

# Special Input-Output

Wayne Hofstra (29980)

Herbert Wink (25429)

GD2B (2019-2020)

Mediacollege Amsterdam

8 april 2020

# Inhoudsopgave

<b>Onderzoek .....</b>	<b>3</b>
<b>Sprint 0.....</b>	<b>3</b>
<b>Sprint 1.....</b>	<b>5</b>
<b>Sprint 2.....</b>	<b>6</b>
<b>Sprint 3.....</b>	<b>6</b>
<b>Sprint 4.....</b>	<b>7</b>
<b>Ontwerp.....</b>	<b>8</b>
<b>Opzet.....</b>	<b>8</b>
<b>Tests .....</b>	<b>10</b>
<b>Tussentijdse Tests .....</b>	<b>10</b>
<b>Bronnenlijst .....</b>	<b>13</b>

# Onderzoek

## Sprint 0

In de week van 10-14 februari deed dit team voornamelijk overwegingen en onderzoek naar de verschillende manieren voor het implementeren van een speciale input of output voor dit project. Onze groep heeft gebruik gemaakt van de mogelijkheden en hardware die Mediacollege Amsterdam te bieden heeft. Als groep is er uiteindelijk gezamenlijk besloten om een gyroscoop sensor als speciale input te nemen. Met dit concept in gedachten, ging het onderzoek naar verschillende gyroscoopsensoren, accelerometers, aansluitende hardware, software en programmeertalen van start.

Onze groep had in dit stadium al een inschatting gemaakt van de duur van het project en de kans dat er genoeg tijd overblijft voor het schrijven van een applicatie als speciale output. We concludeerden dat de prioriteit ligt bij de speciale input en hebben dus besloten om voor nu te focussen op deze special input en gebruik te maken van een bestaande game op een emulator als output. Dit voorstel was goedgekeurd door de heer E. Schenk.

In Google Keep zijn er binnen de groep afwegingen gemaakt en lijsten bijgehouden van:

- Verschillende hardware om de gyroscoopsensoren aan te kunnen sluiten voor voeding en het uitlezen van data, met voorkeur; een microcontroller.
- Verschillende programmeertalen
- Verschillende sensoren, de prijzen en levertijden daarvan
  - Mediacollege had geen gyroscoopsensoren of accelerometers beschikbaar. Deze moesten zelf ingekocht worden. Mediacollege Amsterdam zal deze aan het eind van dit project vergoeden.
- Verschillende bestaande games of genres

Bij het werkend krijgen van een gyroscoop sensor was er behoefte aan bepaalde hardware dat diende als deel van de special input, met als functie om de sensoren te voorzien van voeding en om waarden daarvan via de pinnen op te kunnen nemen.

Onze groep nam een aantal van dit soort microcontrollers of boorden in overweging met bijbehorende programmeertalen en software:

- De Raspberry Pi
  - Met de talen Python of Java. Het uitlezen van de pinnen zou via Processing 3, Scratch of de standaard Kernel Interface gaan.
- Een standaard Arduino board
  - Met de taal C++ en gebruikmakend van de Arduino IDE software.
- De BBC Microbit
  - Met de talen Python of Javascript. Het uitlezen van de pinnen gaat via libraries die al standaard op de Microbit staan.
- De Arduino ESP8266 NodeMCU
  - Met de talen C++ of Javascript. Ook hier kan gebruik gemaakt worden van de Arduino IDE.

Voor de game dat we met deze speciale input gaan spelen, dacht onze groep aan een aantal soorten games of sub genres. Hierbij werd nagedacht over het gebruik van de rotatie van de gyroscoop sensor om de bewegingen van de speler te kunnen beïnvloeden.

Het ging hierbij in het bijzonder om racing games (bijvoorbeeld 'Super Mario Kart'), de game 'Snake' of klonen daarvan, een game waarbij de speler kan tekenen (bijvoorbeeld 'Paper io') of games waarbij zwaardvechtkunsten aan de orde komen (bijvoorbeeld 'Bushido Blade').

In de week van 24-28 februari had onze groep al snel een aantal keuzes moeten maken. Deze keuzes staan ook vast in de eerste presentatie die we hebben moeten geven in sprint 0 in die week.

Onze groep is gegaan voor de 'GY-521' gyroscoopsensor met een ingebouwde accelerometer. Deze was te krijgen voor €4,55 per stuk bij de webwinkel 'Vanallesenmeer' met een levertijd van maximaal twee dagen. [1] Vanallesenmeer had deze sensoren namelijk nog op voorraad. Naast het feit dat deze sensor het een korte levertijd heeft op deze webwinkel, is onze groep ook voor deze sensor gegaan doordat het de 'MPU-6050' chip bevat. Er zijn veel voorbeelden te vinden van tutorials voor het gebruik van de MPU-6050 chip voor het uitlezen van de gemeten waarden. Wayne heeft er drie ingekocht bij 'Vanallesenmeer' voor een totale prijs van €13,65.

De meeste tutorials die te vinden waren over het uitlezen van de GY-521 maakten gebruik van dat in de Arduino IDE omgeving gecompileerd werd. Dit creëerde een basis voor het besluit om voor een Arduino board te gaan. De reden dat onze groep voor een 'ESP8266 NodeMCU' ging is niet alleen het compact formaat dat deze microcontroller had, maar tevens de mogelijkheid om doormiddel van Wi-Fi connectiviteit de gemeten waarden te versturen. Dit had dan als bijdrage dat de speciale input ook draadloos ging. Een voordeel van het gebruik van deze microcontroller is ook dat de Mediacollege Amsterdam deze al beschikbaar had voor studenten om te gebruiken.

Onze groep heeft ook besloten om te gaan voor een bestaande game als output voor onze speciale input, namelijk 'Super Mario Kart' voor de 'Super Nintendo Entertainment System', ook wel de 'Super Famicom' genoemd. Deze game zou via een emulator gespeeld worden op onze Windows systemen. Onze groep had besloten om de gemeten waarden van de gyroscoopsensor te vertalen naar 'Key Inputs'.

De heer E. Schenk was zo vrij geweest om een presentatie door te sturen over 'The Internet of Things' en het gebruik van de 'ESP8266WiFi' en 'ArduinoJson' libraries in combinatie met de ESP8266 NodeMCU. Dit diende als een goede ondersteuning voor het schrijven van de huidige code die gebruikt wordt voor onze speciale input. Rond dit stadium werd er research gedaan naar de voorbeeldcode en de libraries die gebruikt werden. [2]

## Sprint 1

In de week van 2-6 maart was het onderzoek naar en de toepassing van de 'ESP8266WiFi' en 'ArduinoJson' libraries verdergegaan. Wayne was bezig met het versturen van data naar zijn eigen Ma-cloud met het gebruik van deze libraries en Php. [3] Verder deden beide teamleden onderzoek naar het uitlezen van de gyroscoop en het ontvangen van deze waarden op de ESP-8266 NodeMcu. Herbert deed thuis ook onderzoek naar het gebruik van de GY-521 op de Arduino Uno. Onze groep had in deze week ook een Trello board aangemaakt om de voortgang van dit project bij te houden. [4]

In deze week was het mogelijk om waarden uit te kunnen lezen van de gyroscoopsensoren. Dit deed onze groep gebaseerd op een goede uitleg van de functies van de uitgangen van de GY-521 en een aantal voorbeelden van code die gebruikt werden om waarden die de MPU-6050 leest, binnen te krijgen. [5]

Wayne heeft geprobeerd om in de week van 9-13 maart de pinheaders op de GY-521 gyroscoopsensoren te solderen met de apparatuur die de school te bieden heeft. Een probleem waar hij tegen aankwam is een soldeerbout die niet heet genoeg werd om tin te kunnen smelten. Alleen bij het uitoefenen van hoge druk op het tin met de bout kon het tin smelten rond dat smeltpunt, dat betekende ook dat deze snel stolt op het moment dat de soldeerbout het tin weer verliet. Herbert was zo vrij geweest om Wayne daarmee te assisteren en deze pinheaders bij hem thuis te solderen met zijn eigen apparatuur.

Het versturen van een string naar Wayne's Ma-cloud is hierbij gelukt met het gebruik van Php. Zo werd het Json-object dat op de Ma-cloud stond overschreven door een inkomende string die gegenereerd werd door de ESP-8266 NodeMcu. [3] Uiteindelijk werd dit script aangepast om de binnenkomende gyroscoopsensor waarden in een Json-string te kunnen versturen. Een probleem waar onze groep tegenaan kwam is het feit dat het versturen van de string lange intervallen bevatte van vijf á acht seconden. Voor het gebruik als input is dit dus zeer inefficiënt. Het ophalen van dit Json-object zou waarschijnlijk even lang of zelfs langer duren.

Rond deze week waren de Coronamaatregelen ingegaan voor alle scholen in Nederland. Dit maakte samenwerken aan een project iets lastiger voor onze groep. Het volgen van de lessen voor Special Input-Output ging op afstand via Microsoft Teams.

## Sprint 2

In de week van 16-20 maart werd er voornamelijk gefocust op het schrijven van de bijbehorende documentatie voor dit project en de voorbereiding van de voortgangspresentatie. Dit waren twee gedeeltes van dit project die nog niet aan de orde zijn gekomen bij onze groep. Er werd wel op documentatie gehamerd door de begeleiders van dit project in voorgaande weken. Zowel de documentatie voor dit project als de voortgangspresentatie in sprint 2-3 zijn geheel gemaakt door Wayne Hofstra. Vanaf deze week is er weinig activiteit van Herbert vernomen.

Verder werd er nog gekeken naar een alternatief voor de speciale output. Ons originele plan was het gebruik van een bestaande game, Super Mario Kart, op een emulator van de Super Nintendo Entertainment System. Aangezien deze groep tot de conclusie is gekomen dat de tijd voornamelijk besteed wordt aan het implementeren van een speciale input. De heer E. van Wees heeft deze groep erop gewezen om toch een eigen applicatie te bouwen voor dit project. Dit zal dan dienen als de speciale output. Dit gaf als voordeel dat een eigen applicatie de waarden van het Json-object meteen van de Ma-cloud af kan halen. [3]

Verder werd er in deze sprint nog gekeken naar een oplossing voor het grote interval van het versturen van een Json-string.

## Sprint 3

Vanwege het onderwijs op afstand en de huidige situatie werden de voortgangspresentaties in deze sprint gegeven. Wayne heeft deze presentatie zelfstandig in elkaar gezet en in week van 23-27 maart op 26 maart gegeven.

Tijdens het geven van feedback op deze presentatie werd Wayne ook aangeraden om gebruik te maken van 'Moving Averages' bij het uitlezen en verwerken van gyroscoopwaarden. Dit hield in dat de zes assen van de gyroscoop een gemiddelde waarde kregen gebaseerd op de laatste tien metingen van de binnenkomende waarden. De onderste waarde wordt uit de lijst eruit gehaald en de nieuwe waarde wordt bij een meting toegevoegd. Deze techniek past men toe om te kunnen kalibreren en piekende waarden weg te kunnen filteren voor een geleidelijk lopend resultaat. Een nadeel van het gebruik van 'Moving Averages' is het feit dat de gebruiker de gyroscoop weet te kantelen voor een paar seconden en dat de drempelwaarde voor het kantelen daardoor enorm wordt verschoven.

Wayne heeft met Herbert en de project begeleiders besproken om een eigen applicatie te bouwen in C++ met het gebruik van Visual Studio en de SFML libraries voor visuele weergave. [6] Wayne is aan de slag gegaan met het schrijven van de code voor deze applicatie en was van plan om 'Mode 7' toe te passen. 'Mode 7' is een bepaalde display standard die gebruikt werd door de graphics-kaart van de Super Nintendo Entertainment System voor het weergeven van een pseudo-3D omgeving op een plat vlak doormiddel van texture-mapping.

Wat Wayne tot dan toe voor elkaar kon krijgen in die week is het weergeven van verschillende mappen en de speler zelf. Hem was het ook gelukt om ruwe waarden om te zetten in geschaalde, leesbare waarden en deze waarden te versturen. Hierbij werd er gebruik gemaakt van bepaalde enumerators.

## Sprint 4

In de week van 30 maart-3 april werd er door Wayne nog verder gewerkt aan de documentatie en de applicatie voor de output. Het versturen van het Json-object en de grote intervallen die deze bevatte zijn ook nog een grote probleemstelling geweest waar veel over nagedacht werd. Een alternatief verzinnen en implementeren voor het versturen van gyroscoop waarden is in dit stadium van het project niet meer mogelijk. Dus alle aandacht voor dit project ging voornamelijk uit naar het vinden van een oplossing voor dit probleem in plaats van het vinden en implementeren van alternatieven. Het was eindelijk duidelijk waar de probleemstelling lag bij het versturen. Wayne had zelf een functie geschreven waarbij de waarden in een string gegoooid werden, terwijl dit in een Json-object of in een Json-bestand verstuurd moet worden.

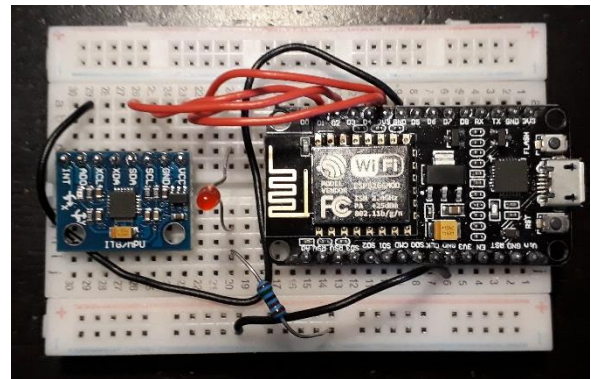
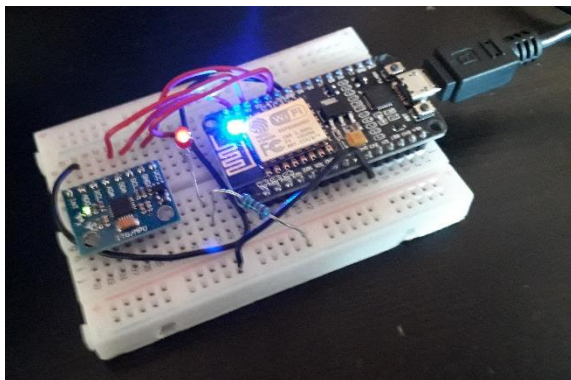
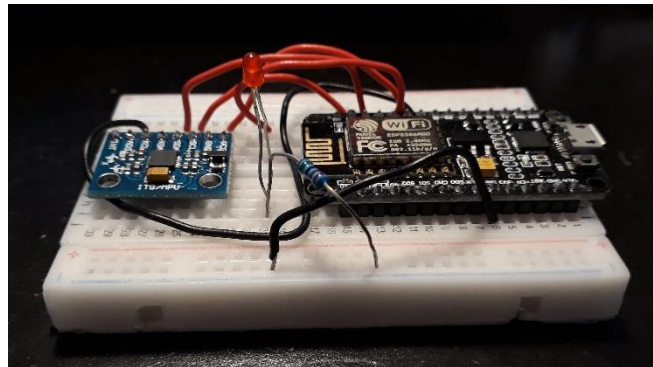
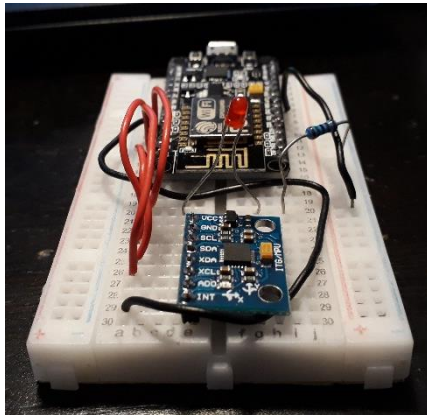
In dit stadium lag de prioriteit meer in het versturen en ontvangen van de waarden van de ESP-8266 NodeMcu naar de Ma-cloud naar de output applicatie. De prioriteit lag ook in het afmaken van de documentatie. De prioriteit lag niet meer in het implementeren van 'Mode 7', zolang de speler kon bewegen, kon deze ook de waarden omzetten in acties. Aangezien Herbert zich in dit stadium niets meer van zich liet horen heeft Wayne deze taken ook op zich genomen.

De probleemstelling, wat betreft de grote intervallen voor het versturen van Json-strings, is op het laatste ogenblik opgelost. [7] [8] Al is de vraag of de oplossing hiervoor niet zorgt voor datalekken. Het ontvangen van de waarden die op de Ma-cloud staan is tevens ook een succes. Dit werd uiteindelijk gecombineerd met de controls voor de speler op het scherm.

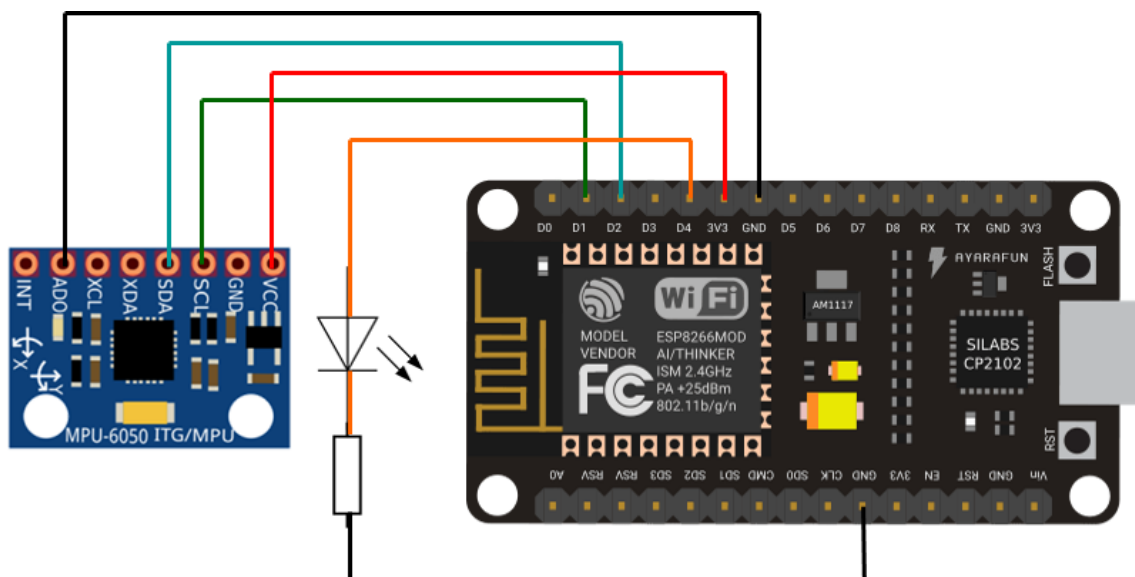
Het omzetten van een response van een 'Http Request', wat in de vorm van een Json-string is gaat met behulp van bijgevoegde libraries van de heer N. Lohmann. [9] Deze libraries maken het mogelijk om van een string als dit in een C++ om te zetten naar een Json-object waar meerdere waarden uitgehaald kan worden.

## Ontwerp

### Opzet



Eerst probeert de ESP-8266 NodeMcu een verbinding vast te leggen met de WiFi-router doordat er al van tevoren naar de SSID en wachtwoord van de WiFi worden gerefereerd in het script. Wanneer deze verbinding probeert te maken knipperen de blauwe LED op de NodeMcu en de rode LED in de schakeling op het breadboard. Wanneer de verbinding vast is gelegd is de blauwe LED uit en de rode LED aan. [2]





De gyroscoop wordt met een 3V3 (3,3 Volt) gevoed. Het I2C adres (AD0) van de MPU-6050, dat aan de GY-521 gyroscoop zit, wordt gekoppeld aan de 'ground' (GND) van de NodeMcu. De rode LED is aangesloten aan de D4 pin van de NodeMcu. Deze pin dient als uitgang om een bepaald signaal af te geven aan de rode LED en deze te seinen dat er een verbinding is. Het register van de MPU-6050 wordt vrijgemaakt om data te kunnen ontvangen. De seriële data, die van de pinnen SDA en SCL op de MPU-6050 komen, worden in de D1 en D2 pinnen van de NodeMcu opgevangen. Dit is waar de waarden worden uitgelezen. [5]

# Tests

## Tussentijdse Tests

Tijdens de sprints werd er onder de groepsleden zelf getest om te kijken of:

- De waarden van de MPU-6050 uit te lezen zijn
- De waarden om te zetten zijn in geschaalde, leesbare waarden.
- De gyroscoopsensor-assen (GyX, GyY en GyZ) in waarden mee veranderden met de bewegingen van de gyroscoopsensor.
- De accelerometer-assen (AcX, AcY en AcZ) in waarden mee veranderden met de bewegingen van de gyroscoopsensor.
- Deze waarden verstuurd kunnen worden naar een Php-script op Wayne's Ma-cloud. [3]
- Het Json-bestand op Wayne's Ma-cloud mee veranderde met de verstuurde waarden.
- De speciale output applicatie player-controls bevat.
- De speciale output applicatie de waarden van Wayne's Ma-cloud af kan halen.
- De speciale output applicatie de binnenkomende string om kan zetten in meerdere variabelen.
- De variabelen van de speciale output applicatie de speler kunnen laten bewegen.

```
COM8
Verzenden

.....iFi connected, IP address: Mode: STA
PHY mode: N
Channel: 13
AP id: 0
Status: 5
Auto connect: 1
SSID (12):
Passphrase (8):
BSSID set: 0
{"AcX":-720,"AcY":-376,"AcZ":17436,"GyX":-1217,"GyY":98,"GyZ":77}
{"AcX":-656,"AcY":-400,"AcZ":17424,"GyX":-1243,"GyY":90,"GyZ":87}
{"AcX":-792,"AcY":-384,"AcZ":17464,"GyX":-1237,"GyY":96,"GyZ":70}
{"AcX":-804,"AcY":-324,"AcZ":17456,"GyX":-1244,"GyY":148,"GyZ":93}
{"AcX":-732,"AcY":-388,"AcZ":17428,"GyX":-1212,"GyY":132,"GyZ":73}
{"AcX":-768,"AcY":-332,"AcZ":17348,"GyX":-1233,"GyY":106,"GyZ":88}
{"AcX":-752,"AcY":-492,"AcZ":17372,"GyX":-1236,"GyY":117,"GyZ":86}
{"AcX":-724,"AcY":-376,"AcZ":17464,"GyX":-1234,"GyY":129,"GyZ":81}
{"AcX":-740,"AcY":-372,"AcZ":17340,"GyX":-1228,"GyY":117,"GyZ":86}
{"AcX":-728,"AcY":-400,"AcZ":17480,"GyX":-1223,"GyY":104,"GyZ":89}
{"AcX":-876,"AcY":-456,"AcZ":17512,"GyX":-1241,"GyY":63,"GyZ":94}
{"AcX":-828,"AcY":-452,"AcZ":17360,"GyX":-1246,"GyY":105,"GyZ":73}
{"AcX":-1436,"AcY":-5640,"AcZ":18276,"GyX":-14008,"GyY":-8140,"GyZ":2692}
{"AcX":1616,"AcY":-11296,"AcZ":9616,"GyX":-9062,"GyY":-4405,"GyZ":-4405}
{"AcX":13480,"AcY":-5860,"AcZ":11312,"GyX":5468,"GyY":-7007,"GyZ":-5538}
{"AcX":15384,"AcY":5284,"AcZ":7516,"GyX":13930,"GyY":-1047,"GyZ":-2982}
{"AcX":10248,"AcY":7776,"AcZ":5068,"GyX":-600,"GyY":22482,"GyZ":-5525}
{"AcX":-12556,"AcY":7440,"AcZ":10796,"GyX":-25991,"GyY":-5249,"GyZ":-6341}
{"AcX":-9552,"AcY":-1448,"AcZ":13352,"GyX":-10392,"GyY":3407,"GyZ":-4479}
{"AcX":-7632,"AcY":-520,"AcZ":20304,"GyX":3078,"GyY":-10357,"GyZ":-596}
{"AcX":8204,"AcY":3084,"AcZ":8444,"GyX":-4206,"GyY":32767,"GyZ":-24287}
{"AcX":252,"AcY":-2120,"AcZ":3920,"GyX":7136,"GyY":-32768,"GyZ":11403}
{"AcX":-23736,"AcY":1172,"AcZ":5872,"GyX":-4828,"GyY":-15968,"GyZ":4242}
{"AcX":-8492,"AcY":14300,"AcZ":11580,"GyX":-917,"GyY":32767,"GyZ":-30073}
{"AcX":11868,"AcY":-9384,"AcZ":9128,"GyX":8446,"GyY":-12928,"GyZ":-7147}
{"AcX":-8060,"AcY":16772,"AcZ":9200,"GyX":9535,"GyY":-22664,"GyZ":32767}
{"AcX":9268,"AcY":7292,"AcZ":1516,"GyX":16089,"GyY":-20836,"GyZ":30532}
{"AcX":-9068,"AcY":13924,"AcZ":4144,"GyX":-29106,"GyY":-17585,"GyZ":32767}

☐ Autoscroll ☐ Show timestamp
Nieuwe regel 115200 baud Uitvoer wissen
```

Dit zijn ruwe waarden die nog niet geschaald zijn, deze zijn doormiddel van een geschreven functie in een string variabele gezet. Hierbij werd de beweging en rotatie van de GY-521 getest. De waarden die de MPU-6050 meet worden in deze seriële monitor weergegeven.

```
COM8
Verzenden

.....iFi connected, IP address: Mode: STA
PHY mode: N
Channel: 13
AP id: 0
Status: 5
Auto connect: 1
SSID (12):
Passphrase (8):
BSSID set: 0
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":4,"GyX":30,"GyY":-9,"GyZ":16}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-214,"GyY":248,"GyZ":-52}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":79,"GyY":250,"GyZ":175}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":135,"GyY":246,"GyZ":71}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":1,"GyX":-250,"GyY":40,"GyZ":-179}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":-3,"GyX":-15,"GyY":38,"GyZ":-23}
{"AcX":0,"AcY":1,"AcZ":0,"GyX":-18,"GyY":33,"GyZ":-171}
{"AcX":4,"AcY":-1,"AcZ":-1,"GyX":-26,"GyY":-20,"GyZ":-122}
{"AcX":-2,"AcY":0,"AcZ":2,"GyX":-44,"GyY":-190,"GyZ":250}
{"AcX":2,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-151,"GyY":52,"GyZ":-250}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":1,"GyX":113,"GyY":250,"GyZ":122}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-16,"GyY":-87,"GyZ":-24}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-35,"GyY":122,"GyZ":48}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":134,"GyY":-6,"GyZ":47}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":22,"GyY":-9,"GyZ":24}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-141,"GyY":-172,"GyZ":170}
{"AcX":1,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-27,"GyY":-7,"GyZ":10}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":3,"GyY":250,"GyZ":51}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-93,"GyY":-250,"GyZ":-170}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-12,"GyY":250,"GyZ":64}
{"AcX":-1,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-13,"GyY":52,"GyZ":20}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-145,"GyY":-250,"GyZ":-92}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":108,"GyY":-6,"GyZ":-34}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":1,"GyX":220,"GyY":50,"GyZ":7}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":-250,"GyY":-8,"GyZ":-41}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":0,"GyX":42,"GyY":-16,"GyZ":29}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":1,"GyX":-16,"GyY":7,"GyZ":21}
{"AcX":0,"AcY":0,"AcZ":1,"GyX":-15,"GyY":30,"GyZ":6}

☐ Autoscroll ☐ Show timestamp
Nieuwe regel v 115200 baud v Uitvoer wissen
```

Dit zijn geschaalde, leesbare waarden. Ook hierbij wordt de GY-521 getest door onze groep. De temperatuur is de enige waarde die wel gemeten wordt door de gyroscoopsensor maar die niet gebruikt wordt door onze groep voor iets praktisch. Vandaar dat deze gemeten waarde niet in de Json-object gestopt wordt.

## Bronnenlijst

- [1] Vanallesenmeer, „MPU-6050 3-Assige Gyro en Versnellingsmeter GY-521,” Vanallesenmeer, onbekend. [Online]. Available: [https://www.vanallesenmeer.nl/MPU-6050-3-Assige-gyro-en-versnellingsmeter-GY-521?gclid=EAIaIQobChMI2eicyuvs5wIVieR3Ch0z2AsbEAKYByABEgID5vD\\_BwE](https://www.vanallesenmeer.nl/MPU-6050-3-Assige-gyro-en-versnellingsmeter-GY-521?gclid=EAIaIQobChMI2eicyuvs5wIVieR3Ch0z2AsbEAKYByABEgID5vD_BwE). [Geopend 8 april 2020].
- [2] E. Schenk, „IOT-Internet-of-things-GD2,” GitHub, 12 april 2019. [Online]. Available: <https://github.com/MediacollegeAmsterdam/IOT-Internet-of-things-GD2>. [Geopend 8 april 2020].
- [3] W. Hofstra, „test.json,” 8 april 2020. [Online]. Available: <http://29980.hosts2.madcloud.nl/bewijzenmap/SpIO/test.json>. [Geopend 8 april 2020].
- [4] W. H. Herbert Wink, „Gyroscoop Sensor Special Input,” Trello, 8 april 2020. [Online]. Available: <https://trello.com/b/elxdbnAq/gyroscoop-sensor-special-input>. [Geopend 8 april 2020].
- [5] Rondawg333, „ESP8266 SENSOR SERIES: GY-521 IMU PART 1,” Oliver Technology Development, 17 augustus 2017. [Online]. Available: <https://olivertechnologydevelopment.wordpress.com/2017/08/17/esp8266-sensor-series-gy-521-imu-part-1/>. [Geopend 8 april 2020].
- [6] L. Gomila, „Tutorials for SFML 2.5,” SFML, onbekend. [Online]. Available: <https://www.sfm-dev.org/tutorials/2.5/>. [Geopend 8 april 2020].
- [7] B. Blanchon, „Serializing with ArduinoJson,” ArduinoJson, onbekend. [Online]. Available: <https://arduinojson.org/v5/doc/encoding/>. [Geopend 8 april 2020].
- [8] B. Blanchon, „Deserialize with ArduinoJson,” ArduinoJson, onbekend. [Online]. Available: <https://arduinojson.org/v5/doc/decoding/>. [Geopend 8 april 2020].
- [9] N. Lohmann, „Json for Modern C++,” 7 april 2020. [Online]. Available: <https://github.com/nlohmann/json#serialization--deserialization>. [Geopend 8 april 2020].