

نصب و راه اندازی دوربین رزبری پای|جامع و کاربردی



حس بینایی چه تاثیری در تصمیمات و اندازه‌گیری‌های ما دارد؟ شاید اغراق نباشد اگر بگوییم دوربین برای وسایل الکترونیکی مانند چشم برای انسان‌ها عمل می‌کند. در واقع با استفاده از تصاویر می‌توانید درک عمیق و بالاتری از محیط اطراف خود داشته باشید. این ویژگی در پروژه‌های رباتیکی، به‌خصوص هوش مصنوعی کاربرد فراوانی دارد. پس توانایی کار کردن با تصاویر می‌تواند یک قابلیت بسیار مهم و کاربردی تلقی شود. اما صرف نظر از پروژه‌های سطح بالا، کار کردن با دوربین همیشه جذاب است. عکس برداری، فیلم‌برداری، Time-Lapse و ساخت یک دوربین مدار بسته آنلاین که از هرجایی توسط اینترنت بتوانید تصاویر آن را مشاهده کنید، به خودی خود بسیار جالب است. (شاید بگی دوربین و Webcam توی بازار زیاده! ولی این که خودت بسازی به چیز دیگه!) اگر بدانید انجام این کارها با رزبری پای مثل آب خوردن است و فقط لازم دارید چند دقیقه روی آن وقت بگذارید، جالب‌تر هم می‌شود. پس با من همراه باشید تا در عرض چند دقیقه تمام موارد زیر را با هم انجام بدیم:

- آموزش کار با دوربین رزبری پای با استفاده از لینوکس (فیلم‌برداری و عکس‌برداری)
- آموزش کار با دوربین رزبری پای با استفاده از پایتون (فیلم‌برداری و عکس‌برداری)
- آموزش ساخت ویدئوی Time-Lapse با استفاده از رزبری پای
- مشاهده‌ی زنده‌ی تصویر دوربین با لپ‌تاپ و موبایل از طریق شبکه‌ی محلی (Local)
- مشاهده‌ی زنده‌ی تصویر دوربین با لپ‌تاپ و موبایل از طریق اینترنت در هر نقطه از جهان! (بدون نیاز به Port Forwarding)
- آموزش ساخت دوربین حساس به حرکت با استفاده از کتابخانه‌ی Motion

قطعات مورد نیاز:

برد رزبری پای

ماژول دوربین رزبری پای

مقدمه: مشخصات دوربین



دوربین‌های رزبری پای به صورت رسمی در دو نسخه‌ی ۵ (در سال ۲۰۱۳) و ۸ مگاپیکسلی (در سال ۲۰۱۶) توسط شرکت رزبری پای به بازار معرفی شدند. این دوربین‌ها کاملاً با بردهای رزبری پای سازگار بوده و به سادگی با دسترسی می‌شوند. از ویژگی‌های این ماژول می‌توان به ابعاد کوچک (۲۵*۲۴*۹ میلی‌متر) و وزن سبک آن (تقریباً ۳ گرم !!!) اشاره کرد که این دوربین را برای انجام انواع پروژه‌ها، به خصوص رباتیک بسیار ایده‌آل می‌کند. اما جالب است بدانید طبق اطلاعات ارائه شده توسط رزبری پای، از این محصولات بیشتر برای ساخت سیستم‌های امنیتی خانه‌ها (البته بیشتر به صورت DIY) و همچنین تصویربرداری در محیط زیست استفاده شده است. خب این یعنی کاربرد دوربین‌ها فقط به پروژه‌های رباتیکی و دانشگاهی محدود نمی‌شود و هرکسی به سادگی می‌تواند از آن برای عملی کردن ایده‌های خلاقانه‌ی خود استفاده کند. قبل از این که سراغ آموزش ببریم، اجازه بدید در جدول زیر مشخصات این دوربین‌ها را بررسی کنیم:

مدل	Camera Module V1	Camera Module V2
اندازه	20mm * 25 mm * 9 mm	20mm * 25 mm * 9 mm
وزن	3g	3g
کیفیت	Megapixels 5	Megapixels 8
رزولوشن	Pixels 1944 * 2592	Pixels 2464 * 3280
فیلم‌برداری	1080p @ 30fps, 720p @ 60fps and 640x480p 60/90fps	1080p @ 30fps, 720p @ 60fps and 640x480p 60/90fps

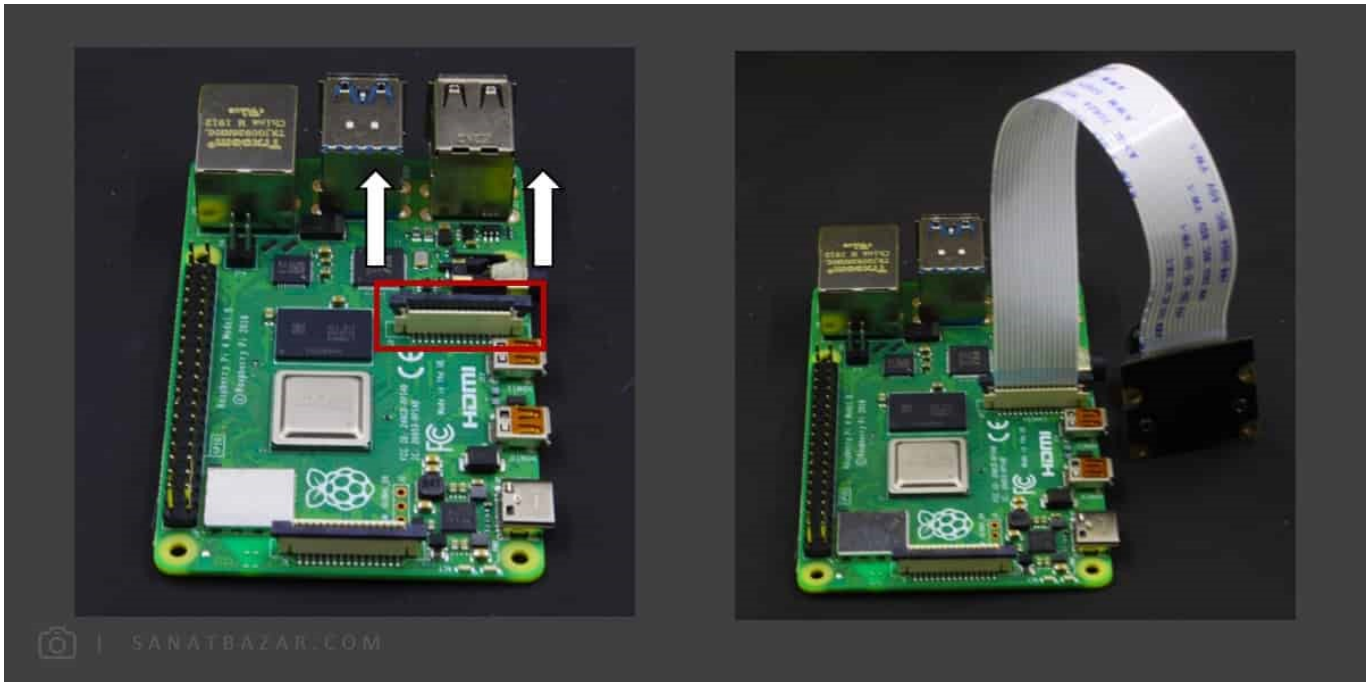
علاوه بر مدل‌های بالا، نسخه‌ی Pi NoIR Camera هم وجود دارد که برای تصویربرداری در محیط‌های کم نور مناسب است. این دوربین بین طرفداران جانوران و محیط زیست بسیار محبوب بوده و از آن برای مانیتور کردن فعالیت حیوانات و گیاهان در محیط زیست و حتی منازل، استفاده می‌شود. خب کم‌کم بریم سراغ نصب و راه‌اندازی!

چطور دوربین را به برد وصل کنیم؟

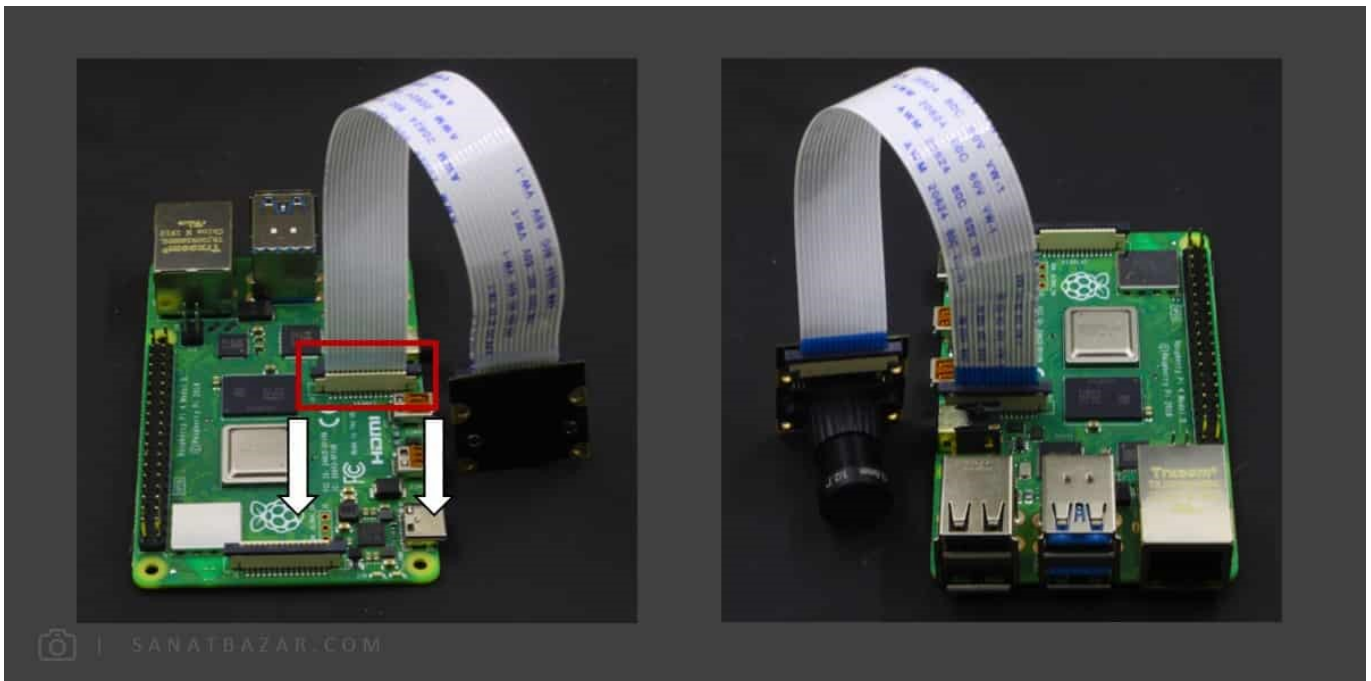
یکی از ویژگی‌های برد و دوربین رزبری پای، راه‌اندازی و نصب بسیار ساده‌ی آن‌ها است. برای این کار کافیست:

- ابتدا لبه‌های پلاستیکی پورت CSI را طبق شکل زیر بالا بکشید.
- سپس روبان اتصال دوربین را داخل پورت قرار دهید.

- لبه را به پایین فشار دهید تا روبان در پورت محکم شود.

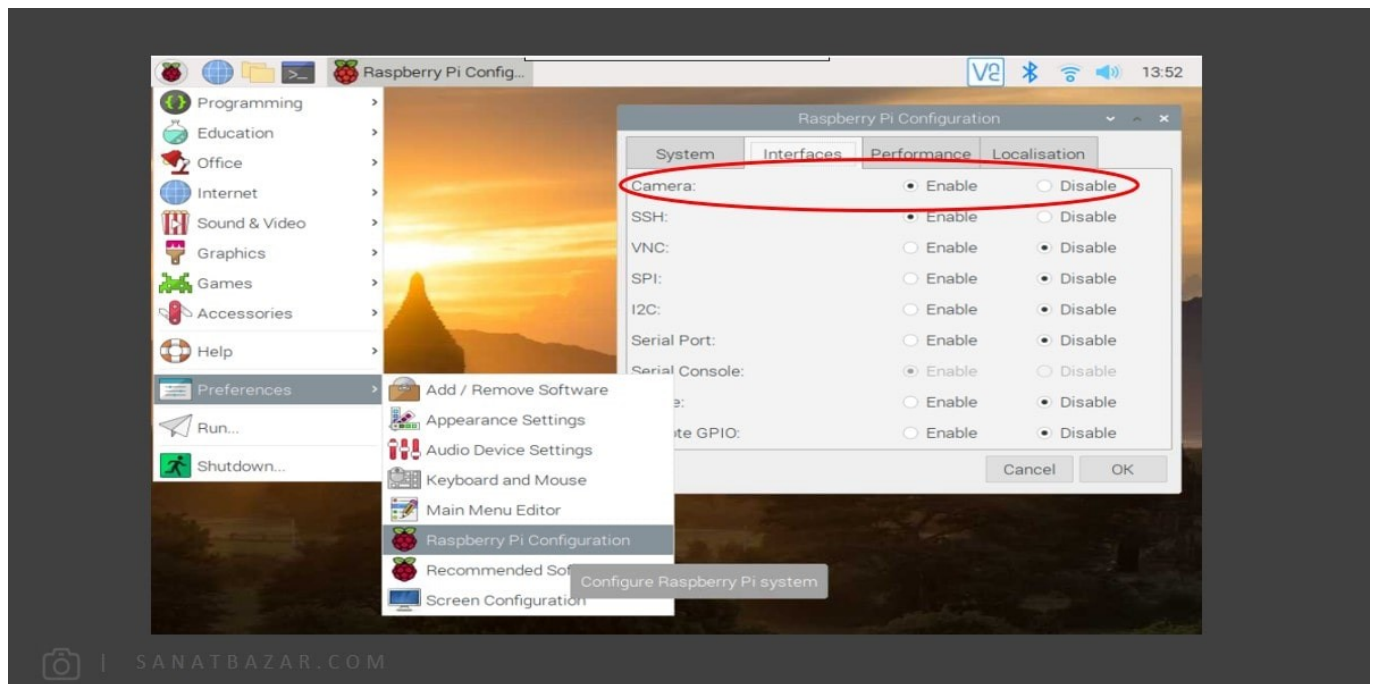


توجه کنید که روبان را مطابق شکل، از سمت صحیح وارد پورت کنید (نوار آبی به سمت پورت USB و Ethernet قرار بگیرد). با توجه به این که پورت DSI و CSI به هم مشابه‌اند، دقت کنید که روبان را به DSI وصل نکنید.



با توجه به این که برد رزبری پای به صورت خام و بدون قاب تولید می‌شود، به منظور جلوگیری از آسیب‌های ناشی از تخلیه‌ی الکتریکی (ESD)، برای نصب اتصالات، برد را خاموش کرده و فقط از لبه‌های آن در دست خود بگیرید.

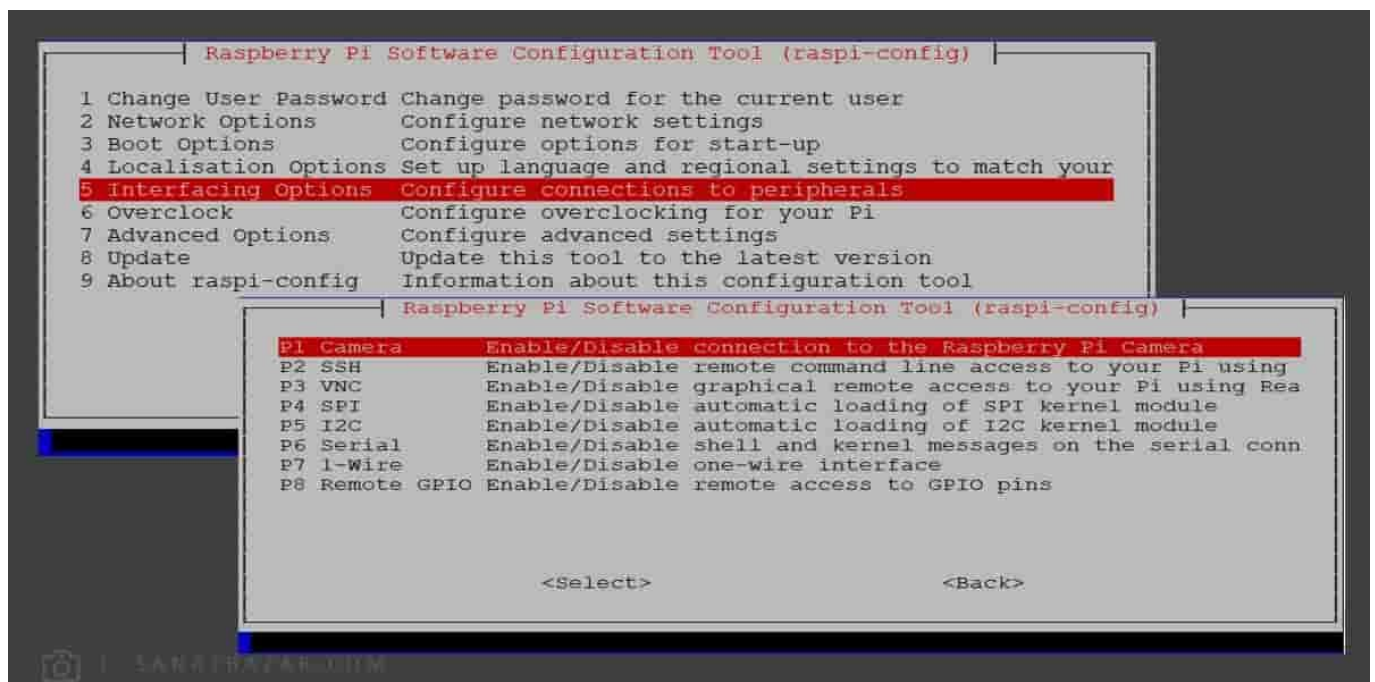
پس از نصب سخت‌افزار، نوبت به تنظیمات نرم‌افزاری می‌رسد. برای این کار می‌توانید از بخش Raspberry Pi Configuration در منوی start و در Interfaces، رابط دوربین را فعال کنید.



در این آموزش فرض شده که رزبری پای شما از قبل دارای سیستمعامل است. در غیر این صورت برای نصب سیستمعامل می‌توانید به آموزش راه‌اندازی رزبری پای ۴ با نصب سیستمعامل رزبین مراجعه کنید.

همچنین می‌توانید از طریق ترمینال لینوکس، برای ورود به تنظیمات و Configuration برد، دستور زیر را وارد کنید:

```
$ sudo raspi-config
```



پس از انجام تنظیمات بالا، دوربین شما فعال است. حالا ببینیم با چه دستوراتی می‌توانیم از آن استفاده کنیم.

قبل از این که از دوربین استفاده کنید، با استفاده از raspi-config وارد منوی Advanced Options شده و با انتخاب Expand Filesystem، حافظه‌ی کافی برای ذخیره‌ی فیلم و عکس‌ها آزاد کنید.

آموزش استفاده از دوربین رزبری پای با استفاده از Command-Line لینوکس

عکس از رزبری پای و دوربین و لینوکس

برای عکسبرداری و فیلمبرداری با ماژول دوربین، دو راه داریم: از دستورات لینوکس استفاده کنیم، یا کد پایتون بنویسیم. در اینجا ابتدا کار را با دستورات خط فرمان لینوکس شروع می‌کنیم. این دستورات نسبت به پایتون ساده‌تر بوده و به راحتی توسط یک خط می‌توانید از سوژه‌ی مورد نظر خود، عکس یا فیلم بگیرید. برای این کار دو دستور معروف raspivid و raspistill را به شما معرفی می‌کنم.

اگر با لینوکس آشنا نیستید، نگران نباشید! کافیت بخش آموزش لینوکس برای کار با رزبری پای را مطالعه کنید.

raspistill: برای عکسبرداری با دوربین رزبری پای از دستور پرکاربرد و معروف raspistill استفاده می‌شود. این دستور دارای سوییچ‌های مختلفی است که در ادامه تعدادی از آن‌ها را بررسی می‌کنیم. برای اطلاعات بیشتر و مشاهده‌ی راهنمای کامل این دستور می‌توانید raspistill را به تنهایی اجرا کنید:

```
$ raspistill
```

ذخیره‌ی عکس : با توجه به راهنمای raspistill، برای گرفتن یک عکس ساده و ذخیره‌ی آن می‌توانید از دستور زیر استفاده کنید:

```
$ raspistill -o مسیر ذخیره‌ی فایل عکس
```

برای مثال توجه شما را به عکس پرسنلی جغد دانای صنعت بازار که با پرینتر سه بعدی ساختیم، جلب می‌کنم:

```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg
```

Command بالا به صورت خودکار پس از ۵ ثانیه عکسبرداری می‌کند.



برای باز کردن فایل تصویر در Command-Line می‌توانید دستور نام و آدرس فایل تصویری \$ xdg-open را اجرا کنید. البته برای مشاهده‌ی فایل‌های گرافیکی باید با VNC یا LCD به دسکتاپ سیستم‌عامل دسترسی داشته باشید.

ایجاد تاخیر : در صورت نیاز می‌توانید زمان تاخیر را با سوییچ -t تغییر دهید:

```
$ raspistill -t 10000 -o ~/Pictures/owl.jpg
```

این زمان بر حسب میلی ثانیه محاسبه می‌شود. بنابراین در مثال بالا، پس از ۱۰ ثانیه تاخیر، عکس‌برداری انجام می‌شود.

چرخش تصویر: برای Rotate کردن تصویر می‌توانید از سوییچ -rot با فرمت زیر استفاده کنید. با استفاده از این دستور، تصویر مورد نظرتان را می‌توانید ۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ درجه بچرخانید.

```
$ raspistill -rot ۰ -o ~/Pictures/owl.jpg
```

تغییر سایر تصویر: از دو سوییچ -w و -h برای تغییر سایز و اندازه‌ی تصاویر گرفته شده استفاده می‌شود (-w برای width و -h برای height). برای مثال می‌خواهیم تصویری با ابعاد 640 * 480 ایجاد کنیم:

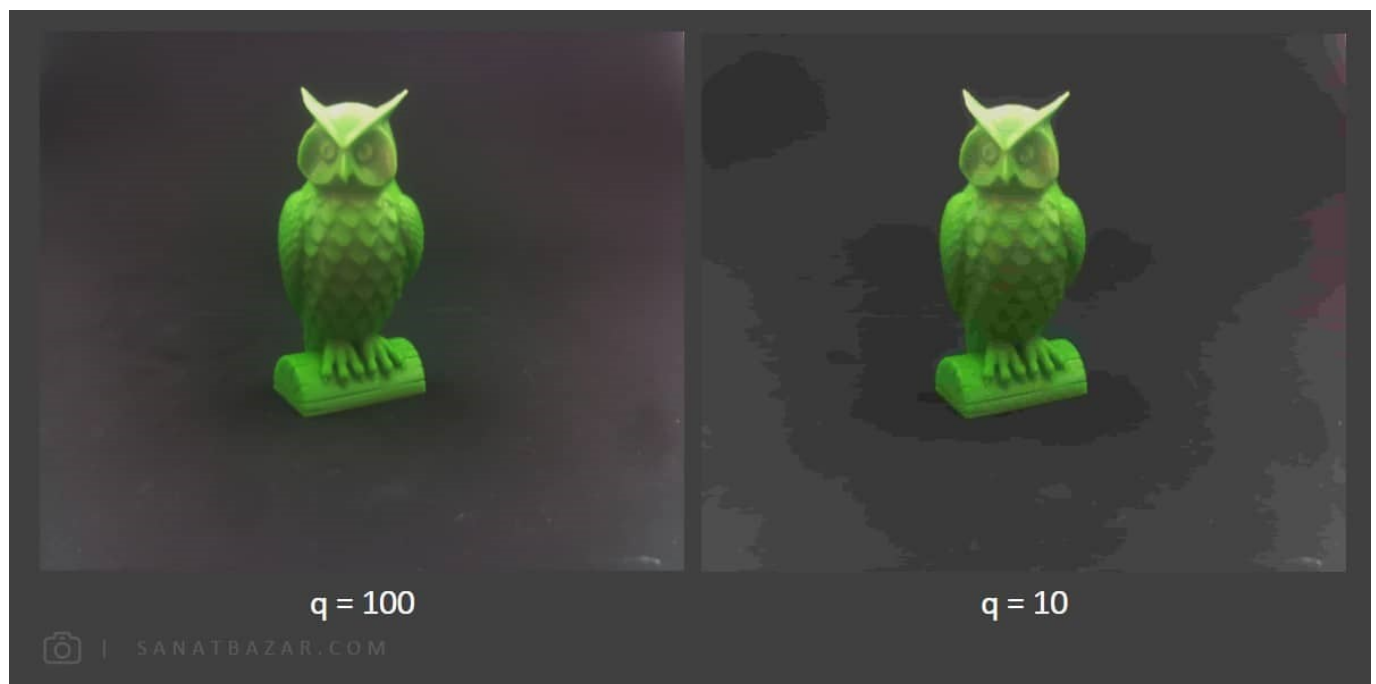
```
$ raspistill -w 640 -h 480 -o ~/Pictures/owl.jpg
```

تغییر فرمت ذخیره‌سازی: با استفاده از سوییچ -e می‌توانید فرمت ذخیره‌سازی تصاویر را انتخاب کنید.

```
$ raspistill -o ~/Pictures/Test.jpg -e jpg
$ raspistill -o ~/Pictures/Test.bmp -e bmp
$ raspistill -o ~/Pictures/Test.png -e png
$ raspistill -o ~/Pictures/Test.gif -e gif
```

تنظیم کیفیت تصویر: q معرف Quality بوده و با استفاده از آن، می‌توان کیفیت تصویر را بین ۰ تا ۱۰۰ تنظیم کرد. برای مثال، از جغد پیر با کیفیت 10 عکس می‌گیریم:

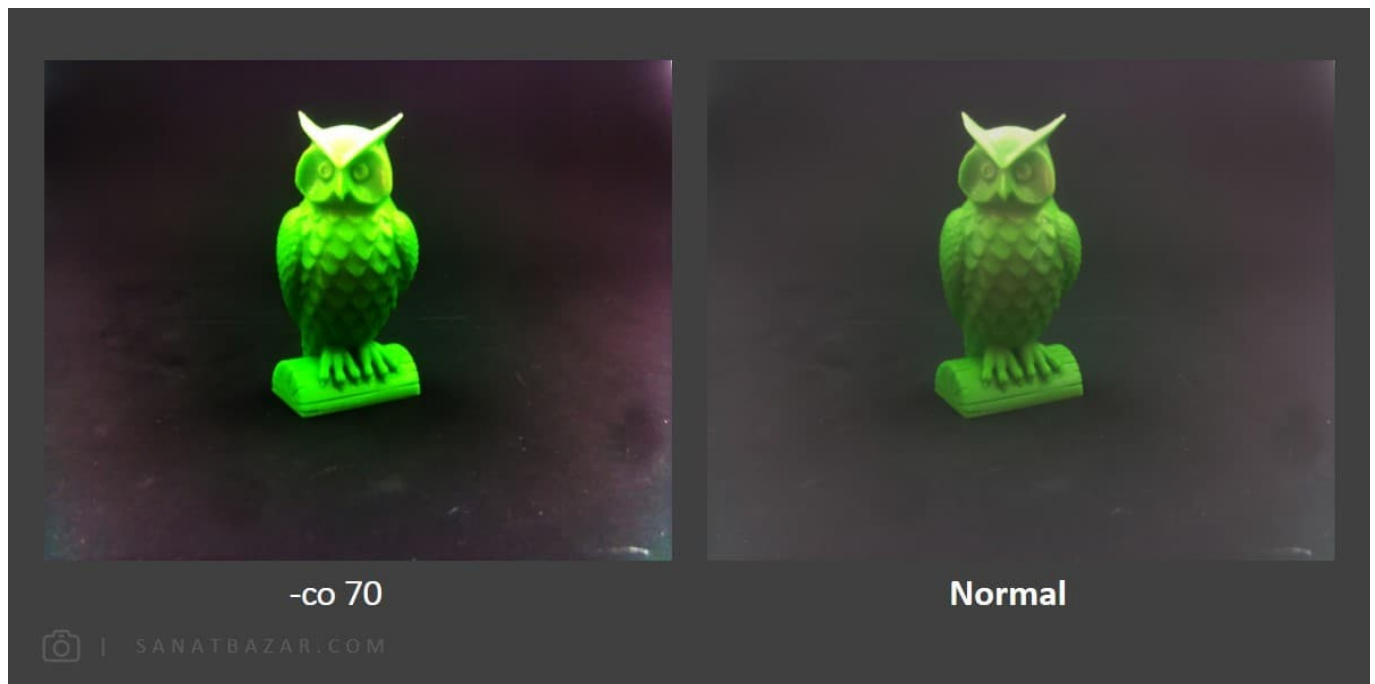
```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -q 10
```



هرچه کیفیت پایین‌تری انتخاب کنید، عکس شما حجم کمتری از حافظه را اشغال می‌کند.

تنظیم کنتراست تصویر: با سوییچ -co می‌توانید Contrast تصویر را بین ۰ تا ۱۰۰ تغییر دهید. برای مثال ما در اینجا contrast را روی 70 تنظیم می‌کنیم:

```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -co 70
```



تنظیم روشنایی و اشباع تصویر: سویچ br- معرف Brightness و sa- معرف Saturation تصویر است. مقدار این پارامترها را می‌توانید بین ۰ تا ۱۰۰ تغییر دهید.

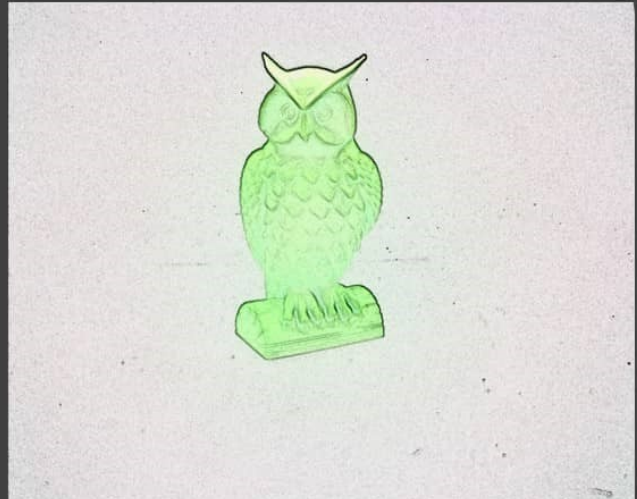
تعیین محیط و شرایط تصویربرداری: دوربین‌های رزبری پای شاید ساده به نظر برسند، اما بیشتر قابلیت‌های یک دوربین حرفه‌ای و موبایل را می‌توانید با آن‌ها اجرا کنید. یکی از این توانایی‌ها، تنظیم پارامترهای تصویر با توجه به محیط و شرایط تصویربرداری است (Exposure). این کار با تعیین پارامتر سویچ ex- انجام می‌شود. این پارامتر می‌تواند snow برای هوای برفی night، برای عکاسی در شب و ... تنظیم شود. برای آشنایی با exposure های مختلف، به راهنمای raspistill مراجعه کنید. برای مثال این دستور را برای حالت برفی اجرا می‌کنیم:

```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -ex snow
```

این پارامتر را می‌توانید روی auto قرار دهید تا برد متناسب با نور محیط، ex- مناسب را اعمال کند.

اعمال Effect: رسیدیم به جذاب‌ترین سویچ دوربین یعنی effect ها. به با استفاده از raspistill می‌توانید Effect های مختلفی را روی تصویر خود پیاده کنید. این کار با سویچ ifx- انجام می‌شود. برای مثال در اینجا effect های sketch و negative را روی جغد دانا پیاده می‌کنیم. برای آشنایی با effect های بیشتر، raspistill را اجرا و راهنمای آن را مطالعه کنید.

```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -ifx negative
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -ifx sketch
```

**-ifx negative**
 | SANATBAZAR.COM
**-ifx sketch**

برچسب تاریخ و زمان: از سویچ -a 4 برای نمایش زمان، -a 8 برای نمایش تاریخ و -a 12 برای نمایش هر دو روی تصاویر استفاده می‌شود. برای مثال از -a 12 برای نمایش زمان و تاریخ عکس‌برداری استفاده می‌کنیم.

```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -a 12
```



فرمت تاریخ به صورت سال/روز/ماه می‌باشد. در صورت نیاز می‌توانید تاریخ یا هر متن دیگری را با سویچ -a به صورت دستی وارد کنید. مثال:

```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -a "SanatBazar-1398/9/1"
```




شات با Enter : با اعمال سوییچ k- در صورتی که توسط کیبورد، کلید Enter را فشار دهید، عکاسی انجام می‌شود. البته برای این کار باید تاخیر در عکس‌برداری را روی بی‌نهایت تنظیم کنید. می‌توانید این کار را با 0-t انجام دهید.

```
$ raspistill -o ~/Pictures/owl.jpg -t 0 -k
```

خب تا اینجا با دستور raspistill و تعدادی از سوییچ‌های مهم و کاربردی آن آشنا شدیم. برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به Help این دستور مراجعه کنید. از اینجا به بعد می‌خواهم دستور raspivid را به شما معرفی کنم.

raspivid: مشابه raspistill، برای فیلم‌برداری با رزبری پای، از دستور raspivid استفاده می‌شود. در اینجا هم با وارد کردن raspivid به‌تنهایی، می‌توانید راهنمای این دستور و سوییچ‌های آن را مطالعه کنید.

ذخیره‌ی ویدئوی خروجی : مشابه بخش قبلی، از سوییچ 0- برای ذخیره‌ی فیلم با پسوند h264. استفاده می‌شود:

```
$ raspivid -o نام و آدرس فایل ویدئو
```

در حالت عادی و بدون سوییچ، این دستور ۵ ثانیه فیلم گرفته و در آدرس وارد شده ذخیره می‌کند.

تنظیم مدت زمان فیلم‌برداری : با استفاده از سوییچ t- می‌توانید مدت فیلم‌برداری را تغییر دهید (برحسب میلی‌ثانیه)

تنظیم bitrate: از سوییچ b- برای تغییر bitrate تصویر برداری استفاده می‌شود. هرچه bitrate شما بیشتر باشد، ویدئو از کیفیت و حجم بالاتری برخوردار است. به طور معمول از برای فایل‌های 1080p30 از نرخ 15Mbit/s استفاده می‌شود. در حالت حداکثر، bitrate را می‌توانید روی 25Mbit/s تنظیم کنید اما عملاً از 17Mbit/s بیشتر، تغییر قابل ملاحظه‌ای حس نمی‌شود. به‌عنوان مثال bitrate را روی 10Mbit/s تنظیم می‌کنیم:

```
$ raspivid -o test.h264 -b 10000000
```

تغییر سایز تصویر : مشابه raspistill، از سوییچ‌های w- و h- برای تنظیم ابعاد تصویر استفاده می‌شود.

تنظیم frame rate : برای تنظیم frame rate از سوییچ fps- استفاده می‌شود. این مقدار می‌تواند بین 2 fps تا 30fps متغیر باشد. به‌صورت استاندارد برای نمایش فیلم‌ها و برنامه‌های تلویزیونی از نرخ 24 fps استفاده می‌شود. هرچه مقدار frame rate شما بیشتر باشد، تصویر شما به slow motion نزدیک‌تر است.

تصویر برداری با Enter: در صورت استفاده از k-، با هر بار زدن کلید Enter، ضبط ویدئو شما pause و play می‌شود. برای توقف ضبط باید x را وارد و سپس Enter را بزنید.

خب تا اینجا با دستورات لینوکس برای کار با دوربین رزبری پای آشنا شدیم. در این قسمت سعی کردم تا حد امکان ویژگی‌های مهم و کاربردی کار با این ماژول را به شما معرفی کنم. اما همانطور که گفته شد، در صورت نیاز می‌توانید برای آشنایی بیشتر با سوییچ‌ها و Option‌های دو دستور raspivid و raspistill به Help آن‌ها مراجعه

کنید. در ادامه قصد داریم نحوه‌ی ارتباط با دوربین را از طریق برنامه‌نویسی و کدهای پایتون بررسی کنیم.

آموزش استفاده از دوربین رزبری پای با استفاده از پایتون

عکس از رزبری پای و دوربین و پایتون

اگر فقط قصد دارید عکاسی و فیلم‌برداری کنید، دستورات گفته شده کار شما را راه می‌اندازد. اما اگر از دوربین برای انجام پروژه‌های حرفه‌ای مانند رباتیک، پردازش تصویر و هوش مصنوعی می‌خواهید استفاده کنید، بدون شک استفاده از پایتون پیشنهاد بهتری است. چرا که با همان محیط و زبان کدنویسی، می‌توانید از دوربین استفاده کرده و نتایج را با دستورات پایتون پردازش کنید.

اگر پایتون بلد نیستید هم نگران نباشید! در بخش آموزش پایتون برای کار با رزبری پای هر آنچه نیاز دارید، آموزش داده شده است.

مشاهده‌ی پیش‌نمایش: در قدم اول می‌خواهیم پیش‌نمایشی از تصویر دوربین بدون گرفتن عکس ببینیم. پس ابتدا با دستور `nano $` یک فایل متنی با نام `camera.py` ایجاد می‌کنیم. سپس دستورات زیر را در آن می‌نویسیم (برای مشاهده‌ی این پیش‌نمایش باید برد رزبری پای را مستقیم به مانیتور یا LCD متصل کنید. در غیر این صورت تصویری مشاهده نخواهید کرد):

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.start_preview()
time.sleep(5)
c.stop_preview()
```

از این پس دستورات جدید به صورت **Bold** شده نشان داده می‌شوند.

برای راه‌اندازی و استفاده از دوربین رزبری پای باید از شیء `PiCamera` در کتابخانه‌ی `picamera` استفاده کنید. پس در قدم اول این کتابخانه را فراخوانی می‌کنیم. همچنین برای ایجاد تاخیر بین دستورات، به کتابخانه‌ی `time` نیاز دارید. سپس متغیر `c` را به عنوان متغیر دوربین در نظر گرفته و دستورات لازم جهت باز و بسته کردن پنجره‌ی پیش‌نمایش را وارد می‌کنیم. پس از اجرای دستور `python camera.py`، پنجره‌ی پیش‌نمایش به مدت ۵ ثانیه نمایش داده می‌شود.

عکاسی با پایتون: در مرحله‌ی بعدی قصد داریم کد گرفتن یک عکس ساده را با پایتون بنویسیم:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.capture('test.jpg')
```

همانطور که مشاهده می‌کنید، با دستور `capture`، تصویر مورد نظر را گرفته و با نام `test.jpg` ذخیره کردیم.

تغییر رزولوشن تصویر: در صورت نیاز می‌توانید رزولوشن تصویر را با دستور زیر تغییر دهید:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.resolution=(1024,768)
c.capture('test.jpg')
```

برای اعمال تغییرات رزولوشن، کنتراست و ...، باید کد آن‌ها را قبل از `capture()` وارد کنید. در غیر این صورت اثر آن‌ها را مشاهده نخواهید کرد. بنابراین ابتدا تغییرات

را وارد کنید سپس کد تصویربرداری را اعمال کنید.

برای مثال ما در اینجا دستور بالا را برای عکس گرفتن از آدم فضایی صنعت بازار اجرا کردیم:



چرخش تصویر: با استفاده از rotation می‌توانید تصویر مورد نظر را rotate کنید:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.rotation(180)
c.capture('test.jpg')
```

مقدار چرخش را می‌توانید ۰، ۹۰، ۱۸۰ یا ۲۷۰ تعیین کنید.

تغییر سایز تصویر: در کنار گرفتن عکس توسط دستور capture() می‌توانید Option تغییر سایز تصویر را نیز به آن اضافه کنید. برای مثال اندازه‌ی تصویر خروجی را 320*240 در نظر می‌گیریم:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.capture('test.jpg', resize=(320,240))
```

تغییر فرمت ذخیره‌سازی است. capture() تغییر فرمت ذخیره‌سازی: از دیگر قابلیت‌های دستور : فرمت را وارد کنید، resize برای این کار کافیست مشابه دستور بالا به جای

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.capture('test.jpg', format='png')
```

سایر پسوندهای ذخیره‌سازی: jpeg, gif, bmp, rgb, rgba, yuv, bgr, bgra, raw

افزودن متن به تصویر: برای این کار کافیهست کد `annotate_text` را اضافه کنید. علاوه بر این، با دستوراتی که در کد زیر می بینید، رنگ متن، رنگ پس زمینه متن و اندازه ی آن را نیز تغییر دادیم. برای تغییر رنگ لازم است `Color` را از کتابخانه ی `picamera`، `import` کنید:

```
from picamera import PiCamera, Color
from time import sleep

c = PiCamera()

c.annotate_background = Color('black')
c.annotate_foreground = Color('white')
c.annotate_text_size = 20
c.annotate_text = "SanatBazar"

c.capture('/home/pi/Pictures/python/test.jpg')
```



تنظیم کنتراست، روشنایی و اشباع: برای تنظیم `Brightness`، `Contrast` و `Saturation` تصویر از دستور زیر استفاده می کنیم:

```
from picamera import PiCamera
import time

c=PiCamera()

c.contrast = 50
c.brightness = 20
c.saturation = 10

c.annotate_background = Color('black')
c.annotate_foreground = Color('white')
c.annotate_text_size = 20
c.annotate_text = "SanatBazar"

c.capture('/home/pi/Pictures/python/test.jpg')
```



افزودن Effect : برای این منظور کفایست دستور زیر را به کد خود اضافه کنید:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.image_effect='نام افکت'
c.capture('/home/pi/Pictures/python/test.jpg')
```

در اینجا ما از افکت watercolor استفاده کردیم.



شما می‌توانید به جای آن از افکت‌های زیر هم استفاده کنید:

None, negative, solarize, sketch, denoise, emboss, oilpaint, hatch, gpen, pastel, watercolor, film, blur, saturation, colorswap,

washedout, posterise, colorpoint, colorbalance, cartoon, deinterlace1, deinterlace2

تنظیم محیط و شرایط تصویربرداری: مشابه raspistill توسط پایتون نیز می‌توانید exposure تصویربرداری را تنظیم کنید. برای این کار کافیت دستورات زیر را در رزبری پای خود اجرا کنید. ما در اینجا برای مثال از exposure برفی استفاده می‌کنیم.

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.exposure_mode = 'snow'
c.capture('/home/pi/Pictures/python/test.jpg')
```

Exposureهای قابل استفاده:

off, night, nightpreview, blacklight, spotlight, sports, snow, beach, verylong, dixedfps, antishake, firework

فیلمبرداری با دستورات پایتون: خب پس از آشنایی با دستورات پایتون برای عکاسی، نوبت به بررسی دستورات فیلمبرداری با ماژول دوربین می‌رسد. مشابه عکاسی، فیلمبرداری با این روش هم کار سختی نیست. برای یک فیلمبرداری ساده از دستورات زیر استفاده می‌کنیم:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.start_recording('test.h264')
time.sleep(10)
c.stop_recording( )
```

با این دستور، برد رزبری پای به مدت ۱۰ ثانیه فیلمبرداری می‌کند.

تغییر bitrate: مشابه raspivid با اضافه کردن ویژگی bitrate به دستور start_recording، می‌توانید bitrate فیلمبرداری خود را تنظیم کنید. به عنوان مثال این مقدار را روی 10 Mbps تنظیم می‌کنیم:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.start_recording('test.h264', bitrate=10000000)
time.sleep(10)
c.stop_recording( )
```

تغییر frame rate: برای ایجاد ویدئوهای سریع یا Slow Motion، کافیت framerate را مطابق دستور زیر تغییر دهید:

```
from picamera import PiCamera
import time
c=PiCamera()
c.framerate = 24
c.start_recording('test.h264', bitrate=10000000)
time.sleep(10)
```

```
c.stop_recording()
```

اولین پروژه: تایم لپس (Time Lapse) با رزبری پای

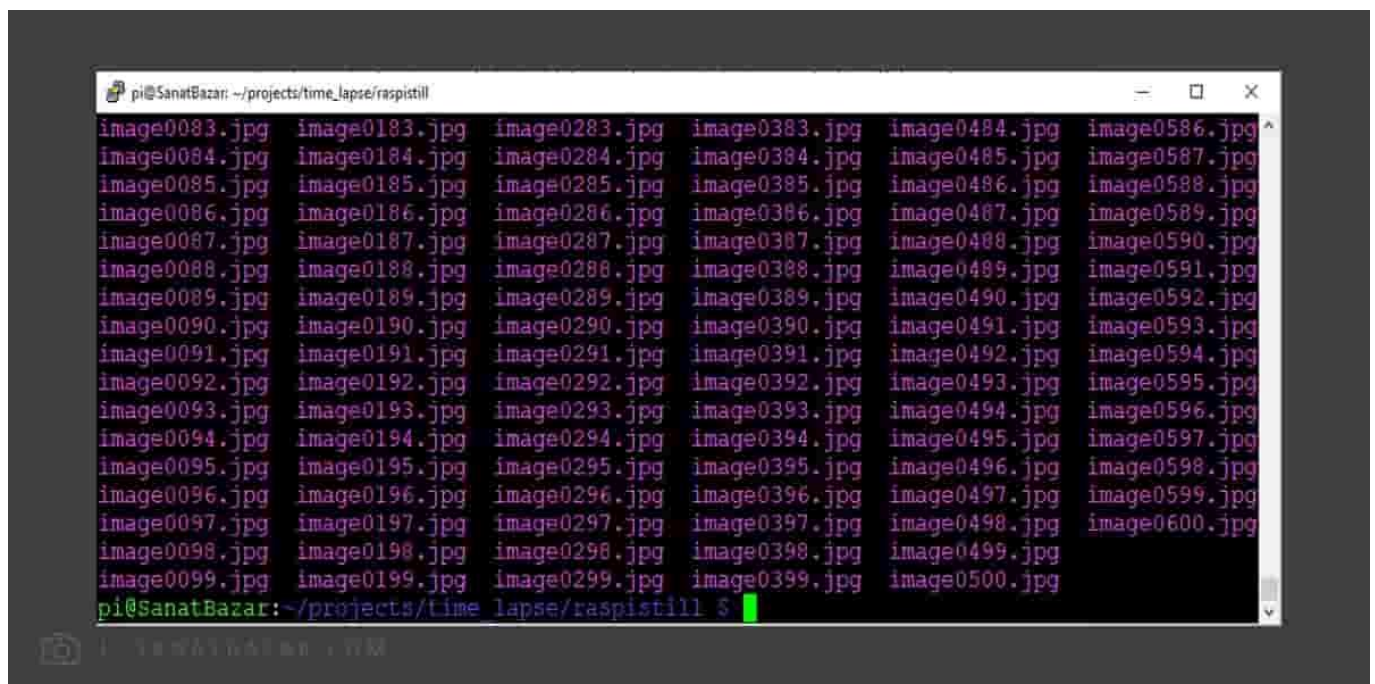
پس از این که با دستورات لینوکس و پایتون برای کار با دوربین رزبری پای آشنا شدید، می‌خواهیم با استفاده از چیزهایی که تا الان یاد گرفتیم، چند پروژه‌ی ساده و جذاب انجام بدهیم. در اولین پروژه قصد داریم نحوه‌ی ایجاد تایم لپس با دوربین رزبری پای را با هم ببینیم. تایم لپس در انگلیسی به معنای گذر زمان است و از آن برای فیلمبرداری سریع از فعالیت‌های بسیار کند استفاده می‌شود. به بیان ساده، تایم لپس را می‌توان معکوس Slow Motion در نظر گرفت. حتماً تا به حال تصاویر زیبای طلوع و غروب خورشید، حرکت ابرها، جابه‌جایی شب و روز یا رشد یک گیاه را در مستندهای طبیعت و حیات وحش دیدید. با توجه به این که سرعت این پدیده‌ها بسیار کند است، فیلمبرداری معمولی از آن‌ها نیز بسیار طولانی و حجیم خواهد بود. بنابراین به‌جای فیلمبرداری، در بازه‌های زمانی مناسب از آن‌ها عکس‌برداری شده و در نهایت، تصاویر با سرعت بالایی مانند یک فیلم سریع نمایش داده می‌شوند. با استفاده از رزبری پای، گرفتن یک فیلم نایم لپس مثل آب خوردن! پس با یاد گرفتن آن می‌توانید تصاویر جالب و خلاقانه‌ای تولید کنید.

در ادامه فرض کردیم که شما مطالب ابتدای این صفحه را مطالعه و رابط دوربین را فعال کرده‌اید.

برای ایجاد تایم لپس، از دستور raspistill استفاده می‌کنیم. راه حل دیگر استفاده از raspivid با frame rate بسیار پایین است. در آن صورت به حافظه‌ی بیشتری نیاز دارید. این در حالی است که با raspistill حجم نهایی بسیار کمتر بوده و کنترل بیشتری روی زمان عکس‌برداری خود دارید. اجازه بدید نحوه‌ی استفاده از این دستور را در مثال زیر ببینیم:

```
$ raspistill -t 300000 -tl 500 -o -bm image%04d.jpg
```

سوییچ -t مدت زمان عکس‌برداری و سوییچ -tl گام عکس‌برداری را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، در مثال بالا هر ۵۰۰ میلی ثانیه تا مدت ۳۰۰۰۰۰ میلی ثانیه (معادل ۵ دقیقه) عکس‌برداری انجام می‌شود. نکته‌ی مهم، نحوه‌ی نام‌گذاری تصاویر است که در مرحله‌ی بعدی به ما کمک خواهد کرد. در واقع عبارت 04d% image%04d.jpg تعیین می‌کند که نام‌گذاری تصاویر به ترتیب از image0001.jpg شروع شود. عدد 4 تعداد ارقام را مشخص می‌کند. یعنی image%03d.jpg نام‌گذاری را با اعداد سه رقمی انجام می‌دهد.



خب همانطور که در تصویر زیر مشاهده می‌کنید مطابق انتظار، دستور بالا ۶۰۰ عکس ایجاد کرده است. اما ما فیلم می‌خواستیم! برای تبدیل این عکس‌ها به فیلم از کیچ ffmpeg استفاده می‌کنیم.

پس برای نصب و تبدیل، دستورات زیر را وارد کنید:

```
$ sudo apt-get install ffmpeg
$ ffmpeg -framerate 25 -start_number 5 -i image%04d.jpg time_lapse2.mp4
```

در دستور فوق، عکس‌های گرفته‌شده به یک فایل ویدئو به نام time_lapse2.mp4 با ۲۵ Frame Rate، کیفیت 720p و فرمت mp4 تبدیل می‌شوند. شما می‌توانید کیفیت را با 1920:1080 روی 1080p تنظیم کنید.

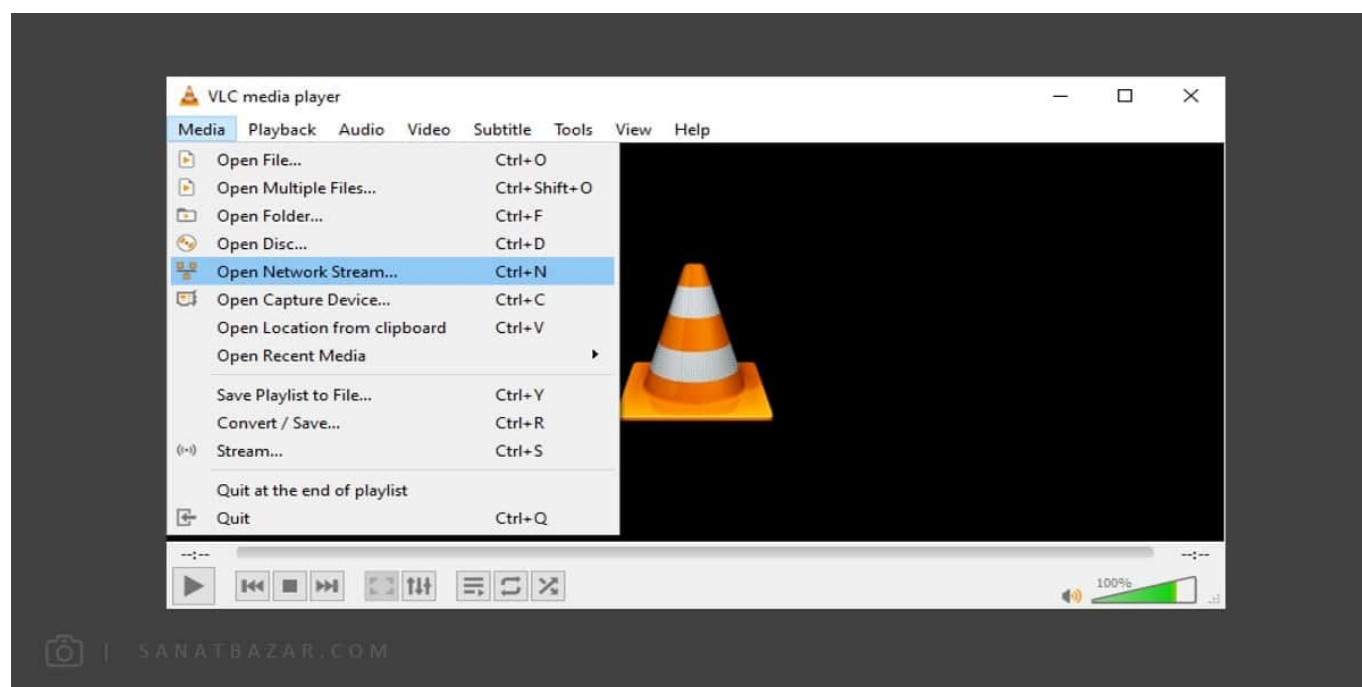
دوربین مدار بسته: دسترسی از شبکه‌ی داخلی



کار جالب دیگری که می‌توان با رزبری پای و دوربین انجام داد، ایجاد یک دوربین مدار بسته برای مشاهده‌ی آنلاین تصاویر است. به طوری که اگر لپ‌تاپ و رزبری پای شما به یک شبکه و مودم متصل باشند، به راحتی می‌توانید تصاویر دوربین را به صورت زنده مشاهده و حتی ضبط کنید. برای این کار کفایت دستور زیر را در Command Line لینوکس وارد نمایید:

```
$ raspivid -o - -t 0 | cvlc -vvv stream:///dev/stdin -sout '#rtp{sdp=rtsp://:8554/}' :demux=h264
```

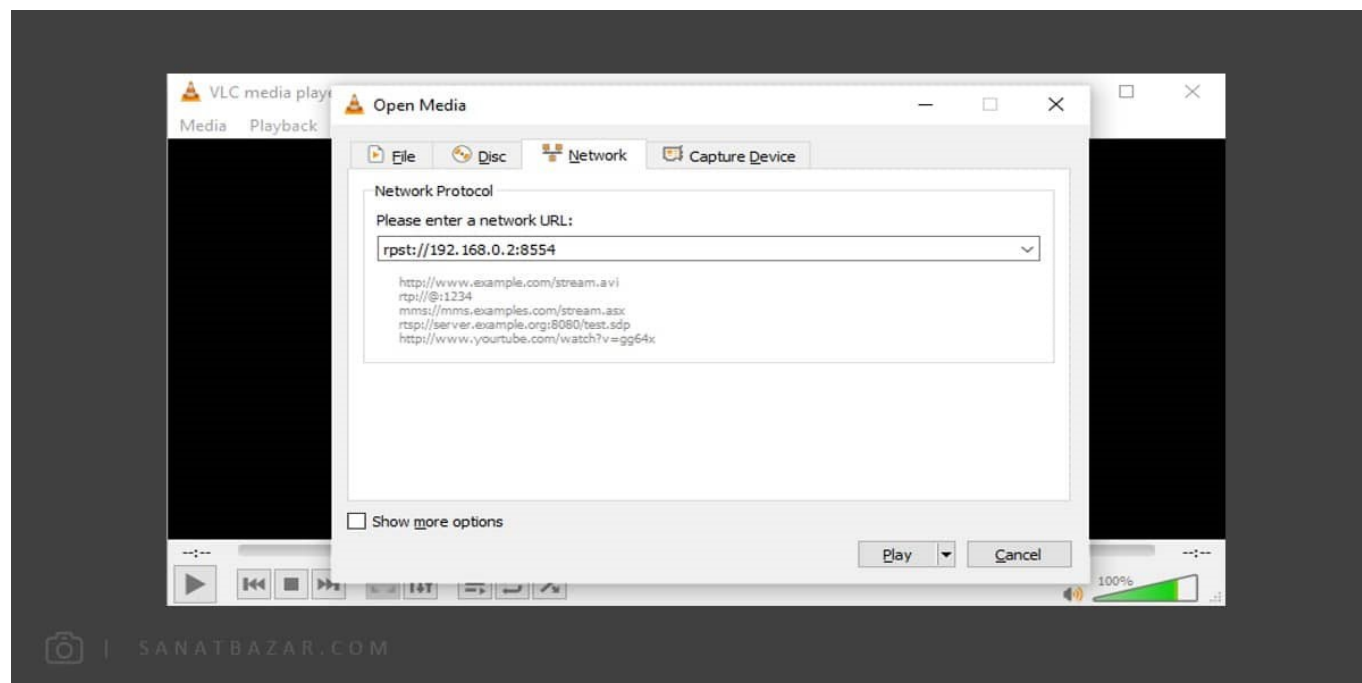
ما در اینجا برای مشاهده‌ی تصویر خروجی از نرم‌افزار VLC استفاده می‌کنیم. شما می‌توانید از هر Media Player دیگری که قابلیت Stream کردن تصاویر آنلاین را داشته باشد استفاده کنید. پس VLC را در لپ‌تاپ خود باز کرده و از بخش Media، Open Network Stream را انتخاب کنید.



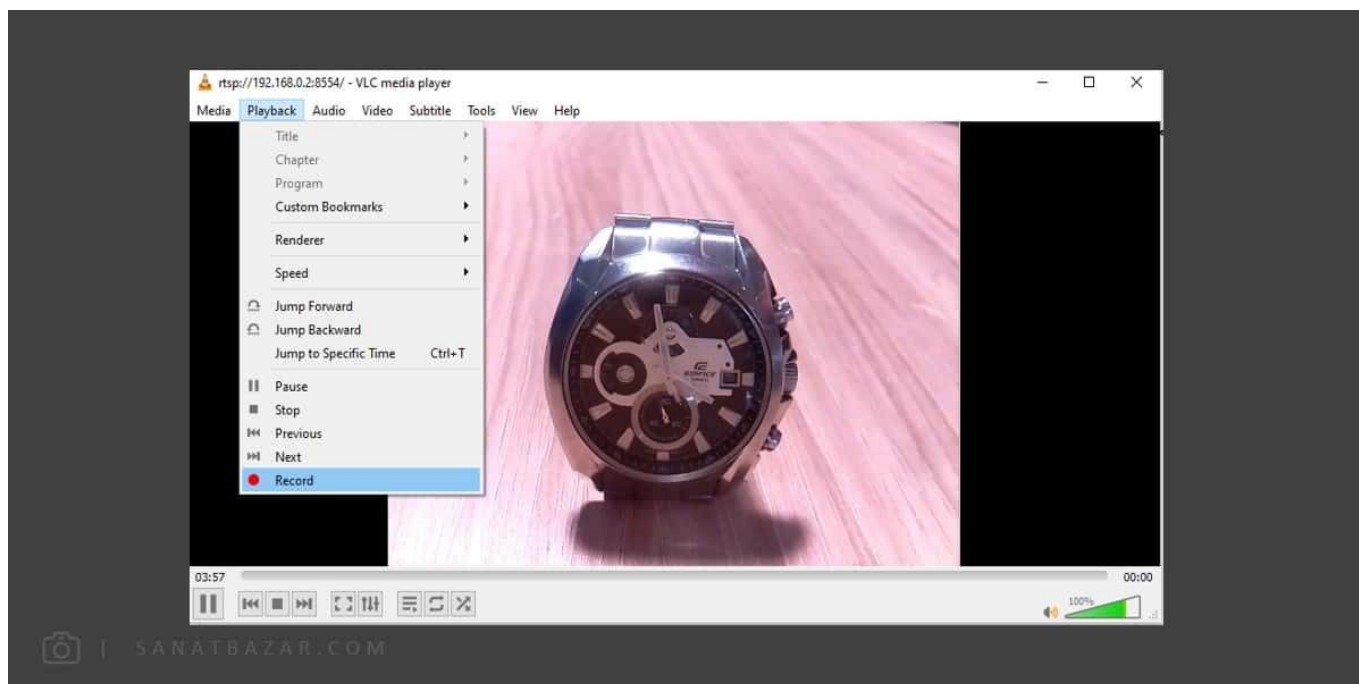
در مرحله ی بعدی کافیت ip رزبری پای خود را به شکل زیر وارد کنید:

```
rtsp://your ip:8554
```

با کلیک روی Play، تصویر دوربین نمایش داده می شود. با این کار می توانید حیوانات خانگی، اتاق های منزل یا کوچه و خیابان را زیر نظر بگیرید. برای این کار از دستور raspivid استفاده کردیم. پس تمامی سوییچ های توضیح داده شده برای فیلم برداری، در اینجا هم قابل استفاده هستند.



یکی از ویژگی های بسیار جالب VLC، قابلیت ضبط تصاویر در حین مشاهده ی آنلاین آن است. برای این کار هم کافیت از بخش Playback گزینه ی Record را انتخاب کنید. با زدن Stop هم می توانید ضبط تصویر را متوقف کنید. فایل ضبط شده در My Computer (یا This PC) در فولدر Videos ذخیره می شود. از دوربین مدار بسته ی خود لذت ببرید!



آموزش بالا فقط از شبکه‌ی محلی و داخلی قابل اجراست. در ادامه روشی را بررسی می‌کنیم تا از هرجایی و با هر اینترنتی بتوانید به تصویر دوربین دسترسی داشته باشید!

دوربین مدار بسته: دسترسی از طریق اینترنت (از هرجایی که دلت خواست!)



خب می‌خواهیم یک پروژه‌ی بسیار باحال و کاربردی انجام بدیم: از هرجایی که خواستی با لپ‌تاپ یا گوشی به اینترنت وصل شو و تصویر دوربین رزبری پای را ببین! حتی اگر خواستی ضبط کن!! یک پروژه‌ی بسیار جالب برای کارهای امنیتی و مچ‌گیری!! برای انجام این کار هیچ نیازی به Port Forwarding و تنظیمات مودم و شبکه هم نداری! اجازه بدید قدم به قدم با هم پیش بریم:

برای این کار ابتدا باید دوربین را به عنوان یک دیوایس USB به رزبری پای معرفی کنیم. (این کار برای اجرا شدن دستورات بعدی ضروری است) پس لازم است که دستور زیر را اجرا کنید:


```
$ sudo modprobe bcm2835-v4l2
```

برای اطمینان از درستی این کار، دستور زیر را اجرا کنید. اگر دستور به درستی اجرا شده باشد، باید خروجی video0 را ببینید.

```
$ ls /dev | grep vid
```

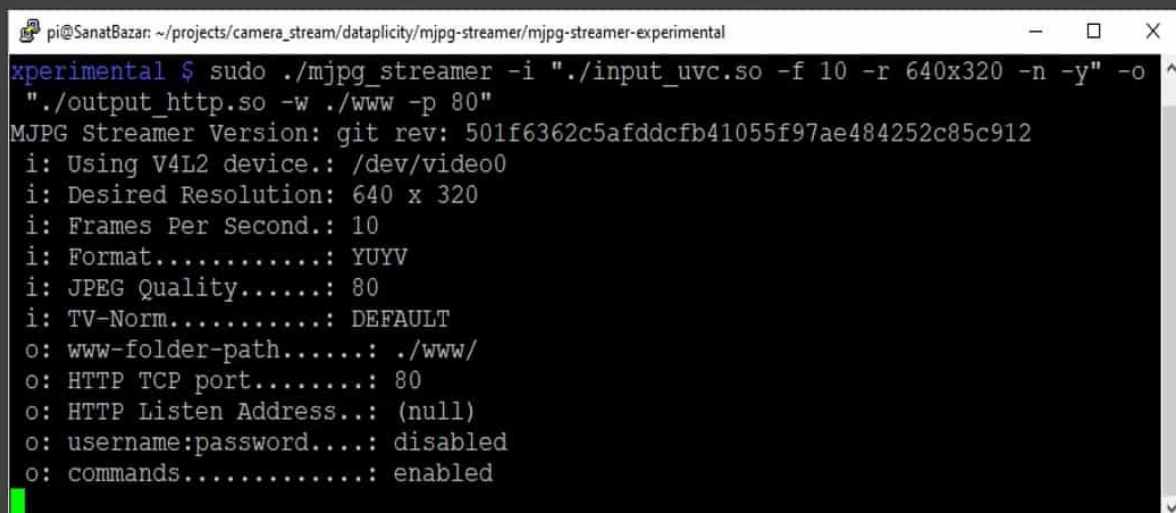
سپس دستورات زیر را برای نصب پکیج مورد نیاز اجرا کنید:

```
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get upgrade
$ sudo apt-get install libjpeg8-dev imagemagick libv4l-dev
$ sudo apt-get install build-essential imagemagick libv4l-dev libjpeg-dev cmake -y
$ mkdir dataplicity
$ git clone https://github.com/jacksonliam/mjpeg-streamer.git
$ cd mjpeg-streamer/mjpeg-streamer-experimental
$ make
$ sudo make install
```

مراحل بالا تنها یک بار برای نصب پکیج‌های مورد نیاز باید اجرا شوند. از این پس، هر بار برای Stream کردن تصویر دوربین کفایت مراحل زیر اجرا کنید:

```
$ cd ~/dataplicity/mjpeg-streamer/mjpg-streamer-experimental
$ sudo ./mjpeg_streamer -i "./input_uvc.so -f 10 -r 640*320 -n -y" -o
"./output_http.so -w ./www -p 80
```

در صورت اجرای صحیح دستورات فوق، نتایج زیر را باید مشاهده کنید:

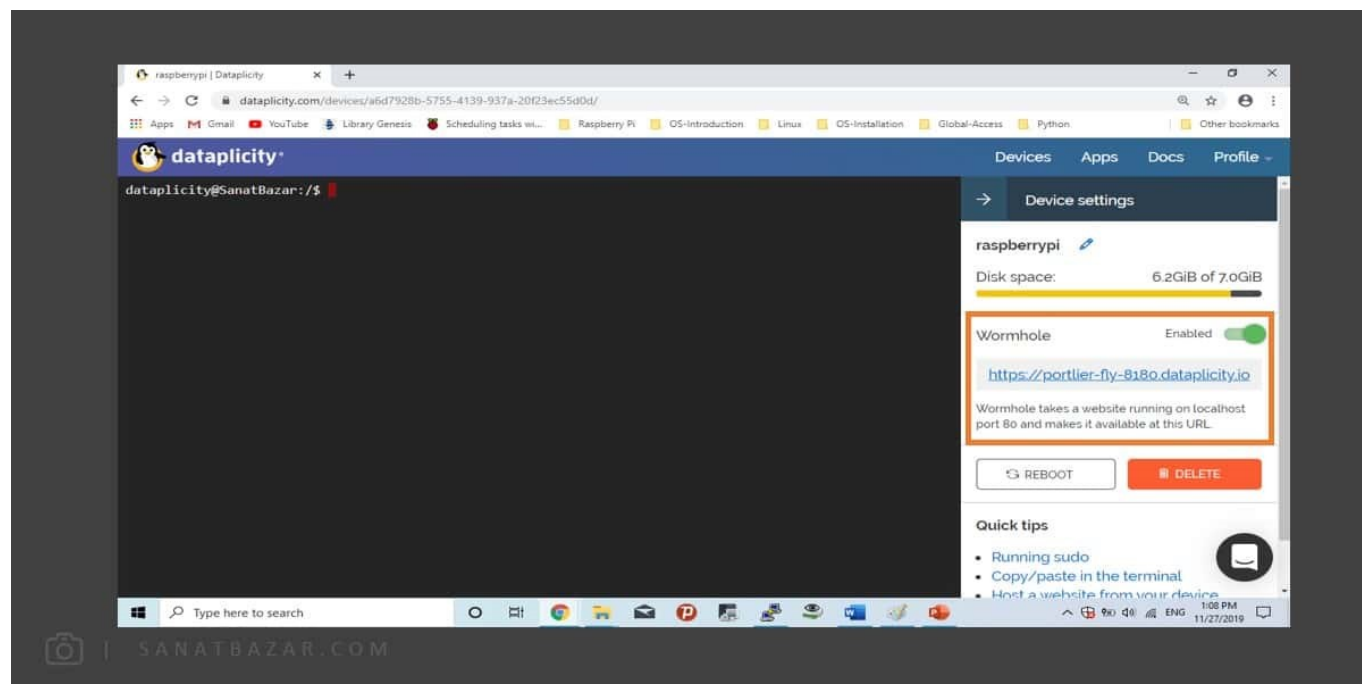


```
pi@SanatBazar: ~/projects/camera_stream/dataplicity/mjpg-streamer/mjpg-streamer-experimental
xperimental $ sudo ./mjpg_streamer -i "./input_uvc.so -f 10 -r 640x320 -n -y" -o
"./output_http.so -w ./www -p 80"
MJPEG Streamer Version: git rev: 501f6362c5afddcfb41055f97ae484252c85c912
i: Using V4L2 device.: /dev/video0
i: Desired Resolution: 640 x 320
i: Frames Per Second.: 10
i: Format.....: YUYV
i: JPEG Quality.....: 80
i: TV-Norm.....: DEFAULT
o: www-folder-path.....: ./www/
o: HTTP TCP port.....: 80
o: HTTP Listen Address...: (null)
o: username:password....: disabled
o: commands.....: enabled
```

با تغییر سوییچ‌های (f) Frame Rate و (r) Resolution می‌توانید سرعت و کیفیت تصویر را متناظر با سرعت اینترنت و نیاز خود تغییر دهید.

خب تا اینجا تصویر را روی اینترنت بارگذاری کردیم. در قدم بعدی برای مشاهده‌ی آن می‌خواهیم از سایت dataplicity استفاده کنیم. اگر مطالب قبلی ما را مطالعه

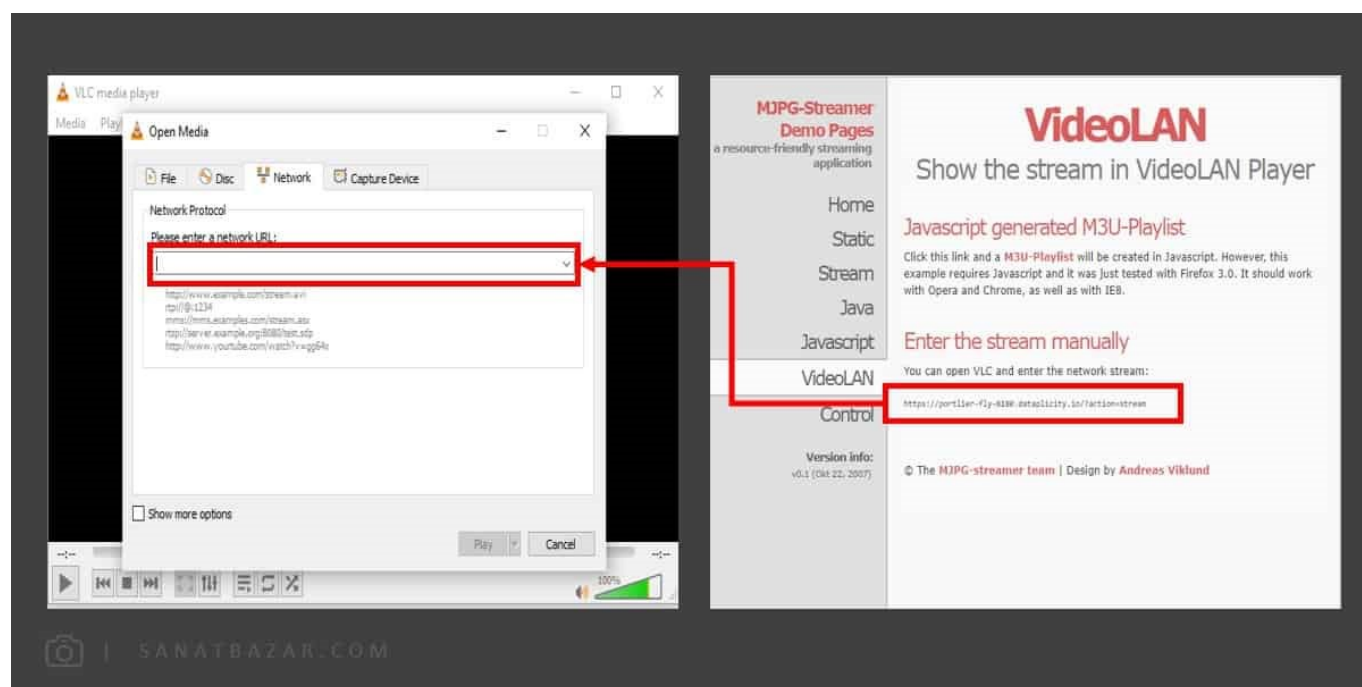
کرده باشید، از این سایت و پکیج، قبلاً برای دسترسی به Command-Line رزبری پای از طریق اینترنت استفاده کرده‌ایم. معرفی و آموزش استفاده از این پکیج در صفحه‌ی آموزش اتصال به رزبری پای (Raspberry Pi) از هر نقطه در جهان به‌طور مفصل موجود است. در اینجا با فرض نصب و آشنایی شما با این پکیج، قصد داریم از آن برای مشاهده‌ی تصویر دوربین استفاده کنیم. برای این کار کفایت به سایت dataplicity.com مراجعه و وارد حساب کاربری خود شوید. سپس برد رزبری پای را انتخاب کرده و قابلیت Wormhole را فعال کنید.



روی لینک تولید شده کلیک کنید تا وارد صفحه‌ی زیر شوید. در صفحه‌ی جدید، با انتخاب گزینه‌ی Stream، می‌توانید تصویر دوربین را به‌صورت زنده مشاهده کنید. در صورت نیاز می‌توانید نرم‌افزار dataplicity را روی موبایل خود نصب و تصویر دوربین را از طریق موبایل خود نیز دریافت کنید. با این کار در هر جایی تنها با دسترسی به اینترنت می‌توانید فضای خانه یا محل کار خود را تماشا کنید!



می‌توانید همزمان با مشاهده، تصویر را ضبط کنید، برای این کار مانند حالت Local از نرم‌افزار VLC استفاده کنید. در این صورت باید لینک Stream را از بخش VideoLAN، در Open Network Stream نرم‌افزار VLC، کپی کنید. نحوه‌ی ضبط و مشاهده‌ی تصویر توسط VLC دقیقاً مشابه حالت Local است، با این تفاوت که به جای IP باید لینک موجود در VideoLAN را به VLC معرفی کنید.



تا اینجا با دستورات ماژول دوربین و نحوه‌ی Stream تصاویر آن از طریق شبکه‌ی محلی و اینترنت را دیدیم. در ادامه می‌خواهم شما را با پکیج مهم و کاربردی Motion آشنا کنم. با استفاده از آن می‌توانید هر تغییر و حرکت ناگهانی را در تصویر تشخیص دهید. به چه دردی می‌خوره؟ می‌توانید صحنه‌ی ورود مجرم و اقدام او به جرم را با این پکیج تشخیص و ضبط کنید!

تشخیص حرکت در تصویر با استفاده از کتابخانه‌ی Motion



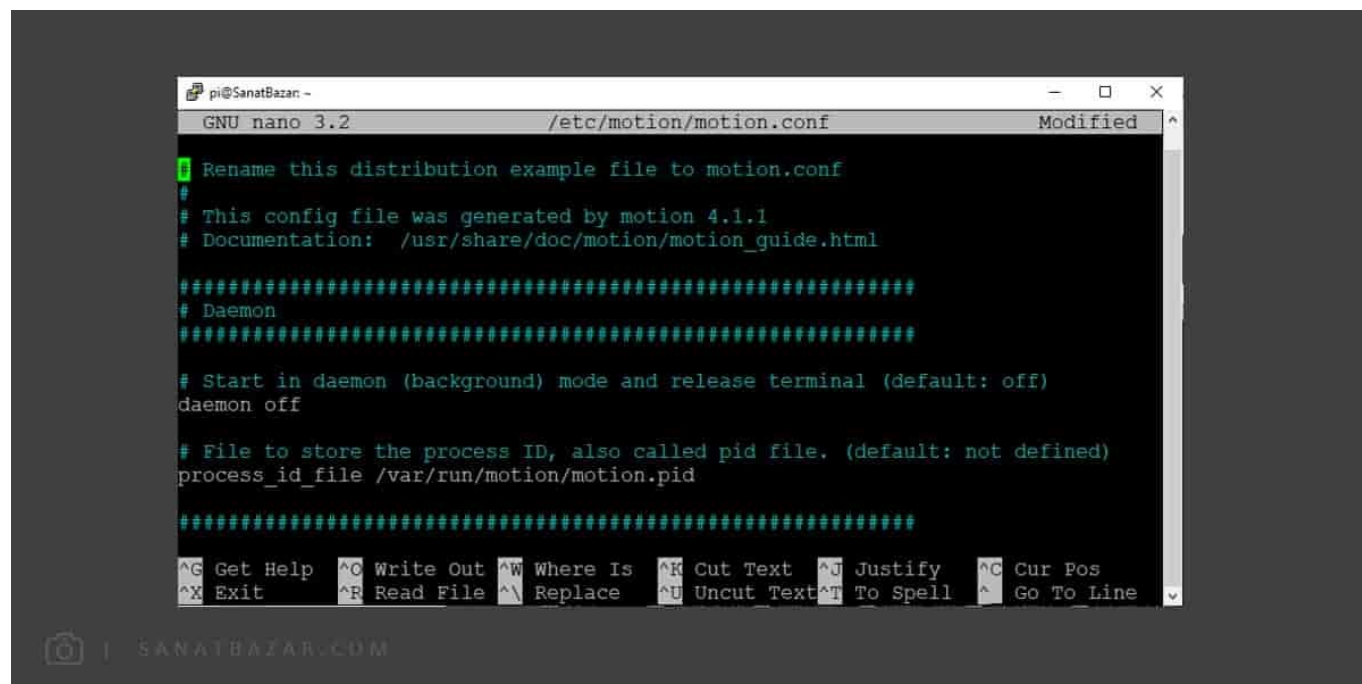
آخرین و شاید امنیتی‌ترین و جذاب‌ترین پروژه‌ای که در این بخش، ساخت دوربین مدار بسته‌ی حساس به حرکت با رزبری پای است. فکرها را بکنید در اتاق خود یک دوربین دارید که وقتی در خانه نیستید، اگر کسی وارد آنجا شد از او عکس بگیرد! شاید همه‌ی ما از بچگی چنین ایده‌های داشته‌ایم. اما همیشه تصور سخت بودن عملی کردن این ایده‌ها، مانع از انجام و ساخت آن‌ها شده است. اینجا داستان فرق می‌کند. تا چند دقیقه‌ی دیگر می‌بینید که این کارها اصلاً هم سخت نیست! برای ساخت این ایده مثل پروژه‌های قبلی، تنها از دوربین و برد رزبری پای استفاده می‌کنیم. تفاوت اصلی این پروژه با پروژه‌های قبلی، تشخیص حرکت در تصویر است که آن را به کمک کتابخانه‌ی Motion انجام می‌دهیم. این کتابخانه اساساً برای این کار ساخته شده و در صورت تشخیص حرکت می‌تواند دستور خاص و از پیش تعیین شده‌ای مانند آژیر کشیدن یا حتی ارسال SMS را فعال کند. برای نصب آن ابتدا دستور زیر را اجرا می‌کنیم:

```
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get upgrade
$ sudo apt-get install motion
```

برای تنظیمات این کتابخانه، باید فایل Configuration آن را تغییر دهیم. ابتدا این فایل را باز می‌کنیم:

```
$ sudo nano /etc/motion/motion.conf
```

در صورت اجرای دستور بالا، صفحه زیر را مشاهده خواهید کرد:



در ادامه برخی از موارد مفید و کاربردی که می‌توانید در این فایل پیکربندی تغییر دهید را بررسی می‌کنیم:

Width و height: از این دو گزینه می‌توانید برای تنظیم ابعاد تصویر خود استفاده کنید.

Frame rate: حداکثر تعداد تصویری که در هر ثانیه گرفته می‌شود. این مقدار را می‌توانید بین ۲ تا ۱۰۰ تصویر تنظیم کنید.

Brightness، Saturation، Contrast و Hue: پارامترهای تنظیم روشنایی، اشباع، کنتراست و رنگ تصویر دوربین. در صورت نیاز می‌توانید این مقادیر را بین ۰ تا ۲۵۵ تغییر دهید.

Area detect value: فرض کنید دوربین را جلوی درب منزل یا حیاط و پارکینگ خود قرار داده‌اید. فکر می‌کنید چه مشکلی پیش خواهد آمد؟ با هر باد، درختان تکان خورده و دوربین با تشخیص حرکت آن‌ها، داده‌ی ناخواسته‌ای را ارسال می‌کند! برای حل این مشکل می‌توانید حوزه‌ی تشخیص حرکت را محدود کنید. در واقع این گزینه تصویر شما را به ۹ قسمت به شکل زیر تقسیم می‌کند و شما می‌توانید هر قسمتی که مد نظرتان است، برای تشخیص حرکت، انتخاب کنید.

3	2	1
6	5	4
9	8	7

Quality: با این گزینه می‌توانید کیفیت تصاویر ذخیره شده بین ۰ تا ۱۰۰ انتخاب کنید.

Local_Motion_mode: با On کردن این گزینه می‌توانید بخش حرکت کرده را با مربع سفید مشخص کنید.

var/lib/motion/

Target_dir: تعیین محل ذخیره‌سازی تصاویر. به صورت پیش‌فرض:

Stream_port: پورت ارسال تصاویر زنده روی اینترنت. این مقدار به صورت پیش فرض روی 8081 تنظیم شده است.

on_motion_detected: این گزینه، همان بخشی است که تعیین می کنید پس از تشخیص حرکت، چه اتفاقی رخ دهد. برای این کار می توانید یک فایل پایتون نوشته و آن را در این قسمت معرفی کنید. گزینه های بعدی مشابه اند. با این تفاوت که زمان اجرای فایل کد در آن ها متفاوت است. این گزینه ها به صورت on_camera_lost, on_movie_end, on_movie_start, on_area_detected, on_picture_save, on_event_start, on_event_end و on_camera_found.

برای تشخیص حرکت در منطقه ی خاص (همون قضیه ی باد و درخت و ...) فایل پایتون یا ++C خود را باید در on_area_detected معرفی کنید.

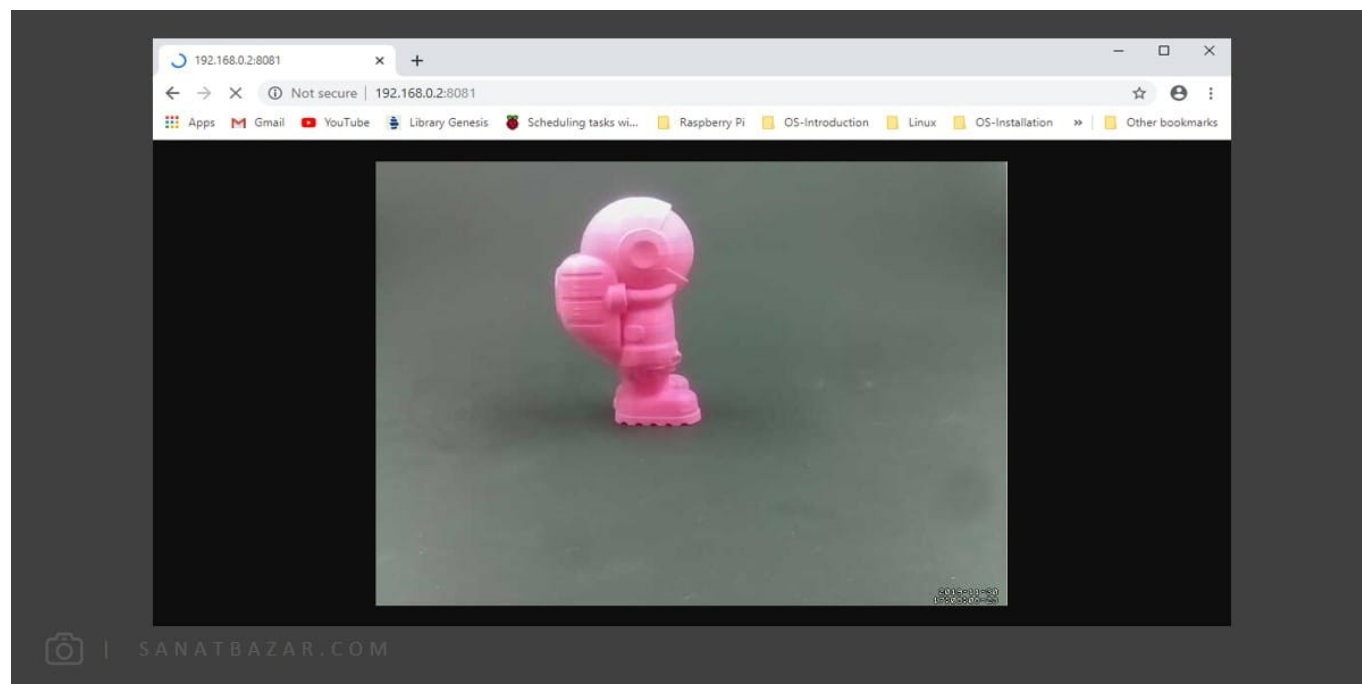
خب حالا که با توانایی های این کتابخانه آشنا شدیم، بریم یک نمونه پروژه انجام بدیم. البته در اینجا فقط تعدادی از ویژگی های پرکاربرد این کتابخانه آورده شده و شما می توانید سایر ویژگی های آن را هم بررسی کنید.

من در این پروژه تنظیمات زیر را در نظر گرفته ام:

```
daemon on
width 640
height 480
framerate 25
locate_motion_mode on
target_dir /home/pi/camera/motion
stream_localhost off
```

خب همانطور که می بینید، ابتدا یک دایرکتوری برای ذخیره ی فیلم ها در ~/camera/motion ایجاد می کنم. سپس تنظیمات دلخواه را اعمال و از آنجایی که می خواهم تصویر را از طریق اینترنت هم مشاهده کنم، stream_localhost را روی off قرار می دهم. پس از انجام تغییرات بالا در فایل پیکربندی، برد را reboot کنید تا تغییرات اعمال شوند. پس از boot شدن، دستور زیر را برای اجرای motion اجرا می کنیم:

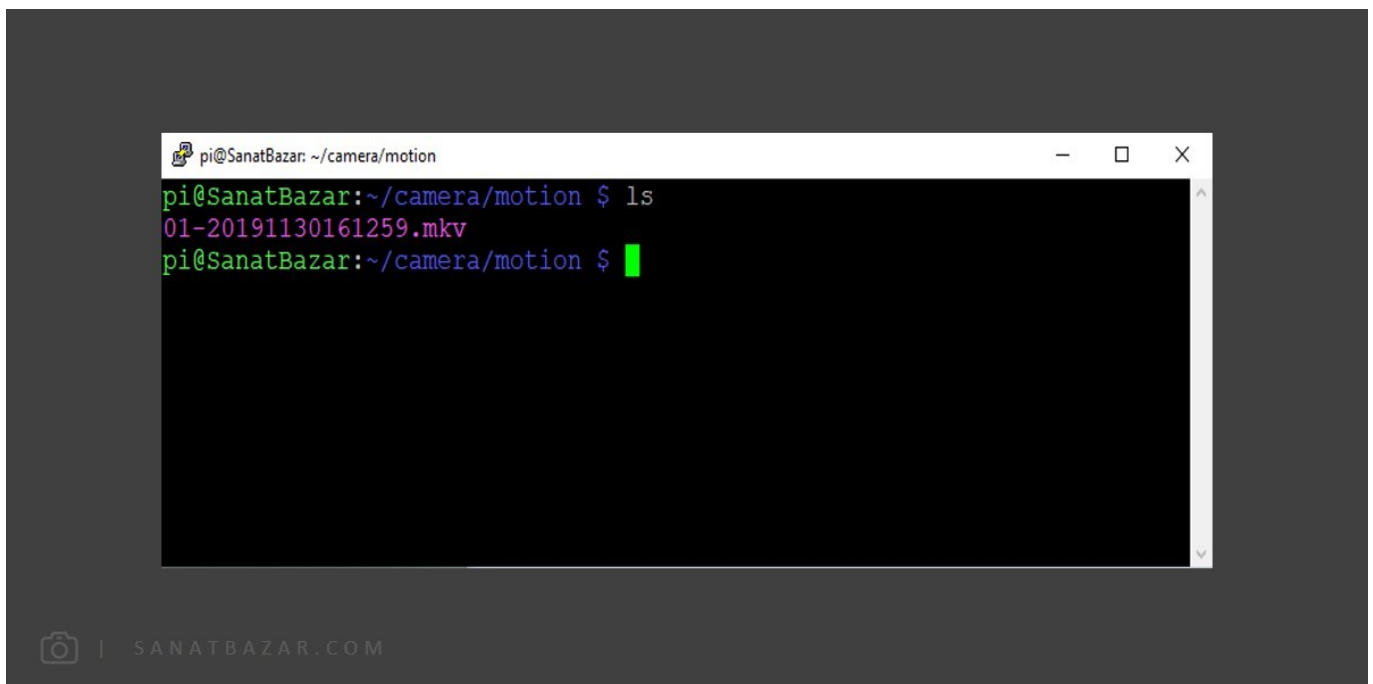
```
$ sudo motion
```



سپس برای مشاهده ی تصویر کافیس ip برد و port تعیین شده را در مرورگر خود وارد کنید. این کار را می توانید مشابه پروژه های قبلی در نرم افزار VLC هم انجام دهید.



همانطور که مشاهده می‌کنید، بخش متحرک تصویر با مربع سفید مشخص شده است. حالا طبق چیزی که تعیین کردیم، انتظار داریم ویدئوی لحظه‌ای تشخیص حرکت را در دایرکتوری مورد نظرمون ببینیم:



نتیجه‌گیری

خب در این قسمت نحوه‌ی اتصال و کار با دوربین رزبری پای را خیلی مفصل بررسی کردیم. از ویژگی‌ها و سوییچ‌های عکاسی و فیلم‌برداری گرفته تا مشاهده‌ی تصویر به‌صورت آنلاین از طریق لپ‌تاپ و موبایل. در آخر هم با استفاده از کتابخانه‌ی Motion نحوه‌ی ساختن دوربین مدار بسته‌ی حساس به حرکت را با هم دیدیم. از این قسمت به بعد، می‌خواهیم کمی تخصصی‌تر وارد دنیای برق و الکترونیک شویم. به طور دقیق‌تر، می‌خواهیم در هر قسمت با نحوه‌ی راه‌اندازی انواع سنسور و ماژول‌های کاربردی و مهم حوزه‌ی الکترونیک و IoT آشنا شده و سپس با مطالبی که یاد گرفتیم، یک پروژه‌ی DIY انجام بدیم. در قدم اول قصد داریم نحوه‌ی کار با GPIO های رزبری پای را با روش‌های مختلف بررسی کنیم. پس در بخش بعدی با من همراه باشید تا نحوه‌ی دستور دادن به پایه‌های رزبری پای را خیلی ساده و از ابتدا یاد بگیریم.

نظرات شما باعث بهبود محتوای آموزشی ما می‌شود. اگر این آموزش را دوست داشتید، همین‌طور اگر سوالی در مورد آن دارید، از شنیدن نظراتتان خوشحال خواهیم

