



# METING VAN COGNITIEVE & FYSIEKE BELASTING

## AUGMENTX - COGNITIEVE & FYSIEKE BEOORDELING

*Locatie: Flanders Make – Kortrijk/ Flanders Make – Leuven / FlandersMake@VUB*

### BESCHRIJVING

De AugmentX-infrastructuur maakt het mogelijk om fysieke augmentatieoplossingen te beoordelen die de fysieke mogelijkheden van een werknemer vergroten of verbeteren. Voorbeelden van augmentatietoestellen zijn slimme takels, ergonomische tafels, stoelen, hulpmiddelen, cobots, exoskeletten en andere randapparatuur. AugmentX biedt de nodige hulpmiddelen om cognitieve en fysieke belasting te beoordelen. Het bevat ook een portfolio van de nieuwste technologieën voor menselijke augmentatie voor demonstratiedoeleinden.

AugmentX combineert op unieke wijze een zeer nauwkeurig onderzoekslab (@R&MM) met een demonstratie- en validatielab (@ProductionS en @ISyE) in een meer realistische productieomgeving. Een groot deel van de meetapparatuur is mobiel voor in situ meetcampagnes bij bedrijven. Deze apparaten hebben een vaste locatie/eigenaar:

- AugmentX\_Research Lab in Brussel maakt het mogelijk om technologieën voor menselijke augmentatie te beoordelen in een gecontroleerde omgeving met zeer nauwkeurige metingen. De nuttige last in dit lab is beperkt tot 20 kg.
- AugmentX\_Validation & Demonstration Lab in Kortrijk (geïntegreerd in INFRA HEAL & INFRA FLEX) waar de technologieën voor menselijke augmentatie veilig maar minder nauwkeurig kunnen worden beoordeeld en verbeterd in een meer realistische productieomgeving.
- AugmentX\_Mobiel lab: evaluaties ter plaatse van technologieën voor menselijke augmentatie.

### Scope

Dit document is bedoeld als een thematisch informatieblad over de infrastructuur van zowel de R&MM core lab faciliteit als de ProductionS core lab faciliteit. Bijgevolg omvat dit document alle elementen die passen in het thema "Cognitieve en fysieke beoordeling".

Er zijn apparaten die een gemengd gebruik hebben en minder gericht zijn op beoordeling. VR- en AR-brillen kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om het gezichtsvermogen te vergroten en/of als eyetracking-apparaat. Ook cobots kunnen worden gebruikt als actuator en/of om positie en kracht te meten. In dit document behandelen we de

beschikbare AR-brillen als een aparte klasse. Cobots worden echter besproken in het thematische informatieblad "robots en cobots".

## Uitrusting en specificaties

De uitgevoerde metingen (en apparatuur) kunnen grofweg in vier groepen worden ingedeeld:

- Een mocap-systeem maakt het mogelijk om beweging en houding in een 3D-omgeving te volgen.
- Krachtsensoren maken het mogelijk om reactiekrachten te meten (dynamometer, inlegzolen, krachtplaten etc.).
- Metingen van fysiologische variabelen maken het mogelijk om de conditie van een menselijke operator in te schatten.
- Andere apparaten: AR-bril

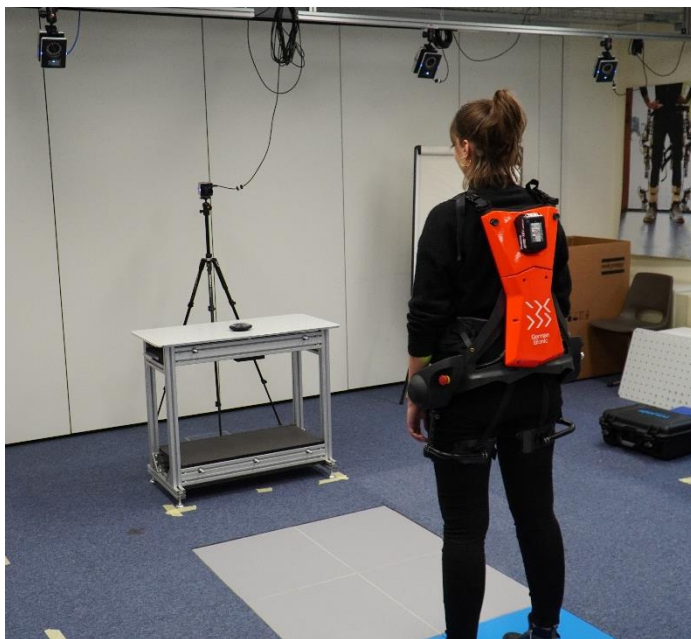


Fig1: links het Vicon, Kistler en German Bionics Exo skelet, rechts het Xsens, VO2-master, Cometa, Moticon (insoles) en German Bionics Exo

## Mocap

### Vicon optical Mocap system - (Aantal 1 -> 3) - (Statisch) - @VUB

Het Vicon mocap-systeem maakt het mogelijk om twee ruimtes te monitoren, de eerste biedt een opnamevolume van 5m bij 8m bij 2,5m (uitbreidbaar dankzij een verwijderbare wand) (uitgerust met de krachtplaten), de tweede biedt een opnamevolume van 2,5 bij 1,5m bij 2,5m (uitgerust met de dualband loopband). Het gecombineerde systeem (over de twee ruimtes) bestaat uit 4 Vue (RGB-camera's), 24 Vantage V5 (IR-camera's), 10 Vero V2.2 (IR-camera's), 2 ADC's met 64 kanalen (Vicon lock-lab), 6 blue trident IMU's, twee rekken met patchpanelen en schakelaars om middelen toe te wijzen aan drie controledesktops en 1 laptop.

Het systeem kan worden opgesplitst in vier aparte systemen die de bronnen verdelen op basis van de vraag. Dit maakt het mogelijk om meerdere testcampagnes tegelijk te laten draaien.

De opstellingen kunnen gemakkelijk submillimeter nauwkeurigheid bereiken (meestal 0,3 mm). Voor de Vantage V5 camera's kan de bemonsteringsfrequentie oplopen tot 330 Hz. (Tijdens de inbedrijfstelling werd de nauwkeurigheid geverifieerd, d.w.z. bij 100 Hz, 16 V5-camera's en een opnameruimte van 5mx5mx2,5m. Het systeem toonde een positienauwkeurigheid van 0,05 mm in het midden van de vastlegruimte, terwijl de software een ruimtenauwkeurigheid van 0,3 mm schatte.)

Het Vicon-systeem is meer dan alleen een mocap. Het is zeer modulair van aard en biedt veel mogelijkheden om te koppelen met andere sensoren.

Het systeem met de grote opnameruimte (8m bij 5m bij 2,5m) en krachtplaten bestaat meestal uit:

- 24 Vantage V5 IR camera's
- 2 Vue RGB-camera's
- 6 Vicon Blue Trident IMU's
- Het systeem wordt geleverd met een 64-kanaals analoge sampler (Vicon Lock lab) (1 kanaal op 192kHz of 64 kanalen op 3kHz).
- De verbinding met de Cometa sEMG wordt tot stand gebracht via het Vicon Lock Lab.
- De verbinding met de Kistler krachtplaten wordt gerealiseerd met een softwareplugin maar gesynchroniseerd via het Vicon lock lab (d.w.z. de analoge kanalen blijven beschikbaar voor andere bronnen).
- Een rack met drie schakelaars en patchpanelen
- Twee bedieningsdesktops

Het systeem met de kleinere opnameruimte (2,5 m bij 1,5 m bij 2,5 m) en de loopband met dubbele band bestaat meestal uit:

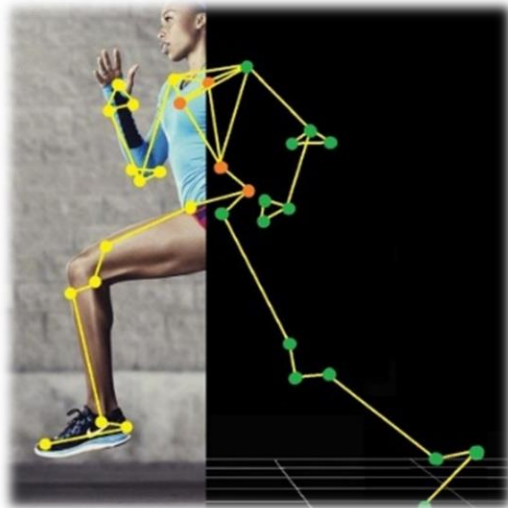
- 10 Vero 2.2 IR-camera's
- 2 Vue RGB-camera's
- Een 64 kanaals analoge sampler (Vicon lock lab)
- De verbinding met de Cometa sEMG wordt tot stand gebracht via het Vicon lock Lab.
- De verbinding met de dualband-loopband wordt tot stand gebracht via het Vicon lock lab.

De Vicon Nexus software maakt het mogelijk om een skeletsjabloon te definiëren dat kan worden aangepast aan een bepaald onderwerp. Gewrichtshoeken en andere interessante gegevens kunnen worden berekend in geautomatiseerde pijplijnen en de verzamelde gegevens kunnen in realtime naar andere apparaten worden gestuurd. (bijvoorbeeld via ROS om actuatoren aan te sturen, ... ).

Er is een LSL-client ontwikkeld voor het streamen van de RT-gegevens van het Vicon-systeem (inclusief Kistler-krachtplaten en Cometa EMG).



## Qualisys optisch Mocap systeem - (Aantal modulair) - (Statisch) - @ProductionS



Qualisys



Qualisys : Arqus A5 camera

Het Qualisys systeem is vergelijkbaar met het Vicon mocap systeem. De Qualisys Arqus A5 camera's zijn IR camera's (geen zichtbaar licht). Ze detecteren IR-stralen die worden gereflecteerd door markers. Ze 'zien' dus alleen puntjes die elke marker vertegenwoordigen. De exacte 3D positie is dan bekend door driehoeksmeting. Als camerasysteem hebben ze een zichtlijn naar de markers nodig. Ze worden meestal gebruikt voor films en animaties.

Na verwerking (in real-time) kan een wireframeskelet van een onderwerp worden gemeten op basis van de sleutelposities van de markers. Posities van de ledematen en animatiebestanden kunnen worden geëxtraheerd.

Nuttige details:

- Bereik: meestal 2->15m van elke camera.
- Frequentie: 100 tot 500 Hz.
- Nauwkeurigheid: 0,3 mm/marker



## Xsens / Movella - IMU based Mocap - (Aantal 2) - (Mobiël)

(Movella heeft onlangs Xsens overgenomen.) De Xsens Awinda (50Hz) en de Xsens Link (200Hz) zijn mobiele IMU-gebaseerde Mocap-systemen. Ze hebben geen camera's nodig en zijn niet beperkt door de ruimte van het laboratorium. Het Xsens systeem meet de positie en houding van de drager.

In combinatie met Steam 2 kan de drift in positie beperkt worden tot 1 cm. Het Xsens systeem heeft aanvaardbare sensoren maar uitzonderlijke software. Deze software maakt overtuigende mocap-sessies mogelijk. In theorie kunnen tot vier personen tegelijkertijd deelnemen aan dezelfde mocap-sessie en virtuele ruimte (niet getest).

R&MM beschikt over een Awinda starterspakket, een Awinda pakket en een Link pak. We hebben ook twee MVN pro softwarelicenties. Dit is de software die alle gegevens combineert en die een mocap inschat op basis van een holistische beoordeling van sensorinputs. We kunnen de gegevens rechtstreeks in de MVN-software opnemen, verwerken en analyseren.

Omdat de Xsens deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te pushen. We kunnen de ruwe gegevens of de gecorrigeerde gegevens (voorbewerkt (opgeschoond) door MVN) pushen.

Enkele belangrijke hardwarespecificaties staan in de volgende tabel.

| Model                           | Awinda                                    | Link                |
|---------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
| Sampling (Hz)                   | 1000                                      | 1000                |
| Output Signaal (Hz)             | 60(#20) 80(10) 120(5)                     | 240                 |
| Aantal sensoren                 | F.B. 17+1 tot 20                          | 17                  |
| Batterij levensduur (h)         | 6                                         | 10                  |
| Buffer grootte (s)              | 10                                        | Local storage mode  |
| Accel. <b>±Bereik ±ac.</b> (g)  | ±16±0.5%                                  | ±16±0.5%            |
| Gyro <b>±Bereik. ±ac.</b> (°/s) | ±2000±0.1%                                | ±2000±0.1%          |
| Mag. <b>±Bereik ±ac.</b> (mT)   | ±0.19±0.1%                                | ±0.19±0.1%          |
| Connectie naar PC               | 2.4 GHz Awinda                            | Wifi                |
| Latency (ms)                    | 30                                        |                     |
| Suit of straps                  | Wireless, straps                          | Wired/Wireless suit |
| Basisstation                    | Aw. station en dongle<br>50m(out) 20m(in) | 150 m               |
| Sensor gewicht (g)              | 16                                        |                     |
| Sensor grootte (mm·)            | 47x30x13                                  |                     |



Xsens – Movella - Awinda



Xsens – Movella - Link

### Manus Prime X Haptic VR (vinger tracking handschoenen) – (Aantal 1) – (Mobiel)

Ervaar levensechte ervaringen in de virtuele omgeving met de Manus Prima X Haptic VR handschoenen. Met de handschoenen houd je digitale objecten vast en kun je knoppen indrukken en hendels overhalen in de virtuele omgeving. De Manus Prima X Haptic VR handschoenen zijn compatibel met Unity en Unreal Engine. Verdere integraties kunnen worden gebouwd met behulp van de Manus Core SDK.

De ingebouwde haptische module van de Manus Prime X Haptic VR handschoen geeft feedback aan elke individuele vinger. Naast de haptische feedback beschikt de Manus handschoen over een negen DoF IMU-sensor voor elke vinger om een hoge kwaliteit vingertracking te garanderen. De Manus Prime X Haptic VR handschoenen bevatten een vervangbare batterij die tot 5 uur meegaat. Het is mogelijk om de batterijen te verwisselen terwijl je de handschoen gebruikt, zodat je niet zonder stroom komt te zitten. De Manus Prime X Haptic VR handschoen wordt geleverd met een universeel montagesysteem waarmee verschillende trackers en sensoren op de handschoen geplaatst kunnen worden. Dit omvat: HTC VIVE Tracker 2.0 en 3.0.

Helaas worden deze handschoenen niet herkend door de Xsens MVN analyse software. Om integratie in het mobiele systeem mogelijk te maken, schrijven we momenteel de benodigde software om de datastroom om te leiden en de gemeten mocap-gegevens naar LSL te sturen.



Manus Prime X Haptic VR

### HTC VIVE Pro VR tracking - (Aantal 1) - (Statisch)

Het VR-trackingsysteem bestaat uit twee beacons (basisstations genoemd) die via BT verbonden zijn met een pc. De bakens kunnen compatibele VR-headsets en VR-controllers en -trackers volgen. Het systeem is compatibel met veel apparaten en software van derden. Het zou bijvoorbeeld in staat moeten zijn om de drift in positie te beperken tot 1 cm bij gebruik met de Xsens Mocap oplossing (nog niet geverifieerd).

Het beschikbare systeem bestaat uit een volledige HTC VIVE Pro 2 kit (twee Vive 2.0 basisstations, twee VR-controllers en de HTC VIVE Pro 2 headset). Compleet met 3 extra HTC VIVE 3.0 trackers. We hebben ook de Varjo XR3 headset en de Microsoft HoloLens. Deze AR-headsets worden verderop in dit document apart besproken.



HTC VIVE Pro 2 kit



HTC VIVE 3.0 tracker

### TEA CAPTIV imu gebaseerd Mocap systeem - (Aantal 2) - (Mobiel) - @ProductionS

Het Captive-systeem is vergelijkbaar met het IMU-mocapsysteem van Xsens. Het belangrijkste verschil is dat de filtering en correctie van de gegevens minder performant is, wat leidt tot een minder performant Mocap-systeem in het algemeen. Aan de andere kant wordt het Captiv-systeem geleverd met een uitgebreide verzameling extra sensoren (hartslag, huidgeleiding, temperatuur,...). Het biedt ook een aanpasbare software die een effectieve holistische beoordeling van fysieke belasting mogelijk maakt met behulp van de overvloed aan sensoren die deel uitmaken van het Captiv eco-systeem.

De Captiv mocap systemen bestaan uit 15 IMU sensoren die met riemen op het lichaam worden bevestigd. Ze meten elk hun oriëntatie en versnelling en streamen dit naar een computer. De software creëert dan een avatar (in realtime).

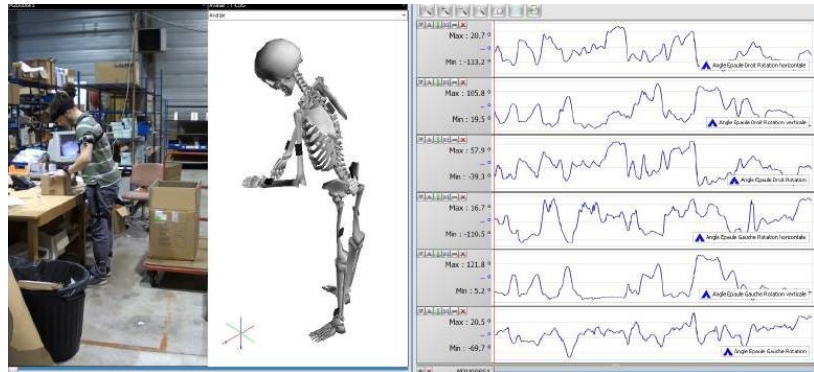
De nauwkeurigheid hangt voornamelijk af van de omgeving en de gegeven parameters. Zichtlijn is niet nodig.

Nuttige details:

- Bereik: 15m van station.
- Frequentie: tot 128Hz.
- Nauwkeurigheid: 0,5%/sensor.
- Batterij: 2~3u.



CAPTIV



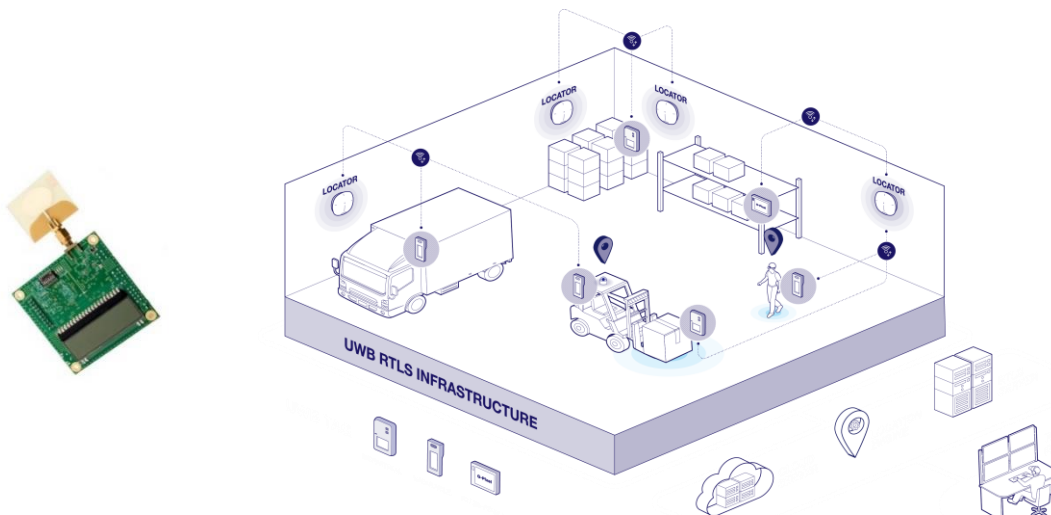
## Ultra-Wide Band positiebepaling- (Aantal 1) - (Statisch)

UWB positiebepaling: Het is een kleine sensor die onderlinge afstanden meet via Ultrawideband. Het is zeer schaalbaar en elke sensor kan ongeveer 20 m bestrijken, dus het bereik hangt alleen af van de grootte van het opgebouwde raster en het aantal beschikbare sensoren. Meestal worden er minstens 4 gebruikt als referentiebasis en moeten ze de sensor van het onderwerp bereiken om driehoeksmeting uit te voeren.

Het meet de 2D positie (3D is ook mogelijk) van de sensoren ten opzichte van elkaar.

Nuttige details:

- Bereik: 20m van de 4 dichtstbijzijnde bases.
- Frequentie: 10 tot 20Hz.
- Nauwkeurigheid: ~10 tot 15 cm.
- Batterij: minstens een dag



UWB

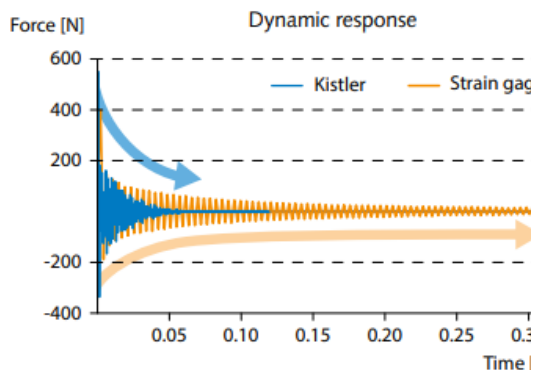
## Krachtmeting

### Kistler krachtplaten - (Aantal 4) - (Statisch)

Vier Kistler-krachtplaten van 50 bij 60 cm meten grondreactiekrachten (impact tot 5kN). Ze bieden een niet-verzwakte bandbreedte tot 70 Hz, waardoor ze de meest reactieve



krachtplaten zijn die vandaag beschikbaar zijn (2022). Merk op dat de natuurlijke frequentie van een massaveersysteem sterk samenhangt met de massa. De eigenfrequentie en dus de bandbreedte van deze sensor neemt sterk af als er massa aan de krachtplaat wordt toegevoegd. De krachtplaten zijn volledig geïntegreerd in het Vicon mocap-systeem. Deze combinatie maakt het mogelijk om de grondreactiekrachtvector te visualiseren.

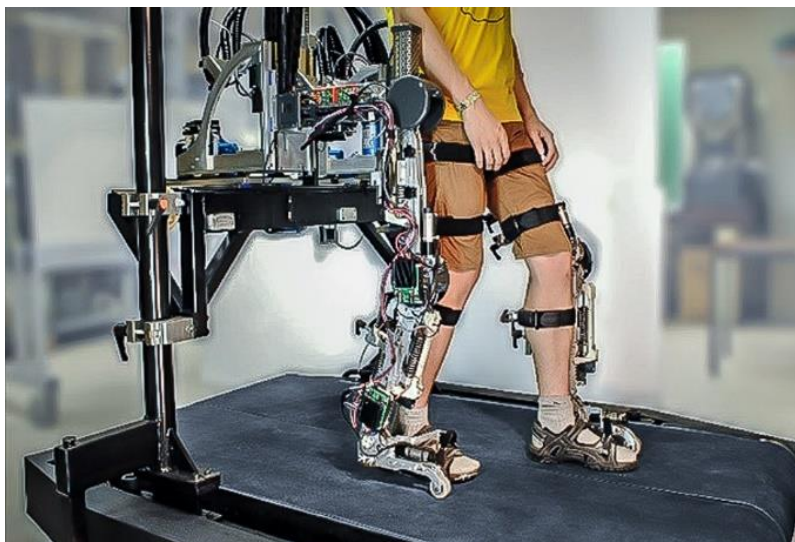


Kistler krachtplaten

### Krachtgevoelige loopband - (Aantal 1) - (Statisch)

Voor de ontwikkeling en optimalisatie op langere termijn van kunstmatige protheses, loopvalidatierobots of robots met poten is een doorlopend testregime waardevol, bijvoorbeeld om de regelparameters te verfijnen.

Deze loopband met twee banden is uitgerust met driedimensionale krachtmeters op de vier hoeken van elke band. Het voegt effectief krachtplaatjes toe aan elke band van de loopband.



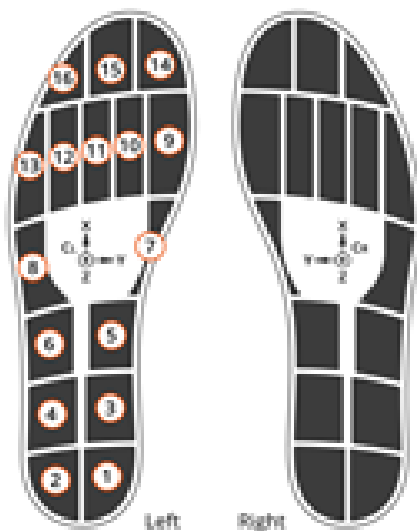
Ground reaction force sensing dual band treadmill

## Moticon inlegzolen - (Aantal 12) - (Mobiel)

Inlegzolen kunnen in schoenen worden geplaatst. Ze meten de normale drukverdeling waarmee de normale grondreactiekracht kan worden berekend. Inlegzolen zijn daarom in zekere zin te vergelijken met krachtplaten:

- Een groot voordeel van inlegzolen ten opzichte van krachtplaten is het gebruiksgemak. In tegenstelling tot krachtplaten hoeft de gebruiker geen onnatuurlijke choreografie uit te voeren om een paar grondreactiekrachten te hebben (één voor elke voet).
- De inlegzolen maken het mogelijk om grote afstanden in of buiten het lab af te leggen (beperkt door de wifi-connectiviteit).
- Vandaag zijn we beperkt tot de verticale grondreactiekrachtcomponent. Verdere ontwikkeling moet echter schattingen voor de horizontale componenten mogelijk maken.

We zijn in het bezit van de Moticon wetenschappelijke inlegzolen. Deze zijn uitgerust met een IMU in elke inlegzool.



Moticon inlegzolen

Wij zijn in het bezit van de volgende maten (@Brussel):

- |             |    |       |
|-------------|----|-------|
| • Aantal: 1 | S4 | 38/39 |
| • Aantal: 1 | S5 | 40/41 |
| • Aantal: 1 | S6 | 42/43 |
| • Aantal: 1 | S7 | 44/45 |
| • Aantal: 1 | S8 | 46/47 |
| • Aantal: 1 | S9 | 48/49 |

Wij zijn in het bezit van de volgende maten (@Kortrijk):

- |             |    |       |
|-------------|----|-------|
| • Aantal: 1 | S3 | 36/37 |
|-------------|----|-------|

- Aantal: 1                      S4                      38/39
- Aantal: 1                      S5                      40/41
- Aantal: 1                      S6                      42/43
- Aantal: 1                      S7                      44/45
- Aantal: 1                      S8                      46/47

De belangrijkste specificaties staan hieronder.

|                                                            |              |
|------------------------------------------------------------|--------------|
| Frequentie (Hz)                                            | 10 -> 100    |
| Drukbereik /acc (N/cm <sup>2</sup> ) / (m/s <sup>2</sup> ) | 50 / 0.25    |
| Zones/inlegzool                                            | 16           |
| Batterijduur (h)                                           | 8 -> 20 LiPo |
| Communicatie                                               | BT5 - Wifi   |
| Berekende uitgangen                                        | Fz - COP     |
| Uitvoerformaat                                             | .csv .xlsx   |
| Uithoudingsvermogen (km)                                   | 100 wandelen |

Omdat de Moticon binnenzool deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te sturen.

### Hoggan ergo Handschoen - (Aantal 1) - (Mobiel)

Deze 'handschoen' bestaat uit een set van 8 resistieve schijfsensoren die je op je vingertoppen en handpalm kunt plaatsen. Dit geeft meer vrijheid bij de plaatsing, maar maakt het erg gemakkelijk voor de sensoren om te bewegen tijdens de meting. Een dergelijk sensortype is ook gevoelig voor afwijkingen op basis van temperatuur. Hij is dus niet erg praktisch.

Hij meet de druk op zijn oppervlak, die wordt omgezet in een kracht op basis van de kalibratie.

Nuttige details:

- Bereik: 15m van station (BLE)
- Frequentie: 100Hz
- Nauwkeurigheid: >3%
- Batterij: 2u



Hoggan Ergo Glove



TEA CAPTIV- Force transducer

### TEA CAPTIV krachtopnemer - (Aantal 2) - (Mobiel)

Een andere sensor uit het CAPTIV-systeem (zie hoofdstuk Mocap). Deze meetcel kan met een schroefdraad worden bevestigd om duwkrachten te meten. Hij is gekalibreerd tot 2000N. De kenmerken van de uplink zijn hetzelfde als die van de rest van het CAPTIV-systeem.

Omdat het CAPTIV-systeem deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te sturen.

### Krachtsmeter Mark 10 - (Aantal 1) - (Statisch) @VUB - R&MM core lab

De Mark10 krachtmeters kunnen compressie- en trekkrachten meten. Deze sensoren kunnen in veel toepassingen worden gebruikt. We hebben drie sensoren beschikbaar: 1 kg, 25 kg en 300 kg.

De krachtmeters kunnen alleen werken in combinatie met een indicator of een testbank. We beschikken over beide.

De testbank houdt positie en kracht bij en kan geprogrammeerd worden om een bepaald belastingsprofiel toe te passen dat beïnvloed kan worden door de kracht of positiemetingen. De testbank heeft verschillende geavanceerde functies zoals cyclische belastingen, statistische analyse van meerdere testen enz.

Een typische toepassing is het testen van componenten zoals veren of de analyse van materiaaleigenschappen of zelfs het kalibreren van op maat gemaakte rekstrookjes, het testen van lineaire actuatoren enz.

De indicator versterkt het signaal van de meetcel en maakt het beschikbaar op het display, maar ook als een analoog of digitaal signaal dat gebruikt kan worden in een geïntegreerde opstelling.

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Model proefopstelling             | F755                        |
| Bereik                            | 813mm                       |
| Positie nauwkeurigheid            | 0.05mm (onder belasting)    |
| Snelheidsbereik                   | 0.02 - 1.525mm/s            |
| Max kracht                        | 3.4kN                       |
| Gegevensverzamelingsnelheid       | 1kHz                        |
| Nauwkeurigheid kracht ADC-sampler | +/-0.1%                     |
| Indicator model                   | (Series 5) M5I              |
| Indicator Sampling Frequency      | 7kHz                        |
| Protocollen                       | Analoog, USB, RS-232        |
| Nauwkeurigheid ADC-sampler        | +/-0.1%                     |
| Loadcell modellen                 | MRO1-50, MRO1-500           |
| Maximale kracht op krachtopnemer  | 1kg, 25kg, 375kg            |
| Nauwkeurigheid load cells         | +/-0.1% van volledig bereik |



Mark 10 indicator en proefopstelling

### Krachtmeter Ergo FET - (Aantal 2) - (Mobiel)

De Ergo FET is een handapparaat waarmee krachten tot 1335 N of 136 kg kunnen worden gemeten. De bemonsteringsfrequentie is ongeveer 100 Hz. Het apparaat kan compressie en trekkracht meten en het signaal via Bluetooth naar een PC streamen.





Hoggan Ergo fet

Omdat de Ergo FET deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te sturen.

In de toekomst hopen we deze krachtmetingen (samen met de grondreactiekrachten) direct te integreren in de unity powered visualisatie die deel uitmaakt van de mobiele opstelling.

### Botsingsmeting PRMS set Pilz - (Aantal 1) - (Mobiel)

#### Krachtmeting:

Het krachtmeetapparaat is uitgerust met veren en sensoren om de krachten te meten die op het menselijk lichaam worden uitgeoefend.

De negen verschillende veren hebben verschillende veerconstanten en worden gebruikt bij de krachtmeting om de verschillende lichaamsregio's na te bootsen.

#### Drukmeting:

Drukindicatiefolies worden gebruikt om de plaatselijke druk te meten en te vergelijken met de grenswaarden die in de norm zijn gespecificeerd.



Pilz collision measurement set



PRMS helpt u te werken aan een veilige robottoepassing dankzij:

- Standaardconforme meting van kracht en druk
- Gestandaardiseerde meetprocedure
- Software met protocoltools - voor eenvoudige evaluatie, visualisatie en documentatie

## Fysiologisch

### Cometa - (Aantal 2x8) - (Mobiel)

Cometa sEMG's zijn een type oppervlakte-elektromyografieapparaat dat verschillende voordelen biedt in vergelijking met andere sEMG-apparaten:

- Signaal van hoge kwaliteit: Cometa sEMG's maken gebruik van hoogwaardige elektroden en geavanceerde signaalverwerkingsalgoritmen om nauwkeurige en betrouwbare metingen van spieractiviteit te produceren.
- Draadloze connectiviteit: Cometa sEMG's kunnen gegevens draadloos verzenden naar een computer of mobiel apparaat, zodat spieractiviteit in realtime kan worden gemonitord en geanalyseerd.
- Gebruiksgemak: Cometa sEMG's hebben een gebruiksvriendelijke interface die minimale training vereist, waardoor ze eenvoudig in te stellen en te gebruiken zijn.
- Veelzijdigheid: Cometa sEMG's kunnen worden gebruikt voor een breed scala aan toepassingen, waaronder het monitoren van sportprestaties, revalidatie en onderzoek.
- Kosteneffectiviteit: Cometa sEMG's zijn concurrerend geprijsd in vergelijking met andere hoogwaardige sEMG-apparaten, waardoor ze een aantrekkelijke optie zijn voor onderzoekers en professionals in de gezondheidszorg.

Over het geheel genomen maken het hoge kwaliteitssignaal, de draadloze connectiviteit, het gebruiksgemak, de veelzijdigheid en de kosteneffectiviteit Cometa sEMG's tot een topkeuze voor het meten van spieractiviteit.

We hebben twee sets die elk acht sEMG's tellen. Eén set is de infinity water resist en de tweede zijn de picos.

| Specificaties    | Infinity Water Resist | Pico                       |
|------------------|-----------------------|----------------------------|
| Electrodes       | 2                     | 2                          |
| Samplefrequentie | Tot 2000 Hz           | Tot 2000 Hz                |
| Bandbreedte      | 20-500 Hz             | 20-500 Hz                  |
| Batterijduur     | Tot 8 uren            | Tot 10 uren                |
| Connectiviteit   | Bluetooth 4.0         | Bluetooth 4.2 (30m indoor) |
| Waterdichtheid   | Ja, tot 1m diepte     | Nee                        |
| Afmetingen       | 63 x 18 x 12 mm       | 32 x15 x 12 mm             |
| Gewicht          | 26 g                  | 7 g                        |
| 3D Gyrocoop      | Ja                    | Ja                         |

Opmerking: De vermelde specificaties zijn gebaseerd op informatie beschikbaar op de officiële websites van de producten per 16 april 2023 en kunnen worden gewijzigd.



Cometa Infinity WR



Cometa Pico

Omdat de Cometa sEMG deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te sturen.

### TMSI SAGA64+ - (Aantal 1) - (Mobiel)

De SAGA 64+ is de meest geavanceerde en veelzijdige versterker en recorder met hoge dichtheid op de markt. Opnemen van menselijke elektrofysiologische signalen met kwaliteit en gemak. De SAGA64+ kan worden gebruikt voor EEG en HD-EMG.

De SAGA 64+ kan worden gebruikt voor elektrofysiologisch onderzoek op tal van gebieden zoals: mentale werkbelasting, cognitieve prestaties, sociale interactie, lichaamsmechanica en robotbesturing.



SAGA 64+ gebruikt in een EEG applicatie



TMSI SAGA64+ met HD EMG

Hieronder staan enkele van de belangrijkste parameters van de SAGA64+.

|            |                                                                          |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Model      | SAGA 64+                                                                 |
| Invoer     | 64 x unipolar<br>2 x dual bipolar<br>3 x triple auxiliary<br>1 x digital |
| RMS-geluid | < 1uV                                                                    |

|                             |                                                                |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Common mode rejection ratio | 100 dB bij 50/60Hz                                             |
| Maximale samplesnelheid     | 4kHz                                                           |
| Invoer bereik               | -0.15V -> 0.15V                                                |
| Bandbreedte                 | Tot 800Hz                                                      |
| Resolutie                   | 24 bits                                                        |
| Ingangsimpedantie           | > 1GOhm                                                        |
| Opslag                      | 32 GB                                                          |
| Batterijduur                | 6 uren                                                         |
| Afmetingen                  | Recorder: (b: 179mm x h: 41 mm)<br>Dock: (b: 179mm x h: 47 mm) |
| Weight                      | Recorder: (700 g + batterijen) + dock 700 g                    |

De TMSI wordt beschouwd als onderdeel van de mobiele opstelling. Een RT Lsl uplink is zo welkom dat TMSI er een voor ons beschikbaar heeft gesteld. We hebben twee configuraties geprobeerd:

- Docked, de LSL uplink heeft 64 kanalen bij 4kHz.
- Undocked maar draadloos verbonden heeft de LSL uplink 64 kanalen bij 1024 Hz.

### VO2 Master - (Aantal 1) - (Mobiel)

Ademhalingssensoren zoals de VO2 Master kunnen worden gebruikt in de context van industriële arbeid om de aerobe conditie en ademhalingsfunctie van werknemers te beoordelen. Dit kan helpen om personen te identificeren die een verhoogd risico lopen op het ontwikkelen van ademhalings- of hart- en vaatziekten vanwege de fysieke eisen van hun werk, en om interventies te ontwikkelen om hun gezondheid en veiligheid te verbeteren.

De VO2 Master kan bijvoorbeeld worden gebruikt om de zuurstofopname en kooldioxideproductie van werknemers te meten tijdens taken als zwaar tillen, klimmen en het dragen van lasten. Deze informatie kan worden gebruikt om personen te identificeren die het risico lopen op vermoeidheid, hittestress of andere gezondheidsproblemen als gevolg van hun werk.

Daarnaast kan de VO2 Master worden gebruikt om de effectiviteit van interventies zoals ergonomische verbeteringen, werk-rustschema's en trainingsprogramma's op de aerobe conditie en ademhalingsfunctie van werknemers te evalueren. Dit kan helpen om de gezondheid en veiligheid van werknemers te optimaliseren en de productiviteit te verbeteren.

Hier is een tabel met de belangrijkste specificaties van de VO2 Master:

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Specificaties           | VO2 Master                       |
| Nauwkeurigheid zuurstof | Galvanische brandstofcel +/- 1 % |
| Debiet nauwkeurigheid   | Verschildruk +/-3%               |
| Samplefrequentie        | Ongeveer 1Hz                     |
| Batterijduur            | Tot 8 uren                       |
| Gewicht                 | 320 g                            |
| Afmetingen              | 124mm x 88mm x 47mm              |
| Communicatie            | Bluetooth Low Energy (BLE)       |

|                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| Levensduur zuurstofsensor | 12 maanden                   |
| Ademhalingsvolume         | 0.25 - 10 liter              |
| Ventilatie                | 2-250 liter per minuut       |
| Ademhalingsfrequentie     | 3-80 ademhalingen per minuut |



VO2 master



Equivital Life Monitor

Opmerking: De vermelde specificaties zijn gebaseerd op informatie beschikbaar op de officiële website van de VO2 Master per 16 april 2023 en kunnen worden gewijzigd.

De VO2 Master is uitgerust met een hartslagsensor waarmee het elektrocardiogram kan worden gemeten.

Omdat de VO2 Master deel uitmaakt van de mobiele opstelling, ontwikkelen we een applicatie om de gegevens in Realtime naar LSL te sturen.

#### Equivital Life monitor (Aantal 1) - (Mobiël)

De Equivital Life Monitor is een eenvoudig te gebruiken sensor die aan een proefpersoon wordt bevestigd met behulp van een harnas met elektroden. Deze sensor met riem bevat een ECG (bemonsterd op 256 Hz), een ademhalingssensor, een huidtemperatuursensor, een huidgeleidingssensor en een IMU.

Alle gegevens worden naar een computer gestreamd die ze verwerkt tot BPM, R-R, ...

Nuttige details:

- Bereik: 15m van station (BLE)
- Frequentie: 5Hz (gestreamd)
- Nauwkeurigheid: er wordt een betrouwbaarheidsindex berekend
- Batterij: >8h

Omdat de Equivital deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te pushen.



### Empatica (Aantal 1) - (Mobiel)

De Empatica E4 is een armband die de hartslag (via PPG/BVP) en huidgeleiding meet. Het wordt gedragen zoals een horloge. Het streamt de metingen naar een computer die ze vervolgens kan opslaan.

Nuttige details:

- Bereik: 15m (BLE).
- Frequentie: 4Hz.
- Nauwkeurigheid: afhankelijk van plaatsing en activiteitsintensiteit.
- Batterij: >8u



Empatica

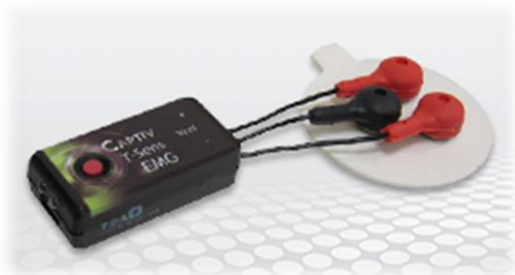


CAPTIV Huidgeleiding

Omdat de Empatica deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te pushen.

### CAPTIV Physiological sensors (Aantal 2 complete sets) - (Mobiel)

Het CAPTIV-systeem (zie sectie Mocap) wordt geleverd met een uitgebreide verzameling fysiologische sensoren. Deze sensoren omvatten: ECG ((electro cardio gram (hart)) bemonsterd op 2kHz), enkele EMG's ('electro myography (spieren)) op 2kHz), een GSR sensor (huidgeleiding), een ademhalingsband, een huidtemperatuursensor. De uplink karakteristieken zijn hetzelfde als de rest van het CAPTIV systeem.



CAPTIV EMG



CAPTIV ECG

Omdat het CAPTIV-systeem deel uitmaakt van de mobiele opstelling, hebben we een applicatie ontwikkeld om de gegevens in Realtime naar LSL te sturen.

## TELEMED ArtUs EXT 2H- (Aantal 1) - (Statisch)

ArtUs is het zeer compacte en zeer krachtige toepassingsgerichte ultrasone apparaat van Teled. Dankzij de snelle USB3.0 interface kan de scansnelheid worden verhoogd zonder afbreuk te doen aan de beeldkwaliteit en kunnen RF ultrasoundgegevens in real-time worden overgedragen naar een pc. De nieuwe "WideView" beeldmodus maximaliseert het weergavegebied voor lineaire, convexe en endocavity transducers. Andere functies zijn een verbeterde ruimtelijke samenstelling voor lineaire en convexe transducers, parallelle bundelvorming, harmonischen en B-steer beeldvorming. Het systeem is in staat om transducers met hoge dichtheid en hoge frequentie aan te sturen en levert gedetailleerde, rijke beelden met een groot dynamisch bereik. De softwarefuncties omvatten Echo Wave II met Speckle ruisonderdrukking als standaardpakket en optioneel onderzoekspakket: SDK-bibliotheek en geavanceerde gegevensverwerkings- en visualisatieprocedures voor MATLAB-omgeving.

Ons Art Us systeem is uitgerust met optionele hardware-uitbreidingen:

- I/O-module; hardwaremodificatie, biedt tot 6 triggersignalen van/naar externe apparatuur via extra connectoren;
- RF-module; ArtUs scanneraanpassing, biedt toegang tot RF-gegevens met bundelvorming via Teled's SDK en MATLAB-hulpprogramma's.

Om het systeem compleet te maken hebben we een ultrasone lineaire transducer LF9-5N6O-A3. De LF9-5N6O-A3 is uitgerust met 128 elementen, heeft een bandbreedte van 5,0 tot 9,0 Mhz en een lineair gezichtsveld van 60 mm. Hij wordt meestal gebruikt om spiercontractie te visualiseren.





LF9-5N6O-A3 transducer    ArtUs EXT- 2H - driver

## Andere toestellen

### AR headsets - (1 van elk) - (Statisch)

De headsets hieronder maken meestal deel uit van een mocap-systeem. Hun belangrijkste toepassing is natuurlijk het weergeven van een geaugmenteerd beeld aan de gebruiker. In dat opzicht verschillen ze nogal van de eerder beschreven mocap-systemen. Behalve dat ze deel uitmaken van mocap-systemen, bieden ze echter ook opmerkelijke sensoroutput. Ze kunnen de omgeving scannen en een 3D-kaart van de omgeving maken. Ze bieden speciale oogbewakingsmogelijkheden (blikfixatie, pupilverwijding enz.) die kunnen helpen bij het onderzoeken van cognitieve variabelen tijdens bepaalde taken.

Hier volgt een vergelijking van de belangrijkste kenmerken en specificaties van de Microsoft HoloLens 2, HTC Vive Pro en de Varjo XR3 die we in het lab hebben:

| Functie                 | Microsoft HoloLens 2                                                                           | HTC Vive Pro                                                  | Varjo XR3                                                                                                                                  |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beeldscherm technologie | Waveguide-based AR display technology<br>2kPixel (3:2)                                         | Duo AMO led 3.5" elk met een resolutie van 1440 x 1600 pixels | Bionic Display met een resolutie van 1080 x 1920 pixels per oog en een micro OLED display met een resolutie van 2560 x 2560 pixels per oog |
| AR Tech                 | Holographic display                                                                            | Feed through camera                                           | 2x 12MP low latency Feed through                                                                                                           |
| Batterijduur            | 2-3 uur (gesture control)                                                                      | Bedraad (6 uur voor controllers)                              | Bedraad (gesture control of afhankelijk van controllers)                                                                                   |
| Gezichtsveld            | 52 graden diagonaal                                                                            | 110 graden diagonaal                                          | 115 graden diagonaal                                                                                                                       |
| Audio                   | Speakers                                                                                       | Speakers                                                      | Output jack 3.5                                                                                                                            |
| Verversingssnelheid     | 60 Hz                                                                                          | 90 Hz                                                         | 90 Hz                                                                                                                                      |
| Sensoren                | Inside-out tracking (4 camera's), IMU, 1 dieptesensor, 8MP fotocamera / 1080p30 HD videocamera | SteamVR Tracking, IMU, proximity sensor, IPD sensor           | LiDAR (0.4 ->5m), IMU, RGB video pass-through, 6DoF, inside-out tracking                                                                   |
| Connectiviteit          | Wi-Fi, Bluetooth, USB-C                                                                        | DisplayPort 1.2, USB-3.0                                      | 2x DisplayPort 1.4, 2x USB-C                                                                                                               |

|                                                         |                                                                               |                  |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Gewicht                                                 | 566 gram                                                                      | 823 gram         | 980 gram (goed gebalanceerd)                                                     |
| Mogelijkheden voor eyetracking                          | Ingebouwde oogvolgtechnologie met IR-camera's                                 | Geen eyetracking | Ingebouwde oogvolgtechnologie met IR-camera's (200 Hz, subgraden nauwkeurigheid) |
| Voorbeeld van eyetracking om concentratie te beoordelen | Metten van blikduur en fixatie tijdens een taak die visuele aandacht vereist. |                  | Metten van blikfixatie, veranderingen in pupilverwijding detecteren.             |

Over het algemeen is de Microsoft HoloLens 2 vooral ontworpen voor Augmented Reality (AR) toepassingen, terwijl de HTC Vive Pro en Varjo XR3 beide Virtual Reality (VR) headsets zijn.

De MS HoloLens maakt gebruik van een golfgeleidertechnologie die is ingebed in een glazen vizier. Hierdoor is de HoloLens transparant. Zelfs als een pixel zwart is, kan de drager er nog doorheen kijken. Dit kan belangrijk zijn voor de veiligheid. Concurrerende technologie maakt gebruik van VR-brillen met een paar doorkijkcamera's. De nadelen van de HoloLens zijn een klein gezichtsveld en een slecht contrast. De Varjo XR3 heeft een scherm met een zeer hoge resolutie en een groot contrast.



HTC Vive Pro 2



MS HoloLens



Varjo XR3

De HTC Vive Pro en Varjo XR3 maken beide gebruik van infraroodcamera's en LED's om zeer nauwkeurige eyetracking met een lage latentie te bieden. De Varjo XR3 ondersteunt foveated rendering, waarbij de resolutie van de virtuele omgeving dynamisch wordt aangepast op basis van de blik van de gebruiker. De Microsoft HoloLens maakt daarentegen gebruik van IR-sensoren, die beperkte eyetracking bieden, voornamelijk voor blikdetectie.

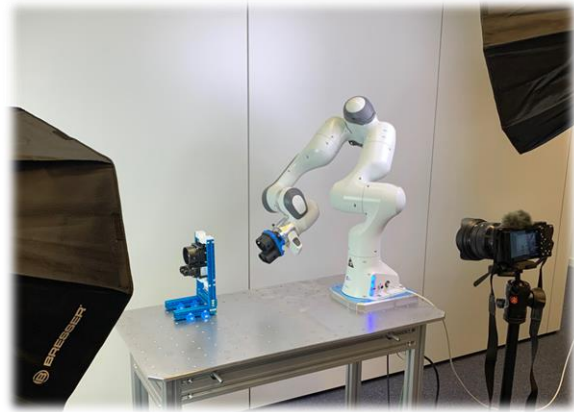
De keuze tussen deze apparaten hangt uiteindelijk af van de specifieke gebruikssituatie en toepassingsvereisten.

### Sony camera - (Aantal - 3) - (Mobiel)

Op het gebied van ergonomisch en biomechanisch onderzoek is het maken van semi-professionele foto's en video's een noodzaak. Daarom beschikken we over meerdere statieven (meer dan 10), twee SONY ZV-E10 camera's, een Sony Alpha 6100, verschillende lenzen en verschillende soorten microfoons (draadloos, richtmicrofoon, omnidirectionele microfoon).



Sony ZV-E10



## ONS AANBOD

Wij bieden tools en methoden om:

- Uw werkplek te analyseren
- De fysieke en mentale belasting van operators in een industriële of laboratoriumcontext te kwantificeren
- Biomechanische analyse van operators die werken met exoskeletten of onderhevig zijn aan andere externe krachten
- De introductie van nieuwe technologieën op de werkplek analyseren met betrekking tot het welzijn van operators
- Stoottesten in overeenstemming met de specificaties in ISO/TS 15066
- Integratie van uw sensoren in onze meetomgeving met vele synchronisatiemogelijkheden
- Ontwikkelen en testen van ergonomische feedbacksystemen