

2018

Rolstoelmonitoring met de Wheelactiv8



Robbert de Leeuw

Mens en Techniek: Bewegingstechnologie

28-5-2018

Rolstoelmonitoring met de Wheelactiv8

Hoe kan het gebruik van de Wheelactiv8 verhoogd worden?

Scriptie voor HBO Bachelor

Opleiding: Mens en Techniek: Bewegingstechnologie

Onderwijsinstelling: Haagse Hogeschool

Docentbegeleider: Dhr. Dr. Rienk Slikke

Tweede examiner: Mevr. Dr. Monique Berger

Haagse Hogeschool

Opdrachtgever: 2M Engineering, Erasmus MC, Rijndam revalidatie

Begeleiding Erasmus MC: Dhr. Dr. H. Horemans

Auteur: R. G. J. de Leeuw

Studentnummer: 14090007

28-05-2018

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie “Rolstoelmonitoring met de Wheelactiv8”. Hierin wordt een aantal zaken onderzocht welke betrekking hebben tot de Wheelactiv8, zoals de mogelijkheid snelheid en afgelegde weg van een rolstoel bepalen, valideren wat de Wheelactiv8 als kan meten en kijken naar de gebruiksvriendelijkheid van het product. De scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Mens en Techniek: Bewegingstechnologie, aan de Haagse Hogeschool. De opdracht komt vanuit een samenwerking tussen 2M Engineering, het Erasmus MC en Rijndam Revalidatie.

Het onderzoek is grotendeels uitgevoerd op de revalidatie afdeling bij het Erasmus MC. Hier ben ik begeleid door Herwin Horemans, onderzoeker bij het Erasmus MC. Daarnaast heb ik metingen gedaan bij Rijndam Revalidatie, waar Rogier Broeksteeg mijn vaste contactpersoon was en zorgde voor proefpersonen. Beide wil ik bedanken voor de begeleiding en ondersteuning tijdens het traject. Daarnaast wil ik Rienk van der Slikke en Monique Berger, mijn begeleiders vanuit de opleiding, bedanken voor de ondersteuning en het meedenken.

Ook wil ik Ilie, Bart, Emiel en Maxine bedanken voor de fijne samenwerking, het meedenken en het helpen bij metingen.

Ik wens u veel leesplezier,

Robbert de Leeuw

Rotterdam, 28 mei 2018



2M
Engineering

DE HAAGSE
HOGESCHOOL

Erasmus MC
Universitair Medisch Centrum Rotterdam



Rijndam
Revalidatie

Inhoudsopgave

Rolstoelmonitoring met de Wheelactiv8	1
Voorwoord	2
Samenvatting	4
1. Inleiding.....	6
2. De Wheelactiv8	9
3. Methode.....	11
3.1 Validatieonderzoek.....	11
3.2 Meetprotocol.....	12
3.3 Keuze voor methode	18
3.4 Afstand en snelheid bepalen met behulp van counts.....	18
4. Resultaten	20
4.1 Validiteit van de commerciële Wheelactiv8.....	20
4.2 Afstand en snelheid	22
4.3 Gebruiksvriendelijkheid.....	23
5. Discussie	24
6. Conclusie en aanbevelingen.....	26
Literatuurlijst.....	27
Bijlagen.....	28
Bijlage 1: Testprotocol.....	28
Bijlage 2: MatLab script.....	29

Samenvatting

In de revalidatie is het van belang om de fysieke activiteit van patiënten te kunnen monitoren. Er zijn steeds meer producten die dit betrouwbaar kunnen, maar voor rolstoelgebruikers zijn er nog maar weinig mogelijkheden welke betrouwbaar genoeg zijn. Daarom hebben 2M Engineering en het Erasmus MC de Wheelactiv8 op de markt gebracht. De Wheelactiv8 is gebaseerd op de reguliere Activ8. Dit is een versnellingsmeter die intensiteit van versnellingen meet en daarbij constant de positie van het bovenbeen in het sagittale vlak bepaalt. Door versnellingsintensiteit te koppelen aan sagittale beenpositie, wordt er bepaald welke houding of beweging op welk moment plaatsvindt. De houdingen en bewegingen die geregistreerd worden zijn liggen, zitten, staan, lopen, fietsen en rennen. Bij de Wheelactiv8 worden de hoeveelheid counts gemeten door de Activ8 op het wiel en normaliter behorend tot lopen, fietsen en rennen, door een algoritme omgezet in tijdsduur van stilstaan, manoeuvreren, rijden en snel rijden. In samenwerking met het Erasmus MC en Rijndam Revalidatie wordt de Wheelactiv8 gevalideerd en verbeterd. In dit onderzoek is gekeken naar drie onderdelen. Ten eerste het valideren voor het meten van tijdsduur van rolstoelgebruik door de huidige versie van de commerciële Wheelactiv8. Daarnaast is er een methode gezocht en ontworpen om afgelegde weg en beweegtijd te bepalen met behulp van de Wheelactiv8. Als laatste is er gekeken naar de gebruiksvriendelijkheid van het product, om hierover advies te kunnen geven aan de producent.

Aanleiding en methode

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de professionele versie van de Wheelactiv8 niet volledig valide meet voor tijdsduur van gebruik van de rolstoel. Daarnaast werd er verwacht dat er een onderschatting in het bepalen van tijdsduur van actief gebruik van de rolstoel zou plaatsvinden, omdat door verschillende gebruikers is aangegeven dat dit ervaren werd. Actief gebruik is het zelf aangedreven rijden met een rolstoel. Hierin zijn drie categorieën te onderscheiden: Rijden, snel rijden en manoeuvreren. Om dit te testen hebben rolstoelgebruikers een protocol gevolgd, terwijl zij werden gemonitord door de Wheelactiv8. De meting werd ook gefilmd, zodat de observaties van de beelden door een persoon als gouden standaard gebruikt kunnen worden.

Ten tweede is er gekeken naar nieuwe functionaliteit voor de Wheelactiv8. Uit de praktijk komt regelmatig de vraag of er afgelegde afstand en snelheid bepaald kan worden. Om dit te kunnen bepalen is er naast het huidige algoritme voor de professionele Wheelactiv8 een nieuw algoritme in MatLab geschreven. Deze maakt gebruik van de counts die de reguliere Activ8 gebruikt voor het classificeren van bewegingen. Eerst is er met een rolstoel op een loopband gereden, met steeds een bekende snelheid. Deze snelheden zijn vergeleken met het aantal counts per tijdeenheid dat op dat moment werd geteld. Het algoritme kijkt steeds hoeveel counts er zijn geregistreerd, om dit vervolgens te koppelen aan een bepaalde snelheid. Door vervolgens de snelheid door de tijd te delen is de afgelegde afstand bepaald.

Voor 2M Engineering en het Erasmus MC is feedback vanuit de gebruikers van groot belang, omdat alleen op die manier een product kan ontstaan wat aan alle behoeftes van de gebruikers voldoet. Tijdens het gehele onderzoek is steeds bijgehouden wat de feedback was van de gebruikers op de Wheelactiv8. Gebruikers zijn in dit geval de onderzoekers, behandelaren en rolstoelgebruikers.

Resultaten, conclusie en discussie

Uit het validatie onderzoek blijkt dat de commerciële Wheelactiv8 een onacceptabele afwijking heeft in de categorieën passief rijden, rijden en snel rijden. De categorieën stilstaan en manoeuvreren worden wel acceptabel bevonden. Hierbij moet vermeld worden dat passief rijden slechts bij een meting werd

waargenomen, terwijl het niet in de meting zat en dit slechts 10 seconde van de 15 minuten werd geconstateerd. Bij het samenvoegen van rijden en snel rijden werd er wel een afwijking gevonden die acceptabel is, wat voor behandelaren in de praktijk meer van belang is dan het onderscheiden van deze categorieën, omdat zij duur van beweging belangrijker vinden dan de snelheid van voortbewegen.

Om te controleren of de door het nieuwe algoritme bepaalde afstand en snelheid klopt, is er een kleine test uitgevoerd. Eerst is er nogmaals op een loopband gereden, waarbij telkens de snelheid werd gecontroleerd. Hier gaf de code de juiste snelheid aan. Vervolgens is er 400 meter gereden. Het algoritme gaf na het verwerken van deze data 367.4 meter. Dit is binnen de acceptatiegrens van 10%. Wel moet er opgemerkt worden dat de metingen op een loopband en in het lab zijn gedaan. Om de validiteit te garanderen bij de gebruiker moeten er testen worden uitgevoerd in de leefomgeving van een rolstoelgebruiker.

Het gebruiksgemak werd grotendeels beïnvloed door de mobiele applicatie. Deze had voornamelijk problemen met synchroniseren. Daarnaast konden een aantal proefpersonen niet zelfstandig wegwijs worden met de applicatie. Hiervoor moet een goede handleiding geschreven worden.

1. Inleiding

Genoeg beweging in het dagelijks leven is van groot belang, zowel voor de fysieke (Borghouts, 2007) als de mentale gezondheid (Ten Have et al., 2009). Bij mensen zonder beperking kan de dagelijkse activiteit gemakkelijk worden bijgehouden, bijvoorbeeld met behulp van Fitness Trackers die tegenwoordig overal verkrijgbaar zijn. Deze gebruiken paramaters als het aantal gezette stappen om de activiteit in uit te drukken. Bij rolstoelgebruikers is de dagelijkse beweging zeker zo belangrijk voor de gezondheid (Nooijen et al., (2012) en daarnaast heeft het ook invloed op de participatie in de samenleving en de kwaliteit van leven (Hicks et al., 2003). Toch is het monitoren hiervan minder laagdrempelig dan voor mensen die niet rolstoel gebonden zijn. Ten eerste is het aanbod op de consumentenmarkt minder groot. Daarnaast zijn bestaande systemen vaak minder gebruiksvriendelijk.

Om dit probleem op te lossen heeft 2M Engineering samen met de afdeling Revalidatiegeneeskunde van het Erasmus MC de Wheelactiv8 ontwikkeld (zie Figuur 1). De WheelActiv8 bestaat uit 2 reguliere Activ8's, die gebruikt worden om houdingen en bewegingen te monitoren. De reguliere Activ8 is een versnellingsmeter die in drie richtingen versnellingen kan meten en wordt standaard gedragen op het bovenbeen of in de broekzak. De Activ8 drukt de intensiteit van de versnellingssignalen uit in zogenaamde counts. Op basis van een intern (firmware) algoritme worden deze counts vertaald naar tijd die besteed is aan bepaalde activiteiten zoals staan en lopen. De twee Activ8's van de WheelActiv8 worden op een van de rolstoelwielen en om de pols van de rolstoelgebruiker aangebracht. De counts van beide devices wordt gekoppeld en de verhouding in counts bepaalt nu de tijd besteed aan verschillende rolstoel-activiteiten. In de praktijk worden op dit moment twee verschillende versies van de Wheelactiv8 gebruikt, de professionele en de consumenten versie. Het verschil tussen deze versies is de hoeveelheid informatie die uit te lezen is en de manier waarop deze uitgelezen kan worden. Bij de consumenten versie wordt de gebruikte Wheelactiv8 eerst gekoppeld aan een mobiele applicatie via bluetooth. Vervolgens kan de data overgebracht worden naar de applicatie, ook via bluetooth. Hierin wordt de data weergegeven op een dashboard, waarin onderscheid gemaakt wordt tussen bewegingen in de eerdergenoemde categorieën (Stilstaan, snel rijden, rijden en manoeuvreren). Op het moment dat de data is gesynchroniseerd met de mobiele applicatie, is de data ook via een browser op een computer te bekijken, waar meer details zichtbaar zijn. Bij de professionele versie is zoals eerder gezegd de hoeveelheid informatie en de manier van uitlezen anders. Ten eerste moet een meting handmatig worden gestart via een programma op de computer. Hier kan worden gekozen wat er precies gemeten wordt. Er moet een keuze gemaakt worden tussen MET's (energie verbruik) en counts, waarbij ook de ruwe versnellingssignalen kunnen worden bijgehouden. Hierover zal in de beschrijving van de methode meer uitgelegd worden. Naast deze keuze kunnen er ook een aantal gegevens van de gebruiker worden ingevoerd. De output van de professionele Wheelactiv8 is in eerste instantie een CSV-file met daarin alle gemeten counts. H. Horemans van het Erasmus MC heeft een Matlab script geschreven om de counts automatisch om te zetten in verschillende diagrammen en Excel sheets, waar het rolstoelgebruik in weergegeven wordt.



FIGUUR 1: WHEELACTIV8

Doordat er niet alleen een Wheelactiv8 op het wiel zit, maar ook om de pols, kan er onderscheidt gemaakt worden tussen actief (zelf de rolstoel voortbewegen) en passief (voortgeduwd worden) gebruik van de rolstoel (ook ondersteund genoemd). Daarnaast kan er onderscheidt gemaakt worden tussen stilstaan, snel rijden, langzaam rijden en manoeuvreren. Met manoeuvreren wordt bedoeld dat er wel bewogen is, maar niet in een rechte lijn of met een zeer lage snelheid. Dit resulteert in een laag aantal counts. Een voorbeeld hiervan is een slalom of draaien om achteruit de lift in te rijden. Het verschil tussen rijden en snel rijden is de snelheid waarmee gereden wordt. De grens hiertussen wordt bepaald door het aantal counts. De snelheid die overeenkomt met deze grens is ongeveer 10 km/u. Daarnaast wordt er bijgehouden of de Wheelactiv8 überhaupt gedragen wordt. Voor 2M Engineering is het van belang dat de Wheelactiv8 zo gebruiksvriendelijk mogelijk is. Zo zijn de versnellingsmeters gemakkelijk te bevestigen en verwijderen en kan de data via een mobiele applicatie uitgelezen worden.

2M Engineering werkt samen met het Erasmus MC en Rijndam Revalidatie. Het Erasmus MC en Rijndam Revalidatie geven 2M Engineering input over waar precies vraag naar is in de praktijk. Daarnaast doen zij metingen om de producten te testen. Op die manier ontstaat er een product dat voldoet aan de eisen die vanuit de praktijk gevraagd worden.

De professionele Wheelactiv8 is door het Erasmus MC in het lab getest en niet altijd valide gebleken (Leving, 2018). 2M Engineering heeft de commerciële versie hierop gebaseerd. Daarom is het van belang dat ook deze versie een validatieonderzoek ondergaat. Daarnaast ervaart men in de praktijk dat er een onderschatting plaatsvindt in de tijdsduur van actief gebruik van de rolstoel. Hierdoor zijn gebruikers minder gemotiveerd om het product te blijven gebruiken. Daarom moet er een validatieonderzoek plaatsvinden van de commerciële Wheelactiv8. Hier zal worden onderzocht wat het verschil is in tijdsduur gegeven door de Wheelactiv8 en videobeelden.

1. "Is de commerciële Wheelactiv8 een valide systeem om rolstoelgebruik te meten?"

De output van beide versies van de Wheelactiv8 is tijdsduur van een activiteit in de eerdergenoemde categorieën. Echter, naast tijdsduur kunnen er meer maten van beweging bepaald worden. Behandelaren in de revalidatie zijn voornamelijk benieuwd naar de afgelegde afstand van een rolstoelgebruiker, waarbij de snelheid ook een veel genoemde parameter is. Om hiervoor een methode te bedenken zal er onderzoek gedaan moeten worden in de literatuur naar bestaande systemen die met versnellingsmeters snelheid en afgelegde afstand bepalen. Indien deze niet worden gevonden of niet comptabel zijn met de Wheelactiv8 zal er een methode bedacht moeten worden. Vervolgens zal de gekozen methode uitgewerkt worden om te testen in het lab. Dit onderzoek zal uitgevoerd worden voor de professionele versie van de Wheelactiv8, omdat het algoritme en de ruwe data van de commerciële versie niet openbaar worden gesteld.

2. "Hoe kunnen snelheid en afgelegde weg worden bepaald met de Wheelactiv8?"

Als laatste is het voor 2M Engineering altijd van belang dat zij feedback krijgen over hoe de gebruikers van de Wheelactiv8 het product ervaren. Onder gebruikers vallen in dit geval de rolstoelgebruikers, de behandelaren in de revalidatiecentra/ziekenhuizen en de onderzoekers. Daarom zullen alle opmerkingen op het gebied van gebruiksgemak worden genoteerd. Hierom zal ook specifiek gevraagd worden bij de patiënten en behandelaren. Dit is gedaan door middel van een kleine bespreking na metingen, zonder specifieke vragenlijst. Op die manier krijgt 2M Engineering een goed beeld van wat er verbeterd kan worden aan de Wheelactiv8 om de gebruikers tevreden te stellen.

3. "Wat kan er volgens de gebruikers van de Wheelactiv8 verbeterd worden om het gebruiksgemak te vergroten?"

Voor de opdrachtgevers 2M Engineering en het Erasmus MC is het uiteindelijke doel het gebruik van de Wheelactiv8 vergroten. Door het product te valideren, kan er aan mogelijke gebruikers getoond worden dat er data wordt geleverd die valide is. Hierdoor zal men het vertrouwen in het product vergroten.

Daarnaast zullen nieuwe parameters die als output gegeven kunnen worden zorgen voor meer functionaliteit. Deze parameters zijn voorgesteld door de uiteindelijke gebruikers, wat betekent dat het toevoegen hiervan motiverend zal werken. Daarnaast zullen alle opmerkingen van de gebruikers van de Wheelactiv8 bijgehouden worden. Door hiervan te leren kan 2M Engineering het product volledig laten aansluiten op de behoeften van de gebruiker.

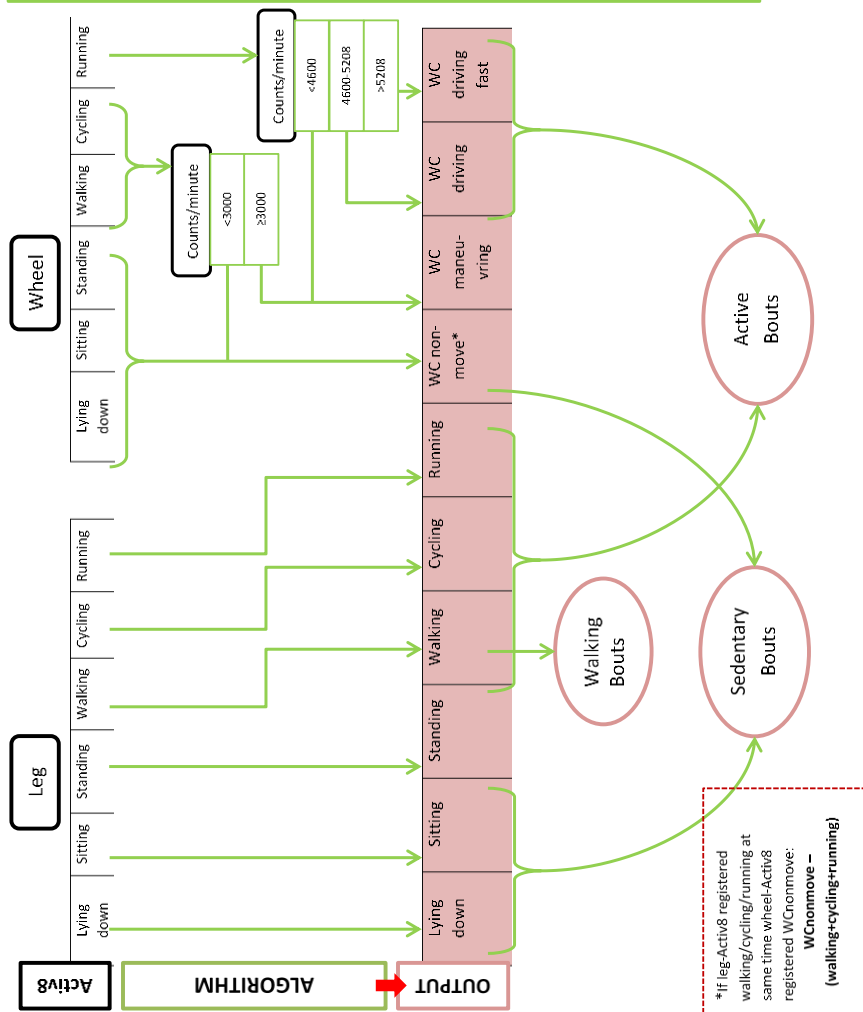
2. De Wheelactiv8

Om de werking van de Wheelactiv8 beter te begrijpen, zal er eerst meer worden uitgelegd over het tot stand komen van de output. De Wheelactiv8 is gebaseerd op de Activ8. Dit is een versnellingsmeter die intensiteit van versnellingen meet en daarbij constant de positie van het bovenbeen in het sagittale vlak bepaalt. Door versnellingsintensiteit te koppelen aan sagittale beenpositie, wordt er bepaald welke houding of beweging op welk moment plaatsvindt. De houdingen en bewegingen die geregistreerd worden zijn liggen, zitten, staan, lopen, fietsen en rennen. Bij de Wheelactiv8 worden de hoeveelheid counts gemeten door de Activ8 op het wiel en normaliter behorend tot lopen, fietsen en rennen, door een algoritme omgezet in tijdsduur van stilstaan, manoeuvreren, rijden en snel rijden.

Bij het uitlezen van de originele Activ8 worden, naast de tijd, twee keer zes kolommen weergegeven. De eerste zes geven het aantal datapunten weer. Hier kan aan afgelezen worden welk deel van de epoche behoort aan de betreffende categorie. Een epoche is een tijdvak, waarvan de grootte van tevoren gekozen kan worden. De grootte van de epoche bepaald hoeveel seconden elke regel in de Excel sheet bevat. In de tweede zes kolommen wordt de intensiteit weergegeven waarmee deze activiteit wordt uitgevoerd. De eerste drie kolommen staan voor houdingen. Deze geven geen informatie over beweging, dus bevatten geen relevante informatie voor rolstoel gebruik. De vierde, vijfde en zesde kolom geven informatie over bewegingen en kunnen dus wel gebruikt worden voor rolstoelgebruik.

Door te kijken of de Wheelactiv8 om de pols beweging registreert terwijl de Wheelactiv8 op het wiel registreert dat het wiel draait, kan worden bepaald of er actief of passief wordt voortbewogen. Dat wil zeggen, pusht de rolstoelgebruiker zelf de wielen waardoor er wordt voortbewogen (actief) of wordt de rolstoel geduwd door een tweede persoon (passief).

Alles wat hierboven is beschreven wordt verduidelijkt in het overzicht op de volgende pagina. Hier is een overzicht gegeven van de werking van de reguliere Activ8 (links) en de Wheelactiv8 (rechts). Hier is te zien dat als er bij de Wheelactiv8 liggen, zitten of staan wordt geconstateerd, de Wheelactiv8 dit verwerkt tot stilstaan met de rolstoel. Bij lopen en fietsen bepaalt het aantal counts de categorie die uiteindelijk wordt geregistreerd. Bij minder dan 3000 counts per minuut wordt dit gezien als stilstaan, bij 3000 counts of meer wordt het gezien als manoeuvreren. Counts bij rennen kunnen uiteindelijk in drie categorieën terecht komen. Onder de 4600 counts wordt er manoeuvreren geregistreerd, van 4600 tot en met 5208 counts wordt de beweging gezien als rijden en boven de 5208 als snel rijden.

**Interval**

- Walking interval: >80% (48 sec) of one minute spent walking
- Active interval: >80% (48 sec) of one minute spent walking/cycling/running/wheelchair driving
- Sedentary interval: >90% (54 sec) of one minute spent lying down/sitting/wheelchair non-move

Bout

- Walking bout: series of walking intervals, in which unlimited number of neutral intervals (no sedentary intervals) are allowed if:
 - (1) breaks cannot last > 1 minute
 - (2) total walking bout consists of ≥70% walking
- Active bout: series of active intervals, in which unlimited number of neutral intervals (no sedentary intervals) are allowed if:
 - (1) breaks cannot last > 1 minute
 - (2) total walking bout consists of ≥70% walking/cycling/running/wheelchair driving
- Sedentary bout: series of sedentary intervals, in which unlimited number of neutral intervals (no active intervals) are allowed if:
 - (1) breaks cannot last > 1 minute
 - (2) total sedentary bout consists of ≥80% down/sitting/wheelchair non-move

Prolonged bout

- Prolonged walking bout: Walking bout that lasts 10 minutes or longer
- Prolonged active bout: Active bout that lasts 10 minutes or longer
- Prolonged sedentary bout: Sedentary bout that lasts 30 minutes or longer

3. Methode

Om de drie hoofdvragen te beantwoorden zullen er een aantal deelvragen worden beantwoord.

Deelvraag A gaat over hoofdvraag 1, deelvragen B en C gaan over hoofdvraag 2. Deze deelvragen zijn:

- A. Wat is de afwijking van de door de commerciële Wheelactiv8 gegeven tijdsduur van activiteiten vergeleken met videobeelden?
- B. Zijn er bestaande systemen die snelheid en afstand bepalen met accelerometers en hoe doen deze systemen dit?
- C. Is de methode uit vraag B geschikt voor de Wheelactiv8?
Indien er bij vraag C geen methode wordt gevonden welke geschikt is voor de Wheelactiv8, moet er een nieuwe methode worden bedacht.

Naast het beantwoorden van deze vragen zal er constant bijgehouden worden waar men in het onderzoek tegenaan loopt op het gebied van gebruiksvriendelijkheid, omdat dit een belangrijke bron van feedback is voor 2M Engineering.

3.1 Validatieonderzoek

Om te bepalen wat de afwijking is en bij welke bewegingen deze voorkomt, zullen er metingen worden gedaan met proefpersonen die rolstoel gebonden zijn. In dit onderzoek zal dit zich beperken tot een vereenvoudiging van de werkelijkheid, door dagelijkse activiteiten na te bootsen in een sporthal (Zie Figuur 2). De keuze om dit eerst in een sporthal te testen is gemaakt, omdat hier op korte termijn meer proefpersonen voor te vinden zijn. Op de volgende pagina staat het testprotocol hiervan beschreven. De nadruk ligt in dit protocol op de verschillende categorieën die de Wheelactiv8 kan onderscheiden.

Ook zal er een protocol geschreven worden om bij een vervolgonderzoek in de leefomgeving van de proefpersoon te kunnen meten. In de discussie en conclusie zal hier meer over besproken worden. Dit protocol is te vinden in Bijlage 1.



FIGUUR 2: METING IN SPORTHAL BIJ RIJNDAM REVALIDATIE

3.2 Meetprotocol

Proefpersonen

De proefpersonen worden geselecteerd door Rogier Broeksteeg, fysiotherapeut bij het revalidatiecentrum. De proefpersonen zijn volwassen, die gebonden zijn aan een rolstoel welke handmatig aangedreven wordt. Ze zijn in staat eenvoudige instructies te begrijpen en uit te voeren. Verder zijn er verschillende aandoeningen geschikt, zolang de bovenste extremiteiten toelaten de rolstoel met de handen aan te drijven, dus niet door middel van de voeten. Het is gewenst dat de proefpersoon in staat is de commerciële versie van de Wheelactiv8 meerdere dagen te dragen. Echter, indien dit niet mogelijk is, is het toch informatief om alleen de beschreven bewegingen uit te voeren. Het aantal proefpersonen voor dit onderzoek zal vijf zijn, omdat dit het hoogst haalbare is binnen de tijd van dit onderzoek. In een vervolgonderzoek zullen er meer metingen gedaan worden.

Benodigheden:

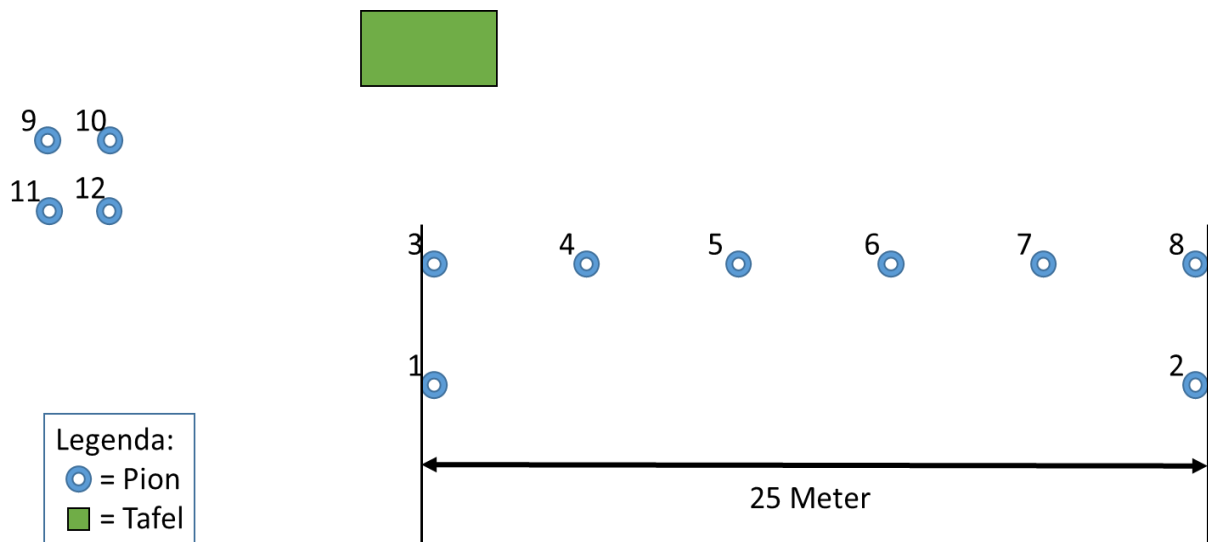
- Wheelactiv8 (Consumenten versie), bestaande uit twee wheelactiv8 units, twee USB naar micro USB-kabels, een adapter, een polsband en een wiel bevestiging.
- Wheelactiv8 (Professionele versie), bestaande uit twee wheelactiv8 units, twee USB naar micro USB-kabels, een adapter, een polsband en een wiel bevestiging.
- Plakband/sporttape
- Laptop
- Camera
- Statief
- Sportzaal
- 16 Pionnen
- Tafel
- Handleiding Wheelactiv8
- Proefpersoon
- Rolstoel (handmatig aangedreven)

Opzet

De proefpersoon zal eerst uitleg krijgen over de werking van de commerciële en professionele Wheelactiv8. Dan wordt de meting van de professionele versie gestart via de applicatie op de computer. Vervolgens worden beide versies aangebracht aan hetzelfde wiel op de rolstoel, op tegenovergestelde plekken ten opzichte van de as van het wiel. De pols unit van de commerciële versie wordt in een polsband gestoken, om daar de pols unit van de professionele versie bovenop te plakken met sporttape of plakband. De band wordt om de pols van de proefpersoon aangebracht.

Nu alles is bevestigd, kunnen de commerciële Wheelactiv8's verbonden worden aan de mobiele applicatie. Dit doet de proefpersoon zelf, aan de hand van de handleiding beschikbaar gesteld door Rijndam. Indien nodig kan de begeleider hierin ondersteunen. Als de proefpersoon geen smartphone heeft waar de applicatie naar behoren op werkt, wordt er een smartphone beschikbaar gesteld door het Erasmus MC. De Wheelactiv8's kunnen nu worden gesynchroniseerd.

Na het synchroniseren van de Wheelactiv8 met de mobiele applicatie kan de meting beginnen. Deze wordt uitgevoerd in de sportzaal van het Rijndam. Hier staat de opstelling uit Figuur 3 opgesteld. De volledige meting moet in een stuk gefilmd worden met een camera. De instructies zullen steeds voor het volgende onderdeel gegeven worden. Alle activiteiten worden achter elkaar uitgevoerd.



FIGUUR 3: PLATTEGROND OPSTELLING BIJ METING IN SPORTHAL

Bij het starten van de meting wordt het beeld van de computer/laptop gefilm, zodat later teruggevonden kan worden wanneer de meting is gestart in de data. De meting duurt ongeveer 20 minuten. Indien het protocol sneller uitgevoerd wordt, zal het protocol nogmaals uitgevoerd worden, zodat er altijd minstens 20 minuten aan data beschikbaar is. Het is belangrijker dat de proefpersoon het op zijn of haar manier doet. Zo is er geen snelheid gegeven bij het voortbewegen, maar zal de proefpersoon gevraagd worden om een onderdeel snel, langzaam of op eigen tempo uit te voeren (zie Tabel 1). Hierdoor kan later gekeken worden of de grenzen tussen deze categorieën juist zijn gekozen. Tussen de activiteiten moet er af en toe worden stilgestaan, zodat ook dit gevalideerd kan worden.

Actie	Beschrijving
25 meter normaal	Rijd van pion 1 naar pion 2 en weer terug. Doe dit op een snelheid die u normaal gesproken zou rijden en comfortabel aanvoelt.
25 meter snel	Rijd van pion 1 naar pion 2 en weer terug. Doe dit op een hogere snelheid dan normaal.
25 meter langzaam	Rijd van pion 1 naar pion 2 en weer terug. Doe dit op een lagere snelheid dan normaal.
Uitrollen (categorie: normaal)	Geef ongeveer 2 pushes en laat u zo ver mogelijk uitrollen. Probeer hierbij de handen zoveel mogelijk stil te houden.
Slalom normaal	Ga van pion 3 naar pion 8, terwijl u slalomt om de pionnen die u tegenkomt. Ga vervolgens op dezelfde manier weer terug.
Slalom snel	Ga van pion 3 naar pion 8, terwijl u slalomt om de pionnen die u tegenkomt. Doe dit zo snel mogelijk. Ga vervolgens op dezelfde manier weer terug.
Tafel dekken (categorie: Manoeuvreren)	Rij naar de tafel. Pak hier een pion van de stapel. Neem deze pion mee, rij om pion 3 heen en weer terug naar de tafel. Zet de pion terug, rijd zonder pion weer om de pion terug naar de tafel. Stapel nu de pionnen van elkaar af en maak een nieuwe stapel.

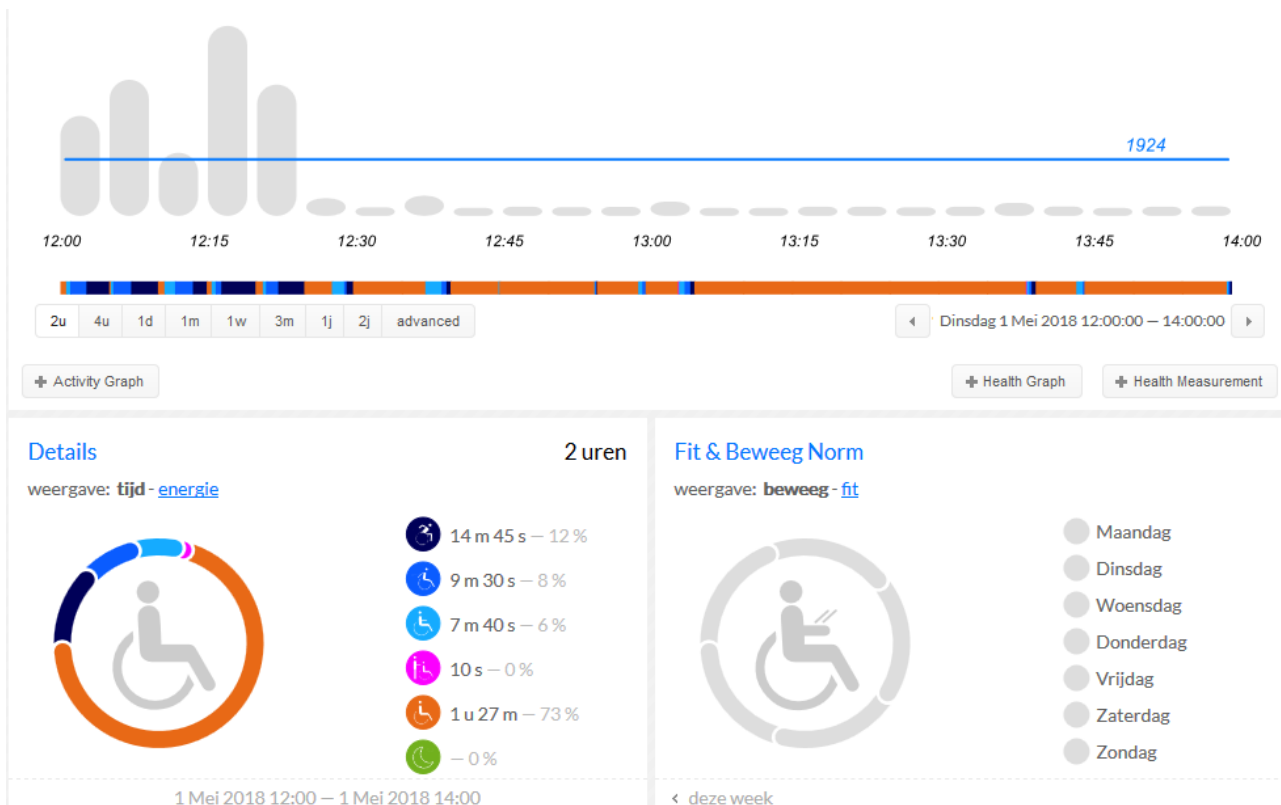
In de lift (categorie: Manoeuvreren)	Rij naar het vierkant van pionnen 9-12. Rij er achteruit weer uit.
Manoeuvreren (categorie: Manoeuvreren)	Rij om elk van de pionnen van het vierkant van pion 9-12 een rondje.

TABEL 1: ACTIVITEITEN VOOR HET MEETPROTOCOL

Als resultaten zullen de uitkomsten van de commerciële Wheelactiv8 en de camerabeelden met elkaar worden vergeleken, zodat de deelvraag A en vervolgens de hoofdvraag 1 kunnen worden beantwoord. De videobeelden worden bekeken door één persoon. Deze persoon zal steeds noteren hoelang er in welke categorie wordt bewogen. De categorie wordt bepaald door het protocol. In het protocol staat of de proefpersoon snel, langzaam of normaal moet rijden. Bij snel zal de proefpersoon zo snel mogelijk proberen te rijden. Bij langzaam zal de proefpersoon ongeveer op 50% van normaal rijden bewegen. Normaal is de snelheid waarop ze zouden rijden als ze de beweging in het dagelijks leven zouden moeten uitvoeren. Deze categorieën zijn dus afhankelijk van de proefpersoon, de kunde in het gebruiken van de rolstoel en de fitheid hebben veel invloed. Bij het langzaam rijden wordt de tijd in de categorie manoeuvreren gezet, bij normaal in de categorie rijden en bij snel in de categorie snel rijden. Tussen de acties in wordt er stilgestaan, dit telt voor de categorie stilstaan. Om te bepalen hoe betrouwbaar de persoon is die de beelden bekijkt zal er een van de metingen tweemaal bekeken en geanalyseerd worden.

Om de betrouwbaarheid van de persoon die de beelden bekijkt te bepalen heeft deze persoon een video tweemaal geanalyseerd. Het verschil tussen deze analyses bepaalt hoe betrouwbaar de resultaten van deze persoon zijn. Als de afwijking kleiner dan 5% is worden de analyses geaccepteerd voor het onderzoek. Na deze test bleek de afwijking in geen enkele categorie groter dan 4% te zijn, wat betekend dat de resultaten als betrouwbaar worden gezien.

Vervolgens kan dit vergeleken worden met wat de Wheelactiv8 op het dashboard op de computer aan data weergeeft (zie Figuur 4). Hier zal een stapgrootte van 5 minuten worden gebruikt (dit is tevens de kleinste stapgrootte). Vanuit het Erasmus MC is gesteld dat een afwijking van 10% in de tijdsduur van rolstoelgebruik acceptabel is.



FIGUUR 4: DASHBOARD VAN WHEELACTIV8, ZOALS WEERGEGEVEN IN EEN BROWSER OP DE COMPUTER. DE HORIZONTALE BALK IS EEN TIJDSBALK, IN DIT GEVAL LOOPT DEZE VAN 12:00 TOT 14:00. DEZE KAN INGESTELD WORDEN OP VERSCHILLENDE TIJDSINTERVALLEN. OOK KAN ER TERUG WORDEN GEKEKEN IN DE DATA, DOOR EEN ANDERE DATUM TE KIEZEN. IN HET VAK LINKSONDER IS DE DATA WEERGEVEN VAN DE 2 UUR DIE OP DIT MOMENT ZICHTBAAR ZIJN. RECHTSONDER IS TE ZIEN WELKE DAGEN VAN DE HUIDIGE WEEK DE GESTELDE DOELEN ZIJN BEHAALD. DE KLEUREN STAAN VOOR:

DONKERBLAUW: SNEL RIJDEN
BLAUW: RIJDEN
LICHTBLAUW: MANOEUVREREN
ROZE: PASSIEF RIJDEN (VOORTGEDUWD DOOR EEN TWEEDE PERSOON)
ORANJE: STILSTAAN
GROEN: NIET GEDRAGEN

3.3 Afstand en snelheid bepalen

Om de afstand en snelheid van een rolstoel te bepalen met behulp van een versnellingsmeter, zijn er verschillende methodes te bedenken. Hier zullen er een aantal besproken worden, om vervolgens de meest geschikte uit te werken.

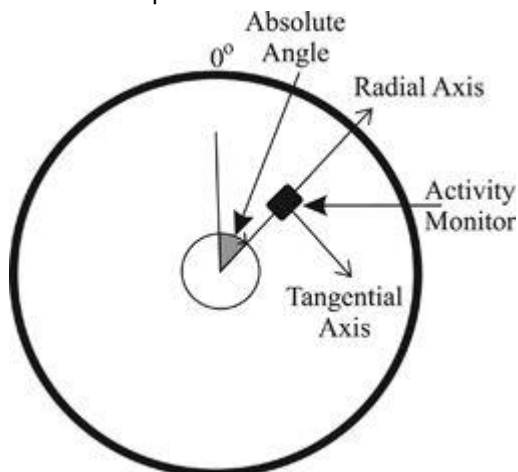
Methode 1

In de literatuur komt één methode regelmatig terug. Dit is de enige die ook gevalideerd is en voldoet aan de eisen die door zowel het Erasmus MC als 2M Engineering worden gesteld. Deze methode wordt methode 1 genoemd.

Coulter et al.

In het eerste artikel (Coulter et al., 2010) is onderzocht hoe een valide methode ontwikkeld kan worden om rolstoelgebruik te meten. Eerder gedane onderzoeken zouden niet gevalideerd of te gelimiteerd zijn. In dit onderzoek is een versnellingsmeter met drie assen gebruikt. Deze is bevestigd op het wiel van de rolstoel, om vervolgens met een algoritme de versnellingssignalen te interpreteren. De twee versnellingen in het vlak van het wiel zijn gebruikt om het aantal omwentelingen, de absolute hoek en de duur van gebruik van het wiel te bepalen. Hierbij kan er onderscheidt gemaakt worden tussen voorwaarts en achterwaarts bewegen. De validiteit is berekend door middel van analyse van videobeelden van veertien proefpersonen, welke gereden hebben op een indoorbaan en outdoor oefentraject. Deze personen zaten allen in een rolstoel wegens een dwarslaesie. De methode is onderzocht bij zowel hand aangedreven rolstoelen als rolstoelen met ondersteuning.

In het onderzoek van E.H. Coulter et al. (2010) wordt gebruik gemaakt van de activPal, een drie dimensionale versnellingsmeter met eigen stroomvoorziening, real-time klok en data storage, welke meet met een frequentie van 10 Hz.



FIGUUR 5: GEBRUIKTE VERSNELLINGSSIGNALEN BIJ BEPALEN SNELHEID EN AFSTAND

Tijdens het voortbewegen worden de versnellingssignalen gemonitord. De radiale en tangentiële versnelling worden door elkaar gedeeld, om hier vervolgens de inverse tangens van te nemen.

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{a_{\text{radiaal}}}{a_{\text{tangenteel}}}$$

Hiermee is de absolute hoek (α) bepaald (zie Figuur 5). Door steeds het verschil in de hoek te meten, kan er worden bepaald hoeveel graden er geroteerd wordt tussen de intervallen. Het cumulatief van deze hoeken wordt gebruikt om het aantal rotaties van het wiel te geven. Met het aantal rotaties van het wiel en de omtrek van het wiel wordt de afstand berekend. Met de afstand kan vervolgens na deling door de tijd de snelheid worden bepaald.

Deze methode is vergeleken met videobeelden en valide gebleken bij het geven van gedetailleerde informatie over het bewegen en manoeuvreren van een rolstoel, los van snelheid, richting en manier van aandrijven.

In dit onderzoek is één versnellingsmeter gebruikt, bevestigd op het wiel van de rolstoel. Hierdoor is er geen onderscheid te maken tussen voortgeduwd worden en zelf voortbewegen in de rolstoel.

Sonenblum et al.

Ook in een ander onderzoek (Sonenblum et al., 2012) is afstand en duur van gebruik van een rolstoel valide gemeten. De methode werkt bij verschillende types rolstoelen. Bij dit onderzoek is een versnellingsmeter gebruikt die op het wiel is bevestigd. Deze meet constant de afstand die gereden wordt en of de rolstoel in beweging is. De methode is te gebruiken in combinatie met verschillende versnellingsmeter welke over twee assen versnellingen kunnen meten. Versnellingsmeters zijn relatief makkelijk te verkrijgen en te gebruiken, daarom is deze methode gebaseerd op versnellingssignalen van het wiel.

Ook bij deze methode worden de versnellingssignalen van twee verschillen assen door elkaar gedeeld, om vervolgens de inverse tangens hiervan te nemen. In deze methode wordt ook veel aandacht besteed aan filteren. De gedachte is dat als er uitslagen uit komen die onder een bepaalde grens vallen, deze zijn ontstaan door trillingen van de ondergrond. Als de uitslagen juist zeer hoog zijn, kan dit komen doordat de rolstoel bijvoorbeeld wordt vervoerd in een busje. Na validatie is gebleken dat de resultaten voor 90% overeenkomen met de werkelijkheid. Dit zou voldoende zijn volgens de eisen gesteld door het Erasmus MC.

Methode 2

Als laatste is er een methode bedacht die gebruik maakt van het counts systeem. Deze methode is nog niet eerder gebruikt, waardoor er nog niks over bekend is in de huidige literatuur. Hiervoor moet eerst een klein onderzoek worden gedaan. Er moet namelijk vastgesteld worden dat het aantal counts dat wordt gegeven, bij een bepaalde snelheid altijd hetzelfde is. Als dit juist blijkt te zijn, kan er op basis van deze counts een algoritme bedacht worden, waarmee in MatLab vervolgens de snelheid en afstand berekend kan worden.

Daarom is er eerst een rolstoel, met de professionele versie van de Wheelactiv8, op een loopband gezet. Deze loopband is op een snelheid van 0.5 km/u gezet. Nadat deze ongeveer een minuut op deze snelheid had gereden, werd de snelheid steeds met 0.5 km/u verhoogd. Vervolgens kon in de Excel sheet gevonden worden dat het aantal counts in bepaalde categorieën, namelijk lopen en rennen, altijd ongeveer gelijk bleek per ingestelde snelheid, met een maximale afwijking van ongeveer 3%. Hiermee is aangetoond dat het in theorie mogelijk is de snelheid, en daarmee afstand, te bepalen met behulp van de counts.

Eisen

Om uit de verschillende methodes te kiezen moeten er een aantal criteria worden opgesteld.

1. De methode moet haalbaar zijn in combinatie met de Wheelactiv8.
2. Het gebruiken van de methode mag niet meer tijd van een rolstoelgebruiker vragen dan de huidige commerciële versie van de Wheelactiv8.
3. Er moeten meerdaagse metingen verricht kunnen worden.
4. Alle eisen die aan de huidige commerciële versie van de Wheelactiv8 worden gesteld gelden ook voor deze methode.

Als randvoorwaarde heeft het Erasmus MC gegeven dat de code in Matlab geschreven moet worden, omdat dit de gebruikelijk programmeertaal is binnen de revalidatie afdeling.

3.4 Keuze voor methode

Beide methodes voldoen aan het grootste deel van de eisen. Echter, er zit een belangrijk nadeel aan methode 1. Deze methode maakt gebruik van ruwe versnellingssignalen. Deze kunnen gegeven worden door de Wheelactiv8, maar in het interne geheugen is slechts ruimte voor anderhalf uur aan ruwe data. Om deze reden is een meerdaagse meting alleen mogelijk als er elk anderhalf uur een verbinding wordt gemaakt tussen de professionele Wheelactiv8 en de computer, om de data uit te lezen. Dit vraagt meer tijd van de gebruiker en verkleint het gemak bij meerdaagse metingen. Voor counts daarentegen, is ruimte voor data van ruim twee dagen, als de ruwe data niet wordt opgeslagen, bij een epoche grootte van 5 seconde. Bij een epoche grootte van meer dan 5 seconde wordt dit zelfs nog meer. Daarom wordt er gekozen voor methode 2.

3.5 Afstand en snelheid bepalen met behulp van counts

Bij deze methode worden de counts van de reguliere Activ8 gebruikt om de snelheid en daarmee de afstand te bepalen die een rolstoelgebruiker heeft afgelegd. Voor de uitkomsten van de test op de loopband is het gemiddelde aantal counts berekend dat hoort bij een bepaalde snelheid. De snelheid is omgezet naar meter per seconde. Op het moment dat het aantal counts in een per datapunt een bepaalde hoogte heeft, hoort dit datapunt bij een bepaalde snelheid. Met het totale aantal datapunten en de lengte van de epoche kan vervolgens worden bepaald welk deel van de epoche deze snelheid is aangehouden. Door de snelheid met de tijd te vermenigvuldigen, kan de afstand bepaald worden. Als in een epoche bijvoorbeeld 2 m/s gereden wordt en de epoche duurt 5 seconden, dan is er in die epoche 10 meter afgelegd. Als de afstand van elke epoche bij elkaar opgeteld wordt, is de totale afgelegde afstand bepaald.

Deze berekeningen zullen in Matlab worden gedaan. Hieronder wordt de code uitgelegd.

Code

Eerst wordt het bestand ingeladen waarin de output van de Activ8 staat. Bij het runnen wordt in een dialoogscherm gevraagd het bestand te selecteren. Vervolgens wordt gevraagd wat de grootte van een epoche is. Als laatste wordt er gevraagd bij welke de rij het berekenen moet beginnen en bij welke regel het moet stoppen. Indien de beginregel een hogere waarde heeft dan de eindregel, wordt er een foutmelding weergegeven en nogmaals gevraagd de waardes opnieuw in te voeren.

Wanneer de input volledig is kan de data worden ingeladen. De kolommen E, G, K en M worden gebruikt voor de berekening. In de kolommen K en M worden het aantal counts weergegeven, dat in een epoche is geteld. Echter, niet in elke epoche zijn evenveel datapunten gemeten. In kolommen E en G staat het

aantal datapunten dat bij deze counts hoort. Om het aantal counts per datapunt te bepalen, worden kolom K en kolom E door elkaar gedeeld, net als kolom M en G. Bij het testen is steeds een epoche grootte van 5 seconden gebruikt. Niet in elke epoche is het aantal datapunten gelijk. Daarom is het van belang om bij elke epoche het aantal datapunten bij elkaar op te tellen, zodat het aandeel van de counts in een bepaalde categorie bepaald kan worden.

De nieuwe datasets worden countsperdatapunt genoemd. Hierin staan nu het aantal counts, per datapunt, per epoche. Nu kan er in een loop bepaald worden welke epoche bij welke snelheid hoort. Als het aantal counts bijvoorbeeld tussen de 34 en 44 ligt, is er op dat moment met een snelheid van 0.139 m/s gereden. In dit voorbeeld wordt 0.139 m/s als waarde gebruikt, maar dit gebeurt voor elke snelheid. Indien er met deze snelheid is gereden, wordt de snelheid in meter per seconde vermenigvuldigd met de lengte van de epoche (zie onderstaande formule ter verduidelijking). Dit wordt opgeteld bij S. Hier is S de afgelegde weg in meters.

$$S = S + ((V * epoche\text{grootte}) * \left(\frac{\text{kolom}E(i, 1)}{\text{somdatapunten}(i, 1)} \right))$$

De eerste loop loopt door de resultaten van kolom K. Deze kolom bevat de counts in de categorie lopen. De tweede loop doet precies hetzelfde voor kolom M. Deze kolom bevat de counts in de categorie rennen. Om ook de snelheid te kunnen geven, wordt er net als bij de afstand (S), een matrix aangemaakt met de snelheid (V). In de loop wordt telkens een regel aan de matrix toegevoegd. Om dit visueel te maken wordt er automatisch een plot gemaakt van V.

Testen van methode

Om te testen of de gekozen en uitgewerkte methode werkt, is er een klein protocol geschreven (zie Tabel 2). Hier zal een bekende afstand (40 meter) meerdere malen gereden worden, met verschillende snelheden. Doordat er met verschillende snelheden wordt gereden, kan er worden gecontroleerd of de code werkt, onafhankelijk van de gereden snelheid. De data uit deze meting kan vervolgens gebruikt worden, door deze als input van de geschreven code te gebruiken. Ook zal er op een loopband gereden worden met verschillende bekende snelheden, zodat de bepaalde snelheid gecontroleerd kan worden. Door het Erasmus MC wordt steeds een acceptatiecriterium van 10% gesteld.

Bevestiging	Bevestig de Wheelactiv8 aan het wiel van de rolstoel.
Rijden	Rijd van de eerste streep tot de tweede streep (40 meter).
Stilstaan	Blijf bij de tweede streep minstens 15 seconden stilstaan.
Herhalen	Herhaal de vorige twee stappen 10 keer, maar rijd steeds op een andere snelheid.

TABEL 2: TESTPROTOCOL VOOR BEPALEN AFSTAND

4. Resultaten

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van zowel het onderzoek naar de validiteit van de commerciële Wheelactiv8 als de resultaten van het onderzoek naar de beste methode voor het bepalen van snelheid en afstand besproken worden.

4.1 Validiteit van de commerciële Wheelactiv8

In dit onderzoek zijn 5 proefpersonen gemeten. In de tabel 3 is een overzicht gegeven van de gemeten data van de commerciële Wheelactiv8 en de videobeelden. De bewegingen zijn verdeeld in de classificaties die de commerciële Wheelactiv8 kan onderscheiden. Daarnaast zijn ook het rijden en snel rijden bij elkaar opgeteld in de tabel. De reden hiervoor is dat behandelaren hebben aangegeven dat ze de snelheid van rijden minder belangrijk vinden dan hoelang er totaal gereden is. Bij het interpreteren van de resultaten moet er rekening gehouden worden met het aantal proefpersonen. Als er een uitschieter is bij een van de metingen, heeft dit een grote invloed op de gemiddelde afwijking. Vanuit het Erasmus wordt een afwijking van 10 % als acceptabel gezien.

De afwijkingen in de categorieën stilstaan en manoeuvreren (respectievelijk 4,9% en 6,5%) zijn acceptabel bevonden. De afwijkingen in de categorieën passief rijden, rijden en snel rijden (respectievelijk 20%, 31,1% en 108,6%) zijn niet acceptabel. Echter, hierbij moet vermeld worden dat bij het samenvoegen van rijden en snel rijden de afwijking daalt naar 6,5%.

PP1	Stilstaan	Passief	Manoeuvreren	Rijden	Snel rijden	Rijden (Totaal)	Totale tijd
A8(s)	250	0	160	245	245	490	900
Video(s)	285	0	159	415	41	456	900
Verschil(s)	-35	0	1	-170	204	34	
Verschil(%)	-14,00	0,00	0,63	-69,39	83,27	6,94	
PP2	Stilstaan	Passief	Manoeuvreren	Rijden	Snel rijden	Rijden (Totaal)	
A8(s)	380	10	310	170	30	200	900
Video(s)	391	0	284	156	69	225	900
Verschil(s)	-11	10	26	14	-39	-25	
Verschil(%)	-2,89	100,00	8,39	8,24	-130,00	-12,50	
PP3	Stilstaan	Passief	Manoeuvreren	Rijden	Snel rijden	Rijden (Totaal)	
A8(s)	335	0	135	65	65	130	600
Video(s)	346	0	114	122	18	140	600
Verschil(s)	-11	0	21	-57	47	-10	
Verschil(%)	-3,18	0,00	18,42	-46,72	261,11	-7,69	
PP4	Stilstaan	Passief	Manoeuvreren	Rijden	Snel rijden	Rijden (Totaal)	
A8(s)	205	0	150	210	35	245	600
Video(s)	207	0	152	221	20	241	600
Verschil(s)	-2	0	-2	-11	15	4	
Verschil(%)	-0,98	0,00	-1,33	-5,24	42,86	1,63	
PP5	Stilstaan	Passief	Manoeuvreren	Rijden	Snel rijden	Rijden (Totaal)	
A8(s)	295	0	165	250	190	440	900
Video(s)	285	0	159	315	141	456	900
Verschil(s)	10	0	6	-65	49	-16	
Verschil(%)	3,39	0,00	3,64	-26,00	25,79	-3,64	
Totaal							
Verschil(s)	13,8	2	11,2	63,4	70,8	17,8	
Verschil(%)	4,887874	20	6,480569	31,11649	108,6046	6,48001998	

TABEL 3: OVERZICHT GEMETEN TIJDSDUUR (IN SECONDEN) VAN ACTIVITEITEN DOOR VIDEOBEELDEN EN WHEELACTIV8 (A8)

4.2 Afstand en snelheid

Om te testen of de afstand en snelheid bepaald kan worden met behulp van de counts van de Wheelactiv8, is er een bekende afstand gereden. Vervolgens is het csv-file die als output is gegeven gebruikt als input voor de Matlab code. Bij een gereden afstand van 400 meter gaf de code in eerste instantie 343,6 meter. Vervolgens is er nogmaals met de rolstoel op de loopband gereden, dit keer met kleinere stapgrootten, om het algoritme te verfijnen. Daarnaast is er tot een hogere snelheid gereden. Dat laatste had veel invloed op de uitkomsten. Op dit moment geeft de code 367.4 meter bij 400 meter gereden, wat dus een afwijking van ruim 8% is.

De snelheid die gegeven wordt komt overeen met de gereden snelheid in km/u. Hiervoor is de uitkomst van de code vergeleken met de eerder gereden test op de loopband en vervolgens nogmaals met dezelfde test waarbij kleinere stapgrootten zijn gebruikt. Deze snelheden kunnen in een plot weergegeven worden, zoals te zien is in Bijlage 3.

4.3 Gebruiksvriendelijkheid

Tijdens het onderzoek zijn er een aantal punten naar voren gekomen op het gebied van gebruiksvriendelijkheid. Deze punten zijn door onderzoekers, fysiotherapeuten en proefpersonen opgesteld.

Onduidelijkheid

In eerste instantie was er nog veel onduidelijkheid over de Wheelactiv8. Dit had te maken met het verschil tussen commerciële versie en professionele versie, maar ook het gebruik van de output van de reguliere Activ8 voor het bepalen van rolstoelgebruik. Het kost meer tijd dan nodig is, omdat hier geen duidelijk overzicht van is.

De mobiele applicatie

Bij het testen van de commerciële Wheelactiv8, is de mobiele applicatie gebruikt om de data van de versnellingsmeter zelf naar de server over te zetten. Hier kwamen een aantal problemen naar voren. Ten eerste werkt de applicatie niet op elke telefoon. Hierdoor moest er regelmatig een telefoon beschikbaar worden gesteld vanuit het Erasmus MC. Daarnaast werkte het synchroniseren regelmatig niet, waardoor er belangrijke data verloren is gegaan. Ook geven gebruikers van de applicatie aan dat de feedback van de applicatie als zeer negatief wordt ervaren. Dit komt voornamelijk door het gezichtje dat treurig kijkt als het doel van die dag nog niet is behaald.

Op dit moment heeft het Rijndam een handleiding geschreven voor het gebruik van de Wheelactiv8 met de mobiele applicatie. Er zijn een aantal proefpersonen geweest die aangaven deze handleiding niet duidelijk genoeg te vinden.

Het dragen van de Wheelactiv8

Proefpersonen hebben tijdens het meerdaags gebruiken een Wheelactiv8 verloren als deze uit de behuizing viel. Dit gebeurde zowel bij de Wheelactiv8 om de pols als aan het wiel. Hierdoor kunnen snel beschadigingen ontstaan. Ook kan niet elke rolstoelgebruiker bij de grond, waardoor ze afhankelijk zijn van mensen in de buurt.

5. Discussie

In dit onderzoek zijn er een aantal punten waar rekening mee gehouden moet worden bij het interpreteren van de resultaten. De discussie zal verdeeld worden in drie delen, het validatieonderzoek, het bepalen van afstand en snelheid en de gebruiksvriendelijkheid.

Validatie onderzoek

Tijdens het valideren van de commerciële Wheelactiv8 was het lastig om genoeg goede proefpersonen te vinden om het product te testen. Daarom kunnen er op dit moment nog geen harde conclusies getrokken worden. In de conclusie zal er een aanbeveling worden geschreven om dit deel te vervolgen. Daarnaast was het een doel om het product bij mensen in de thuissituatie te testen. Door het gebrek aan tijd en proefpersonen die hiertoe bereid waren is dit niet gelukt. Ook komen de resultaten in het validatie onderzoek uit metingen in een sporthal. De ondergrond in deze sporthal is zeer vlak. Gebruikers van de Wheelactiv8 kunnen in het dagelijks leven minder vlakke ondergronden tegenkomen. Dit kan invloed hebben op de counts, zodat er meer of minder activiteit wordt gemonitord.

De verzamelde data van de commerciële Wheelactiv8 kan slechts per 5 minuten of meer worden bekeken. Omdat een bepaalde categorie van bewegen tijdens de metingen nooit 5 minuten duurde, kan er niet bekeken worden op welk moment en bij welke beweging(en) er een onjuiste registratie plaatsvindt. Als het mogelijk is om bijvoorbeeld per 5 seconden te bekijken wat er precies wordt geregistreerd, kan er worden gezocht naar momenten waar de Wheelactiv8 niet registreert wat er op dat moment gebeurt.

Ondanks de slechte resultaten bij het bepalen van tijdsduur van rijden en snel rijden, volgt na het samenvoegen van deze categorieën een afwijking die wel acceptabel is. Het totaal hiervan wordt als belangrijker gezien door behandelaren dan het verschil bepalen tussen beide categorieën. Dit kan als gevolg hebben dat dit in de praktijk minder negatieve invloed heeft dan uit de resultaten blijkt, omdat er wel een goede indicatie gegeven wordt over het totale beweeggedrag van de rolstoelgebruiker.

Bepalen afstand en snelheid

Bij het bepalen van de afstand en snelheid is methode 2 gebruikt die gebruik maakt van de counts van de reguliere Activ8. Echter, dit systeem werkt alleen bij het gebruik van deze versnellingsmeter. De andere methode (methode 1) die beschreven is in dit onderzoek is te gebruiken bij elke versnellingsmeter welke versnellingen kan meten in minstens twee richtingen. Daarnaast is het belangrijkste argument voor het kiezen van methode 2 dat de huidige Wheelactiv8 niet in staat is meer dan anderhalf uur aan ruwe versnellingssignalen op te slaan. Indien in de toekomst een versie wordt ontwikkeld die een groter intern geheugen heeft, kan methode 1 ook gebruikt worden. Dit is relevant omdat methode 2 nog niet in de praktijk is getest. In het geval dat deze methode hier niet voldoet, kan methode 1 nogmaals bekeken worden.

Tijdens de metingen is er gebruik gemaakt van de standaard Wheelactiv8 bevestiging. Dit zijn houders van plastic welke om twee spaken worden geklemd. Door de vorm van deze houders kunnen ze slechts op een afstand van de as bevestigd worden, welke bij elke rolstoel anders kan zijn. Het is echter mogelijk dat de afstand van de as van het wiel tot de Wheelactiv8 invloed heeft op het aantal counts per tijdeenheid, bijvoorbeeld door hogere snelheden bij een grotere afstand tot de as, wat resulteert in grotere versnellingen. Om dit te controleren moet er een onderzoek gedaan worden waarbij er met meerdere rolstoelen, met telkens een andere afstand tot van Wheelactiv8 tot de as van het wiel, precies dezelfde

bewegingen worden gemaakt. Als hier telkens hetzelfde aantal counts per tijdseenheid uit komt, is de Wheelactiv8 waarschijnlijk universeel.

De gebruikte methode is slechts in een lab en op een vlakke ondergrond getest. De resultaten kunnen veranderen als de testen in de leefomgeving, zowel binnenshuis als buitenhuis, zouden worden uitgevoerd. Hierbij kan gedacht worden aan verschillende types ondergrond. Bij een ruwe ondergrond, zullen er meer trillingen ontstaan en kunnen de counts oplopen of verkeerd geregistreerd worden.

Gebruiksvriendelijkheid

Bij het verwerken van de feedback moet rekening worden gehouden met het feit dat de proefpersonen allen oudere personen betrof. Als de Wheelactiv8 door jongere personen gebruikt wordt, bijvoorbeeld in het geval van rolstoelporters, kan hier juist weer andere feedback van komen.

6. Conclusie en aanbevelingen

Uit het validatie onderzoek blijkt dat de commerciële Wheelactiv8 een onacceptabele afwijking heeft in de categorieën passief rijden, rijden en snel rijden. De categorieën stilstaan en manoeuvreren worden wel acceptabel bevonden. Hierbij moet vermeld worden dat passief rijden slechts bij een meting werd waargenomen, terwijl het niet in de meting zat en dit slechts 10 seconde van de 15 minuten werd geconstateerd. Bij het samenvoegen van rijden en snel rijden werd er wel een afwijking gevonden die acceptabel is, wat voor behandelaars in de praktijk meer van belang is dan het onderscheiden van deze categorieën. Opvallend is dat de afwijkingen niet per se onderschattingen zijn, wat verwacht werd wegens feedback uit de praktijk, maar vaak ook overschattingen. Echter, het lage aantal proefpersonen en het feit dat de metingen plaatsvonden in een sporthal in plaats van in de leefomgeving van een proefpersoon, zorgt dat er een vervolgonderzoek plaats zal moeten vinden. Dit onderzoek zal gedeeltelijk gebruik maken van het protocol beschreven in hoofdstuk 2.2. Daarnaast is in Bijlage 1 een protocol geschreven voor metingen die bij proefpersonen thuis uitgevoerd moeten worden.

Uit de resultaten van het onderzoek naar een methode voor het bepalen van snelheid en afstand blijkt dat de counts die reeds gebruikt worden voor de classificatie van gebruik, hier ook voor gebruikt kunnen worden. Met de geschreven MatLab code kan de gereden afstand bepaald worden en de snelheid per epoeche weergegeven worden.

De huidige code is tot dusver getest op een loopband in een lab en op een vlakke ondergrond waar een bekende afstand gereden kon worden. Voor de code in de praktijk gebruikt kan worden, dient deze gevalideerd te worden in de leefomgeving van de gebruiker. Hierbij moet zowel binnenshuis als buitenshuis gereden worden. Daarnaast is er steeds met dezelfde rolstoel getest, met wielen met een diameter van 25 inch. Het gebruik van andere rolstoelen, in het bijzonder met een andere diameter van de wielen, kan het resultaat beïnvloeden. Daarom moet ook dit meegenomen worden in een vervolgonderzoek.

Voordat de commerciële versie van de Wheelactiv8 in grote oplage geproduceerd wordt, moet de mobiele applicatie verbeteren. Met name de problemen met het synchroniseren zorgt voor een zeer negatieve eerste indruk, bij zowel behandelaar als rolstoelgebruiker/patiënt. Daarnaast heeft dit er meerdere malen voor gezorgd dat data verloren is gegaan, waardoor er minder metingen meegenomen konden worden in dit onderzoek dan er zijn gedaan. Ook moet er een duidelijk handleiding komen waarmee rolstoelgebruikers zonder ervaring met smartphones toch gebruik kunnen maken van de Wheelactiv8. Dit zal ook inhouden dat een behandelaar tijd moet maken deze handleiding door te nemen met de gebruiker.

Een veel genoemd punt is het idee dat er een onderschatting plaatsvindt van de tijdsduur van actief gebruik van de rolstoel. Dit is onderzocht in het validatieonderzoek. Uit meerdere onderzoeken (Seligman et al., 2014) blijkt dat positieve feedback een positief effect kan hebben op onder andere motivatie om te bewegen. Bij de applicatie van de Wheelactiv8 wordt juist vaak gebruik gemaakt van een negatieve feedback, zoals een treurig kijkend gezichtje als het doel van de dag nog niet is bereikt. Dit gezichtje staat er al als de gebruiker net uit bed komt en nog niet de kans heeft gehad om genoeg te bewegen. Een systeem met meer positieve feedback zou dus meer motivatie kunnen opleveren om meer te bewegen.

Literatuurlijst

1. Borghouts, L.L. (2007). Fysieke activiteit en gezondheid. Amstelveen: Fontys Hogescholen.
2. Ten Have, M., De Graaf, R., & Monshouwer, K. (2009). Sporten en psychische gezondheid. Utrecht: Trimbos-instituut.
3. Nooijen C.F., de Groot S., Postma K.I. (2012) A more active lifestyle in persons with a recent spinal cord injury benefits physical fitness and health. Spinal Cord.
4. Hicks A.L., Martin K.A., Ditor D.S. (2003). Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. Spinal Cord.
5. Leving M.T., Horemans H.L.D., Vegter R.J.K., De Groot S., Bussmann J.B.J., Van Der Woude L.H.V. (2018). Validity of consumer-grade activity monitor to identify manual wheelchair propulsion in standardized activities of daily living. PLOS one.
6. Coulter, E.H., Dall, P.M., Rochester, L., Hasler, J.P., Granat, M.H. (2010). Development and validation of a physical activity monitor for use on a wheelchair. <https://www.nature.com/articles/sc2010126>
7. Sonenblum, S.E., Sprigle, S., Caspall, J., Lopez, R. (2012). Validation of an accelerometer-based method to measure the use of manual wheelchairs. Medical Engineering and Physics. <https://www.sciencedirect.com/journal/medical-engineering-and-physics>.
8. Seligman, E.P.M., Csikszentmihalyi, M., (2014). Positive Psychology: An Introduction. Flow and the foundation of positive psychology. Springer, Dordrecht.

Bijlagen

Bijlage 1: Testprotocol

Aanleiding

Vanuit de behandelaren die de Wheelactiv8 hebben gebruikt komt de vraag naar validatie van het product in de praktijk. Zij vermoeden dat er een onderschatting plaatsvindt van de duur van gebruik van de rolstoel. Daarnaast is er nog weinig inzicht in het gebruik van rolstoelen bij mensen thuis. Om dit te testen zal er een validatieonderzoek plaatsvinden bestaande uit metingen bij Rijndam Validatie en bij rolstoelgebruikers thuis. De validatie van de wheelactiv8 zal onderzocht worden door de uitkomsten van de wheelactiv8 te vergelijken met een video analyse.

Opbouw metingen

De metingen zullen bestaan uit twee onderdelen. Ten eerste zal er een protocol geschreven worden met dagelijkse activiteiten. Het is hier van belang dat de activiteiten benoemd worden, maar niet beschreven hoe deze uitgevoerd moeten worden. Hierdoor ontstaat er meer inzicht in hoe men bepaalde activiteiten uitvoert.

Daarnaast zal de proefpersoon zijn gebruikelijke ritme volgen, zodat er zoveel mogelijke relevante bewegingen worden gemeten.

Deze twee onderdelen zullen zowel thuis als in het revalidatiecentrum gemeten worden.

Benodigdheden:

- Wheelactiv8 (Consumenten versie), bestaande uit twee wheelactiv8 units, twee USB naar micro USB-kabels, een adapter, een polsband en een wiel bevestiging.
- Wheelactiv8 (Professionele versie), bestaande uit twee wheelactiv8 units, twee USB naar micro USB-kabels, een adapter, een polsband en een wiel bevestiging.
- Laptop
- Camera
- Statief
- Leefomgeving
- Handleiding Wheelactiv8
- Proefpersoon
- Rolstoel (handmatig aangedreven)

De camera zal zowel op het statief staan als in de hand gehouden worden.

Uit te voeren activiteiten:

- Tafeldekken
- Vaat wassen
- Huis opruimen
- Van keuken naar slaapkamer, hier in bed gaan liggen, uit bed komen en naar woonkamer begeven

Indien mogelijk:

- Boodschappen doen
- Naar een locatie gaan waar proefpersoon vaak komt, denk aan vrienden/familie in de buurt, sportvereniging, restaurant of iets dergelijks

Bijlage 2: MatLab script

```
clc;
clear all

filename = uigetfile('Open het bestand');
epoch = inputdlg('Wat is de epoche grootte?');
epoch = str2double(epoch);

% invoeren welke regels er gebruikt zullen worden voor de berekening
regel1 = inputdlg('Bij welke regel in het bestand moet de meting
beginnen?');
regel1 = str2double(regel1);
regel2 = inputdlg('Bij welke regel in het bestand moet de meting
stoppen?');
regel2 = str2double(regel2);

if regel1 >= regel2
    regel1 = inputdlg('De eerste regel moet een lager getal zijn dan de
tweede regel. Bij welke regel in het bestand moet de meting beginnen?');
    regel1 = str2double(regel1);
    regel2 = inputdlg('Bij welke regel in het bestand moet de meting
stoppen?');
    regel2 = str2double(regel2);
end

% gebruikte kolommen inladen om hiermee te kunnen rekenen
columnK = xlsread(filename, 'K2:K500');
columnE = xlsread(filename, 'E2:E500');
columnM = xlsread(filename, 'M2:M500');
columnG = xlsread(filename, 'G2:G500');

% omrekenen tot counts per datapunt, zodat het aantal counts vergelijkbaar
% is
countsperdatapunt1 = (columnK ./ columnE);
countsperdatapunt2 = (columnM ./ columnG);

% NaN vervangen door 0
countsperdatapunt1(isnan(countsperdatapunt1)) = 0;
countsperdatapunt2(isnan(countsperdatapunt2)) = 0;
datapunten = xlsread(filename, 'B2:G500');

% datapunten bij elkaar optellen, om later hierdoor te kunnen delen
somdatapunten = sum(datapunten,2);

S = 0;
V = zeros(regel2-regel1,1);

for i = regel1:regel2

    if countsperdatapunt1(i,1) == 0
        S = S+0;
        V(i,1) = 0;

    elseif countsperdatapunt1(i,1) > 0 && countsperdatapunt1(i,1) < 34
        S = S+((0.07*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = +0.07;

    elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 34 && countsperdatapunt1(i,1) < 44
```

```

        S = S+((0.139*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = +0.139;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 44 && countsperdatapunt1(i,1) < 51.5
    S = S+((0.278*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +0.278;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 51.5 && countsperdatapunt1(i,1) < 54
    S = S+((0.417*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +0.417;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 54 && countsperdatapunt1(i,1) < 54.7
    S = S+((0.556*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +0.556;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 54.7 && countsperdatapunt1(i,1) <
55.7
    S = S+((0.694*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +0.694;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 55.7 && countsperdatapunt1(i,1) <
56.3
    S = S+((0.833*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +0.833;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 56.3 && countsperdatapunt1(i,1) < 57
    S = S+((0.972*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +0.972;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 57 && countsperdatapunt1(i,1) < 57.6
    S = S+((1.111*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +1.111;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 57.6 && countsperdatapunt1(i,1) <
58.3
    S = S+((1.25*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +1.25;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 58.3 && countsperdatapunt1(i,1) <
58.9
    S = S+((1.389*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +1.389;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 58.9 && countsperdatapunt1(i,1) <
59.5
    S = S+((1.528*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +1.528;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 59.5 && countsperdatapunt1(i,1) <
60.2
    S = S+((1.667*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +1.667;

elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 60.2 && countsperdatapunt1(i,1) <
60.9
    S = S+((1.806*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
    V(i,1) = +1.806;

```

```

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 60.9 && countsperdatapunt1(i,1) <
61.5
            S = S+((1.944*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +1.944;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 61.5 && countsperdatapunt1(i,1) <
62.1
            S = S+((2.083*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.083;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 62.1 && countsperdatapunt1(i,1) <
62.6
            S = S+((2.222*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.222;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 62.6 && countsperdatapunt1(i,1) <
63.0
            S = S+((2.361*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.361;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 63.0 && countsperdatapunt1(i,1) <
63.5
            S = S+((2.5*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.5;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 63.5 && countsperdatapunt1(i,1) <
64.0
            S = S+((2.639*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.639;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 64.4 && countsperdatapunt1(i,1) <
64.8
            S = S+((2.778*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.778;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 64.8 && countsperdatapunt1(i,1) <
65.3
            S = S+((2.917*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.917;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 65.7 && countsperdatapunt1(i,1) <
66.2
            S = S+((3.056*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +3.056;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 66.2 && countsperdatapunt1(i,1) <
66.8
            S = S+((3.194*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +3.194;

        elseif countsperdatapunt1(i,1) >= 66.8 && countsperdatapunt1(i,1) <
69.7
            S = S+((3.333*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +3.333;

    end
end

```



```

for i = regel1:regel2

    if countsperdatapunt2(i,1) == 0
        S = S+0;
        V(i,1) = V(i,1)+0;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) > 0 && countsperdatapunt2(i,1) < 34
        S = S+((0.07*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.07;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 34 && countsperdatapunt2(i,1) < 44
        S = S+((0.139*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.139;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 44 && countsperdatapunt2(i,1) < 51.5
        S = S+((0.278*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.278;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 51.5 && countsperdatapunt2(i,1) < 54
        S = S+((0.417*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.417;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 54 && countsperdatapunt2(i,1) < 54.7
        S = S+((0.556*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.556;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 54.7 && countsperdatapunt2(i,1) <
55.7
        S = S+((0.694*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.694;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 55.7 && countsperdatapunt2(i,1) <
56.3
        S = S+((0.833*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.833;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 56.3 && countsperdatapunt2(i,1) < 57
        S = S+((0.972*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 0.972;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 57 && countsperdatapunt2(i,1) < 57.6
        S = S+((1.111*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 1.111;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 57.6 && countsperdatapunt2(i,1) <
58.3
        S = S+((1.25*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 1.25;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 58.3 && countsperdatapunt2(i,1) <
58.9
        S = S+((1.389*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 1.389;

    elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 58.9 && countsperdatapunt2(i,1) <
59.5
        S = S+((1.528*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
        V(i,1) = 1.528;

```

```

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 59.5 && countsperdatapunt2(i,1) <
60.2
            S = S+((1.667*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = 1.667;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 60.2 && countsperdatapunt2(i,1) <
60.9
            S = S+((1.806*epoch)*(columnG(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = 1.806;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 61.5 && countsperdatapunt2(i,1) <
62.1
            S = S+((2.083*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.083;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 62.1 && countsperdatapunt2(i,1) <
62.6
            S = S+((2.222*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.222;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 62.6 && countsperdatapunt2(i,1) <
63.0
            S = S+((2.361*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.361;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 63.0 && countsperdatapunt2(i,1) <
63.5
            S = S+((2.5*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.5;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 63.5 && countsperdatapunt2(i,1) <
64.0
            S = S+((2.639*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.639;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 64.4 && countsperdatapunt2(i,1) <
64.8
            S = S+((2.778*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.778;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 64.8 && countsperdatapunt2(i,1) <
65.3
            S = S+((2.917*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +2.917;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 65.7 && countsperdatapunt2(i,1) <
66.2
            S = S+((3.056*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +3.056;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 66.2 && countsperdatapunt2(i,1) <
66.8
            S = S+((3.194*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));
            V(i,1) = +3.194;

        elseif countsperdatapunt2(i,1) >= 66.8 && countsperdatapunt2(i,1) <
69.7
            S = S+((3.333*epoch)*(columnE(i,1)/somdatapunten(i,1)));

```

```

        V(i,1) = +3.333;

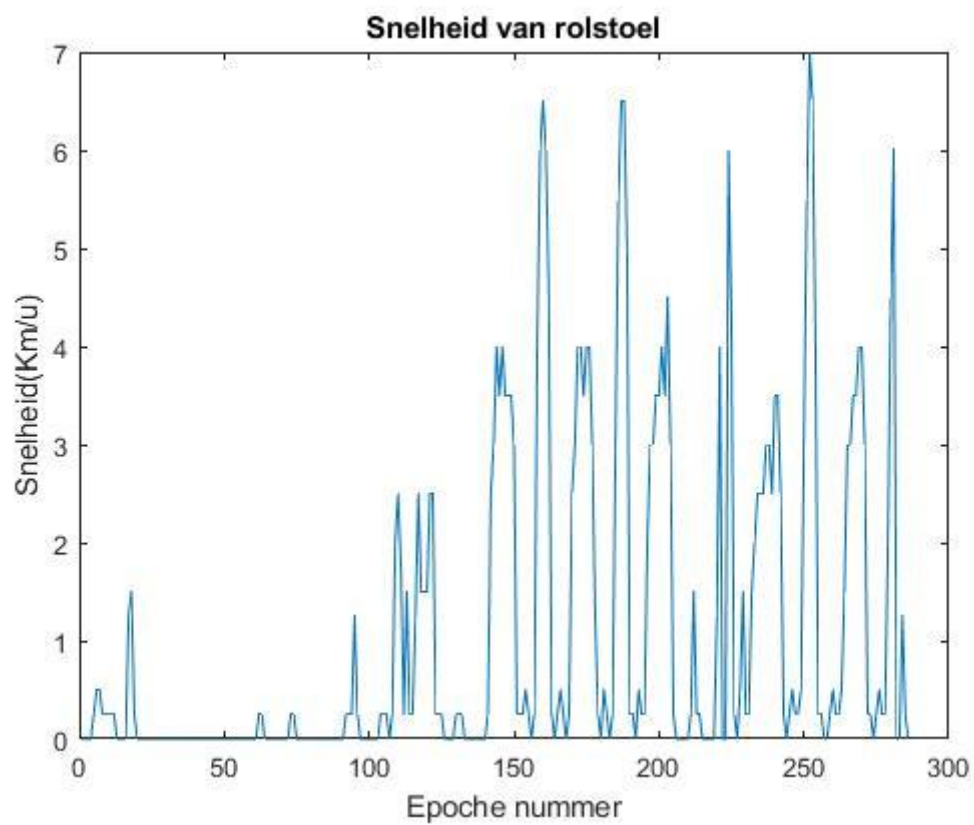
    end
end

% snelheid van m/s omzetten naar Km/u
VKmU = V.*3.6;

% snelheid plotten tegen de epoches
figure
plot(VKmU);
title('Snelheid van rolstoel')
xlabel('Epoche nummer')
ylabel('Verloop van rolstoel snelheid(Km/u) ')

```

Bijlage 3: Plot gegeven door Matlab



FIGUUR 6: PLOT UIT MATLAB MET VERLOOP VAN SNELHEID VAN DE ROLSTOEL. HIER IS WEERGEGEVEN WAT DE SNELHEID IS VAN DE ROLSTOEL, OP WELK MOMENT IN DE TIJD.

Bijlage 4: Projectvoorstel

Afstudeervoorstel Robbert de Leeuw

14090007

robertdeleeuw_19@hotmail.com

Studievoortgang

Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 11 (*max 36*): 36

Minor: Projectmanagement afgerond: Ja

Stage 2 afgerond (j/n): Ja

Totaal aantal behaalde vrije STPs: 30 (in behandeling op Osiris)

Openstaande toetsen (+ module): Bewegingsanalyse en Pathologie II (mod.

10)

1. Onderwerp

(Werk)Titel: WheelActiv8, optimalisering en uitbreiding van functies

Werkveld: Revalidatie

Beroepsrol: Ontwerper en analist

Extern project (J/N): Ja

Naam opdrachtgevers: Erasmus MC, Rijndam Revalidatie, 2M Engineering

Contactpersoon (naam en mailadres):

Herwin Horemans, h.l.d.horemans@erasmusmc.nl

2. Probleem en doelstelling

In een samenwerking met het Erasmus MC, Rijndam en 2M Engineering is er een prototype voor de WheelActiv8 ontwikkeld. Deze meet hoeveel een persoon actief gebruik heeft gemaakt van een rolstoel, door middel van twee versnellingsmeters. Deze versnellingsmeters zijn beide een Activ8. Door deze te plaatsen aan de pols en aan het wiel van de rolstoel, kunnen er met versnellingsignalen patronen herkend worden. Deze kunnen vervolgens worden gekoppeld aan bewegingen van de pols en het wiel. Op die manier kan er onderscheidt worden gemaakt in het zelf aandrijven (actief) van de rolstoel en voortgeduwd worden door een tweede persoon (passief). De gegevens kunnen middels een mobiele applicatie weergegeven worden, waardoor deze ook zonder technische kennis begrijpbaar zijn.

Echter, op dit moment kan er alleen aangegeven worden voor hoe lang er is gereden in de rolstoel, met slechts onderscheid tussen actief en passief voortbewegen. Behandelaren van patiënten die gebruik maken van een rolstoel en rolstoelgebruikers in de sport geven aan daarnaast ook baat te hebben bij kennis over de parameters snelheid en afstand die gereden wordt.

Ook wordt er ervaren dat op dit moment de gegeven tijd dat er actief wordt gereden in de rolstoel een onderschatting van de werkelijkheid is. Uit eerder onderzoek van Kooijmans et al (2014) bleek ook dat de detectiealgoritmes niet optimaal zijn. Dit moet getest en indien nodig opgelost worden.

De WheelActiv8 moet werken voor iedereen die gebruik maakt van een 'normale' rolstoel. D.w.z. een rolstoel die zelf aangedreven is en aangedreven wordt door de hoepel van het wiel voorwaarts te duwen met de handen. Om dit te bereiken moet de huidige code worden aangevuld met nieuwe algoritmes. De bestaande code is in Matlab geschreven, de nieuwe algoritmes die toegevoegd worden zullen ook in Matlab worden geschreven. Hiervoor is de code nodig die op dit moment wordt gebruikt om de data uit de Activ8 te verwerken (geschreven door H. Horemans).

Het onderzoek zal antwoord geven op de vragen: "Waardoor is de detectie van de tijdsduur van het rolstoelgebruik niet optimaal, en hoe kan deze worden verbeterd?" en "Hoe kunnen snelheid en afstand zo goed mogelijk worden bepaald met de Activ8?". In het hoofdstuk Analyse zullen deze vragen verder worden uitgewerkt.

3. Methode

Het doel van het project is het ontwikkelen van een nieuwe Matlab code, welke voor een deel bestaat uit de huidige code van de WheelActiv8 en wordt uitgebreid met nieuwe algoritmes. Deze code moet worden getest en geëvalueerd. Hoe kan er met de Activ8 snelheid, afstand en tijdsduur van gebruik van een handaangedreven rolstoel nauwkeurig worden gemeten?

Om dit doel te behalen zullen er een aantal fases doorlopen worden. Eerst wordt er een vooronderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek wordt gedaan met behulp van input van de opdrachtgever en een literatuuronderzoek. Vervolgens zal er een analyse plaatsvinden, waarin een aantal vragen worden beantwoord. Met het antwoord op deze vragen kan er een oplossing ontworpen worden, die vervolgens zal leiden tot een aanvulling op de huidige code. Na deze te hebben getest en geëvalueerd zal deze code eventueel worden aangepast.

4. Vooronderzoek

De afwijking in de detectie van de tijdsduur van actief gebruik van de rolstoel wordt van twee kanten bekeken. Ten eerste zijn er op dit moment gebruikers van het systeem die feedback hebben gegeven over hun ervaringen. Uit gesprekken met Herwin Horemans blijkt dat bij de huidige gebruikers een onderschatting van het aantal uren actief gebruik wordt ervaren. Dit is niet volledig objectief en niet getest, maar omdat dit voortdurend terug komt vanuit de gebruikers, moet dit worden onderzocht.

In het onderzoek van Kooijmans et al (2014) zijn de data van de WheelActiv8 naast video analyse gezet. Hieruit blijkt dat de algemene overeenkomst 85% is, waarbij zelf aangedreven traag rijden op een loopband, rijden op een helling op een loopband en geduwd worden terwijl er veel bewogen wordt met de armen de laagste percentages overeenkomst geven. In het artikel van E. Claridge (2017) wordt gezegd dat de WheelActiv8 veelbelovend is, maar omdat het onderzoek slechts drie proefpersonen betrof kan er geen uitspraak worden gedaan over de betrouwbaarheid bij een grote groep.

4. Analyse

Vanuit de opdrachtgever zijn twee vragen gegeven (1 en 2):

1. Waardoor is de detectie van de tijdsduur van het rolstoelgebruik niet optimaal, en hoe kan deze worden verbeterd?

Om deze vraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- A. Wat is de afwijking en bij welke bewegingen komt deze voor?
Hiervoor zal onder andere het eerder uitgevoerde onderzoek van Kooijmans et al (2014) worden gebruikt, omdat dit hierin is getest. Echter, hiervoor is alleen gekeken naar bewegingen op een loopband. De feedback van de gebruikers komt vanuit de praktijk, waar de rolstoel wordt gebruikt in een huis of op een afdeling in het ziekenhuis/revalidatiecentrum. Daarom moet er een test worden uitgevoerd in een omgeving waar rolstoelgebruikers in de praktijk gebruik maken van de rolstoel.
- B. Komt de afwijking door de code of de versnellingsmeter?
Door met verschillende versnellingsmeters hetzelfde te meten, kan worden getest of de fout in de Activ8 zit. In dit geval moet vraag B1 beantwoord worden. Zo niet, dan zit de fout in de code en moet vraag B2 worden beantwoord.
- B1. Komt er vaker een afwijking voor op het gebied van meter van tijdsduur bij het gebruik van versnellingsmeters en waaraan ligt dit?
In een literatuurstudie zal worden nagegaan of dit probleem eerder is voorgekomen en mogelijk is opgelost. Met deze informatie kan er naar mogelijke overeenkomsten worden gezocht.
- B2. Zit er een rekenkudige of algoritmische fout in de code?
Door de code te bestuderen kunnen er fouten naar voren komen. Aangezien de code door de begeleider van opdracht is geschreven, kan deze hierbij hulp bieden. Indien nodig zullen er docenten van de opleiding Bewegingstechnologie geraadpleegd worden die ervaring hebben met dergelijke codes.
2. Hoe kunnen snelheid en afstand zo goed mogelijk worden bepaald met de Activ8?

Ook om deze vraag te beantwoorden zijn er deelvragen opgesteld:

- A. Wat is het verband tussen versnelling, snelheid en afstand?
De accelerometer meet versnellingen. Door rekenkundig het verband tussen versnelling, snelheid en afstand te bepalen, kunnen er op deze manier algoritmes gegeven worden die de snelheid en afstand bepalen.
- B. Zijn er bestaande systemen die snelheid en afstand bepalen met accelerometers?
Door een marktonderzoek te doen kan er worden gezien of er op dit moment systemen zijn die dit doen. Als er dergelijke systemen bestaan, is het van belang dat wordt onderzocht hoe deze systemen dit bepalen. Op die manier kan hiervan geleerd worden, om de code voor de WheelActiv8 te verbeteren.

Voor deze fase zijn er een aantal contacten nodig. Ten eerste zal er via H. Horemans moeten worden geregeld dat er metingen kunnen worden uitgevoerd in het Erasmus MC. Daarnaast zal hij ook worden benaderd voor inhoudelijke informatie over de bestaande code. Ook zal er regelmatig contact zijn met de Haagse Hogeschool, om de voortgang bij te houden, maar ook voor inhoudelijke ondersteuning indien nodig.

5. Ontwerpfase

In deze fase zullen er een aantal overzichten gemaakt worden van de code. Deze geven de opbouw weer van de code. Hier zal er één uit worden gekozen. Deze keuze wordt gemaakt met de opdrachtgever. Door dit volledig en overzichtelijk te doen, kunnen de plannen makkelijk met verschillende partijen worden besproken. Hierbij zal er voornamelijk contact zijn met de opdrachtgever.

6. Vervaardigingsfase

In deze fase zal de code worden geschreven, met het overzicht van de ontwerpfase als houvast. Er zal een werkende code worden gemaakt, die een uitbereiding en/of aanpassing moet zijn van de bestaande code. In deze fase moet er ook gekeken worden naar de leesbaarheid van de code. Indien er in een ander stadium iemand anders verder gaat met dit ontwerp, moet de code goed te lezen en te

begrijpen zijn. Deze fase kan opnieuw voorkomen indien de testresultaten niet voldoende zijn. Er wordt verwacht dat dit zeker een keer zal gebeuren, vandaar dat hier in de planning rekening mee wordt gehouden.

7. Testfase/Evaluatiefase

In deze fase zal de code worden getest. De pilotmeting zal worden uitgevoerd door een stagiair of werknemer van het Erasmus MC of Rijndam Revalidatie. Naar aanleiding van deze meting zal er in overleg met de opdrachtgever worden besproken of het mogelijk is met rolstoelgebruikers te meten. Het doel is om in deze fase vijftien proefpersonen te meten. Dit zal eerst in het lab van het Erasmus MC zijn. Indien hier niet de verwachte resultaten worden geboekt, moet de code aangepast worden. Dit houdt in dat de vorige fase nogmaals doorlopen wordt. Op het moment dat de resultaten wel voldoende zijn (binnen een later te bepalen range) kunnen er metingen worden gedaan in een andere omgeving, zoals op een afdeling of thuis. Hiervoor moeten er minstens tien proefpersonen worden benaderd en getest.

8. Voorlopige literatuurlijst

1. Claridge, E. (2017). Measurement of Body Postures and Movements in Adults with Cerebral Palsy. *Rehabilitation science*.
2. Kooijmans, H., Horemans, H.L., Stam, H.J., Bussmann, J.J. (2014). Valid detection of self-propelled wheelchair driving with two accelerometers. [*Physiol Meas.* 35\(11\):2297-306](#)

9. Planning

Datum	5 /3	1 2/ 3	1 9/ 3	2 6/ 3	2 /4	9 /4	1 6/ 4	2 3/ 4	3 0/ 4	7 /5	1 4/ 5	2 1/ 5	2 8/ 5	4 /6	1 1/ 6	18 /6
Analyse																
Deelvragen																
Literatuuronderzoek																
Testen																
Marktonderzoek																
Ontwerpfase																
Opstellen PvE																
Algoritmes opstellen																
Code overzicht																
Vervaardigingsfase																
Detectie verbetering																
Nieuwe functies code																
Testen en Evaluatie																
Testen in Lab																
Testen in leefomgeving																
Verslaglegging																
Scriptie																
Presentatie																

10. Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase

Naar aanleiding van persoonlijke interesses en eerdere stages zijn zal er aan de volgende leerdoelen worden gewerkt.

ICT(A7): De bewegingstechnoloog kan zelfstandig softwareprogramma's ontwikkelen en toepassen voor randapparatuur en bewegingstechnologische toepassingen;
Deze competentie staat zeer centraal in de opdracht. Om me hierin te ontwikkelen ga ik een programma schrijven voor de WheelActiv8. Voor het einde van het afstudeertraject moet ik een werkend programma opleveren.

Sociaal & communicatief functioneren (P9): De bewegingstechnoloog kan effectief sociaal en communicatief functioneren in de multidisciplinaire beroepscontext.
Hierin zal ik me ontwikkelen door met verschillende mensen van verschillende disciplines te communiceren. Ook is het contact met mensen met een beperking die als proefpersoon zullen fungeren van belang. Tijdens de testfases moet ik meerdere afspraken hebben gemaakt met proefpersonen, maar ook met behandelaren.

Bewegingsanalyse (B1): Bewegingsregistratie: De bewegingstechnoloog kan met behulp van bewegingsregistratie technieken verschillende parameters op het terrein van bewegingen vastleggen, kwantificeren en analyseren;
Om betrouwbare resultaten te verkrijgen is deze competentie van belang. Bij het testen van het product zal er door middel van bewegingsregistratie worden gekeken of het product naar behoren werkt. Uit de testen moeten relevante data komen, die ik moet verwerken voor het schrijven van mijn scriptie.