

—● A Poor Man's Smart Doorbell – deel 2 ●—

André Reinink

Of toch maar ouderwets belletje trekken?

In dit artikel deel 2 van mijn project.



Bron: <http://saltooo.be>

Even de draad weer oppakken

In de SoftwareBus 2023-4 beschreef ik in een artikel hoe je met een beetje elektronica, een NodeMCU en Arduino-software een simpele, digitale deurbel kon maken. Of anders omschreven:

'Hoe je met een druk op jouw deurbel een berichtje krijgt dat er iemand aan jouw voordeur staat.'

Ik sloot het artikel af met een 'Teaser'.



De foto liet natuurlijk niet echt veel aan de verbeelding over. Op de foto zie je mijn hand met daarin een camera. De camera zelf heeft nog een beschermfolie. Het rode stukje plastic is om de beschermfolie te verwijderen. Cameratype: OV2640, 2MP, resolutie 1600x1200 pixels.

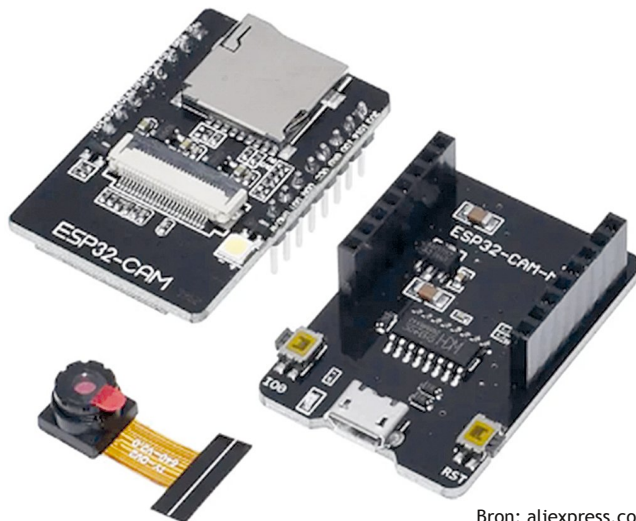
Ik schreef in het vorige artikel ook over Random Nerd Tutorials van Rui en Sara Santos uit Portugal.

RANDOM NERD TUTORIALS

Tijdens het schrijven van het vorige artikel stootte ik op een project van hun met een camera. Ze hebben projecten over 'streaming', een 'foto-album' en ook een project waarin ze beschrijven hoe je een foto kunt nemen met de camera, en de foto dan per e-mail kunt doorsturen. Zij zagen er geen bijzondere toepassing voor, maar ik wel. Daarom heb ik tijdens het maken van het vorige artikel een extra contact voorzien op de experimenteer-printplaat.

De camera maakt mijn project compleet

De getoonde camera kun je overal wel vinden op de bekende elektronica-sites. In principe koop je de delen los. Een eerste optie is een printplaat met camera-adapter en een losse camera. Een tweede optie is een printplaat met camera-adapter, een camera en een los moederbord. De derde optie is met een antennekabel en antenne.



Bron: aliexpress.com

Links boven de feitelijk cameramodule, links onder de camera, en rechts het 'moederbord'.

In principe heb je die laatste twee opties niet nodig. Je kunt volstaan met de eerste optie. Maar de tweede optie geeft je de mogelijkheid om de module te programmeren zonder dat je extra handelingen hoeft uit te voeren t.b.v. de programmeer-interface, de zogenaamde 'flashmode'.

Zonder het moederbord moet je de cameramodule eerst handmatig in de programmeerstand brengen. Dat is op zich niet zo'n probleem. Maar de schakelaar daarvoor is zo klein dat ik er een optische prothese, eh... vergrootglas, voor nodig heb.

En een antennekabel en antenne is op zich niet verkeerd 'voor het geval dat'.

Laat ik er niet te moeilijk over doen: de derde optie, een complete set, kost een kleine 8 euro¹. De module ondersteunt trouwens ook bluetooth. Ik koop twee setjes.

De eerste, voorbereidende stappen

In ongeveer twee weken had ik de camera thuis. Alles keurig verpakt. Maar pas op: de antennekabel en de connector zijn flinterdun. Uitkijken bij het openen van de envelop dus. Vermoedelijk was ik iets te enthousiast. Nat het openen van de bubbeltjes envelop met een schaar vond ik een antennekabel zonder connector. En ik weet zeker dat ik heel voorzichtig ben geweest. Ik waag er nog een respons aan bij de verkoper, maar het antwoord was te verwachten: 'Je moet voorzichtig zijn bij het openen van de envelop'. Tja, dat kon ik verwachten.

Bron: aliexpress.com



Het moederbord en de eigenlijke printplaat met camera-adapter zijn al 'voorgemonteerd' aangeleverd. De antenne laat ik voorlopig even ongemonteerd. Eerst even uitproberen hoe goed de netwerkvangst is zonder externe antenne.

Bijna vergeten te vertellen

Het is dus een ESP32-module inclusief wifi met daarop de camera geplaatst. 'Wondere wereld der micro-elektronica' zou Chriet Titulaer zeggen. Ken je Chriet niet? Bezoek dan de Wikipedia-pagina² en je vergeet de man en zijn baard nooit meer. De volgende uitdaging is het plaatsen van de feitelijke camera. Voordat je thuis gaat prutsen met een kleine schroevendraaier of pincet, bekijk deze video³.

Ten slotte moet ik nog even een micro SD-kaartje in mijn mini-Mancave opzoeken. Gelukkig heb ik er nog een paar van 16 GB liggen. Deze SD-kaart wordt gebruikt als tijdelijke opslag voor de foto die genomen wordt en die aansluitend verstuurd wordt. Na succesvol nemen van de foto en succesvol versturen wordt de tijdelijke foto gewist. Het kaartje plaats ik in de sleuf voor de micro SD-kaart. Nu kan het feestje beginnen. Fired Up! Ready to go!

Arduino

Ik besluit ook dit project uit te voeren m.b.v. Arduino. Het is ook mogelijk via andere software zoals Micro-Python. De ESP32 is redelijk universeel. Het artikel van Rui en Sara Santos vind je hier⁴. Terwijl ik bezig ben met het uitbreiden van mijn 'slimdeurbel' zie ik dat Rui en Sara een e-book hebben uitgegeven, specifiek over de ESP32-camera. Persoonlijk vind ik dat je als hobbyist dergelijke initiatieven zou moeten steunen. Daarom koop ik het e-book via hun website⁵.

Arduino IDE - Integrated Develop Enviroment

Terug naar het artikel.

Allereerst moet je ervoor zorgen dat de Arduino IDE, integrated development environment, geïnstalleerd is op jouw pc. In het vorige artikel heb ik daar al het nodige over geschreven. Pak het vorige artikel er even bij als je aan de slag gaat.

Arduino ESP Mail Client

Omdat, net als bij het vorige project, er een e-mail verstuurd wordt, gebruikt Rui ook hier de ESP Mail Client van Mobizt. Deze wordt zeer regelmatig, soms zelfs dagelijks geüpdatet. Rui geeft specifiek aan dat de ESP Mail Client gebruikt moet worden en niet de ESP32 Mail Client. Binnenkort wil ik uitzoeken of de ESP32-uitvoering ook werkt. Het gebruik van de juiste bibliotheken is essentieel bij Arduino.

Arduino boardmanager

Ook essentieel is de 'boardmanager'. De boardmanager zorgt er voor dat je een keuze kunt maken met welk 'boardje' je het project uitvoert.

Voor dit project is de 'ESP32' boardmanager van Espressif Systems de correcte keuze. Met het toevoegen van deze boardmanager is de basis voor het project gereed.

Aansluiten van de module

De ESP32 camera zit op het moederbord geklikt, de 'kabel' van de camera is in de connector geschoven en het schuifje van de connector is 'dichtgedrukt'. Beschermfolie verwijderen en ten slotte nog de ene kant van USB-kabel in de USB-connector van de ESP32-camera drukken en de andere kant van de kabel in een vrij USB-poort van de pc stoppen.

Selecteren van de juiste module en verbinding

In de Arduino IDE zoek ik onder 'Tools' naar het juiste boardje onder 'ESP32 Arduino' naar een passend boardje. Rui neemt in zijn project een 'AI Thinker ESP32-CAM' als boardje. Ik volg hem daarin. Volgens mij zijn veel, heel veel, boardjes fysiek hetzelfde maar hebben ze een andere naam. Ik zie nu ook dat in de Arduino IDE onder 'Tools' en 'Port' er een verbinding is ontstaan. Nu dit allemaal werkt is het ook mogelijk om een programma, een sketch, zoals Arduino het noemt, te uploaden. Makkie toch?

Code uploaden

Rui heeft alles duidelijk gedocumenteerd op zijn website. Als eerste zullen we een netwerkverbinding moeten instellen. De ESP32-camera moet via een draadloze netwerkverbinding de foto per e-mail versturen. Daarvoor moeten we de zogenaamde 'Network Credentials' invullen.

```
const char* ssid = "REPLACE_WITH_YOUR_SSID";
const char* password = "REPLACE_WITH_YOUR_PASSWORD";
```

Vervolgens moeten we de juiste inloggegevens voor de ESP Mail Client invullen.

Rui gebruikt in zijn demo-project een Gmail-adres. Ik besluit een CUMail e-mail-adres te gebruiken. Duidelijke instructies hoe je dat kunt doen vind je hier⁶. Het mag duidelijk zijn wat je in de definities moet invullen. Bij 'emailSubject' kun je vast wel een betere, leukere of originelere tekst bedenken.

```
#define emailSenderAccount "SENDER_EMAIL@gmail.com"
#define emailSenderPassword "YOUR_EMAIL_APP_PASSWORD"
#define smtpServer "smtp.gmail.com"
#define smtpServerPort 465
#define emailSubject "ESP32-CAM Photo Captured"
#define emailRecipient "YOUR_EMAIL_RECIPIENT
@example.com"
```

Vul de naam van je netwerk in en het bijbehorende wachtwoord. Als je je netwerk dichtgetimmerd hebt met bijvoorbeeld een MAC-adresfilter zul je de nieuwe verbinding eerst moeten toestaan.

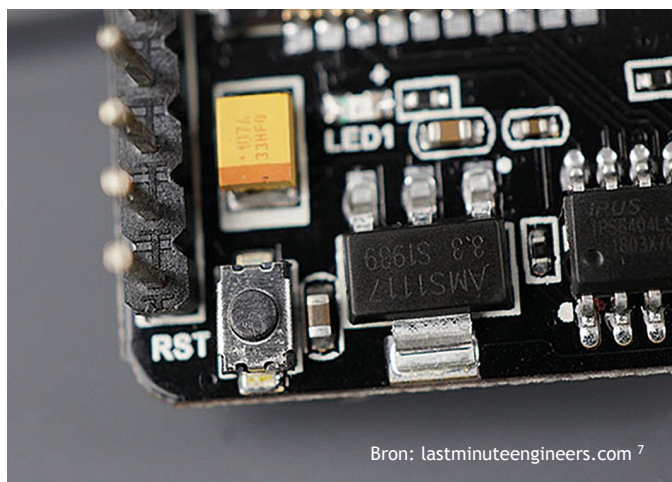
Toegang geven via je router

Normaliter gaat het toegang geven tot je netwerk via je router. In mijn geval de Fritz!Box. Ik geef toestemming om een draadloze verbinding te maken. Als de verbinding eenmaal is gemaakt, voeg ik het MAC-adres toe en zet ik het wifi-netwerk weer op slot.

In de Arduino IDE heb ik de benodigde gegevens aangepast en ik start de uploadfunctie. Arduino compileert de code zonder foutmelding. Aansluitend upload ik de code in de ESP32-module.

Een eerste test

De werking van de schakeling is als volgt. Door op de resetknop te drukken van ófwel de camera-module ófwel het moederbord, wordt de software geïnitieerd. De camera maakt een foto, en die wordt daarna op de micro-SD-kaart opgeslagen. De module maakt verbinding met het draadloze netwerk. Vervolgens wordt er een e-mail opgesteld met daarin de foto die zojuist gemaakt is. De actuele tijd wordt via een tijdserver opgehaald. Tijdens dit proces wordt er m.b.v. de tijdserver een tijdstempel aangebracht.



Bron: lastminuteengineers.com ⁷

Het is mijn bedoeling om de resetknop te vervangen door het extra contact op de printplaat.

Als er iemand aanbelt worden er dan, althans dat is mijn plan, twee e-mails verstuurd. Een met de melding dat er aangebeld is. Een tweede e-mail met een foto van de beller. Eerst maar eens alleen de camera-module aansluiten op de printplaat.

Als ik op de resetknop druk lijkt er het e.e.a. te gebeuren. Maar helaas nog geen bericht in mijn mailbox.

Voor dit soort zaken heeft Arduino een zogenaamde 'Serial Monitor' aan boord. Deze is te vinden onder 'Tools' in de Arduino IDE. Ook kun je de sneltoets Ctrl+Shift+M gebruiken. Ik open de Serial Monitor en druk nogmaals op de resetknop. Ik zie dat de software weliswaar gestart wordt, maar dat er geen netwerkverbinding tot stand gebracht wordt. Terug naar de 'sketch'. Ik zie dat ik de netwerknaam van het draadloze netwerk niet helemaal correct ingegeven heb. Ik

corrigeer de netwerknaam en probeer het opnieuw. Dit keer wordt er wel een netwerkverbinding gemaakt. Maar ook nu geen bericht in mijn mailbox.

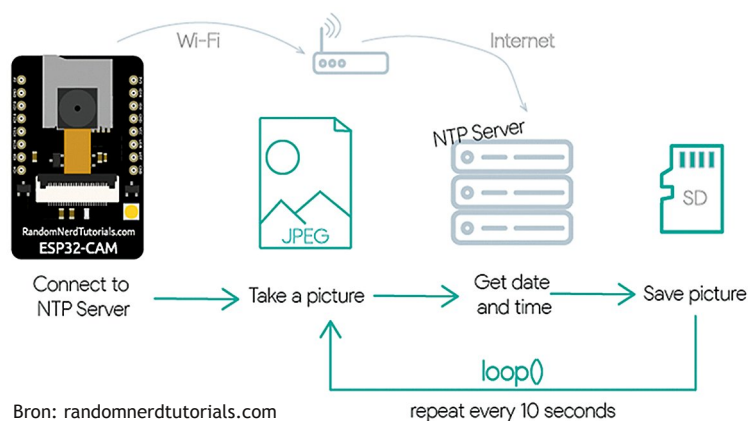
Verder puzzelen

Opnieuw open ik de Serial Monitor en druk ik de resetknop in. Ik zie dat de foto gemaakt wordt en dat de verbinding nu wel tot stand gebracht wordt.

Maar het versturen van het bericht met de foto lukt niet. In de Serial Monitor zie ik dat het misgaat na het maken van de foto. Ook het gedeelte van de software waarin het tijdstempel van de tijdserver aan het bestand gekoppeld wordt vindt niet plaats. De foto zelf wordt uiteindelijk automatisch verwijderd. Wat nu?

Trial and error - even een andere benadering

Rui heeft nog meer projecten waarbij een foto gemaakt wordt. Bijvoorbeeld volgens deze opzet:



Bron: randomnerdtutorials.com

repeat every 10 seconds

Elke 10 seconden wordt er een foto gemaakt en op de micro-SD-kaart opgeslagen. Dit project laad ik in de tweede camera-module die ik gekocht had.

Ik probeer dit project uit en bekijk de inhoud van de micro-SD-kaart. Keurige foto's zijn er te zien.

Nog verder puzzelen

Ik weet nu dus dat de camera-module in combinatie met de micro-SD-kaart kan werken. Hmm, wat nu?

Ik besluit om andere 'Network Credentials' en andere inloggegevens te gaan gebruiken.

I.p.v. CUMail gebruik ik mijn gegevens van HCCnet. Ook nu wordt de code wordt foutloos gecompileerd.

Daarna upload ik de code in de camera-module.

Na zo'n 30 seconden is de camera 'ready for action'.

Ik druk op de resetknop en wacht in spanning af.

Een paar seconden later ploft er een mailtje in mijn mailbox. Nu maar hopen dat het een mailtje is dat hoort bij de camera-module...

Yes! Ik heb een 'prachtige' selfie in mijn mailbox.

Maar: waarom werkt het via HCCnet wel en via CUMail niet? Hoe kom ik daar nu achter?

Mr. CUMail

Simpel, je vraagt het aan Mr. CUMail: Hans Lusing. Inmiddels had ik de gegevens weer aangepast naar de CUMail-instellingen. Hans geeft aan dat hij uit mijn diagnosebijlage ziet dat HCCNet en CUMail verschillende mailserver-software gebruiken. Maar daarmee is het raadsel nog niet opgelost. Hans geeft verder aan dat hij mogelijk meer kan zeggen als hij de exacte datum en tijd van het bericht weet.

Ik druk weer op de resetknop. Ik geef Hans de exacte tijd door van het bericht en vraag hem of er iets zinnigs over te zeggen is.

Hans meldt dat hij iets gevonden heeft dat mogelijk de oorzaak van het probleem is. Hij adviseert mij om de volgende regel in de code aan te passen:

```
message.enable.chunking = true;
```

in:

```
message.enable.chunking = false;
```

Ik begrijp daaruit dat de CUMailserver anders omgaat met 'chunking'. Het zal te maken hebben met het in delen versturen van de afbeelding.

Ik pas de code opnieuw aan en upload de code. De resetknop druk ik in en even later ontvang ik een miltje met foto via CUMail.

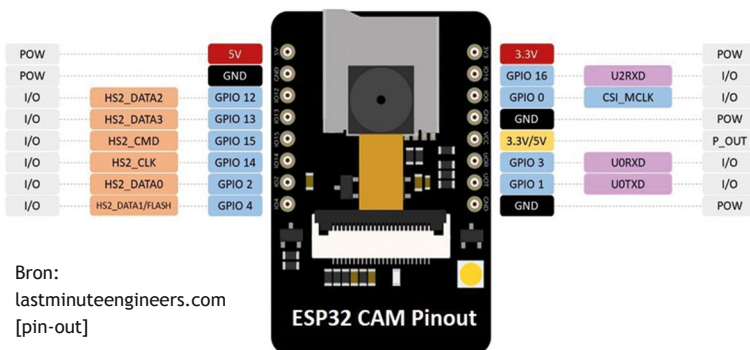
Natuurlijk heb ik Hans hierna bedankt voor zijn hulp.

Resetknop aanpassen

Je hebt kunnen lezen dat alles naar behoren werkt. Maar ik heb nog niet beschreven hoe ik het probleem met de resetknop heb aangepakt.

Want een beller kan natuurlijk niet op de resetknop drukken. Daarvoor moest ik nog een oplossing zoeken.

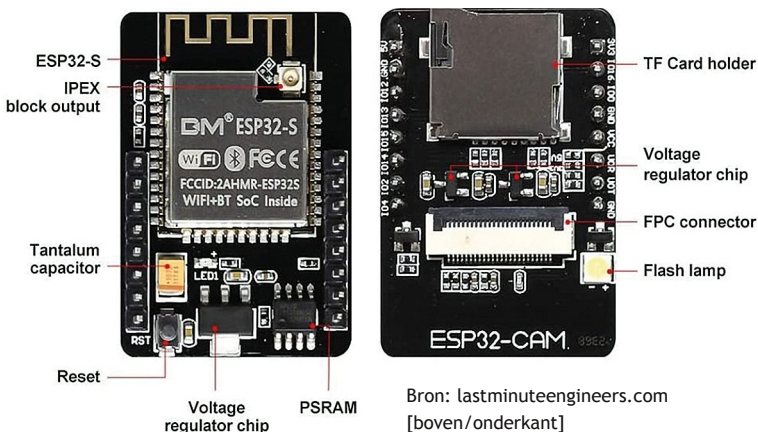
Op het internet vond ik een compleet schema van de ESP32-camera module. Je staat er niet bij stil, maar het is bijna niet te bevatten hoeveel elektronica er op zo'n kleine printplaat zit⁸.



Bron:
lastminuteengineers.com
[pin-out]

Hierboven zie je de 'pin-out' van de camera-module. En hieronder zie je de onderkant en bovenkant van de printplaat. De camera zelf is in onderstaand plaatje niet geplaatst en daardoor is de micro-SD-kaarthouder goed zichtbaar.

En dan heb ik het nog niet gehad over het moederbord dat onder deze printplaat geklikt wordt. Ook het moederbord zit vol met elektronica.



Via diverse fora zocht ik naar een elegante oplossing voor mijn probleem. Uiteindelijk vond ik een cryptische beschrijving hoe ik een 'externe reset' kan maken. In de afbeelding van de 'pin-out' zie je rechts twee keer de aansluiting 'GND', aangegeven met een zwart label. Volgens het forum is de GND pin rechtsonder niet GND maar GND/RE. DE 'RE' zal we voor reset staan. En ja hoor, op de printplaat staat inderdaad GND/RE.

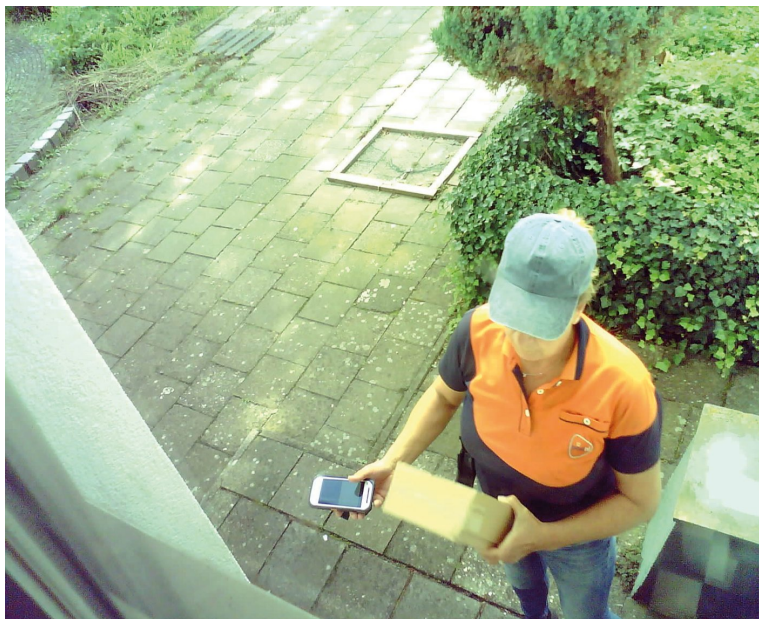
Volgens het forum moet tussen deze twee aansluitingen een contact geplaatst worden. Juist ja, het contact van de deurbel. Na enig solderen ziet dat zie er dan zo uit:



De complete module wordt gevoed met een USB-voeding, wel zo makkelijk. De groene en witte draad gaat naar het deurbelcontact op de printplaat.

Eerst even testen. Achter mijn bureau sluit ik een USB-kabel aan om de module te voeden. Vervolgens sluit ik de uiteinden van de groene en witte draad kort, teneinde een contact te simuleren. Bingo. Er wordt op deze manier inderdaad een resetknop gesimuleerd.

De module heb ik uiteindelijk in een ruit boven onze voordeur gemonteerd. En nu maar wachten op een eerste 'slachtoffer'. Ik was al een beetje vergeten dat ik de camera opgehangen had. Totdat tijdens een weekendje weg ik een bericht in mijn mailbox zag verschijnen.



Dat ziet er niet verkeerd uit.
PostNL stond blijkbaar voor de deur toen ik niet thuis was.
PostNL: bedankt dat je als proefkonijn fungeerde.

Afrondende fase

Ik heb nu dus een low-budget, oftewel no-budget, 'Smart Doorbell' gerealiseerd.
De bedrading heb ik netjes afgewerkt tot in de meterkast en daar aan het contact van de deurbel gekoppeld.
Sinds ik mijn project heb geïnstalleerd, heb ik al menige melding met foto in mijn CUMailbox mogen ontvangen.
Het enige wat ik nog moet doen is de camera iets beter positioneren voor een iets betere foto-compositie.

Wat kan er beter?

Je kunt natuurlijk niet verwachten dat een handvol elektronica van 8 euro in alle omstandigheden zorgt voor het 'perfecte plaatje'.
Ik zou de camera ook op ooghoogte kunnen plaatsen en minder gevoelig kunnen maken voor verschillende weersomstandigheden.

Omdat het niet eenvoudig is om de module onopvallend op ooghoogte te plaatsen laat ik bij nader inzien de module toch maar boven de deur zitten.
Op de meeste foto's is de beller herkenbaar of is de identiteit herleidbaar.

De weersomstandigheden vormen een andere variabele.
Overdag is er normaliter voldoende licht beschikbaar om een goede foto te maken. Dat wordt anders als het schemerig of donker is.

Nu zou ik de flitsled op de module kunnen gebruiken als 'in-vulflits'. Maar dan verraad ik natuurlijk het bestaan van de camera.
Ik laat het even voor wat het is.

Camera-instellingen

Ik zou eens kunnen kijken of ik de camera-instellingen kan aanpassen om zo onder minder ideale omstandigheden toch een betere foto te kunnen maken. Daarvoor neus ik in de sketch van het programma.

De camera in de sketch gedefinieerd

```
#if defined(CAMERA_MODEL_AI_THINKER)
#define PWDN_GPIO_NUM    32
#define RESET_GPIO_NUM  -1
#define XCLK_GPIO_NUM    0
#define SIOD_GPIO_NUM    26
#define SIOC_GPIO_NUM    27
#define Y9_GPIO_NUM      35
#define Y8_GPIO_NUM      34
#define Y7_GPIO_NUM      39
#define Y6_GPIO_NUM      36
#define Y5_GPIO_NUM      21
#define Y4_GPIO_NUM      19
#define Y3_GPIO_NUM      18
#define Y2_GPIO_NUM       5
#define VSYNC_GPIO_NUM   25
#define HREF_GPIO_NUM    23
#define PCLK_GPIO_NUM    22
```

Verderop in de sketch is de configuratie gedefinieerd

```
camera_config_t config;
config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
config.grab_mode = CAMERA_GRAB_LATEST;
```

```
if(psramFound()){
    config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
    config.jpeg_quality = 10;
    config.fb_count = 1;
} else {
    config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
    config.jpeg_quality = 12;
    config.fb_count = 1;
}
```

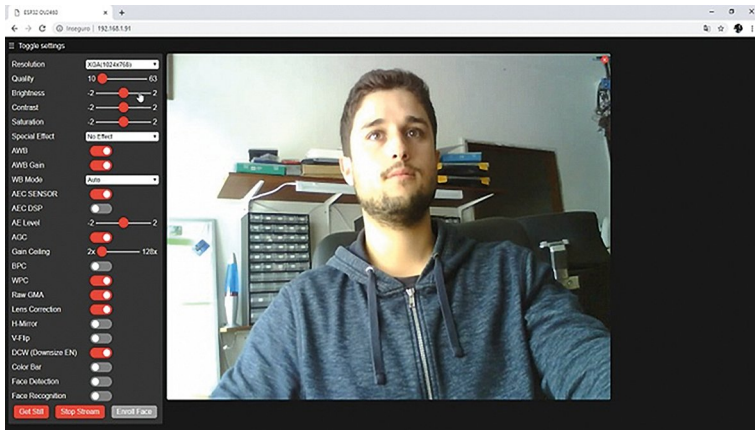
Bovenstaande is, op een paar instellingen na, enigszins lastig herleidbaar tot een betere foto.
Ik had op iets meer informatie gehoopt.

Random Nerd Tutorials biedt opnieuw hulp

Ik zoek via een zoekmachine op de trefwoorden 'tweak' en 'OV2640'. En ik kom op deze site terecht⁹.
De hoeveelheid informatie over mogelijke tweaks is overweldigend. Hoe is het mogelijk dat een camera van een paar euro dat allemaal kan?

Rui toont een aantal tweaks die je op de camera kunt loslaten. Ook heeft hij een project¹⁰ beschikbaar waarin hij dezelfde camera gebruikt voor videostreaming inclusief gezichtsherkenning. Ik voel een nieuw project opborrelen.

De mogelijkheden zijn te veel om in dit artikel verder uit te diepen. Maar ik heb nog twee ongebruikte camera's liggen. Ik denk dat ik hiermee eens in de instellingen duik aan de hand van het videostreaming-project. En natuurlijk meld ik me dan als het zo ver is.



Bron: randomnerdtutorials.com - Rui voor de camera

En nu echt afronden

Het artikel is iets langer geworden dan gepland. En soms vallen dingen samen. Hopelijk zijn de eindredacteur en de DTP'er er blij mee. (Zeker! red.)

Aan het begin van een artikel moet ik altijd even op gang komen. Ik weet bij de start lang niet altijd hoe ik het e.e.a. wil gaan vertellen. En soms verandert er iets gaandeweg het schrijven van het artikel.

Ik heb geprobeerd om aan de hand dit project een stukje enthousiasme over te brengen. Ook wil ik duidelijk maken dat er altijd wel mogelijkheden zijn om externe bronnen te raadplegen als je er niet uitkomt. Wat dat betreft is internet een zegen.

Over bronnen gesproken: hoe mooi is het dat je met een club als CompUsers elkaar kunt helpen?

Af en toe krijg ik links en rechts vragen over mijn artikelen. En dan is het leuk dat je iemand kunt ondersteunen met een antwoord of advies. Dat heeft niets met een eergevoel te maken, maar veel meer met 'samen kunnen we er iets moois van maken'. Genoeg filosofisch geleuter...

De wintermaanden komen er weer aan. Misschien een goed moment om eens aan de slag te gaan. Probeer eens een project te vinden dat je zou kunnen maken. En natuurlijk hoeft dat niet van RandomNerdsTutorials te zijn.



Er zijn ook sites waar ze zo goed als kant en klare projecten verkopen. Je hoeft, bij wijze van spreken, alleen nog maar de stekker in het stopcontact te steken. Maar doe dat dan wel veilig.

Het kan van alles zijn. Een site als 'instructables.com¹¹', 'makeuseof.com¹²' of 'hackaday.com¹³' kunnen een oneindige bron van inspiratie zijn. Meer dan je in een jaargang van de SoftwareBus kwijt kunt...

Links

1. Camera
<https://bitly.ws/WgWJ>
Of zoek op trefwoorden: ESP32-CAM
2. Chriet Titulaer
<https://bitly.ws/WgX3>
https://nl.wikipedia.org/wiki/Chriet_Titulaer
3. Camera monteren
<https://bitly.ws/WgXb>
<https://www.youtube.com/watch?v=olSRkJekUCU>
4. Het artikel van Rui en Sara
<https://bitly.ws/WgXi>
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-send-photos-email/>
5. Het E-book van Rui en Sara over de ESP32-camera
<https://bitly.ws/WgZr>
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-projects-ebook/>
6. Instellen e-mail gegevens Compusers.
<https://bitly.ws/Wn6D>
<https://www.compusers.nl/cumail/instellen-e-mailprogramma>
7. Last Minute Engineers
<https://bitly.ws/WrTe>
<https://lastminuteengineers.com/getting-started-with-esp32-cam/>
8. ESP32-CAM
<https://bitly.ws/Wuip>
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/>
9. Camera instellingen
<https://bitly.ws/WzwD>
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ov2640-camera-settings/>
10. Videostreaming met gezichtsherkenning
<https://bitly.ws/WzyS>
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-video-streaming-face-recognition-arduino-ide/>
11. Instructables
<https://bitly.ws/WzF5>
<https://www.instructables.com/>
12. Makeuseof
<https://bitly.ws/WzFt>
<https://www.makeuseof.com/>
13. Hackaday
<https://bitly.ws/WzFR>
<https://hackaday.com/>