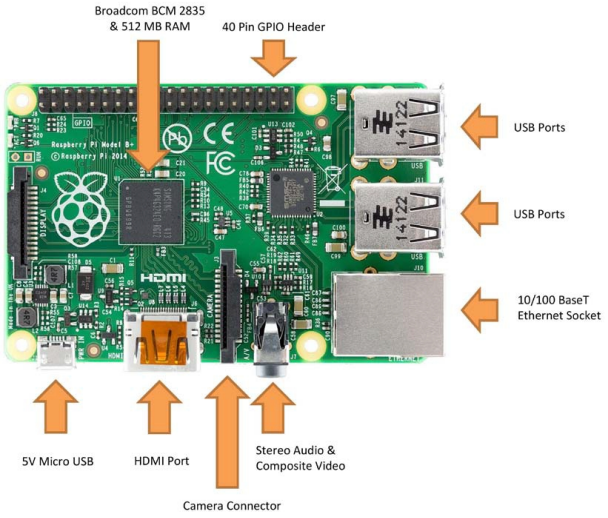
رزبری پای مدل B ورژن ۳ (همچنین با عنوان 3B شناخته شده است) جدیدترین مدل رزبری پای است. در جدول ۱-۳ مشخصات رزبری پای ۳ مدل B لیست شده است.

شکل ۱-۲ دید از بالا و دید از پایین رزبری پای ۳ مدل B را نشان می‌دهد. اجزای مربوط با این کتاب در این تصویر برچسب گذاری شده اند.

نکته: اطلاعات بیشتر درباره رزبری پای ۳ مدل B را می‌توانید با بازدید از صفحه محصولات در آدرس زیر کسب کنید:
https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b

جدول ۱-۳ : مشخصات رزبری پای ۳ مدل B

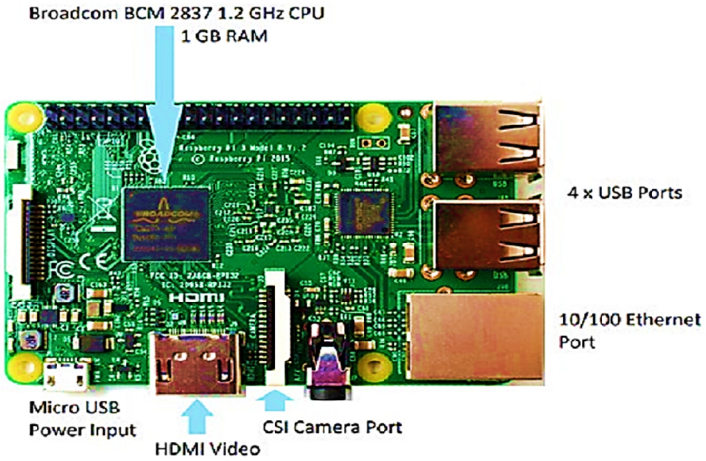
Release Date	February 2016
Architecture	ARMv8
SoC broadcom	BCM2837
CPU	1.2GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53
GPU	Broadcom VideoCore IV (3D part of GPU @ 300MHz, video part of GPU @ 400MHz)
Memory	1 GB (shared with GPU)
USB	2.0 ports 4
Video output	HDMI rev 1.3 and Composite Video RCA jack
On-board storage	Micro SDHC slot
On-board network	10/100 Mbps Ethernet, Bluetooth, and WiFi
Power source	5V via MicroUSB
Power ratings	800 mA (4W)



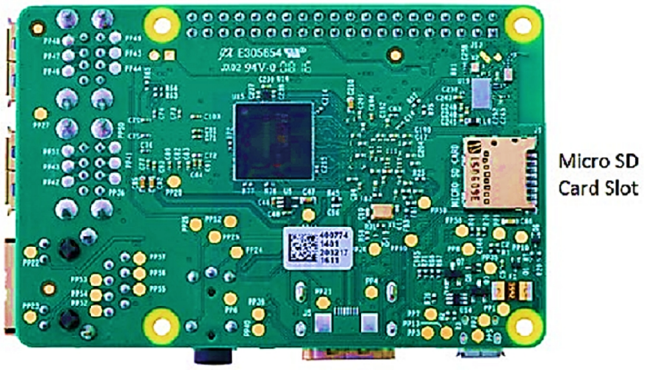
(الف)

(ب)

شکل ۱-۱: (الف) دید از جلو، (ب) دید از پشت رزبری پای +B



(الف)



(ب)

شکل ۱-۲: (الف) دید از جلو، (ب) دید از پشت رزبری پای ۳ مدل B

۱-۳. راه اندازی رزبری پای

قبل از اینکه از رزبری پای برای اکتشاف و ماجراجویی استفاده کنید باید رزبری پای را راه اندازی کنید. در این بخش توضیحی برای راه اندازی آن ارائه می‌شود. مراحل نصب دقیقاً برای رزبری پای ۳ مدل B، رزبری پای ۲ مدل B و رزبری پای ۱ مدل +B مشابه می‌باشد. در اینجا لیستی از سخت افزار های مورد نیاز برای راه اندازی تهیه شده است.

۱-۳-۱. سخت افزار مورد نیاز

سخت افزار زیر برای راه اندازی رزبری پای مورد نیاز است:

- **رزبری پای**

شما نیاز به استفاده از رزبری پای ۳ مدل B یا رزبری پای ۲ مدل B یا رزبری پای ۱ مدل B+ برای راه اندازی خواهید داشت.

- **کامپیوتر**

یک کامپیوتر ویندوز و یا لپ تاپ با اتصال به اینترنت مورد نیاز است. شما نیاز به استفاده از یک کامپیوتر برای آماده سازی یک کارت حافظه microSD با یک ایمیج سیستم عامل Raspbian برای رزبری پای خواهید داشت.

- **ادوات ورودی و خروجی**

صفحه کلید USB استاندارد و یک ماوس USB مورد نیاز است.

- **کارت حافظه microSD**

یک کارت microSD (شکل ۱-۳) با حداقل حافظه ۸ گیگا بایت برای رزبری پای ۳ مورد نیاز است. شما این کارت را برای ذخیره سازی ثانویه برای رزبری پای استفاده خواهید نمود. یک کارت از کلاس ۱۰ به عنوان انتقال داده‌ها توصیه می‌شود از آنجاییکه سرعت انتقال دیتا با کلاس ۱۰ بیشتر است. ما استفاده از یک کارت حداقل ۸ گیگا بایتی را توصیه می‌کنیم. انتخاب یک کارت حافظه ۱٦ گیگا بایتی برای بسیاری از موارد استفاده کافی خواهد بود. برای رزبری پای B+ شما استفاده از یک کارت حداقل ٤ گیگابایتی را توصیه می‌کنیم. انتخاب یک کارت ۸ گیگا بایتی برای بسیاری از برنامه‌های کاربردی در رزبری پای B+ کافی خواهد بود.

شکل ۱-۳: کارت حافظه microSD کلاس ۱۰

نکته: قبل از خرید یک کارت، از آدرس زیر برای بررسی سازگاری کارت با رزبری پای بازدید کنید:

http://elinux.org/RPi_SD_cards

➢ منبع تغذیه

برای تمام مدل‌های رزبری پای، یک واحد منبع تغذیه ۵ ولت Micro USB مورد نیاز است. ظرفیت جریان توصیه شده برای این واحد منبع تغذیه برای رزبری پای ۳ مدل B برابر ۲/۵ آمپر است. برای سایر مدل‌ها واحد منبع تغذیه ۲ آمپر کافی می‌باشد. در شکل ۱-٤ منبع تغذیه استاندارد رزبری پای نشان داده شده است.

شکل ۱-۴: منبع تغذیه رسمی رزبری پای

نکته: منبع تغذیه رسمی رزبری پای را در آدرس زیر می‌توانید پیدا کنید:
https://thepihut.com/products/official-raspberry-pi-universal-power-supply

➢ کارت خوان

همچنین نیاز به یک کارت خوان دارید. بسیاری از لپ تاپ‌ها یک کارت خوان SD داخلی دارا می‌باشند. اگر این لپ تاپ یا کارت خوان تنها با یک کارت SD کار می‌کند، نیاز به یک تطبیق دهنده کارت microSD به SD اضافی دارید. شکل ۱-۵ یک کارت خوان و یک تطبیق دهنده را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۵: کارت خوان و تطبیق دهنده کارت microSD به SD

➢ مانیتور

نیاز به یک مانیتور HDMI یا VGA دارید. برای یک مانیتور HDMI، نیاز به یک کابل HDMI (شکل ۱–٦ را مشاهده کنید) خواهید داشت. این کابل معمولاً با مانیتور HDMI بسته بندی شده است.

شکل ۱–۶: کابل HDMI

برای مانیتور VGA، نیاز به یک کابل VGA دارید (شکل ۱–۷ را مشاهده کنید). این کابل نیز معمولاً در بسته بندی مانیتور VGA موجود است.

شکل ۱–۷: کابل VGA (این کابل با عنوان D-SUB نیز معروف است)

اگر از یک مانیتور VGA استفاده می‌کنید نیاز به یک مبدل HDMI به VGA خواهید داشت (شکل ۱–۸ را مشاهده کنید)، زیرا رزبری پای تنها دارای یک پورت HDMI برای خروجی ویدئو است.

شکل ۱-۸: مبدل HDMI به VGA

۱-۳-۲. سیستم عامل مورد نیاز

سیستم عامل مجموعه‌ای از برنامه‌ها و ابزارهای اساسی است که کار یک کامپیوتر را درست می‌کند. رزبری پای در درجه اول از سیستم‌های عامل شبه یونیکس، مبتنی بر هسته لینوکس، مانند انواع دبیان[۱] و فدورا[۲] استفاده می‌کند. رزبری پای مدل‌های A، +A، B و +B براساس خانواده ARM11 هستند که مجموعه دستورالعمل های ورژن ٦ ARM را اجرا می‌کنند. مجموعه دستورالعمل‌های ورژن ٦ ARM سیستم عامل‌های اوبونتو[۳] و ویندوز[٤] را پشتیبانی نمی‌کنند. با این حال، به تازگی رزبری پای ۲ بر روی ARM Cortex A7 راه اندازی شده است، که قادر به اجرای ویندوز ۱۰ و اوبونتو (Snappy Core) است. سیستم عامل‌های زیر به طور رسمی توسط تمام مدل‌های رزبری پای پشتیبانی شده و برای دانلود موجود هستند:

- OpenELEC
- Pidora (Fedora Remix)
- RASPBMC
- RISC OS
- Raspbian (ما این سیستم عامل را با رزبری پای مدل +B در سراسر این کتاب استفاده خواهیم نمود).

---

۱ Debian

۲ Fedora

۳ Ubuntu

٤ Windows

Raspbian یک نوع غیر رسمی از Debian Wheezy armhf[۱] است که برای کد شناور سخت کامپایل شده و بر روی کامپیوترهای رزبری پای اجرا خواهد شد. Raspbian

نکته: از آدرس صفحه اصلی Raspbian در آدرس https://www.raspbian.org و مستندات Raspbian در آدرس زیر برای اطلاعات بیشتر بازدید کنید:
https://www.raspbian.org/RaspbianDocumentation

یک رابط بین کاربر و کامپیوتر می‌باشد. این یک سیستم عامل رایگان مبتنی بر Debian است که برای سخت افزار رزبری پای بهینه سازی شده است. Raspbian حتی به سایر SBC های مشابه مانند Banana Pro نیز منتقل شده است. Raspbian بیش از یک سیستم عامل محض است. Raspbian با بیش از ۳۵۰۰۰ بسته‌های همراه و نرم افزار از قبل کامپایل شده برای رزبری پای ارائه می‌شود. اولین ساخت Raspbian در ماه ژوئن سال ۲۰۱۲ میلادی تکمیل شد. Raspbian هنوز هم در حال توسعه فعال قرار دارد و غالباً خیلی بسیار به روز شده است.

شما از سیستم عامل Raspbian برای رزبری پای استفاده خواهید کرد (ما Raspbian را با جزئیات در بخش بعدی این فصل بحث خواهیم کرد). در حال حاضر، آخرین ایمیج ZIP شده سیستم عامل Raspbian را از آدرس زیر دانلود کنید:
https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian
فایل ZIP ایمیج را با استفاده از نرم افزارهای WinZip یا WinRAR استخراج کنید (از حالت فشرده خارج کنید).

۱-۳-۳. نرم افزارهای مورد نیاز

برای نصب و راه اندازی رزبری پای به تعدادی نرم افزار نیاز خواهیم داشت. بیایید نرم افزارهای مورد نیاز، مشخص شده در ذیل، را دانلود کنیم.

- **نرم افزار مدیریت دانلود Download Accelerator Plus**

فایل نصب نرم افزار Download Accelerator Plus را از آدرس زیر دانلود کنید:
http://www.speedbit.com/dap/download/downloading.asp

[۱] ARM hard float