

# Adviesrapport

Dataflow 0.3

**HOGESCHOOL ROTTERDAM**

March 25, 2016

**Opgesteld door:** Lars van Hilten (0888362), Swen Meeuwes (0887127), Jesse van Breda (0902729)

**In opdracht van:** Sping, Vera Pijl

# Adviesrapport

## Dataflow 0.3

### Inhoud

INLEIDING.....	3
NIEUWE TECHNIKEN .....	4
OCULUS RIFT .....	4
WAT? .....	4
BESTAANDE TOEPASSINGEN.....	4
LEAP MOTION.....	5
WAT? .....	5
BESTAANDE TOEPASSINGEN.....	5
E-SHIRT .....	6
WAT? .....	6
BESTAANDE TOEPASSINGEN.....	6
TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN .....	7
TOEPASSING 1: VERBETERING MILITAIRE TRAINING.....	7
WAT? .....	7
WAAROM NUTTIG / BRUIKBAAR? .....	7
DOELGROEP.....	7
GEBRUIKTE TECHNOLOGIEËN .....	8
TOEPASSING 2: VEREENVOUDIGDE PATIËNT TRACKING .....	9
WAT? .....	9
WAAROM NUTTIG / BRUIKBAAR? .....	9
DOELGROEP.....	9
TECHNOLOGIEËN .....	9
TOEPASSING 3: HULP VOOR BLINDEN EN SLECHTZIENDEN .....	10
WAT? .....	10
WAAROM NUTTIG / BRUIKBAAR? .....	10
DOELGROEP.....	10
TECHNOLOGIEËN .....	10
ADVIES .....	11
PROOF OF CONCEPT .....	12
DOEL .....	12
ARCHITECTUUR .....	12
GEKOZEN SOFT- EN HARDWARE.....	13
OCULUS RIFT .....	13
ARDUINO NANO EN TOEBEHOREN .....	13
UNITY.....	13

SCENARIO'S EN IMPRESSIES .....	14
USABILITY TESTING.....	16
EINDGEBRUIKERS .....	16
BEVINDINGEN .....	17
ARCHITECTUURDOELEN EN -BEPERKINGEN .....	18
CONCLUSIE/ AANBEVELINGEN .....	19
BIJLAGEN .....	20

## Inleiding

Het verslag wordt gemaakt op basis van de gegeven opdracht van de opdrachtgever. De opdracht houdt in dat het ontwikkelteam een creatieve en innoverende oplossing bedenkt voor een probleem dat zich voordoet in Nederland, Europa of misschien wel de wereld. De oplossing moet minimaal gebruik maken van zogenoemde “*Smart clothing*”, kleding uitgerust met sensoren die allerlei data genereren en versturen. De rest van de gebruikte technieken kan geheel worden bepaald door het ontwikkelteam, zolang ze maar toegevoegde waarde hebben.

In dit verslag zullen een aantal zaken aan het licht komen. Ten eerste zullen de nieuwe technieken aan bod komen en beschreven worden. Daarna worden drie mogelijke toepassingen beschreven, opgesteld door het ontwikkelteam. Als laatste zal er een beargumenteerd advies ontstaan waaruit blijkt welke van de drie beschreven toepassingen de beste is voor de opdrachtgever. Het adviesrapport zal dan ook voor de opdrachtgever geschreven worden, zodat zij, op basis van het advies, een wijs besluit kan maken om al dan niet door te gaan met het ontwikkelen van de geadviseerde toepassing.

## Nieuwe technieken

### Oculus Rift

#### Wat?

De Oculus Rift is een virtual reality bril. Deze bril zet zijn drager in een virtuele wereld waarin hij of zij kan rondkijken. De virtuele wereld is aan te passen naar wens, zo kan deze bijvoorbeeld een woestijn zijn of zelfs een oerwoud.

### Bestaande toepassingen

#### Defensie (Serious Gaming)

Defensie zet kleine stapjes naar virtual reality<sup>1</sup> met de virtual reality bril. Zij hebben een virtuele wereld waarin militairen met elkaar kunnen trainen<sup>2</sup>. Zo leren de militairen het missiegebied kennen, maar leren ze ook om elkaar te vertrouwen en met elkaar samen te werken. Defensie is dit op het moment aan het uitbreiden met virtual reality brillen.

#### Euro Truck Simulator 2

De Oculus Rift wordt ook toegepast op games en simulaties. Euro Truck Simulator is hier een voorbeeld van. In dit spel dat onder het genre 'Simulatie' valt ben je een vrachtwagenchauffeur (figuur 1). Als vrachtwagenchauffeur breng je ladingen van punt A naar B, maar je kunt ook je eigen bedrijf starten en vrachtwagenchauffeurs in dienst nemen.



FIGUUR 1, EURO TRUCK SIMULATOR 2

Meer toepassingen van de Oculus Rift:

<http://www.makeuseof.com/tag/5-amazing-non-gaming-ways-people-using-oculus-rift/>

<sup>1</sup> <http://www.peterbuysrogge.be/nieuws/het-gebruik-van-computersimulaties-en-virtuele-realiteit-bij-defensie>

<sup>2</sup> <https://werkenbijdefensie.nl/het-vizier/trainen-in-een-virtuele-wereld-schept-vertrouwen.html>

## Leap Motion

### Wat?

Met de Leap Motion kun je je handen gebruiken in virtual reality. Dit biedt meer interactie tussen gebruikers en virtual reality. Zo kan een gebruiker bijvoorbeeld objecten in een spel oppakken en weggooien.

### Bestaande toepassingen

#### Sculpting

Voor mensen die 3d modellen maken, of voor simpelweg mensen die graag met 3d modellen spelen is er “sculpting”<sup>3</sup>. Dit is een programma dat de gebruiker een 3d model laat maken met zijn handen. De gebruiker kan bijvoorbeeld over de oppervlakte van een kubus gaan, en zo de hoeken van de kubus glad maken. Ook kan de gebruiker kiezen uit verschillende materialen. Deze modellen kunnen vervolgens later in virtual reality worden gebruikt.

#### Form and Function 3D

Bij medische studies wordt er veel gebruik gemaakt van modellen. Dit zijn modellen van organen die de studenten kunnen bestuderen. Echter zijn ze niet allemaal te ontleden en zijn ze alleen te bekijken op universiteit. Met “Form and Function 3D” zijn deze modellen te zien op je beeldscherm<sup>4</sup>. Verder vindt er interactie plaats tussen de modellen en de gebruiker. Zo kan de gebruiker het orgaan bekijken van elke hoek, en zelfs het orgaan ontleden.

Meer toepassingen van de Leap Motion:

<https://apps.leapmotion.com/>

---

<sup>3</sup> <https://apps.leapmotion.com/apps/sculpting/windows>

<sup>4</sup> <https://apps.leapmotion.com/apps/form-and-function-3d/windows>

## E-Shirt

### Wat?

Een E-Shirt is een T-Shirt met sensoren die verschillen per leverancier. Met deze E-Shirts kun je bijvoorbeeld je hartslag in de gaten houden, maar ook je stressniveau. Kortom verzamelt een E-Shirt data van je lichaam. Deze data kan vervolgens geanalyseerd worden.

### Bestaande toepassingen

#### Hexoskin

Een voorbeeld van een E-Shirt leverancier is Hexoskin<sup>5</sup>.

Zij bieden een E-Shirt dat het volgende controleert:

- Hartslag
- HRV (voor stress en vermoeidheid)
- ECG (hartfilmpjes)
- Ademhaling
- Activiteit intensiteit
- Stappen die je zet
- Slaap posities

Deze data kan vervolgens worden opgehaald met de “Open data API” (te vinden op de website). Hieruit kunnen eigen analyses getrokken worden.

---

<sup>5</sup> <http://www.hexoskin.com/>

## Toepassingsmogelijkheden

### Toepassing 1: Verbetering militaire training

#### Wat?

Dit systeem zal gebruikmaken van een *smart e-shirt* met sensoren. Deze sensoren zullen de hartslag, adrenaline en endorfine van de drager meten. De hartslag van de drager en de lichaamstemperatuur bepalen samen het stressniveau<sup>6</sup>. Daarbij kan het shirt ook de ademhaling van de drager meten. Ook dit aspect kan stress aantonen. Het shirt zal gedragen worden door militairen, tijdens virtuele trainingen. Door het gebruik van de nieuwste virtual reality technieken, zoals de *Oculus Rift* en de *Leap Motion*, zullen de trainingen zeer reëel en echt aanvoelen voor de trainende militairen.

#### Waarom nuttig / bruikbaar?

Het systeem zal erg nuttig kunnen zijn in het trainingscurriculum van defensie. Ten eerste kan de militair direct feedback verwachten op de net afgeronde training. Hij of zij zal zijn resultaten direct in kunnen zien door middel van een applicatie. Daarnaast kunnen de resultaten gebruikt worden om (virtuele) trainingen te personaliseren. Door de data te analyseren kunnen er ‘zwakke punten’ worden vastgesteld. Op basis van deze ‘zwakke punten’ kan er een training ontwikkeld worden speciaal voor de desbetreffende militair.

Daarnaast kan het gebruik van virtual reality de kosten van defensie erg omlaaghalen. Dit is erg belangrijk, aangezien er door de overheid sterk bezuinigd moet worden op verschillende vlakken, waaronder defensie<sup>7</sup>. Ten eerste worden er bij virtuele trainingen geen waardevolle middelen zoals kogels en granaten gebruikt, wat de kosten beduidend kan drukken<sup>8</sup>. Daarnaast worden kosten bespaard omdat er goedkopere trainingsomgevingen worden gebouwd en onderhouden. Verder kost het inrichten van deze trainingsomgevingen minder geld en tijd, omdat alles virtueel gebeurt.

#### Doelgroep

Dit systeem zal worden ontwikkeld voor defensie. Eventueel kan het systeem later worden uitgebreid naar andere sectoren, zoals politie, brandweer of beveiliging. Deze beroepen zijn stuk voor stuk stressvolle beroepen en er is ook veel training vereist. Ook hier kan het systeem kostenverlagend werken.

<sup>6</sup> <http://www.menselijk-lichaam.com/algemeen/lichaamstemperatuur/>

<sup>7</sup> <http://financieel.infonu.nl/geld/115545-bezuinigingen-2016-en-2017.html>

<sup>8</sup> <http://www.nrc.nl/nieuws/2015/08/01/defensie-last-schietoefeningen-af-wegens-tekort-aan-munitie>



## Gebruikte technologieën

Ten eerste wordt er gebruik gemaakt van een *Smart e-shirt*, een shirt dat is uitgerust met allerlei sensoren om het stressniveau van de gebruiker te meten. Deze sensoren zijn een hartslagmeter, een thermometer voor de lichaamstemperatuur en een sensor voor de ademhaling. Daarnaast wordt virtual reality geïntegreerd in het systeem om enerzijds de kosten te verlagen door het gebruik van trainingscentra te beperken en anderzijds de trainingen toch zo realistisch te maken. Ook kunnen er door virtual reality eenvoudig verschillende situaties worden gesimuleerd. Als laatste worden er ook ASP.NET webservices gebruikt, met daarbij een applicatie die de resultaten van de trainingen visualiseren. Daarbij zou het systeem ook aanbevelingen kunnen doen op basis van de resultaten.

## Toepassing 2: Vereenvoudigde patiënt tracking

### Wat?

Met behulp van E-Shirts kunnen patiënten die in het ziekenhuis liggen overal gecontroleerd worden. Door de sensoren in het shirt kan het ziekenhuispersoneel de status van de patiënten met gemak volgen. Bij patiënten met hart klachten zullen dit bijvoorbeeld een hartslag- en ecg sensor zijn. Verder zullen patiënten niet meer vast zitten aan de apparatuur naast hun bed. Dit maakt de patiënten een stuk mobieler.

### Waarom nuttig / bruikbaar?

Doordat de patiënt meer bewegingsvrijheid heeft zal hij/zij eerder geneigd zijn om uit het bed te stappen (indien mogelijk). Des te eerder een patiënt weer begint met bewegen, des te beter. Het te lang blijven liggen heeft ongewenste gevolgen voor de patiënt. Longontsteking, obstipatie of trombose zijn een paar voorbeelden van complicaties die vaak voorkomen bij te veel bedrust<sup>9</sup>. Deze complicaties kunnen vaak voorkomen worden enkel door regelmatige beweging.<sup>10</sup>

### Doelgroep

Onze doelgroep zijn patiënten die op bed liggen. Dit hoeft niet beperkt te blijven tot patiënten in ziekenhuizen. Het e-shirt zou ook van toepassing kunnen zijn voor patiënten die naar huis gestuurd zijn, om op deze manier van een afstand een oogje in het zeil te houden.

### Technologieën

Het smart e-shirt met benodigde sensoren stuurt periodiek data door naar een centraal punt. Hier wordt deze data verwerkt en gecontroleerd. Op dit centrale punt kan deze data vervolgens geanalyseerd worden, zodat doctoren op tijd gewaarschuwd kunnen worden in geval van nood.

<sup>9</sup> <https://www.amc.nl/web/Zorg/Patient/Afspraak-op-de-polikliniek/Polikliniek-Geriatrie-Ouderengeneeskunde/Patientenfolders/Nadelige-gevolgen-van-bedrust.htm>

<sup>10</sup> <https://www.amc.nl/web/Zorg/Patient/Afspraak-op-de-polikliniek/Polikliniek-Geriatrie-Ouderengeneeskunde/Patientenfolders/Nadelige-gevolgen-van-bedrust.htm>

## Toepassing 3: Hulp voor blinden en slechtzienden

### Wat?

Dit systeem zal werken op basis van een *smart handschoen*. Op de handpalm van de handschoen is een camera bevestigd, die tekst en afbeeldingen kan herkennen. Door de handschoen te koppelen aan een microcontroller, bijvoorbeeld een Arduino, kan de tekst of afbeelding verwerkt worden en kan de tekst voor de drager worden oplezen. Dit kan door middel van een hoofdtelefoon of een luidspreker.

### Waarom nuttig / bruikbaar?

Op dit moment kunnen blinden en slechtzienden in openbare gelegenheden zoals musea en dierentuinen gebruik maken van Brailletekst die naast de normale tekst te vinden is<sup>11</sup>. Helaas zijn er niet overal Braileregels te vinden, terwijl blinden en slechtzienden toch graag wat meer informatie willen over de plaats waar ze zich op dit moment bevinden. Voor dit probleem is de smart handschoen een geschikte oplossing. Op deze manier kan de doelgroep in kwestie zich op veel meer plaatsen informeren, zonder dat ze afhankelijk zijn van een begeleider die de tekst vaak zou moeten oplezen.

### Doelgroep

Zoals eerder aangegeven is dit product vooral geschikt voor blinden en slechtzienden. Eventueel kan dit systeem ook gebruikt worden voor mensen met dyslexie. Als deze mensen een woord of een stuk tekst niet goed kunnen lezen of uitspreken, kan het systeem het betreffende woord scannen en oplezen.

### Technologieën

De technologieën die gebruikt zullen worden in dit systeem zijn als eerste de *smart handschoen*. De handschoenen zullen geen vingertoppen hebben, zodat blinden en slechtzienden nog altijd Braileregels kunnen gebruiken als dat ze beter bevalt. Daarnaast is de handschoen uitgerust met een kleine camera, die in verbinding staat met een microcontroller. Deze microcontroller, naar alle waarschijnlijkheid een Arduino, zal gemonteerd worden in het shirt van de gebruiker. De microcontroller zal de beeldverwerking van de camera en de output (de op te lezen tekst) op zich nemen. Door de verwerkingsunit te verplaatsten van de handschoen naar het shirt, zal de handschoen zo weinig mogelijk elektronica bevatten en zo comfortabel mogelijk blijven.

---

<sup>11</sup> <https://www.oogvereniging.nl/leven-werken/kunst-en-cultuur/museum-toegankelijker-maken-voor-iedereen/>

## Advies

De projectgroep is van mening dat de “militaire training” toepassing de beste keuze is. Dit omdat er, volgens het team, hierbij het meeste ruimte is om te innoveren. Bovendien kan er geïnnoveerd worden met de nieuwste beschikbare technologie; Virtual Reality. Omdat virtual reality nog in de kinderschoenen staat, zijn er nog relatief weinig toepassingen mee ontwikkeld<sup>12</sup>. Ook hier wil het team op inspelen. Verder is het voor het team ook erg interessant een aantal nieuwe technologieën aan elkaar te koppelen. Door zowel gebruik te maken van de *Oculus Rift*, *Leap Motion* en een *E-Shirt*, kan er naar alle waarschijnlijkheid een uniek product ontstaan.

Ook heeft het ontwikkelteam overleg met de opdrachtgever. Uit dat overleg bleek ook dat deze toepassing het meeste voor de hand lag. Zowel het ontwikkelteam als de opdrachtgever zien het belang van een dergelijk systeem bij defensie.

De toepassing met betrekking tot de “patiënt tracking” viel voor het projectteam af, omdat er bij deze toepassing alleen een smart E-shirt werd gebruikt. Hierdoor kon het team niet veel innoveren met nieuwe technieken. Daarnaast is het aantal sensoren in het shirt erg gelimiteerd. Op die manier is er weinig data beschikbaar waar het team mee aan de slag kan en zou er geen volwaardig project kunnen ontstaan. Ook door de limitatie van het aantal sensoren is de doelgroep voor de toepassing erg beperkt. Dit vanwege het feit dat verschillende patiënten verschillende aandoeningen hebben die verschillende symptomen hebben.

De smart glove toepassing was volgens het team technisch niet haalbaar. Volgens het team is het erg lastig om handgebaren te herkennen en het systeem op die manier te activeren. Er zou daarbij een erg goede camera nodig zijn en de hand van de gebruiker zou op het moment van het scannen van de tekst erg stil moeten hangen. Deze limitaties zorgen ervoor dat het systeem waarschijnlijk niet erg gebruiksvriendelijk zal worden.

---

<sup>12</sup> <http://www.vr-expert.nl/oculus-rift/>

## Proof of Concept

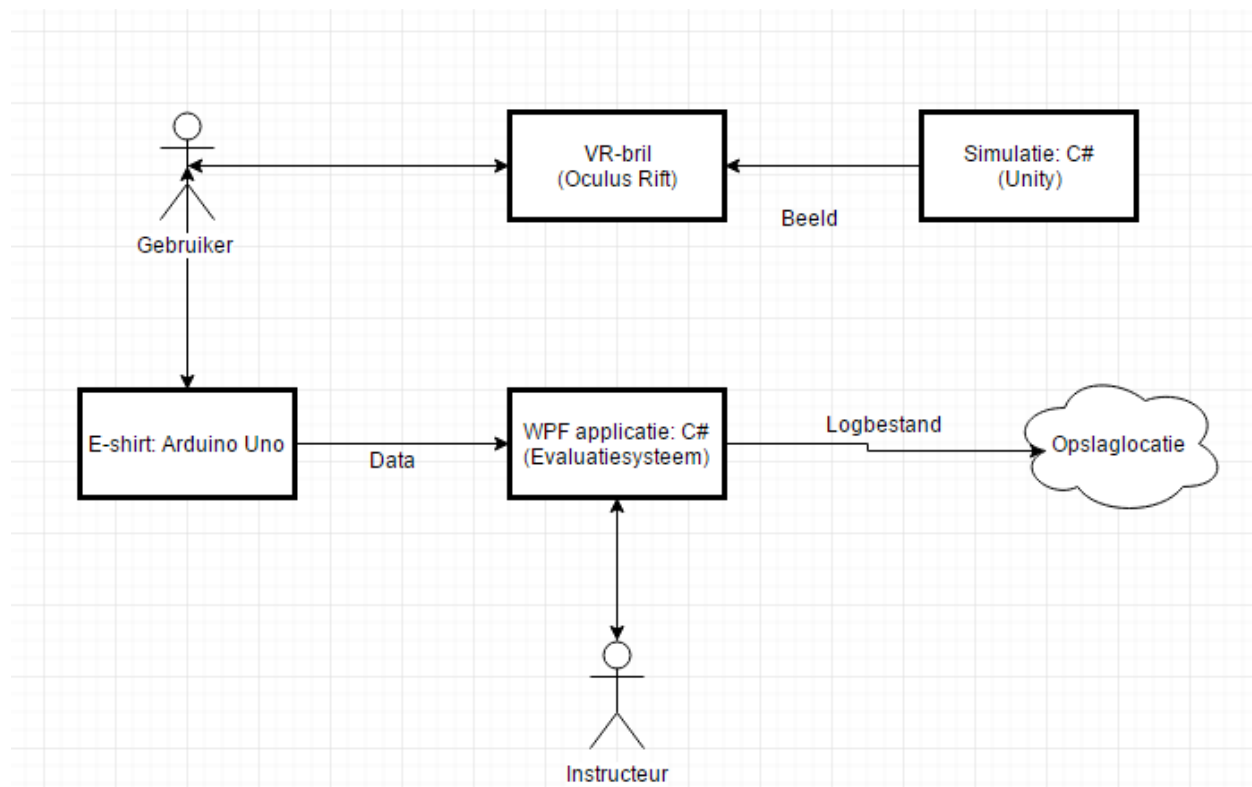
### Doel

Het product dat uiteindelijk is gemaakt, het militaire trainingssysteem, heeft als doel om defensie te helpen bij het effectiever maken van de trainingen voor hun militairen. Door dit systeem hoeven er minder trainingscomplexen gebouwd te worden, omdat op de VR-bril in feite elke omgeving kan worden nagebootst. Ook het gebruik van apparatuur en middelen zoals kogels en granaten zal verminderd worden, aangezien alles virtueel gebeurt.

Naast de kostenbesparing moet het systeem ook een persoonlijker training gaan verzorgen voor de militair. Omdat hij wordt gemonitord door de instructeur via een smart E-shirt, kan de instructeur zijn latere trainingen aanpassen op de resultaten van de voorafgaande trainingen. Op die manier kan er meer persoonlijke voortgang worden geboekt dan wanneer een militair de algemene trainingen doorloopt.

### Architectuur

Het hele militaire trainingssysteem en zijn actoren wordt schematisch weergegeven in onderstaand figuur:



Het systeem bestaat uit een aantal componenten, die tijdens het draaien van de simulatie samenwerken om de gebruiker feedback te kunnen geven op zijn ervaren training. Er wordt een simulatie gestart, die gemaakt is in Unity. De beelden worden weergegeven op de Oculus Rift die de gebruiker gedurende de hele training draagt, evenals het E-shirt.

De instructeur kijkt tijdens de training op het scherm van zijn computer om de statistieken bij te houden die door het E-shirt worden doorgestuurd. Deze statistieken zijn gevisualiseerd in het evaluatiesysteem.

## Gekozen soft- en hardware

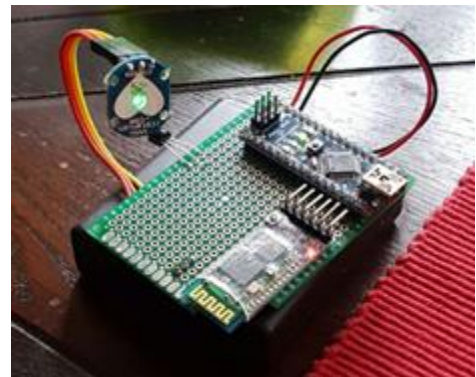
Zoals al eerder in dit adviesrapport naar voren is gekomen wordt er tijdens het project gebruik gemaakt van verschillende softwarepakketten en hardware. Hieronder nog eens een overzicht van alle gebruikte middelen en de reden waarom dat middel verkozen werd boven concurrerende middelen

### Oculus Rift

De VR-bril die gebruikt wordt tijdens het project is de Oculus Rift. De Oculus is op dit moment de enige VR-bril die voor studenten beschikbaar is bij het Stadslab en daardoor waren we gelimiteerd tot het gebruik van dit merk VR-bril. Er zijn andere VR-brillen op de markt, maar vanwege de nog hoge kosten van de brillen en het gemak dat de Oculus-software al op de computers in het Stadslab staat maakte de keuze vrij eenvoudig.

### Arduino Nano en toebehoren

Voor het project was het de bedoeling om smart clothing in te zetten om een innovatief product te ontwikkelen. Voor dit project was een smart E-shirt het meest interessant. Helaas lagen de prijzen van deze shirt erg hoog (rond de 400 dollar) en duurde het een aantal weken voordat er een lading naar Europa werd verzonden. Mede door die twee minpunten hebben we ervoor gekozen om zelf een module te ontwikkelen die de functionaliteiten van een E-shirt nabootst. Er is een Arduino Nano gebruikt in samenwerking met een bluetooth-verzender en -ontvanger, een hartslagsensor en een temperatuurmeter. Op deze manier konden we op een relatief goedkope manier de lichaamsdata van de gebruiker opmeten, zonder lang te hoeven wachten en veel geld neer te tellen.



### Unity

Als editor/game engine hebben we Unity gekozen, voornamelijk omdat hierin in C# geprogrammeerd kan worden. C# is een van de talen waar alle projectleden goede ervaring mee hebben en op deze ervaring kan dus goed worden doorgebouwd. Ook zijn er in Unity veel hulpmiddelen als het gaat om Virtual Reality, wat perfect aansluit op ons project.

Een andere game engines die wij nog in overweging hebben genomen is Unreal Engine, maar die viel vrij snel af omdat daarin met C++ moet worden gewerkt en games vrij snel erg zwaar worden.

## Scenario's en impressies

Om nog een beter beeld te geven van het product zullen hieronder een aantal schermafbeeldingen getoond worden die verschillende scenario's weergeven. Elke afbeelding bevat een beschrijving.



Afbeelding 1: de gebruiker start, zoals bijna alle simulaties, op het startscherm. De gebruiker start de simulatie door naar het woord 'start' te kijken.



Afbeelding 2: De gebruiker start zijn patrouille in een bosachtig gebied. De gebruiker gebruikt zijn VR-bril om rond te kijken



Afbeelding 3: De gebruiker is gezien door de vijandelijke troepen die het gebied bewaken en wordt achtervolgd.

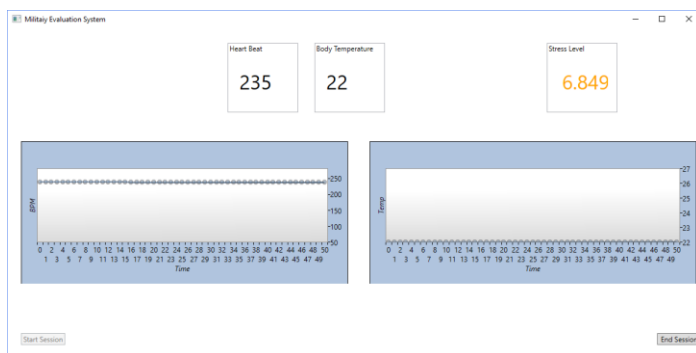




Afbeelding 4: Terwijl de speler aan het vluchten is kunnen er onverwachte dingen gebeuren. In deze simulatie moet de gebruiker kiezen of hij een gewond teamlid redt of ervoor kiest zijn team in veiligheid te brengen.



Afbeelding 5: Een gebruiker test de simulatie.



Afbeelding 6: De interface van het evaluatiesysteem



## Usability testing

Om het systeem te testen hebben we usability testen uitgevoerd. Tijdens deze testen moesten de testpersonen taken uitvoeren. Daarna lieten ze weten wat ze goed vonden en wat ze nog hadden willen zien. Hieronder worden de bevindingen van de testen beschreven.

- De simulatie ziet er mooi uit
- Het gebruik van een VR-bril maakt het geheel meeslepender
- Er is nog weinig gebruikersinteractie mogelijk
- Telkens hetzelfde terrein kan tot gewenning leiden

Deze feedback hebben we als projectteam goed kunnen gebruiken. Aan de hand van deze bevindingen hebben we iets meer gebruikersinteractie geïmplementeerd om er zo voor te zorgen dat de simulatie niet meer als een soort filmpje aanvoelt.

Met de feedback over hetzelfde terrein hebben we helaas niet veel meer kunnen doen. De tijd liet het niet toe om nog een omgeving te bouwen en willekeurig elementen te laten verschijnen. De focus lag bij ons vooral op het experimenteren met de VR-bril, de Arduino minicomputer en het opwekken en juist bepalen van een schrikreactie. De willekeurigheid en het element van verrassing zal dan ook niet geïmplementeerd kunnen worden en eventueel doorgeschoven worden naar een vervolgproject.

## Eindgebruikers

Na uitgebreid onderzoek (zie hoofdstuk *Nieuwe technieken* -> *Oculus Rift*) en contact met een van onze opdrachtgevers, Vera Pijl, hebben we kunnen concluderen dat onze toekomstige eindgebruikers, militairen, waarschijnlijk wel zitten te wachten op een product als de onze. Van mevrouw Pijl hadden wij vernomen dat TNO ook bezig was met een soortgelijk project bij defensie, wat betekent dat defensie ervoor open staat. Ons product zou dan een 'low-budget' alternatief kunnen zijn voor de versie van TNO.

Ook veelvuldig onderzoek heeft aangetoond dat defensie nog niet beschikt over een product zoals de onze, maar wel bezig zijn met het implementeren van nieuwe technologieën om trainingen goedkoper en efficiënter te maken. Ons product zou daar perfect op kunnen aansluiten.

## Bevindingen

Vanaf het begin hebben we het project aangepakt zoals we elk project zouden aanpakken: Beginnen met het analyseren van mogelijkheden en experimenteren met deze mogelijkheden. Als een experiment bevalt, gebruiken we die mogelijkheid en bouwen we verder op de ervaringen die we hebben opgedaan tijdens de experimenten. Bevalt een experiment niet, dan stoppen we met het onderzoeken van deze mogelijkheid en focussen we ons op de andere mogelijkheden.

Deze manier van werken heeft ons gebracht waar we nu zijn: Aan het einde van het project met, in onze ogen, een mooi product. Tijdens het project hebben we met verschillende mogelijkheden geëxperimenteerd, als eerste met het E-shirt. In de bijlage is een document te vinden met alle fabrikanten van E-shirts die wij in overweging hebben genomen. We hebben een aantal van deze fabrikanten aangeschreven om te vragen of zij een shirt hebben met een API voor developers. Na een aantal mails heen en weer kwamen we erachter dat geen van de beschikbare shirts een API tot zijn beschikking had. Zoals hierboven beschreven staat stopten we dus met het onderzoek naar bestaande E-shirts en hebben we onze tweede mogelijkheid uitgevoerd, het zelf bouwen van een “E-shirt”. We hebben ondervonden dat een duur E-shirt niet nodig is voor een project als de onze. Met een klein budget hebben we toch een heel eind weten te komen.

Als tweede hebben we ondervonden dat het project in onze gedachte te groot was om met zijn drieën in 20 weken uit te voeren. We zijn tot de conclusie gekomen dat we simpelweg te weinig mankracht en tijd hadden om al onze ideeën te implementeren. Daarom hebben we ervoor gekozen om ons te focussen op de kern van het project. We hebben 1 scenario tot in detail uitgewerkt in plaats van 3 oppervlakkige scenario's te implementeren. Daarnaast hebben we ons goed verdiept in de medische achtergrond van stress om er zo voor te zorgen dat de resultaten zo betrouwbaar mogelijk worden weergegeven.

Als laatste punt de Virtual Reality bril. Omdat deze techniek nog zo in de kinderschoenen staat is er nog niet zoveel mogelijk als we gehoopt hadden. Interactie van de gebruiker met de simulatie is nog iets waar aan gesleuteld kan worden. Nu kan er alleen nog maar geïnteracteed worden door naar objecten te kijken, maar het zou beter zijn als de gebruiker ook zijn handen zou kunnen gebruiken, of een realistisch wapen zou kunnen vasthouden. Dit gebruik van extra randapparatuur wordt helaas nog niet ondersteund en zodoende hebben we, voor dit project althans, niet meer kunnen doen dan alleen het kijken naar objecten.

## Architectuurdoelen en -beperkingen

De architectuur van het systeem is al schematisch weergegeven in een voorgaand hoofdstuk. Deze architectuur is natuurlijk niet toevallig ontstaan. We hebben goed nagedacht over hoe we het systeem zouden gaan inrichten zodat deze zou voldoen aan regels en eisen die een belangrijke instantie als defensie zou moeten stellen aan zijn producten. We hebben er daarom voor gekozen om zo weinig mogelijk data over het internet te versturen. Vroege prototypes van ons systeem vertrouwden nog op een webservice, maar wegens veiligheidsredenen hebben we ervoor gekozen om alle data lokaal te houden. Het is natuurlijk niet de bedoeling dat data van militairen eenvoudig in te zien is door mensen die kwade bedoelingen hebben.

Het evaluatiesysteem is daarom ook tijdens het project omgezet van een webapplicatie naar een standalone applicatie. Ook dit om ervoor te zorgen dat gevoelige data niet op internet staat. De enige dataverbinding die in ons product voorkomt is de bluetoothverbinding van het E-shirt naar de standalone applicatie. Naast deze vorm van communicatie is er geen enkele andere datastroom. Dit om de kans van onderschepping van deze data zo klein mogelijk te houden.

Het enige nadeel van deze architectuur is dat het evaluatieprogramma op elke afzonderlijke computer moet worden geïnstalleerd. Dit zou bij een webapplicatie niet het geval zijn. Echter wegen de privacygevaars zwaarder dan het gemak voor de instructeur.

Wel zorgt bluetooth ervoor dat de data op bijna elke device kan worden ontvangen. Voor nu kan er alleen nog op de computer gebruik worden gemaakt van het systeem, maar wellicht wordt er later ook een app voor de tablet ontwikkeld. Door de bluetoothverbinding is dat gedeelte dus goed herbruikbaar.

## Conclusie/ Aanbevelingen

Al met al kan gesteld worden dat het product iets is waar we trots op kunnen zijn. We hebben er enorm veel van geleerd, nieuwe technieken leren toepassen, nieuwe technologieën gebruiken enz. Het product is niet geworden zoals we ongeveer 20 weken geleden dachten, maar het is natuurlijk moeilijk om dan al te weten wat we op ons pad treffen.

Dat het project nu voorbij is wil niet zeggen dat de ontwikkeling helemaal stil komt te staan. Derhalve maken we een aantal aanbevelingen die zouden kunnen worden meegenomen naar een eventueel vervolgproject, aanbevelingen die geïmplementeerd hadden kunnen worden als er meer tijd of geld was geweest.

Als eerste aanbeveling kan gedaan worden dat er een echt E-shirt gebruikt gaat worden. De kosten zouden dan wel iets hoger worden, maar de metingen worden een stuk accurater. Als het product echt gebruikt zou gaan worden, zou de voorkeur uit moeten gaan naar zo'n echt E-shirt van bijvoorbeeld HexoSkin.

Ook het gebruik van geavanceerd randapparatuur zal hoog op het verlanglijstje staan wat ons betreft. Het gebruik van bijvoorbeeld de Virtuix Omni of een speciaal wapen dat in de Virtual Realitywereld kan worden herkend zou de simulatie een stuk meeslepender maken. De Virtuix Omni is een soort loopband waar spelers met speciale schoenen op kunnen lopen om zo hun karakter in de game/simulatie te besturen. Het zelf kunnen besturen van het karakter draagt enorm bij aan de belevenis van de simulatie.

## Bijlagen



# USABILITY TEST DATAFLOW0.3

INFPRJ0178

Jesse van Breda (0902729), Lars van Hilten (0888362), Swen  
Meeuwes (0887127)

Dataflow 0.3

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Inleiding.....	3
Aanleiding.....	3
Algemeen.....	3
Doelstelling.....	3
Testmethode .....	4
Aanpak.....	5
Doelgroep.....	5
Testpersonen.....	5
Testpersoon 1.....	5
Testpersoon 2.....	5
Usability test.....	6
Taken testpersoon.....	6
Operationalisatie .....	7
Testresultaten .....	8
Conclusie en aanbevelingen / Vervolgproject.....	9
Bibliografie .....	10

## Samenvatting

Om feedback te krijgen over onze voortgang hadden wij ervoor gekozen ons huidige product te testen.

Het doel van deze usability test was om te kijken wat potentiële gebruikers vinden van het product. Op basis van hun input willen wij ons product verbeteren.

Voor de usability test is er gebruik gemaakt van de thinking out loud methode. Hierbij werd er aan de testpersonen gevraagd of ze hardop wilde denken tijdens het uitvoeren van hun acties. Verder werden er enkele vragen gesteld tijdens de test, dit stimuleerde de testpersonen hardop te denken.

Onze doelgroep voor deze usability test was het mannelijk geslacht met een minimale leeftijd van twaalf jaar.

Uit de testen bleek dat het systeem vrijwel helemaal aan de eisen voldoet. De simulatieomgeving is realistisch vormgegeven, wat ervoor zorgt dat de gebruiker het gevoel krijgt dat hij zich echt in deze omgeving bevindt. Het gebruik van de VR-bril draagt nog extra bij aan dit gevoel. Wel bleek dat het systeem nog iets tekort komt als het gaat om de input van de gebruiker. De gebruiker loopt nu alleen door de omgeving en kan nog niet veel zelf beslissen. Ook is de omgeving waar de gebruiker zich in bevindt veelal hetzelfde, wat ervoor zorgt dat er gewenning kan optreden.

De aanbevelingen die gemaakt kunnen worden op basis van de testresultaten en conclusies zijn ten eerste dat er meer gebruikersinput geïmplementeerd zou kunnen worden. Hierdoor zou de simulatie meeslepender kunnen worden. Ook het implementeren van verschillende situaties kan ervoor zorgen dat de simulatie meer de gewenste effectiviteit bereikt.



## Inleiding

### Aanleiding

Naar aanleiding van project 7/8 wilde wij als groep ons product testen, zodat eventuele (design) fouten of merkwaaardigheden naar voren zouden komen, en verbeterd kunnen worden. Hiernaast is het van belang dat wij een beeld krijgen van de effectiviteit van de simulatie, aan de hand van de data en/of de feedback die gegeven wordt.

### Algemeen

De testpersonen zullen de simulatie in combinatie met de hartslagmonitor testen. Terwijl de testpersonen door de simulatie lopen zal de hartslagmonitor data van de hartslag verzamelen.

Het doel van de simulatie is om de testpersoon te prikkelen met verschillende zintuigen d.m.v. verschillende scenario's en gebeurtenissen. Zo wordt de gebruiker uit het niets beschoten, of raakt een van zijn teammaten gewond. Vervolgens kan er aan de hand van de hartslagmonitor afgelezen worden of de testpersonen de simulatie als stressvol ervaren hebben.

### Doelstelling

Met deze testen hopen wij resultaten te verkrijgen die ons kunnen helpen ons product te analyseren. Na het analyseren hopen wij ons product te kunnen verbeteren en dit mee te kunnen nemen in toekomstige projecten.

## Testmethode

Om ons product te testen maken we gebruik van de thinking out loud testmethode. Hierbij wordt er aan de testpersonen gevraagd of ze hardop willen denken tijdens het testen. Dit zodat er dan goed gekeken kan worden, naar wat er door de testpersonen heen gaat tijdens het testen. Zo kunnen wij als ontwikkelaars van het project erachter komen hoe de testpersonen de simulatie ervaren.

Het voordeel van deze testmethode is het feit er veel informatie van de testpersonen verkregen wordt. De testpersonen spreken hun gedachten bovendien bij elke actie die zij uitvoeren.

## Aanpak

Voordat een testpersoon aan de test mag beginnen moet hij of zij 5 minuten rusten om het hart op rust te laten komen. Als de testpersoon dit niet doet geeft de test onbetrouwbare resultaten. Hierna zal de testpersoon gevraagd worden om de scenario's te gaan doorlopen.

## Doelgroep

Onze doelgroep was oorspronkelijk militairen, maar omdat deze moeilijk te bereiken zijn hebben we onze doelgroep verbreed. Verder is het product alleen nog toepasbaar op mannen, dit komt omdat een gezonde hartslag verschillend is voor man en vrouw (ingoedendoen, sd). Ook moet de testpersoon ouder zijn dan 12, omdat de hartslag voor deze leeftijd te erg verschilt met dat van volwassen (Hartstichting, sd).

## Testpersonen

### Testpersoon 1

Naam: Gert-Jan

Leeftijd: 23

### Testpersoon 2

Naam: Kevin

Leeftijd: 18

## Usability test

Bij de usability test maken we gebruik van de thinking out loud methode. Dit betekent dat de gebruiker gevraagd zal worden hardop te denken. Om dit te stimuleren wordt de testpersoon vragen gesteld tijdens zijn taken.

Elk testpersoon zal gevraagd worden om het eerste scenario te doen. Hierbij wordt de persoon in een vijandelijke omgeving geplaatst.

De persoon die de test afneemt mag de test niet beïnvloeden. Dit betekent dat hij of zij buiten het stellen van vragen hooguit kleine instructies mag geven. Tijdens de test zal op de reactie van de gebruiker gelet worden.

## Taken testpersoon

Taken vanaf het bureaublad van de computer, op deze computer zijn alle benodigdheden al geïnstalleerd en staat er een snelkoppeling naar de simulatie op het bureaublad.

1. Start de simulatie op
2. Bevestig de hartslag sensor aan de vinger of oorlel
3. Zet de oculus rift op
4. Selecteer de 'play' knop
5. Doorloop het scenario

Door middel van deze taken kunnen kijken of het systeem reageert zoals de gebruiker dit verwacht. Verder kunnen we zien of het systeem voldoende feedback naar de gebruiker levert en of er errors zijn.

## Operationalisatie

Het meetbaar maken van de testresultaten (= operationalisatie) wordt bij deze tests gedaan door het bijhouden van het aantal keer dat de gebruiker hulp vraagt tijdens de simulatie. Een kort voorbeeld: de ontwikkelaars hebben als limiet gesteld dat de gebruiker 3 keer om hulp mag vragen tijdens de simulatie. De gebruiker vraagt maar 1 keer om hulp. Er kan dan geconcludeerd worden dat het voor de gebruiker duidelijk was wat er van hem gevraagd werd tijdens de simulatie en dat de test geslaagd is.

Naderhand kunnen er nog afsluitende vragen worden gesteld om wat meer informatie in te winnen over de ervaring die de testpersoon heeft gehad tijdens de simulatie.

Op basis van deze twee meetgegevens kunnen de resultaten van het onderzoek meetbaar gemaakt worden en zo kan er een oordeel gegeven worden of de testen succesvol zijn doorlopen of niet. Ook kan er dan gelijk bekeken worden of het systeem aan de door de ontwikkelaars en product owner gestelde eisen voldoet.

## Testresultaten

De testen zijn uitgevoerd door twee testpersonen. Zij hebben beiden de simulatie doorlopen met een VR-bril op, zodat zij precies dezelfde ervaring hebben als de doelgroep waarvoor het systeem uiteindelijk geproduceerd kan worden, militairen bij defensie. Aan de testpersonen werd gevraagd of ze de hierboven beschreven scenario's wilden doorlopen en hardop wilden zeggen wat ze deden of zagen.

Nadat beide testpersonen de taken hadden doorlopen hebben de onderzoekers de een aantal bevindingen gedaan. De eerste bevinding die bij beide gebruikers naar voren kwam is dat er op dit moment nog weinig interactie vanuit de gebruiker nodig is. Dit maakt het spel iets minder meeslepend als mogelijk is. De simulatie lijkt volgens de testpersonen nu meer op een filmpje dan op een training. Ook is de simulatie nu nog elke keer hetzelfde, wat kan leiden tot gewenning.

Wel waren de testpersonen van mening dat de omgeving goed en realistisch was vormgegeven en dat de simulatie op zich wel erg realistisch aanvoelt.

## Conclusie en aanbevelingen / Vervolgproject

Naar aanleiding van de test kunnen er een aantal conclusies getrokken worden. Er kan gezegd worden dat de simulatie erg realistisch is als het gaat om de animaties om de speler heen, zoals het bos waar de gebruiker uiteindelijk naar toe moet vluchten, de vijanden die de gebruiker proberen te omsingelen en de geweersschoten die de gebruiker om zich heen hoort. Echter zijn er ook negatieve conclusies te trekken. De testpersonen waren van mening dat er nog weinig interactie mogelijk was en dat de simulatie op dit moment bij elke herhaling hetzelfde was.

Deze conclusies kunnen worden omgezet naar aanbevelingen. Deze aanbevelingen zullen worden gegeven als basis voor een eventueel vervolgproject, aangezien de tijd het helaas niet toelaat deze aanbevelingen/verbeteringen nu nog te implementeren.

Als eerste aanbeveling kan gedaan worden dat er meer input van de gebruiker gevraagd wordt. Zo wordt de simulatie meeslepender en kan er preciezer stress worden gemeten. Ook kunnen er bij het vervolgproject meerdere scenario's gemaakt worden om ze gewenning te voorkomen. Het streven was om een instructeur te laten ingrijpen tijdens de simulatie om zo het element van verrassing en willekeurigheid te kunnen gebruiken. Voor een later vervolgproject zou dit ook een aanbeveling kunnen zijn.

## Bibliografie

Hartstichting. (sd). *Hartritm* / *Hartstichting*. Opgehaald van Hartstichting:  
<https://www.hartstichting.nl/hartritm>

ingoedendoen. (sd). *Gezonde harts**lag op elke leeftijd*. Opgehaald van ingoedendoen:  
<http://www.ingoedendoen.nl/volwassen/goede-harts-lag-elke-leeftijd/>





# SMART E-SHIRTS

INFPRJ0178

[Abstract](#)

E-Shirt opties voor het Dataflow project

Dataflow 0.3

## Inhoud

Algemene eisen aan e-shirt.....	2
MoSCoW.....	2
Must haves .....	2
Should haves .....	2
Could haves .....	2
Won't haves.....	2
Mogelijkheid 1: Shirt zelf maken .....	3
Voordelen .....	3
Nadelen .....	3
Referenties .....	3
Mogelijkheid 2: Shirt van een derde partij gebruiken.....	4
Optie 1: Ralph Lauren – The PoloTech™ Shirt .....	4
Voordelen .....	4
Nadelen .....	4
Referenties .....	4
Optie 2: Hexoskin .....	5
Voordelen .....	5
Nadelen .....	5
Referenties .....	5
Optie 3: Omsignal Smart Shirt .....	6
Voordelen .....	6
Nadelen .....	6
Referenties .....	6
Optie 4: Athos e-shirt .....	7
Voordelen .....	7
Nadelen .....	7
Advies .....	8
Bibliografie .....	9

## Algemene eisen aan e-shirt

Er zijn een aantal eisen waar elk e-shirt aan moet voldoen, ongeacht welke keuze we maken. Ten eerste moet het shirt minimaal een hartslagmeter en een thermometer (voor lichaamstemperatuur) bevatten. Daarnaast moet het shirt gemaakt zijn van elastische stof, zodat het altijd strak zit op het lichaam van de drager. Op deze manier werken de sensoren beter en geven ze nauwkeurige data.

We hadden eerst het idee om stress te meten met behulp van de adrenaline- en endorfineniveaus in het zweet van de dragers. Na wat onderzoek hebben we geconstateerd dat dit eigenlijk niet mogelijk is. We hebben daarom onderzoek gedaan naar andere mogelijkheden om stress te meten. Op die manier kwamen we uit op het meten van de hartslag en de lichaamstemperatuur van de drager.

Hiernaast willen wij dat de data van de sensoren gemakkelijk bereikbaar is via een Interface/API.

## MoSCoW

### Must have's

- Hartslag meten
- Lichaamstemperatuur meten
- Een data verbinding met het internet

### Should have's

- Een gemakkelijk te gebruiken API

### Could have's

- Trilsensoren
- ECG sensor (hartfilmpje)
- Ademhaling meten (snelheid)

### Won't have's

- Adrenalineniveau meten
- Endorfineniveau meter

## Mogelijkheid 1: Shirt zelf maken

Een mogelijkheid is om zelf een 'e-shirt' te maken. Dit willen we doen door een normaal shirt uit te rusten met verschillende sensoren. Daarnaast zullen we een Arduino gebruiken om de data van de sensoren door te sturen naar een applicatie die deze data verder kan verwerken.

### Voordelen

- Meer vrijheid in soort en aantal sensoren
- Plaatsing van sensoren is flexibeler
- Leuk om mee te experimenteren
- Kosten worden gedrukt door zelf aan de slag te gaan

### Nadelen

- Extra werkdruk
- Kan het project in gevaar brengen

### Referenties

Link naar elastisch shirt: [http://www.bodyenfitshop.nl/sportkleding/t-shirts/body-fit-sportswear/mens-training-shirt/?utm\\_source=beslistslimmershoppen&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=beslist](http://www.bodyenfitshop.nl/sportkleding/t-shirts/body-fit-sportswear/mens-training-shirt/?utm_source=beslistslimmershoppen&utm_medium=cpc&utm_campaign=beslist)

Link naar hartslagsensor: <http://www.hackerstore.nl/Artikel/861>

Link naar lichaamsthermometer: <https://www.sparkfun.com/products/8777>

Link naar Arduino: [http://www.martoparts.nl/Arduino\\_ATMEGA328\\_5V\\_16MHz\\_pro\\_mini](http://www.martoparts.nl/Arduino_ATMEGA328_5V_16MHz_pro_mini)

## Mogelijkheid 2: Shirt van een derde partij gebruiken

Als tweede optie hebben we de mogelijkheid om een shirt te gebruiken dat al op de markt is. In de paragrafen hieronder beschrijven we een aantal shirts die in aanmerking kunnen komen voor het gebruik in ons project.

### Optie 1: Ralph Lauren – The PoloTech™ Shirt

Als eerste product kunnen we kiezen voor een shirt gemaakt door Ralph Lauren. Het shirt is al gebruikt door ballenjongens en -meisjes op de US open in augustus 2014. In het shirt zitten vezels gecoat in zilver die werken als sensoren. Deze sensoren meten hartslag, gelopen afstand, verbrande calorieën, stressniveau en de intensiteit van de bewegingen (Charara, 2015).

#### Voordelen

- Speciaal gemaakt voor sporters dus kan veel beweging aan
- Verzamelt de data die we nodig hebben, geen extra sensoren nodig
- De data verzameld uit de sensoren wordt real time gestreamd naar een smartphone app.
- Communiceert via bluetooth

#### Nadelen

- Shirt is duur (259 euro)
- Er staat niet aangegeven of het E-Shirt de mogelijkheid biedt om de data voor eigen applicaties te gebruiken.

#### Referenties

Link naar webshop: <http://www.ralphlauren.com/product/index.jsp?productId=69917696>  
<http://press.ralphlauren.com/polotech/>

## Optie 2: Hexoskin

Hexoskin is een shirt dat helemaal met crowdfunding is gefinancierd. Het shirt heeft ongeveer dezelfde sensoren als het shirt van Ralph Lauren. Hexoskin heeft echter al wat meer ervaring met het produceren van smart e-shirts. Wij willen gaan voor het nieuwste shirt van Hexoskin, de Hexoskin Smart (Hexoskin, 2016). Het shirt is erg comfortabel door de goede kwaliteit textiel die is gebruikt bij de productie. Door Bluetooth kan het shirt verbonden worden met bijna elke computer en smartphone.

### Voordelen

- Het heeft een 'Open Data API'
- E-Shirt meet de data die we nodig hebben voor het project, maar ook leuke extra's (zoals ECG)
- Heeft goede recensies van sportexperts (Hexoskin, 2016)
- Communiceert via bluetooth
- Handig web dashboard voor al je data

### Nadelen

- Aan het shirt hangt een prijskaartje (350 euro)
- De levering gebeurt eens per maand, dus als we deze bestellen moet worden moeten we daar rekening mee houden
- Nog in ontwikkeling

### Referenties

Website: <http://www.hexoskin.com/>

### Optie 3: Omsignal Smart Shirt

Dit is het E-Shirt dat beschikbaar is op school. Het is gemaakt door het bedrijf Omsignal en werkt samen met andere E-Shirts. Helaas is erg weinig documentatie te vinden en is er geen API. Dit betekent dat data uitlezen lastig is.

#### Voordelen

- Dit E-Shirt is al beschikbaar op school
- Meet hartslag
- Meet ademhaling

#### Nadelen

- Heeft geen API
- Heeft geen documentatie

#### Referenties

Website: <http://www.omsignal.com/pages/how-it-works>

#### Optie 4: Athos e-shirt

Als laatste product hebben we de keuze om te kiezen voor het e-shirt van Athos. Dit shirt wordt ontwikkeld in samenwerking met de Amerikaanse NFL. Het shirt meet verschillende zaken die belangrijk zijn tijdens het sporten, zoals hartslag en het spiergebruik van de drager. In tegenstelling tot de andere shirts kan dit shirt uitgebreid worden met een broek. In deze broek zitten soortgelijke sensoren. Door het gebruik van twee kledingstukken kan er een preciezere analyse worden gemaakt omdat je data ontvangt van over het hele lichaam (Athos, 2016).

#### Voordelen

- Er is een app beschikbaar om de data van de sensoren in te zien
- Shirt uitbreidbaar met broek voor betere metingen
- Geproduceerd in samenwerking met NFL, veel ervaring met sporten en bewegen

#### Nadelen

- Beschikbare data is beperkt, andere shirts geven meer data waar wij wat aan hebben
- Het shirt werkt alleen met een speciale 'Athos Core', dus het totaalpakket is erg duur (\$400)
- App alleen beschikbaar voor iOS

Link naar webshop: [https://www.liveathos.com/products/mens/upper\\_body](https://www.liveathos.com/products/mens/upper_body)



## Advies

Wij raden het E-Shirt “Hexoskin” aan, omdat deze alles meet wat wij nodig hebben voor ons project. Ook heeft het een API, wat betekend dat we gelijk aan de slag kunnen met de applicatie.

## Bibliografie

*Athos*. (2016, April). Retrieved from liveathos.com:

[https://www.liveathos.com/products/mens/upper\\_body](https://www.liveathos.com/products/mens/upper_body)

Charara, S. (2015, Juli 7). *The best smart clothing: From biometric shirts to mood sensing dresses*.

Retrieved from wareable.com: <http://www.wareable.com/smart-clothing/best-smart-clothing>

*Hexoskin*. (2016, April). Retrieved from [www.indiegogo.com](http://www.indiegogo.com):

<https://www.indiegogo.com/projects/new-hexoskin-smart-world-s-leading-smart-shirt#/>

Kosir, S. (2015, Maart 23). *A Look At Smart Clothing For 2015 | Wearable Technologies*. Retrieved

from Wearable Technologies: <https://www.wearable-technologies.com/2015/03/a-look-at-smartclothing-for-2015/>