

WP3-M3

Rapport Sensoren in bestaande oplossingen

Contents

Inhoud	1
Overzicht Sensoren.....	2
RGB Camera.....	2
Dieptecamera	2
Infraroodcamera.....	3
LIDAR	3
IMU sensoren	3
Druksensoren	4
Ultrasoon sensoren	4
EMG Sensoren	4
Smart Rollator	5
Overzicht gebruikersscenario	5
Sensoren bestaande oplossingen	5
Smart Brace	7
Overzicht gebruikersscenario	7
Sensoren bestaande oplossingen	7
Smart Infuushouder.....	9
Overzicht gebruikersscenario	9
Sensoren bestaande oplossingen	9
References.....	11

Inhoud

Dit document geeft een beknopt overzicht van de bestaande oplossingen, onderzoeken of componenten die gebruikt kunnen worden bij 1 of meerdere van de gebruikersscenario's met focus op de toegepaste sensoren.

Alvorens de verschillende cases te overlopen zal er een korte oplistijng gegeven worden van de verschillende soorten sensoren die bij 1 of meerdere cases aan bod komen.

Overzicht Sensoren

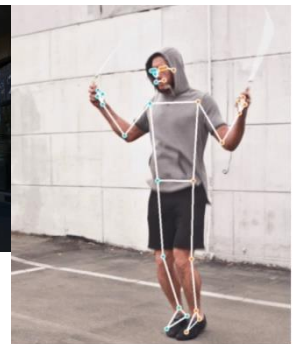
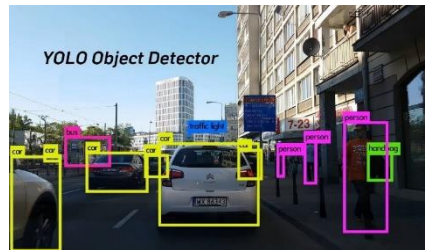
Dit deel bevat een kort overzicht van de sensoren gebruikt in 1 of meerdere oplossingen of onderzoeken van de verschillende gebruikersscenario's.

Het doel van dit hoofdstuk is een algemeen beeld geven van de verschillende *soorten* sensoren op de markt en wat hun mogelijkheden zijn. Per type sensor bestaan er veel varianten en leveranciers met elk hun eigen focus, hierop wordt niet dieper op in gegaan.

RGB Camera

Een standaard camera – RGB – kan in combinatie met computervisie modellen veel informatie geven. Enkele voorbeelden:

- YOLO [1]: Object classificatie en localisatie
- Pose detection [2]
- Vision-Based Fall Detection with Convolutional Neural Networks [3]
- ...

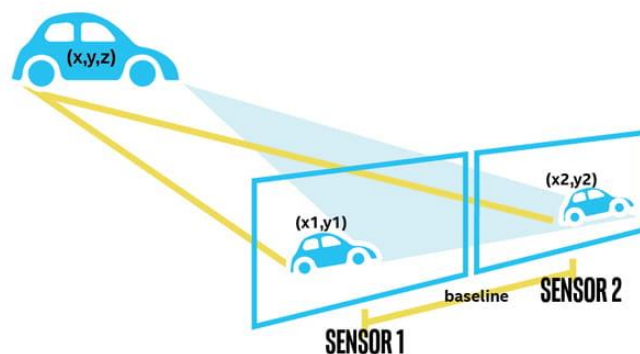


De camera kan in de meeste gevallen een low-level, goedkope camera zijn. De visie-modellen moeten echter draaien op een computer met de nodige computing power.

Dieptecamera

Een dieptecamera meet de afstand van de lens tot objecten aan de hand van videobeelden. Deze beelden kunnen infrarood, RGB of een combinatie zijn afhankelijk van het type dieptecamera. Een kort overzicht [4]:

- **Structured/coded light:** Deze soort dieptecamera projecteert een infrarood patroon op de omgeving en meet de afstand aan de hand van de vervorming van het patroon. De meetafstand is relatief klein en de meting is gevoelig aan infrarood-storing afkomstig van infrarood bronnen zoals de zon en andere infrarood dieptecamera's.
- **Stereocamera:** Een stereocamera gebruikt 2 RGB camera's die op een gekende afstand van elkaar staan. De afstand tot objecten wordt berekend door de 2 beelden met elkaar te vergelijken (vergelijkbaar met hoe onze ogen werken). Deze camera's zijn niet afhankelijk van infrarood en werken betrouwbaar in goed verlichte omgevingen.



- **Stereocamera met infrarood projector:** Hetzelfde principe als de stereocamera maar met een extra infrarood projector die de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid verhoogt. De toevoeging van de infrarood projector zorgt er ook voor dat de dieptecamera goed werkt in slecht verlichte omgevingen.

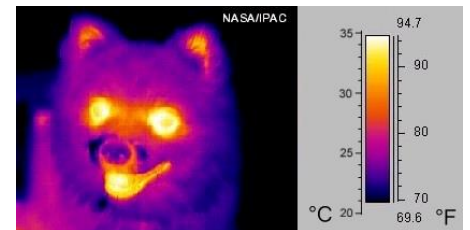


Deze camera's geven - in tegenstelling tot bijvoorbeeld een ultrasoon sensor – informatie over de hele omgeving aan de hand van een puntwolk. Deze puntwolk kan dan gebruikt worden om verdere analyses aan de hand van computermodellen.

Sommige camera's - dit geldt ook voor standaard RGB-camera's - bevatten bovendien processing mogelijkheden om modellen *on edge* te draaien.

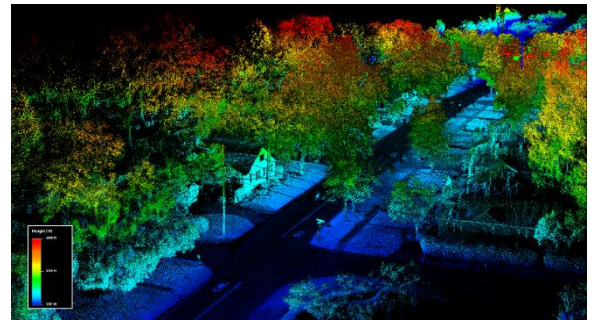
Infraroodcamera

Een infraroodcamera maakt beelden in het infrarode deel van het elektromagnetisch spectrum, wat overeenstemt met uitgestraalde warmte. Deze beelden kunnen gebruikt worden als input voor computervisionmodellen zoals besproken bij de gewone camera. Deze camera werkt goed in slecht-belichte omstandigheden maar bevat minder – doch andere - informatie dan een RGB-camera.



LIDAR

LIDAR is een veel gebruikte technologie voor autonome voertuigen door de mogelijkheid om snel een volledige puntwolk te genereren van de omgeving rondom de sensor. Een LIDAR werkt volgens hetzelfde principe als radar: een signaal wordt uitgezonden en zal enige tijd later door reflectie weer worden opgevangen. De afstand tot het object of oppervlak wordt bepaald door de tijd te meten die verstrijkt tussen het uitzenden van een puls en het opvangen van een reflectie van die puls. [5]



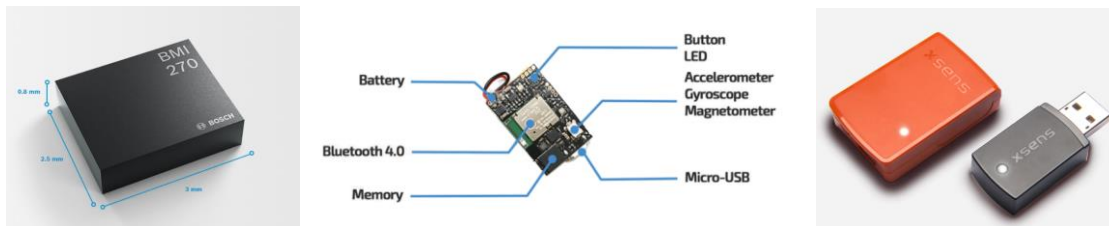
Dergelijke sensor behaalt ongeveer dezelfde nauwkeurigheid als een stereocamera, maar de vergelijking is moeilijk te maken omdat veel afhankelijk is van de toepassing, omgeving en kostprijs van elke sensor.

IMU sensoren

Een IMU – Inertial Measurement Unit – is een sensor die informatie geeft over de oriëntatie, versnelling en hoekversnelling van het lichaam waarop deze gemonteerd is. Dergelijke sensor bestaat uit een accelerometer, gyroscoop en soms een magnetometer.

De data van deze verschillende sensoren zijn afzonderlijk beschikbaar maar kunnen ook gecombineerd worden aan de hand van sensor-fusion om een enkele positie- en versnellingsvector te bekomen voor het object. Afhankelijk van het type sensor is deze sensor-fusion op de sensor geïmplementeerd of moet deze zelf geprogrammeerd worden op een aparte microcontroller.

Op de markt zijn er heel veel types beschikbaar die verschillen in nauwkeurigheid, bereik en communicatiemogelijkheden. Verder is er ook een groot onderscheid in toepassingen en gebruiksvriendelijkheid, zo is het mogelijk IMU sensoren te kopen die geïntegreerd moeten worden op een printplaat en anderzijds zijn er IMU sensoren waar de nodige hardware en software reeds voor voorzien is.



Van links naar rechts: BMI270 IMU-chip die enkele millimeter groot is, de MMRL van Mblentlab met BLE-integratie en de XSense Awinda met eigen protocol en software. [6] [7] [8]

Druksensoren

Druksensoren maken gebruik van het piëzo-elektrisch effect: bij het uitoefenen van druk of vervorming op een piëzo-elektrisch materiaal zal er een spanning genereerd worden die evenredig is met druk en/of vervorming.

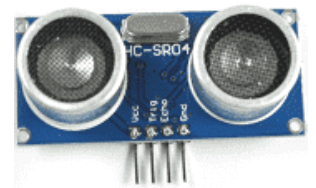
Druksensoren bestaan in verschillende uitvoeringen en moeten gekozen worden in functie van de applicatie, zo verschillen ze bijvoorbeeld in meetbereik, vorm en uitvoering. Deze moeten veelal ingewerkt worden in de hardware en vragen wat maatwerk.



Ultrasoon sensoren

Ultrasoon sensoren zenden een geluidssignaal uit en meten het tijdsverschil tussen het uitzenden en ontvangen (van het gereflecteerde signaal) om zo een berekening te doen van de afstand tot een object.

Deze sensoren zijn significant goedkoper dan een stereocamera of LIDAR maar leveren geen informatie over de omgeving, enkel een enkele waarde van de afstand tot een onbekend obstakel. Ze gebruiken echter weinig energie en zijn gemakkelijk te gebruiken.



EMG Sensoren

EMG staat voor ElektroMyografie: een onderzoekstechniek waarbij de elektrische activiteit van spieren gemeten wordt. Hierbij worden er elektroden geplaatst op de spier en wordt de elektrische activiteit gemeten tussen 2 elektroden. [9]

Smart Rollator

Overzicht gebruikersscenario

Het objectief van deze case is het verbeteren van het gangpatroon bij het **zelfstandig** gebruik van een rollator aan de hand van **auditieve en visuele feedback**.

Hierbij focussen we op rollatorgebruikers die een slecht gangpatroon hebben bij het gebruik van de rollator.

Sensoren bestaande oplossingen

In dit deel worden oplossingen, onderzoeken en producten aangekaart die voor deze case relevant zijn.

1. Parkinson rollator – Mobio [10]

De Mobio parkinson rollator maakt gebruik van een **laserlijn** en een **metronoom** om freezing te voorkomen bij parkinson patiënten. De gebruiker moet manueel een knop induwen om deze te activeren (geen smart-functionaliteiten).



2. Parkinson rollator – Sunrise Medical [11]

Ook de Sunrise Medical rollator maakt gebruik van een **laserlijn** om freezing te verhelpen bij parkinson patiënten. Deze kan geactiveerd worden door een knop aan de rem (geen smart-functionaliteiten).



3. Lea Robot* [12]

De Lea Robot is uitgerust met **motorondersteuning** die rolstoelgebruikers helpt om vlot te wandelen en op te staan. Verder is de rollator uitgerust met meerdere sensoren (type niet beschreven) die de gebruiker in de gaten houdt tijdens het wandelen en dynamisch de snelheid aanpast. Deze sensoren worden ook gebruikt voor analyses zoals een stappenteller.



*De Lea Robot is niet meer verkrijgbaar door gebrek aan financiering.

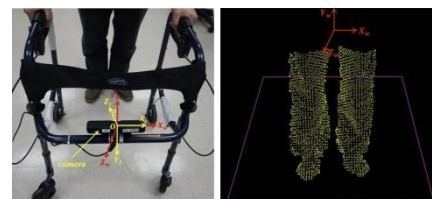
4. I-Walker [13]

De I-Walker rollator heeft **druksensoren** in de handvaten die de nodige **motorondersteuning** aansturen.



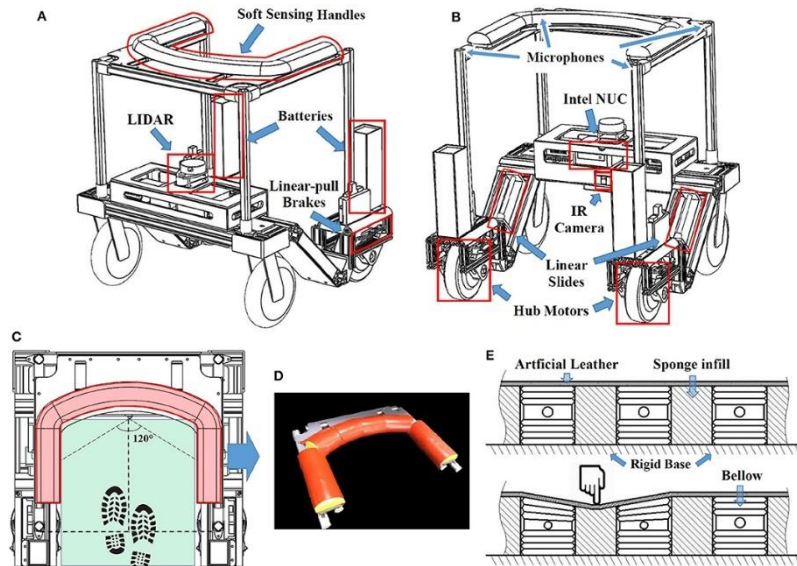
5. RGB-D Camera Based Walking Pattern Recognition by Support Vector Machines for a Smart Rollator [14]

In dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van een **RGB-D dieptecamera** die een puntwolk maakt van de onderste ledematen. Uit deze puntwolk wordt een skelet-model afgeleid bestaande uit 6 punten en 4 rechten. Dit model gebruikt men dan om een ganganalyse te doen van de rollatorgebruiker.



6. *A Smart Robotic Walker With Intelligent Close-Proximity Interaction Capabilities for Elderly Mobility Safety [15]*

De Smart Robotic Walker is uitgerust met een **LIDAR**, **druksensoren in de handvaten**, een **infrarood camera**, **meerdere microfoons** en een **robotic support systeem**.



De **LIDAR** en **infrarood camera** worden gebruikt om de positie van de gebruiker t.o.v. rollator te bepalen. De **druksensoren** in de handvaten geven meer informatie over de krachtverdeling van de gebruiker zodat de motorische aansturing hierop kan reageren. De **microfoons** worden gebruikt indien de gebruiker en de rollator zich niet in dezelfde kamer bevinden, aan de hand van het tijdsverschil van de audio kan de rollator zich automatisch naar de gebruiker bewegen.

7. *The effects of a positional feedback device on rollator walker use: a validation study [16]*

Dit onderzoek maakt gebruik van een **ultrasoon sensor** en **RGB-Leds** om feedback te geven aan de rollatorgebruiker.



8. Gait-Up [17]

Gait-Up combineert sensoren, algoritmen en biomechanica om bewegingsanalyses te bieden. Hierbij maken ze gebruik van **IMU-sensoren** (bewegingssensoren) die op het lichaam van de gebruiker worden aangebracht. De software van Gait-Up biedt een volledige ganganalyse onafhankelijk van de rollator waarbij parameters gemeten worden zoals staplengte, stapfrequentie en afrolpatroon van de voet.



Smart Brace

Overzicht gebruikersscenario

Patiënten met neglect hebben verminderde aandacht voor één zijde van de ruimte en/of hun lichaam. Aan de hand van smart devices willen we de revalidatie van dit aandachtsprobleem faciliteren zonder de tussenkomst van de therapeut.

De oplossing zou uit 2 delen bestaan:

- **Stimuleren van de neglectzijde:** Een impuls (vibratie, geluid, ...) geven aan de neglectzijde zodat de aandacht van patiënt hiernaar wordt getrokken.
- **Monitoren van de aandacht voor de neglectzijde:** Kwantificeren hoeveel aandacht de patiënt heeft voor de neglectzijde voor en na de impuls, en eventueel op langere termijn.

Sensoren bestaande oplossingen

In dit deel worden oplossingen, onderzoeken en producten aangekaart die voor deze case relevant zijn, zowel voor het stimuleren als voor het monitoren.

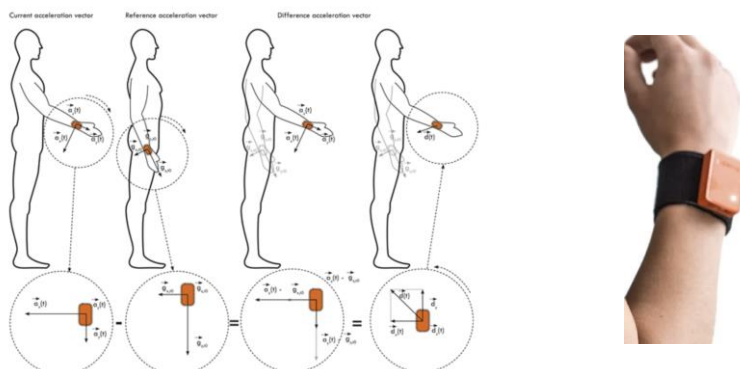
1. Elitac wearables [18]

Elitac is gespecialiseerd in het integreren van sensoren en **haptic feedback actuatoren** in textiel. Daarbuiten bieden ze een ScienceSuit aan die ontwikkeld is om snel en gemakkelijk haptic feedback tactoren te testen op patiënten, dit is echter zonder sensoren om de bewegingen te monitoren. Het haptic feedback systeem is aanstuurbaar via **BLE**.



2. Arm usage coach [19]

Bij dit onderzoek maakt men gebruik van een **IMU-Sensor** om de bewegingen van de arm te monitoren en een **haptic feedback factor** om de arm te stimuleren. De sensor en factor zijn geïntegreerd in een armband zodat de patiënt deze gemakkelijk kan aanbrengen.



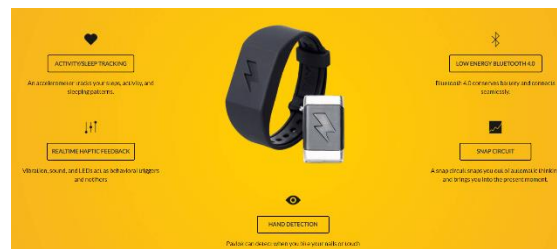
3. Intellinetix [20]

De Therapy Gloves van Intellinetix worden gebruikt voor **vibratietherapie**. Aan de hand van een druk op de knop zal een vibratie gegeven worden van instelbare intensiteit. Deze is echter niet aanstuurbaar via BLE en bevat geen monitorsensoren.



4. Pavlok [21]

De Pavlok wordt verkocht als een “Mindfulness Coach On Your Wrist”. De horloge kan een lichte tot zware **elektrische shock** geven. Deze kan aangestuurd worden via de knop of via **BLE**. Daarnaast zijn er ook **IMU-sensoren** geïntegreerd om handbewegingen te monitoren, het is echter onduidelijk hoeveel van die informatie vrij beschikbaar is via de SDK.



5. Feel Hey [22]

De armbanden van Feel Hey geven het gevoel dat er in je arm geknepen wordt. Het product wordt in paren verkocht en is vooral een lifestyle product. Het “knijpen” in de arm wordt gerealiseerd door het bandje van de armband aan te spannen en vervolgens weer te ontspannen.



6. Rehabilitation of hemineglect of the left arm using movement detection bracelets activating a visual and acoustic alarm [23]

Bij dit onderzoek maakt men gebruik van 2 **accelerometers** – 1 op elke hand – waarvan de output vergeleken wordt om het verschil in armgebruik te kwantificeren. Indien er een discrepantie tussen de 2 armen wordt gemeten, wordt er een **audiovisueel alarm** afgespeeld aan de neglectzijde.

Smart Infuushouder

Overzicht gebruikersscenario

De **mobiliteit verhogen** - en de **behandeling faciliteren** - van patiënten met infuustherapie a.d.h.v. een automatisch geleide infuushouder.

1. **Mobiliteit verhogen:** De patiënt zal de infuushouder niet meer manueel moeten voortduwen, dewelke zwaar kan zijn door eventuele infuuspompen en batterijen. Hierdoor zal de patiënt zijn/haar handen vrij hebben voor andere handelingen zoals wandelen met een rollator.
2. **Behandeling faciliteren:** Bij patiënten in wandelrevalidatie wordt de infuus soms verwijderd zodat de therapeut de patiënt kan ondersteunen, wat niet mogelijk is als de therapeut de infuushouder moet voortduwen. Hierdoor wordt de behandeling van de patiënt tijdelijk onderbroken en klopt het medicatieschema niet meer.

De doelgroep zijn voornamelijk patiënten met een infuustherapie die fysieke moeilijkheden hebben om de infuushouder manueel voort te duwen.

Sensoren bestaande oplossingen

In dit deel worden oplossingen, onderzoeken en producten aangekaart die voor deze case relevant zijn.

1. Autonomous IV Stand [24]

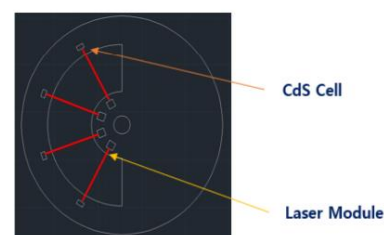
Bij dit onderzoek draagt de patiënt een riem die via een nylon draad verbonden is met een 2 **encoders** op de infuushouder. De positie van de patiënt t.o.v. de infuushouder zal berekend worden door de gemeten hoek van deze encoders.

Op de basis van de infuushouder zijn er 2 **ultrasoon sensoren** geïnstalleerd die gebruikt worden voor obstakel detectie.



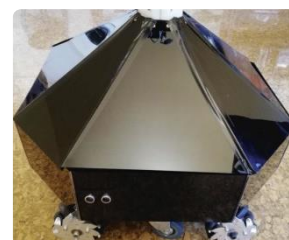
2. The Smart IV Stand [25]

In dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van **lichtsensoren** om de relatieve positie van de patiënt t.o.v. de infuushouder te bepalen. De infuuslang zal naargelang de positie van de patiënt bepaalde laserlijnen onderbreken waardoor de hoek van de patiënt t.o.v. de infuushouder berekend kan worden.



3. BMVIPOT [26]

De Biomedical Intravenous Pole Robot – BMVIPOT – is uitgerust met een **camera**, een **ultrasoon sensor** en **4 motoren** om de patiënt te volgen. De patiënt draagt een **tag** op de rug die de BMVIPOT aan de hand van camerabeelden gaat tracken. De ultrasoon sensor dient als simpele antibots sensor.

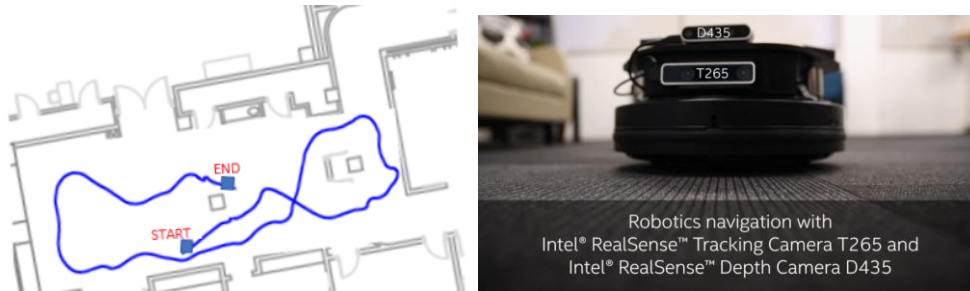


4. SLAM

SLAM staat voor *Simultaneous localization and mapping*: een techniek waarbij een robot of een ander voertuig een kaart maakt van een onbekende omgeving en zichzelf in deze kaart lokaliseert.

Doordat de robot zich bewust is van de omgeving – dewelke dynamisch kan veranderen door objecten die voor de robot komen – kan deze objecten op een intelligente manier ontwijken.

Om de omgeving in kaart te brengen is er nood aan sensoren die een puntenwolk maken van de omgeving, zijnde een **LIDAR** of een **Stereocamera**. [27] [28]



References

- [1] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick en A. Farhadi, „You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection,” 2016.
- [2] Google, „Pose Detection,” [Online]. Available: <https://developers.google.com/ml-kit/vision/pose-detection>.
- [3] A. Núñez-Marcos, G. Azkune en I. Arganda-Carreras, „Vision-Based Fall Detection with Convolutional Neural Networks,” *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2017.
- [4] Intel RealSense, „Beginners guide to depth,” [Online]. Available: <https://www.intelrealsense.com/beginners-guide-to-depth/>.
- [5] Wikipedia, „LIDAR,” [Online]. Available: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Lidar>.
- [6] Bosch-Sensortec, „BMI160,” [Online]. Available: <https://www.bosch-sensortec.com/products/motion-sensors/imus/bmi160/>.
- [7] Mbientlab, „MetaMotionRl,” [Online]. Available: <https://mbientlab.com/metamotionrl/>.
- [8] XSens, „Mtw Awinda,” [Online]. Available: <https://www.xsens.com/products/mtw-awinda>.
- [9] Wikipedia, „Elektromyografie,” [Online]. Available: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Elektromyografie>.
- [10] Mobio, „Mobio Parkinson Rollator,” [Online]. Available: <https://mobio.be/rollator/parkinson-rollator/>.
- [11] Sunrise Medical, „Gemino 30 Parkinson,” [Online]. Available: <https://www.sunrisemedical.be/producten/gemino/30-parkinson>.
- [12] Robotzorg.nl, „Lea robot,” [Online]. Available: <https://www.robotzorg.nl/product/lea-robot-slimme-rollator/>.
- [13] G. Morone, R. Annicchiarico en M. Iosa, „Overground walking training with the i-Walker, a robotic servo-assistive device, enhances balance in patients with subacute stroke: a randomized controlled trial,” *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 13, 2016.
- [14] H. Zhang en C. Ye, „RGB-D Camera Based Walking Pattern Recognition by Support,” *International journal of intelligent robotics and applications*, vol. 1, 2017.
- [15] X. Zhao, Z. Zhu, M. Liu, C. Zhao, Y. Zhao, J. Pan, Z. Wang en C. Wu, „A Smart Robotic Walker With Intelligent Close-Proximity Interaction Capabilities for Elderly Mobility Safety,” *Frontiers in neurorobotics*, vol. 14, 2020.
- [16] C. Golembiewski, J. Schultz, T. Reissman, M. H. PT, J. Walsh-Messinger, K. Jackson en K. E. Bigelow, „The effects of a positional feedback device on rollator walker use: a validation study,” *Assistive technology : the official journal of RESNA*, 2019.

- [17] GiatUp, „Make sense of motion,” [Online]. Available: <https://gaitup.com/>.
- [18] Elitac Wearables, „Science Suit,” [Online]. Available: <https://elitacwearables.com/sciencesuit/>.
- [19] B. Klaassen, P. G. H. Bartels, B. J. F. v. Beijnum en H. Hermens, „The development and evaluation of an arm usage coach for Stroke survivors,” *International Conference on Sensing Technology (ICST)*, vol. 9, 2015.
- [20] IntelliNetix, „Therapy Gloves,” [Online]. Available: <https://www.intellinetixvibration.com/product/gloves.html>.
- [21] Pavlok, „Pavlok 3: Your Mindfulness Coach On Your Wrist,” [Online]. Available: <https://pavlok.com/pav-3-homepage/>.
- [22] Feel Hey, „Feel Hey,” [Online]. Available: <https://feelhey.com/#gref>.
- [23] J. Trejo-Gabriel-Galan, V. Rogel-Melgosa en S. Gonzalez, „Rehabilitation of hemineglect of the left arm using movement detection bracelets activating a visual and acoustic alarm,” *Journal NeuroEngineering Rehabilitation*, vol. 13, 2016.
- [24] B. Michael, C. Caitlin, G. Nicholas, J. Nicholas, P. Christina en W. Ethan, „Project Number: P15073 Autonomous IV Stand,” 2015.
- [25] S.-H. Jo, J.-H. Choe, S.-H. Seo, W.-H. Kim, H.-K. Lee en S.-H. Park, „The Smart IV Stand Design Through Human Tracking Mobile Robot System by Cds Cell,” *Modern Physics Letters B*, vol. 29, 2015.
- [26] A. Sayed-Kassem, N. Kozah, G. Hajj-Moussa, R. Harb en A. Zaylaa, „BMIVPOT, a Fully Automated Version of the Intravenous Pole: Simulation, Design, and Evaluation,” *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 2020, 2020.
- [27] MathWorks, „Implement Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) with Lidar Scans,” [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/nav/ug/implement-simultaneous-localization-and-mapping-with-lidar-scans.html>.
- [28] Intel-RealSense, „Intel® RealSense™ Tracking Camera T265,” [Online]. Available: <https://www.intelrealsense.com/tracking-camera-t265/>.