

The Gesture Glove

Literatuuronderzoek en technische verantwoording

1.	Context	1
2.	Hoofdvraag	2
3.	Deelvragen	2
4.	Technische verantwoording.....	4
5.	Advies	6
6.	Conclusie	6
7.	ChangeLog.....	7

1. Context

The Gesture Glove is een innovatieve oplossing voor datavisualisatie en apparaat besturing. Met behulp van een slimme handschoen die handbewegingen meet, kunnen uiteenlopende eindapparaten, zoals RC-auto's, drones of andere voertuigen, eenvoudig aangestuurd worden.

Deze technologie biedt waardevolle toepassingen in zowel de medische als de industriële sector. Denk hierbij aan ondersteuning bij revalidatierobot of het uitvoeren van precisiewerk in risicovolle of slecht bereikbare omgevingen.

The Gesture Glove verkent een nieuwe manier van menselijke interactie met technologie, door realtime handbewegingen niet alleen te detecteren, maar ook weer te geven in een simulatie en te gebruiken om een auto aan te sturen.

Voor de realisatie van dit project is uitgebreid onderzoek gedaan naar verschillende aspecten van de technologie. Hierbij is onder andere gekeken naar geschikte sensoren voor het meten van bewegingen, methodes voor het verwerken van de data, geschikte communicatieprotocollen zoals BLE, energiebeheer voor draagbare toepassingen en de aansturing van het systeem zelf.

Om het project doelgericht en gestructureerd uit te voeren, is een hoofdvraag opgesteld. Deze hoofdvraag wordt beantwoord aan de hand van meerdere deelvragen.

2. Hoofdvraag

Om goed van start te gaan met het project, is er eerst overlegd met de projectdocent om de haalbaarheid te bespreken. Hieruit zijn een aantal Userstory's en Requirements opgesteld. Hieruit is er een Hoofdvraag geformuleerd: *“Hoe kun je met behulp van een slimme handschoen handbewegingen detecteren en visualiseren?”*

3. Deelvragen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er een aantal deelvragen geformuleerd.

1. Welke bewegingen moeten gemeten kunnen worden?

Voor de besturing van een voertuig is het essentieel om de kanteling van de hand op de X en Y as accuraat te kunnen meten. Op basis van de richting en snelheid van deze kanteling kan het voertuig worden aangestuurd qua richting én snelheid. Daarnaast is het herkennen van het maken van een vuist een belangrijke actie, bijvoorbeeld als signaal om te remmen of een systeem te pauzeren. Dit zijn de twee primaire bewegingen die binnen het project zijn geïdentificeerd.

2. Hoe kunnen deze specifieke bewegingen gemeten worden?

Deze bewegingen worden gemeten met behulp van een IMU-sensor (MPU6500) die rotatie- en versnellingsgegevens levert, en met Flex sensor die buiging van de vingers detecteren, zoals bij het maken van een vuist. De plaatsing van de sensoren is belangrijk om de precies de juiste metingen te kunnen verrichten.

Voor het kiezen van de sensoren is een apart sensoren onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is terug te vinden in de opleverset. Uit het sensorenonderzoek blijkt dat de MPU9520/6500 vanwege zijn stabiliteit, I2C-compatibiliteit en nauwkeurige gyroscoop- en versnellingsdata de beste keuze was. Voor de Flex sensor is gekozen vanwege de eenvoud en effectiviteit bij het meten van vingerbewegingen.

3. Hoe kunnen de gemeten waarden gevisualiseerd worden?

De visualisatie gebeurt op twee manieren:

- Softwarematig: Via een simulatieomgeving Webots, waarin een racebaan of virtuele omgeving is gesimuleerd. De handschoen bestuurt daarin een virtueel voertuig. Uit het sensorenonderzoek kwam naar voren dat Webots de beste mogelijkheid biedt tussen compatibiliteit en eenvoudige integratie.
- Hardware matig: De ESP LilyGO TTGO T2 is verbonden met een OLED-display waarop realtime informatie wordt weergegeven, zoals handoriëntatie, verbindingssnelheid en batterijstatus. Daarnaast wordt een fysieke auto bestuurd met de data van de handschoen.

4. Hoe kan data het meest effectief worden verzonden van de ESP naar een laptop?

Voor een snelle en energiezuinige communicatie is gekozen voor Bluetooth Low Energy (BLE). Deze technologie maakt het mogelijk om continu data te verzenden zonder grote

batterijbelasting. In de Engelse Paper is meer informatie te vinden over waarom deze keus gemaakt is.

4. Technische verantwoording

Binnen het TinLab Embedded Systems zijn er een aantal verijdsde technische doelen. Hieronder een overzicht van deze technieken en hoe ze toegepast zijn binnen het project.

Watchdog timer

- Voorkomt dat het system vastloopt. Als de sensor input niet op tijd ontvangen wordt, wordt het systeem automatisch gereset.

Sleep modus

- Wanneer de hardware interrupt gebruikt wordt en niet binnen 5 seconde nog een keer ingedrukt wordt, gaat de Gesture Glove in de Sleep modus.

Hardware interrupt

- Wanneer de knop van de hardware interrupt ingedrukt wordt, wordt er geen data meer verzonden. Hierdoor kan je je hand vrij bewegen zonder data te verzenden. Wanneer de hardware interrupt knop niet nog een keer ingedrukt wordt binnen 5 seconde, gaat de Gesture Glove in sleep modus. Wanneer de hardware interrupt nog een keer ingedrukt wordt, start de Gesture Glove weer opnieuw op.

Software interrupt

- Herlaad de icoontjes op het display om de actuele data te tonen door een software interrupt die elke 2 seconden afgaat.

Gebruik van RTOS/ Embedded Linux

- Dankzij het gebruik van RTOS op de ESP32 kunnen meerdere processen tegelijk draaien, zoals sensoruitlezings en communicatie.

Communicatie via I2C en/of SPI

- De IMU-sensor communiceert via het I2C-protocol.

Uitlezen van een sensor

- Zowel de IMU als Flex sensor worden continu uitgelezen.

Regelen van een systeem (bij voorkeur met PID-controller)

- De MPU-sensor verwerkt de rauwe gyroscoop data van de sensor doormiddel van een PID-regelaar. Hierdoor neemt de snelheid van het eindapparaat geleidelijk toe.

Aansturen van een actuator

- De motor van de fysieke auto wordt aangestuurd via een L293D-motor driver. Hiermee wordt de auto aangestuurd.

Interfacing met een display

- De ESP LilyGO TTGO T2 ESP32-WROOM heeft een ingebouwde OLED-display. Hierop is de richting te zien waarop de Gesture Glove beweegt. Ook is hier de batterij waarde te zien, de verbinding snelheid en of de hardware interrupt actief is.

5. Advies

Wanneer er gekozen wordt om verder te bouwen op het project van de Gesture Glove is er een aantal adviezen om naar te kijken. Ten eerste wordt er geadviseerd om meer onderzoek te doen naar de plaatsing van de hardwarecomponenten op de Gesture Glove zelf. Dit kan lijden tot snellere en nauwkeurigere metingen van de bewegingen. Hierbij kan ook gekeken worden wat de mogelijkheden zijn van het meer implementeren van de sensoren, bijvoorbeeld door de Flex sensor in de handschoen te plaatsen.

Als tweede advies wordt meegegeven om krachtigere motoren te plaatsen onder de fysieke auto. Dit zorgt ervoor dat de auto sneller kan rijden en er een duidelijk verschil in snelheid van de auto gezien kan worden.

Als derde wordt geadviseerd om onderzoek te doen naar nieuwe sensoren die gebruikt kunnen worden voor nog meer bewegingen te kunnen detecteren. Dit biedt nog meer mogelijkheden voor het aansturen van fysieke objecten.

6. Conclusie

De hoofdvraag "*Hoe kun je met behulp van een slimme handschoen handbewegingen detecteren en visualiseren?*" is beantwoord door het combineren van verschillende sensoren en het draadloze communiceren tussen de Gesture Glove, simulatie en fysieke auto.

Uit de deelvragen blijkt dat de twee belangrijkste bewegingen die gemeten moeten worden, het kantelen van de hand en het maken van een vuist zijn.

Deze bewegingen zijn betrouwbaar meetbaar dankzij de MPU9520/6500-IMU en Flex sensor, gekozen op basis van het sensorenonderzoek.

De metingen worden gevisualiseerd in een simulatieomgeving (Webots) en via een OLED-display op de ESP32, en worden vertaald naar actie in een fysiek voertuig.

De dataverzending vindt plaats via BLE, wat op basis van de vergeleken opties in de paper de meest effectieve methode bleek.

Het project bevat alle elementen van een compleet Embedded systeem: van realtime dataverwerking en sensoraansturing tot motorsturing en draadloze communicatie. Het project toont de potentie van draagbare besturingstoepassingen in verschillende omgevingen. Wel wordt geadviseerd om te kijken naar een robuustere versie van de handschoen voor langdurig gebruik in realistische omgevingen

7. ChangeLog

ChangeLog		
Versie	Datum	Wijziging
0.1	07-04-2025	Document aangemaakt
0.2	17-04-2025	Hoofd + deelvragen
1.0	19-04-2025	Advies + conclusie