



HOGESCHOOL ROTTERDAM / CMI

Tussentijds adviesrapport

Project 5/6

TINPRJ0156 & TINONZ01-1



Studenten

Sarah Aggoun,	0890338
Kirty Bol,	0921444
Noëlle Clement,	0935050
Joris Kortekaas,	0935462
Harold Struik,	0931946
Pedram Tabesh,	0934809
Tommie Terhoeve,	0926280
Sander Wolswijk,	0926815



Managementsamenvatting

Hardware

Uit het hardware-onderzoek is gebleken dat het voldoende is om een 6DOF gyroscoop/accelerometer sensor te gebruiken. We adviseren hiervoor de MPU-6050 te gebruiken. Mocht dit niet voldoende blijken te zijn adviseren we om alsnog een LSM6DS3 te gebruiken als tweede keuze. Hiernaast adviseren wij om een ESP8266 Wi-Fi-module te gebruiken voor de draadloze verbinding tussen device en server. Deze kunnen we tegelijkertijd gebruiken als microprocessor waardoor we ruimte besparen in het apparaat. Onder de ESP8266-modules raden wij aan om de ESP-07(S) of de ESP-12/E/F/S te gebruiken. Om het apparaat op te laden adviseren wij losse Li-Ion batterijen te gebruiken omdat hieraan de meeste voordelen zitten. Mocht er toch gekozen worden voor ingebouwde batterijen is het ook mogelijk het apparaat op te laden door middel van micro-USB kabels.

Software

Voor de communicatie tussen de server en de wearable is er gekozen om websockets te gebruiken, omdat deze heel makkelijk te zijn om te implementeren en zorgen dat het WiFi netwerk niet sterk hoeft te zijn. Voor het verzenden van data raden we het gebruik van JSON aan omdat dit een bekend en leesbaar format is en erg snel is om te compileren. Dit is handig aangezien dit zorgt dat de processor in de chip minder sterk hoeft te zijn. Voor de webinterface gaan we HTML en SCSS gebruiken, HTML omdat het heel bekend is en de browser het gelijk begrijpt, en SCSS omdat het bekend, makkelijk en snel is. Voor interactie met de server en in de browser zelf wordt er javascript gebruikt aangezien de browser dit gelijk begrijpt en het genoeg functionaliteit geeft.

De server zelf wordt geschreven in python aangezien dit een makkelijk te implementeren programmeertaal is, al moet er wel op gelet worden dat er netjes wordt geprogrammeerd en goed getest wordt. Voor de database gaan we een relationele database schrijven in MariaDB. De database wordt relationeel omdat ons team hier al de meeste ervaring mee heeft en de snelheid ook groter is ten opzichte van niet relationeel. We gebruiken MariaDB aangezien dit erg snel is en de beveiliging goed is.

Design

Voor het design van de wearable is er gekozen om uit te gaan van een armband, omdat deze het meest verantwoord naar voor komt uit het onderzoek. Daarnaast is dit voor het grootste deel van de doelgroep het makkelijkst om te gebruiken. Voor de kleur is er gekozen om basiskleuren te gebruiken. Verder zal de armband beschikken over een verwisselbare casing. Het materiaal waarvan de wearable gemaakt zal worden, is elastomer. Dit materiaal is een lichtelijk rekbaar materiaal maar wel steviger dan bijvoorbeeld een elastiek en is gemaakt om langdurig in contact te zijn met de huid. Tot slot is het belangrijk dat de wearable beschikt over een sluiting en dat deze betrouwbaar en fijn in gebruik is voor de gebruiker. Volgens onderzoek blijkt dat de gesp het meest betrouwbaar en praktisch is.



Inhoudsopgave

Probleemstelling	3
Hardware	4
Sensoren	5
Draadloze technologie	8
Microprocessoren	10
Batterijen	12
Oplaadtechniek	15
Communicatie met gebruiker	17
Software	19
Device-server	20
Medium device-server communicatie:	20
Communicatie device-server	21
Communicatie format device-server	23
Webinterface	24
Design	24
Codetalen voor opmaak	24
Codetalen voor stijl	26
Codetalen voor interactie en communicatie	28
Server	31
Database type	31
Database driver	34
Servingtaal	36
Design	38
Type Wearable	39
Kleur	42
Materiaal	44
Sluiting	46
Webinterface	48
Bronnen	49
Bijlage I: Taakverdeling	54
Bijlage II: Algemene delen	55

Probleemstelling

Jaarlijks valt meer dan één derde van de ouderen (Hausdorff, Rios, & Edelber, 1994; Hornbrook et al., 1994), dit heeft grote gevolgen. Zo is aangetoond dat na het vallen 20% tot 30% matige tot zware blessures overhoudt, waardoor hun mobiliteit en zelfstandigheid verslechterd. Ook verhoogd dit hun risico tot een voortijdige dood (Alexander, Rivara, & Wolf, 1992). Naast fysieke negatieve gevolgen voor de ouderen zijn er ook psychologische consequenties. Een groot deel van de gevallen ouderen ontwikkelt een angst voor vallen. Dit heeft invloed op hoe zij zich gedragen, met name in bewegingsactiviteit. Dit kan voor een verlaagde mobiliteit kan zorgen, maar ook voor krachtverlies. Beide hebben een direct verband met verhoogde kans op vallen (Vellas, Wayne, Romero, Baumgartner, & Garry, 1997). Zo komt men in een vicieuze cirkel terecht.

Uit het vooronderzoek is gebleken dat er baat is bij het ontwikkelen van een valdetectiesysteem. Een dergelijk valdetectiesysteem zal een device zijn dat de oudere bij zich kan dragen en zijn of haar bewegingen kan meten. Als er een val wordt gedetecteerd, zal het apparaat een signaal doorgeven waardoor de verzorgers weten dat een oudere assistentie nodig heeft en snel hulp kunnen verlenen zonder dat de oudere zelf een actie hoeft te ondernemen.

Een dergelijk apparaat brengt natuurlijk privacyrisico's met zich mee. Er worden constant bewegingen gemeten. Dit brengt ook veiligheidsrisico's met zich mee. Er moet worden gezorgd dat de bewegingen niet van buitenaf af te lezen zijn en dat de data veilig wordt overgebracht van het apparaat naar de server.

Tijdens dit project zal er gebruik worden gemaakt van drie subteams. Hardware, software en design team. Elk subteam heeft onderzoek gedaan naar onderdelen in hun eigen specialisatie. Bij elk onderdeel worden er enkele opties vergeleken en uiteindelijk wordt er aan de hand hiervan een advies gegeven. Op deze manier willen wij een zo compleet mogelijk advies geven.



Hardware

Hardware gaat de basis creëren voor ons product. De valdetectie is sterk afhankelijk van de data die gegenereerd en doorgestuurd gaat worden door de componenten. Hiervoor heeft het hardware-team onderzoek gedaan naar sensoren, draadloze verbindingen, microprocessors, batterijen, oplaadtechniek en communicatie met gebruiker.

Sensoren

Voor het meten van de bewegingen van de gebruiker hebben we sensoren nodig. Omdat we een 'wearable' willen gaan ontwikkelen is het van belang hier sensoren voor te gebruiken die klein genoeg zijn. Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS) zijn zoals de naam al suggereert hele kleine mechanische systemen (Mems-exchange, Z.J.). Er bestaan ook MEMS sensoren en deze zullen door hun grootte ideaal zijn voor onze valdetectie armband.

Daarnaast bleek uit het vooronderzoek dat momenteel veel valdetectie producten de acceleratie en de kantelhoek meten en we zullen dus sensoren moeten vinden die dit kunnen meten.

Er zijn verschillende sensoren die van belang kunnen zijn:

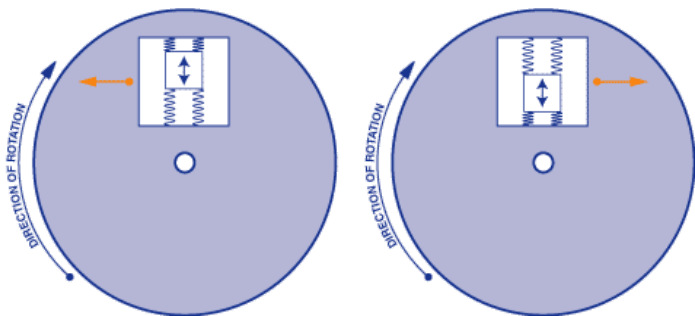
Accelerometer

Accelerometers zijn in staat om lineaire acceleratie te meten op verschillende assen. De acceleratie wordt bepaald door een beweging van een element (door de versnelling), die opgemerkt wordt door de sensor (Explain That Stuff, Z.J.). Dit is vergelijkbaar met de werking van een waterpas, maar dan in 3 dimensies in plaats van 2. Vaak zijn er 3 assen (X, Y, Z), waarbij de sensor een 3-axis accelerometer genoemd. Omdat er op verschillende assen versnelling gedetecteerd wordt, is het mogelijk om de (lineaire) richting van versnelling te meten. Ook kan de richting tot de aarde gemeten worden m.b.v. zwaartekracht (Dimension Engineering, Z.J.).

Gyroscoop

Gyroscopen zijn in staat een rotatie (kantelhoek) en daardoor de verandering in oriëntatie te meten. De gyroscoop meet de rotatie met een methode die erg lijkt op die van de accelerometer. Dit komt omdat het ook versnelling meet, namelijk angulaire versnelling. Door de beweging van een element verplaatst een klein beetje massa zich, wat gedetecteerd wordt door de sensor.

De meeste gyroscoop sensoren hebben 3 assen (X, Y, Z) waardoor goed gemeten kan worden hoe het apparaat roteert. Een gyroscoop wordt vaak gebruikt voor gebruiksdoeleinden waarbij er niet erg snel geroteerd wordt, zoals een vliegtuig, waarbij (hopelijk) er maar een paar graden per as wordt gemeten per meting (Sparkfun, Z.J.)



Figuur 1: werking van een gyroscoop (Sparkfun, Z.J.)



Altimeter (barometer)

Een barometer meet de luchtdruk in de omgeving, op deze manier kan het de hoogte meten. Dit gaat voor ons product alleen niet van pas kunnen komen omdat de hoogteverschillen niet groot genoeg zijn om gemeten te kunnen worden (grond tot bijvoorbeeld armhoogte) (Explain That Stuff, Z.J.).

De mogelijkheden

Voor ons product is de combinatie van een gyroscoop gecombineerd met een accelerometer de beste optie. Op deze manier kunnen we op 2 manieren berekenen of iemand gevallen is. Dit zorgt voor een hogere efficiëntie en lagere foutmarge van de data en daarmee het product. Voor deze toepassing zijn er verschillende opties (Dejan Nedelkovski, 2015). Door de kleinere omvang zijn onze beste opties “sensormodules” waar meerdere bewegingssensoren in zitten, genaamd Inertial Measurement Units (IMUs) (Xsens, Z.J.). De totale hoeveelheid assen hierin wordt uitgedrukt in Degrees of Freedom (DOF). 6DOF IMU's hebben een 6-assig systeem en bevatten vaak een accelerometer en gyroscoop. 9DOF IMU's bevatten ook vaak een accelerometer en gyroscoop, maar hiernaast ook een kompas (Arduino, Z.J.).

Onze toepassing van de sensoren zal geen kompas nodig hebben. Dit zou wel nuttig kunnen zijn voor de compleetheid van de oriëntatiemeting, maar is niet noodzakelijk voor de valdetectie. We zullen dus verder kijken naar IMU's, aangezien deze 6DOF hebben.

	BMI055	MPU-6050	LSM6DS3
Ingebouwde sensoren	Accelerometer Gyroscoop	Accelerometer Gyroscoop	Accelerometer Gyroscoop
Afmetingen	4.5 x 3.0 x 0.95 mm	4.0 x 4.0 x 0.9 mm	2.5 x 3.0 x 0.83 mm
Digitale communicatie	SPI, I ² C	I ² C	SPI, I ² C
Resources (libraries)	+-	++	+
Beschikbaarheid	+-	++	+
Kosten	+	+	+

NB. Data van BMI055 van Bosch Sensortec (Z.J.), data van MPU-6050 van Arduino (Z.J.), data van LSM6DS3 van ST (Z.J.)



Er zijn ook verschillende IMU's waar de sensoren gecombineerd worden met een processor om het lezen van de data te vergemakkelijken. Een voorbeeld hiervan is de Adafruit BNO055. Dit kan zeker het proces vergemakkelijken voor ons, maar het is niet reëel om dit in ons eindproduct te verwerken door de grootte en hogere afhankelijkheid, omdat veel programmeerwerk aangepast zal moeten worden.

Ons advies

Voor het product is het voldoende om een 6DOF sensor te gebruiken. De beste optie hiervoor is de MPU-6050. Mocht deze achteraf niet voldoen is de LSM6DS3 een goede tweede keuze. Mocht we ook een kompas willen toevoegen in het product kunnen we nog onderzoek doen naar de beste 9DOF sensor of andere vergelijkbare IMU's.



Draadloze technologie

Om vanaf een afstand te kunnen waarnemen dat een oudere gevallen is, moet data van het apparaat draadloos doorgestuurd worden. Dit kan gedaan worden door middel van een Bluetooth- of Wi-Fi verbinding.

Wi-Fi

Met Wi-Fi kan data draadloos over het internet worden verzonden. Het apparaat maakt verbinding met een router die de data vervolgens naar de server stuurt. Wi-Fi heeft een groot bereik en kan door solide objecten zoals muren heen. Wi-Fi brengt hoge kosten mee voor de gebruiker omdat er een internetverbinding nodig is in de omgeving. Ook verbruikt het meer stroom dan Bluetooth. (Wikipedia, Z.J.)

Bluetooth

Bluetooth is technologie die veel gebruikt wordt voor draadloze verbinding op korte afstand. Het is een radioverbinding tussen twee of meerdere apparaten. Het voordeel aan Bluetooth is dat er geen internetverbinding nodig is. Voor de gebruiker is dit dan dus ook veel goedkoper dan Wi-Fi. Het grote nadeel is dat Bluetooth slechts bereik heeft tot 10 meter en zwakker wordt als het door solide objecten zoals muren moet, waardoor het minder goed te gebruiken zal zijn binnen een verzorgingstehuis. (Scientific American, 2007), (Wikipedia, Z.J.)

	Wi-Fi	Bluetooth
Kosten module	Laag	Laag
Bereik	300 meter	10 meter
Stroomverbruik	Hoog	Laag
Snelheid	Hoog	Laag
Veiligheid	Hoog	Laag
Grootte	14x24mm	13x27mm

NB. Data van Bluetooth van Diffen (Z.J.), Data van Bluetooth en WiFi van Wikipedia (Z.J.)



Ons advies

Door het slechte bereik van Bluetooth raden wij sterk aan een Wi-Fi-module te gebruiken. Wi-Fi is duurder en verbruikt meer stroom dan Bluetooth, maar het is (naast dat het een beter bereik heeft) ook sneller en veiliger en veel beter te gebruiken voor dit product. Een veelgebruikte Wi-Fi-module die wij aanraden is de ESP8266. De ESP8266 is, zoals in het volgend hoofdstuk wordt beschreven, ook te gebruiken als microcontroller.



Microprocessors

De microprocessor is het brein van het product. Het is daardoor erg belangrijk dat het voldoet aan de behoeften van de andere componenten en andersom.

Ons product is een wearable en daardoor is het belangrijk rekening te houden met:

- het formaat
- het geheugen
- de hoeveelheid aansluitingen
- I²C compatibiliteit (i.v.m. geadviseerde MPU-6050 sensor en andere componenten)
- compatibiliteit met andere componenten

Een aantal microprocessors die hierdoor goede opties zijn:

- ATmega32u4
- ATtiny85
- ESP8266

ATmega32u4 & ATtiny85

De ATmega32u4 en ATtiny85 zijn veelgebruikte microprocessors geproduceerd door Atmel.

De 'mega' is wat groter van formaat, met een bijpassend groter vermogen. De mega is overigens wel steeds kleiner in formaat geworden over de jaren heen (Atmel, Z.J.).

Zoals de naam al suggereert is de 'tiny' een kleiner broertje van de mega en door de gelimiteerde ruimte in de microprocessor heeft deze wat minder vermogen en mogelijkheden, zoals minder aansluitingen (Atmel, Z.J.).

ESP8266

De ESP8266 is een bijzondere microprocessor omdat deze ook een ingebouwde WiFi-mogelijkheden heeft, waardoor we niet nog een aparte WiFi module in het product zullen hoeven te plaatsen (Nerdspace, Z.J.). Hierdoor kunnen we veel ruimte in het apparaat, productiekosten, en communicatie tijd tussen de componenten besparen. Dit zijn kenmerken waarvan we eerder al vaststelden dat ze erg van belang zijn voor een wearable.

Niet alleen heeft deze microprocessor voordelen op het vlak van ruimtebesparing (met de positieve gevolgen die ze meebrengen), ook is het een vrij krachtige microprocessor (Nerdspace, Z.J.).

	ATmega32u4	ATtiny85	ESP8266
Vermogen	+	+/-	++
Hoeveelheid aansluitingen	+	+/-	+/-
Digitale communicatie	SPI, I ² C	I ² C	SPI, I ² C
Beschikbaarheid	+	+	++
Kosten	+	+	+

NB. Data van ATmega32u4 van Atmel (Z.J.), data van ATtiny85 van Atmel (Z.J.), data van ESP8266 van Nerdspace (Z.J.)

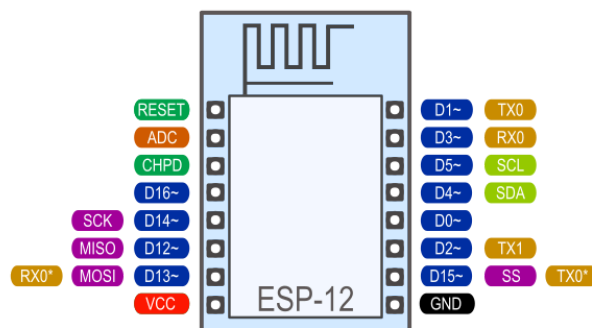
Ons advies

Uit onze vergelijkingen is gebleken dat de ESP8266 het beste uit de test komt. Niet alleen scoort deze microprocessor goed op alle vergeleken punten, maar het zal ook nog veel ruimte besparen door de ingebouwde WiFi module. Dit heeft vele voordelen, zoals al eerder gesteld. Zoals eerder genoemd voldoet de ESP8266 ook aan de andere eisen die vergeleken werden. De redenen om een aparte microprocessor en communicatie-module te gebruiken vallen daardoor eigenlijk in het niets. Als er uiteindelijk besloten wordt dat we geen ESP8266 mogen of kunnen gebruiken dan zullen we onderzoeken of de ATmega32u4 of de ATtiny85 beter past bij ons product, maar dit is momenteel niet nodig omdat er alleen voordelen zitten aan het gebruik van de ESP8266 voor ons product.

Er zijn verschillende modules waarin de ESP8266 is verwerkt. Voor het product lijken de ESP-07(S) en ESP-12E/F/S goede opties. Ze zijn beiden relatief klein van formaat, maar hebben nog steeds een ingebouwde antenne en kunnen nog steeds op een PCB worden gesoldeerd.

Wel is de ESP-07(S) iets kleiner en heeft het een keramische antenne (TinyOSshop, Z.J.). De ESP-12E/F/S is iets groter van formaat omdat het een PCB antenne heeft (Elecrow, Z.J.).

Het is voor de geadviseerde sensor (MPU-6050) van belang dat de microprocessor en dus de ESP-module de mogelijkheid heeft tot communicatie via I²C. Er is duidelijk bewijs te vinden dat de ESP-12E/F/S modules pinouts hebben voor I²C communicatie (zie de SCL en SDA labels op de figuur). Hierdoor raden wij het gebruik van de ESP-12E/F/S aan.





Batterijen

Het uitkiezen van de juiste batterij voor een wearable is een cruciaal gedeelte van het ontwerpproces, aangezien een slechte batterijkeuze kan zorgen voor een korte batterijduur. Ook kan het zorgen voor een te grote of zware wearable. Voor dit project hebben wij de volgende mogelijkheden:

- AAA batterijen
- Li-Po batterijen
- Knoopcel batterijen
- Li-ion batterijen

AAA Batterijen

AAA batterijen zijn veel voorkomende batterijen in apparaten die een laag stroomverbruik hebben zoals game controllers en afstandsbedieningen (Bluejay, Z.J.). AAA batterijen werken op 1.5V. Er zijn oplaadbare varianten die werken op 1.2V (Wikipedia, Z.J.)

Li-Po batterijen

Li-Po (lithium-polymeer) batterijen worden vaak gebruikt in apparaten met een hoog stroomverbruik zoals bijvoorbeeld drones (Unmanned Tech, 2015). 1 Li-Po cel heeft een voltage van tussen de 3,5 en 4,2 volt. Meerdere cellen kunnen in series worden gekoppeld om een hoger voltage te bereiken. Van alle opties heeft de Li-Po batterij de hoogst mogelijke stroom output. Li-Po batterijen kunnen opgeladen worden. (Wikipedia, Z.J.)

Knoopcel batterijen

Knoopcelbatterijen komen vooral voor in kleine apparaten zoals horloges. De meest voorkomende alkaline batterij werkt op 1.5 volt. Deze alkaline batterijen kunnen niet opgeladen worden. Ze zijn in verschillende formaten te verkrijgen met verschillende capaciteiten. (Wikipedia, Z.J.)

Li-Ion batterijen

Li-Ion (lithium-ion) batterijen komen vooral voor in kleine apparaten met een laag stroomverbruik, waarbij compactheid een grote factor is zoals bijvoorbeeld smartphones (Is Lithium-ion the Ideal Battery?, Z.J.).

Li-ion batterijen werken net als Li-Po batterijen op een voltage van 3.5-4.2 volt. Deze batterijen kunnen ook opgeladen worden. (Wikipedia, Z.J.)



	AAA	Li-Po	Knoopcel	Li-Ion
Safety	++	-	++	+
Effectiviteit	-	+	+	++
Maximale capaciteit	540 – 1200 mAh	Schaalbaar naar applicatie	30-200 mAh	Schaalbaar naar applicatie
Gemiddelde energie dichtheid (J/m ³)	423,000	654,545.5 – 955,102	423,000	150,00000
Oplaadbaar	Verschilt per batterij	Ja	Verschilt per batterij	ja
Vorm	Cilindervormig	Rechthoekig	Rond	Rechthoekig of cillindervormig
Nominal voltage	1.2V of 1.5V	3.5-4.2V	1.2V of 1.5V	3.5-4.2V
Grootte	10.5 × 44.5mm	Schaalbaar naar applicatie	4.8 × 1.6mm - 15.8 × 11.1mm	Schaalbaar naar applicatie
Toepassing	Mobiele apparaten met laag stroomverbruik	Mobiele apparaten met een hoog stroomverbruik	Mobiele apparaten met een zeer laag stroomverbruik	Mobiele apparaten met een laag / middelhoog stroomverbruik waarbij compactheid een grote factor speelt
Kosten	Hoeft niet meegeleverd te worden met product.	Meegeleverd bij product. Hogere kosten om te produceren dan Li-ion	Hoeft niet meegeleverd te worden met product.	Meegeleverd bij product. Lagere kosten om te produceren dan Li-Po

NB. Data van Bluejay (Z.J.) & Wikipedia (Z.J.)



Ons advies

Indien het design team wilt gaan voor een compacte wearable is de Li-Ion batterij definitief de beste keuze. Deze batterij heeft de hoogste energiedichtheid, is oplaadbaar en is schaalbaar naar de applicatie. Ook is het bij deze batterij niet nodig om meerdere in series te koppelen om zo een voltage te krijgen waarop de meeste microcontrollers kunnen werken (Atmel, z.j.), een 3.3V regulator of 5V boost converter (Pololu, Z.J.) is voldoende. Indien compactheid niet van uiterst belang is de AAA batterij ook een goed alternatief. Aangezien de batterijen niet meegeleverd hoeven te worden waardoor de productiekosten omlaag gaan. Ook zijn deze batterijen makkelijk te vervangen voor de gebruiker.

Oplaadtechniek

Indien er wordt gekozen voor een oplaadbare batterij is het belangrijk om een robuuste oplaadtechniek te ontwikkelen. Een niet correcte oplaadmethode kan leiden tot een slechte user-experience. In het geval van oplaadbare AAA of knoopcel batterijen hoeven we geen speciale oplaadmethode te ontwikkelen aangezien er al genoeg opladers voor die batterijsoorten bestaan. Aangezien Li-Po en Li-Ion batterijen geen gestandaardiseerd formaat hebben bestaan er geen simpele opladers voor zoals in het geval bij de eerder genoemde batterijen. Ook is het belangrijk om te weten of dat de batterijen ingebouwd zijn in het product of dat de batterijen verwijderbaar zijn.

We hebben gekozen uit de volgende technieken:

- Draadloos opladen
- Micro USB kabel
- Unieke kabel specifiek voor product ontwikkeld

	Draadloos	Micro USB kabel	Unieke kabel	Commentaar
Veiligheid	++	+	+	Alle 3 de opties zijn veilig, draadloos is het veiligst omdat er geen risico op kabelbreuk is. (Tay, Z.J.)
Gebruiksgemak	++	-+	+	Draadloos opladen is het makkelijkst aangezien je niets hoeft in te pluggen.
Apparaat kan gebruikt worden tijdens opladen	--	++	++	Bij draadloos opladen moet de wearable op een oplaadpad worden geplaatst. (Hoffman, 2015)
Kosten ontwikkelen	-+	++	--	Micro USB is een standaard, hierdoor zijn er genoeg fabrikanten die de kabels produceren.
Oplaadtijd	--	++	++	Draadloos opladen is het langzaamste van de 3 opties. (Summerson, 2017)

NB. Data van Summerson (2017) , Tay (Z.J.) & Hoffman (2015)



Ons advies

Indien er door het design team wordt gekozen voor een ingebouwde batterij, adviseren wij om een micro USB kabel te gebruiken. Aangezien in dit geval de wearable kan worden aangesloten aan een powerbank en nog steeds kan worden gedragen tijdens het opladen. Ook is de Micro USB kabel makkelijk te vervangen aangezien ze vrijwel overal te koop zijn. Indien het design team zou gaan voor een unieke kabel zou dat veel ontwikkelkosten met zich mee brengen. Tevens zou hierdoor het eind product duurder worden en zal een vervangende kabel duurder zijn dan de gemiddelde USB kabel. In het geval van draadloos opladen zou opladen tijdens gebruik niet mogelijk zijn aangezien de wearable op een oplaad-pad geplaatst moet worden. Indien het design team kiest voor meerdere vervangbare batterijen (modules) raden wij draadloos laden aan. Draadloos laden is de simpelste oplossing vooral voor ouderen. Het grootste nadeel is de oplaadtijd (Summerson, 2017), maar dit is met meerdere vervangbare batterijen geen groot probleem.



Communicatie met gebruiker

Indien de wearable detecteert dat de drager is gevallen, wordt er direct alarm geslagen zonder dat de drager hoeft in te grijpen. Hierdoor weet de drager niet of dat het alarm wel of niet af is gegaan. Door feedback aan het apparaat toe te voegen, kan er gecommuniceerd worden naar de gevallen drager dat er een alarm afgaat en hebben zij de zekerheid dat ze geholpen worden. De verschillende mogelijkheden van communicatie naar de gebruiker toe zijn in dit project als volgt:

- RGB leds
- Oled-scherm
- Vibratiemotor
- Seven segment display

RGB leds

Een RGB led is een combinatie van een rode, groene en blauwe led. Het is een simpele en goedkope maar effectieve oplossing. Door middel van de leds aan te zetten kan er gecommuniceerd worden met de gebruiker dat het alarm is afgegaan. Voor slechtzienden kan dit een goede oplossing zijn, aangezien er niets afgelezen hoeft te worden. Echter blijft dit een ineffektieve oplossing voor zeer slechtziende en blinde ouderen.

OLED schermen

Met een OLED-scherm kunnen we gedetailleerde teksten weergeven op het apparaat. Er kan veel informatie worden weergegeven maar het zal slecht te lezen zijn voor slechtziende ouderen. Een OLED-scherm is erg groot en zal dus veel invloed hebben op de vorm en grootte van het apparaat.

Vibratiemotor

Door het apparaat te laten vibreren kan de oudere voelen dat er alarm is geslagen zonder dat er op het apparaat hoeft te worden gekeken. Voor blinde en slechtziende ouderen kan dit beter zijn, maar het is een minder opvallende vorm van feedback die bij veel ouderen onopgemerkt kan blijven.

Seven segment display

Een seven segment display is een display dat in zeven segmenten is verdeeld. Door deze segmenten aan te sturen, is er de optie om verschillende vormen, meestal cijfers, te weergegeven op het display. Doordat het display maar zeven segmenten heeft, zijn de weergaveopties erg gelimiteerd. Een seven segment display is ook vrij dik en zal dus een grote invloed hebben op de vorm en grootte van het apparaat.

	RGB LED	OLED-scherm	Vibratiemotor	Seven segment display
Kosten	Heel laag	Laag	Laag	Laag
Gebruiks-vriendelijkheid	Hoog Lager bij ernstige slechthooftheid	Hoog Heel laag bij slechthooftheid	Laag	Hoog Heel laag bij slechthooftheid
Grootte	Klein	27x27mm	10mm diameter	Verschillende maten

NB. Data van Wikipedia (Z.J.)

Ons advies

Naar aanleiding van dit onderzoek adviseren wij om een RGB led te gebruiken. Er hoeft slechts één boodschap doorgegeven te worden, hiervoor is de RGB led de meest simpele en effectieve oplossing. Ook is deze oplossing het goedkoopst en effectief bij alle ouderen die nog in staat zijn licht te zien.



Software

Software gaat de bindende factor van het product vormen. Het koppelt de hardware aan elkaar, zorgt ervoor dat communicatie tussen het apparaat en de server goed loopt en maak het mogelijk de gegenereerde data te beheren op afstand.

Het software onderzoek is in 3 aparte delen opgedeelt: de communicatie tussen device en server, de server zelf en de webapplicatie (hoe deze communiceert met de server).



Device-server

Medium device-server communicatie:

Aangezien de software afhankelijk is van de hardware wordt er gebruik gemaakt van Wi-Fi¹.

Het handige aan Wi-Fi is dat je gebruik kan maken van bestaande Wi-Fi netwerken. Tegenwoordig hebben de meeste verzorgtehuizen een eigen Wi-Fi netwerk wat dus zal betekenen dat ze geen extra kosten hoeven te maken. Het handige is ook dat de data die wij over dit netwerk moeten verzenden zeer klein is en in principe elk netwerk dit kan ondersteunen. Ook kunnen wij flexibel data verzenden dus mocht de te verzenden data opeens hoger zijn dan verwacht kunnen wij hier omheen werken.

¹ Zie tekst bij Hardware - Microprocessoren wat we gaan doen als we geen ESP mogen gebruiken.



Communicatie device-server

Om te kunnen communiceren tussen het device en de server moet er een connectie worden gelegd. De connectie wordt eigenlijk altijd op dezelfde manier gelegd, namelijk door middel van TCP sockets of UDP sockets. Er wordt eigenlijk al vanuit gegaan dat er TCP sockets worden gebruikt aangezien die zelf allemaal dingen controleren die je niet zelf wil doen zoals zorgen dat packets in volgorde aankomen. Nu we weten dat we TCP sockets gaan gebruiken kunnen we 2 dingen doen. We kunnen gebruik maken van RESTful HTTP, dit is de REST implementatie van HTTP en websockets.

RESTful HTTP

RESTful HTTP is een systeem waarbij de client iets stuurt naar de server en de server stuurt hier vervolgens iets op terug. De server is hierbij een passieve reactor en doet niks vanuit zichzelf. Hiernaast moet er bij elk bericht een nieuwe connectie worden opgebouwd waarin de client wat zegt, de server reageert en vervolgens de connectie wordt gesloten. Bovendien wordt bij RESTful HTTP een protocol gebruikt die erg veel tekst bevat wat negatieve gevolgen heeft op de netwerksterkte die nodig is en de snelheid.

(Web)sockets

Sockets zijn kanalen waarover 2 kanten op kan worden gecommuniceert. Dit betekent dat de server wat tegen de client kan zeggen maar de client ook wat tegen de server kan zeggen uit zichzelf. Ook wordt er 1 kanaal gemaakt waarover voor onbepaalde tijd kan worden gecommuniceerd. Ook zijn websockets helemaal vrij in hoe je informatie wilt uitwisselen. Er is geen protocol waar je je aan moet houden dus je kan het helemaal doen zoals je wil.

Eisen	RESTful HTTP	Sockets	Opmerkingen
Snelheid	-	+	Met RESTful HTTP zijn er meer handelingen en informatie die je per bericht heb. Bij sockets ben je na 1x klaar.
Implementatie moeilijkheid	-	+	RESTful HTTP is een stuk lastiger om goed te implementeren terwijl socket heel vrij is in hoe je het opzet.
Server vereiste	--	+	Bij RESTful HTTP wordt veel meer data verstuurd omdat ze een erg uitgebreid protocol hebben, bij sockets kan je het heel compact houden

NB. Data van Gupta A. (2014)



Ons advies

Het verstandigst is om voor dit project websocket te gebruiken. Deze zijn veel flexibeler en je kan de data veel compacter houden, wat zorgt dat er een minder goed wifi-netwerk nodig is. Daarnaast is het ook makkelijker om te implementeren om te onderhouden, wat ervoor zorgt dat het product goedkoper is om op te leveren en langer onderhouden kan worden.



Communicatie format device-server

String

Hierbij verzin je zelf hoe je je data gaat verzenden dus je kan veel kanten op, je kan een soort hybrid XML-JSON maken maar het probleem hiermee is dat het onduidelijk is voor andere mensen.

XML

XML is een bepaald format waarbij je elementen allemaal opdeelt in subdelen totdat je de data hebt. Het nadeel hierbij is dat je een parser nodig hebt en die dus ook weer moet meeleveren.

JSON

JSON is een format waarbij je objecten als text doorstuurt. Het is heel makkelijk voor een mens uit te lezen en dit zal helpen bij het implementeren van JSON. Ook zit er vaak al een JSON parser bij de software inbegrepen.

Eisen	String	XML	JSON	Opmerkingen
Duidelijkheid	+/-	+	++	JSON is zelf wat makkelijker uit te lezen voor mensen terwijl String afhankelijk is aan hoe je het zelf implementeert
Snelheid	--	+/-	++	JSON is sneller dan XML en String
Implementatie	++	+/-	++	JSON kan je makkelijk parsen en met XML heb je een grote parser nodig. String zelf kan je doen wat je wil dus dat zou het makkelijkst te implementeren zijn

NB. Data van W3schools (Z.J.)

Ons advies

Ons advies is om JSON te gebruiken aangezien het snel is, makkelijk om na te lezen en de parser al bij de meeste software is inbegrepen.



Webinterface

Design

Het design van de webinterface wordt gemaakt door iemand van het design team. Dit is om de taken goed verdeeld te houden. Het stukje dat hierover gaat is te vinden bij Design, onder het kopje "Webinterface".

Codetalen voor opmaak

Om de opmaak te schrijven, moet er gebruik gemaakt worden van HTML. Sommige mensen vinden het prettig om gebruik te maken van Jade, wat uiteindelijk "veranderd" wordt naar HTML.

HTML

HTML staat voor HyperText Markup Language. Het is een opmaaktaal bedoeld om bij wijze van spreken "de skeletten" van een webpagina te definiëren.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title>Example</title>
    <link rel="stylesheet" href="sty
  </head>
  <body>
    <h1>
      <a href="/">Header</a>
    </h1>
    <nav>
      <a href="one/">One</a>
      <a href="two/">Two</a>
      <a href="three/">Three</a>
    </nav>
```

Jade

Jade is bedoeld om het schrijven van HTML te vergemakkelijken door bijvoorbeeld de mogelijkheid te bieden om instructies te geven om iets te herhalen (lopen). Ook hoeft je minder code te schrijven om hetzelfde resultaat te krijgen.

Sommige mensen vinden de Jade code minder duidelijk, dus kan het uiteindelijk meer tijd kosten om de code te bewerken. Ook moet de taal geleerd worden. Het grote nadeel van Jade is voornamelijk dat de browser het niet begrijpt. Het moet dus ge-"preprocessed" worden. (NPM JS, Z.J.)



```
doctype html
html(lang="en")
  head
    title= pageTitle
    script(type='text/javascript').
      if (foo) {
        bar(1 + 5)
      }
  body
    h1 Jade - node template engine
    #container.col
      if youAreUsingJade
        p You are amazing
      else
        p Get on it!
    p.
      Jade is a terse and simple
      templating language with a
      strong focus on performance
      and powerful features.
```

	HTML	Jade
Gebruiksgemak	++	+
Snelheid van schrijven	+	++
Duidelijkheid	++	++
Bekendheid	++	+

Ons advies

Wij raden aan om normale HTML te gebruiken, aangezien het universeel is. Het is makkelijk te gebruiken, het is duidelijk te begrijpen mits het netjes geschreven is, het is bekend en het is meteen te begrijpen door de browser.



Codetalen voor stijl

Om de opmaak ook daadwerkelijk een stijl te geven, gebruikt de browser CSS. Alleen bestaan er ook talen zoals SASS en LESS die meer mogelijkheden bieden om sneller te stijlen.

CSS

CSS is de universele taal die elke browser begrijpt. Dit is het meest gebruikte en de standaard voor het schrijven van zogeheten stylesheets.

Helaas is het zo dat CSS op zich niet veel mogelijkheden biedt om het schrijven ervan te vergemakkelijken. Zo kun je bijvoorbeeld niet een variabele definiëren om het later te herhaaldelijk te kunnen gebruiken.

```
h1 {
  font-family: courier, courier-new, serif;
  font-size: 20pt;
  color: blue;
  border-bottom: 2px solid blue;
}
p {
  font-family: arial, verdana, sans-serif;
  font-size: 12pt;
  color: #6B6BD7;
}
.red_txt {
  color: red;
}
```

SCSS (SASS)

SCSS is een uitbreiding op CSS. In de vorige versies heette het SASS, maar sinds dat de maker van SASS het zo wilde hebben dat alle CSS code geldig is, hebben ze SASS veranderd naar SCSS. Met SCSS kun je if-statements, loops, mixins, functies, variabelen en nog veel meer dingen doen die CSS niet aanbied. Het enige nadeel is dat de browser het niet begrijpt, waardoor je de code moet "preprocessen" naar CSS.

SCSS wordt over het algemeen beschouwd als meest prettige taal, maar sommigen houden meer van minder code, dus gaat hun voorkeur uit naar de oudere SASS.

```
.section {
  border: 1px solid #ccc;

  @at-root{
    &-head{
      padding: 5px 10px;
    }

    &-body{
      display: none;
      padding: 10px;
    }
  }

  &.is-expanded{

    .section-body{
      display: block;
    }
  }
}
```

LESS

LESS is net als SCSS een taal die meer mogelijkheden biedt dan CSS. Het breidt CSS uit door variabelen, mixins, functies en andere mogelijkheden beschikbaar te stellen.



```
@base: #f938ab;

.box-shadow(@style, @c) when (iscolor(@c)) {
  -webkit-box-shadow: @style @c;
  box-shadow:        @style @c;
}
.box-shadow(@style, @alpha: 50%) when (isnumber(@alpha)) {
  .box-shadow(@style, rgba(0, 0, 0, @alpha));
}
.box {
  color: saturate(@base, 5%);
  border-color: lighten(@base, 30%);
  div { .box-shadow(0 0 5px, 30%) }
}
```

	CSS	SASS/SCSS	LESS
Gebruiksgemak	+	++	+
Snelheid van schrijven	+	++	+
Duidelijkheid	++	++	+
Bekendheid	++	++	++

Ons advies

Wij adviseren het gebruik van SCSS. Het is bekend, makkelijk, snel te gebruiken en mits er netjes wordt geschreven erg duidelijk voor degenen die een klein beetje verstand hebben van normale CSS.



Codetalen voor interactie en communicatie

Mocht er interactie nodig zijn, dan moet er (direct of indirect) JavaScript gebruikt worden. Sommige mensen kiezen er liever voor om TypeScript of CoffeeScript te gebruiken, maar uiteindelijk moet je de code laten "preprocessen" naar normale JavaScript.

Ook moet JavaScript gebruikt worden om data op te kunnen halen en te versturen. Die data wordt verkregen van de server en nieuwe data wordt weer verstuurd naar de server.

JavaScript

JavaScript is dé programmeertaal voor het web. Het wordt over het algemeen bij elke browser ondersteund. ECMAScript 5 (ES5) was de oudere versie van JavaScript. Omdat die versie benodigde dat de programmeur veel code zou schrijven, zijn mensen begonnen met het gebruiken van TypeScript en CoffeeScript.

Nu TypeScript en CoffeeScript een aantal jaar bestaan, is JavaScript ook een heel stuk verbeterd. Sinds ECMAScript 6 (ES6) hoeft de programmeur een stuk minder code te schrijven en is het begrijpen van de code een stuk makkelijker geworden. (ES6 Features Z.J.)

```
//define the functions
function PrintCard() {
line1 = "<b>Name: </b>" + this.name + "<br>\n";
line2 = "<b>Address: </b>" + this.address + "<br>\n";
line3 = "<b>Work Phone: </b>" + this.workphone + "<br>\n";
line4 = "<b>Home Phone: </b>" + this.homephone + "<hr>\n";
document.write(line1, line2, line3, line4);
}
function Card(name,address,work,home) {
this.name = name;
this.address = address;
this.workphone = work;
this.homephone = home;
this.PrintCard = PrintCard;
}
// Create the objects
sue = new Card("Sue Suthers", "123 Elm Street", "555-1234", "555-9876");
phred = new Card("Phred Madsen", "233 Oak Lane", "555-2222", "555-4444");
henry = new Card("Henry Tillman", "233 Walnut Circle", "555-1299", "555-1344");
// And print them
sue.PrintCard();
phred.PrintCard();
henry.PrintCard();
```

TypeScript

TypeScript is ontworpen en wordt onderhouden door Microsoft. De code is open-source, dus iedereen kan bijdragen aan het verbeteren van de code. In tegenstelling tot JavaScript is TypeScript strict typed. Dat wil zeggen dat je data types expliciet moet vermelden. (TypeScript Z.J.)



```
// Number contains a double-precision 64-bit format floating point value.
var num2: number = 60.33;

// A explicitly typed Boolean.
var yes: bool = true;

// A explicitly typed string.
var str: string = 'string test';

// Primitives can be null.
var nullTest: bool = null;

// Same as n: number = undefined.
var n: number;

// Same as x: any = undefined
var x = undefined;

// Error, can't reference Undefined type.
var e: Undefined;
```

CoffeeScript

CoffeeScript is geïnspireerd door de programmeertalen Ruby, Python en Haskell. Eén van de doelen van CoffeeScript is om de mogelijkheid te bieden om veel minder code te hoeven schrijven ten opzichte van JavaScript. Soms gaat dit alleen wel ten koste van duidelijkheid. (CoffeeScript Z.J.)

CoffeeScript

```
square = (x) -> x * x
cube   = (x) -> square(x) * x
```

JavaScript

```
var cube, square;

square = function(x) {
  return x * x;
};

cube = function(x) {
  return square(x) * x;
};
```

	JavaScript (ES6)	TypeScript	CoffeeScript
Gebruiksgemak	+	+	+
Snelheid van schrijven	+	+	++
Duidelijkheid	++	+	+
Bekendheid	++	++	++



Ons advies

Bij alle vergelijkingen is voornamelijk gekeken naar duidelijkheid en gebruiksgemak, aangezien alle drie de talen genoeg functionaliteiten hebben.

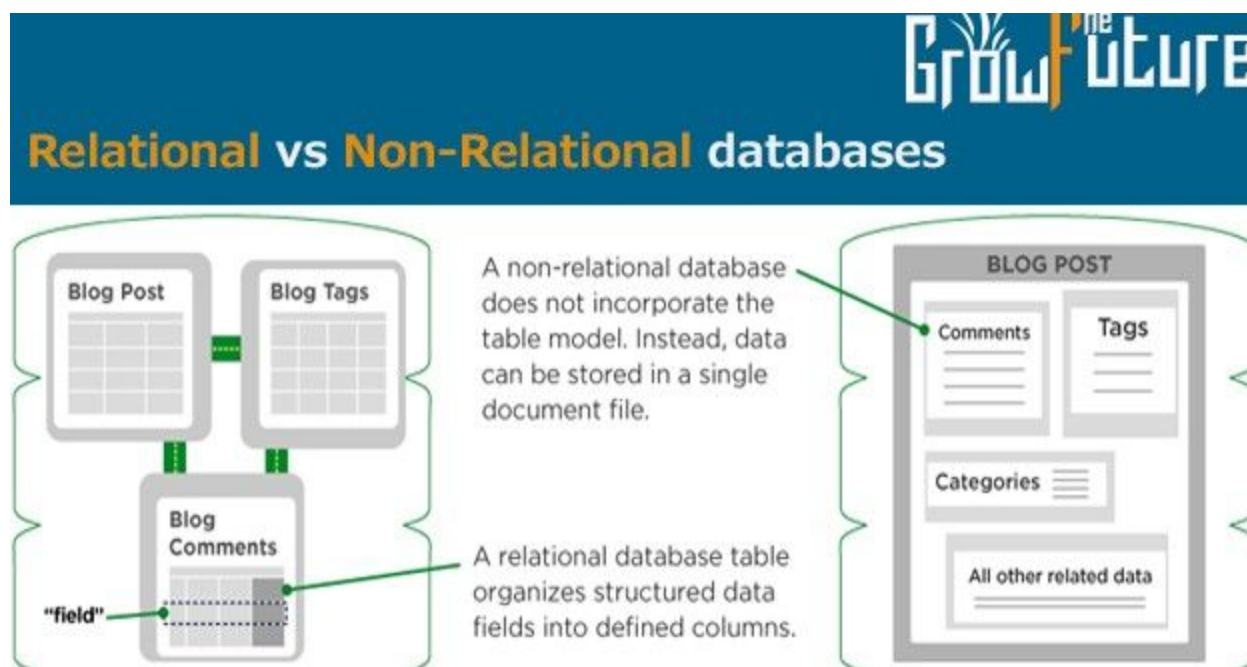
JavaScript zelf is al breed bekend is en er zijn al vele goede verbeteringen sinds ES6, dus raden wij JavaScript aan. Het is niet nodig om TypeScript of CoffeeScript te gebruiken, maar de mogelijkheid om een library ("code bibliotheek") te gebruiken wordt niet uitgesloten, aangezien het wiel niet opnieuw uitgevonden hoeft te worden.

Server

Database type

Voor de werking van het product is het nodig om data op te slaan, deze data komt op een centrale server te staan, hiervoor gebruik je een database. De data wordt door de sensoren gemeten en zal naar de server gestuurd worden dan komt het in die database te staan. Hierdoor kunnen we deze data analyseren. Er zijn twee soorten databases, hier moet een keuze tussen worden gemaakt, omdat de soorten erg verschillen en we de data goed op moeten kunnen slaan. De twee soorten zijn:

- Relatieveel
- Non-relatieveel





Relationeel

Relationele databases bestaan uit tabellen. Een tabel heeft rijen en kolommen, in de kolom staat het type van de waarde, en in de rij staat de waarde zelf. Tabellen hebben bijna altijd een primaire sleutel, een waarde die uniek is in die kolom. Een tabel kan ook vreemde sleutels bevatten, waarmee je verwijst naar een andere tabel. Door deze sleutels kunnen er ingewikkelde manipulaties worden uitgevoerd.

Relationele databases kunnen worden gemanipuleerd met een taal genaamd SQL, hiermee kun je waarden uit tabellen opvragen of aanpassen, er kunnen ook rijen worden toegevoegd, of verwijderd. (Wikipedia, Z.J.)

Non-relatieel

Non-relatieve databases bestaan uit waarden die in tekstbestanden staan in een bepaald formaat (bijvoorbeeld JSON), omdat alles in een normaal bestand staat zit er niet erg veel structuur in. Omdat er geen structuur is kan er snel heel veel worden toegevoegd, maar verwijderen gaat iets moeilijker. Ook aanpassen en opvragen duurt wat langer dan bij een relationele database. Er bestaan ook geen primaire of vreemde sleutels, dus er kunnen geen ingewikkelde manipulaties worden uitgevoerd. Om diezelfde reden staat data er ook vaak twee keer in. Non-relatieve databases hebben ook geen standaard manipulatie-taal als SQL, maar maken gebruik van API's die verschillend zijn per driver. (Wikipedia, Z.J.)



Eisen	Relationeel	Non-relatieel	Opmerkingen
Beveiliging	++	-	Relationele databases hebben een betere beveiliging
Snelheid	+-	+-	Relationele databases lezen sneller, maar non-relatiele schrijven sneller
Opslagruimte	+	-	Non-relatiele databases bevatten veel dubbele data
Maakbaarheid	+	-	We hebben allemaal al kennis over het maken van relationele databases
Betrouwbaarheid	+	--	Non-relatiele databases hebben geen vaste structuur en er kunnen dus complexe problemen ontstaan als er iets verkeerd word ingevoegd
Benodigde kracht	-	+	Relationele databases hebben sterkere servers nodig
Datamanipulatie	SQL	API	Relationele databases kunnen met SQL worden aangepast, Non-relatiele hebben speciale API-calls

NB. Data van Foote, K.D. (2016), Serra, J. (2015), Okman, L. et al. (2011)

Ons advies

Een relationele database is de beste keus. De data kan hier goed worden gestructureerd. Ook is de beveiliging beter en neemt het minder opslagruimte in beslag. Relationele databases hebben een hogere leesnelheid wat het analyseren sneller maakt, en ze zijn overzichtelijker. Daarnaast heeft iedereen in ons team meer kennis en ervaring over het maken van relationele databases dan over het maken van non-relatiele databases. Hiernaast is het gebruik van de taal SQL handig en zorgt het voor meer overzicht.



Database driver

Voor databases zijn er dan ook nog verschillende drivers. Een driver is een programma dat op een server draait en SQL kan interpreteren. Voor de werking van het product is het van belang dat deze driver snel en veilig is. Snelheid is nodig omdat de data moet kunnen worden geanalyseerd. En veiligheid is belangrijk omdat er persoonlijke data in de database staat. De verschillende drivers die we hebben onderzocht zijn:

- MySQL
- MariaDB
- Postgres
- SQLite

MySQL

MySQL is een van de meest populaire drivers in de wereld. Dit komt omdat het niet al te ingewikkeld is. Daarnaast is de code van MySQL open source en kost het dus niets. MySQL heeft ondersteuning voor veel datatypes, is het redelijk snel en niet al te ingewikkeld om te maken. MySQL heeft erg goede beveiliging, wat belangrijk is omdat er ook persoonlijke gegevens van de gebruikers in de database staan. (Wikipedia, Z.J.)

MariaDB

MariaDB is gebouwd op de code van MySQL. De opslag-engine van MariaDB is aangepast van MySQL, daardoor is MariaDB betrouwbaarder en sneller. Op de andere vlakken liggen MariaDB en MySQL heel dicht bij elkaar. (Wikipedia, Z.J.)

Postgres

Postgres is op veel andere vlakken anders dan MySQL en MariaDB. Postgres heeft veel mogelijkheden die voor grote applicaties handig kunnen zijn, zoals hele betrouwbare opslag en veel verschillende structuren. Maar voor dit project is het te uitgebreid en ligt de snelheid te laag. De snelheid ligt wel een stuk lager, de beveiliging is ook iets slechter, maar de betrouwbaarheid ligt heel hoog. (Wikipedia, Z.J.)

SQLite

Een SQLite database bestaat uit een bestand, hierdoor is het heel makkelijk om te maken omdat er geen server voor nodig is. Het nadeel daarvan is dat er wel een speciale server gemaakt moet worden om erbij te kunnen vanaf de webinterface. Daarnaast is er ook geen beveiliging mogelijk. De snelheid is ook niet al te hoog, en de betrouwbaarheid ook niet. Er is ook maar ondersteuning voor een klein aantal datatypes. (Wikipedia, Z.J.)



Eisen	MySQL	MariaDB	Postgres	SQLite	
Beveiliging	++	++	+	--	Behalve SQLite, hebben alle drivers wel goede beveiliging, MySQL en MariaDB zijn net iets beter dan Postgres
Snelheid	+	++	--	-	MariaDB is het snelst, MySQL is net iets langzamer, Postgres is langzamer met lezen, SQLite is langzamer met schrijven
Betrouwbaarheid	-	+	++	-	Postgres heeft de meest betrouwbare manier van dataopslag. MySQL heeft wat problemen, en die zijn voor een deel in MariaDB gerepareerd. SQLite heeft een kans dat je alles kwijt raakt omdat het maar een bestand is.
Maakbaarheid	+	+	-	++	MySQL en MariaDB zijn makkelijk te maken, Postgres is een stuk moeilijker. SQLite is ook erg makkelijk en heeft niet eens een server nodig
Datatypes	+	+	++	--	Postgres ondersteunt de meeste datatypes, SQLite ondersteunt er maar heel weinig

NB. Data van Tezer, O.S. (2014), DB-Engines (Z.J.)

Ons advies

Wij adviseren om MariaDB te gebruiken, sinds iedereen in ons team ervaring heeft met MySQL en MariaDB is bijna hetzelfde. De snelheid is erg hoog en er is hele goede beveiliging, en dit waren de belangrijke aspecten voor ons product.



Servertaal

De wearable moet ook met de server kunnen communiceren. Daarvoor moet wel een server worden geschreven. Dit kan in verschillende talen worden gedaan, zolang deze maar ondersteuning hebben voor sockets. Een goede taal kiezen is belangrijk, want de een is sneller dan de ander. Wij hebben daarom een aantal talen onderzocht:

- Java
- C/C++
- PHP
- Python

Java

Java is een taal die op alle platformen werkt, je kunt dus de code schrijven en daarna op bijna elke computer draaien. Het enige probleem is dat daardoor de snelheid wel omlaag gaat. Java moet worden gecompileerd waardoor er al veel fouten uit de code kunnen worden gehaald. Java is ook goed te maken sinds iedereen al redelijke kennis ervan heeft.

C/C++

C/C++ worden specifiek voor een platform gecompileerd, daardoor kun je het niet direct overal op draaien. Een voordeel is wel dat het erg snel gaat. Net als bij Java worden er ook fouten tijdens het compileren uitgehaald. Maar bijna niemand heeft kennis van C/C++ dus het wordt een beetje ingewikkeld.

PHP

PHP is een taal die vaak voor websites wordt gebruikt en daardoor ook wel op alle plat, maar het kan ook voor andere applicaties worden gebruikt. PHP wordt niet gecompileerd, dus er kunnen problemen ontstaan tijdens het draaien van het programma. PHP is ook niet erg snel en maar een aantal mensen heeft kennis over PHP.

Python

Python is net als Java een taal die op alle platformen werkt zonder aanpassingen, maar net als PHP wordt het niet gecompileerd, dus er kunnen zich fouten voordoen tijdens het draaien. De code bibliotheken zijn in C geschreven waardoor Python best wel snel is. Ook hebben best veel mensen kennis van Python.

Eisen	Java	C/C++	PHP	Python	Opmerkingen
Betrouwbaarheid	+	+	-	-	Java en C/C++ worden gecompileerd, daarom zijn er minder problemen tijdens het draaien
Snelheid	+	++	-	-	C/C++ draaien 'direct' op de computer, Python en PHP worden geïnterpreteerd en zijn dus redelijk langzaam, en Java gaat via een virtuele machine en wordt heel erg geoptimaliseerd en is dus best snel
Maakbaarheid	+	-	-	++	Iedereen heeft uitgebreid Java gehad en kan dat, bijna iedereen heeft Python gehad, en nog niemand heeft C/C++ of PHP op school gehad.

NB. Data van Henney, K. (2017), Zahariev, I. (2016)

Ons advies

De taal die hiervoor het beste kan worden gebruikt is Python. Omdat het goed te maken is voor de meeste mensen. Er moet wel goed geprogrammeerd en getest worden om problemen te voorkomen.



Design

Het design van het apparaat is van groot belang voor het maken van een wearable. Als de gebruikerservaring niet naar wens is, zal men niet het product willen gebruiken, wat natuurlijk niet wenselijk is. Binnen design zal er gekeken worden naar vier verschillende wearable types en de mogelijke kleuren hiervoor.

Type Wearable

Naar aanleiding van ons vooronderzoek, hebben wij besloten om een wearable te maken voor ouderen. Dit omdat uit het vooronderzoek is gebleken dat dit het makkelijkst in gebruik is voor ouderen. Daarnaast zijn er veel verschillende manieren van wearables en hieronder staan de vier verschillende die wij in overweging nemen. Dit naar aanleiding van onderzoek naar waar bedrijven misschien op dit moment al mee bezig zijn.

- Een armband
- Een halsketting
- Een enkelband
- Een chip onder de huid

Een armband

Als er gekeken wordt naar een ethisch verantwoorde wearable, dan zal een armband bovenaan deze lijst staan. Vooral omdat de meeste mensen al een armband dragen en deze verder niet in de weg zal zitten. Waar wel op gelet moet worden is dat de armband niet zomaar afvalt. Ook zal ervoor gezorgd moeten worden dat de armband niet te zwaar aanvoelt voor de gebruiker of dat deze te strak zit. Verder is het voordeel van een armband dat deze voor de meeste ouderen gemakkelijk zelf afgedaan kan worden wanneer deze opgeladen moet worden of als er iets mee aan de hand is. Daarnaast blijkt dat bijvoorbeeld Philips (Budding, 2010) al eens een armband op de markt heeft gebracht en dat meerdere bedrijven en partijen de voorkeur leggen bij een armband. Voor het uitlezen van wanneer een oudere is gevallen, is het praktischer als een zekere wearable zich wat hoger van de grond bevindt en het dus duidelijker is wanneer de gebruiker valt.

Een halsketting

Bij een halsketting is het van belang dat het niet gaat lijken op een soort halsband, maar dat de ketting ietsje losser zit en fijn aanvoelt voor de gebruiker. Ook kan de ketting weer niet te los worden gemaakt, dit omdat de ketting dan meer heen en weer kan bewegen. Wat weer gevolgen kan hebben op de verkregen data van de sensoren. Daarnaast is het ook hier van toepassing dat de ketting niet te zwaar gemaakt wordt. Verder moet er gekeken worden of de benodigde techniek zich in een deel van de ketting bevindt of wordt verdeeld over de gehele ketting.

Een enkelband

De minst efficiënte manier voor de wearable zal hoogstwaarschijnlijk de enkelband zijn. Dit omdat deze zich al vrij dicht bij de grond bevindt en dus niet goed zal kunnen registreren wanneer de gebruiker valt. Daarnaast kan het zijn dat een enkelband niet voor iedereen even



prettig aanvoelt en niet helemaal past met de schoenen die de gebruiker draagt. Bijvoorbeeld als deze persoon van hoge schoenen houdt, dan zal de enkelband erg in de weg gaan zitten.

Een chip

Wanneer er een chip in de gebruiker geplaatst zou worden, is het zeker dat deze blijft zitten en dat de gebruiker het apparaat niet zomaar af kan doen. Aan de andere kant is een chip plaatsen in iemands lichaam niet heel ethisch verantwoord en zal niet iedereen hier zomaar mee akkoord gaan. Volgens onderzoek (Van Hooijdonk, 2017) zitten er meerdere voordelen aan een onderhuidse chip, maar er zitten ook wat nadelen aan. Zoals het feit dat je iemands vrijheid beperkt wanneer deze 24/7 gemonitord kan worden en mensen met slechte bedoelingen op deze manier veel te weten kunnen komen over iemand.

	Armband	Halsketting	Enkelband	Chip
Grootte	Afhankelijk van benodigde hardware	Afhankelijk van benodigde hardware	Afhankelijk van benodigde hardware	Afhankelijk van benodigde hardware
Onderhoudbaarheid	++	++	++	+-
Betrouwbaarheid	++	+	-	+-
Testbaarheid	++	++	++	- -
Herbruikbaarheid	++	++	++	- -
Maakbaarheid	+	+	+	-
Uitbreidbaarheid	++	++	++	+-
Robuustheid	Afhankelijk van het materiaal	Afhankelijk van het materiaal	Afhankelijk van het materiaal	Afhankelijk van het materiaal
Bruikbaarheid	Gemakkelijk te gebruiken, want het is een kwestie van om de pols doen.	Gemakkelijk, de gebruiker doet als het ware een ketting om.	Niet voor iedereen even gemakkelijk, want niet elke oudere kan naar voren buigen of draagt alleen maar lage schoenen.	De chip wordt eenmalig onder de huid van de gebruiker geplaatst.

NB. Data van Joosten P. (2017), Budding (2010)



Ons advies

Naar aanleiding van het onderzoek naar verschillende typen van wearables, is ons advies om een armband te maken. Dit omdat het voor de gemiddelde gebruiker het makkelijkst is om te gebruiken en niet in de weg zal zitten. Ook is een armband het meest betrouwbaar omdat deze niet te dicht bij de grond zit en gemakkelijk te merken is wanneer de gebruiker niet beweegt voor een bepaalde tijdsduur (e-Domotica, Z.J.).



Kleur

Naast dat het belangrijk is wat voor soort wearable het is, vindt men het vaak ook belangrijk in welke kleur het wearable te verkrijgen is. Aangezien de gebruiker de wearable de hele dag om heeft, moet het wel een uitvoering zijn waarbij de gebruiker zich goed voelt om het te dragen. Voor de kleur van de wearable zijn er een aantal verschillende mogelijkheden. Hierbij zijn er 3 opties waar naar gekeken zal worden:

- Een vaste seizoens kleur
- Aanpasbaar naar voorkeur van gebruiker
- Een basiskleuren

Vaste seizoens kleur

Er kunnen per seizoen verschillende kleuren uitgebracht worden, waardoor er dus per seizoen door de gebruiker gekeken kan worden welke kleur de persoon aanspreekt. Eventueel kan er dan in een ander seizoen nog een wearable gekocht worden en is de gebruiker instaat op te kunnen switchen van wearable.

Aanpasbaar naar voorkeur

De gebruiker zal in staat zijn om zelf de kleur te kunnen bepalen waarin hij/zij de wearable wil hebben. Het nadeel hiervan is dat de wearable in verschillende kleuren geproduceerd zal moeten worden en dat de productie hierdoor duurder zal zijn dan wanneer er maar 1 kleur geproduceerd hoeft te worden. Een optie zou wel kunnen zijn dat een deel van de wearable bestaat uit een te verwisselen 'plaatje'. Een voordeel hiervan is dat deze platen aantonen bij welke afdeling de oudere hoort. Hierdoor is het binnen een zorginstelling gemakkelijker om te kunnen zien waar de desbetreffende oudere vandaan komt, mocht deze ergens in de zorginstelling gevallen zijn en niet bij bewustzijn zijn.

Basiskleuren

De wearable zal in een paar basiskleuren worden geproduceerd. Hierdoor kan de gebruiker nog steeds kiezen uit de kleur die hij/zij het beste bij zichzelf vindt passen. Daarnaast kan er van de basiskleuren gelijk een massaproductie aan wearables worden uitgevoerd. Hierdoor zullen de kosten lager zijn dan wanneer er allemaal verschillende, zelfgekozen kleuren geproduceerd moeten worden.



	Vaste seizoen kleur	Aanpasbaar	Basiskleuren
Productie	Ieder seizoen opnieuw in productie en nieuwe kleuren bedenken	Productie hoeveelheid hangt af van de vraag per kleur	Er kan een heleboel van de verschillende kleuren worden geproduceerd.
Kosten	Hoog	Hoog	Gemiddeld
Haalbaarheid	+	+	++
Gebruikers input	+/-	++	+/-
Tevredenheid	De drager is instaat om per seizoen een andere kleur te bestellen.	De drager zou eventueel zelf een kleur kunnen kiezen en het personeel in een zorginstelling hoeft niet te zoeken wie waar hoort.	Het kan zijn dat er niet voor iedereen een kleur bij zit die hij/zij oprecht mooi vindt.

Ons advies

Ons advies zal zijn om een combinatie te maken tussen de basiskleuren en aanpasbaar naar voorkeur. Denk hierbij aan een wearable waarvan het grootste deel een basiskleur is en dat er op de wearable een soort gekleurd “plaatje” zit die gemakkelijk te vervangen is voor een “plaatje” met een andere kleur of motief. Verder zal er met de basiskleuren gekeken moeten worden naar welke kleur het snelst gedragen zal worden door de doelgroep.



Materiaal

Het is zeker van belang dat er na wordt gedacht over de materiaalkeuze en welk materiaal het meest bruikbaar is bij welke wearable. Het materiaal kan compleet aanpassen hoe de oudere de wearable ervaart. Tevens is het van belang dat de het materiaal comfortabel is aangezien veel ouderen gemakkelijk blauwe plekken en andere huidaandoeningen oplopen. Een metalen band kan overkomen als een soort ketting, maar als het aan de pols gedragen wordt en het een mooie band is kan het gezien worden als een soort horloge wat weer als prettig kan worden ervaren. Er moet nagedacht worden over eventuele huidreacties die kunnen ontstaan met bepaalde materialen. Het materiaal bepaald tevens grotendeels het gewicht van de wearable dus is het cruciaal dat dit bij de overweging wordt gebruikt.

Al deze materialen zijn uiteraard enkel van toepassing op de opties “Armband, Halsketting en Enkelband”.

Rubber

Een van de mogelijkheden als materiaal voor de band is Rubber. Rubber is gemakkelijk aangezien het gemakkelijk te produceren is en het op vele verschillende manieren te maken is. Tevens is rubber stevig en robuust en het zal niet gemakkelijk beschadigd worden.

Metalen schakelband

Een andere optie is het gebruik van een metalen band zoals deze te vinden zijn in de horloge wereld. Metalen armbanden gaan zeer lang mee en zien er professioneler uit. We kunnen hier ook de look van een horloge mee nabootsen als we voor de armband gaan. Echter bij het gebruik van een halsketting is dit misschien te zwaar.

Elastomer

Elastomer is het materiaal wat gebruikelijk bij sport wearables zoals fitbit's en andere activity trackers. Het materiaal is soepel en lijkt in veel opzichten op rubber. Het gaat lang mee en irriteert de huid niet

3D printbaar plastic

Deze optie is voornamelijk ideaal op het gebied van productie snelheid en kosten. Er zijn heel veel verschillende soorten plastic die een 3D printer kan gebruiken, maar het zijn meestal niet de meest elastische soorten plastic, dit maakt de wearable wel wat breekbaarder en minder comfortabel.

	Rubber	Metalen Schakels	Elastomer	3d Printbaar Plastic
Onderhoudbaarheid	+	++	-	+-
Betrouwbaarheid	+	++	++	-
Maakbaarheid	+	-	+	++
Robuustheid	+	++	+	-
Efficiency	+	--	+	++
Vertrouwen	+	++	+	-

Ons advies

Ons advies is het gebruik van een elastomer zoals een fitbit fitnessstracker bijvoorbeeld gebruikt. Dit materiaal is een lichtelijk rekbaar materiaal maar wel steviger dan bijvoorbeeld een elastiek. Het materiaal is gemaakt om langdurig in contact te zijn met de huid en zal minimale huidirritaties veroorzaken. Ook is het met veel van onze opties voor sluitingen te gebruiken. Ten opzichte van de andere materiaal opties is elastomer een technologie die is alreeds heeft bewezen in de branche van wearables, en het is niet nodig om het wiel opnieuw uit te vinden dus kunnen we van deze technologie gebruikmaken.



Sluiting

De keuze van de sluiting is uiterst belangrijk, het kan de gebruikservaring voor de verzorgenden en de ouderen volledig veranderen. De sluiting moet lang meegaan, maar niet te zwaar zijn. Het moet comfortabel zijn, maar de ouderen moeten het niet uit kunnen doen tijdens hun slaap. Als de sluiting niet betrouwbaar is, is het valalarm ook niet betrouwbaar en zullen de verzorgenden niet op het systeem kunnen vertrouwen.

Vlindersluiting

Een vlindersluiting is naast een gesp de gebruikelijke sluiting voor horloges. Het is een stevig en simpel ontwerp. Een van de nadelen van een vlindersluiting is dat het maar een bepaald aantal standen heeft voor grootte.

Stretch

Een stretch band zal volledig bestaan uit rekbaar rubber/elastomeer. Dat betekent dat het een one-size band zal zijn die zich zal aanpassen aan de grootte van de pols van de gebruiker. Het voordeel van een stretch band is dat het geen bewegende onderdelen heeft dus erg duurzaam is. Een nadeel van stretch is dat het naarmate de pols van iemand groter wordt, de band strakker gaat zitten, dit kan erg oncomfortabel zijn. Het materiaal moet dus enorm soepel zijn zodat er nooit veel spanning op de pols staat.

Gesp

De gespsluiting is samen met de vlindersluiting de gebruikelijke horlogesluiting. Een gesp heeft vele verschillende standen en is dus in veel verschillende situaties bruikbaar. De gesp kan alleen gebruikt worden met flexibele band materialen dus vallen metaal en plastic af. Jk

Magneet

Een magneetsluiting heeft ook geen bewegende onderdelen en is dus langdurig bruikbaar. Een van de nadelen is wel dat magneten

	Vlindersluiting	Stretch	Gesp	Magneet
Onderhoudbaarheid	+	-	+-	+-
Betrouwbaarheid	++	+	++	+
Maakbaarheid	-	++	+	-
Robuustheid	++	+	+	+
Efficiency	-	+	+	+
Bruikbaarheid	Lastiger in gebruik voor ouderen. Wel zeer robuust.	Zeer gemakkelijk in gebruik, minder praktisch bij een halsketting	gemakkelijk systeem, in alle gevallen bruikbaar, en ouderen zullen bekend zijn met dit systeem	Zeer gemakkelijk in gebruik maar geeft weinig verstel mogelijkheden.

Ons advies

De belangrijkste factor van de sluiting is de betrouwbaarheid aangezien de wearable niet reliable is men er niet zeker van is dat de wearable gedragen word. De gesp bleek een van de meest traditionele opties maar ook de meest praktische aangezien het systeem zich gemakkelijk aan kan passen op vele verschillende situaties. De andere opties waren zeker ook functioneel maar hadden op een of meer punten toch minder praktisch geweest in het dagelijks gebruik, of waren niet praktisch geweest in combinatie met mensen op leeftijd, zoals de stretch sluiting. De stretch sluiting was een hele goede optie maar het ene punt van aandacht was dat het de gevoelige huid van mensen op leeftijd wel zeker zou kunnen aantasten. Dit is zo'n cruciaal punt dat het alleen hierom al geen optie meer is. De vlindersluiting was ook een goede optie maar deze was duurder dan de gesp en bood geen verdere voordelen. De magneetsluiting zou praktisch zijn in gebruik maar minder betrouwbaar aangezien een magneet toch sneller los gaat dan een fysieke sluiting zoals een gesp of vlindersluiting. Betrouwbaarheid is zo belangrijk voor deze toepassing dat het de magneetsluiting niet meer als een optie laat.

Webinterface

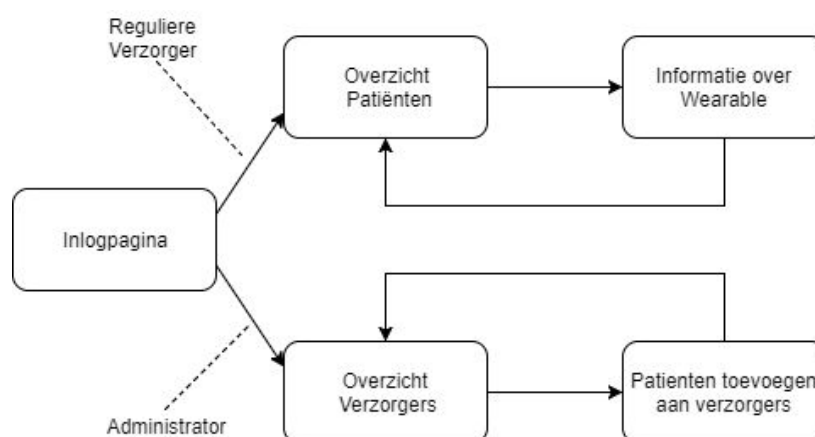
Het systeem zal samen gaan werken met een webinterface. Deze webinterface zal de database gemakkelijk weergeven voor de gebruiker. De webinterface zal gebruikt worden om te zien welke wearable gedragen wordt door welke bewonder. Tevens zal het informatie over de verschillende gebruikers laten zien. Ook enkele technische gegevens zoals batterijduur zullen hier weergegeven worden. Via de webinterface kunnen instellingen van verschillende wearables weergegeven en aangepast worden.

Uiteraard is privacy een belangrijk punt bij het centraliseren van gegevens zoals deze. Daarom zal er een inlogstelsel aanwezig zijn zodat alleen de verzorger de gegevens kan zien van de mensen waar zij verantwoordelijk voor is.

Om de webinterface gemakkelijk in gebruik te houden zullen er voor reguliere gebruikers, verzorgenden, niet te veel verschillende menu's etcetera aanwezig zijn. Het verdelen van welke gebruikers zichtbaar zijn voor welke verzorgenden en andere opties zal gereserveerd zijn voor administrative accounts. Op deze manier kunnen we het een overzichtelijk geheel maken waardoor het systeem efficiënt zal zijn in gebruik en niet ervaren wordt als een traag proces.

Nadat de gebruiker ingelogd is zal er een overzicht weergegeven worden wie er op dit moment een wearable heeft en wie welke wearable draagt. Waarna de gebruiker een persoon/wearable aanklikt wordt er meer informatie over de wearable weergegeven. In ongewone situaties en eventuele noodgevallen is het niet nodig om een gebruiker/wearable aan te klikken maar wordt dit direct in het overzicht aangegeven. Tevens krijgt de gebruiker een melding wanneer er een ongewone situatie zich voordoet.

Het voordeel van dit systeem is dat er niet alleen maar valdetectie gedaan kan worden maar ook vele andere informatie kan worden weergegeven over de situatie van een patiënt. Bij een drager van de wearable die moeite heeft met slapen kan er bijvoorbeeld weergegeven worden dat iemand onrustig beweegt, of juist dat iemand rustig is en dat er daarom niet meer gestoord moet worden. Al deze verschillende situaties kunnen geïmplementeerd worden afhankelijk van wie de wearable draagt.





Bronnen

Hardware

- Arduino. (Z.J.). *MPU-6050 Accelerometer + Gyro*. Opgehaald van Arduino:
<https://playground.arduino.cc/Main/MPU-6050>
- Arduino. (Z.J.). *What is Degrees Of Freedom, 6DOF, 9DOF, 10DOF, 11DOF*. Opgehaald van Arduino:
<https://playground.arduino.cc/Main/WhatIsDegreesOfFreedom6DOF9DOF10DOF11DOF>
- Atmel. (Z.J.). *ATmega16U4/ATmega32U4*. Opgehaald van:
http://www.atmel.com/Images/Atmel-7766-8-bit-AVR-ATmega16U4-32U4_Datasheet.pdf
- Atmel. (Z.J.). *ATmega328P*. Opgehaald van Atmel:
http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf
- Atmel. (z.j.). *Atmel 8-bit AVR Microcontroller with 2/4/8K*. Opgehaald van Atmel:
http://www.atmel.com/images/atmel-2586-avr-8-bit-microcontroller-attiny25-attiny45-attiny85_datasheet.pdf
- Atmel. (Z.J.). *ATtiny25/V / ATtiny45/V / ATtiny85/V*. Opgehaald van:
http://www.atmel.com/images/atmel-2586-avr-8-bit-microcontroller-attiny25-attiny45-attiny85_datasheet.pdf
- Bluejay, M. (Z.J.). *Your guide to types of household batteries*. Opgehaald van michaelbluejay: <https://michaelbluejay.com/batteries/>
- Bosch Sensortec. (Z.J.). *BMI055*. Opgehaald van Bosch Sensortec:
https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all_products/bmi055
- [Dejan Nedelkovski]. (Nov 18, 2015) *How MEMS Accelerometer Gyroscope Magnetometer Work & Arduino Tutorial*. Opgehaald van:
<https://www.youtube.com/watch?v=eqZgxR6eRjo>
- Diffen LLC (Z.J.). *Bluetooth vs Wi-Fi*. Opgehaald van Wikipedia:
https://www.diffen.com/difference/Bluetooth_vs_Wifi
- Dimension Engineering. (Z.J.). *A beginner's guide to accelerometers*. Opgehaald van Dimension Engineering:
<https://www.dimensionengineering.com/info/accelerometers>
- Elecrow. (Z.J.). *ESP-12F*. Opgehaald van:
<https://www.elecrow.com/download/ESP-12F.pdf>
- Explain That Stuff. (Z.J.). *Accelerometers*. Opgehaald van Explain That Stuff:
<http://www.explainthatstuff.com/accelerometers.html>
- Explain That Stuff. (Z.J.). *Altimeters*. Opgehaald van Explain That Stuff:
<http://www.explainthatstuff.com/accelerometers.html>



- Hoffman, C. (2015, November 11). *Don't Bother: Why You Don't Want to Wirelessly Charge Your Smartphone*. Opgehaald van HowToGeek:
<https://www.howtogeek.com/233205/why-you-dont-want-to-wirelessly-charge-your-smartphone/>
- Is Lithium-ion the Ideal Battery?* (Z.J.). Opgehaald van batteryuniversity:
http://batteryuniversity.com/learn/archive/is_lithium_ion_the_ideal_battery
- Mems-exchange. (Z.J.). *What is MEMS Technology?* Opgehaald van Mems-exchange:
<https://www.mems-exchange.org/MEMS/what-is.html>
- Nurdspace. (Z.J.). *ESP8266*. Opgehaald van: <https://nurdspace.nl/ESP8266>
- Sabatini, M. (2011, Oktober 18). *Lithium Ion vs. Lithium Polymer – What's the Difference?* Opgehaald van androidauthority:
<https://www.androidauthority.com/lithium-ion-vs-lithium-polymer-whats-the-difference-27608/>
- Scientific American (2007). *How does bluetooth work?* Opgehaald van Wikipedia:
<https://www.scientificamerican.com/article/experts-how-does-bluetooth-work/>
- Sparkfun. (Z.J.) *Gyroscope*. Opgehaald van Sparkfun:
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/gyroscope>
- ST. (Z.J.) *LSM6DS3*. Opgehaald van ST:
<http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/a3/f5/4f/ae/8e/44/41/d7/DM00133076.pdf/files/DM00133076.pdf/jcr:content/translations/en.DM00133076.pdf>
- Summerson, C. (2017, September 14). *Is Wireless Charging Slower Than Wired Charging?* Opgehaald van HowToGeek:
<https://www.howtogeek.com/326094/is-wireless-charging-slower-than-wired-charging/>
- Tay, H. (Z.J.). *HOW SAFE IS WIRELESS CHARGING?* Opgehaald van ChargeSpot:
<https://www.chargespot.com/news/how-safe-is-wireless-charging/>
- TinyOSshop. (Z.J.). *ESP-07S User Manual*. Opgehaald van:
http://www.tinyosshop.com/datasheet/ESP-07S_User_Manual.pdf
- Unmanned Tech. (2015, September). *LiPo Batteries - How to choose the best battery for your drone*. Opgehaald van DroneTrest:
<http://www.dronetrest.com/t/lipo-batteries-how-to-choose-the-best-battery-for-your-drone/1277>
- Wikipedia. (Z.J.). *AAA battery*. Opgehaald van Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/AAA_battery
- Wikipedia. (Z.J.). *Bluetooth*. Opgehaald van Wikipedia:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
- Wikipedia. (Z.J.). *Button cell*. Opgehaald van Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Button_cell
- Wikipedia. (Z.J.). *Energy density*. Opgehaald van Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_density
- Wikipedia. (Z.J.). *Light-emitting diode*. Opgehaald van Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode



- Wikipedia. (Z.J.). *List of battery sizes*. Opgehaald van Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_battery_sizes
- Wikipedia. (Z.J.). *Lithium polymer battery*. Opgehaald van Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_polymer_battery
- Wikipedia. (Z.J.). *Lithium-ion battery*. Opgehaald van Wikipedia: Lithium-ion battery
- Wikipedia. (Z.J.). *OLED*. Opgehaald van Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/OLED>
- Wikipedia. (Z.J.). *Seven-segment display*. Opgehaald van Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Seven-segment_display
- Wikipedia. (Z.J.). *Wi-Fi*. Opgehaald van Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
- Xsens. (Z.J.) *IMU Inertial Measurement Unit*. Opgehaald van Xsens:
<https://www.xsens.com/tags/imu/>

Software

- Wikipedia. (Z.J.). *Relational database*. Geraadpleegd 8 november 2017 via
https://en.wikipedia.org/wiki/Relational_database
- Wikipedia. (Z.J.). *NoSQL*. Geraadpleegd 8 november 2017 via
<https://en.wikipedia.org/wiki/NoSQL>
- Foot, K.D. (2016). *A Review of Different Database Types: Relational versus Non-Relational*. Geraadpleegd 24 oktober 2017 via
<http://www.dataversity.net/review-pros-cons-different-databases-relational-versus-non-relational/>
- Serra, J. (2015). *Relational databases vs Non-relational databases*. Geraadpleegd 24 oktober 2017 via
<http://www.jamesserra.com/archive/2015/08/relational-databases-vs-non-relational-databases/>
- Okman, L.; Gal-Oz, N.; Gonen, Y.; Gudes, E.; Abramov, J. (2011). *Security Issues in NoSQL Databases*. Geraadpleegd 24 oktober 2017 via
<http://ieeexplore.ieee.org.ezproxy.hro.nl/xpls/icp.jsp?arnumber=6120863>
- Wikipedia. (Z.J.). *MySQL*. Geraadpleegd 8 november 2017 via
<https://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- Wikipedia. (Z.J.). *MariaDB*. Geraadpleegd 8 november 2017 via
<https://en.wikipedia.org/wiki/MariaDB>
- Wikipedia. (Z.J.). *PostgreSQL*. Geraadpleegd 8 november 2017 via
<https://en.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>
- Wikipedia. (Z.J.). *SQLite*. Geraadpleegd 8 november 2017 via
<https://en.wikipedia.org/wiki/SQLite>
- Tezer, O.S. (2014). *SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: A Comparison Of Relational Database Management Systems*. Geraadpleegd 24 oktober 2017 via
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql-a-comparison-of-relational-database-management-systems>



- DB-Engines (Z.J.). *System Properties Comparison MariaDB vs. MySQL vs. PostgreSQL vs. SQLite*. Geraadpleegd 24 oktober 2017 via <https://db-engines.com/en/system/MySQL%3BMariaDB%3BPostgreSQL%3BSQLite>
- Justin Avery (2013), *Difference between .sass and .scss*. Geraadpleegd 9 November 2017 via <https://responsivedesign.is/articles/difference-between-sass-and-scss/>
- Less CSS (Z.J.), *Language features*. Geraadpleegd 5 november 2017 via <http://lesscss.org/features/>
- CoffeeScript (Z.J.), *CoffeeScript Overview*. Geraadpleegd op 8 november 2017 via <http://coffeescript.org/>
- Wikipedia (Z.J.), *TypeScript*. Geraadpleegd 8 november 2017 via <https://en.wikipedia.org/wiki/TypeScript>
- ES6 Features (Z.J.), *ES6 Features*. Geraadpleegd op 28 oktober 2017 via <http://es6-features.org>
- NPM JS (Z.J.), *Jade*. Geraadpleegd op 28 oktober 2017 via <https://www.npmjs.com/package/jade>.
- Henney, K. (2017). *Java vs. Python: Which One Is Best for You?*. Geraadpleegd 29 oktober 2017 via <https://blog.appdynamics.com/engineering/java-vs-python-which-one-is-best-for-you/>
- Zahariev, I. (2016). *C++ vs. Python vs. PHP vs. Java vs. Others performance benchmark*. Geraadpleegd 8 november 2017 via <https://blog.famzah.net/2016/09/10/cpp-vs-python-vs-php-vs-java-vs-others-performance-benchmark-2016-q3/>
- Gupta, Arun. (2014). *REST vs WebSocket Comparison and Benchmarks*. Geraadpleegd 9 november 2017 via <http://blog.arungupta.me/rest-vs-websocket-comparison-benchmarks/>
- Unknown author (Z.J.). *JSON vs XML*. Geraadpleegd op 9 november 2017 via https://www.w3schools.com/js/js_json_xml.asp

Design

- Budding, J. (2010) *Philips introduceert alarmeringssysteem voor ouderen met SMART valdetectie*, geraadpleegd op 29 Oktober 2017: <https://www.medicalfacts.nl/2010/03/24/philips-introduceert-alarmeringssysteem-voor-ouderen-met-smart-valdetectie/>
- e-Domotica. (Z.J.). *Draadloos valalarm*. Geraadpleegd op 29 Oktober 2017: <https://www.e-domotica.com/nl/draadloos-valalarm>
- Van Hooijdonk, R. (2017) *De onafwendbare komst van de onderhuidse chip: voor- en nadelen*. Geraadpleegd op 29 Oktober 2017: <https://www.richardvanhooijdonk.com/onafwendbare-komst-onderhuidse-chip-en-nadelen/>



Joosten, P. (2017). *Chip in lichaam mens. Hoe, waarom & wat kun je ermee?*.

Geraadpleegd op 29 Oktober 2017:

<https://www.peterjoosten.net/chip-in-lichaam-mens/>

Huntsman Innovation, Polyurethane appliances.

http://www.huntsman.com/polyurethanes/Media%20Library/global/files/guide_tpu.pdf

3d-filaments compared

<https://www.matterhackers.com/3d-printer-filament-compare>

Bijlage I: Taakverdeling

Hardware	Noëlle	Sensoren	Microprocessor	
	Tommie	Batterijen	Oplaadtechniek	
	Sarah	Communicatie met gebruiker	Draadloze technologie	
Software	Joris	Device-Server		
	Pedram	Webinterface (Software)	Codetalen	
	Sander	Server	Database	
Design	Kirty	Type wearable	Kleur	
	Harold	Materiaal	Sluiting	Webinterface (Design)



Bijlage II: Algemene delen

Voorblad	Tommie
Managementsamenvatting	Sarah → Hardware Joris → Software Kirty → Design Noëlle → nalezen
Probleemstelling	Noëlle → Eerste opzet, nav vooronderzoek Sarah → Definitieve probleemstelling Tommie → Definitieve probleemstelling Kirty → nalezen