

# Sensoren onderzoek Gesture Glove

1.	Introductie .....	1
2.	Hardware .....	1
2.1	Microcontroller Gesture Glove .....	1
2.2	Microcontroller Fysieke auto .....	2
2.3	Beweging detectie .....	3
2.4	Buiging detectie.....	4
3.	Software .....	4
3.1	Simulatie wereld.....	4
3.2	Programmeertalen.....	5
4.	Conclusie .....	5
5.	ChangeLog.....	6

## 1. Introductie

In dit onderzoek zijn de onderbouwde keuzes terug te vinden die gemaakt zijn om voor bepaalde hardware en software te kiezen.

## 2. Hardware

### 2.1 Microcontroller Gesture Glove

Om de data van de Gesture Glove te kunnen verwerken en sensorwaarden betrouwbaar te kunnen meter, is een geschikte microcontroller nodig. Deze moet krachtig genoeg zijn om meerdere sensoren tegelijkertijd aan te sturen, verbinding te maken met andere apparaten, en data in realtime te verwerken en eventueel weer te geven op een display. Ook is het van belang dat het een Low-power microcontroller is, zodat de batterij langer meegaat. Er is onderzoek gedaan naar een aantal microcontrollers.

- Arduino  
De Arduino is een gebruikersvriendelijke en toegankelijke microcontroller. Deze is ideaal voor kleinschalige projecten, maar mist de ingebouwde communicatiemogelijkheid van Wifi of Bluetooth. Ook heeft de Arduino een gelimiteerde rekenkracht, wat voor dit project wel

nodig is dankzij de meerdere sensoren en realtime dataverwerking. Ook moet je bij gebruik van de Arduino een extra OLED-display aansluiten.

- **Raspberry Pi**  
De Raspberry Pi is een krachtige microcontroller. De Raspberry Pi bevat ingebouwde Wifi en Bluetooth. Het stroomverbruik is wel relatief hoog, en de Raspberry Pi zelf is te groot voor het project. De Raspberry Pi Pico is dan wel een stuk kleiner, maar bevat dan weer geen ingebouwde Wifi of Bluetooth. Ook zou je voor beide microcontrollers een extra OLED-display moeten aansluiten.
- **ESP32s**  
De ESP32s, of de ESP Wroom 32, is een relatief kleine microcontroller met ingebouwde Wifi en Bluetooth. De microcontroller is geschikt voor het realtime verwerken van de data en het draadloos te communiceren met bijvoorbeeld een fysieke auto of simulatie wereld. Ook is de ESP32s energiezuinig. Alleen moet je voor deze ESP ook een externe OLED-Display hebben.
- **ESP32 ESP-WROOM-32 met een 0.96" OLED-display**  
Deze versie van de ESP32 heeft alle voordelen van een ESP32 maar dan met een ingebouwde OLED-display scherm.
- **LilyGO TTGO T2 ESP32-WROOM**  
De LilyGO is een variant van de ESP32 met een geïntegreerd OLED-Display scherm. Ook heeft deze ESP de mogelijkheid van Wifi en Bluetooth, is energiezuinig en is compact genoeg voor de Gesture Glove. Ook heeft deze microcontroller al een ingebouwde OLED-Display. De krachtige LilyGO TTGO T2 ESP32-WROOM is een ideale microcontroller.

Na een aantal Microcontrollers voor de Gesture Glove vergeleken te hebben, kunnen we concluderen dat de LilyGO TTGO T2 ESP32-WROOM de beste keuze is. Deze microcontroller voldoet aan alle eisen die nodig zijn binnen het project. Hij is energiezuinig, heeft de mogelijkheid om Wifi en Bluetooth te gebruiken en heeft een ingebouwde OLED-Display om de data realtime te kunnen laten zien.

## 2.2 Microcontroller Fysieke auto

Ook de fysieke auto heeft een microcontroller nodig. Deze microcontroller moet 4 wielen kunnen aansturen en via Wifi of Bluetooth data kunnen ontvangen van de Gesture Glove. Ook moet de microcontroller niet al te veel energie verbruiken.

- **Arduino**  
De Arduino is een gebruikersvriendelijke en toegankelijke microcontroller. Deze is ideaal voor kleinschalige projecten, maar mist de ingebouwde communicatiemogelijkheid van Wifi of Bluetooth. Hierdoor is deze niet geschikt voor de auto.
- **Raspberry Pi**  
De Raspberry Pi is een krachtige microcontroller. De Raspberry Pi bevat ingebouwde Wifi en Bluetooth. Het stroomverbruik is wel relatief hoog. De Raspberry Pi Pico verbruikt minder energie, maar bevat dan weer geen ingebouwde Wifi of Bluetooth. Deze zijn dus ook niet geschikt voor de auto.
- **ESP32s**

De ESP32s, of de ESP Wroom 32, is een relatief kleine microcontroller met ingebouwde Wifi en Bluetooth. De microcontroller is geschikt voor het realtime verwerken van de data en het draadloos te communiceren met de Gesture Glove. Hierdoor is deze ESP een goede keuze voor de auto.

Voor de auto is gekozen om gebruik te maken van de ESP32s. Deze microcontroller verbruikt minder energie en kan communiceren via Wifi en Bluetooth. Een prima microprocessor voor de auto.

## 2.3 Beweging detectie

Om de beweging van iemand hand te kunnen detecteren is er een sensor nodig. De sensor moet kunnen detecteren dat iemand zijn hand beweegt. De sensor moet dus een acceleratie meter en een gyroscoop bevatten. Een magnetometer is geen vereiste, maar we een voordeel als de sensor het bevat. Ook moet de sensor klein en licht zijn, zodat hij op de handschoen geplaatst kan worden.

- **LSM6DS3**  
De LSM6DS3 sensor is een sensor die de gyroscoop van 3 assen kan meten en de acceleratie van 3 assen. De sensor is energiezuinig en werkt met I2C. De sensor bevat alleen geen magnetometer, dus er is geen absolute oriëntatie.
- **LSM9DS1**  
De LSM9DS1 sensor meet de gyroscoop van 3 assen, de acceleratie van 3 assen en heeft de 3-assige magnetometer. Het is een krachtige sensor met veel opties. Helaas maakt dit de sensor moeilijk om mee te werken en duurder dan de andere alternatieven.
- **BMI160**  
De BMI160 is een sensor met een zeer laag energiegebruik. De sensor heeft de gyroscoop en de acceleratie meter. Deze waardes worden gemeten met zeer hoge precisie. De sensor bevat geen magnetometer.
- **BNO055**  
De BNO055 is een complexe sensor die een groot aantal data kan meten. Zo meet de sensor de acceleratie, gyroscoop, magnetometer en bevat hij een intern algoritme voor absolute oriëntatie. Het nadeel hiervan is dat de sensor een hoge energieconsumptie heeft en groter is dan de andere alternatieven. Ook is deze sensor een stuk duurder.
- **MPU9250/6500**  
De MPU9250/6500 is een sensor met een 3-assige gyroscoop, 3-assige acceleratiemeter en een 3-assige magnetometer. De sensor is relatief klein en licht. De sensor is makkelijk om te gebruiken.

Voor het meten van de beweging van je hand is er gekozen voor de MPU9250/6500 sensor. De sensor kan alle assen meten en is makkelijk te gebruiken voor het project. Ook is hij licht en kosten efficiënt.

## 2.4 Buiging detectie

Een andere beweging van de hand die gedetecteerd moet kunnen worden is de buiging van je hand. De sensor moet dus kunnen meten of jij een vuist maak door de verbuiging van je vingers.

- Bend sensor  
Deze sensor is dun en flexibel. Hij is relatief makkelijk te gebruiken, maar heeft een korte levensduur bij veel buigen.
- ToF (Time of Flight) sensor  
Deze sensor meet de afstand tussen je vingertop en je handpalm. Het is een nauwkeurige sensor. Echter is deze sensor gevoelig voor licht en reflectie, en is hij moeilijk in de handschoen te verwerken.
- Flex sensor  
Deze sensor is makkelijk te gebruiken, hij is licht en makkelijk te implementeren. De sensor is niet extreem nauwkeurig, maar het kan detecteren wanneer je een vuist maakt.

Voor het project Gesture Glove is gekozen voor de Flex sensor. De sensor is makkelijk te gebruiken en kan de buiging van je vingers meten. De data is dan niet extreem nauwkeurig, maar dat maakt voor dit project niet heel veel uit.

## 3. Software

### 3.1 Simulatie wereld

Om de sensor waarden te kunnen visualiseren in een online omgeving, is er een simulatie wereld nodig. Om deze wereld te maken moet er eerst gekeken worden naar de mogelijke simulatieprogramma's. Het simulatieprogramma moet makkelijk te gebruiken zijn, realtime data kunnen ontvangen en verwerken en moet verbinding kunnen maken via bluetooth of Wifi.

- Gazebo  
Gazebo is een populaire roboticasimulator die goed integreert met ROS en meerdere sensoren en hardware kan aansturen. Hoewel het zeer nauwkeurig is voor het simuleren van fysica en robotbesturing, bleken de mogelijkheden te geavanceerd voor dit project, waarin eenvoudige visualisatie van beweging voldoende is.
- Webots  
Webots is een andere simulatieomgeving voor robotica met een gebruiksvriendelijke interface, wat het eenvoudig maakt om realtime sensordata te simuleren en te visualiseren. Hoewel het niet dezelfde diepe integratie met ROS biedt als Gazebo, is de eenvoud en efficiëntie van Webots ideaal voor het visualiseren van basis-handbewegingen op basis van sensorgegevens.
- Unity  
Unity, dat vooral bekend staat als game engine, biedt hoge grafische kwaliteit en flexibiliteit voor het creëren van aangepaste visualisaties. De geavanceerde functies zijn echter vooral nuttig bij complexe simulaties, waardoor Unity minder efficiënt is voor onze behoeften, die zich richten op eenvoudige visualisatie van handbewegingen.

Na een aantal simulatieprogramma's vergeleken te hebben, kan geconcludeerd worden dat Webots een goed simulatieprogramma is voor dit project. Het is makkelijk te gebruiken, maar biedt genoeg functionaliteiten om voor het project ingezet te kunnen worden.

### 3.2 Programmeertalen

Nadat er gekozen is voor de ESP microcontrollers is er gekozen om deze te programmeren in de Arduino IDE. Hierom is de programmeertaal C/C++ gekozen.

De controller van de simulatie is geschreven in C.

De Bluetooth communicatie is geschreven in python.

Voor extra test bestanden is gekozen voor python.

## 4. Conclusie

Nu we voor alle componenten verschillende alternatieven onderzocht hebben, kunnen we nu een conclusie trekken per onderdeel.

De microcontroller voor de Gesture Glove is de LiliGO TTGO T2 ESP32-WROOM geworden. Het is een krachtige ESP met de mogelijkheid voor Wifi en Bluetooth. Ook heeft deze ESP een ingebouwde OLED-Display scherm waarop data geprint kan worden.

De microcontroller voor de Fysieke auto is de ESP32S. Deze ESP heeft de mogelijkheid om te verbinden via Wifi en Bluetooth.

Om Beweging te kunnen detecteren is gekozen voor de MPU9250/6500. De sensor kan alle assen meten en relevante data teruggeven.

Voor de buiging detectie is gekozen voor de Flex sensor. Deze sensor kan duidelijk weergeven of je een vuist van je hand gemaakt hebt of niet.

Voor de Simulatiewereld is gekozen voor Webots. Het simulatieprogramma biedt genoeg mogelijkheden binnen dit project en is relatief makkelijk te gebruiken.

De programmeertalen die gebruikt gaan worden binnen het project zijn C, C++ en Python.

## 5. ChangeLog

ChangeLog		
Versie	Datum	Wijziging
0.1	14-02-2025	Document aangemaakt
0.2	09-03-2025	Sensoren toegevoegd
1.0	14-04-2025	Definitieve versie