



# Adviesrapport (concept)

09.06.2016

**INFPRJ0178 - Emerging Technologies**

**Team:** Swiss Army Knife

**Teamleden:** Luuk Tito (0891443), Mike Schouten (0889943), Robert Kraaijeveld (0890289), Wesley de Roode (0896655)

**Opdrachtgever:** Sping (J.G. Snip)

## Inhoudsopgave

- [1. Inleiding](#)
- [2. De nieuwe techniek](#)
- [3. Toepassingsmogelijkheden](#)
  - [3.1 Toepassing 1](#)
  - [3.2 Toepassing 2](#)
  - [3.3 Toepassing 3](#)
- [4. Het advies](#)
- [5. Proof of concept](#)
  - [5.1 Doel van de toepassing](#)
  - [5.2 Architectuur \(beschikbare technieken en software\)](#)
  - [5.3 Functies](#)
  - [5.4 Resultaten usability test](#)
- [6. Bevindingen](#)
  - [6.1 Problemen en oplossingen](#)
  - [6.2 Oplossingen](#)
- [7. Architectuur doelen en beperkingen](#)
  - [7.1 Eisen](#)
  - [7.2 Doelen](#)
  - [7.3 Beperkingen](#)
- [8. Conclusie en aanbevelingen](#)
  - [8.1 Hardware-aanbevelingen](#)
  - [8.2 Software-aanbevelingen](#)
- [9. Literatuurlijst](#)
- [10. Bijlagen](#)

## 1. Inleiding

Dit document is bedoeld als adviesrapport betreffende het project Emerging Technologies. In dit rapport vind je alle informatie over ons: proof of concept, uitgevoerde testen, architectuur doelen, beperkingen en aanbevelingen. De aanzet van dit onderzoek is het zoeken naar een innovatieve oplossing voor het geleiden van blinden en slechtziende personen. Wat deze oplossing innovatief moet maken is het gebruik, of het creëren van smart clothing. Wij hebben daarom gekozen om voor ons product relatief kleine sensoren en mini controllers te gebruiken. Het resultaat is een opspeldbaar sensor in combinatie met een polsband die tactiele feedback terug geeft in de vorm van trillingen.

Voor onze opdrachtgever is het vooral belangrijk dat het uiteindelijke product of concept verkoopbaar is, maar ook dat het in meerdere sectoren ingezet kan worden. Mogelijke sectoren waar wij ons met het bovenste product op richten zijn de consumentenmarkt, overheidssectoren zoals defensie en in mindere mate de sportindustrie. Zo kan het navigatiesysteem ook gebruikt worden in situaties waar zicht beperkt is, of als detectiesysteem bij Airsoft door de sensor tactisch te plaatsen.

## 2. De nieuwe techniek

Met ons proof of concept richten wij ons op de opkomende trend van smart clothing, ook wel wearables genoemd. In het kort uitgelegd is dit elektronica die je als kleding of accessoires draagt. Een bekend voorbeeld hiervan is de fitbit-tracker. Dit is een polsband die informatie verzameld zoals hoeveel calorieën de gebruiker verbrand, stappen die gezet zijn en de afgelegde afstand in kilometers. Tegenwoordig zijn er ook T-shirts op de markt die hetzelfde doen.

Met ons proof-of-concept willen wij een alternatief voor de blindengeleidestok op de markt brengen. Ons doel is het ontwikkelen van een moderne oplossing bestaande uit sensors en tactiele informatie via een polsband.

Wij adviseren het gebruik van tactiele feedback in smart kleding van blinden/slechtzienden omdat:

- 1) Het implementeren van tactiele feedback weinig fysieke ruimte op de smart kleding inneemt en relatief weinig geld en tijd kost om te implementeren.
- 2) Het verzenden van informatie naar een ander apparaat, zoals een mobiele telefoon is gevoelig voor verstoring en kost meer tijd dan een direct tactiel signaal.
- 3) Directe tactiele feedback geen verdere aandacht van de drager van de smart kleding vereist, zoals het lezen van braille of het luisteren naar instructies.

### 3. Toepassingsmogelijkheden

Op verzoek van de opdrachtgever hebben wij alvorens de start van onze ontwikkeling een aantal toepassingen bedacht. Hieronder vind je die ideeën, waarvan toepassing één uiteindelijk de basis van ons proof of concept geworden is.

#### 3.1 Toepassing 1

Toen wij het idee van de navigatie-smart kleding bedachten, wilden wij de sensoren verwerken in een handschoen. Het oorspronkelijke idee van de handschoenen is wellicht niet altijd even praktisch. Zo vertrouwen blinden/slechtzienden veel meer op andere zintuigen, zoals gevoel.

Door het dragen van een handschoen zal dit zintuig worden weggenomen, en het constant uit en aantrekken is geen oplossing. Wat ook problematisch kan zijn is dat de sensoren verstoord worden bij het bewegen van de handen of bij het vastpakken van voorwerpen.

Een andere mogelijke toepassing kan zijn dat we de sensoren in een accessoire verwerken. Bijvoorbeeld een clip die op de borst gedragen kan worden als een broche, of een clip die je aan een broekzak bevestigt. Voor de tactiele terugkoppeling kan dan bijvoorbeeld een polsbandje worden gebruikt, zoals in de illustratie hieronder.



Het voordeel van deze oplossing is dat het op ieder kledingstuk gedragen kan worden en dat de gebruiker niet aan een bepaald kledingstuk gebonden bent.

Een nadeel kan zijn dat de sensoren op deze manier makkelijker te verliezen zijn, of mogelijk voor slechtzienden, moeilijk om op de juiste manier te bevestigen.

### 3.2 Toepassing 2

Een uitbreiding op dit idee zou kunnen zijn om gebruik te maken van een infrarood sensor clip. Dit is een clip die op veel kledingstukken zou kunnen passen, maar op een pet zal de gebruiker het beste overzicht krijgen over de voorwerpen/obstakels die op dat moment voor de gebruiker geplaatst zijn.



Wat ook een goede toepassing zou kunnen zijn is een pet die ultrasonische sensoren gebruikt. Met ultrasonische sensoren aan de voorkant kunnen alle obstakels waargenomen worden, waarna deze obstakels met tactiele signalen kunnen doorgeven worden aan de gebruiker.

Een voordeel van het gebruik van een pet is dat de sensoren op de pet bijna hetzelfde oppikken als wat de gebruiker op ooghoogte (zou) zien. Hierdoor kan het accuraat feedback geven. De nadelen hiervan zijn dat alle apparatuur op de pet erg in het zicht zal zijn en daarnaast zal niet iedereen dagelijks met een pet op willen lopen.

### 3.3 Toepassing 3

Voor de derde toepassing leek het ons interessant om niet specifiek voor slechtzienden een idee te bedenken maar voor gebruikers zonder een visuele handicap. Hierbij gaat het om navigatie in het donker. Het idee is om een shirt, een hoodie of een vest te dat kan helpen met navigeren in het donker.

Tijdens het lopen meet een lichtsensor op het kledingstuk of het donker is. Indien de sensor duisternis detecteert, kan de gebruiker er voor kiezen om een zaklamp aan te laten gaan.

Infrarood-sensoren kunnen gebruikt worden om de afstand tussen de gebruiker en obstakels te meten, in plaats van dat de zaklamp manueel uit en aan gezet moet worden kan de gebruiker er dus ook voor zorgen dat deze pas aangaat als hij/zij een object nadert.

Dit idee kan leuke entertainment-waarde hebben in attracties of spookhuizen waar de gebruiker door donkere gangen moet navigeren. Of riolen, ondergrondse gangen en anderszins donkere ruimtes waar werknemers zich bevinden, maar wel veel met hun handen moeten kunnen gebruiken om te tasten e.d.



## 4. Het advies

Uit bijlage A - Adviesrapport: *Uiteindelijk beschrijf je onderbouwd de keuze voor de beste toepassing. Licht uitgebreid toe hoe je tot de selectie bent gekomen aan de hand van eigen en andermans bevindingen. Refereer eventueel naar bronnen.*

Van de in het vorige hoofdstuk genoemde toepassingsmogelijkheden, raden wij onze opdrachtgever aan om ons **toepassing 1**, verder door te laten ontwikkelen.

Voor dit advies hebben wij de volgende redenen:

- **Veelzijdigheid:** Sensors en feedbackapparaten weggewerkt in accessoires geeft zowel onze opdrachtgever als de potentiële eindgebruiker veel mogelijkheden: De accessoire kan veel vormen aannemen, kan makkelijk met bestaande outfits gecombineerd worden en kan eventueel later makkelijk uitgebreid worden met nieuwe functionaliteit.
- **Verkoopbaarheid:** Een hip uitziende, wegwerkbare accessoire is een stuk beter verkoopbaar dan een opzichtige rugzak vol technologie!
- **Scheiding van sensor en feedback:** In toepassing 1 zijn sensor en feedback-apparaat expliciet gescheiden: Hierdoor krijgt de gebruiker meer vrijheid om tactiele feedback te krijgen waar hij/zij dat het prettigst vindt.



## 5. Proof of concept

Uit bijlage A - Adviesrapport: *Begin met een overzicht van je proof of concept, waarin je het doel en de architectuur beschrijft. Welke technieken en software zijn mogelijk en welke heb je gekozen? Onderbouw je keuzes. Daarnaast laat je bijvoorbeeld door middel van een storyboard zien wat de functies en scenario's van je proof of concept zijn. In dit hoofdstuk komen ook de bevindingen van je usability test terug. In hoeverre sluit je proof of concept aan bij het gebruik en wensen van de eindgebruikers?*

### 5.1 Doel van de toepassing

Het doel van ons prototype is om een oplossing te bieden om blinden / slechtzienden te begeleiden en zo de blindengeleide stok te vervangen. Wegens limitaties (zoals het gebrek aan goede sensors) is ons prototype gelimiteerd tot enkel binnenshuis.

### 5.2 Architectuur (beschikbare technieken en software)

Ons project maakt gebruik van een library voor de ultrasone sensor die we gebruikt hebben, namelijk NewPing. Nu gaan we de libraries voor ultrasone sensoren wat beter bekijken en laten we zien waarom we voor deze library gekozen hebben.

NewPing is een library voor een groot aantal ultrasone sensors en bevat een aantal fijne features die de betrouwbaarheid van je product opschroeven: ping sensors zijn betrouwbaar en consistent tot 30 keer per seconde, er kunnen meerdere sensors gebruikt worden, de afstand kan in zowel centimeter als inches gedaan worden en het is nog actief in development.

Een andere library die we hadden kunnen gebruiken voor onze ultrasone sensor is HC-SR04. De features die we kunnen vinden voor deze library is karig. Het biedt ondersteuning voor meer dan één ultrasone sensor, maar aangezien NewPing dit ook biedt plus veel meer, ging onze keuze toch echt daar naar uit.

### 5.3 Functies

Ons prototype bestaat uit een opgespbare sensor in combinatie met een polsband die tactiele feedback terug geeft in de vorm van trillingen. De sensor is momenteel een ultrasone sensor die de afstand zal meten tot een bepaald obstakel. Omdat we maar één ultrasone sensor hebben, zal het lastig zijn kleinere of eventueel niet platte objecten voor de gebruiker te meten. Door deze limitatie is het gevaarlijk om dit prototype buiten te gebruiken en daarom is het alleen binnenshuis te gebruiken.

## 5.4 Resultaten usability test

**Zie bijlage A: Testrapport.**

## 6. Bevindingen

*Uit bijlage A - Adviesrapport: Geef aan waar je je beslissingen in het project op baseert. Hoe heb je geëxperimenteerd? Licht hierbij toe welke (technische) problemen je bent tegengekomen, welke oplossingen je hebt geprobeerd en waarom dit wel of niet is gelukt. De uitkomst van je proof of concept moet een logisch gevolg zijn na het lezen van dit hoofdstuk. Refereer eventueel naar bronnen en naar je bevindingen van je usability test.*

### 6.1 Problemen en oplossingen

#### Sensorkeuze

*Probleem:* Nadat wij een uiteindelijk idee hadden uitgewerkt voor ons proof of concept, namelijk het helpen van slechtzienden met navigeren, werd het tijd om ons te bezinnen op hoe we deze navigatiehulp werkelijkheid zouden gaan maken. Wij waren er sowieso nog niet uit in wat voor vorm we de navigatiehulp zouden gaan realiseren, laat staan wat voor sensor of sensoren we zouden gaan gebruiken.

*Oplossing:* Uiteindelijk hebben wij gekozen voor een enkele ultrasone sensor. Meerdere ultrasone sensoren zouden ideaal zijn geweest, zie bron 3, maar dit was door ons beperkte hardware-budget en door andere praktische omstandigheden niet mogelijk. Tevens hebben wij overwogen een infrarood-sensor te gebruiken, aangezien deze geen last heeft van ongelijke oppervlakken zoals kleding (Wat onze ultrasone sensor wel heeft).

Deze viel echter af doordat infrarood-straling verstoort wordt door de zon. Dit zou betekenen dat een gebruiker al zijn ramen potdicht moet houden terwijl hij het apparaat gebruikt, wat ons niet erg gebruiksvriendelijk leek.

Als laatste hebben wij een LIDAR onder de loep genomen. LIDARS geven duidelijke, snelle en uitgebreide 2D-kaarten van de directe omgeving terug, maar zijn te groot, te zwaar, te duur en hebben grote bewegende rotoren die zowel gevaarlijk als vervelend voor de gebruiker zijn.

## Batterij problemen

*Probleem:* De 2 delen van ons semi-prototype (Het resultaat van enkele weken werk) werden voor het grootste gedeelte van de ontwikkelperiode simpelweg op de USB-poort van een laptop of pc aangesloten om van stroom voorzien te worden. Dit kon uiteraard niet altijd zo blijven; het zou voor een gebruiker erg ongemakkelijk zijn om een draaiende computer bij zich te moeten dragen.

Wij moesten dus batterijen gaan kiezen en gaan monteren. Daarbij stonden wij voor een dilemma: Willen we een 'bulky' apparaat, maar langer werkende batterijen, of gaan we voor een echte 'wearable' maar beperkte batterijduur?

*Oplossing:* In de laatste paar weken van onze ontwikkeltijd hebben we gekozen voor een 9-Volts batterij voor zowel de hoofdcontroller als de polsband. We hadden overwogen om een houdertje voor AAA-batterijen te gebruiken voor de controller i.c.m. een knoopcel-batterij voor de polsband, maar de AAA-batterijen bleken niet erg goed vast te zitten in hun houder (TODO) en de knoopcelbatterij was simpelweg niet sterk genoeg om de polsband te kunnen laten trillen.

## De behuizing

*Probleem:* Rond het einde van onze ontwikkelcyclus werd het tijd voor ons om na te denken over hoe wij onze hardware woudden gaan verpakken. Dit was oa. nodig aangezien de breadboards waarop onze controllers zich bevonden scherpe oppervlakjes bevatten wat uiteraard niet erg fijn is om op de borst of op de pols te dragen. We hadden een legio aan opties: Papier of karton, plastic uit de 3D-printer, enz. Lastig was dat wij nog volledig klaar waren met het implementeren van onze hardware: Vooral het eerder genoemde batterij probleem lag nog op tafel.

*Oplossing:* Onze behuizing is in de laatste weken van de ontwikkeling toch een kartonnen exemplaar geworden. Dit is vooral beslist vanwege het feit dat geen van ons allen ervaring met 3D-printen had en vanwege de veranderlijke natuur van ons toenmalige prototype. Zo lag onze batterijkeuze nog niet vast en overwogen wij toendertijd nog om de opstelling van onze hardware te veranderen. Door het kiezen van dik hobbykarton als behuizing konden we ons flexibel opstellen terwijl we nog steeds een stylish uiterlijk hebben kunnen creëren.

## 7. Architectuur doelen en beperkingen


Uit bijlage A - Adviesrapport: *Dit hoofdstuk beschrijft de eisen, de doelen en de beperkingen die de architectuur van de software beïnvloeden. Denk hier bijvoorbeeld aan veiligheid, beveiliging, privacy, software van externen, distributie, hergebruik, onderhoud, development tools, team opbouw, planning enzovoorts.*

### 7.1 Eisen

De software binnen dit project zal gebruikt worden om een maatschappelijke kwetsbare groep ondersteuning in het dagelijks leven te bieden. Het is daarom van vitaal belang dat de software die het hardware-component van dit project aanstuurt robuust en effectief is.

De software-code zelf moet vanzelfsprekend voldoen aan de-facto industriestandaarden omtrent structuur, naamgeving enzovoorts (Zie bron 2). Er zijn echter ook enkele code-eisen die specifiek zijn aan dit project.

- 1) De effectiviteit van het gehele project hangt voor een groot deel af van de snelheid en efficiëntie van de code. Als de code te lang nodig heeft om de afstand tot een object te berekenen of teveel tijd nodig heeft om een impuls naar de armband te versturen kan dat potentieel ernstige gevolgen hebben voor de gebruiker.
- 2) De huidige-software code maakt gebruik van enkele libraries, waaronder NewPing, MPU6050 (een specifieke library voor het aansturen van de accelerometer) en I2CDev. Deze libraries moeten up-to-date gehouden worden in verdere implementaties van dit project. Het gebruik van verdere updates van deze libraries kan gevolgend hebben voor de huidige staat van de software; de code moet dus onderhouden worden in dit aspect.
- 3) Door de kleine ruimte die de Arduino-controller in ons proof-of-concept kan en mag innemen is er slechts weinig opslagruimte en RAM beschikbaar. Dit betekent dat er een maximale grootte is aan de hoeveelheid LoC die de Arduino-controller kan bevatten. Eventuele verdere implementaties van dit project zullen rekening moeten houden met dit feit, zeker als (nog) kleinere controllers gebruikt gaan worden.

- 
- 4) De bluetooth-verbinding van de controller naar de armband is in het huidige proof-of-concept niet versleuteld. In verder implementaties is het wenselijk dat deze verbinding wel versleuteld word, om het manipuleren van sensordata en andere potentiële inbraken te voorkomen.

Naast de eerder genoemde algemene belangen van veilige, duidelijk geschreven 'schone' code zijn deze 4 speciale eisen essentieel voor het slagen van eventuele doorontwikkelingen van dit project.

## 7.2 Doelen

Ons proof-of-concept heeft twee duidelijke doelen die de opzet van het gehele project beïnvloeden, namelijk een maatschappelijk en een commercieel doel.

Het maatschappelijke doel omvat het verlichten van het dagelijks leven van onze doelgroep. Dit project is specifiek bedoeld om het navigeren binnenshuis voor blinden en slechtziende personen makkelijker te maken.

Dit maatschappelijke doel beïnvloed de opzet van de software en hardware van dit project ten opzichte van de volgende punten:

- Om een zo groot mogelijke maatschappelijke impact te hebben, moeten de kosten van de hardware laag zijn. Hierdoor wordt het uiteindelijke product makkelijk verkrijgbaar en zijn blinden en slechtzienden sneller geneigd om product als een gedeeltelijke vervanging van onhandigere of duurdere middelen zoals de stok en de blindengeleidehond te gebruiken.
- De hardware en de verpakking daarvan mogen geen te grote belemmering voor het dagelijks leven van onze gebruikers vormen. Te zware, grote of anderszins vervelende hardware of verpakkingen ondermijnen het uiteindelijke doel van het project: Het vergemakkelijken van het dagelijks leven voor deze maatschappelijk kwetsbare groep. Gebruiksgemak mag natuurlijk niet ten koste gaan van de kwaliteit van het product; er moet bij verdere implementaties dus goed nagedacht worden over deze verhouding.



Aangezien dit proof-of-concept gemaakt is voor een commerciële opdrachtgever, Sping, is het de bedoeling dat een uiteindelijke doorontwikkeling een commercieel succes gaat worden voor deze opdrachtgever. Dit heeft de volgende invloed op onze soft- en hardware:

- Het feit dat Sping van een eventueel volledig product een commercieel product zou willen maken heeft consequenties. Het eventueel veranderen van de Arduino source code of in sommige gevallen het gebruik van een Arduino zelf kan betekenen dat het project open-source gemaakt zou moeten worden, wat negatieve commerciële effecten kan opwekken voor Sping.
- Het feit dat Sping graag geld wil verdienen met dit project kan conflicteren met de maatschappelijke doelen van dit project. Vooral het doel om het project zo goedkoop mogelijk te houden kan in het geding komen. Om het project zowel een maatschappelijk als een commercieel succes te laten zijn zal met deze wisselwerking rekening gehouden



### 7.3 Beperkingen

Door het doel van ons proof-of-concept en door de aard van vooral ons hardware-platform heeft dit project enkele beperkingen. Deze beperkingen kunnen invloed hebben op volgende implementaties van dit proof-of-concept.

- 1) Omwille van de maatschappelijke doelen die wij met dit project willen bereiken hebben wij de kosten van de hardware laag moeten houden. Dit betekent dat het huidige Arduino-board, de afstandssensor en de bluetooth-modules goedkoop, maar van matige kwaliteit zijn. Bij verdere implementaties kan er voor gekozen worden om hogere kwaliteit hardware te gebruiken, maar dit kan vervolgens weer het maatschappelijke doel van ons proof-of-concept ondermijnen.
- 2) Het open-source Arduino-systeem ondersteunt enkel de C-programmeertaal. Dit dwingt verder ontwikkelingen van dit systeem om redelijk simpele, procuderele code te gebruiken zonder OO-elementen, tenzij een andere controllersoort gebruikt wordt in plaats van de Arduino.
- 3) Zoals al eerder besproken in 7.1, is de opslagruimte en het RAM-geheugen van het Arduino-bord zeer beperkt. De exacte waardes variëren per bord, maar de hoeveelheid LoC is vrijwel altijd gelimiteerd. Dit kan een grote beperking zijn voor eventuele verdere implementaties.
- 4) Om de gebruiksvriendelijkheid van ons proof-of-concept te verhogen is de fysieke ruimte van zowel de controller/broche als de ontvanger/armband beperkt. Dit kan beperkingen bieden voor het type en de hoeveelheid sensoren die verdere implementaties kunnen bevatten.



## 8. Conclusie en aanbevelingen

Uit bijlage A - Adviesrapport: *In dit hoofdstuk vat je je bevindingen samen en geef advies om iets in de toekomst wel of niet te doen. Je kunt adviseren voor verder onderzoek, verdergaande uitwerking en/of verdergaande implementatie. Maak je aanbeveling concreet.*

Met dit proof-of-concept hebben wij geprobeerd aan onze opdrachtgever te bewijzen dat onze implementatie een potentieel product kan worden.

Door beperkte middelen, zowel kwalitatief als kwantitatief valt er echter nog heel veel aan ons proof-of-concept verbeterd en doorontwikkeld te worden.

Per categorie (hardware, software, user experience) van ons proof-of-concept zullen wij nu verbeterpunten en doorontwikkel-mogelijkheden aandragen.

### 8.1 Hardware-aanbevelingen


De hardware van ons systeem is, zoals al eerder in hoofdstuk 7 aangestipt is, relatief beperkt. Omwille van kosten en gebruiksgemak zijn zowel onze ultrasone sensor, onze bluetooth-controllers en onze Arduino-borden van relatief lage kwaliteit.

Voor de goedkope ultrasone sensor zorgt voor problemen en zal in een verdere implementatie zeker een upgrade moeten krijgen of volledig vervangen moeten worden.

Wij raden aan om in ieder geval meer dan één sensor in te zetten bij vervolgprojecten, zeker als het vervolgproject ook een ultrasone sensor gaat gebruiken. In onze experimenten kwam namelijk naar voren dat één enkele ultrasone sensor een te nauwe FOV heeft (a) en vaak onjuiste waardes doorgeeft (b).

Een opstelling met meerdere sensoren zou (a) kunnen oplossen door de sensoren op een hoek uit elkaar te plaatsen: Hierdoor wordt de reikwijdte van het systeem vergroot en kunnen vooral bewegende obstakels sneller gedetecteerd worden.

Probleem (b) kan opgelost worden door meerdere sensoren hun gemeten waardes met elkaar te laten vergelijken. Deze oplossing is al eerder geïmplementeerd; Zie bron 3.



Wel moet er dan rekening mee gehouden worden dat meer sensoren zorgen voor meer gewicht, meer stroomverbruik en daarnaast neemt het meer ruimte in beslag. Lichtere, kleinere sensoren zouden dit effect kunnen verminderen, maar tegen een hogere prijs. Deze duurdere sensoren hebben vaak ook zuiverings- en calibratie algoritmes ingebouwd, wat voor een hogere readout-kwaliteit zorgt. Zie bron 4 voor een voorbeeld.

Dit proof-of-concept gebruikt de Arduino Nano als controller. Deze functioneert prima en biedt genoeg geheugen om onze huidige code-base te draaien.

De afmetingen zijn zo'n 45mm bij 18mm; dit is relatief klein, maar om het uiteindelijke product nog meer portable te maken en meer design vrijheid te bieden (zoals bv. De mogelijkheid tot het creëren van een ronde of ovalen behuizing) adviseren wij om voor eventuele doorontwikkeling om een kleinere controller te kiezen. Controllers gelijk aan of vergelijkbaar met de Lilypad Arduino zouden goede keuzes zijn.

Onze huidige opstelling gebruikt simpele 9-Volts batterijen. Deze zijn goedkoop en makkelijk verkrijgbaar, maar zijn relatief zwaar en hebben een erg beperkte batterijduur; slechts enkele uren.

Om een uiteindelijk product een succes te maken zouden er sowieso batterijen met een langere duur moeten komen, of het stroomverbruik van de controller en andere stukken hardware zou omlaag gebracht moeten worden.

Tevens zou een meer compacte batterij, bv. Een knoopcel, het product meer portable maken. Wel belangrijk is dat de batterij makkelijk vervangbaar moet zijn voor de gebruiker of voor een mantelzorger.

Het belangrijkste gedeelte van de proof-of-concept, de 'broche' waar de ultrasone sensor zich bevind is momenteel verpakt in een doosje van hobbykarton. Dit heeft enige esthetische waarde, maar dit soort karton is te zwak en te kwetsbaar voor dagelijks gebruik. Tevens is het doosje niet erg makkelijk open te maken om batterijen te verwisselen.

Wij adviseren daarom om de behuizing van een eventuele latere versie van dit product van een robuuster en gebruiksvriendelijker materiaal te maken. Een simpele plastic behuizing met een openingsluikje voor de batterij zou al een grote vooruitgang zijn.

Zoals al eerder gezegd is een vrij algemeen doel voor verdere ontwikkeling om het huidige proof-of-concept fysiek kleiner te krijgen; de behuizing van een volledig product zou dus ook aan deze eis moeten voldoen. Een simpele, ronde, plastic behuizing met een bevestigingsclipje en een batterij luikje zou dus een goed begin zijn.



Last but not least mist ons proof-of-concept nog een erg belangrijk onderdeel: Een simpele aan- en uit-knop!

## 8.2 Software-aanbevelingen

De software van ons systeem is relatief eenvoudige C code die veel leunt op enkele eerder besproken libraries; NewPing, IC2Dev en MPU6050. Zoals al eerder besproken in Hoofdstuk 7, kan het gebruik van deze open-source libraries mogelijk problemen op gaan leveren bij het publiceren van een uiteindelijk product.

Het kan dus (wij zijn geen rechtsgeleerden omtrent open-source en licensing, dus we tasten deels in het duister op dit punt) een goede keuze zijn om bij een verregaande implementatie eigen libraries te creeëren voor de aansturing van respectievelijk de ultrasone sensor, de bluetooth-modules en de accelerometer.

Aangezien de libraries die het proof-of-concept gebruikt vrijwillig door particulieren zijn geprogrammeerd, moet dit voor een professioneel development-team geen probleem zijn. Het maken van eigen libraries zou onze opdrachtgever meer controle geven over de aansturing van de hardware en lost tevens het eerder besproken juridische probleem grotendeels op.

## 9. Literatuurlijst

*Bronnen op basis van APA, gebruik de generator van hieronder:*

<https://www.scribbr.nl/originaliteitscheck/apa-generator/> of druk op 'Citeren' onder een Google Scholar artikel.

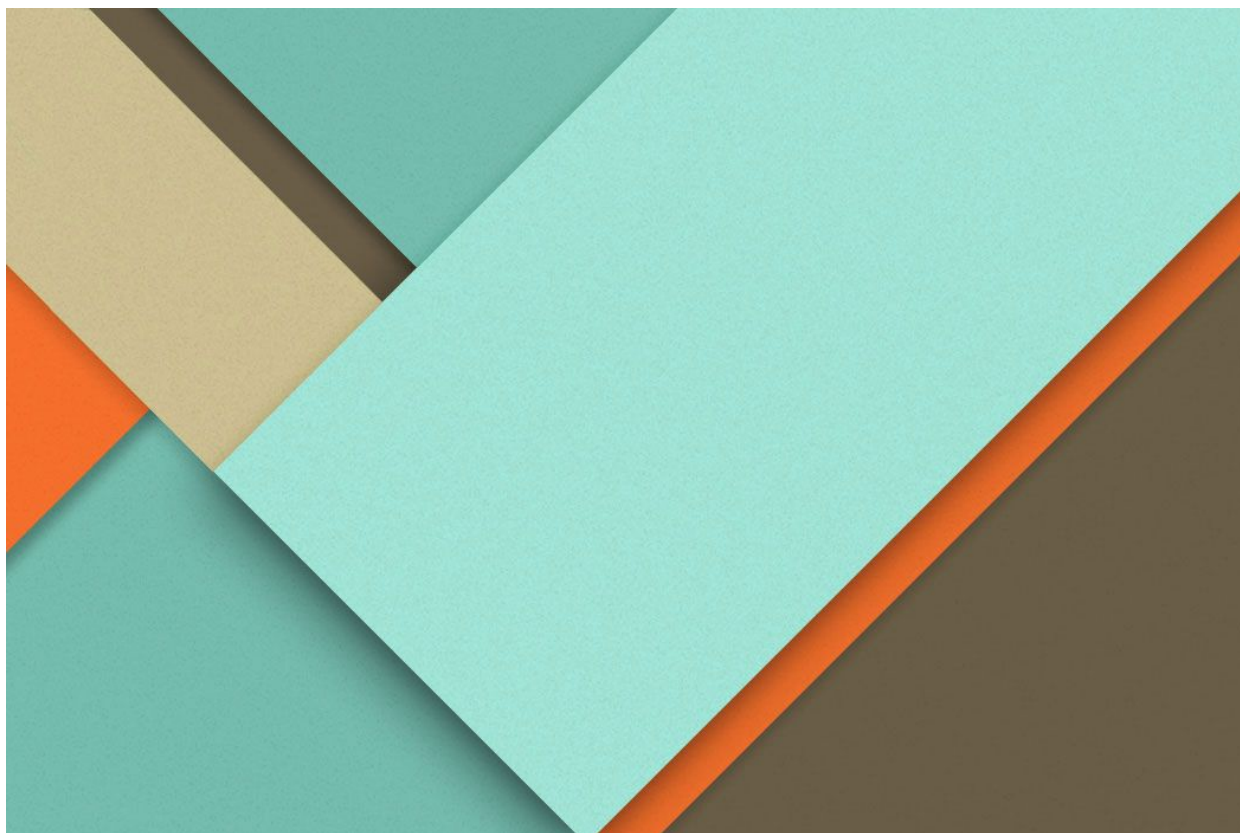
1: Lemmens, J. (2016). Modulewijzer (INFPRJ0178). Geraadpleegd van <http://natschool.hro.nl/>

2: Martin, R. C. (2008). Clean code: A handbook of agile software craftsmanship (Robert C. Martin Series) (8th ed.). United States: Prentice Hall.

3: Borenstein, J., & Koren, Y. (1988). Obstacle avoidance with ultrasonic sensors. Robotics and Automation, IEEE Journal of, 4(2), 213-218.

4: Ltd, Cool Components (2016). MB8450 car detection sensor. Geraadpleegd van CoolComponents, <https://www.coolcomponents.co.uk/mb8450-car-detection-sensor.html>

## 10. Bijlage: Testplan/Testrapport



# Testrapport

09.06.2016

**INFPRJ0178 - Emerging Technologies**

**Team:** Swiss Army Solutions

**Teamleden:** Luuk Tito (0891443), Mike Schouten (0889943), Robert Kraaijeveld (0890289), Wesley de Roode (0896655)

**Opdrachtgever:** Sping (J.G. Snip)

## Inhoudsopgave

[1. Inleiding](#)

[2. Safe travels](#)

[2.1 Gebruikte technologieën](#)

[2.2 Toepassing van het prototype](#)

[3. De eindgebruiker](#)

[4. Usability test](#)

[4.1 Testmethode](#)

[4.2 Testcriteria](#)

[Functionaliteit](#)

[Interactie](#)

[4.3 Meetgegevens](#)

[5. Testresultaten](#)

[6. Bronnen](#)



## 1. Inleiding

Dit document is bedoeld als usability testplan en testrapport voor ons proof of concept genaamd 'Safe travels'. In dit document vind u informatie over ons product, de eindgebruiker, de usability tests die wij gaan uitvoeren en hun resultaten.

Deze informatie betreffende de test bestaat uit meetgegevens, gekozen testmethode en testcriteria. Het doel van de test is het verkennen van ons prototype op basis van functionaliteit. Hierbij is vooral de feedback van de gebruiker van belang, en hopen wij mogelijke verbeteringen te ontdekken.

## 2. Safe travels

Safe travels is een product dat oriëntatie en navigatie mogelijk maakt zonder dat zicht nodig is. Deze toepassing van sensoren en tactiele informatie is bedoeld voor, maar niet beperkt tot blinden en slechtzienden. Het oorspronkelijke idee dat wij hadden voor Safe travels was dan ook het vervangen van de blindengeleidestok door smart clothing. Echter is dit concept ook van toepassing voor navigatie in het donker. Denk hierbij aan doeleinden in defensie, noodhulp bij mijn ongevallen enz.

Het project is tot stand gekomen als schoolopdracht voor de Hogeschool Rotterdam, in samenwerking met Sping. Het doel van dit project is het bedenken en uitvoeren van een toepassing gaarne smart clothing. Het idee om een hulpmiddel voor slechtzienden te realiseren komt door het geringe aantal technische oplossingen voor deze doelgroep. En zochten wij een toepassing die voor meerdere sectoren relevant kan zijn.

### 2.1 Gebruikte technologieën

Het huidige prototype bestaat uit twee onderdelen:

- Een polsband bestaande uit een Arduino Nano, een Bluetooth module en een trilmotor.
- Een controller bestaande uit een Arduino Nano, een Bluetooth module, een ultrasone sensor en een accelerometer.

De controller is verantwoordelijk voor het meten van afstanden tot mogelijke objecten, de polsband geeft tactiele informatie terug in de vorm van vibraties.

## 2.2 Toepassing van het prototype

De controller dient door de gebruiker als accessoire gedragen te worden. Hierbij is het van belang dat de controller op de borst gedragen wordt. Wanneer de gebruiker op een obstakel af loopt zal de controller dit waarnemen.

Bij een dergelijke waarneming wordt de afstand tot het obstakel gemeten, en doorgegeven aan de polsband. De polsband geeft vervolgens in de vorm van vibraties feedback aan de gebruiker. De intensiteit en het interval van de trillingen zijn afhankelijk van de afstand. Als de gebruiker een obstakel nadert, zullen de trillingen sneller en sterker worden.

Voor ons huidige prototype is de controller verpakt in een simpele kartonnen doosje, met uitsparingen voor de 'ogen' van de ultrasone sensor, een koord waarmee het makkelijk om de nek van de gebruiker gehangen kan worden en een paperclip om de twee delen van het doosje bij elkaar te houden.

De polsband bestaat uit een elastieken polsband van textiel, van het soort dat normaal voor doe-het-zelf fysiotherapie gebruikt wordt. Boven de polsband hebben wij een stuk steunzool vastgenaaid; de polsband-controller zit hierop vastgenaaid met dun ijzerdraad.

### 3. De eindgebruiker

De focus van ons product ligt nu op het assisteren van blinden en slechtzienden. Ons doel is het vervangen van de blindengeleidestok, maar wij richten ons in deze fase op navigatie binnenshuis. Dit vanwege de relatief beperkte middelen die wij momenteel tot onze beschikking hebben.

De ideale eindgebruiker voor onze test bestaat uit een slechtziende of blinde die ervaring heeft met blindengeleide- stokken en eventueel ook honden.

Daarnaast is het van belang dat de gebruiker in staat is om zelfstandig te kunnen navigeren; een gebruiker die door fysieke of psychologische redenen niet zelfstandig kan navigeren zal weinig aan ons apparaat hebben.

Enige kennis op gebied van, of gevoel voor elektronica is geen vereiste, maar heeft wel onze voorkeur. Zo heeft het bijvoorbeeld voor het gemak van zowel de gebruiker als eventuele (mantel)zorgers de voorkeur als de gebruiker zelf de batterijen van het apparaat kan verwisselen en het apparaat aan en uit kan zetten.

## 4. Usability test

Zodra ons prototype is voltooid gaan wij deze inzetten ter behoeve van een testsituatie. De methode, criteria en de meetgegevens met betreffende de usability test vindt je hieronder.

### 4.1 Testmethode

Als testmethode gaan we gebruik maken van User Testing: we geven de participanten het prototype en laten ze navigeren door een kamer. Alvorens het gebruik dient de gebruiker het prototype zelf gebruiksklaar te maken. Dit bestaat uit het aanzetten van het prototype, het koppelen van de polsband aan de controller en het aantrekken van beide elementen.

Dit is voor ons de meest nuttige methode, want zo kunnen we goed observeren wanneer en waarom iets fout gaat. Aangezien ons apparaat bedoeld is om onze gebruikers meer zelfstandigheid te geven, is informatie die ons kan helpen om de bediening van het apparaat makkelijker te maken voor de gebruiker zelf zeer waardevol.

Na de test willen we de participanten een klein formulier laten invullen (of een kort interview met ons) waarin we vragen naar hun ervaring met ons prototype en welke aanpassingen zij nodig vinden of graag zouden willen zien.

## 4.2 Testcriteria

De testcriteria voor onze usability test bestaan uit functionaliteit en interactie. Naast de werking van ons prototype, is het ook belangrijk dat hij makkelijk in gebruik is.

In ons geval heeft dit laatste extra aandacht nodig omdat de gebruikers slechtziend zijn en dus potentieel extra moeite hebben met het opzetten en het bedienen van het apparaat.

### Functionaliteit

- Is de tactiele feedback duidelijk genoeg?
- Is de aanduiding qua trilintensiteit of interval op tijd?
- Is de aanduiding op tijd?
- Is het bereik tot objecten voldoende?

### Interactie

- Krijgt de gebruiker zelfstandig de eenheden aangetrokken?
- Is het koppelen van de polsband met de controller mogelijk?
- Krijgt de gebruiker het apparaat ingeschakeld?
- Kan de gebruiker zelfstandig de batterijen van het apparaat verwisselen?

### 4.3 Meetgegevens

De meetgegevens zullen bestaan uit feedback van de testpersonen. Wat gaat goed, wat kan beter? Daarnaast zullen wij zelf de gebruiker observeren en aantekeningen maken terwijl hij de taken uitvoert, zoals eerder besproken in 4.2.

Taak	Geslaagd	Benodigde tijd
Prototype inschakelen	Ja / nee	Verlopen minuten
Eenheden koppelen	Ja / nee	Verlopen minuten
Eenheden aantrekken	Ja / nee	Verlopen minuten
Prototype uitschakelen	Ja / nee	Verlopen minuten

Naast deze taken die vooral de gebruiksvriendelijkheid omtrent de 'setup' van het apparaat testen, gaan wij de gebruiker ook een willekeurig gekozen route laten lopen met enkel het apparaat als hulpmiddel.

Wij gaan tellen hoeveel of hoe weinig de gebruiker een verkeerde inschatting maakt of onverwacht tegen een obstakel loopt terwijl hij/zij het apparaat gebruikt.

Ook gaan we bijhouden na hoeveel tijd zo'n soort oponthoud plaatsvindt en waar het plaatsvindt. Met deze informatie kunnen wij conclusies trekken omtrent omgevingsvariabelen die het systeem kunnen beïnvloeden. Tevens geeft dit een indicatie van hoeveel tijd de gebruiker nodig heeft voor een gewisse afstand.

Tevens is het voor ons interessant om verschillende soorten gebruikers bepaalde soorten oponthoud meer hebben dan anderen. Zodoende zullen wij dit ook bijhouden.

Soort Oponthoud	Gebruiker	Tijd	Plaats
Beschrijving	Naam	Verlopen minuten	Plattegronds- markering
Beschrijving	Naam	Verlopen minuten	Plattegronds- markering
Beschrijving	Naam	Verlopen minuten	Plattegronds- markering
Beschrijving	Naam	Verlopen minuten	Plattegronds- markering



## 5. Testresultaten

### 5.1 Test 1 - Het CMI

In onze eerste test heeft één van onze teamleden (om precies te zijn, Robert Kraaijeveld) een blinddoek omgekregen. Vervolgens is hij door de rest van het team begeleid naar de lift en naar een voor hem onbekende verdieping, de 5e, gebracht en een paar keer om zijn as gedraaid, zodat hij geen enkele idee had waar hij zich bevond.

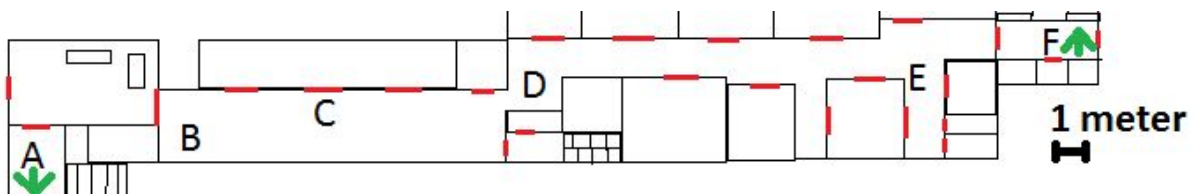
Tijdens deze eerste test konden wij helaas niet testen of de gebruiker zelf het apparaat kon startten en aan kon trekken, aangezien veel van de onderdelen en linkjes te fragiel waren. Hun gebruik door een persoon die niet kon zien zou te gevaarlijk zijn voor zowel het prototype als de gebruiker, door potentiële kortsluitingen.

Ondanks deze beperking hebben wij van deze test veel geleerd. In de tabellen en de plattegronden van de 5e en 4e verdieping op de volgende pagina kunt u onze bevindingen terugvinden.

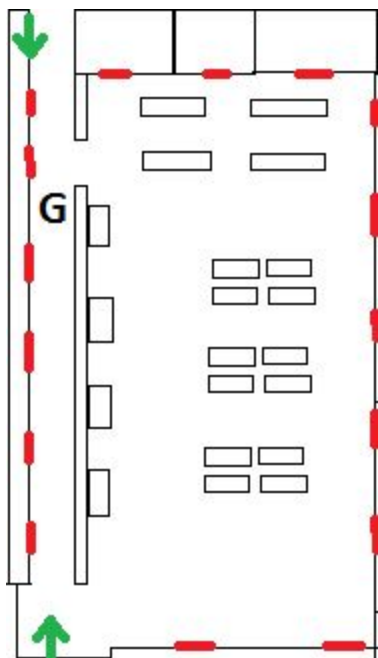
De startpunten van de gebruiker zijn met een groene neerwaartse pijl, de eindpunten met een opwaartse groene pijl.

Nummer en soort Oponthoud	Gebruiker	Tijd	Plaats
1: De gebruiker had moeite met het herkennen van de deur als zodanig; Fysiek tasten was nodig, naast het gebruik van het apparaat.	Robert Kraaijeveld	+/- 1 minuut	A.
2: De gebruiker stootte enkele opgestelde stoelen en tafels aan. Dit werd veroorzaakt door de relatieve hoogte van de sensor, die de stoelen niet oppikte.	Robert Kraaijeveld	+/- 5 minuten	B.
3: De gebruiker stootte een van de lokaaldeuren aan. Waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door de schuine hoek van een pilaar rondom de deur, aangezien de gebruiker opmerkte dat hij "De deur pas heel laat zag".	Robert Kraaijeveld	+/- 8 minuten	C.
4: Zie het vorige oponthoud. Dit oponthoud werd veroorzaakt door een schuine hoek rondom een lokaal.	Robert Kraaijeveld	+/- 10 minuten	D.
5: De gebruiker werd erg verstoord door enkele personen die langs kwamen lopen. Volgens de gebruiker voelde het alsof 'Er veel grote obstakels rechtvoor me staan, en dan ineens niet meer'. Dit desoriënteerde de gebruiker.	Robert Kraaijeveld	+/- 20 minuten. Het oponthoud werd veroorzaakt door de desoriëntatie van de gebruiker, zoals beschreven.	E.
6: De gebruiker werd verward door de wanden van de lift; hij dacht nog in de gang te zijn.	Robert Kraaijeveld	+/- 25 minuten	F.
7: De gebruiker bezeerde zijn knie aan de opgestelde tafels aangezien zijn sensor deze lage tafels niet oppikte.	Robert Kraaijeveld	+/- 30 minuten	G.

De 5e verdieping van het CMI (Alle H-lokalen aan de zuidkant van het complex uitgesloten):



Hieronder de 4e verdieping van het CMI, enkel de H-lokalen in dit geval. De teamleden van de gebruiker escorteerden hem van de lift aan de noordkant (geheel rechts bij punt F op de vorige plattegrond) naar de lift aan de H-kant (geheel linksbovenin deze plattegrond).



## 5.2 Test 2 - Het Willem de Kooning college

In deze test wouden wij beginnen met het testen van de oorspronkelijke taken, aangezien ons prototype nu iets steviger was.

Taak	Gebruiker	Geslaagd	Benodigde tijd
Prototype inschakelen	Robert Kraaijeveld	Nee	Nvt.
Eenheden koppelen	Robert Kraaijeveld	Ja	Nvt.
Eenheden aantrekken	Robert Kraaijeveld	Ja	1.15 minuut
Prototype uitschakelen	Robert Kraaijeveld	Nee	Nvt.

Zoals u echter al kan zien aan de bovenstaande tabel, waren veel van de taken alsnog te lastig om geblinddoekt uit te voeren. Het inschakelen van het prototype omvat het openen van het doosje en vervolgens het aansluiten van de batterijen aan bepaalde draden.

Dit bleek echter te lastig om geblinddoekt effectief te doen; De gebruiker kon simpelweg de draadjes niet uit elkaar houden en kon de batterij niet aangesloten krijgen.

Het koppelen van de eenheden dmv. Bluetooth vereiste in deze iteratie van ons prototype geen aandacht van de gebruiker en lukte dus zonder problemen.

Het aantrekken van het prototype ging ook gemakkelijk, aangezien de controller aan een koordje bevestigd is voor om de nek en de polsband gemaakt is van elastisch materiaal; Volgens onze gebruiker was dit goed met de hand te doen.

Naast deze test hebben wij ook dezelfde test als 5.1 uitgevoerd; Hier kwam eigenlijk geen nieuwe informatie uit, behalve dan dat de wat bredere gangen op het college het een stuk makkelijker maakten voor de gebruiker om te navigeren. Tevens liet de gebruiker merken dat door de oefening in 5.1 hij minder moeite had met het lopen door gangen.

### 5.3 Test 3 - Conclusies

Veel van de usability-problemen die terugkwamen konden wij al theoriseren. De kleine hoek voor de sensor zorgde veel voor situaties waarin de gebruiker constant moest ronddraaien om zijn omgeving te 'scannen'.

Dit probleem, alsmede problemen die werden veroorzaakt door de sensor kunnen opgelost worden door het gebruik van meerdere sensoren en het verkleinen van de behuizing van het prototype naar een echte broche.

Enkele losse opmerkingen van de gebruiker presenteerden andere, nieuwe usability problemen:


1. "Je merkt dat de hoek van de sensor erg klein is. Ik moet erg vaak heen en weer draaien om m'n as om te zien of er muren om me heen zijn."
2. "Het moeten vasthouden van de sensordoos omdat hij anders beweegt in het doosje is een beetje vervelend."
3. "Een groot probleem is dat ik na een tijdje vanzelf scheef gaan lopen, aangezien ik geen fysiek contact heb met mijn omgeving en ik niets kan zien. Dit maakt het navigeren door gangen trager en lastiger."

Zeker dit laatste probleem is een lastige kwestie die inherent is aan ons systeem. Dit is een vaak geobserveerd fenomeen; Zie [2]. Dit maakt dat de gebruiker soms heen en weer zal moeten kijken om de muren 'terug te vinden' en dat hij/zij waarschijnlijk ook oefening nodig zal hebben.

Samengevat: Problemen 1, 2 en 7 zouden door verdere ontwikkelingen in ons systeem makkelijk opgelost kunnen worden, zoals bv. De implementatie van meerdere sensoren en het gebruik van een echte broche ipv. Een doosje aan een ketting als behuizing.

Probleem 3 en 4 zijn redelijk uniek en worden mede veroorzaakt door de ultrasone geluidsgolven zelf, die moeite hebben met het terugkaatsten op schuine oppervlakken, alsmede het feit dat we momenteel slechts één sensor gebruiken.

Probleem 1 en 6 werden (ook volgens de gebruiker zelf) veroorzaakt door zijn relatieve onervarenheid met het systeem en waren in onze 2e test al een stuk minder duidelijk aanwezig. De gebruiker herkende zelf deuren en merkte op dat hij zich



Probleem 5 is lastiger en waarschijnlijk inherent aan het gebruik van een ultrasone sensor die verder geen objectherkenning biedt; het systeem biedt geen onderscheid tussen persoon of object en kan hier dus ook geen aparte feedback voor geven.

## 6. Bijlagen

Algemeen demonstratie filmpje: [first-test\\_Robert-Kraaijeveld.mp4](#)

## 7. Bronnen

[1] Brussel, A. van. (2014). Werkboek D&U - INFANL02-1 (2e ed.). Rotterdam, Nederland: Hogeschool Rotterdam.

[2] N. Wolchover, "Why do humans walk in circles?," Live Science. [Online]. Available: <http://www.livescience.com/33431-why-humans-walk-circles.html>. Accessed: Jun. 20, 2016.