

# Special Input-Output

Wayne Hofstra (29980)

Herbert Wink (25429)

GD2B (2019-2020)

Mediacollege Amsterdam

8 april 2020

# Inhoudsopgave

<b>Planning .....</b>	<b>3</b>
<b>Sprint 0.....</b>	<b>3</b>
<b>Sprint 1.....</b>	<b>3</b>
<b>Sprint 2.....</b>	<b>4</b>
<b>Sprint 3.....</b>	<b>4</b>
<b>Sprint 4.....</b>	<b>5</b>
<b>Onderzoek .....</b>	<b>6</b>
<b>Sprint 0.....</b>	<b>6</b>
<b>Sprint 1.....</b>	<b>8</b>
<b>Sprint 2.....</b>	<b>9</b>
<b>Sprint 3.....</b>	<b>9</b>
<b>Sprint 4.....</b>	<b>11</b>
<b>Ontwerp.....</b>	<b>12</b>
<b>Opzet.....</b>	<b>12</b>
<b>Bruikbaarheid .....</b>	<b>13</b>
<b>Verdere Ontwikkeling .....</b>	<b>14</b>
<b>Tests .....</b>	<b>15</b>
<b>Plan .....</b>	<b>15</b>
<b>Resultaten.....</b>	<b>16</b>
<b>Tussentijdse Tests .....</b>	<b>17</b>
<b>Bronnenlijst .....</b>	<b>22</b>

# Planning

## Sprint 0

Gedurende dit stadium is het gunstig voor deze groep voor het verloop van Project Special Input-Output om te beginnen met een onderzoek naar het volgende:

- Een speciale input methode of een speciale manier van het overbrengen van bestaande input.
- Een speciale output methode of applicatie, of het gebruik van een applicatie voor het vertalen van de speciale input.
- Een manier waarop de speciale input zich kan vertalen naar speciale output.
- Voorbeeld games die hiermee gespeeld kunnen worden.

Op basis van dit onderzoek zullen er door deze groep afwegingen worden gemaakt en zal deze groep met een uiteindelijk besluit komen voor het kiezen van een speciale input en eventueel een speciale output. Er zal al een Trello worden aangemaakt. Er zal in dit stadium worden gebrainstormd over verschillende manieren van speciale input.

De afwegingen die deze groep maakt zal in de eerste presentatie worden verwerkt.

## Sprint 1

Na de juiste afwegingen te hebben gemaakt, is deze groep tot de conclusie gekomen om dit project op te delen in verschillende gedeeltes:

1. Het ontwikkelen van een internetverbinding voor de EPS-8266 NodeMcu.
2. Het versturen van data naar een server. In dit geval zal er een string verstuurd moeten worden naar de Ma-cloud van één van de groepsleden. [1] Dit kan doormiddel van Php, het bestand dat dan aangepast wordt is een Json-string.
3. Het uitlezen van de binnenkomende waarden van de gyroscoop sensor.
4. Het omzetten van de waarden naar een Json-string.
5. Het afhalen van de data vanaf de Ma-cloud.
6. Het omzetten van de afgehaalde data naar speler input. Hierbij wordt er gedacht aan een zelfgemaakte applicatie die gecombineerd kan worden met een emulator.
7. Documentatie.

Deze sprint denkt deze groep de eerste twee stappen te kunnen behalen en alvast een begin te maken aan de derde stap. Deze groep zal ook onderzoek doen naar emulators voor het gebruik van bestaande 'Super Nintendo Entertainment System' games.

## Sprint 2

Deze groep zal in dit stadium moeten beginnen aan de documentatie. Enige ondervindingen tijdens het testen van de sensoren en de code zal worden genoteerd. Er wordt al een begin gemaakt aan het documenteren van het onderzoek.

Het uitlezen van de gyroscoop sensor waarden staat in deze sprint centraal. En uiteindelijk zullen deze waarden verstuurd moeten worden. Dat gaat doormiddel van het omzetten van waarden naar een Json-object, daar zal tevens aandacht aan moeten worden besteed.

Het vaststellen van de voortgang van dit project gaat in een presentatie die door deze groep in elkaar zal worden gezet en voorbereid zal worden om gegeven te worden.

Wayne doet alvast onderzoek naar alternatieven voor het gebruik van een bestaande game, een emulator en een tussenmiddel voor het omzetten van waarden naar input.

## Sprint 3

Het oude idee voor het gebruik van een bestaande game doormiddel van een emulator is geschrapt door deze groep op advies van de projectbegeleiders. Vandaar dat er een begin gemaakt moet worden voor het implementeren van een speciale output applicatie voor het visueel weergeven van de waarden. Deze applicatie heeft ook als taak het omzetten van binnenkomende waarden naar input.

Wat er gedurende deze sprint aan de speciale output applicatie af moet, is het volgende:

- De speler moet visueel worden weergegeven.
- De Json-string moet doormiddel van een Http-request opgehaald worden van de Ma-cloud.
- Deze Json-string moet in een Json-object gestopt worden om zo de waarden ervan af te kunnen halen. Het gebruik van een externe library moet dit mogelijk kunnen maken.

Verder moeten de groepsleden nog onderzoeken hoe ze van het grote interval af komen die veroorzaakt wordt bij het versturen van waarden. Ook zal er verder aan de documentatie gewerkt moeten worden en zal deze groep de feedback dat ze hebben gekregen van de vorige voortgangspresentatie verwerken in hun product.

## Sprint 4

Deze groep houdt zich bezig met de speler input controls van de speciale output applicatie. De groepsleden zorgen ervoor dat de waarden worden omgezet in input. Verdere visualisatie houdt in dat deze speler kan roteren.

De laatste hand zal worden gelegd aan dit document, waarbij alle processen tot in detail zullen worden beschreven. Ook zal er een filmpje gemaakt moeten worden van de tests van dit product.

Dit document bevat het volgende:

- Een voorpagina.
- Een inleiding.
- Een hoofdstuk dat de planning per sprint beschrijft.
- Een hoofdstuk dat het onderzoek per sprint beschrijft. Dit bevat ook eventuele ontwerpdocumenten en tussentijdse tests.
- Een logboek of een verwijzing naar een Trello-boord.
- Wat het product, het prototype of de 'proof of concept' inhoudt.
- Een testplan of testrapport waarbij het plan van aanpak qua gebruikerstesten wordt beschreven.
- Een link naar het filmpje met een gebruikerstest.
- Een bronnenlijst.

In deze laatste sprint zal de GitHub Source Code ook actueel en 'up-to-date' worden gehouden. Deze Repository bevat in de README.md ook een link naar de Trello-boord en een link naar het filmpje wat betreft een gebruikerstest.

Uiteindelijk wordt in deze sprint door deze groep ook de eindpresentatie in elkaar gezet en voorbereid.

# 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. [2] 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. [3]

## 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. [1] 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. De reden dat er gesoldeerd moest worden, is omdat de GY-521 gyroscoop sensor loskwam met de pinheaders. De gyroscoop sensor moet stevig bevestigd blijven om waarden uit te kunnen lezen.

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. [1] Uiteindelijk werd dit script aangepast om de binnenkomende gyroscoop sensor 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. [1]

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

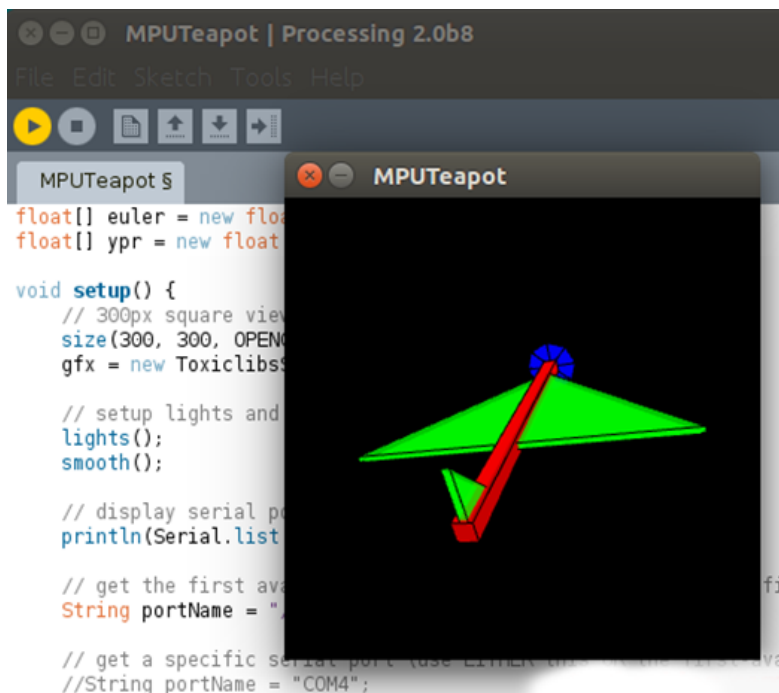
## Sprint 3

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. Deze techniek wordt voornamelijk toegepast bij sensoren met beeldregistratie. 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 bewegen daardoor enorm wordt verschoven.

Herbert Wink was in deze week bezig met een onderzoek naar het omzetten van de door de gyroscoop gemeten waarden naar output. Hij heeft aan de hand van voorbeeldcode en doormiddel van Processing 3 kunnen aantonen dat de waarden inderdaad omgezet kan worden in controls van een bewegend gesimuleerd vliegtuig. Er zijn een aantal redenen waarom deze groep niet gegaan is voor dit als uiteindelijke speciale output applicatie.

De grootste reden hiervoor is het feit dat Wayne gedurende deze week nog weinig van Herbert zijn bezigheden heeft vernomen. Hier is een duidelijke vorm van miscommunicatie waarneembaar, uiteindelijk hebben de groepsleden van deze ervaring kunnen leren en de kennis hiervoor hebben kunnen meenemen in toekomstige projecten. Een andere reden dat deze voorbeeldapplicatie niet gebruikt werd als speciale output applicatie ligt voornamelijk in het feit dat het al in elkaar is gezet door een ander. Er valt op dat punt dan weinig aan de applicatie aan te passen door deze groep. Daarbij maakt Processing 3 gebruik van zijn eigen taal, en hoewel deze lijkt op Java en C#, maakt de inclusie van Processing 3 en de programmeertaal het minder consistent om met één universele programmeertaal en tool te werken gedurende dit project.



Dit is de voorbeeld applicatie in kwestie.

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. De reden waarom Wayne gekozen heeft voor het gebruik van SFML libraries is omdat het zich puur focust op het programmeren in C++ zonder het gebruik van een eigen taal of engine regels.

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.

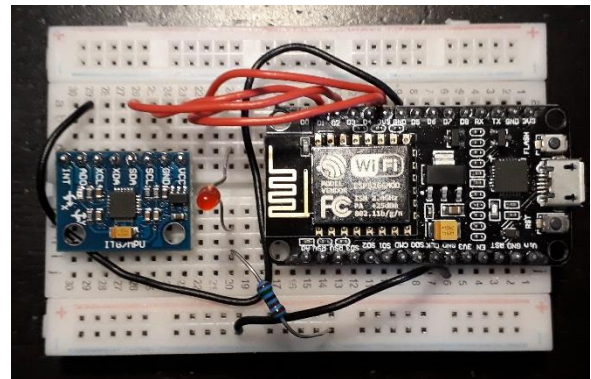
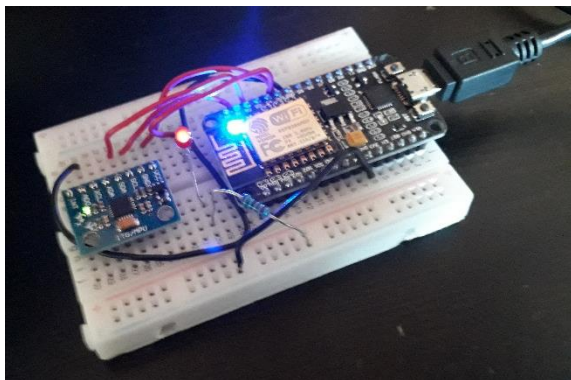
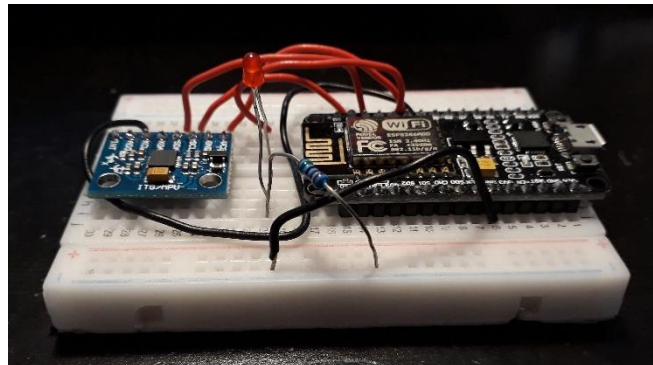
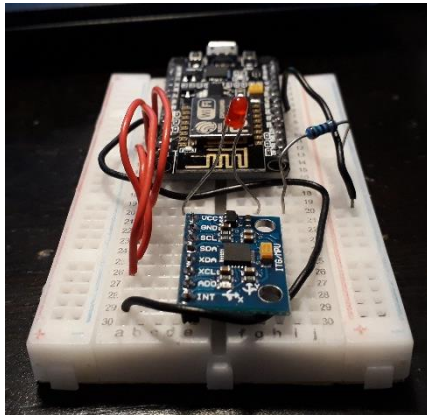
De probleemstelling, wat betreft de grote intervallen voor het versturen van Json-strings, is op het laatste ogenblik opgelost. [7] [8] Al is de vraag of de oplossing hiervoor niet zorgt voor datalekken. Het ontvangen van de waarden die op de Ma-cloud staan is tevens ook een succes. Dit werd uiteindelijk 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 C++ om te zetten naar een Json-object waar meerdere waarden uitgehaald kan worden. Dit Json-object bevat, zoals een array, list, vector of elk ander variabelenlijst, meerdere waarden in een lijst. Deze waarden apart zorgen voor de besturing van de speler op het scherm.

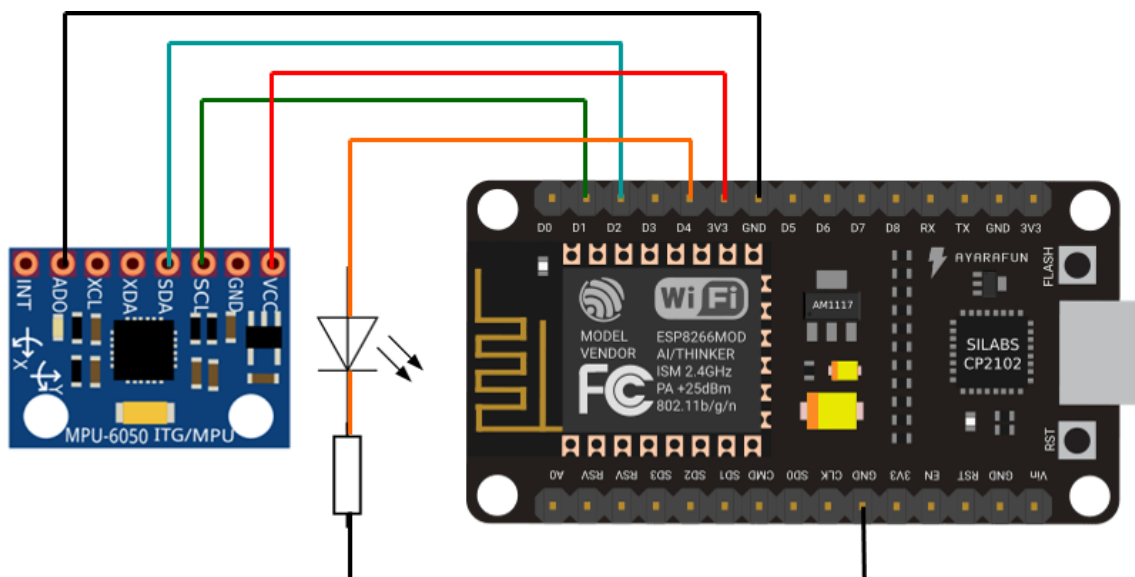
Het meeste wat Wayne in deze periode nog aan code kon schrijven voor de applicatie, is dat de speler zich rond beweegt in een veld dat van oorsprong de resolutie is van een Super Nintendo Entertainment System game.

## 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. [3]



De gyroscoop sensor wordt met een 3V3 (3,3 Volt) gevoed. Het I2C adres (AD0) van de MPU-6050, dat aan de GY-521 gyroscoop sensor 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]

## Bruikbaarheid

Dit onderzoek diende volgens Wayne als basis voor verdere verdieping in draadloze communicatie en het opdoen van kennis op dat gebied. Er is geen specifieke doelgroep die onze groep in gedachten had bij het uitkiezen van de toepassing van de speciale input.

Wayne's achterliggende gedachten achter het kiezen van de gyroscoop sensor als speciale input heeft te maken met het gebruik van de Wii-remote om bijvoorbeeld Wii games te kunnen spelen. Hij dacht dat het persoonlijk wel leuk zal zijn om met iets soortgelijks als besturing 'Super Nintendo Entertainment System' games te kunnen spelen. Het spelen van eigen gemaakte games of applicaties leek voor hem ook leuk om op deze manier te kunnen spelen.

De code voor de speciale input van dit project is zeer herbruikbaar voor mensen die gebruik willen maken van de EPS-8266 NodeMcu of andere Arduino-hardware met Wi-Fi-communicatie mogelijkheden. Dit kan ook gecombineerd worden met andere sensoren. Een minpunt wat betreft de herbruikbaarheid van de code van de speciale input, is dat het gericht is op de MPU-6050.

De code voor de speciale input is zeer bruikbaar voor mensen die zelf hun eigen 'VR-set' of 'Wii-remote' willen creëren voor het spelen van games. Dit is voor de mensen die hun internetverbinding willen toepassen voor het spelen van games. Deze code, gecombineerd met de MPU-6050, kan ook toegepast worden om bijvoorbeeld een robot aan te sturen zonder dat er een computer tussen zit die als tussenmiddel dient. De robot moet dan zo geprogrammeerd zijn dat deze waarden van een server kan ontvangen op elk gegeven tijdstip. Deze moet uiteraard ook verbonden zijn met een WiFi-netwerk.

De code van de speciale output applicatie is herbruikbaar voor mensen die informatie van hun server naar een game willen zetten doormiddel van een Http-request. Deze applicatie is voor onze groep voornamelijk toepasbaar als een visuele weergave van de speciale input via draadloze communicatie. Veel bruikbaarheid heeft het voor de gewone mens niet, naast het feit dat het een gewone applicatie is die de waarden van de server omzet in input.

Dit project kan wel gebruikt worden om robots aan de andere kant van de wereld aan te sturen, mits deze internetverbinding hebben.

## Verdere Ontwikkeling

Als deze groep nog meer tijd had gehad om aan dit project te werken en als de maatregelen die opgesteld werden door de overheid in verband met het Covid-19 virus de normale gang van lesgeven en les volgen niet in de weg hadden gestaan, dan zou deze groep nog een aantal aanpassingen hebben gedaan aan dit product.

Er zou bijvoorbeeld door Wayne nog meer onderzoek gedaan worden naar de serialization en deserialization van een Json-object en de mogelijke bijwerkingen van het toewijzen van waarden aan een aangemaakte Json-document of Json-object. Het was namelijk niet helemaal zeker voor hem of er ruimte vrij werd gemaakt als er een nieuwe waarde wordt toegewezen aan een plek in dat object. Zo voorkomt hij dat er een bepaalde data lek ontstaat bij het uitvoeren van de code op de ESP-8266 NodeMcu. Ook zal dit gunstig zijn voor het aanmaken van Json-objecten in de output applicatie.

Er zou door Herbert en Wayne meer aan de output applicatie worden gewerkt om deze zoveel mogelijk gameplay elementen te geven. Zo zou er worden gekeken naar een verdere verbetering van de controls van de speler. Ook zou er gameplay elementen toegevoegd kunnen worden, zoals objecten waar de speler een collision mee kan hebben, tegenstanders waar de speler tegen kan racen of zelfs andere stages of mappen.

Wat Wayne en Herbert aan de breadboard schakeling zouden kunnen doen, is deze een stevige behuizing geven. Deze behuizing kan dan op maat gemaakt zijn, zonder dat er verdere soldeerwerk aan te pas komt. De behuizing kan qua ontwerp vele vormen bevatten. Door de heer E. Schenk is er ook voorgesteld om dit bijvoorbeeld in de vorm van een zwaard te kunnen doen. Om zo het gebruik van deze speciale input te combineren met games die bijvoorbeeld gebruik maken van zwaardstrijden of deegsport.

# Tests

## Plan

Wat onze groep van plan is om te testen is de werking van dit product. Deze groep heeft, zoals eerder in dit document vermeld is, geen doelgroep in gedachten bij het ontwikkelen van deze speciale input en output. Toch zou deze groep met een uitgewerkt plan en een 'testgroep' het laatste product kunnen testen op de werking.

De opstelling voor het testen van dit product is:

- Een computer of laptop waar de speciale output applicatie op uit te voeren is.
- De breadboard schakeling met daarop de ESP-8266 NodeMcu en de GY-521 gyroscoop sensor.
- Een USB-aansluiting om de NodeMcu en gyroscoop sensor te voorzien van voeding.
- Een internetverbinding. Thuis of op school, waar zich WiFi-routers bevinden, is dit de beste manier om de speciale input uit te testen.

De testgroep krijgt, bij het uittesten van deze speciale input, te zien dat de speler voortbeweegt langs een map door alleen deze breadboard schakeling te kantelen of te bewegen.

Dit product wordt dankzij de Coronamaatregelen door de testgroep bij de ontwikkelaars thuis getest. Specifiek bij Wayne thuis, aangezien hij diegene is die een ESP-8266 NodeMcu van school heeft geleend. De testgroep bestaat dus ook uit de ouders van de ontwikkelaars.

## Resultaten

De testgroep en overige gebruikers van dit product hebben de volgende punten als feedback gegeven op het product of het onderzoek:

1. De controls van de input-gebruiker worden niet altijd weergegeven of opgevangen.
2. Een vraag of onze groep gebruik gaat maken van 'Moving Averages'.
3. Een vraag of onze groep nog verder gaat met het uitbreiden van de speciale output applicatie.
4. Een vraag waarom wij zijn gegaan voor de NodeMcu en GY-521 en niet iets dat beter bij elkaar past en goed op elkaar kon aansluiten.

De laatste vraag werd specifiek gesteld door Herbert's vader. Het is wel op te merken dat deze zeer kundig is in het gebruik van Arduino's en sensoren. Maar al met al heeft deze groep zijn advies met het volgende weten te beantwoorden.

Op deze vragen heeft onze groep deze antwoorden:

1. "Onze groep heeft zich dit hele project gefocust op het behalen van een goed lopende speciale input, dat is waar de tijdsbesteding naar toe ging van dit project. Er werd door onze groep aan het begin van het project al aangegeven dat de speciale output iets is waar groepsleden aan gingen werken wanneer de speciale input in orde is. Wayne is er uiteindelijk de laatste paar Sprints alleen voor komen te staan en heeft deze applicatie in de resterende tijd weten te programmeren. Deze groep had graag meer tijd gewild om deze applicatie nog verder uit te breiden."
2. "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 bewegen daardoor enorm wordt verschoven."
3. "Wanneer de examinering van dit project er voor deze groep op zit, zullen we overwegen om nog dingen toe te voegen aan de speciale output applicatie."
4. "Onze groep heeft deze keuzes moeten maken gebaseerd op wat er al op school verkrijgbaar is en wat voor sensoren er goedkoop ingekocht kunnen worden. Verder hadden de groepsleden al afwegingen gemaakt en besluiten genomen voordat deze kwestie aan bod kwam."



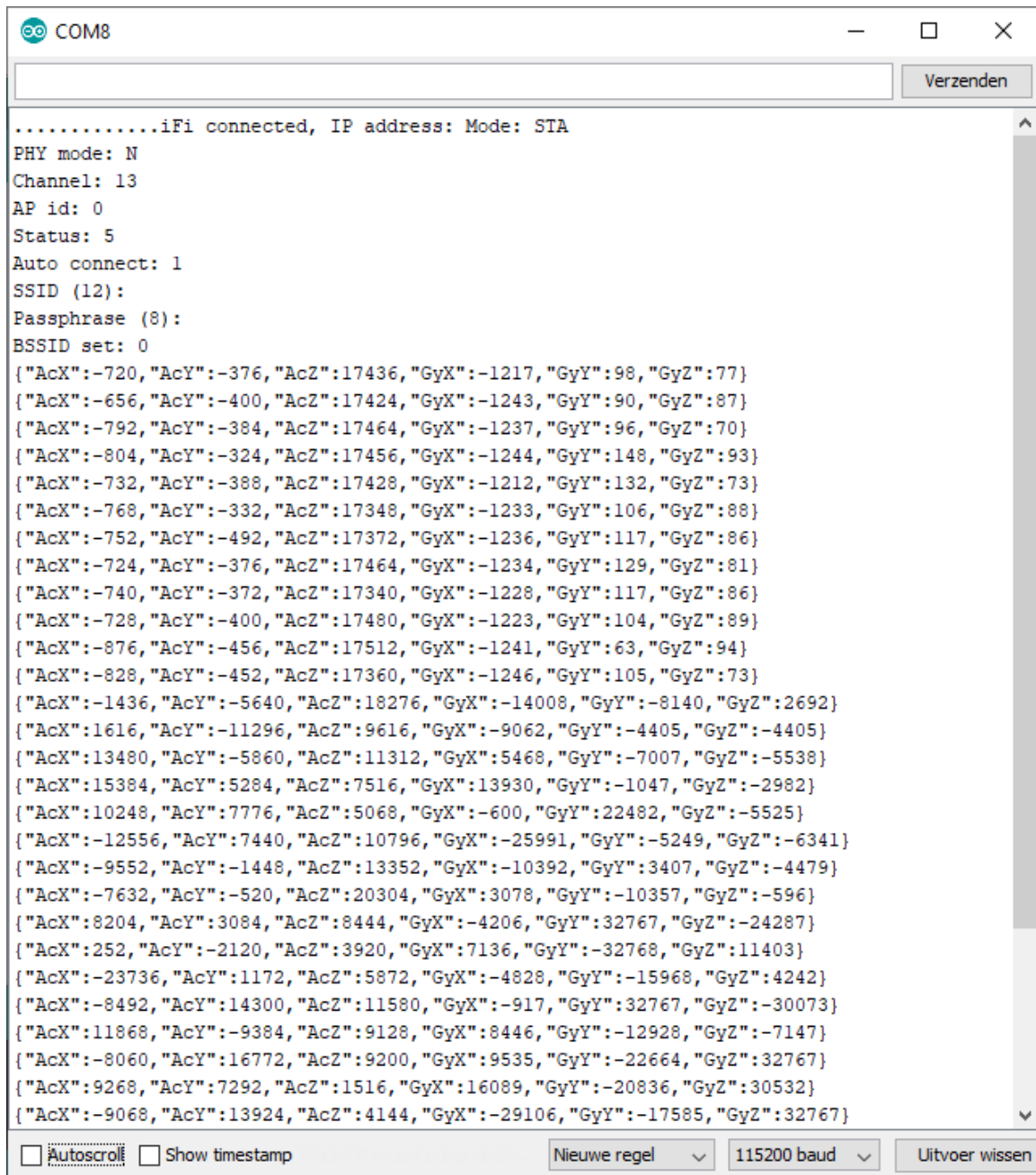
## Tussentijdse Tests

Gedurende sprint 1 werd niet alleen de internetverbinding tussen de ESP-8266 NodeMcu getest, maar tevens werd er getest of een normale string variabele te versturen is naar Wayne's Ma-cloud. [1] Dit is inderdaad mogelijk met een Php-script die ook te vinden is op de server zelf. Het enige nadeel dat dit alles meebrengt is het feit dat ieder de toegang heeft tot deze script en daarmee het Json-bestand dat ook op de Ma-cloud staat weet te veranderen.

Tijdens de verdere 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. [1]
- 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.

Uiteraard is er een link naar de video waarop de speciale input en applicatie door Wayne getest wordt. [10]



The screenshot shows a serial monitor window titled 'COM8'. It has a 'Verzenden' button at the top right. The main area displays a series of JSON objects representing sensor data. The data starts with connection status and configuration parameters, followed by a long list of coordinate and orientation readings. At the bottom, there are controls for 'Autoscroll' (checked), 'Show timestamp' (unchecked), a 'Nieuwe regel' dropdown, a baud rate dropdown set to '115200 baud', and an 'Uitvoer wissen' button.

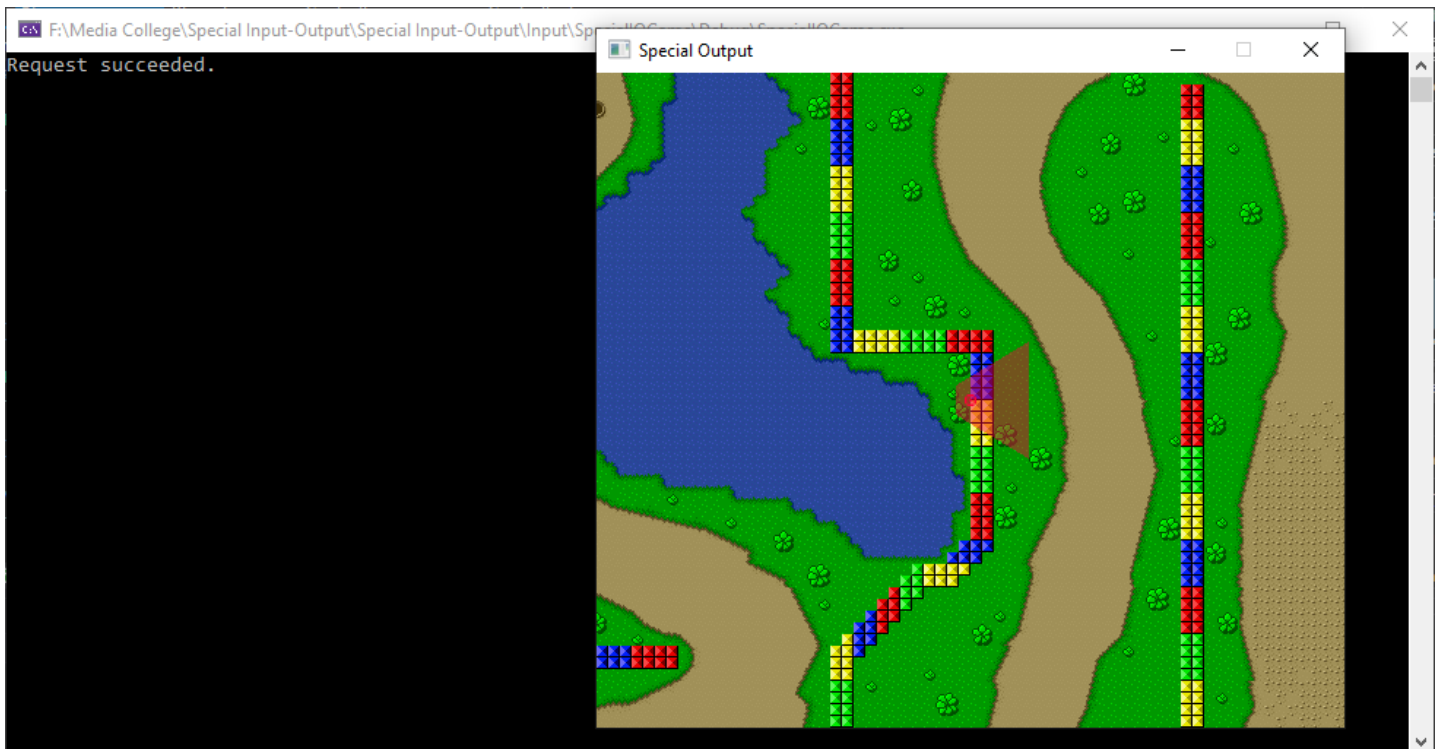
```
.....iFi connected, IP address: Mode: STA
PHY mode: N
Channel: 13
AP id: 0
Status: 5
Auto connect: 1
SSID (12):
Passphrase (8):
BSSID set: 0
{"AcX":-720,"AcY":-376,"AcZ":17436,"GyX":-1217,"GyY":98,"GyZ":77}
{"AcX":-656,"AcY":-400,"AcZ":17424,"GyX":-1243,"GyY":90,"GyZ":87}
{"AcX":-792,"AcY":-384,"AcZ":17464,"GyX":-1237,"GyY":96,"GyZ":70}
{"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}
```

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.

```
.....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}
```

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 het Json-object gestopt wordt.

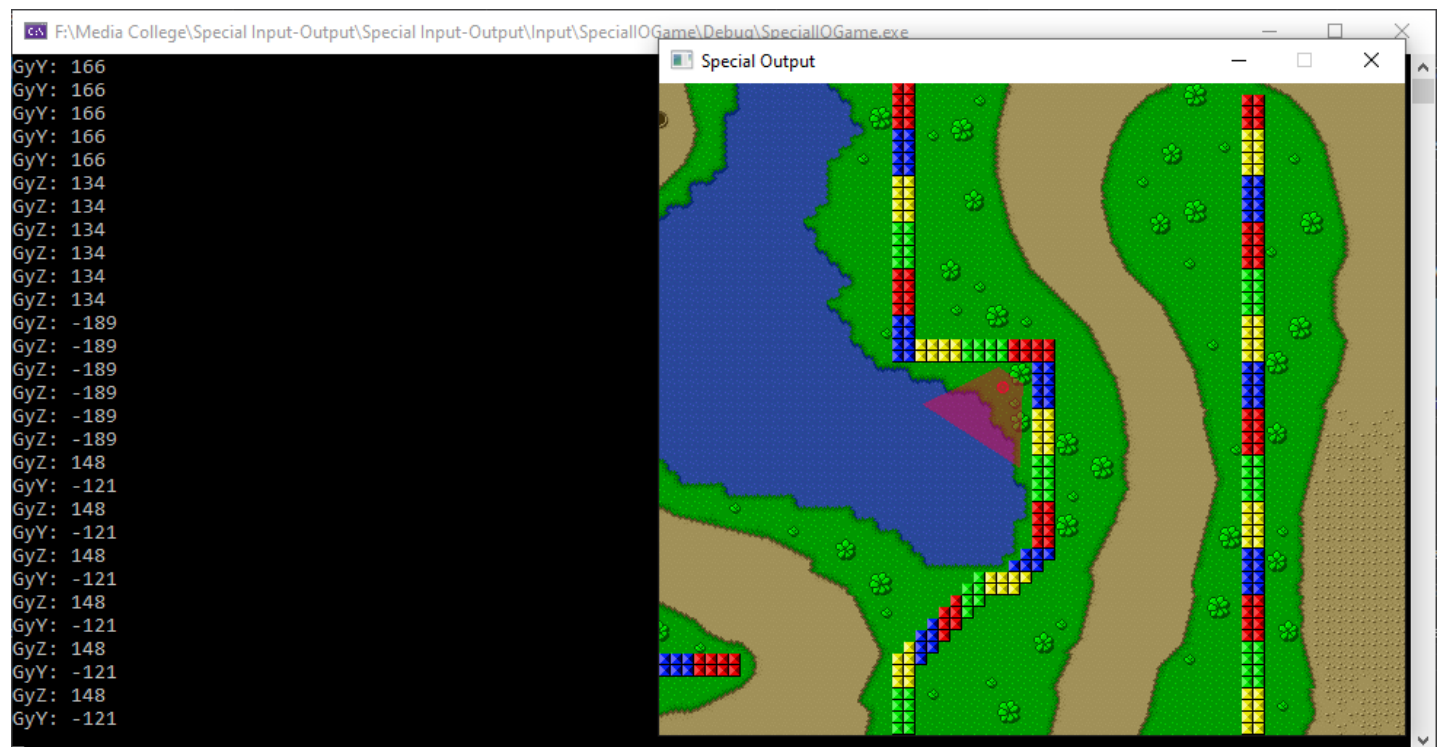
Gedurende sprint 2 werd er door Herbert getest of de uit te lezen waarden van de gyroscoop sensor invloed heeft op de bewegingen van de gesimuleerde 3D-model van een vliegtuig. Dit deed hij in Processing 3. Aangezien de ESP-8266 NodeMcu niet aanwezig was bij Herbert thuis, had hij gebruik moeten maken van zijn vader's Arduino Uno om dit te kunnen simuleren.



Dit is de beginsetup van de speciale output applicatie. De speler begint hier in het midden van het scherm. Deze map kan gezien worden als een map waar de speler overheen gaat. De speler wordt hier weergegeven door een kleine rode stip. Het rode trapezium die hier wordt weergegeven dient meer als een indicator voor de rotatie van de speler. Bij het ophalen van een Http-response geeft de console aan dat het is gelukt.



De speler gaat omlaag en deze waarde wordt, inclusief naam, weergegeven in de console. In dit geval is de gyroscopensor van de speler af gekanteld.



Ook kan deze applicatie meerdere van deze waarden verwerken in de input zonder enige afname in prestatiesnelheid.

## Bronnenlijst

- [1] W. Hofstra, „test.json,” 8 april 2020. [Online]. Available: <http://29980.hosts2.ma-cloud.nl/bewijzenmap/SpIO/test.json>. [Geopend 8 april 2020].
- [2] 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=EAlaIqobChMI2eicyuvs5wIVieR3Ch0z2AsbEakYByABEgID5vD\\_BwE](https://www.vanallesenmeer.nl/MPU-6050-3-Assige-gyro-en-versnellingsmeter-GY-521?gclid=EAlaIqobChMI2eicyuvs5wIVieR3Ch0z2AsbEakYByABEgID5vD_BwE). [Geopend 8 april 2020].
- [3] 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].
- [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].
- [10] W. Hofstra, „Special Input-Output 2020 GD2B Groep 3 Test 01,” YouTube, 9 april 2020. [Online]. Available: <https://youtu.be/e5K3rQtF4Vo>. [Geopend 9 april 2020].