

Transmiterea fluxurilor de imagini la distanță

1. Scopul lucrării

Studiul transmiterii fluxurilor de imagini la distanță prin internet și a notificărilor declanșate de anumite evenimente cu ajutorul unei plăci de dezvoltare Raspberry Pi și a modului de cameră.

2. Echipamente necesare

- Stație de lucru:
 - Sistem de operare Windows
 - Utilitarul 7-Zip
 - UNetbootin, Rufus sau Etcher
 - Raspberry Pi
 - Modul de cameră sau cameră web USB
 - Card microSD/SD
 - Monitor HDMI / TouchScreen

3. Considerații teoretice

3.1. Modulul de cameră Raspberry Pi

Modulul de camera este disponibil în două versiuni, și anume: cu sau fără filtru pentru lumină infraroșie.

Caracteristicile mai importante ale modului de cameră:

- În Linux, driverul utilizat este V4L2 (Video4Linux2)
- Pentru varianta cu senzorul Sony IMX219, de 8 MP, rezoluțiile maxime (fără a pierde din câmpul vizual) sunt:
 - 3280x2464 pixeli la max. 15 cadre / secundă, aspect 4:3.
 - 1640x1232 pixeli la max. 40 cadre / secundă, aspect 4:3.
 - 1640x922 pixeli la max. 40 cadre / secundă, aspect 16:9.



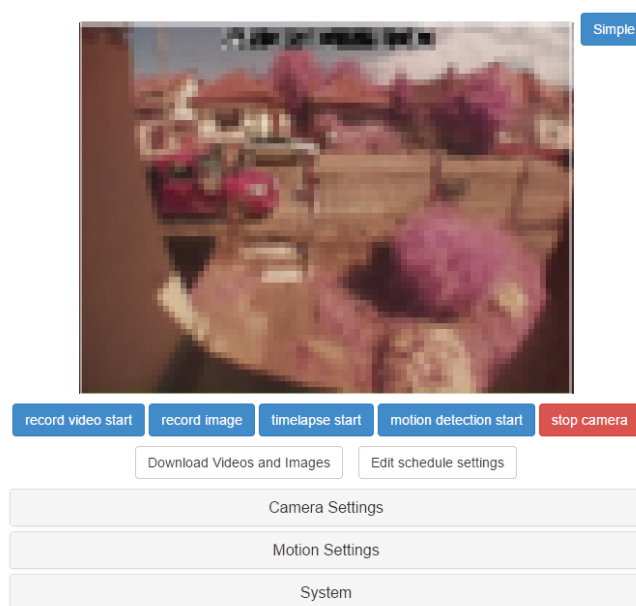
- Formate de imagine: JPEG, GIF, BMP și PNG.
- Pentru a controla camera se pot utiliza și utilitarele implicite: raspistill și raspivid.
- Imaginilor li se pot aplica efecte.
- Se poate controla modul de expunere, balansul de alb, rotirea imaginii etc.
- Există două tipuri de conectori, unul pentru RPi Zero și altul pentru celelalte modele.

3.2. Componente software pentru controlul modulului de cameră

Modulul de cameră poate funcționa cu următoarele soluții open-source:

- RPi Cam Web Interface
 - https://github.com/silvanmelchior/RPi_Cam_Web_Interface
 - <http://elinux.org/RPi-Cam-Web-Interface>
- mjpg-streamer
 - <https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer>

RPi Cam Web Interface – oferă o interfață web pentru controlul modulului de cameră Raspberry Pi. Prima versiune a proiectului a fost creată în 2013. Până în prezent, mai mulți dezvoltatori au adus contribuții la codul sursă și astfel proiectul a devenit cea mai completă soluție existentă de control prin interfață web a modulului de cameră. Datorită dezvoltatorilor dedicați, proiectul se află într-o continuă evoluție. Deoarece proiectul este publicat cu sursă deschisă, toate aspectele acestuia pot fi personalizate, în special paginile furnizate de serverul web.

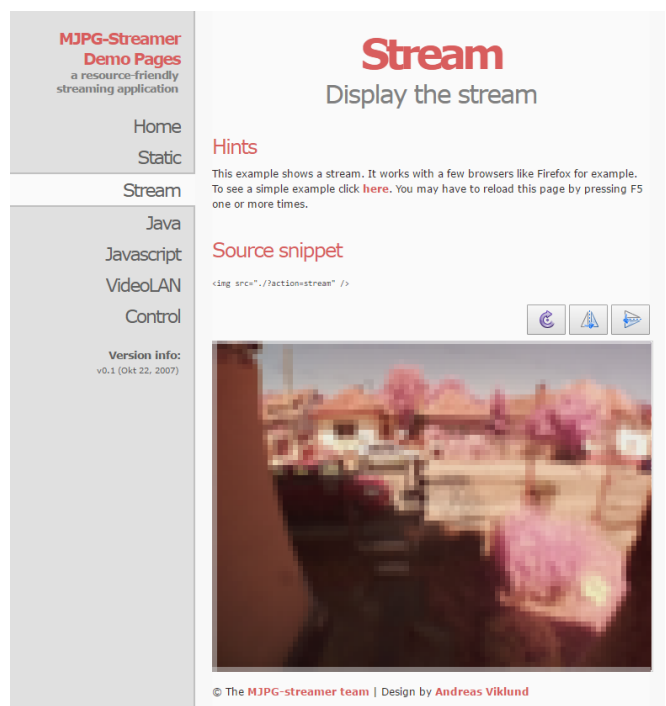


RPi Cam Web Interface – caracteristici și avantaje:

- Controlul unei previzualizări live, cu latență scăzută.
- Setările camerei pot fi controlate direct din interfață.
- Înregistrarea clipurilor video la rezoluție FullHD și salvarea acestora pe card, fără a întrerupe transmisia live.
- Înregistrări temporizate și scindate în segmente de lungimi fixe.
- Înregistrarea unei singure fotografii sau a unei secvențe întregi de fotografii la rezoluție maximă cu impact redus asupra performanței fluxului live.
- Vizualizarea, descărcarea sau ștergerea clipurilor video sau a fotografiilor, cu opțiunea de a manipula mai multe înregistrări deodată, inclusiv descărcarea lor în arhive zip.

- Declanșarea capturilor prin detecția mișcărilor folosind procese de detecție internă sau externă.
- Declanșarea capturilor în urma opțiunilor de programare a evenimentelor.
- Buffer circular pentru detecția evenimentelor ce au dus la detecția unei mișcări.
- Control în cazul utilizării mecanismelor de reglare a înclinării sau de declanșare a luminii suplimentare.
- Posibilitatea de a opri sau reporni întregul Raspberry Pi direct din interfața web.
- Suprapunerea unor adnotări personalizate asupra fotografiilor, a clipurilor video sau a vizualizării live.
- În cazul utilizării unui Compute Module, interfața web permite comutarea între cele două module de cameră ce pot fi atașate.
- Spre deosebire de mjpg-streamer, RPi_Cam_Web_Interface nu beneficiază de un server web încorporat, ci folosește unul dintre serverele web din lista următoare:
 - Apache.
 - Nginx.
 - Lighttpd.
- Extinderea funcționalităților prin utilizarea script-urilor macro, prin rularea unor secvențe de cod la anumite etape de utilizarea a aplicației web, cum ar fi: înaintea înregistrării unei imagini sau după înregistrarea acesteia, înainte sau după ce se înregistrează un clip video, în cazul detecției unei mișcări, în situații de eroare etc.

mjpg-streamer funcționează prin preluarea imaginilor în format JPG de la camera web compatibilă, de la sistemul de fișiere sau de la alte surse de intrare și transmiterea unui flux de imagini Motion JPEG prin protocolul HTTP. Acest flux poate fi redat în browsere web sau aplicații ce suportă fișiere video codate prin mjpg. De la prima versiune publicată, proiectul a primit contribuții de la mai mulți dezvoltatori. Acest proiect beneficiază de o aplicație web care explică modul de utilizare și demonstrează pe viu diferitele metode de accesare a fluxului Motion JPEG. Interfața web, spre deosebire de proiectul RPi Cam Web Interface, nu are nevoie de un server web separat. Ultimele versiuni suportă și modulul de cameră Raspberry Pi, cum se poate observa din următoarea listă de plugin-uri de intrare și de ieșire, conform codului sursă și documentației proiectului.



mjpg-streamer - caracteristici și avantaje:

- Usurință în utilizare și configurare.
- Oferă mai multe plugin-uri pentru intrare/ieșire, dintre care:
 - *input_raspicam* - folosește datele de intrare pentru flux de la modulul de cameră Raspberry Pi, acceptând majoritatea setărilor camerei prin linie de comandă.
 - *input_uvc* - permite captarea datelor în format JPEG direct de la camerele web conectate prin USB, dacă acestea sunt compatibile cu driverele V4L/V4L2 (Video4Linux și Video4Linux2), adică suportă USB Video Class (UVC). Setările disponibile acestui plugin de intrare, sunt următoarele:
 - *device* - În cazul în care există mai multe camere web conectate la același Raspberry Pi, acestea vor avea căi diferite - spre exemplu /dev/video0 și /dev/video1.
 - *resolution* - Valorile acceptate pentru rezoluția dispozitivului de intrare sunt fie de tipul 1280x720, fie stringuri sub forma SVGA, XGA, SXGA etc.
 - *fps* - Reprezintă numărul de cadre pe secundă și funcționează doar în formatul YUYV, dezactivând MJPEG.
 - *minimum_size* - Pentru situațiile în care camera web produce cadre de dimensiuni mici, în condiții de lumină joasă.
 - *every_frame* - Permite doar cadrelor numerotate să fie preluate.
 - *no_dynctrl* - Previne activarea controalelor din driverul Linux-UVC.
 - *led* - Oferă abilitatea de a activa, dezactiva sau de a configura LED-ului camerei să lumineze intermitent.
 - Există și alte setări de imagine, dar pot exista incompatibilități cu unele camere web.
 - *output_file* - Dacă se dorește salvarea imaginilor în format JPEG sau MJPG, se poate specifica un folder, întârzieri între cadre, sursa specifică, numărul maxim de imagini și se poate chiar executa o comandă odată ce salvarea s-a finalizat.
 - *output_http* - Acest plugin este esențial transmiterii unui flux MJPEG. Următorii parametri pot fi utilizați pentru configurarea acestui plugin:
 - *www* - Se va specifica folderul care conține paginile web ce vor fi susținute de serverul web intern.
 - *port* - Portul TCP al acestui server HTTP.
 - *credentials* - Permite utilizarea unui nume de utilizator și a unei parole.
 - *nocommands* - dezactivează execuția de comenzi.
 - *output_udp* - Oferă posibilitatea salvării unor cadre la primirea unui anumit mesaj printr-un pachet UDP.
 - *output_viewer* - Permite vizualizarea fluxului MJPEG într-o fereastră SDL (Simple DirectMedia Layer).

4. Desfășurarea lucrării

4.1. Instalarea sistemului de operare Raspbian (descrișă în laboratoarele anterioare)

4.2. Configurarea SSH (descrișă în laboratoarele anterioare)

4.3. Configurare WiFi

Se va accesa partiția boot conectând cardul de memorie la stația de lucru și se va crea fișierul `/boot/wpa_supplicant.conf`, pentru configurarea rețelei wireless. Conținutul acestui fișier va fi de forma:

```
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1
country=RO

network={
    ssid="lab_rpi"
    psk="laborator"
    key_mgmt=WPA-PSK
}
```

4.4. Activarea modulului de cameră

În cazul utilizării unui modul de cameră, este necesară activarea acestuia cu ajutorul utilitarului `raspi-config` (prin `sudo raspi-config`), apoi la Interfacing Options se va alege P1 Camera și Yes.

Tot în cadrul setărilor manipulate de `raspi-config`, se poate regla și fusul orar.

4.5. Instalare și configurare RPi Cam Web Interface

În cazul alegerii modului de cameră, se va instala aplicația `RPi_Cam_Web_Interface`, astfel:

- a. Se va descărca ultima variantă a codului din depozitul Git, prin următoarea comandă (pe o singură linie):

```
git clone https://github.com/silvanmelchior/RPi_Cam_Web_Interface.git RPiCamWebInterface
```

- b. Apoi, vom naviga în directorul nou creat, astfel:

```
cd RPiCamWebInterface
```

- c. Aici, va trebui să permitem executarea unui script și apoi să-l rulăm, astfel:

```
chmod +x install.sh
sudo ./install.sh
```

- d. În cadrul ecranului de configurare, va trebui să completăm următoarele:
 - a. serverul web: "lighttpd",
 - b. directorul: "RPiCamWebInt",
 - c. portul: "8081".

- e. Ultimul pas constă în repornirea sistemului:

```
sudo reboot
```

4.6. Instalare și configurare mjpg-streamer (optional)

În cazul alegerii unei camere web, se va instala MJPG-Streamer astfel:

- a. Se va descărca ultima variantă a codului din depozitul Git, astfel:

```
git clone https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer.git mjpg-streamer
cd mjpg-streamer/mjpg-streamer-experimental
```

- b. Apoi, în noul director, se va compila codul precizând necesitatea utilizării Video4Linux2 și apoi instala, astfel:

```
sudo apt-get install cmake libjpeg-dev
make USE_LIBV4L2=true clean all
sudo make install
```

- c. Dacă totul a decurs bine, pentru a putea lansa în execuție această aplicație la pornirea sistemului mai este nevoie de crearea fișierului /etc/systemd/system/rpicam.service cu conținutul următor:

```
[Unit]
Description=Raspberry MJPG-Streamer Service

[Service]
User=pi
Group=pi
Restart=on-failure
RestartSec=5
Environment="LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib/mjpg-streamer"
ExecStart=/usr/local/bin/mjpg_streamer -i 'input_uvc.so -d /dev/video0 -n -r 1280x960' -o 'output_http.so -n -w /usr/local/share/mjpg-streamer/www -p 8081' &

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

- d. Acum, se poate activa serviciul rpicam.service, astfel:

```
sudo systemctl enable rpicam.service
```

- e. Ultimul pas constă în repornirea sistemului: `sudo reboot`

4.7. Testare streaming

Pentru testare se poate utiliza fie un browser web capabil de redarea fluxurilor MJPEG, fie o aplicație mobilă folosită pentru vizionarea stream-urilor de la camere IP, cum ar fi:

- tinyCam Monitor FREE - IP camera viewer
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alexvas.dvr&hl=ro>

Adresa fluxului live:

- Dacă utilizăm MJPG-Streamer, atunci adresa va fi formată din:

IP:PORT + /?action=snapshot

Exemplu: <http://192.168.3.21:8081/?action=snapshot>

- Dacă utilizăm RPi_Cam_Web_Interface, atunci adresa va fi de forma:

IP:PORT + /cam_pic.php

Exemplu: http://192.168.3.21:8081/cam_pic.php

5. Întrebări și teme suplimentare