

Hands on met de Raspberry Pi

25 september 2013

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Benodigdheden	1
2	De Raspberry Pi opstarten	2
2.1	De Raspberry Pi connecteren	2
2.2	Initiële configuratie	2
2.3	Inloggen	4
2.4	WiFi configureren	4
3	Opdrachten	5
3.1	De Raspberry Pi Camera module	5
3.1.1	De camera module connecteren	5
3.1.2	Foto's nemen met de camera module	6
3.1.3	Video's maken met de camera module	6
3.2	De afstandssensor	7
3.2.1	Werking van de GPIO pinnen	7
3.2.2	Werking van de afstandssensor	8
3.2.3	Connecteren van de afstandssensor	8
3.2.4	Sensor waarden uitlezen met Python	9
3.2.5	Sensor waarden uitlezen met Java	11

1 Inleiding

In dit document wordt eerst beschreven hoe je de Raspberry Pi moet verbinden met de verschillende randapparatuur, hoe je de Raspberry Pi aanzet, en hoe je de Raspberry Pi de eerste keer configureert. Daarna wordt beschreven hoe je met de camera en de afstandssensor aan de slag kan.

1.1 Benodigdheden

De volgende items zouden zeker in je kit moeten zitten:

1. Raspberry Pi Model A
2. HDMI naar DVI kabel

3. SD kaart
4. Muis & toetsenbord
5. USB Hub
6. USB WiFi dongle
7. Raspberry Pi camera
8. Micro USB adapter

2 De Raspberry Pi opstarten

Dit hoofdstuk beschrijft hoe je de Raspberry Pi moet aansluiten op alle randapparatuur. Daarna zal de Raspberry Pi opstarten. Indien het de eerste keer is dat je Raspbian opstart moeten er een aantal zaken geconfigureerd worden.

2.1 De Raspberry Pi connecteren

Voor je de Raspberry Pi voor het eerst opstart moet je het toestel connecteren met alle randapparatuur. De Raspberry Pi heeft geen aan/uit knop. De Pi zal opstarten zodra er stroom is.

SD kaart Het slot voor de SD kaart zit onderaan de Raspberry Pi. Schuif de SD kaart met de contactpunten naar boven in het slot.

Monitor Kies bij voorkeur een monitor met een vrije DVI ingang. Op die manier hoef je geen kabels uit te trekken. Kies de DVI ingang als *source* voor de monitor.

USB toestellen Sluit de USB hub aan op de USB poort van de Raspberry Pi. Je gebruikt hiervoor de stekker waaruit twee draden vertrekken. De Wifi dongle, het toetsenbord en de muis sluit je aan op de USB Hub.

Micro USB adapter Connecteer de Micro USB adapter met de Raspberry Pi. De Raspberry Pi zal nu opstarten. Je ziet een gekleurd vierkant op het scherm verschijnen gevolgd door de Linux boot sequentie.

2.2 Initiële configuratie

Wanneer je Raspbian voor het eerst opstart kom je na de start up in de `raspi-config` configuratie tool. Met deze tool kan je een aantal Raspberry Pi specifieke configuratie instellingen wijzigen.

Als Raspbian reeds is opgestart van op deze SD kaart zal `raspi-config` niet geladen worden en zal je in de plaats daarvan het login scherm zien. Normaal gezien zijn alle instellingen reeds in orde gebracht.

Als je de `raspi-config` tool per ongeluk verlaat kan je deze terug starten door het volgende commando in de console te typen:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo raspi-config
```

Filesystem uitbreiden Wanneer de Raspbian software op de SD kaart wordt gezet neemt deze niet de ganse SD kaart in beslag. Om meer plaats te hebben in je filesystem kan je het uitbreiden.

1. Kies optie 1 Expand Filesystem.
2. Even later verschijnt normaal de bevestiging dat de root partitie groter is gemaakt.
3. Druk op *enter*.

Correcte toetsenbord layout kiezen De standaard instellingen voor de toetsenbord indeling komt niet overeen met het toetsenbord dat jullie gekregen hebben. Je moet het juiste toetsenbord selecteren door je instelling steeds verder te verfijnen.

1. Kies optie 4 Internationalisation Options.
2. Kies vervolgens I3 Change Keyboard Layout.
3. Selecteer Generic 105-key (Intl) PC in de lijst met modellen.
4. Selecteer Other in de lijst met keyboard layouts.
5. Selecteer English (US).
6. Selecteer English (US) (helemaal bovenaan).
7. Selecteer The default for the keyboard layout.
8. Selecteer No compose key
9. Selecteer <Yes> om via Control+Alt+Backspace de X server te kunnen stoppen.

De nieuwe instellingen zijn onmiddellijk van kracht.

Camera activeren Om later de camera te kunnen gebruiken moet deze eerst geconfigureerd worden. Deze wijziging zal pas actief zijn na een reboot.

1. Kies optie 5 Enable Camera.
2. In de volgende dialoog kies je voor <Enable>.

SSH activeren Op termijn is het eenvoudiger om op de Raspberry Pi in te loggen via SSH. Op die manier kan je van op je eigen computer werken en kunnen meerdere gebruikers tegelijk de Raspberry Pi gebruiken.

1. Kies 8 Advance Options.
2. Kies A4 SSH.
3. Kies <Enable>.
4. Je krijgt de bevestiging dat de SSH server vanaf nu geactiveerd is.

Rebooten Nadat je de nodige configuratie instellingen hebt aangepast kan je best je Raspberry Pi rebooten. Selecteer <Finish> om `raspi-config` te beëindigen. Kies nadien voor <Yes> om te rebooten.

2.3 Inloggen

De Raspbian distributie komt met een standaard gebruiker: `pi` en paswoord `raspberrypi`. Na het inloggen kom je in de standaard Linux console. Je kan de grafische gebruikers interface starten met:

```
pi@raspberrypi ~ $ startx
```

2.4 WiFi configureren

Om je WiFi connectie te configureren kan je een grafische configuratie tool gebruiken (`wpa_gui`). De snelkoppeling op je bureaublad werkt echter niet. De tool heeft `root` rechten nodig.

Open *LXTerminal* via de snelkoppeling op je bureaublad. Je krijgt een console te zien. Je kan de configuratie tool als `root` starten met het volgende commando:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo wpa_gui
```

In het venster dat opent klik je op de *Scan* knop onderaan. Er opent zich een nieuw venster *Scan results*. Hier moet je weer op de knop *Scan* drukken om te scannen naar beschikbare WiFi netwerken.

Kies het *eduroam* netwerk in de lijst door er op te dubbelklikken. Dit opent een configuratie venster voor het *eduroam* network.

Op de KULeuven ICTS pagina <https://admin.kuleuven.be/icts/english/wifi/eduroam-ubuntu> vind je hoe je het eduroam netwerk kan instellen op een Ubuntu Linux. Het merendeel van de instellingen is identiek op Raspbian. Table 1 geeft een overzicht van de configuratie nodig voor eduroam.

SSID	eduroam
Authentication	WPA2-Enterprise (EAP)
Encryption	CCMP
EAP method	PEAP
Identity	xxxxxxxxx@kuleuven.be
Password	your-password
CA certificaat	<i>blanco laten</i>

Tabel 1: Configuratie voor het eduroam netwerk in `wpa_gui`. Het *CA certificaat* veld mag blanco blijven.

3 Opdrachten

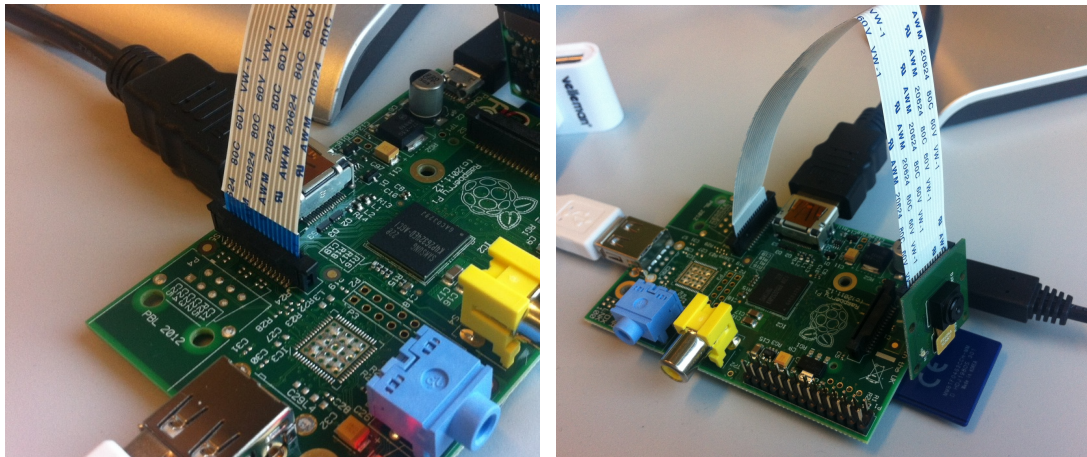
Dit hoofdstuk beschrijft een aantal opdrachten die je helpen vertrouwd te worden met de camera en de afstandssensor.

3.1 De Raspberry Pi Camera module

Je kan foto's en video's nemen met de Raspberry Pi camera module met behulp van respectievelijk het `raspistill` en `raspivid` commando.

3.1.1 De camera module connecteren

De kabel komende van de camera module moet verbonden worden met de connector vlak naast de HDMI aansluiting. De kant met het blauwe kleeflint moet *weg* wijzen van HDMI connector. De kant met de metalen connectors moet *naar* de HDMI connector wijzen (Figuur 1).



Figuur 1: De kant met het blauwe kleeflint moet *weg* wijzen van HDMI connector. De kant met de metalen connectors moet *naar* de HDMI connector wijzen.

Nadat je de camera hebt aangesloten moet je de Raspberry Pi herstarten. Dit kan je doen door in een console het volgende commando te geven:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo reboot
```

Dit roept het reboot commando aan als root gebruiker.

Wanneer de Raspberry Pi opnieuw is opgestart moet je opnieuw inloggen en de grafische omgeving starten met startx.

3.1.2 Foto's nemen met de camera module

Met het commandline programma raspistill kan je foto's nemen.

```
pi@raspberrypi ~ $ raspistill -o image.jpg
```

Na het geven van dit commando komt er op het scherm een preview van de foto. Na 5 seconden preview wordt er een foto genomen en bewaard in de image.jpg file in je huidige directory.

Je kan de foto nu bekijken met het volgende commando:

```
pi@raspberrypi ~ $ gpicview image.jpg
```

of door in een file browser naar het foto bestand te navigeren en het zo te openen.

Het raspistill commando heeft erg veel opties. Een overzicht van alle opties krijg je door het volgende commando uit te voeren.

```
pi@raspberrypi ~ $ raspistill --help
```

3.1.3 Video's maken met de camera module

Met het commandline programma raspivid kan je video's opnemen. Het volgende commando maakt een video van 10 seconden en schrijft deze video weg in het video.h264 bestand.

```
pi@raspberrypi ~ $ raspivid -o video.h264 -t 10000
```

Je kan de video bekijken met de omxplayer player:

```
pi@raspberrypi ~ $ omxplayer video.h264
```

Net als raspistill heeft raspivid veel configuratie opties. Je krijg een overzicht van al deze opties met het commando:

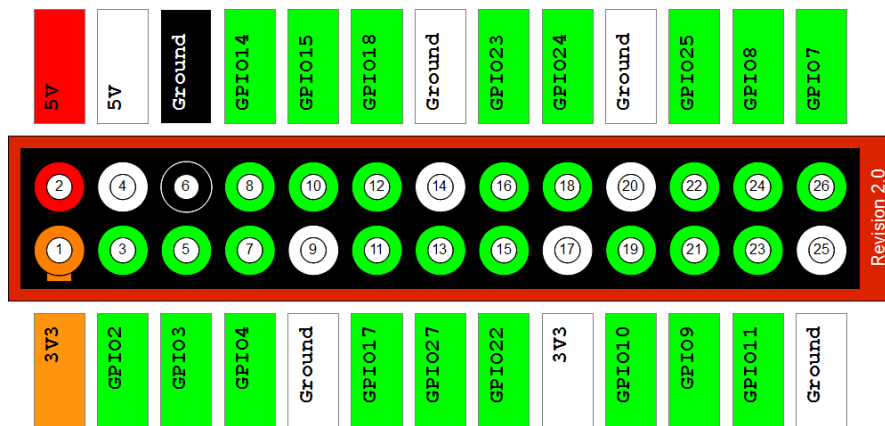
```
pi@raspberrypi ~ $ raspivid --help
```

3.2 De afstandssensor

In dit deel wordt beschreven hoe je waarden van de afstandssensor uitleest met behulp van Python of Java. Om te werken met de afstandssensor moet je gebruik maken van de GPIO pinnen.

3.2.1 Werking van de GPIO pinnen

De Raspberry Pi heeft in totaal 26 GPIO pinnen. Hiervan kunnen er 17 gebruikt worden voor algemene in- en uitvoer. Figuur 2 toont de verschillende pinnen.



Figuur 2: De verschillende GPIO pinnen. De pinnen worden op twee verschillende manieren benoemd: op basis van hun fysieke locatie (nummer in de cirkels) of op basis van hun connectie met de CPU (de GPIOXX labels in het groen).

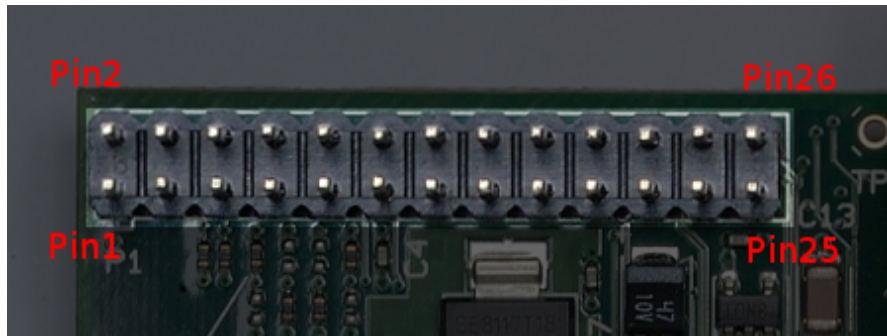
Pin 1, links onderaan Figuur 2, heeft onderaan een rechthoekig symbool. Pin 1 op de Raspberry Pi heeft hetzelfde symbool.

De pinnen kunnen op twee manieren benoemd worden. Op basis van de fysieke locatie van de pin en op basis van de connectie met de CPU. De fysieke locatie wordt als volgt bepaald: De pin met symbool, onderaan links is pin 1. De pin daarboven is pin 2. De pin rechts van pin 1 is pin 3. De pin boven pin 3 is pin 4. En zo verder. De fysieke pin nummers worden getoond in Figuur 3.

De alternatieve benaming voor de pinnen is gebaseerd op hun connectie met de CPU. Zo is de pin op plaats 3 verbonden met ingang 2 van de CPU, en de pin op plaats 5 is verbonden met ingang 3 van de CPU. Deze pinnen krijgen dus respectievelijk de labels GPIO2 en GPIO3.

Figuur 2 toont de mapping tussen beide benamingen. Enkel de pinnen met een groen label zijn verbonden met de CPU en hebben een GPIO label. Enkel deze pinnen kunnen gebruikt worden voor in- en uitvoer.

De GPIO pinnen kunnen werken in twee verschillende modi. Ze werken als invoer of als uitvoer. Van een pin in invoer modus kan je in je software lezen of er spanning ten opzichte van de aarding op staat. Op een pin in uitvoer modus kan je een spanning ten opzichte van de aarding plaatsen.



Figuur 3: De fysieke pin nummering

De GPIO pinnen, de groene pinnen in Figuur 2, mogen niet gebruikt worden om stroom te leveren. Ze dienen enkel maar om een signaal te geven. Omwille van hun rechtstreekse verbinding met de CPU kan een te grote stroom doorheen deze pinnen leiden tot schade aan de CPU.

De overige pinnen, de 3V3, 5V en Ground pinnen mogen wel gebruikt worden om stroom aan sensoren te leveren. Ze kunnen echter enkel de door de Raspberry Pi ongebruikte stroom leveren. Als de Micro USB adapter 500 mA levert en de Raspberry Pi 300 mA verbruikt kunnen de pinnen samen maar 200 mA leveren. Voor sensoren zoals de afstandssensor is dit voldoende, voor het aansturen van een motor is dit wellicht niet voldoende.

3.2.2 Werking van de afstandssensor

De HC SR04 afstandssensor heeft 4 pinnen, gelabeld *Vcc*, *Trig*, *Echo* en *Gnd*. De buitenste twee, *Vcc* en *Gnd*, dienen om de sensor van stroom te voorzien. De binnenste twee, *Trig* en *Echo*, dienen respectievelijk om de sensor te activeren en uit te lezen.

Wanneer via een GPIO pin in uitvoer modus een signaal gegeven wordt aan de *Trig* pin zal de sensor een korte ultrasone puls verzenden. Nadien zal de sensor een spanning plaatsen op de *Echo* pin. Deze spanning kan gedetecteerd worden met een GPIO pin in invoer modus. De duur van de spanning komt overeen met de tijd die het signaal nodig had om het dichtsbijzijnde object te bereiken, te weerkaatsen en terug te keren naar sensor¹. Door de lengte van het signaal te meten (Δt) kan je dus de afstand tot het object berekenen (d) met de formule:

$$d = \frac{\Delta t * v_{snd}}{2} \quad (1)$$

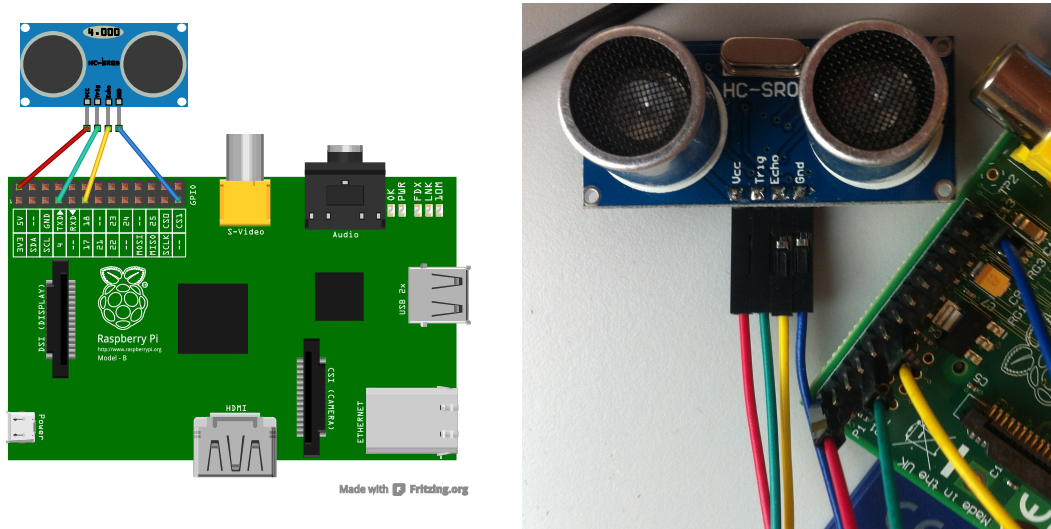
De snelheid van het geluid, v_{snd} in de formule, is 340 m/s. Om de afstand in centimeters te bereken op basis van een tijdsduur in microseconden (μs) volstaat het dus Δt te vermenigvuldigen met 0.017.

3.2.3 Connecteren van de afstandssensor

Connecteer de *Vcc* pin van de sensor met pin 2 (5V) van de Raspberry Pi. Connecteer de *Gnd* pin van de sensor met pin 25 (Ground) van de Raspberry Pi. Connecteer de *Trig* pin van de

¹url: <http://elecfreaks.com/store/download/HC-SR04.pdf>

sensor met pin 7 (GPIO4) van de Raspberry Pi. En connecteer tot slot de *Echo* pin van de sensor met pin 11 (GPIO17). De uiteindelijke connecties moeten overeen komen met Figuur 4.



Figuur 4: De verbinding tussen de afstandssensor en de Raspberry Pi

3.2.4 Sensor waarden uitlezen met Python

Listing 1 toont de code nodig om de afstandssensor uit te lezen op de Pi. Je kan deze code ook op het internet bekijken op <https://gist.github.com/rutgerclaes/6701244>. Om de code snel op de Pi te krijgen kan je volgend command gebruiken:

```
pi@raspberrypi ~ $ wget -O distance.py http://goo.gl/X9ot8j
```

Listing 1: distance.py

```
#!/usr/bin/env python

# Import time module to keep track of time
import time

# Import RPi.GPIO module to access GPIO pins
import RPi.GPIO as GPIO

# Set the pins we use
# -----
# Here we use the BCM notation. This is the notation corresponding
# to the GPIO labels. 17 means GPIO17, 4 means GPIO4.
echo_gpio = 17
trig_gpio = 4

# Initiate the GPIO pins
# -----
# First we set the addressing mode to BCM, corresponding to how we
# have setup the echo_gpio and trig_gpio variables.
```

```

#
# Next we set the echo gpio in input mode and the trig_gpio in
# output mode. Finally, we set the output signal on trig_gpio to
# False, meaning no signal.
#
# For more information about the RPi.GPIO module check out:
# http://pypi.python.org/pypi/RPi.GPIO
GPIO.setmode( GPIO.BCM )
GPIO.setup( echo_gpio, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN )
GPIO.setup( trig_gpio, GPIO.OUT )
GPIO.output( trig_gpio, False )

# Setup some other variables
# -----
loop = True                # Infinite loop
trig_duration = 0.0001     # Trigger duration
inttimeout = 2100          # Timeout on echo signal
v_snd = 340.29             # Speed of sound in m/s

# Wait for 2 seconds for the ultrasonics to settle
# -----
# Probably not needed...
time.sleep( 2 )

while loop:
    # Trigger trig_gpio for trig_duration
    GPIO.output( trig_gpio, True )
    time.sleep( trig_duration )
    GPIO.output( trig_gpio, False )

    # Wait for the echo signal (or timeout)
    countdown_high = inttimeout
    while ( GPIO.input( echo_gpio ) == 0 and countdown_high > 0 ):
        countdown_high -= 1

    # If we've gotten a signal
    if countdown_high > 0:
        echo_start = time.time()

        countdown_low = inttimeout
        while( GPIO.input( echo_gpio ) == 1 and countdown_low > 0 ):
            countdown_low -= 1
        echo_end = time.time()

        echo_duration = echo_end - echo_start

    # Display the distance, unless there was a timeout on
    # the echo signal
    if countdown_high > 0 and countdown_low > 0:
        # echo_duration is in seconds, so multiply by speed
        # of sound. Divide by 2 because of roundtrip and
        # multiply by 100 to get cm instead of m.
        distance = echo_duration * v_snd * 100 / 2
        print "Distance_=" + str( distance ) + "cm"
    else:
        print "Timeout"

# Wait before retriggering
time.sleep( 1 )

```

Je kan het `distance.py` programma aanpassen met een editor zoals `leafpad`. Nadien moet je het script uitvoerbaar maken en uitvoeren als `root`.

```
pi@raspberrypi ~ $ chmod +x distance.py
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./distance.py
```

Van zodra het programma gestart is zie je de afstandswaarden voorbij komen. Je kan het programma afsluiten met `Ctrl+c`.

3.2.5 Sensor waarden uitlezen met Java