



T. M. Verschuren

25 Oktober 2017

HET KWANTIFICEREN VAN MOTORISCHE VAARDIGHEID DOOR MIDDEL VAN SENSOREN

**Een onderzoek naar het inzetten
van versnellingsensoren voor
het kwantificeren van de
motorische kwaliteit**

MSc Scriptie

Haagse Hogeschool

Faculteit Gezondheid, voeding & Sport

Mens & Techniek | Bewegingstechnologie

Begeleiders:

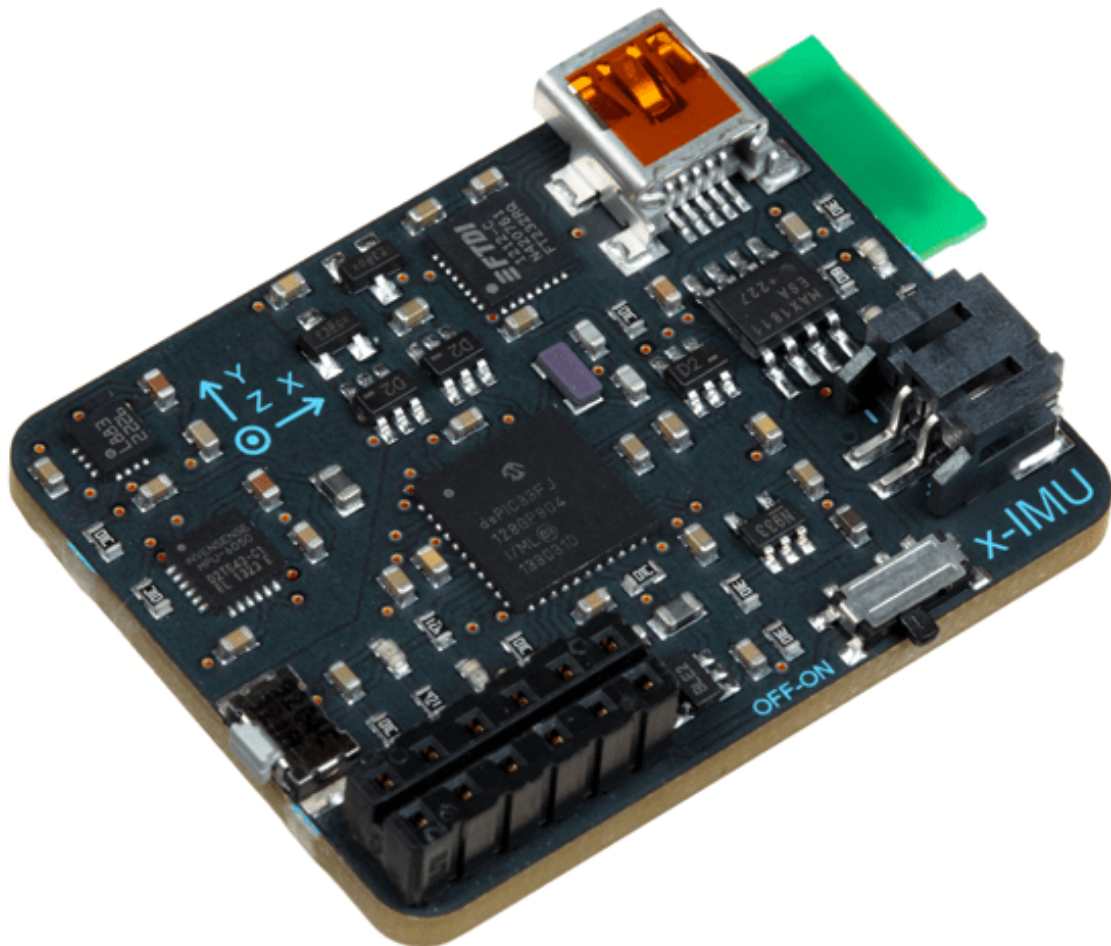
Monique Berger

Rienk van der Slikke

Opdrachtgever HALO:

Joris Hoeboer

Het kwantificeren van motorische vaardigheid door middel van versnellingssensoren



Naam: Thomas Verschuren

Studentnummer: 12049506

Begeleiders: Monique Berger & Rienk van der Slikke

Opdrachtgever: Joris Hoeboer

Datum: 25 Oktober 2017

Voorwoord

Deze afstudeerscriptie is opgesteld in navolging van het afstudeeronderzoek van Thomas Verschuren, student Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool. De inhoud van deze scriptie bestaat uit de verslaglegging van een pilotstudie, welke een indicatie geeft over de mogelijkheid om op grotere schaal de motorische ontwikkeling bij kinderen te meten. Daarnaast bevat deze scriptie een handleiding, welke in de toekomst gebruikt kan worden bij vervolgonderzoek.

Dit afstudeeronderzoek omvat een onderzoek naar de motorische ontwikkeling van kinderen en is uitgevoerd naar aanleiding van een vraag van de HALO. De vraag luidde: *Is het mogelijk om met behulp van versnellingssensoren de kwaliteit van motorische vaardigheid als uitkomst van het Athletic Skills Beweegparcours te kwantificeren?*

Ik heb getracht om door middel van een pilotstudie een algoritme voor de versnellingssensoren te vinden, waarmee de motorische vaardigheid kwantitatief kan worden uitgedrukt. Aan de hand van dit algoritme kan er in de toekomst een groter onderzoek op touw worden gezet, welke de mogelijkheid geeft om bepaalde normwaarden voor verschillende groepen kinderen te vinden. Op deze wijze kunnen deze versnellingssensoren in de toekomst worden ingezet op basisscholen en in het speciaal onderwijs om bewegingsachterstanden vroegtijdig op te sporen, of juist om talentontwikkeling te stimuleren. Daarnaast biedt het de mogelijkheid om de motorische ontwikkeling te monitoren. Dit onderzoek heeft dus een directe invloed op de stimulans om kinderen zich motorisch verder te ontplooien. Dit leidt ertoe dat dit vooronderzoek een zeer belangrijke stap is naar een goede motorische ontwikkeling bij kinderen.

Ik wil dan ook iedereen bedanken die dit afstudeeronderzoek mogelijk heeft gemaakt. Een extra dank gaat uit naar mijn begeleiders Monique Berger en Rienk van der Slikke en naar mijn opdrachtgever Joris Hoeboer, omdat zij mij deze gehele afstudeerperiode hebben ondersteund als ik tegen dingen aanliep en mij een kapstok hebben gegeven om dit afstudeeronderzoek tot een succes te maken. Daarnaast gaat er een extra dank naar Daniel Dees en Demi van der Sluis, studenten van de HALO die mij hebben geholpen bij de uitvoering van de metingen. Als laatste wil ik mijn dank uitspreken aan alle proefpersonen die deel hebben genomen aan dit onderzoek en wil ik GV de Samensprong en montessorischool De Abeel bedanken voor het beschikbaar stellen van de gymzaal zodat ik metingen kon uitvoeren. Zonder deze steun was dit onderzoek niet mogelijk geweest en kon er geen basis worden gelegd voor een sportiever leven van onze jongste generatie.

Inhoudsopgave

Voorwoord	blz. 2
Samenvatting	blz. 4
Inleiding	blz. 5
Proefmeting	Blz. 7
Inleiding	blz. 7
Meetmethode	blz. 7
Dataverwerking	blz. 9
Resultaten	blz. 11
Conclusie proefmeting	blz. 17
Pilotmeting	blz. 18
Inleiding	blz. 18
Meetmethode	blz. 18
Dataverwerking	blz. 19
Resultaten	blz. 20
Discussie	blz. 24
Conclusie	blz. 26
Literatuurlijst	blz. 27
Bijlages	blz. 28
Bijlage I: AS Beweegparcours	blz. 28
Bijlage II: Versnelling	blz. 31
Bijlage III: Meetprotocol proefmeting	blz. 34
Bijlage IV: MATLAB-code	blz. 36
Bijlage V: Resultaten proefmeting in MATLAB	blz. 45
Bijlage VI: Aantal pieken in de Jerk van de proefmeting	blz. 47
Bijlage VII: Meetprotocol pilotmeting	blz. 49
Bijlage VIII: Resultaten pilotmeting	blz. 52
Bijlage IX: Hardware aansluiten	blz. 56
Bijlage X: Software gebruik tijdens de meting	blz. 58
Bijlage XI: Onderzoeksvoorstel	blz. 63

Samenvatting

Het is belangrijk dat kinderen van jongs af aan voldoende lichamelijk actief zijn, zodat de motorische vaardigheid zich sterk kan ontwikkelen. Door deze motorische vaardigheid te meten kunnen bewegingsachterstanden en talentontwikkeling vroegtijdig worden opgespoord; hiervoor is het Athletic Skills (AS) Beweegparcours ontwikkeld. Dit is een beweegparcours bestaande uit verschillende motorische vaardigheden, die doormiddel van een tijdsmeting de motorische vaardigheid kwantificeert. Bij dit onderzoek wordt er onderzocht of versnellingssensoren meer gedetailleerde informatie over de motorische vaardigheid geven dan alleen een tijdsmeting, tijdens metingen op het AS Beweegparcours.

De volgende onderzoeksvraag was opgesteld voor dit onderzoek: *Is het mogelijk om met behulp van versnellingssensoren de kwaliteit van de motorische vaardigheid gemeten met het AS Beweegparcours te kwantificeren? En wat is de relatie tussen de resultaten van de versnellingssensoren en de benodigde tijd op het AS beweegparcours?*

Om de motorische vaardigheid te kunnen kwantificeren, moest er een uitkomstmaat voor de versnellingssensoren worden vastgesteld. Door het uitvoeren van een literatuurstudie werd het aantal pieken in de 'Jerk'-grafiek als uitkomstmaat gevonden. De Jerk is de verandering van de versnelling en drukt uit hoe vloeiend een beweging wordt uitgevoerd. Bij een hogere beheersingsgraad van een vaardigheid wordt de beweging vloeiender uitgevoerd en worden minder pieken in de Jerk-grafiek gemeten. Om te onderzoeken of deze uitkomstmaat valide is voor het AS Beweegparcours is een proefmeting uitgevoerd. Bij deze proefmeting werden 4 proefpersonen gemeten op het beweegparcours. Deze 4 proefpersonen werden verdeeld in 2 groepen, een groep waarvan de motorische vaardigheid goed was en een groep waarvan de motorische vaardigheid minder goed was. Tijdens het doorlopen van het beweegparcours werd de benodigde tijd bijgehouden met een stopwatch en werd de beweging geregistreerd door versnellingssensoren op de scheen, rond de middel en op het hoofd. Aan de hand van de resultaten kon worden vastgesteld dat het verschil in niveau goed te analyseren was met beide meetmethoden. Zo had de goede groep minder tijd nodig voor het parcours en werden er minder pieken in de Jerk gemeten. Het aantal pieken in de Jerk bleek dus een goede uitkomstmaat om de motorische vaardigheid te kwantificeren van de 2 groepen. Daarnaast kon worden vastgesteld dat de sensor rond de middel het meest sensitief de beweging registreerde.

Om te onderzoeken of de uitkomstmaat ook geschikt is voor het in kaart brengen van een breder spectrum van motorische vaardigheid, werd het onderzoek uitgebreid met 29 proefpersonen op het beweegparcours. Deze proefpersonen werden door een docent beoordeeld op motorische vaardigheid. Op deze wijze werden ze onderverdeeld in 4 groepen, namelijk proefpersonen met een matige-, een gemiddelde-, een goede- en een zeer goede motorische vaardigheid. De proefpersonen doorliepen het beweegparcours waarbij de tijd werd gemeten per vaardigheid. Een versnellingssensor rond de middel registreerde de beweging. Door de resultaten van de 4 groepen met elkaar te vergelijken kon worden vastgesteld dat met beide meetmethode, de tijdsregistratie en de versnellingssensoren, een goed onderscheid in vaardigheidsniveau kan worden gemaakt. Zo bleek de groep met een matige motorische vaardigheid het langst over het parcours te doen en de meeste pieken in de Jerk te meten. De groep met de zeer goede motorische vaardigheid bleek het snelst over het parcours te gaan en de minste pieken in de Jerk te meten.

De resultaten van dit onderzoeken werden ook gebruikt om te onderzoeken of het aantal pieken in de Jerk meer gedetailleerde informatie geeft over de motorische vaardigheid. Hiervoor werd voor ieder vaardigheidsniveau het aantal pieken in de Jerk, door middel van de tijdsmeting, omgezet naar het aantal pieken per seconde. Uit de resultaten bleken er geen grote verschillen tussen de verschillende groepen te worden gevonden. Waardoor er kan worden geconcludeerd dat de sensormeting en de tijdsmeting evenveel inzicht geven in de motorische vaardigheid. De tijdsmeting is op zichzelf dus al een goede methode om de kwaliteit van motorisch vaardigheid te kwantificeren.

Inleiding

Docenten lichamelijke opvoeding (LO) zorgen voor het fundament voor goed leren bewegen tijdens de jeugd. Dat is belangrijk, want tachtig procent van de kinderen is onvoldoende lichamelijk actief en haalt de Nederlandse Norm Gezond Bewegen niet (Hildebrandt et al. 2013). Tijdens de gymles leggen docenten LO de basis voor een leven lang goed bewegen en sporten. Dit doen zij onder andere door zich te richten op de motorische ontwikkeling van kinderen. Zoals algemeen bekend is de hoeveelheid tijd die kinderen lichamelijk actief zijn van invloed op de ontwikkeling van de motorische vaardigheid. Kinderen die een vaardigheid voldoende beheersen worden in staat gesteld om deze vaardigheid toe te passen in levenslange lichamelijke activiteiten. Kinderen met een lager vaardigheidsniveau zullen minder succesvol zijn in bewegingsactiviteiten, met het risico af te haken bij lichamelijke activiteiten (Seefeldt et al. 1980, Rudd et al. 2015). Het is dus van belang dat kinderen van jongs af aan voldoende motorische ontwikkeling laten zien, resulterend in een hoge beheersingsgraad. Dit zal resulteren in een grotere mate van lichamelijke activiteit op latere leeftijd. Deze hogere activiteit leidt tot een hoger niveau van gezondheid gerelateerde fitheid (Stodden et al. 2009, Rudd et al. 2015) en een beter ontwikkeld sociaal leven.

Motorische vaardigheid vertelt hoe goed iemand beweegt. De ontwikkeling van deze motorische vaardigheid wordt beïnvloed door aanleg en door omgevingsfactoren. Door de juiste omgevingsfactoren te creëren wordt een kind gestimuleerd de motorische vaardigheden voldoende te ontwikkelen. Deze omgevingsfactoren bestaan uit zowel het buitenspelen, als de mogelijkheid om te sporten bij sportverenigingen en op scholen. De basisvaardigheden die zich hierbij ontwikkelen zijn rennen, springen, balanceren, rollen en dergelijken. Als de juiste omgevingsfactoren niet worden gecreëerd is de stimulans om te gaan bewegen onvoldoende aanwezig, waardoor bewegingsachterstanden kunnen ontstaan. Deze bewegingsachterstanden dienen vroegtijdig te worden opgespoord. Tot op heden zijn er een aantal meetinstrumenten om de motorische vaardigheid in kaart te brengen door de basisvaardigheden te meten (Cools et al. 2009), namelijk:

- Motoriktest für Vier- bis Sechsjährige Kinder
- Movement Assessment Battery for Children
- Peabody Development Scales
- Körperkoordinationstest für Kinder
- Test of Gross Motor Development
- the Maastrichtse Motoriek Test
- the Bruininks-Oseretsky test of Motor Proficiency

Echter, deze meetmethoden blijken niet optimaal te zijn als ze ingezet dienen te worden tijdens een gymles op de basisschool (Cools et al. 2009). Dit komt doordat deze meetmethoden te klinisch zijn, ze te veel geld kosten of ze te veel tijd in beslag nemen. Dit leidt ertoe dat er te allen tijde professionals aanwezig dienen te zijn, die zijn opgeleid in het opsporen van onregelmatig motorisch gedrag, om deze tests af te nemen. Door een eenvoudigere meetmethode te ontwikkelen kunnen gymdocenten meer worden betrokken bij het afnemen van de motoriektesten, zodat de tests uit te voeren zijn in een LO-setting zonder dat er professionals aanwezig hoeven te zijn.

Deze eenvoudigere meetmethode werd gevonden in het Athletic Skills (AS) Beweegparcours (Hoeboer et al. 2016). Het AS Beweegparcours is een beweegparcours bestaande uit verschillende motorische vaardigheden (bijlage I). Door middel van een eenvoudige tijdsmeting kan een onderscheid worden gemaakt in de motorische beheersingsgraad, waardoor dit beweegparcours ingezet kan worden als volgsysteem om ontwikkelingsachterstanden of juist talentontwikkeling vroegtijdig op te sporen.

Door middel van normwaarden kan er een onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende mate van beheersing van de motorische vaardigheden. Op deze wijze wordt het mogelijk om kinderen onder te verdelen van 'ernstige motorische stoornis' tot 'hoge motorische begaafdheid'. Via het onderzoek van Hoeboer et al. (2016) zijn de normwaarden voor deze groepen kinderen door middel van het AS Beweegparcours gevonden, dit maakt het AS Beweegparcours tot een nuttig instrument om motorische vaardigheid bij kinderen te toetsen in een LO setting.

Echter, deze normwaarden geven geen inzicht in hoe goed een kind een specifieke vaardigheid, zoals een koprol, uitvoert. Dit komt doordat er bij het betreffende onderzoek enkel werd gekeken naar de tijd die een kind nodig had om het hele parcours af te leggen. Iemand die een vaardigheid sneller uitvoert, voert de vaardigheid niet per definitie beter uit, dan iemand die de vaardigheid langzamer uitvoert. In dit onderzoek wordt getracht om met versnellingssensoren een methode te vinden om op eenvoudige en objectieve wijze de kwaliteit van bewegen te meten.

Versnellingssensoren kunnen bewegingen in verschillende richtingen en om verschillende assen vaststellen, waardoor verschillende activiteiten in de ruimte kunnen worden gemeten. Door een bepaalde oriëntatie te vergelijken met de zwaartekrachtsversnelling kan een versnellingssensor bijvoorbeeld vaststellen of een persoon staat of ligt. Dit geeft de mogelijkheid om bepaalde houdingen te classificeren en om verschillende bewegingen te identificeren. Deze mogelijkheid tot identificeren en classificeren maakt het mogelijk om houdingen en bewegingen te onderzoeken en om verhoogde valrisico's en mobiliteitsproblemen te evalueren.

De volgende onderzoeksvraag is voor dit onderzoek opgesteld:

Is het mogelijk om met behulp van versnellingssensoren de kwaliteit van de motorische vaardigheid, gemeten met het AS Beweegparcours, te kwantificeren? En wat is de relatie tussen de resultaten van de versnellingssensoren en de benodigde tijd op het AS-beweegparcours? Waar op het lichaam moeten de versnellingssensoren worden bevestigd zodat de beste resultaten worden verkregen tijdens de meting?

Proefmeting

Inleiding

Rohrer et al. (2002), Hogan et al. (2009) en Kerr et al. (2012) hebben aangetoond dat de 'vloeiendheid' van een beweging iets zegt over de beheersingsgraad van de beweging. Hoe vloeiender een beweging wordt uitgevoerd, des te hoger is de beheersingsgraad van de beweging. Om vloeiend van een bepaalde houding over te gaan in een andere houding moet de snelheid van de beweging of constant zijn, of evenredig veranderen, zodat de beweging geen haperingen bevat. Dit kan worden bereikt als de versnelling constant is (een waarde 0 bij een constante snelheid en een willekeurige andere waarde bij een evenredig veranderende snelheid). Uit deze onderzoeken kwam naar voren dat deze 'vloeiendheid' van bewegen kan worden uitgedrukt door middel van de verandering van de versnelling, de Jerk. Op het moment dat de versnelling het meest verandert zal er in de Jerk-grafiek een piek worden gemeten (bijlage II). Het aantal pieken in de Jerk geeft dus de mate van versnellingsverandering weer (Kerr et al. 2012). Als een persoon een beweging vaardig is zal het aantal pieken in de Jerk-grafiek moeten afnemen. De uitkomstmaat voor dit onderzoek is dan ook het aantal pieken in de Jerk-grafiek.

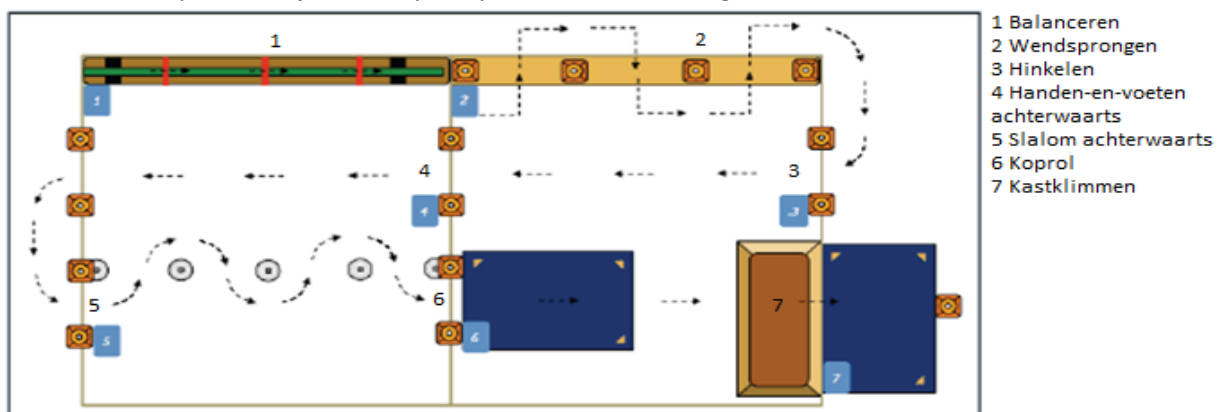
Deze uitkomstmaat kan de motorische vaardigheid naar verwachting kwantitatief in kaart brengen. Om deze veronderstelling te toetsen alvorens er op grotere schaal gemeten gaat worden zal een proefmeting moeten worden uitgevoerd. Via deze proefmeting wordt er getracht antwoord te vinden op de volgende onderzoeksvragen:

Is het mogelijk om via de Jerk de motorische vaardigheid kwantitatief te toetsen? Geeft deze Jerk een toevoeging in het meten van de motoriek ten opzichte van de tijdmeting?

Meetmethode

Proefpersonen

De proefmeting is uitgevoerd in de gymzaal van sportcentrum de Drie Linden in Prinsenbeek. Bij deze proefmeting zijn 4 kinderen gemeten, die allen turnen bij GV De Samensprong. 2 van de participanten behoren tot de talentengroep en trainen 13,5 uur per week, de andere 2 participanten zitten in de recreatiegroep en trainen 1 uur per week. Op deze wijze kan er worden onderzocht of er door middel van de versnellingssensoren en door het gebruik van de verwerkmethode met de Jerk een verschil kan worden gevonden in de motorische vaardigheid tussen de talentengroep en de recreatiegroep. Bij deze metingen zal het AS Beweegparcours nummer 3 worden gebruikt, omdat deze aansluit op de leeftijd van de proefpersonen (afbeelding 1).

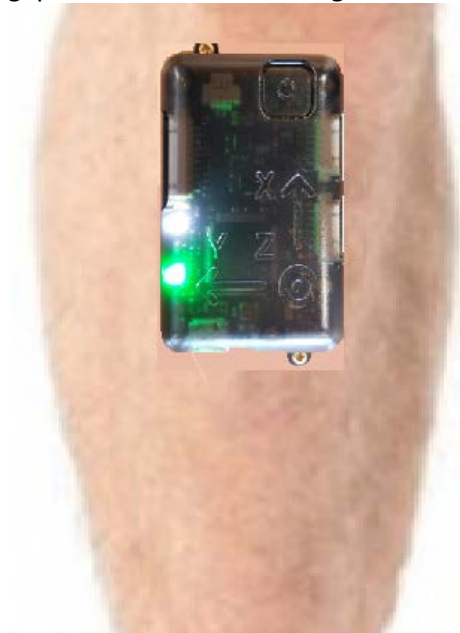


Afbeelding 1: Meetopstelling proefmeting.

Het beweegparcours was al opgebouwd voordat de proefpersonen er waren. Er moest genoeg bewegingsvrijheid rond het parcours beschikbaar zijn en de camera werd aan de zijkant opgesteld, zo dat het hele parcours in beeld was. De hardware werd aangesloten (bijlage IX) en de software werd afgesteld (bijlage X). De meetfrequentie van de sensoren werd ingesteld op 256Hz. Om de betrouwbaarheid van dit onderzoek te garanderen werden alle metingen onder dezelfde meetomstandigheden uitgevoerd en werd erop toegezien dat alle vaardigheden correct werden uitgevoerd.

Sensorplaatsing

Deze sensoren werden rond de middel, op het hoofd en op de scheen bevestigd, zodat de meest optimale bevestigingsplaats kon worden vastgesteld. Er is voor een sensor rond de middel gekozen omdat de romp het grootste plaatselijke gewicht heeft en het minst de bewegingsvrijheden beïnvloed. Verder geldt dat als de sensoren meer naar distaal worden geplaatst de resultaten meer fluctuaties laten zien (Che-Chang et al. 2010). Voor een sensor op de scheen is gekozen omdat de meeste bewegingen in het parcours vanuit de benen wordt uitgevoerd. Voor het hoofd is gekozen omdat de mens tijdens bewegingen het hoofd zo veel mogelijk stabiel probeert te houden om een overzichtelijk gezichtsveld te behouden, zodat ze zich kunnen oriënteren. De sensoren werden geplaatst zoals in afbeelding 2.



Afbeelding 2: De sensor op het scheenbeen. Alle 3 de sensoren hadden dezelfde oriëntatie, de x-as naar boven, de y-as naar rechts en de z-as naar achter, ten opzichte van de proefpersoon.

Meting

Een proefpersoon nam plaats voor de eerste bank (afbeelding 2). De sensormeting en de camera werden gestart. Om deze verschillende apparatuur te synchroniseren moest de proefpersoon in de lucht springen, waarna na drie seconden het startsein werd gegeven en de tijdsmeting werd gestart. De tijdsmeting stopte op het moment dat de proefpersoon achter de kast op de grond landden, waarna ook de camera en de sensoren werden gestopt.

De proefpersonen werden een voor een gemeten, waarbij iedere proefpersoon twee metingen doorliep. Bij de eerste meting lag de focus op het zo goed mogelijk uitvoeren van de vaardigheden, bij de tweede meting lag de focus op het zo snel mogelijk doorlopen van het parcours. Op deze wijze kon er worden geanalyseerd of het van invloed is op de uitvoering als de specifieke focus tijdens het doorlopen van het parcours ergens anders ligt. Van alle metingen zijn de camerabeelden, de sensordata en de benodigde tijd geregistreerd.

Dataverwerking

Voor de verwerking van de sensordata is het programma MATLAB gebruikt. In dit programma is een code geprogrammeerd die te lezen is in bijlage IV. Door middel van Excel zijn de resultaten verder verwerkt. Voor de verwerking van de resultaten van het aantal pieken in de Jerk werd het aantal pieken van de hele vector genomen.

Synchronisatie

Om de data correct te kunnen verwerken dient deze geknipt te worden op het punt van het startsein. Dit startsein kan in de data worden gevonden op 3 seconden na de dataverandering tijdens de sprong in de lucht. Dit biedt de mogelijkheid om de camerabeelden en de sensordata gelijk te laten lopen, zodat er door middel van de camerabeelden kan worden gezien wat er op welk moment in de sensordata plaatsvindt. Zo kunnen afwijkingen in de data worden bekeken op de beelden en kan iedere vaardigheid apart worden verwerkt. Dit biedt de mogelijkheid om te onderzoeken hoe de proefpersonen per vaardigheid scoren op de uitvoering.

Jerk

Voor het waarderen van de uitvoering dient de versnellingsdata te worden omgezet naar de Jerk. De Jerk is de afgeleide van de versnelling, dus moet de data worden gedifferentieerd (bijlage II). Daarnaast moet de Jerk worden gefilterd, zodat mogelijke ruis het aantal pieken in de Jerk niet beïnvloed. Bij deze filtering wordt een 2^e orde Butterworth low-pass filter gebruikt met een afsnijfrequentie van 10Hz. Door in de gefilterde Jerk het aantal pieken te tellen kan tot de uiteindelijke uitkomstmaat worden gekomen, namelijk het aantal keer dat de versnelling verandert.

Positie van de sensoren

Om de meest optimale positie voor de sensoren te achterhalen werd de versnellingsdata geanalyseerd. Er is achterhaald op welke locatie de sensor het meest sensitief is, door te kijken naar de mate dat er een onderscheid is te maken tussen de verschillende vaardigheden in de versnellingsgrafiek.

Tijdsmeting totale parcours

De tijdstoename in de tijdsmetingen van de proefpersonen met een langere tijd is procentueel uitgedrukt ten opzichte van de tijdsmeting van de proefpersoon met de snelste tijd. Dit biedt de mogelijkheid om te onderzoeken of de talentengroep qua tijdregistratie beter scoort dan de recreatiegroep.

$$\text{Verskil in tijd} = \frac{\text{tijd proefpersoon 2 (of 3, of 4)}}{\text{tijd proefpersoon 1}} * 100\% - 100\%$$

Aantal pieken in de Jerk totale parcours

Het aantal pieken in de Jerk van de vector is procentueel uitgedrukt, ten opzichte van de proefpersoon met de snelste tijd. Op deze wijze konden de verschillen tussen de proefpersonen worden onderzocht. Deze verschillen werden vergeleken met de verschillen in de tijdsregistratie om te onderzoeken of er een verband was tussen het aantal pieken in de Jerk en de benodigde tijd op het beweegparcours.

$$\text{Verskil in aantal pieken} = \frac{\text{aantal pieken proefpersoon 2 (of 3, of 4)}}{\text{aantal pieken proefpersoon 1}} * 100\% - 100\%$$

Vergelijken van het aantal pieken in de Jerk met de tijd, tussen de 2 metingen van de proefpersoon

Om de tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk te vergelijken voor de verschillende vaardigheden apart, werden de 2 metingen van dezelfde proefpersoon met elkaar vergeleken. Alle pieken in de Jerk van de metingen waarbij de proefpersonen het parcours zo goed mogelijk diende te doorlopen werden per vaardigheid bij elkaar worden opgeteld. Hetzelfde werd gedaan voor alle pieken in de Jerk van de metingen waarbij het parcours zo snel mogelijk moest worden doorlopen.

Op deze wijze werd er voor iedere vaardigheid het aantal pieken in de Jerk en de benodigde tijd voor de 2 verschillende metingen verkregen. Deze resultaten werden procentueel uitgedrukt, waarbij werd berekend hoeveel procent minder pieken de snelle meting bevatte en hoeveel procent korter de snelle meting was, ten opzichte van de meting met een zo goed mogelijke uitvoering. Het percentageverschil tussen beide meetmethoden werden met elkaar vergeleken.

$$\text{Verskil in aantal pieken} = 100\% - \frac{\text{aantal pieken zo snel mogelijke uitvoering}}{\text{aantal pieken zo goed mogelijke uitvoering}} * 100\%$$

$$\text{Verskil in tijd} = 100\% - \frac{\text{tijd zo snel mogelijke uitvoering}}{\text{tijd zo goed mogelijke uitvoering}} * 100\%$$

Vergelijken van het aantal pieken in de Jerk tussen de verschillende proefpersonen per vaardigheid van het beweegparcours

Om te achterhalen wat de verschillen zijn tussen de talentengroep en de recreatiegroep per vaardigheid, werden de resultaten van de proefpersonen onderling per vaardigheid vergeleken. De verschillen werden uitgedrukt in een percentage ten opzichte van de resultaten van de proefpersoon die het snelst over de baan ging. Hierbij werden de verschillen in de tijdsmeting en de verschillen in het aantal pieken in de Jerk vergeleken.

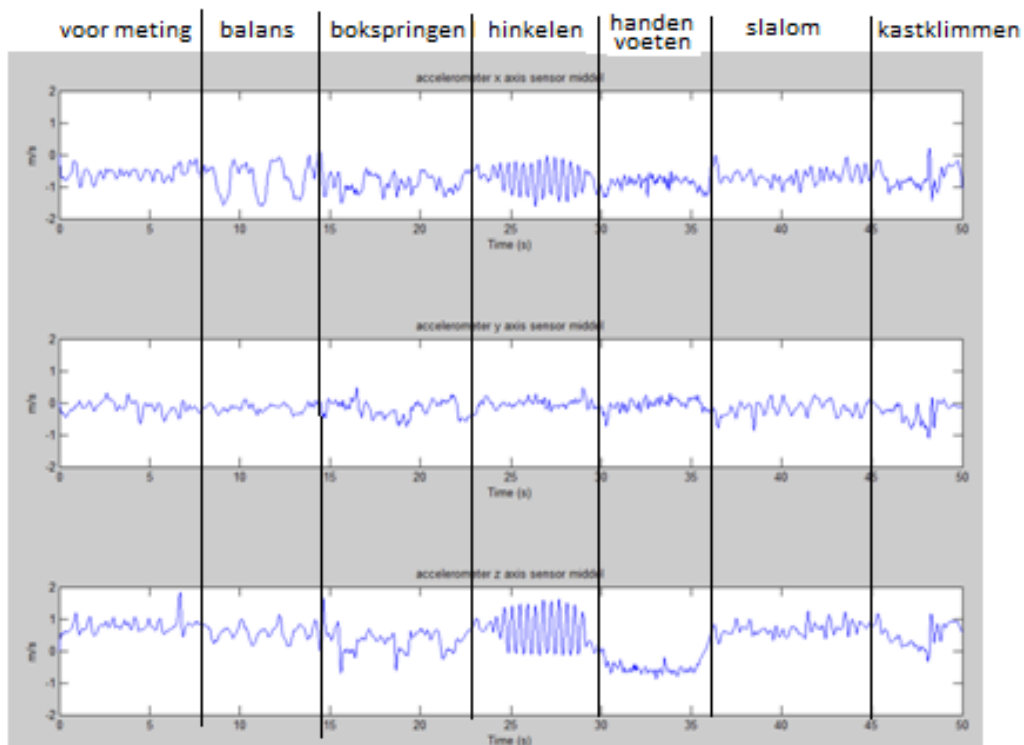
$$\begin{aligned} \text{Verskil in aantal pieken van een vaardigheid} \\ = \frac{\text{aantal pieken proefpersoon 2 (of 3, of 4)}}{\text{aantal pieken proefpersoon 1}} * 100\% - 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Verskil in tijd voor een vaardigheid} = \frac{\text{tijd proefpersoon 2 (of 3, of 4)}}{\text{tijd proefpersoon 1}} * 100\% - 100\%$$

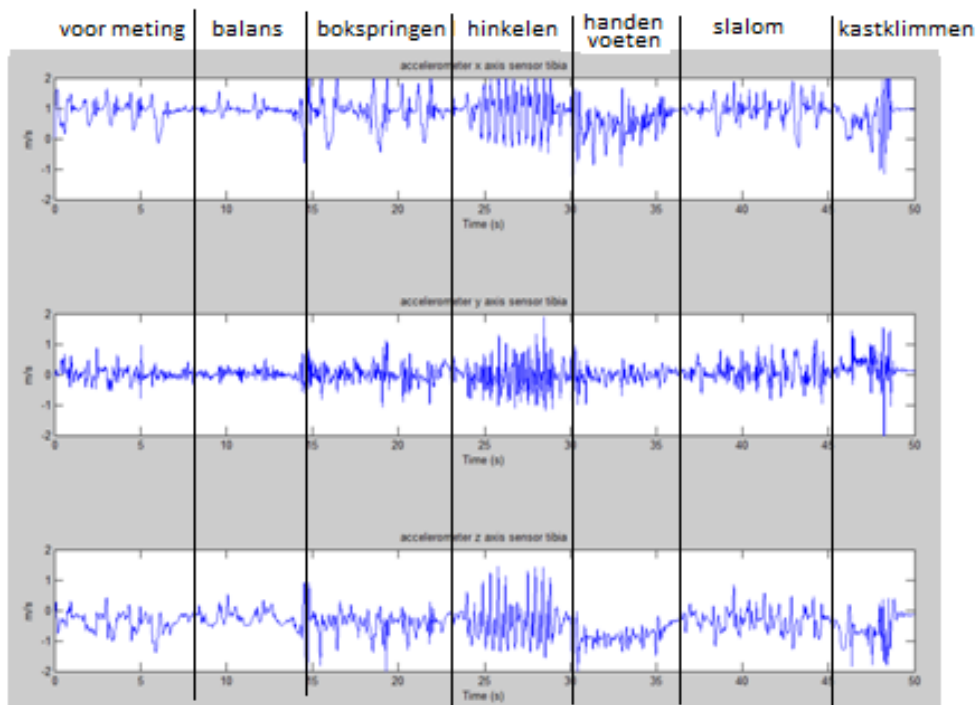
Resultaten

Positie van de sensoren

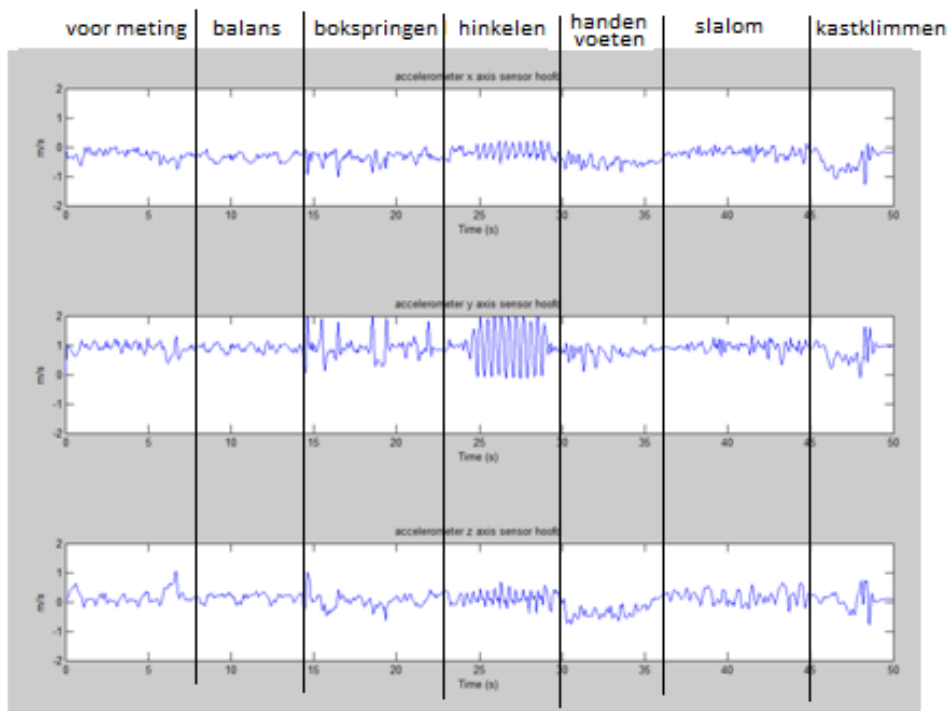
Door allereerst te kijken naar de versnellingsgrafieken van de verschillende sensoren kan er worden vastgesteld op welke wijze er variatie zit in de data van de verschillende lichaamssegmenten. Deze grafieken worden weergegeven in de afbeeldingen 3 t/m 5. Uit de grafieken valt af te leiden dat in de data van de sensor rond de middel redelijk goed valt af te leiden welke vaardigheid op welk moment in de data gemeten werd. Bij de sensoren op de scheen en op het hoofd blijkt dit minder gemakkelijk te zien.



Afbeelding 3: Versnellingsdata van de sensor rond de middel van proefpersoon 1. De bovenste grafiek is de data van x-as, de middelste de y-as en de onderste de data van de z-as.



Afbeelding 4: Versnellingsdata van de sensor op de scheen van proefpersoon 1. De bovenste grafiek is de data van x-as, de middelste de y-as en de onderste de data van de z-as.



Afbeelding 5: Versnellingsdata van de sensor op het hoofd van proefpersoon 1. De bovenste grafiek is de data van x-as, de middelste de y-as en de onderste de data van de z-as.

Tijdsmeting totale parcours

Vervolgens is er gekeken naar de tijd die de proefpersonen nodig hadden om het parcours te doorlopen tijdens de meting waarbij de proefpersonen zo snel mogelijk over de beweegbaan moesten. Er wordt gekeken naar de totale tijd omdat bij de huidige meetmethode de benodigde tijd als maat geldt voor de motorische ontwikkeling. In tabel 1 zijn de tijden per proefpersoon weergegeven. Ook is deze tijd in een percentage uitgedrukt ten opzichte van de snelste tijd, van proefpersoon 1. Uit de tabel blijkt dat de proefpersonen die als motorisch beter ontwikkeld waren geschaald ook daadwerkelijk sneller de baan doorliepen dan de proefpersonen met een minder goede motorische ontwikkeling, 24.26s en 24.51s tegen respectievelijk 27.06s en 31.76s.

Proefpersoon	Tijd (sec)	Percentage (%)
Talentengroep 1	24,26	
Talentengroep 2	24,51	+1
Recreatiegroep 1	27,06	+12
Recreatiegroep 2	31,76	+31

Tabel 1: De tijd die de proefpersonen nodig hadden om het beweegparcours te doorlopen uitgedrukt in seconden en in percentages van toename ten opzichte van de snelste tijd.

Aantal pieken in de Jerk totale parcours

In tabel 2 zijn de resultaten van het aantal pieken in de Jerk weergegeven. In de tabel is het aantal pieken in de vectordata weergegeven, evenals de verschillen tussen de proefpersonen uitgedrukt in percentages ten opzichte van de snelste tijd (proefpersoon 1 van de talentengroep). Via deze tabel kan er een overeenkomst worden gevonden tussen het percentage van het totale aantal pieken en de percentages van gemeten tijd in tabel 1.

Proefpersoon	Aantal pieken in de Jerk	Vershil in aantal pieken (%)
Talentengroep 1	561	
Talentengroep 2	569	+1
Recreatiegroep 1	625	+11
Recreatiegroep 2	757	+35

Tabel 2: Het aantal pieken in de Jerk van de x-as, de y-as, z-as en het totale aantal pieken. Het aantal pieken is uitgedrukt in percentages waarbij de 3 proefpersonen met een langere tijd zijn vergeleken met de proefpersoon met de snelste tijd, omdat deze volgens de tijdsmeting als motorisch beste proefpersoon wordt gezien.

De gemeten tijd en het aantal pieken in de Jerk geeft over het gehele parcours gezien evenveel inzicht in de mate dat een proefpersoon de vaardigheden beheerst. De percentages van de tijdsmeting in tabel 1 en het gemiddelde aantal pieken in tabel 2 komen redelijk goed overeen. Dit maakt het aannemelijk dat een kleinere hoeveelheid pieken tijdens een meting, evenveel inzicht in de motorische vaardigheid geeft als de tijdsmeting. Om dit te achterhalen dient er te worden gekeken naar de tijden en het aantal pieken in de data bij de verschillende vaardigheden.

Vergelijking van het aantal pieken in de Jerk tussen de 2 metingen van de proefpersoon

In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven waarbij de 2 metingen van dezelfde proefpersoon worden vergeleken. Het aantal pieken uit de data wordt weergegeven door middel van een percentage, welke aangeeft hoeveel procent minder pieken de data van de zo snel mogelijke uitvoering heeft, ten opzichte van de meting met de zo goed mogelijke uitvoering. Op dezelfde wijze wordt de benodigde tijd voor de verschillende vaardigheden als percentage weergegeven. Verder wordt het verschil tussen het aantal pieken en de tijd weergegeven.

Vaardigheid	Aantal pieken in de vector (%)	Percentage tijd (%)	Vershil tussen het aantal pieken en de tijd
Balans	-24	-31	-7
Wendsprongen	-27	-28	-1
Hinkelen	-28	-32	-4
Handen en Voeten	-32	-35	-3
Slalom	-42	-42	0
Koprol	-29	-33	-4
Kastklimmen	-46	-44	+2
Overgangen	-53	-45	+8

Tabel 3: Het aantal pieken en de benodigde tijd gemeten per vaardigheid. De uitkomstmaten zijn uitgedrukt in percentages, welke aangeeft hoeveel minder pieken en tijd er gemeten is bij de snellere meting ten opzichte van de zo goed mogelijke meting.

Als er wordt gekeken naar de verkregen percentages in tabel 3 blijkt dat er verschillen zijn tussen de gemeten tijd en het gemiddelde aantal gemeten pieken. Waar het over het gehele parcours gezien ongeveer hetzelfde percentage werd gemeten blijkt dat dit voor de verschillende vaardigheden apart niet het geval is. Zo blijkt het percentage van aantal pieken tijdens de snellere meting tijdens de balanstaak, het hinkelen, het op handen-en-voeten lopen en de koprol lager te zijn dan het verschil in tijd tussen de metingen (-7, -4, -3 en -4). Dit betekent dat tijdens deze vaardigheden de uitvoering minder vloeiend werd tijdens de snellere meting, dan tijdens de zo goed mogelijke uitvoering. De tijd neemt namelijk meer af dan het aantal pieken, dus relatief worden er meer pieken gemeten.

Het tegengestelde geldt voor het kastklimmen en de overgangen tussen de verschillende vaardigheden. Hierbij neemt het aantal pieken meer af dan de gemeten tijd, als de 2 metingen worden vergeleken (+2 en +8). Hiervoor geldt dus dat deze vaardigheden vloeiender gingen tussen de meting die zo snel mogelijk moest worden uitgevoerd, in vergelijking met de zo goed mogelijke uitvoering.

Tijdens de wendsprongen en de slalom kan worden vastgesteld dat de afname in het aantal pieken gelijk is aan de afname in tijd (0 en -1).

Vergelijking van het aantal pieken in de Jerk tussen de verschillende proefpersonen per vaardigheid van het beweegparcours

Om het aantal pieken tussen de verschillende proefpersonen te vergelijken, zijn deze steeds uitgedrukt in percentages, berekend ten opzichte van de resultaten van proefpersoon 1 uit de talentengroep. Er is een onderscheid gemaakt tussen de verschillende vaardigheden om te onderzoeken of de proefpersonen verschillend scoorden per vaardigheid.

De percentages worden weergegeven in tabel 4. Als de percentages worden vergeleken blijken er verschillen te zijn tussen de tijdsmeting en het aantal pieken in de data. Zo blijken de tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk elkaar in sommige gevallen tegen te spreken, zoals wanneer de proefpersonen 1 en 2 van de talentengroep worden vergeleken tijdens het hinkelen. Proefpersoon 2 doet een stuk langer over het hinkelen (+9%) maar blijkt het hinkelen wel vloeiender uit te voeren (-21%). De tijdswaarneming zou in dit geval een verkeerde afspiegeling van de uitvoering zijn. Deze verkeerde afspiegeling van de uitvoering treed ook op als het tegenovergestelde geldt, zoals bij de overgangen tussen de vaardigheden bij deze 2 proefpersonen. Proefpersoon 2 is weliswaar sneller dan proefpersoon 1 (-5%), maar er worden meer pieken in de Jerk gemeten (+5%). De overgangen zijn dus sneller, maar minder vloeiend.

Verder worden er ook verschillen in waarde gevonden, zoals tijdens het balanceren als wederom proefpersoon 1 en proefpersoon 2 van de talentengroep worden vergeleken. Volgens de oorspronkelijke methode zou proefpersoon 2 beter zijn in de balanstak dan proefpersoon 1 (-9%). Echter als er wordt gekeken naar het aantal pieken blijkt deze minder sterk af te nemen (-4%). De tijdsafname is dus groter dan de afname in het aantal pieken, waardoor proefpersoon 2 relatief gezien minder goed is in balanceren aan de hand van het aantal pieken. Op dit gebied zou het enkel afgaan op de tijdsmeting ook een verkeerde afspiegeling van de uitvoering geven.

Als de tabel verder wordt geanalyseerd blijkt de tijdsmeting voor de meeste vaardigheden een indicatie te geven over de uitvoering, die wordt bevestigd door het aantal pieken in de Jerk. Al treed er bij sommige vaardigheden wel een variatie in schaalverdeling op tussen beide meetmethoden, zoals tijdens het balanceren als proefpersoon 2 van de recreatiegroep met proefpersoon 1 van de talentengroep wordt vergeleken (+72% tegen +58%).

	Balanceren		Wendsprongen		Hinkelen		Handen-en-voeten		Slalom		Koprol		Kastklimmen		Overgang vaardigheden	
	pieken (%)	tijd (%)	pieken (%)	tijd (%)	Pieken (%)	Tijd (%)	Pieken (%)	Tijd (%)	Pieken (%)	Tijd (%)	Pieken (%)	Tijd (%)	Pieken (%)	Tijd (%)	Pieken (%)	Tijd (%)
Talentengroep 2 t.o.v. Talentengroep 1	-4	-9	+3	-1	-21	+9	+7	+5	-2	+2	+29	+1	+12	+15	+5	-5
Recreatiegroep 1 t.o.v. Talentengroep 1	+25	+21	+15	+12	+14	+37	-7	-16	-4	-3	+32	+12	+81	+57	-6	+9
Recreatiegroep 2 t.o.v. Talentengroep 1	+72	+58	+30	+27	+68	+64	+38	+36	+28	+13	+23	+16	+84	+74	-9	-6

Tabel 4: Geeft aan in welke mate het aantal pieken en de tijdsmeting variëren tussen de verschillende proefpersonen tijdens de verschillende vaardigheden, waarbij er steeds wordt vergeleken met de proefpersoon met de snelste tijd omdat deze als best ontwikkelde werd geschaald. Een positieve waarde geldt voor een langere tijdsmeting of een groter aantal pieken in de data, een negatieve waarde geldt voor een kortere tijdsmeting of een kleiner aantal pieken in de data.

Conclusie proefmeting

In de grafiek van de versnellingssensor rond de middel zijn de verschillende vaardigheden het duidelijkst te onderscheiden, omdat deze sensor het grootste plaatselijke gewicht heeft en daardoor minder fluctuaties laat zien. Deze locatie blijkt dus het meest geschikt om de sensor te plaatsen.

Het aantal pieken in de Jerk van het gehele parcours is tijdens het sneller doorlopen van het parcours lager dan tijdens het langzamer doorlopen van het parcours.

Het aantal pieken in de Jerk verschilt met de tijdsmeting per vaardigheid. Zo spreekt het aantal pieken in de Jerk de tijdsmeting in sommige gevallen tegen, of het aantal pieken in de Jerk geeft een duidelijkere schaalverdeling dan de tijdsmeting.

Het gebruik van de Jerk geeft dus een duidelijkere afspiegeling van de motorische vaardigheid geeft dan enkel een tijdsmeting.

Deze conclusies geven de veronderstelling dat het meten van de Jerk een goede toevoeging kan zijn bij het in kaart brengen van de motorische vaardigheid bij kinderen. Als er wordt gekeken naar de hele beweegbaan worden er weinig verschillen geconstateerd tussen de tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk, maar als er naar de verschillende vaardigheden apart wordt gekeken, komen er verschillen naar voren tussen de tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk. Om echt concrete conclusies hierover te kunnen trekken dient de Jerk in het aantal pieken per seconde te worden uitgedrukt. De pilotmetingen zullen hier meer uitsluitsel over geven.

Pilotmeting

Inleiding

In deze pilotmeting wordt het gebruik van de Jerk om de kwaliteit van motorische vaardigheid te schalen verder onderzocht door uitgebreidere metingen uit te voeren. In dit onderzoek zal worden ingegaan op het aspect of het mogelijk is om een daadwerkelijke kwantitatieve maat te verbinden aan de verschillende mate van motorische vaardigheid. Door meer proefpersonen te meten wordt er bekeken of de resultaten van de kinderen binnen 1 groep met elkaar overeenkomen en hoe deze resultaten zich verhouden tot de resultaten van groepen met een ander niveau in motorische vaardigheid.

De onderzoeksvraag voor deze pilotmeting is:

Is het mogelijk om door middel van de Jerk een kwantitatieve maat te vinden voor de uitvoering/kwaliteit van motorische vaardigheden?

Meetmethode

Proefpersonen

Deze pilotmeting zal uitgevoerd gaan worden op basisschool de Abeel in Den Haag. Voor dit onderzoek zal het beweegparcours worden uitgezet in de gymzaal en zullen de kinderen van groep 5 worden gemeten. Op deze wijze zullen er 29 kinderen worden gemeten met een verschillend niveau in motorische ontwikkeling. Het beweegparcours dat gebruikt zal worden bij deze pilotmeting is weergegeven in afbeelding 6.



Afbeelding 6: Meetopstelling pilotmeting.

Metingen

De docent deelde de proefpersonen in op niveau van motorische vaardigheid. Er werden 4 niveaus gehanteerd, namelijk een matige-, een gemiddelde-, een goede- en een zeer goede motorische vaardigheid. Deze indeling maakte het mogelijk om de resultaten van de verschillende groepen te kunnen vergelijken.

Tijdens deze pilotmeting is het AS Beweegparcours nummer 2 gebruikt omdat dit beweegparcours aansluit bij kinderen van groep 5 (bijlage I). De sensor werd rond de middel bevestigd en hij werd geplaatst zoals in afbeelding 2.

De tijdsregistratie werd door middel van poortjes uitgevoerd. Deze poortjes registreerde het moment dat een proefpersoon er langs liep en werden na iedere vaardigheid geplaatst. Op deze wijze werd automatisch de verschillende tijden voor de verschillende vaardigheden gemeten.

De meting begon met de proefpersoon vooraan op de eerste bank in achterwaartse positie. Op het moment dat het startsein werd gegeven, werden de tijdsmeting en de sensormeting gelijktijdig gestart, waarna de proefpersoon het parcours zo snel mogelijk doorliep. De tijd- en sensormeting stopte op het moment dat de proefpersoon de laatste pion aantikte.

De testleiders zagen er tijdens de metingen op toe dat de verschillende vaardigheden goed werden uitgevoerd en dat alle tijdsregistratiepoortjes de juist afstelling hadden. De proefpersonen werden 1 voor 1 worden gemeten. Op deze manier werden van alle proefpersonen de versnellingsdata, de tijdsmeting en de beoordeling van de docent verkregen.

Dataverwerking

Voor de verwerking van de sensordata bij deze pilotmeting is het programma MATLAB gebruikt. In dit programma is een code geprogrammeerd die te lezen is in bijlage IV. Deze code werd gebruikt bij de dataverwerking. Bij de dataverwerking werd onderscheid gemaakt tussen jongens en meisjes.

De resultaten van de tijdsmetingen en het aantal pieken in de Jerk werden aan de hand van de beoordeling van de docent onderverdeeld in de 4 groepen van motorische vaardigheid. Op deze wijze is voor iedere groep, per vaardigheid, een gemiddelde tijd en een gemiddeld aantal pieken in de Jerk berekend. Deze gemiddelde waardes zijn met elkaar vergeleken door een grafiek te maken voor de gemiddelde tijdstoename per vaardigheid en de toename in het gemiddeld aantal pieken in de Jerk per vaardigheid. Door naar het verloop van de grafiek te kijken kon de tijdstoename en de toename in het aantal pieken in de Jerk worden vergeleken.

Aantal pieken per seconde

Het aantal pieken in de Jerk grafiek werd door middel van de tijdsmeting omgezet naar het aantal pieken per seconde. Dit is voor iedere vaardigheid van het parcours apart gedaan. Door deze uitkomstmaat te nemen konden de groepen met elkaar vergeleken worden, ondanks dat de verschillende groepen een verschillende tijd nodig hadden voor het beweegparcours. Voor deze vergelijking werd per proefpersoon het aantal pieken in de Jerk van de vector genomen, gedeeld door de benodigde tijd. Waarna er per beoordelingsgroep een gemiddeld aantal pieken per seconde werd berekend.

$$\text{Gemiddeld aantal pieken/sec} = \frac{\left(\frac{\text{Pieken}}{\text{Tijd}} pp1 + \frac{\text{Pieken}}{\text{Tijd}} pp2 + \frac{\text{Pieken}}{\text{Tijd}} pp3 + \dots\right)}{\text{Aantal proefpersonen van de groep}}$$

Resultaten pilotmeting

De proefpersonen bij dit onderzoek zijn door de docent beoordeeld op de motorische ontwikkeling. In tabel 5 is te zien hoeveel proefpersonen bij iedere groep werden ingedeeld.

Matig		Gemiddeld		Goed		Zeer goed	
Jongen	Meisje	Jongen	Meisje	Jongen	Meisje	Jongen	Meisje
4	2	2	6	3	6	5	1

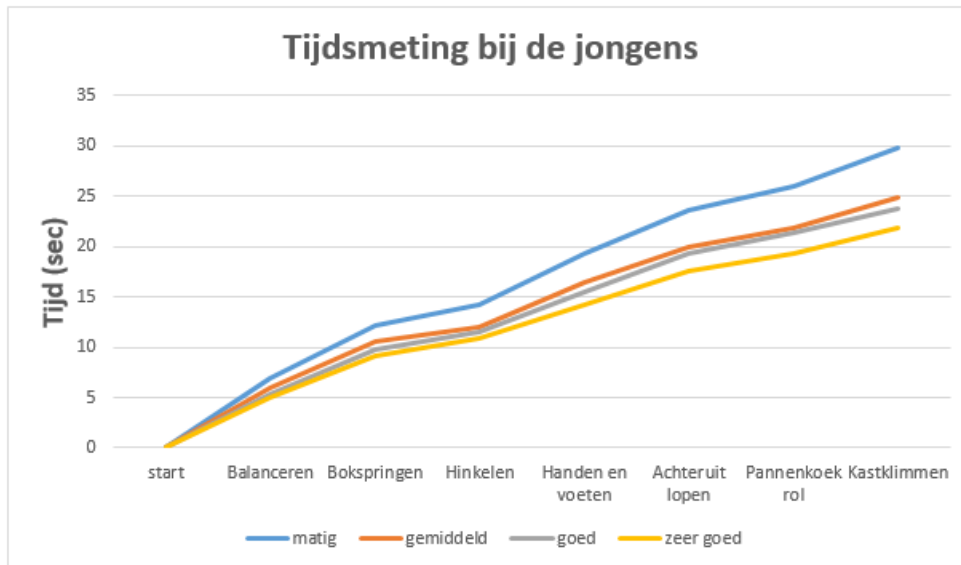
Tabel 5: De verdeling van de proefpersonen aan de hand van de observatie van de docent.

De resultaten van de tijdsmeting en van het aantal pieken in de Jerk van de metingen met de jongens is te zien in de afbeeldingen 7 en 8. Hierin wordt de tijdstoename en de toename in het aantal pieken in de Jerk weergegeven. In de afbeeldingen is duidelijk te zien dat het verloop van de grafieken nagenoeg hetzelfde is. Dit betekent dat de toename in tijd per vaardigheid overeenkomt met de mate dat het aantal pieken in de Jerk toeneemt tijdens de betreffende vaardigheid.

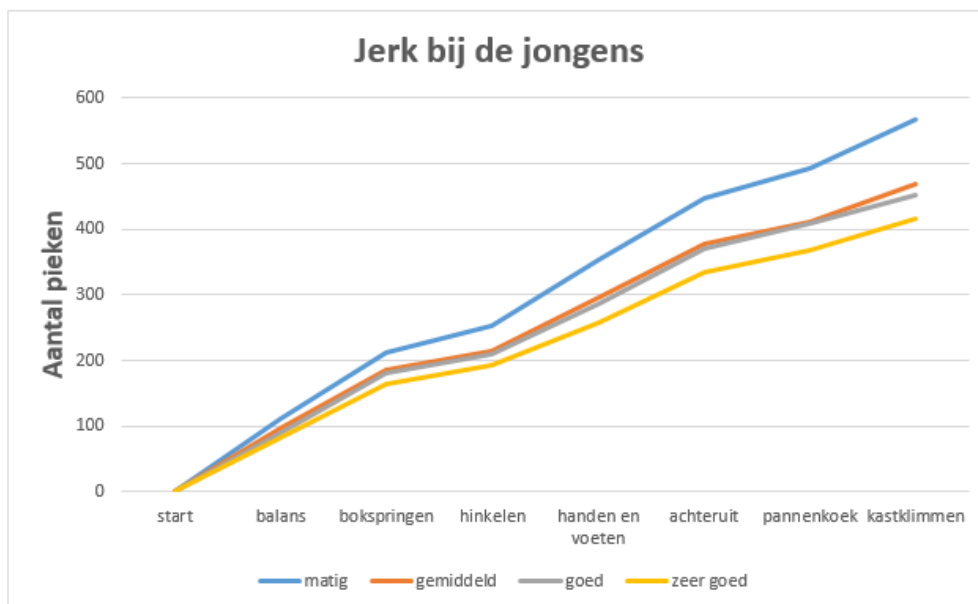
Uit de grafieken blijkt dat de groepen die geschaald werden als matig en als zeer goed duidelijke verschillen laten zien met de rest van de metingen. Hieruit kan worden opgevat dat een schaling door middel van de tijd en het aantal pieken in de Jerk een redelijk goede indicatie geeft om de motorische vaardigheid in kaart te brengen.

Verder blijkt uit de grafieken dat de groep die als goed werd geschaald door de docent even goed scoort op het beweegparcours dan de groep die als gemiddeld werd beoordeeld. Als er in bijlage VI naar de resultaten van de proefpersonen in deze groep wordt gekeken blijkt er 1 proefpersoon met een flink langere tijd (29.3s tegen 22.8s en 24.6s). Voor deze proefpersoon geldt dat de resultaten van de tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk niet overeenkomen met de inschatting van de docent. Het gemiddelde voor de goede groep wordt hierdoor sterk beïnvloed.

Uit de grafieken blijkt over het algemeen, dat een beoordeling van de proefpersonen met zowel de tijdsmeting als de pieken in de Jerk, een goede afspiegeling zijn van de daadwerkelijke motorische kwaliteiten, zoals de docent deze beoordeeld heeft.

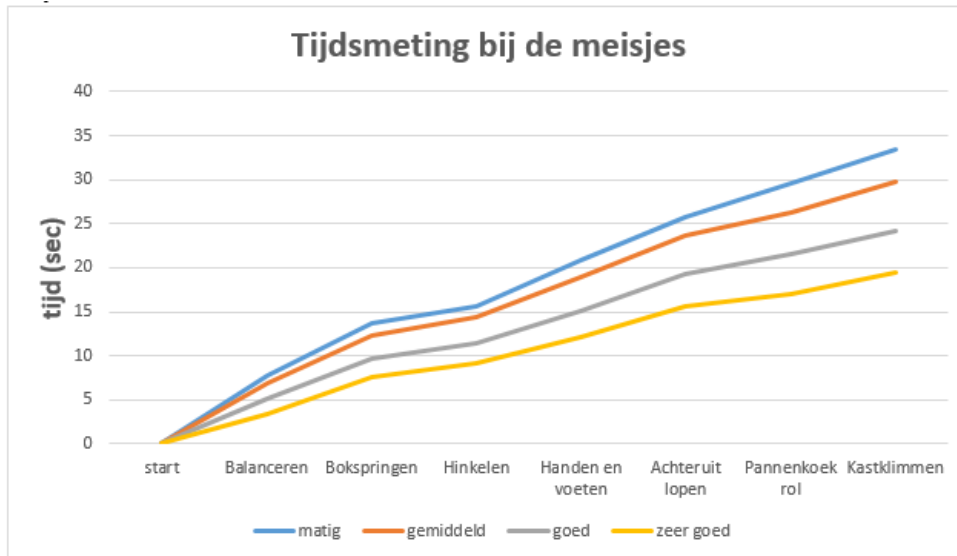


Afbeelding 7: De resultaten van de tijdsmeting van de jongens. De afwijkende waarden van de proefpersoon in de slechte groep en de proefpersoon in de goede groep zijn uit de grafiek gefilterd.

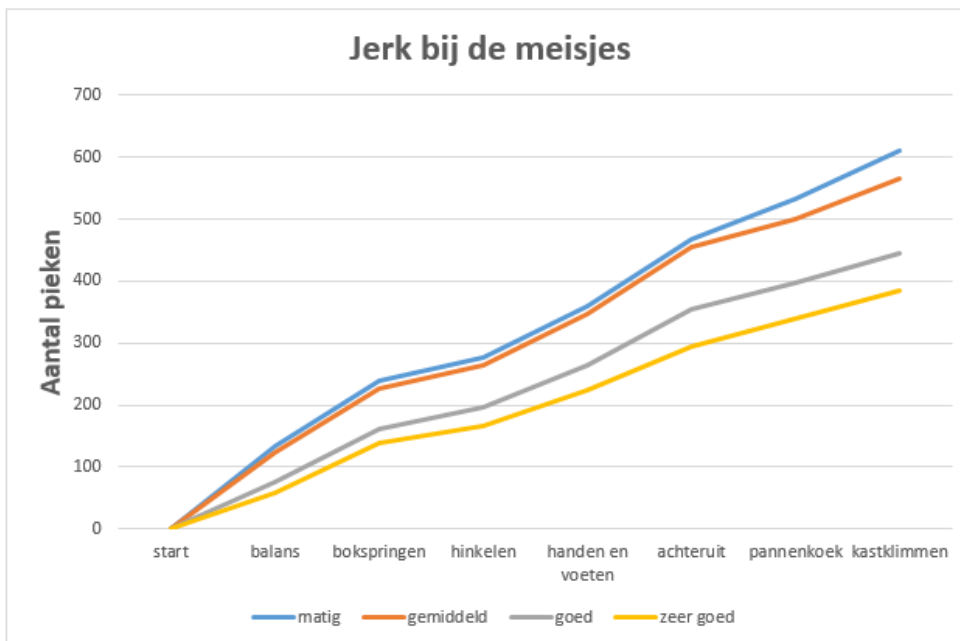


Afbeelding 8: De resultaten van het aantal pieken in de Jerk van de jongens. De afwijkende waarden van de proefpersoon in de slechte groep en de proefpersoon in de goede groep zijn uit de grafiek gefilterd.

In de grafieken 9 en 10 zijn de resultaten van de gemeten tijden en het aantal pieken in de Jerk bij de meisjes weergegeven. Uit de grafieken blijkt er een duidelijk onderscheid tussen de verschillende groepen naar voren te komen. Dit geeft aan dat ook bij de meisjes blijkt dat zowel de tijdsmeting, als het aantal pieken in de Jerk de kwaliteit van de motorische vaardigheden goed kan meten. Als de grafieken van de tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk worden vergeleken, blijken deze redelijk met elkaar overeen te komen. Wel is er in de grafiek van tijdsmeting een duidelijker verschil tussen de matige groep en de gemiddelde groep te zien op het begin van het parcours, dan in de grafiek van het aantal pieken in de Jerk.



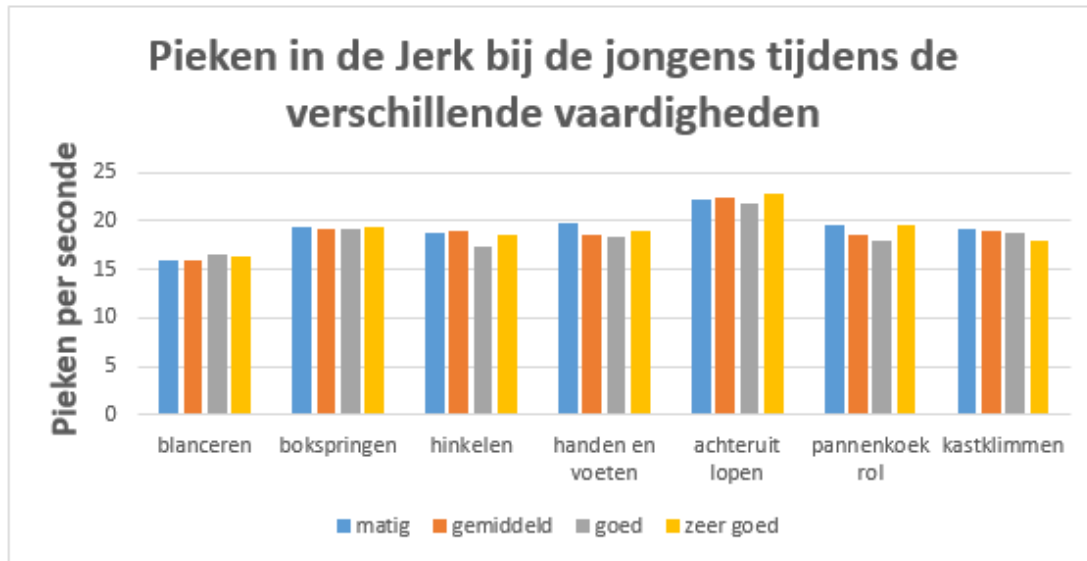
Afbeelding 9: De resultaten van de tijdsmeting van de meisjes.



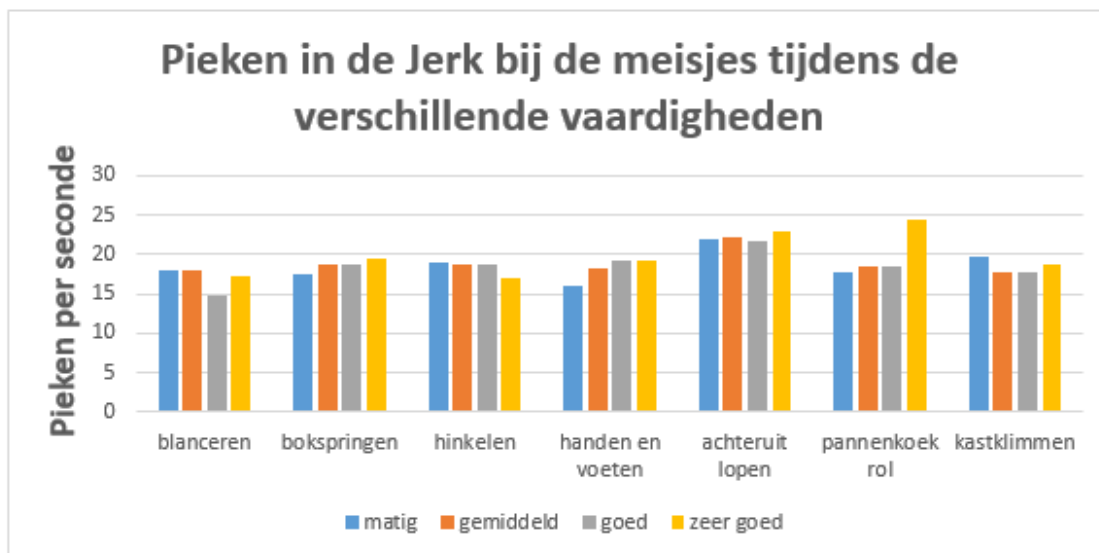
Afbeelding 10: De resultaten van het aantal pieken in de Jerk van de meisjes.

Aantal pieken per seconde

De tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk blijken beiden goed overeen te komen met de beoordeling van de docent. Dit zegt alleen nog niks over of het aantal pieken in de Jerk iets extra's toevoegt in het schalen van de motorische vaardigheid. Hiervoor dient er te worden gekeken naar het gemiddeld aantal pieken per seconde. Op deze wijze wordt de analyse voor alle groepen hetzelfde zonder dat deze wordt beïnvloed door de snellere tijd op het beweegparcours. Deze resultaten zijn te zien in de afbeeldingen 11 en 12. Uit de afbeeldingen blijkt dat er geen noemenswaardige verschillen te vinden zijn tussen de verschillende beoordelingsgroepen.



Afbeelding 11: De resultaten van het aantal pieken in de Jerk van de jongens omgerekend naar het aantal pieken per seconde.



Afbeelding 12: De resultaten van het aantal pieken in de Jerk van de meisjes omgerekend naar het aantal pieken per seconde.

Discussie

Het doel van dit onderzoek was het in kaart brengen van de mogelijkheid om motorische vaardigheid te kwantificeren door middel van versnellingssensoren. Om dit te onderzoeken werden 29 proefpersonen gemeten terwijl ze het AS Beweegparcours doorliepen. Deze proefpersonen werden door de gymdocent onderverdeeld in 4 groepen, namelijk: proefpersonen met een matige-, een gemiddelde, een goede en een zeer goede motorische vaardigheid. De uitkomstmaten van het onderzoeken waren de benodigde tijd voor de verschillende vaardigheden van het parcours en het gemeten aantal pieken in de Jerk tijdens de verschillende vaardigheden. De resultaten van de proefpersonen werden onderverdeeld in de 4 groepen aan de hand van de beoordeling van de docent, waarna de resultaten met elkaar werden vergeleken. Uit de resultaten bleek dat de verschillende vaardigheidsniveaus goed te onderscheiden zijn bij zowel de tijdsmeting als het aantal pieken in de Jerk. Zo bleek de groep met een matige motorische vaardigheid het langst over het parcours te doen en de meeste pieken in de Jerk te meten. De groep met de zeer goede motorische vaardigheid bleek het snelst het parcours te doorlopen en de minste pieken in de Jerk te meten. Om te achterhalen of de versnellingssensoren extra informatie geeft over de motorische vaardigheid dan alleen de tijdsmeting werd er per vaardigheidsniveau een gemiddeld aantal pieken per seconde berekend. Uit de resultaten bleek dat er geen grote verschillen werden gevonden tussen de verschillende groepen. Versnellingssensoren blijken dus goed in te zetten te zijn om de motorische vaardigheid te kwantificeren, maar geven niet meer gedetailleerde informatie over de motorische vaardigheid dan de tijdsmeting.

Uit de onderzoeken van Rohrer et al. (2002), Hogan et al. (2009) en Kerr et al. (2012) blijkt dat het aantal pieken in de Jerk uitdrukt hoe goed motorische vaardigheden worden uitgevoerd. Hierbij betekent het dat wanneer er minder pieken in de Jerk worden gemeten, de motorische vaardigheid beter is dan wanneer er meer pieken worden gemeten. De resultaten in dit onderzoek laten zien dat dit voor het beweegparcours ook geldt, de meeste pieken bij de groep met de matige motorische vaardigheid en de minste pieken bij de groep met de zeer goede motorische vaardigheid. Het onderscheid in niveau is dus met het aantal pieken in de Jerk aan te tonen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dit onderscheid in vaardigheidsniveau ook te worden gevonden met de tijdsmeting. De tijdsmeting en het aantal pieken in de Jerk geven dus evenveel inzicht in de motorische vaardigheid. Dit is te verklaren doordat het aantal pieken in de Jerk de 'vloeiendheid' van een beweging uitdrukt. Hoe meer haperingen een beweging laat zien, des te langer zal de beweging duren. De tijdsmeting blijkt dus op zichzelf al een goede methode om de kwaliteit van de motorische vaardigheid in beeld te brengen. Bij dit onderzoek werd er getracht de beste locatie op het lichaam te vinden om de sensor te plaatsen. Uit de resultaten blijkt dat de sensor rond de middel het meest sensitief is tijdens de metingen, omdat deze sensor minder fluctuaties meet dan de sensoren op de scheen en op het hoofd. Aan de hand van de literatuur werd dit ook verwacht (Che-Chang et al. 2010).

Om de betrouwbaarheid van dit onderzoek verder te verhogen hadden er meer proefpersonen moeten worden gemeten, omdat de 29 proefpersonen werden onderverdeeld per geslacht in 4 groepen van motorische vaardigheid. Dit leidde ertoe dat sommige groepen maar 2 of 3 proefpersonen hadden, waardoor de resultaten niet representatief zijn voor de gehele groep. Dit zorgde er ook voor dat het aantal proefpersonen in de verschillende groepen niet gelijk was en dat een afwijkende waarde in de resultaten grote invloed heeft op het gemiddelde van de groep. Zo werd er bij de groep jongens met een goed motorische vaardigheid een proefpersoon gemeten waarbij de resultaten niet overeen kwamen met de beoordeling van de docent. Deze proefpersoon haalde het gemiddelde van deze groep sterk naar beneden waardoor het vergelijken van de resultaten minder betrouwbaar is.

In een vervolgonderzoek zouden er dan ook meer proefpersonen moeten worden gemeten om te onderzoeken of de gevonden resultaten op grote schaal ook worden verkregen. In dat onderzoek moet er een breder spectrum in motorische vaardigheid worden gebruikt. Zo moeten er ook kinderen gemeten worden met een slechte motorische vaardigheid, zodat kan worden bekeken of ook deze groep goed te onderscheiden is. Om de mogelijkheid tot het in kaart brengen van bewegingsachterstanden verder te onderzoeken moeten er proefpersonen in het speciaal onderwijs worden gemeten en om de talentontwikkeling te specificeren moet er gemeten worden op scholen die zich juist extra toeleggen op het bewegingsonderwijs. Op deze wijze wordt de toegevoegde waarde van het AS Beweegparcours nog meer vergroot.

Conclusie

Het gebruik van sensoren rond de middel blijkt het meest sensitief voor het meten van de motoriek. De resultaten van de versnellingssensor rond de middel geeft het beste inzicht in wanneer de verschillende vaardigheden plaatsvinden in de resultaten.

Aan de hand van de resultaten kan worden vastgesteld dat zowel de tijdsmeting als het gebruik van het aantal pieken in de Jerk een betrouwbare methode is om de kwaliteit van motorische vaardigheid te meten. Dit komt voort uit het feit dat de resultaten van de metingen goed aansluiten op de beoordeling van de docent. Door middel van de tijdsmeting en de sensoren kan een onderscheid worden gemaakt tussen een matige, een gemiddelde, een goede en een zeer goede motorische vaardigheid. Door op grotere schaal te meten kan er voor het aantal pieken in de Jerk normwaarden worden gevonden voor de verschillende motorische vaardigheidsniveaus. Echter, zullen deze normwaarden en de normwaarden voor de tijdsmeting evenveel inzicht geven in de kwaliteit van motorische vaardigheid. De tijdsmeting blijkt dus op zichzelf al een goede methode om de kwaliteit van de motorische vaardigheid in beeld te brengen.

Er dient wel te allen tijde in het achterhoofd te worden gehouden dat de tijdsmeting niet voor ieder kind volledig de motorische ontwikkeling laat zien. Zo zijn er in de pilotmetingen ook resultaten naar voren gekomen waarbij de beoordeling van de docent en de uiteindelijke meetresultaten niet overeen kwamen. Er kan dus niet bij iedereen voor de volle 100% worden afgegaan op de meetresultaten. De motorische vaardigheid die de kinderen tijdens de lessen laten zien zijn minstens zo belangrijk. Door goede aandacht te besteden aan individuen met afwijkende meetresultaten wordt het wellicht mogelijk om door middel van dit beweegparcours naast de motorische ontwikkeling, ook cognitieve, sociale of psychologische risicogroepen vast te stellen.

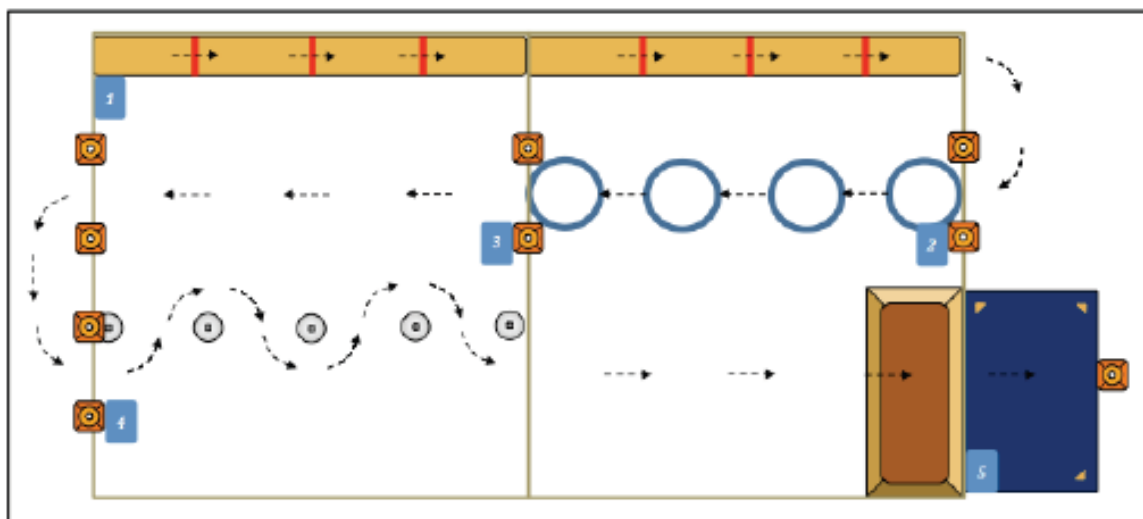
Literatuurlijst

- Che-Chang Yang, Yeh-Liang Hsu, (2010). A Review of Accelerometry-Based Wearable Motion Detectors for Physical Activity Monitoring. *Department of Mechanical Engineering, Yuan Ze University / 135, Yuan-Tung Rd., Chung-Li, 32003, Taiwan.*
- Conover, M.S., (2003). Using Accelerometers to Quantify Infant General Movements as a Tool for Assessing Motility to Assist in Making a Diagnosis of Cerebral Palsy. *Thesis submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.*
- Cools, W., De Mertelaer, K., Samaey, C., Andries, C., (2009). Movement Skill Assessment of Typically Developing Preschool Children: A Review of Seven Movement Skill Assessment Tools.
- Hildebrandt, V. H., Bernaards, C. M., & Stubbe, J. H. (2013). Trendrapport bewegen en gezondheid, 2010/2011. Leiden: TNO.
- Hoeboer, J., de Vries, S., Krijger-Hombergen, M., Wormhoudt, R., Drent, A., Krabben, K., Savelsbergh, G. (2016). Validity of an Athletic Skills Track among 6- to 12-year-old children. *JOURNAL OF SPORTS SCIENCES.*
- Hogan, N., Sternad, D., (2009). Sensitivity of Smoothness Measures to Movement Duration, Amplitude and Arrests. *PMC 14 october 2012.*
- Justin J. Kavanagha, Hylton B. Menzb, (2007). Accelerometry: A technique for quantifying movement patterns during walking. *School of Physiotherapy and Exercise Science, Griffith University, Gold Coast Campus, PMB 50 Gold Coast Mail Centre, Queensland 9726, Australia. Musculoskeletal Research Centre, Faculty of Health Sciences, La Trobe University, Bundoora, Victoria 3086, Australia.*
- Kerr, A., Pomeroy, V.P., Rowe, P.J., Dall, P., Rafferty, D., (2012). Measuring movement fluency during the sit-to-walk task. *Gait & Posture.*
- Rohrer, B., Fasoli, S., Krebs, H.I., Hughes, R., Volpe, B., Frontera, W.R., Stein, J., Hogan, N., (2002). Movement Smoothness Changes during Stroke Recovery. *Journal of Neuroscience*, 22 (18) 8297-8304.
- Rudd, J. R., Barnett, L. M., Butson, M. L., Farrow, D., Berry, J., Polman, R. C. J., (2015). Fundamental Movement Skills Are More than Run, Throw and Catch: The Role of Stability Skills.
- Seefeldt, V (1980). Developmental motor patterns : Implications for elementary school Physical education. In C. Nadeau, W. Holliwell, K. Newell, & G. Roberts (Eds.), *Psychology of motor behavior and sport* (pp. 314-323). Champaign. IL: Human Kinetics.
- Stodden, D. Langendorfer, S., & Robertson, M.A., (2009). The association between motor skill Competence and physical fitness in young adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 80(2), 223-229.

Bijlage I: AS Beweegparcours

AS Beweegparcours 1

De Track is geschikt voor kinderen van groep 1, 2. Deze kinderen zijn respectievelijk 4,5 en 6 jaar.

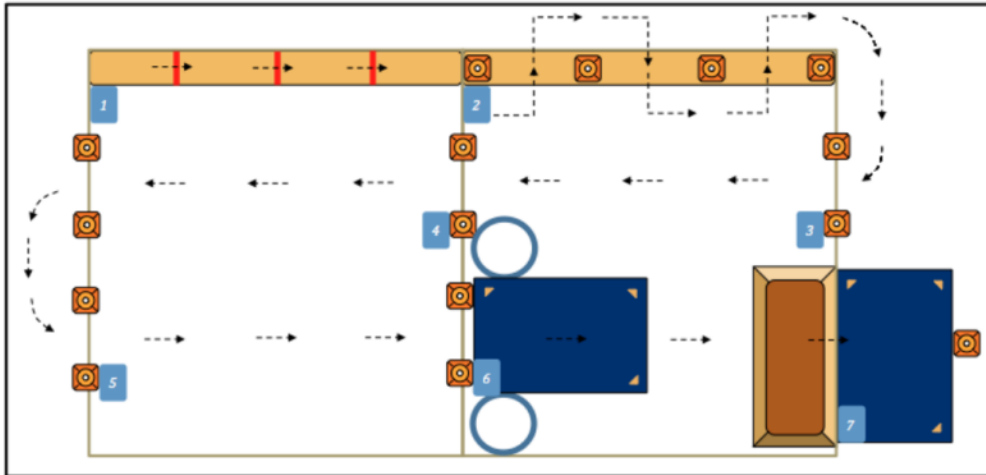


Nr	beweging	arrangement
1	Balanceren voorwaarts met lintjes aantikken met 1 hand	2 banken 3 lintjes per bank
2	Voorwaarts gericht lopen door de hoepels	4 hoepels
3	Handen en voeten lopen voorwaarts, Buik richting vloer	Pylonen op de grond
4	Voorwaarts gericht lopen (slalom)	5 badminton paaltjes
5	Over de kast klimmen	3 kastedelen + kastkop 5 cm matje en 1 pylon

Afbeelding 13: Beweegparcours dat ingezet wordt bij kinderen van groep 1 en 2.

AS Beweegparcours 2

De Track is geschikt voor kinderen van groep 3, 4 en 5. Deze kinderen zijn respectievelijk 6 tot en met 9 jaar.

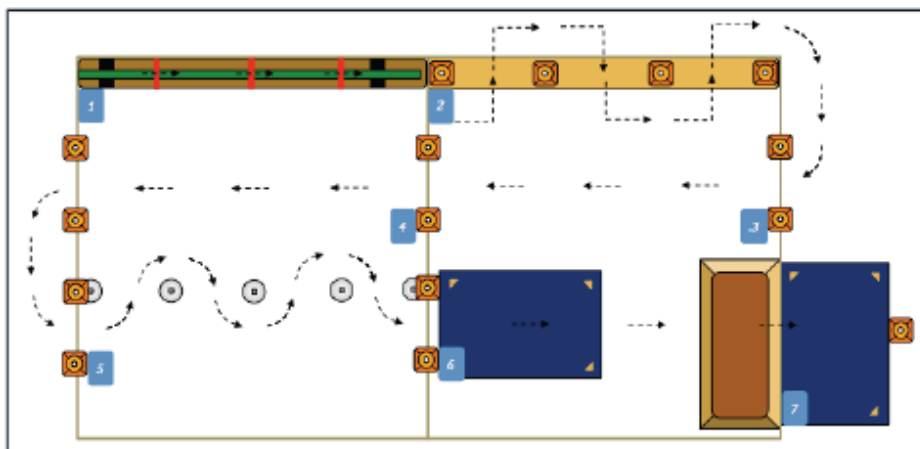


Nr	beweging	arrangement
1	Balanceren achterwaarts Lintjes aantikken met 1 hand	Bank
2	Steunsprongen voorwaarts	Bank met 4 pylonen
3	Hinkelen	Pylonen op de grond
4	Handen en voeten lopen achterwaarts, Buik richting vloer	Pylonen op de grond
5	Achterwaarts lopen	Pylonen op de grond
6	Lengteas rol	5 cm matje 2 hoepels
7	Over de kast klimmen	4 kastdelen + kastkop 5 cm matje en 1 pylon

Afbeelding 14: Beweegparcours dat ingezet wordt bij kinderen van groep 3, 4 en 5.

AS Bewegeparcours 3

De Track is geschikt voor kinderen van groep 6, 7 en 8. Deze kinderen zijn respectievelijk 8 tot en met 12 jaar.



Nr	beweging	arrangement
1	Balanceren voorwaarts Lintjes aantikken met 1 hand	Bank op de kop
2	Steunsprongen voorwaarts	Bank met 4 pylonen
3	Hinkelen achterwaarts	Pylonen op de grond
4	Handen en voeten lopen achterwaarts, buik richting vloer	Pylonen op de grond
5	Achterwaarts lopen (slalom)	5 badminton paaltjes op de grond
6	Koprol voorover	5 cm matje
7	Over de kast klimmen	5 kastdelen + kastkop 5 cm matje en 1 pylon

Afbeelding 15: Bewegeparcours dat ingezet wordt bij kinderen van groep 6,7 en 8.

Bijlage II: Versnelling

Een versnelling is een grootheid die meet hoe snel een snelheid verandert gedurende een bepaalde tijd. Een snelheid is dan weer een maat voor de mate van verandering van een positie gedurende een bepaalde tijd.

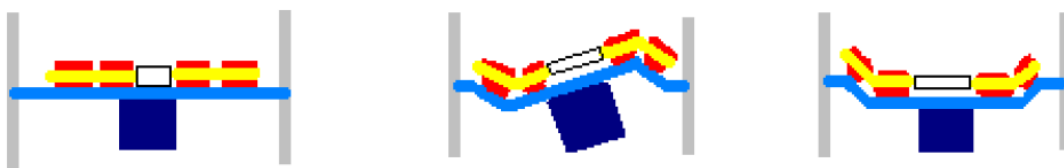
Een versnelling is een vector omdat het een bepaalde richting heeft (Conover. 2003). Dit leidt ertoe dat een versnelling in het 3-dimensionale vlak kan worden gemeten, een versnelling in voor-achterwaartse richting, een zijwaartse versnelling en een versnelling naar boven en naar beneden. Ook zorgt het zijn van een vector ervoor dat een versnellingssensor zowel positieve als negatieve versnellingen kan meten, afhankelijk van de richting van de versnelling, in vergelijking met de vooraf vastgestelde oriëntatie van de positieve assen. Een versnellingssensor meet dus de grootte en richting van de versnelling.

Werking versnellingssensoren

Versnelling wordt gebruikt om een bepaalde kracht te berekenen omdat een kracht afhankelijk is van de versnelling van een massa, weergegeven in de 2^e wet van Newton: $F = m * a$. In deze formule is F de kracht (force) in Newtons (N), m de massa in gram (g) en a de versnelling (acceleration) in m/s^2 .

Wanneer er op de massa duw- of trekkrachten werken, zal de massa versnellen.

Versnellingssensoren maken gebruik van dit aspect door middel van een vaste massa en een massa die vrij kan bewegen. Tijdens een beweging zal de losse massa van positie veranderen. Deze verplaatsing van de massa wordt omgezet in een bepaald voltage. Via deze voltages berekent de versnellingsmeter via verschillende algoritmes de exacte grote en richting van de versnelling. Deze vorm van meten geeft de mogelijkheid om dynamische versnellingen te meten. Zo wordt het mogelijk om de veranderingen 3-dimensionaal vast te stellen (Conover. 2003). Door deze variabele versnelling te vergelijken met de constante versnelling van de zwaartekracht, kan de verplaatsing van het lichaam worden afgeleid. Op deze manier kan de versnellingssensor een beweging of houding registreren en deze omzetten in een kwantitatieve maat (Justin et al. 2007, Che-chang et al. 2010).



Afbeelding 16: Werking van versnellingssensoren, waarbij de linker afbeelding een statische situatie beschrijft, de middelste afbeelding laat de invloed van een voor-achterwaartse of zijwaartse beweging zien, de rechter afbeelding geeft een beweging naar boven en naar beneden weer. De verandering van oriëntatie van de massa wordt omgezet in een kwantitatieve maat voor de versnelling.

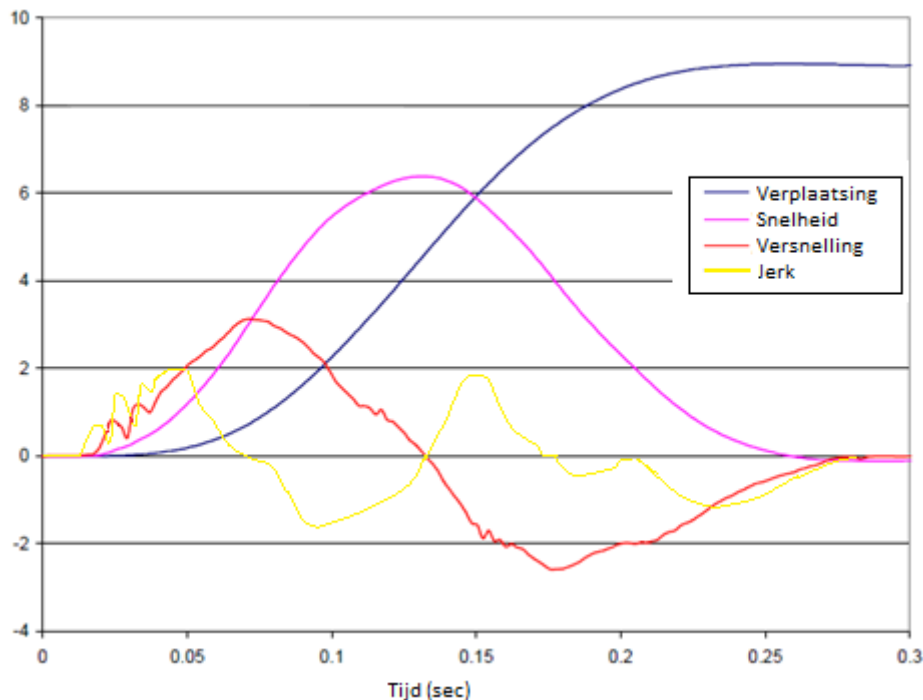
Verband tussen versnelling, snelheid en positie

Een andere benadering van het aspect versnelling is de wiskundige benadering. Deze is gericht op het al eerder genoemde principe dat versnelling een maat is voor de verandering van de snelheid gedurende een bepaalde tijd. Dit wordt in de volgende formule omschreven: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Waarbij Δ de verandering aangeeft in snelheid v (velocity) en tijd t . Snelheid kan op dezelfde manier worden gezien als de verandering van de positie gedurende een bepaalde tijd: $a = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, waarbij x de positie is. Op deze manier kan er van een versnelling een snelheid en een positie worden afgeleid en andersom, door het gebruik van de wiskundige technieken Integreren en Differentiëren.

Differentiëren en Integreren

Zoals hiervoor gemeld kan er van een versnelling naar een snelheid en naar een verplaatsing worden overgegaan door middel van integreren. Om uit een versnellingsdata de verplaatsing te kunnen berekenen moet de data 2 maal worden geïntegreerd. Het tegenovergestelde van integreren is differentiëren. Om de werking hiervan uit een te zetten, zal het aspect integreren en differentiëren door middel van een voorbeeld worden besproken.

In dit voorbeeld is een versnellingssensor over een afstand van 1m verplaatst. Tijdens deze beweging is er getracht om het met een soepele vloeiende beweging uit te voeren, met 1 initiële versnelling aan het begin en 1 vertraging op het eind. Op deze wijze neemt de snelheid evenredig toe vanuit 0 tot een maximum, waarna hij ook op evenredige wijze afneemt tot een waarde 0. In afbeelding 17 is het verloop van de verplaatsing, de snelheid en de versnelling te zien.



Afbeelding 17: Grafiek met de verplaatsing, de snelheid, de versnelling en de Jerk. Deze grafiek geeft het verband tussen deze verschillende grootheden weer.

In het verloop van de grafieken is te zien dat de versnelling vloeiend veranderde. Ook de grafiek van de snelheid in het figuur weergegeven.

Wat hierbij opvalt als de versnelling en de snelheid worden vergeleken is dat er op een aantal punten een duidelijk verband kan worden vastgesteld. Zo blijkt dat eerst de versnelling toeneemt en dat de snelheid daardoor groter wordt. De versnelling neemt toe tot een maximale waarde, de top. Op het moment dat de versnelling maximaal is, is de lijn in de snelheidsgrafiek op zijn steilst toenemend. Met andere woorden kun je stellen dat op dat moment, gedurende een korte tijd, de snelheid het meest veranderd $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. De snelheidsgrafiek geeft dus voor de gehele duur van de beweging aan hoe de versnelling verandert. Zo neemt de versnelling na de top steeds meer af, totdat deze de 0-lijn snijdt. Op dat moment is er heel kort geen versnelling of vertraging, dus is de snelheid constant, dat is te zien aan de top in de snelheidsgrafiek. Na deze top in de snelheidsgrafiek neemt de snelheid af, een vertraging. Datzelfde is te zien in de versnellingsgrafiek, deze is vanaf dat moment negatief. Bij het minimum in de versnellingsgrafiek, is de vertraging het sterkst en de lijn in de snelheidsgrafiek dus het steilst afnemend. Waarna de vertraging afneemt, steeds minder negatief, tot een waarde van 0. Ook de snelheid neemt dan af naar 0. Op deze wijze kan er op ieder moment in de versnellingsdata worden beredeneerd wat dat voor gevolg heeft op de snelheid en andersom.

Hetzelfde kan worden gedaan als er wordt gekeken naar de verplaatsingsgrafiek, in vergelijking met de snelheid. De snelheid neemt steeds toe tot een maximale waarde. De snelheid is op dit moment het grootst, de verplaatsing verandert op dat moment dus het meest. Dit resulteert in het steilst toenemende stuk in de verplaatsingsgrafiek $a = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. Na deze top in de snelheidsgrafiek neemt de snelheid af tot 0. Maar de verplaatsing blijft toenemen alleen met een steeds lagere snelheid. Op het moment dat de snelheid 0 wordt staat de sensor stil en wordt er ook geen verplaatsing meer geconstateerd.

Jerk

In afbeelding 17 is naast de verplaatsing, de snelheid en de versnelling, ook nog de Jerk weergegeven. De Jerk is de eerste afgeleide van de versnelling. Tussen de versnelling vergeleken met de snelheid en tussen de snelheid vergeleken met de verplaatsing werden verschillende verbanden gevonden in de vorm van de grafiek. Hetzelfde geldt als de versnelling en de Jerk worden vergeleken. Vanaf het moment bij 0 seconden neemt de versnelling toe en verandert dus positief, de Jerk neemt op dat moment dus ook toe. Op het moment dat de versnelling het steilst toeneemt, is de verandering van de versnelling het grootst. Dit geeft een maximum in de Jerk-grafiek. Vervolgens neemt de versnelling steeds minder steil toe, tot deze een maximum bereikt. In deze top heeft de versnelling even kort een constante waarde. De versnelling verandert op dit moment niet, dus de Jerk is 0. Na de top in de versnellingsgrafiek neemt de versnelling af naar 0. De verandering van de versnelling is daarbij negatief, dat is te zien in het dal van de Jerk-grafiek. Ook hierbij geldt dat het moment dat de versnellingsgrafiek het steilst afneemt en dus de verandering van de versnelling het grootst is, een minimum in de Jerk-grafiek wordt waargenomen.

Bijlage III: Meetprotocol proefmeting

Onderdelen beweegparcours:

In bijlage I is het beweegparcours te zien dat in dit onderzoek gehanteerd zal worden. De volgende vaardigheden zullen worden getoetst:

- Balanceren op een bank die op de kop ligt.
- Steunsprongen over een bank.
- Hinkelen achterwaarts.
- Achterwaarts op handen en voeten lopen, met de buik naar de grond.
- Achterwaarts slalomlopen tussen 5 paaltjes.
- Een koprol voorover.
- Over een kast klimmen.

Materialen:

- | | | |
|--------------------------|-------------|--------|
| - 2 banken | - 6 pionnen | - Tape |
| - Mat | - Stopwatch | - Kast |
| - 3 versnellingssensoren | - Laptop | - Riem |
| - Router | - Camera | - Pet |

Sensorplaatsing:

De sensoren zijn bij deze proefmeting op 3 verschillende plaatsen bevestigd: rond de middel, op de scheen en op het hoofd.

Er is voor een sensor rond de middel gekozen vanwege het feit dat deze het meest stabiel blijft tijdens het doorlopen van het beweegparcours en er dus de minste ruis gemeten wordt. Als de sensoren meer naar distaal zouden worden geplaatst zullen de resultaten steeds meer fluctuaties laten zien, waardoor het vaststellen van een maat van de motorische vaardigheid steeds lastiger is (Che-Chang et al. 2010). Ook heeft de romp het grootste plaatselijke gewicht en ligt hier het lichaamszwaartepunt, waardoor dit punt de beweging van het gehele lichaam simuleert. Als laatste geldt bij een bevestiging rond de middel dat de bewegingsvrijheden het minst worden beïnvloed.

Voor een sensor op de scheen is gekozen omdat de meeste bewegingen in het parcours vanuit de benen wordt uitgevoerd. Dit leidt ertoe dat bij ieder onderdeel op het beweegparcours de houdingen en bewegingen van de benen veranderen en ze dus ten alle tijden moeten worden gemeten.

Voor het hoofd is gekozen omdat de mens tijdens bewegingen het hoofd zo veel mogelijk stabiel probeert te houden om een overzichtelijk gezichtsveld te behouden, zodat ze zich kunnen oriënteren.

Door de sensoren op meerdere plaatsen op het lichaam te bevestigen kan deze proefmeting meer inzicht geven in de meest optimale locatie voor de sensor, zodat de sensoren het meest effectief ingezet kunnen gaan worden bij het vervolg onderzoek. De sensoren werden rond de middel bevestigd met een riem, op het hoofd met een pet en op de scheen met tape.

Opslaan van de data:

Voor de dataverwerking was het zaak om alle data overzichtelijk op te slaan. Zo waren alle sensordata in dezelfde map opgeslagen met een duidelijke naamgeving per dataset. Zo werd in de naamgeving meegenomen of het om een proefpersoon uit de talentengroep ging of om een proefpersoon uit de recreatiegroep. Ook werd in de naamgeving meegenomen of het om een zo goed mogelijke uitvoering of een zo snel mogelijke uitvoering ging.

Literatuurstudie:

Voor de literatuurstudie zijn er artikelen gezocht via PubMed en Google Scholar. De volgende zoektermen werden gebruikt:

- Accelerometry
- Quantifying movement (with accelerometers)
- Measuring smoothness during movement
- Measuring movement fluency
- Quantifying movement fluency
- Jerk
- Measuring Jerk

Daarnaast werd gebruik gemaakt van de literatuurverwijzingen in de gevonden artikelen om meer literatuur te vinden.

Bijlage IV: MATLAB-code

Matlabcodes:

Inlezen data

```
clear all
close all
%inlezen data; let op de locatie van opslaan en op het aanhalen van de juiste
meting
addpath('H:\Mijn Documenten\Afstuderen\proefmeting\NGIMU-MATLAB-Import-
Logged-Data-Example-master\NGIMU-MATLAB-Import-Logged-Data-Example-
master\proefmeting')
sessionData = importSession('slecht 2 snel');
[resampledSessionData, time] = resampleSession(sessionData, 0.01);
```

Filteren

```
%filteren
fs = 256; %samplefrequentie sensoren
fc = 10; %afsnijfrequentie filter
o = 2; %orde low-pass butterworth filter
```

Vectordata van 1 sensor, herhaal dit voor de overige sensoren

```
%de data van de gehele vector van de sensor rond de middel bekeken
figure;
%plotten originele data
subplot(2,1,1)
plot(time,resampledSessionData.sensor1.sensors.accelerometerVector);
title('data sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
legend('x-as', 'y-as', 'z-as')
axis([0 45 -3 3])
%filteren originele signaal 2e orde low-pass butterworth filter
[b a] = butter(o, (fc./(fs./2)), 'low');
vector_gefilterd =
filter(b,a,resampledSessionData.sensor1.sensors.accelerometerVector);
subplot(2,1,2)
plot(time,vector_gefilterd);
title('gefilterde data sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
legend('x-as', 'y-as', 'z-as')
axis([0 45 -3 3])
%differentiëren gefilterde data
figure;
h = 0.001;
vector = diff(vector_gefilterd)/h;
subplot(2,1,1)
plot(time(1:length(vector)),vector);
title('gedifferentieerde data sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
legend('x-as', 'y-as', 'z-as')
axis([0 45 -400 400])
```

```
%filteren gedifferentieerde data 2e orde low-pass butterworth filter
[b a] = butter(o, (fc./(fs./2)), 'low');
DATAvector = filter(b,a,vector);
subplot(2,1,2)
plot(time(1:length(DATAvector)),DATAvector);
title('gefilterde gedifferentieerde data sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
legend('x-as', 'y-as', 'z-as')
axis([0 45 -400 400])
```

Verschillende assen van verschillende sensoren, herhaal dit voor alle assen van alle sensoren

```
figure;
%plotten originele data x-as van de sensor rond de middel
subplot(2,1,1)
plot(time,resampledSessionData.sensor1.sensors.accelerometerX);
title('data X as sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
axis([0 45 -3 3])
%filteren originele signaal 2e orde low-pass butterworth filter
[b a] = butter(o, (fc./(fs./2)), 'low');
x_gefilterd =
filter(b,a,resampledSessionData.sensor1.sensors.accelerometerX);
subplot(2,1,2)
plot(time,x_gefilterd);
title('gefilterde data X as sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
axis([0 45 -3 3])
%differentiëren gefilterde data
figure;
h = 0.001;
j = diff(x_gefilterd)/h;
subplot(2,1,1)
plot(time(1:length(j)),j);
title('gedifferentieerde data X as sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
axis([0 45 -400 400])
%filteren gedifferentieerde data 2e orde low-pass butterworth filter
[b a] = butter(o, (fc./(fs./2)), 'low');
DATAx = filter(b,a,j);
subplot(2,1,2)
plot(time(1:length(DATAx)),DATAx);
title('gefilterde gedifferentieerde data X as sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
axis([0 45 -400 400])
```

Belangrijke tijden in de film, gebruik dit om de film en de sensoren te synchroniseren en om de verschillende vaardigheden geïsoleerd af te snijden

%synchronisatie en de overgang tussen 2 vaardigheden vaststellen en afsnijden

```
Fs = 100; %samplefrequentie sensoren
S = 4; %samplefrequentie camera
T = 26; %synchronisatietijd in de film
T2 = 58; %eind van de balans taak
T3 = 62; %begin van het Wendsprongen
T4 = 79; %eind van het Wendsprongen
T5 = 80; %begin van het hinkelen
T6 = 92; %eind van het hinkelen
T7 = 94; %begin van het op handen en voeten lopen
T8 = 115; %eind van het op handen en voeten lopen
T9 = 122; % begin van de slalom
T10 = 131; %eind van de de slalom
T11 = 133; %begin van de koprol
T12 = 139; %eind van de koprol
T13 = 143; %begin van het over de kast klimmen
T14 = 153; %eind van het over de kast klimmen
```

De tijden uit de film omzetten in de juiste samples in de versnellingsdata

```
afsnijsample = (Fs.*(T./S)); %framenummer synchronisatie in de data
eindbalanssample = (Fs.*(T2./S)); %framenummer eind van de balanstak in de data
beginbokspringsample = (Fs.*(T3./S)); %framenummer begin van het Wendsprongen in de data
eindbokspringsample = (Fs.*(T4./S)); %framenummer eind van het Wendsprongen in de data
beginhinkelsample = (Fs.*(T5./S)); %framenummer begin van het hinkelen in de data
eindhinkelsample = (Fs.*(T6./S)); %framenummer eind van het hinkelen in de data
beginhandenvoetensample = (Fs.*(T7./S)); %framenummer begin van het op handen en voeten lopen in de data
eindhandoetensample = (Fs.*(T8./S)); %framenummer eind van het op handen en voeten lopen in de data
beginlalomsample = (Fs.*(T9./S)); %framenummer begin van de slalom in de data
eindlalomsample = (Fs.*(T10./S)); %framenummer eind van de slalom in de data
beginkoprolsample = (Fs.*(T11./S)); %framenummer begin van de koprol in de data
eindkoprolsample = (Fs.*(T12./S)); %framenummer eind van de koprol in de data
beginkastsample = (Fs.*(T13./S)); %framenummer begin van het kastklimmen in de data
eindkastsample = (Fs.*(T14./S)); %framenummer eind van het kastklimmen in de data
```

Het afsnijden van de juiste samples horende bij de verschillende vaardigheden in de Jerk-data

```
Vector = DATAvector(afsnijsample:eindkastsample,:); %vectordata vanaf de  
synchronisatie sensor middel  
balansvector = DATAvector(afsnijsample:eindbalanssample,:); %vectordata van  
de balanstaa sensor middel  
bokspringvector = DATAvector(beginbokspringsample:eindbokspringsample,:);  
%vectordata van het Wendsprongen sensor middel  
hinkelvector = DATAvector(beginhinkelsample:eindhinkelsample,:); %vectordata  
van het hinkelen sensor middel  
handenvoetenvector =  
DATAvector(beginhandenvoetensample:eindhandenvoetensample,:); %vectordata van  
het op handen en voeten lopen sensor middel  
slalomvector = DATAvector(beginslalomsample:eindslalomsample,:); %vectordata  
van de slalom sensor middel  
koprolvector = DATAvector(beginkoprolsample:eindkoprolsample,:); %vectordata  
van de koprol sensor middel  
kastklimvector = DATAvector(beginkastsample:eindkastsample,:); %vectordata  
van het kastklimmen sensor middel
```

```
Vector2 = DATAvector2(afsnijsample:end,:); %vectordata vanaf de  
synchronisatie sensor scheen  
balansvector2 = DATAvector2(afsnijsample:eindbalanssample,:); %vectordata van  
de balanstaa sensor scheen  
bokspringvector2 = DATAvector2(beginbokspringsample:eindbokspringsample,:);  
%vectordata van het Wendsprongen sensor scheen  
hinkelvector2 = DATAvector2(beginhinkelsample:eindhinkelsample,:);  
%vectordata van het hinkelen sensor scheen  
handenvoetenvector2 =  
DATAvector2(beginhandenvoetensample:eindhandenvoetensample,:); %vectordata  
van het op handen en voeten lopen sensor scheen  
slalomvector2 = DATAvector2(beginslalomsample:eindslalomsample,:);  
%vectordata van de slalom sensor scheen  
koprolvector2 = DATAvector2(beginkoprolsample:eindkoprolsample,:);  
%vectordata van de koprol sensor scheen  
kastklimvector2 = DATAvector2(beginkastsample:eindkastsample,:); %vectordata  
van het kastklimmen sensor scheen
```

```
Vector3 = DATAvector3(afsnijsample:end,:); %vectordata vanaf de  
synchronisatie sensor hoofd  
balansvector3 = DATAvector3(afsnijsample:eindbalanssample,:); %vectordata van  
de balanstaa sensor hoofd  
bokspringvector3 = DATAvector3(beginbokspringsample:eindbokspringsample,:);  
%vectordata van het Wendsprongen sensor hoofd  
hinkelvector3 = DATAvector3(beginhinkelsample:eindhinkelsample,:);  
%vectordata van het hinkelen sensor hoofd  
handenvoetenvector3 =  
DATAvector3(beginhandenvoetensample:eindhandenvoetensample,:); %vectordata  
van het op handen en voeten lopen sensor hoofd  
slalomvector3 = DATAvector3(beginslalomsample:eindslalomsample,:);  
%vectordata van de slalom sensor hoofd  
koprolvector3 = DATAvector3(beginkoprolsample:eindkoprolsample,:);  
%vectordata van de koprol sensor hoofd  
kastklimvector3 = DATAvector3(beginkastsample:eindkastsample,:); %vectordata  
van het kastklimmen sensor hoofd
```

Het afsnijden van de verschillende overgangen tussen de verschillende vaardigheden in de Jerk-data

```
overgang11 = DATAvector(eindbalanssample:beginbokspringsample,:);
overgang12 = DATAvector(eindbokspringsample:beginhinkelsample,:);
overgang13 = DATAvector(eindhinkelsample:beginhandenvoetensample,:);
overgang14 = DATAvector(eindhandenvoetensample:beginlalomsample,:);
overgang15 = DATAvector(eindlalomsample:beginkoprolsample,:);
overgang16 = DATAvector(eindkoprolsample:beginkastsample,:);

overgang21 = DATAvector2(eindbalanssample:beginbokspringsample,:);
overgang22 = DATAvector2(eindbokspringsample:beginhinkelsample,:);
overgang23 = DATAvector2(eindhinkelsample:beginhandenvoetensample,:);
overgang24 = DATAvector2(eindhandenvoetensample:beginlalomsample,:);
overgang25 = DATAvector2(eindlalomsample:beginkoprolsample,:);
overgang26 = DATAvector2(eindkoprolsample:beginkastsample,:);

overgang31 = DATAvector3(eindbalanssample:beginbokspringsample,:);
overgang32 = DATAvector3(eindbokspringsample:beginhinkelsample,:);
overgang33 = DATAvector3(eindhinkelsample:beginhandenvoetensample,:);
overgang34 = DATAvector3(eindhandenvoetensample:beginlalomsample,:);
overgang35 = DATAvector3(eindlalomsample:beginkoprolsample,:);
overgang36 = DATAvector3(eindkoprolsample:beginkastsample,:);
```

Testen van het afsnijden van de juiste datasamples van de verschillende vaardigheden door deze los te plotten. Ook het tellen van het aantal pieken wordt in dit matlabscript getest. Wisselen tussen de data van de verschillende vaardigheden kan door de data bij Q te variëren

```
%pieken tellen in de Jerk x-as (:,1), y-as (:,2) en z-as (:,3) data van de
sensor
%om de middel (balansvector)
figure;
Q = hinkelvector; %vereenvoudiging voor het aanroepen van het benodigde data-
deel
subplot(2,1,2)
plot(time(1:length(Q)),Q);
title('Jerk balans data sensor middel');
xlabel('Time (s)');
ylabel('m/s');
legend('x-as', 'y-as', 'z-as')
findpeaks(Q(:,1)); %zoeken naar de maxima in de x-as data
numel(findpeaks(Q(:,1))) %tellen van de toppen in de x-as data
findpeaks(-Q(:,1)); %zoeken naar de minima in de x-as data
numel(findpeaks(-Q(:,1))) %tellen van de dalen in de x-as data
Uitkomstmaatx = numel(findpeaks(Q(:,1))) + numel(findpeaks(-Q(:,1))) %tellen
van het totaal aantal pieken in de x-as data
findpeaks(Q(:,2));
numel(findpeaks(Q(:,2)))
findpeaks(-Q(:,2));
numel(findpeaks(-Q(:,2)))
Uitkomstmaaty = numel(findpeaks(Q(:,2))) + numel(findpeaks(-Q(:,2)))
findpeaks(Q(:,3));
numel(findpeaks(Q(:,3)))
findpeaks(-Q(:,3));
numel(findpeaks(-Q(:,3)))
Uitkomstmaatz = numel(findpeaks(Q(:,3))) + numel(findpeaks(-Q(:,3)))
Uitkomstmaatbalans = [Uitkomstmaatx,Uitkomstmaaty,Uitkomstmaatz]
```

Het tellen van het aantal pieken in de Jerk-data weergegeven als de x-, y- en z-as van de verschillende sensoren

%uitkomstmaten voor alle data delen van alle 3 de sensoren

```
Uitkomstmaatbalans1 = [numel(findpeaks(balansvector(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector(:,1))),numel(findpeaks(balansvector(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector(:,2))),numel(findpeaks(balansvector(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector(:,3)))]  
Uitkomstmaatbalans2 = [numel(findpeaks(balansvector2(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector2(:,1))),numel(findpeaks(balansvector2(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector2(:,2))),numel(findpeaks(balansvector2(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector2(:,3)))]  
Uitkomstmaatbalans3 = [numel(findpeaks(balansvector3(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector3(:,1))),numel(findpeaks(balansvector3(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector3(:,2))),numel(findpeaks(balansvector3(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-balansvector3(:,3)))]  
UitkomstmaatWendsprongen1 = [numel(findpeaks(bokspringvector(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-  
    bokspringvector(:,1))),numel(findpeaks(bokspringvector(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-  
    bokspringvector(:,2))),numel(findpeaks(bokspringvector(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-bokspringvector(:,3)))]  
UitkomstmaatWendsprongen2 = [numel(findpeaks(bokspringvector2(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-  
    bokspringvector2(:,1))),numel(findpeaks(bokspringvector2(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-  
    bokspringvector2(:,2))),numel(findpeaks(bokspringvector2(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-bokspringvector2(:,3)))]  
UitkomstmaatWendsprongen3 = [numel(findpeaks(bokspringvector3(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-  
    bokspringvector3(:,1))),numel(findpeaks(bokspringvector3(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-  
    bokspringvector3(:,2))),numel(findpeaks(bokspringvector3(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-bokspringvector3(:,3)))]  
Uitkomstmaathinkelen1 = [numel(findpeaks(hinkelvector(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector(:,1))),numel(findpeaks(hinkelvector(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector(:,2))),numel(findpeaks(hinkelvector(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector(:,3)))]  
Uitkomstmaathinkelen2 = [numel(findpeaks(hinkelvector2(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector2(:,1))),numel(findpeaks(hinkelvector2(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector2(:,2))),numel(findpeaks(hinkelvector2(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector2(:,3)))]  
Uitkomstmaathinkelen3 = [numel(findpeaks(hinkelvector3(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector3(:,1))),numel(findpeaks(hinkelvector3(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector3(:,2))),numel(findpeaks(hinkelvector3(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-hinkelvector3(:,3)))]  
Uitkomstmaathandenvoeten1 = [numel(findpeaks(handenvoetenvector(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-  
    handenvoetenvector(:,1))),numel(findpeaks(handenvoetenvector(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-  
    handenvoetenvector(:,2))),numel(findpeaks(handenvoetenvector(:,3))) +  
    numel(findpeaks(-handenvoetenvector(:,3)))]  
Uitkomstmaathandenvoeten2 = [numel(findpeaks(handenvoetenvector2(:,1))) +  
    numel(findpeaks(-  
    handenvoetenvector2(:,1))),numel(findpeaks(handenvoetenvector2(:,2))) +  
    numel(findpeaks(-
```

```
handenvoetenvector2(:,2)), numel(findpeaks(handenvoetenvector2(:,3))) +  
numel(findpeaks(-handenvoetenvector2(:,3)))]  
Uitkomstmaathandenvoeten3 = [numel(findpeaks(handenvoetenvector3(:,1))) +  
numel(findpeaks(-  
handenvoetenvector3(:,1))), numel(findpeaks(handenvoetenvector3(:,2))) +  
numel(findpeaks(-  
handenvoetenvector3(:,2))), numel(findpeaks(handenvoetenvector3(:,3))) +  
numel(findpeaks(-handenvoetenvector3(:,3)))]  
Uitkomstmaatslalom1 = [numel(findpeaks(slalomvector(:,1))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector(:,1))), numel(findpeaks(slalomvector(:,2))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector(:,2))), numel(findpeaks(slalomvector(:,3))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector(:,3)))]  
Uitkomstmaatslalom2 = [numel(findpeaks(slalomvector2(:,1))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector2(:,1))), numel(findpeaks(slalomvector2(:,2))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector2(:,2))), numel(findpeaks(slalomvector2(:,3))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector2(:,3)))]  
Uitkomstmaatslalom3 = [numel(findpeaks(slalomvector3(:,1))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector3(:,1))), numel(findpeaks(slalomvector3(:,2))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector3(:,2))), numel(findpeaks(slalomvector3(:,3))) +  
numel(findpeaks(-slalomvector3(:,3)))]  
Uitkomstmaatkoprol1 = [numel(findpeaks(koprolvector(:,1))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector(:,1))), numel(findpeaks(koprolvector(:,2))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector(:,2))), numel(findpeaks(koprolvector(:,3))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector(:,3)))]  
Uitkomstmaatkoprol2 = [numel(findpeaks(koprolvector2(:,1))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector2(:,1))), numel(findpeaks(koprolvector2(:,2))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector2(:,2))), numel(findpeaks(koprolvector2(:,3))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector2(:,3)))]  
Uitkomstmaatkoprol3 = [numel(findpeaks(koprolvector3(:,1))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector3(:,1))), numel(findpeaks(koprolvector3(:,2))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector3(:,2))), numel(findpeaks(koprolvector3(:,3))) +  
numel(findpeaks(-koprolvector3(:,3)))]  
Uitkomstmaatkastklim1 = [numel(findpeaks(kastklimvector(:,1))) +  
numel(findpeaks(-kastklimvector(:,1))), numel(findpeaks(kastklimvector(:,2)))  
+ numel(findpeaks(-  
kastklimvector(:,2))), numel(findpeaks(kastklimvector(:,3))) +  
numel(findpeaks(-kastklimvector(:,3)))]  
Uitkomstmaatkastklim2 = [numel(findpeaks(kastklimvector2(:,1))) +  
numel(findpeaks(-  
kastklimvector2(:,1))), numel(findpeaks(kastklimvector2(:,2))) +  
numel(findpeaks(-  
kastklimvector2(:,2))), numel(findpeaks(kastklimvector2(:,3))) +  
numel(findpeaks(-kastklimvector2(:,3)))]  
Uitkomstmaatkastklim3 = [numel(findpeaks(kastklimvector3(:,1))) +  
numel(findpeaks(-  
kastklimvector3(:,1))), numel(findpeaks(kastklimvector3(:,2))) +  
numel(findpeaks(-  
kastklimvector3(:,2))), numel(findpeaks(kastklimvector3(:,3))) +  
numel(findpeaks(-kastklimvector3(:,3)))]
```

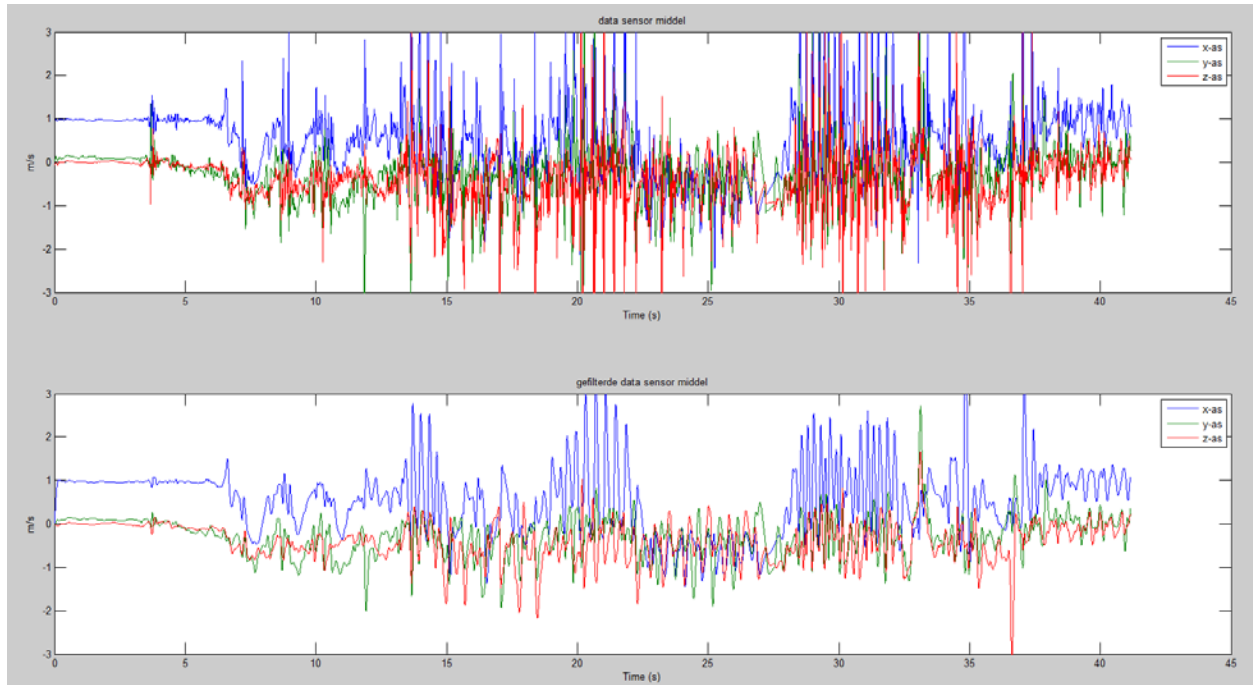
Het tellen van het aantal pieken tijdens de overgangen in Jerk-data weergegeven als de x-, y- en z-as van de verschillende sensoren

```
piekenovergang11 = [numel(findpeaks(overgang11(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang11(:,1))),numel(findpeaks(overgang11(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang11(:,2))),numel(findpeaks(overgang11(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang11(:,3)))]  
piekenovergang12 = [numel(findpeaks(overgang12(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang12(:,1))),numel(findpeaks(overgang12(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang12(:,2))),numel(findpeaks(overgang12(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang12(:,3)))]  
piekenovergang13 = [numel(findpeaks(overgang13(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang13(:,1))),numel(findpeaks(overgang13(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang13(:,2))),numel(findpeaks(overgang13(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang13(:,3)))]  
piekenovergang14 = [numel(findpeaks(overgang14(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang14(:,1))),numel(findpeaks(overgang14(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang14(:,2))),numel(findpeaks(overgang14(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang14(:,3)))]  
piekenovergang15 = [numel(findpeaks(overgang15(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang15(:,1))),numel(findpeaks(overgang15(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang15(:,2))),numel(findpeaks(overgang15(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang15(:,3)))]  
piekenovergang16 = [numel(findpeaks(overgang16(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang16(:,1))),numel(findpeaks(overgang16(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang16(:,2))),numel(findpeaks(overgang16(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang16(:,3)))]  
piekenovergang21 = [numel(findpeaks(overgang21(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang21(:,1))),numel(findpeaks(overgang21(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang21(:,2))),numel(findpeaks(overgang21(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang21(:,3)))]  
piekenovergang22 = [numel(findpeaks(overgang22(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang22(:,1))),numel(findpeaks(overgang22(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang22(:,2))),numel(findpeaks(overgang22(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang22(:,3)))]  
piekenovergang23 = [numel(findpeaks(overgang23(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang23(:,1))),numel(findpeaks(overgang23(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang23(:,2))),numel(findpeaks(overgang23(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang23(:,3)))]  
piekenovergang24 = [numel(findpeaks(overgang24(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang24(:,1))),numel(findpeaks(overgang24(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang24(:,2))),numel(findpeaks(overgang24(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang24(:,3)))]  
piekenovergang25 = [numel(findpeaks(overgang25(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang25(:,1))),numel(findpeaks(overgang25(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang25(:,2))),numel(findpeaks(overgang25(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang25(:,3)))]  
piekenovergang26 = [numel(findpeaks(overgang26(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang26(:,1))),numel(findpeaks(overgang26(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang26(:,2))),numel(findpeaks(overgang26(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang26(:,3)))]  
piekenovergang31 = [numel(findpeaks(overgang31(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang31(:,1))),numel(findpeaks(overgang31(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang31(:,2))),numel(findpeaks(overgang31(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang31(:,3)))]  
piekenovergang32 = [numel(findpeaks(overgang32(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang32(:,1))),numel(findpeaks(overgang32(:,2))) + numel(findpeaks(-
```

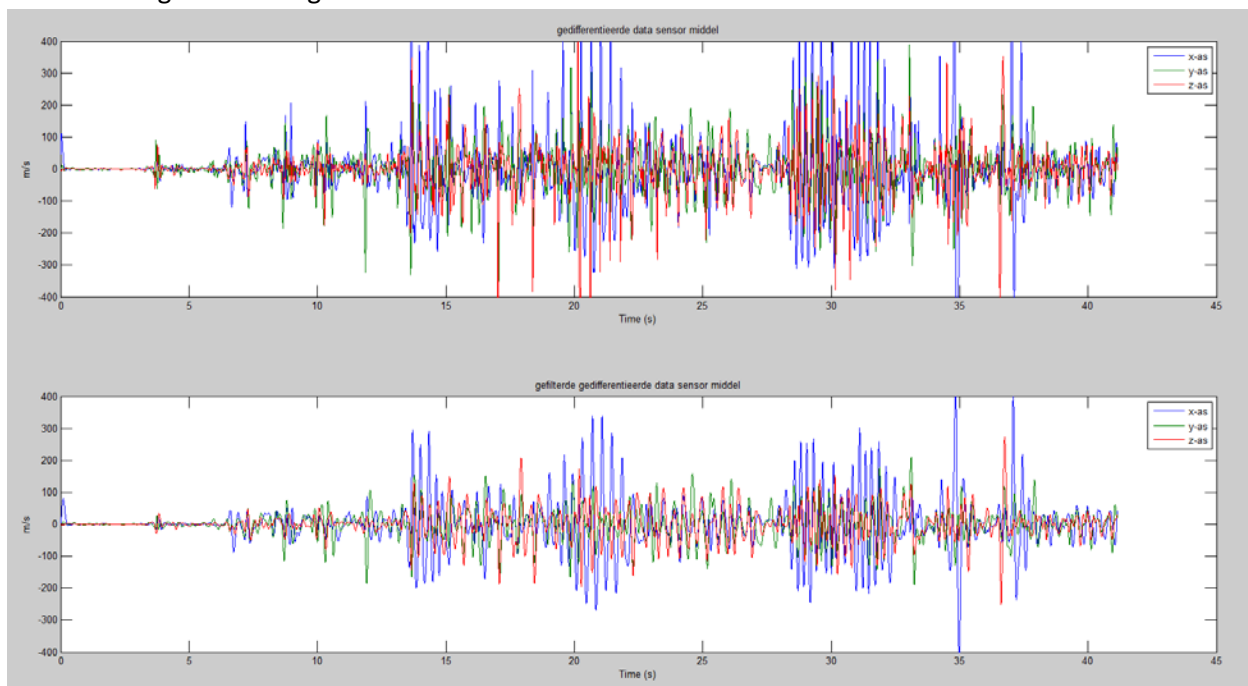
```
overgang32(:,2)), numel(findpeaks(overgang32(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang32(:,3)))]  
piekenovergang33 = [numel(findpeaks(overgang33(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang33(:,1))), numel(findpeaks(overgang33(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang33(:,2))), numel(findpeaks(overgang33(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang33(:,3)))]  
piekenovergang34 = [numel(findpeaks(overgang34(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang34(:,1))), numel(findpeaks(overgang34(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang34(:,2))), numel(findpeaks(overgang34(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang34(:,3)))]  
piekenovergang35 = [numel(findpeaks(overgang35(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang35(:,1))), numel(findpeaks(overgang35(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang35(:,2))), numel(findpeaks(overgang35(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang35(:,3)))]  
piekenovergang36 = [numel(findpeaks(overgang36(:,1))) + numel(findpeaks(-  
overgang36(:,1))), numel(findpeaks(overgang36(:,2))) + numel(findpeaks(-  
overgang36(:,2))), numel(findpeaks(overgang36(:,3))) + numel(findpeaks(-  
overgang36(:,3)))]  
  
uitkomstmaatovergang1 = piekenovergang11 + piekenovergang12 +  
piekenovergang13 + piekenovergang14 + piekenovergang15 + piekenovergang16  
uitkomstmaatovergang2 = piekenovergang21 + piekenovergang22 +  
piekenovergang23 + piekenovergang24 + piekenovergang25 + piekenovergang26  
uitkomstmaatovergang3 = piekenovergang31 + piekenovergang32 +  
piekenovergang33 + piekenovergang34 + piekenovergang35 + piekenovergang36
```

Bijlage V: Resultaten proefmeting in MATLAB

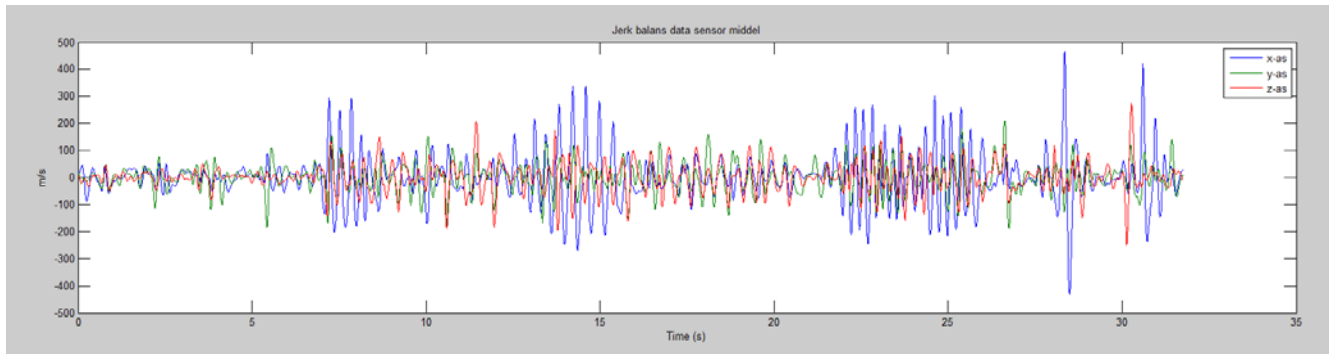
Een inzicht in de verschillende resultaten uit het MATLAB-script



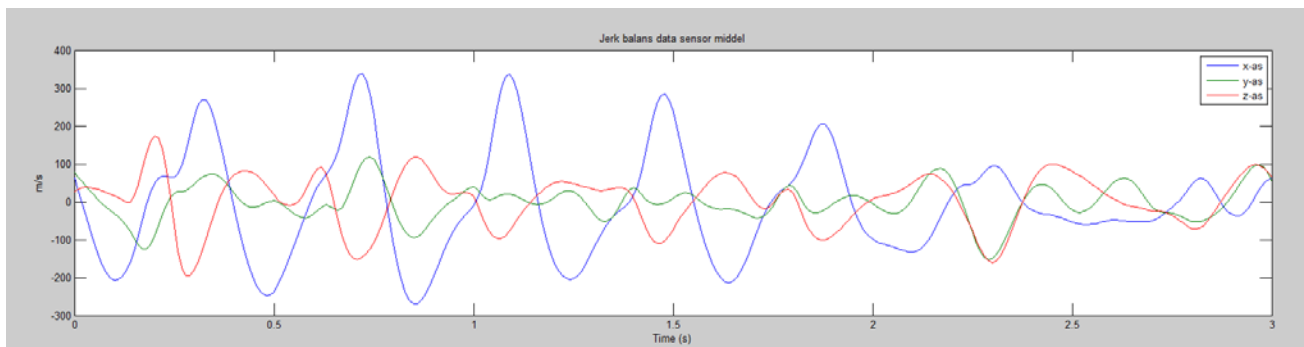
Afbeelding 18: De vector data van de sensor rond de middel. De bovenste grafiek zijn de originele data, de onderste grafiek is de gefilterde data.



Afbeelding 19: De Jerk-data van de sensor rond de middel. De bovenste grafiek zijn de originele data, de onderste grafiek is de gefilterde data.



Afbeelding 20: De afgesneden gefilterde Jerk-data van de sensor rond de middel.



Afbeelding 21: Uitvergroot de gefilterde Jerk-data van de sensor rond de middel tijdens het hinkelen.

De voorgaande grafieken zijn de weergaven van data afkomstig van 1 sensor van 1 proefpersoon. Voor de overige sensoren worden dergelijke grafieken geplott door Matlab. De versnellingsdata dienen per proefpersoon los te worden ingelezen. De grafiek in afbeelding 21 is enkel de data tijdens het hinkelen. Door de overige vaardigheden te plotten kan het aantal pieken dat Matlab meet als uitkomstmaat worden gecontroleerd.

In de afbeelding hiernaast is de uiteindelijke uitkomstmaat in Matlab te zien. Deze wordt weergegeven als: [aantal pieken x-as, aantal pieken y-as, aantal pieken z-as]. De naamgeving staat voor de vaardigheid gevolgd door de bepaalde sensor, waarbij geldt dat 1 staat voor de sensor rond de middel, 2 voor de sensor op de scheen en 3 voor de sensor op het hoofd.

Het aantal pieken in de Jerk-data tijdens de overgangen is bij elkaar opgeteld, dus de uitkomstmaatovergang staat voor alle overgangen tussen alle verschillende vaardigheden.

Workspace	
Name	Value
T6	92
T7	94
T8	115
T9	122
time	4117x1 double
Uitkomstmaatbalans	[19 32 25]
Uitkomstmaatbalans1	[71 68 78]
Uitkomstmaatbalans2	[85 93 70]
Uitkomstmaatbalans3	[72 69 56]
Uitkomstmaatbokspringen1	[36 39 35]
Uitkomstmaatbokspringen2	[45 40 34]
Uitkomstmaatbokspringen3	[29 36 29]
Uitkomstmaathandenvoeten1	[39 37 38]
Uitkomstmaathandenvoeten2	[60 53 60]
Uitkomstmaathandenvoeten3	[44 46 40]
Uitkomstmaathinkelen1	[19 32 25]
Uitkomstmaathinkelen2	[40 37 21]
Uitkomstmaathinkelen3	[23 25 17]
Uitkomstmaatkastklim1	[22 22 23]
Uitkomstmaatkastklim2	[20 27 18]
Uitkomstmaatkastklim3	[16 23 15]
Uitkomstmaatkoprol1	[13 15 15]
Uitkomstmaatkoprol2	[13 17 13]
Uitkomstmaatkoprol3	[11 13 13]
uitkomstmaatovergang1	[40 44 42]
uitkomstmaatovergang2	[51 52 40]
uitkomstmaatovergang3	[42 37 41]
Uitkomstmaatslalom1	[17 21 18]
Uitkomstmaatslalom2	[24 23 19]
Uitkomstmaatslalom3	[19 17 17]

Bijlage VI: Aantal pieken in de Jerk van de proefmeting

Vaardigheid	Minder Goed 1 normaal			Minder Goed 1 snel			Goed 1 normaal			Goed 1 snel			Goed 2 normaal			Goed 2 snel			Minder goed 2 normaal			Minder goed 2 snel		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Balanceren																								
Middel	49	61	58	46	54	53	47	47	46	36	46	38	55	56	61	34	39	39	120	118	112	71	68	78
scheen	57	69	52	52	78	61	61	61	54	53	54	49	68	77	56	39	66	36	115	141	115	85	93	70
Hoofd	52	62	43	52	50	36	57	44	42	33	41	40	53	59	40	44	40	32	106	100	99	72	69	56
Wendsprongen																								
Middel	40	52	31	26	28	35	31	26	26	27	26	23	31	41	44	24	27	30	61	59	51	36	39	35
scheen	42	49	35	37	40	30	35	48	24	34	40	32	44	57	35	29	36	23	72	79	61	45	40	34
Hoofd	39	47	35	32	32	25	26	26	25	22	26	23	34	29	33	24	35	25	54	58	48	29	36	29
Hinkelen																								
Middel	15	28	30	12	22	18	21	33	45	12	19	17	19	27	24	10	16	17	18	34	27	19	32	25
scheen	27	34	15	21	23	18	41	39	25	19	18	11	22	29	22	10	13	9	39	38	20	40	37	21
Hoofd	16	15	15	13	18	14	26	28	19	19	14	13	16	22	14	11	14	10	20	21	16	23	25	17
Handen en voeten																								
Middel	36	35	33	25	30	22	37	36	29	35	27	25	55	54	42	38	33	28	74	87	77	39	37	38
scheen	53	55	45	34	43	31	48	48	46	44	42	35	56	71	52	41	44	38	94	95	81	60	53	60
Hoofd	39	38	35	31	32	33	39	33	45	31	30	36	52	53	41	36	34	31	79	70	83	44	46	40
Slalom																								
Middel	28	34	27	13	17	17	21	26	20	11	15	15	22	27	33	16	21	18	17	25	24	17	21	18
scheen	33	42	31	16	19	13	33	39	36	21	19	18	26	36	26	12	15	12	38	39	28	24	23	19
Hoofd	26	29	21	13	14	10	22	28	23	17	13	11	26	26	22	15	9	13	22	24	17	19	17	17

Koprol																								
Middel	17	17	17	12	15	11	15	13	12	12	11	9	22	23	23	15	10	12	22	22	18	13	15	15
scheen	21	26	13	16	22	15	15	19	17	13	13	12	20	24	18	16	22	14	27	28	20	13	17	13
Hoofd	16	23	17	14	15	14	17	16	14	10	11	10	22	21	16	15	15	12	24	22	18	11	13	13
Kastklimmen																								
Middel	39	43	44	22	18	18	15	17	17	11	14	11	23	20	23	11	15	12	37	38	41	22	22	23
scheen	38	50	42	20	25	20	28	23	31	14	14	11	14	27	15	13	20	10	44	57	37	20	27	18
Hoofd	33	36	38	20	21	18	22	18	15	12	8	9	18	18	19	11	13	10	39	34	27	16	23	15
Overgangen																								
Middel	76	82	67	34	50	34	76	67	67	39	51	43	116	138	125	47	55	50	87	95	108	40	44	42
scheen	93	102	93	51	62	46	91	117	88	60	55	47	137	166	134	49	71	41	120	143	97	51	52	40
Hoofd	76	93	57	45	48	36	78	76	59	47	46	41	123	111	102	44	45	46	97	89	76	42	37	41
Tijd	38,01 sec			27,06 sec			33,26 sec			24,26 sec			42,51 sec			24,51 sec			54,26 sec			31,76 sec		

Tabel 6: Uitkomstmaten uit Matlab. Deze tabel geeft het aantal pieken in de Jerk-data weer per vaardigheid. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende assen waarlangs gemeten is tijdens de metingen. Ook geeft deze tabel de tijd weer die deproefpersonen nodig hadden om het parcours te doorlopen. Goed staat voor de proefpersonen waarvan verondersteld werd dat ze een betere motorische vaardigheid hadden dan de proefpersonen met een minder goede motorische vaardigheid. Normaal staat voor de metingen waarbij de proefpersonen de uitvoering zo goed mogelijk diende te doen, snel staat voor de metingen waarbij de proefpersonen zo snel mogelijk het parcours moesten doorlopen.

Bijlage VII: Meetprotocol Pilotmeting

Beweegparcours:

Hieronder zijn de onderdelen van het beweegparcours benoemd die in dit onderzoek gehanteerd zullen worden, omdat deze aansluit bij de leeftijdsgroep van de kinderen:

- Balanceren achterwaarts op een bank en daarbij 3 keer een lintje aanraken op de bank.
- Steunsprongen over een bank.
- Hinkelen achterwaarts.
- Achterwaarts op handen en voeten lopen, met de buik naar de grond.
- Achterwaarts lopen.
- Een lengteas rol.
- Over een kast klimmen (4 kastdelen + kastkop).

Het beweegparcours dient voor aanvang van de gymles al te zijn opgebouwd, zodat de meting direct kan beginnen als de proefpersonen arriveren.

Benodigheden

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| - 2 banken | - 3 lintjes |
| - 15 pylonen | - Kast |
| - 2 matjes | - Poortjes om de tijd te meten |
| - 3 versnellingssensoren | - Laptop |
| - Router | - Tape |
| - pet | - riem |

Meetmethode:

De metingen zullen beginnen met een introductie aan de kinderen wat de bedoeling is als ze over het beweegparcours gaan. De verschillende vaardigheden worden uitgelegd en tijdens de metingen zal erop worden toegezien dat deze vaardigheden correct worden uitgevoerd. Vervolgens krijgen de kinderen 1 keer de mogelijkheid om het parcours te oefenen.

Nadat ze kennis hebben gemaakt met het parcours kunnen de metingen starten, hiervoor zullen de kinderen 1 voor 1 over de baan gaan waarbij de tijd wordt gemeten die ze nodig hebben voor de gehele baan, maar ook zullen de tijdsmetingen per vaardigheid worden geregistreerd door middel van de tijdswaarnemingspoortjes. Tijdens het doorlopen van de baan zullen bewegingssensoren de uitvoering van de vaardigheden meten. Deze sensoren zullen worden geplaatst op de scheen, rond de middel en op het hoofd. De sensoren zullen rond de middel worden bevestigd met een riem, op het hoofd met een pet en op de scheen met tape. Door deze manier van bevestigen kan er snel worden gewisseld tussen de verschillende kinderen en zullen de bewegingen bij ieder kind op dezelfde wijze worden geregistreerd door de versnellingssensoren.

Tijdens de metingen is het de bedoeling dat de kinderen zo snel mogelijk de baan doorlopen. Het begin van de meting ligt aan het begin van de eerste bank, waar de kinderen achteruit balancerend overheen moeten. De testleider telt af van 3 naar 0 en geeft het startsein, op dit moment worden de tijdsmeting en de sensormeting gestart. De kinderen zullen het hele parcours doorlopen, waarbij de vaardigheden correct dienen worden uitgevoerd. De meting stopt op het moment dat het kind de pylon achter de kast aantikt, op dit moment zullen de tijdsmeting en de sensor metingen worden beëindigd.

Beoordeling kinderen door de docent:

	Naam leerling	Slecht	Matig	Gemiddeld	Goed	Zeer goed
1	syl					x
2	abel			x		
3	Timo		X			
4	tijmen					x
5	tom		x			
6	liv			x		
7	nadia				x	
8	linde		X			
9	cinne			x		
10	sarinande			x		
11	zoey			x		
12	Carla					x
13	saartje				x	
14	jasmijn				x	
15	florian				x	
16	ilian			x		
17	abel B					x
18	abel C		x			
19	levi					x
20	bente				x	
21	carlijn				x	
22	eva			X		
23	floor				x	
24	billy			X		
25	sam					X
26	laura		x			
27	casper				x	
28	marck				x	
29	ruben	x				

Tabel 7: Door middel van deze tabel maakt de docent een onderverdeling van de kinderen in verschillende groepen van motorische vaardigheid. De tijdsmetingen en de resultaten van de sensoren wordt onderverdeeld in deze groepen.

Tijdsmetingen:

	Balans	Wendsprongen	Hinkelen	Handen	Slalom	Koprol	Kast
1	5.7	10.1	11.8	15.5	18.8	20.1	22.9
2	7	11.4	12.9	16.8	20.5	22.2	25.7
3	6.9	12.3	14.1	18.6	22.4	24.3	28.4
4	6.4	10.3	11.9	14.8	17.9	19.5	21.4
5	7.4	12.3	14.7	21.1	25.7	28.4	32.3
6	6	11.2	13.3	17.9	23.3	25.6	30
7	7	11.5	13.6	17.1	21.9	24.4	28.4
8	9.3	16	18.2	23.9	29.4	34	38.9
9	6	10.8	12.6	15.9	21	22.8	26
10	7.9	13.1	15.5	21.6	26.7	29.3	32.8
11	7.1	13.2	15.8	21.2	26.3	29.5	33.2
12	3.4	7.5	9.1	12.1	15.7	17	19.5
13	5.2	10.1	12	15.9	19.8	23	25.4
14	3.6	8.5	10	13.5	17	18.9	21.9
15	5	9.1	10.8	15.1	18.9	20.7	22.8
16	4.8	9.6	11.1	16	19.5	21.4	24
17	5.3	9.7	11.1	14.6	18.4	20.7	23.1
18	7	12.6	14.7	20	24.5	27.4	32.3
19	4	8	10.1	13.7	17.4	19.3	23.6
20	5.2	9.2	10.8	14.4	19.1	21.5	23.8
21	4.6	9.3	10.9	14	18.1	19.9	21.6
22	5.7	10.9	12.6	16.7	21.2	23.8	26.7
23	5	9.8	11.6	15.3	19.7	21.9	24.1
24	7.6	14.1	16.1	20.8	25.2	27.5	31.8
25	3.7	7.9	9.5	12.8	15.6	16.8	18.5
26	6.1	11.3	13.2	17.8	22.1	25.1	28.1
27	5.9	13	15	18.9	24.4	26.6	29.3
28	5.5	10.6	12.3	16	19.8	22.2	24.6
29	6.6	11.5	13.7	17.7	21.7	23.6	26.3

Tabel 8: De tijdsmetingen per vaardigheid die wordt geregistreerd door de poortjes.

Bijlage VIII: Resultaten Pilotmeting

Tijdsmeting

Kinderen met een slechte motorische ontwikkeling	Jongens	Meisjes
Gemeten tijd na... (sec)		
Balanceren	6.6	
Wendsprongen	11.5	
Hinkelen	13.7	
Handen en voeten	17.7	
Achteruit lopen	21.7	
Pannenkoek rol	23.6	
Kastklimmen	26.3	

Tabel 9: De gemiddelde tijdsmetingen van de groep met de slechte motorische ontwikkeling.

Kinderen met een matige motorische ontwikkeling	Jongens			Meisjes	
Gemeten tijd na... (sec)					
Balanceren	6.9	7.4	7	9.3	6.1
Wendsprongen	12.3	12.3	12.6	16	11.3
Hinkelen	14.1	14.7	14.7	18.2	13.2
Handen en voeten	18.6	21.1	20	23.9	17.8
Achteruit lopen	22.4	25.7	24.5	29.4	22.1
Pannenkoek rol	24.3	28.4	27.4	34	25.1
Kastklimmen	28.4	32.3	32.3	38.9	28.1

Tabel 10: De gemiddelde tijdsmetingen van de groep met de matige motorische ontwikkeling.

Kinderen met een gemiddelde motorische ontwikkeling	Jongens		Meisjes					
Gemeten tijd na... (sec)								
Balanceren	7	4.8	7	6	7.9	7.1	5.7	7.6
Wendsprongen	11.4	9.6	11.5	10.8	13.1	13.2	10.9	14.1
Hinkelen	12.9	11.1	13.6	12.6	15.5	15.8	12.6	16.1
Handen en voeten	16.8	16	17.1	15.9	21.6	21.2	16.7	20.8
Achteruit lopen	20.5	19.5	21.9	21	26.7	26.3	21.2	25.2
Pannenkoek rol	22.2	21.4	24.4	22.8	29.3	29.5	23.8	27.5
Kastklimmen	25.7	24	28.4	26	32.8	33.2	26.7	31.8

Tabel 11: De gemiddelde tijdsmetingen van de groep met de gemiddelde motorische ontwikkeling.

Kinderen met een goede motorische ontwikkeling	Jongens			Meisjes					
Gemeten tijd na... (sec)									
Balanceren	5	5.9	5.5	7	5.2	3.6	5.2	4.6	5
Wendsprongen	9.1	13	10.6	11.5	10.1	8.5	9.2	9.3	9.8
Hinkelen	10.8	15	12.3	13.6	12	10	10.8	10.9	11.6
Handen en voeten	15.1	18.9	16	17.1	15.9	13.5	14.4	14	15.3
Achteruit lopen	18.9	24.4	19.8	21.9	19.8	17	19.1	18.1	19.7
Pannenkoek rol	20.7	26.6	22.2	24.4	23	18.9	21.5	19.9	21.9
Kastklimmen	22.8	29.3	24.6	28.4	25.5	21.9	23.8	21.6	24.1

Tabel 12: De gemiddelde tijdsmetingen van de groep met de goede motorische ontwikkeling.

Kinderen met een goede motorische ontwikkeling	Jongens					Meisjes
Gemeten tijd na... (sec)						
Balanceren	5.7	6.4	5.3	4	3.7	3.4
Wendsprongen	10.1	10.3	9.7	8	7.9	7.5
Hinkelen	11.8	11.9	11.1	10.1	9.5	9.1
Handen en voeten	15.5	14.8	14.6	13.7	12.8	12.1
Achteruit lopen	18.8	17.9	18.4	17.4	15.6	15.7
Pannenkoek rol	20.1	19.5	20.7	19.3	16.8	17
Kastklimmen	22.9	21.4	23.1	23.6	18.5	19.5

Tabel 13: De gemiddelde tijdsmetingen van de groep met de zeer goede motorische ontwikkeling.

Aantal pieken in de Jerk

Kinderen met een slechte motorische ontwikkeling	Jongens			Meisjes		
Aantal pieken in de Jerk-data	Middel	scheen	Hoofd	Middel	scheen	Hoofd
Balanceren	94	132	77			
Wendsprongen	96	88	83			
Hinkelen	44	42	37			
Handen en voeten	66	86	65			
Achteruit lopen	87	84	68			
Pannenkoek rol	40	32	29			
Kastklimmen	51	52	50			
Totaal	478	516	409			

Tabel 14: Het gemiddelde aantal pieken in de Jerk van de groep met de slechte motorische ontwikkeling.

Kinderen met een matige motorische ontwikkeling	Jongens			Meisjes		
Aantal pieken in de Jerk-data	Middel	scheen	Hoofd	Middel	scheen	Hoofd
Balanceren	118	122	102	134	138	108
Wendsprongen	103	100	84	104	105	104
Hinkelen	38	39	35	39	34	31
Handen en voeten	113	104	91	83	110	94
Achteruit lopen	95	83	78	107	94	94
Pannenkoek rol	48	41	41	67	74	56
Kastklimmen	83	84	72	77	72	69
Totaal	598	574	503	611	627	555

Tabel 15: Het gemiddelde aantal pieken in de Jerk van de groep met de matige motorische ontwikkeling.

Kinderen met een gemiddelde motorische ontwikkeling	Jongens			Meisjes		
Aantal pieken in de Jerk-data	Middel	scheen	Hoofd	Middel	scheen	Hoofd
Balanceren	97	98	78	125	125	97
Wendsprongen	89	95	79	101	106	91
Hinkelen	29	25	30	39	33	35
Handen en voeten	82	85	75	83	83	81
Achteruit lopen	81	64	73	107	93	92
Pannenkoek rol	34	32	28	47	46	43
Kastklimmen	58	54	48	64	68	60
Totaal	469	452	409	566	554	499

Tabel 16: Het gemiddelde aantal pieken in de Jerk van de groep met de gemiddelde motorische ontwikkeling.

Kinderen met een goede motorische ontwikkeling	Jongens			Meisjes		
Aantal pieken in de Jerk-data	Middel	scheen	Hoofd	Middel	scheen	Hoofd
Balanceren	90	89	71	76	79	58
Wendsprongen	104	112	98	87	82	82
Hinkelen	31	29	27	33	29	29
Handen en voeten	73	83	82	68	70	63
Achteruit lopen	95	84	80	91	75	76
Pannenkoek rol	38	38	35	44	41	40
Kastklimmen	47	42	40	46	48	42
Totaal	477	477	433	445	424	391

Tabel 17: Het gemiddelde aantal pieken in de Jerk van de groep met de goede motorische ontwikkeling.

Kinderen met een zeer goede motorische ontwikkeling	Jongens			Meisjes		
Aantal pieken in de Jerk-data	Middel	scheen	Hoofd	Middel	scheen	Hoofd
Balanceren	82	80	64	59	39	48
Wendsprongen	81	73	70	80	79	78
Hinkelen	31	26	27	27	28	29
Handen en voeten	65	65	60	58	61	63
Achteruit lopen	76	57	61	71	49	68
Pannenkoek rol	33	31	28	44	32	38
Kastklimmen	47	54	44	47	46	41
Totaal	415	387	354	386	334	365

Tabel 18: Het gemiddelde aantal pieken in de Jerk van de groep met de zeer goede motorische ontwikkeling.

Bijlage IX: Hardware aansluiten

De versnellingssensoren die bij dit onderzoek worden gebruikt sturen de gemeten signalen naar de computer via wifi. Om dit te bewerkstelligen is het van essentieel belang dat de hardware goed is aangesloten op de computer. De router vormt in deze aansluiting de basis voor het verwerken van het wifi signaal. Een correcte aansluiting van de router legt dan ook de basis voor een optimale meting.

Hieronder worden de stappen beschreven die gevolgd dienen te worden bij het aansluiten van de router:

1. Voorzie de router van stroom. De stroom waarop de router werkt wordt verkregen door de stekker van de adapter in het stopcontact te stoppen. Waarna het andere einde van de kabel aan de adapter in de router wordt geplugd; deze moet aangesloten worden op de DC aansluiting naast de aan/uit-knop (zie afbeelding 23).
2. Verbind de router met de computer. Om de router met de computer te verbinden moet de UTP kabel worden gebruikt (gele kabel). Deze kabel moet in de router in een van de vier LAN poorten worden gedaan (zie afbeelding 23), waarna het andere eind in de LAN poort van de computer wordt bevestigd.
3. Zorg voor het meest optimale signaalontvangst. Om het wifi signaal zo goed mogelijk op te vangen en een zo ver mogelijk bereik te genereren, moeten de 6 kleppen naar buiten worden open gezet (zie afbeelding 24).
4. De router kan nu worden aangezet. De router wordt aangezet door de aan/uit-knop in te drukken (zie afbeelding 23).
5. Als laatste moeten de sensoren worden aangezet. De sensoren worden aangezet door ook hier op de aan/uit-knop te drukken (zie afbeelding 25). De router zal direct verbinding maken met de sensoren, dit kan echter wel enkele minuten duren. Op het moment dat de verbinding tot stand is gekomen zal het witte lampje op de sensoren blijven branden. Zolang de verbinding nog niet tot stand is gebracht zal dit witte lampje knipperen.

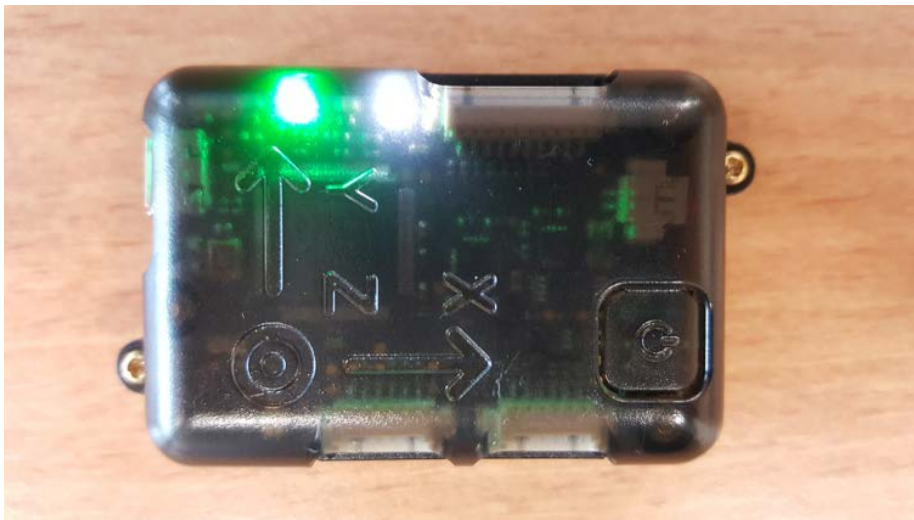


Afbeelding 23: De verschillende aansluitpoorten van de router

Als de aansluiting is uitgevoerd aan de hand van de hiervoor besproken stappen dient de aansluiting eruit te zien als weergegeven in afbeelding 24.



Afbeelding 24: Volledige hardware aansluiting



Afbeelding 25: Versnellingssensor

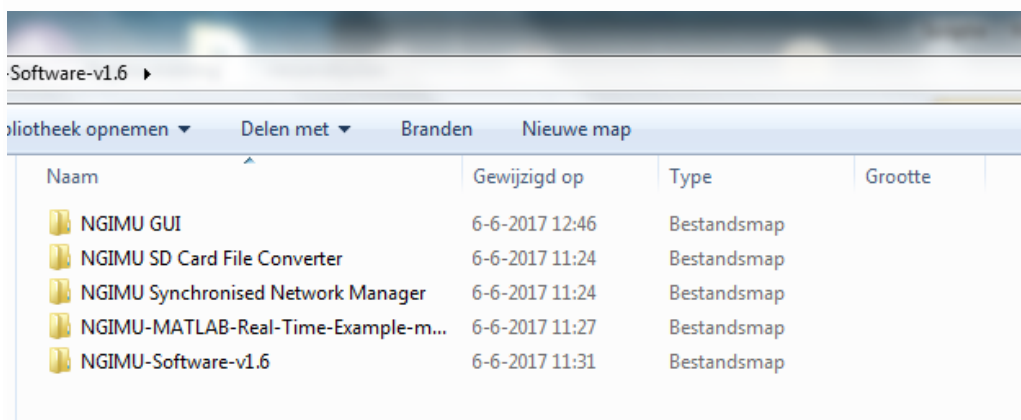
Bijlage X: Software gebruik tijdens de meting

De software die voor het meten met de versnellingssensoren nodig is, is te vinden op de volgende site: <http://x-io.co.uk/ngimu/>. Op deze site staat onder het kopje downloads in de linker boven kolom het programma dat nodig is voor metingen met de x-imu's (de versnellingssensoren die in dit onderzoek worden gebruikt). Dit programma bevindt zich in de gezipte map: NGIMU-Software-v1.6.zip (zie afbeelding 26).



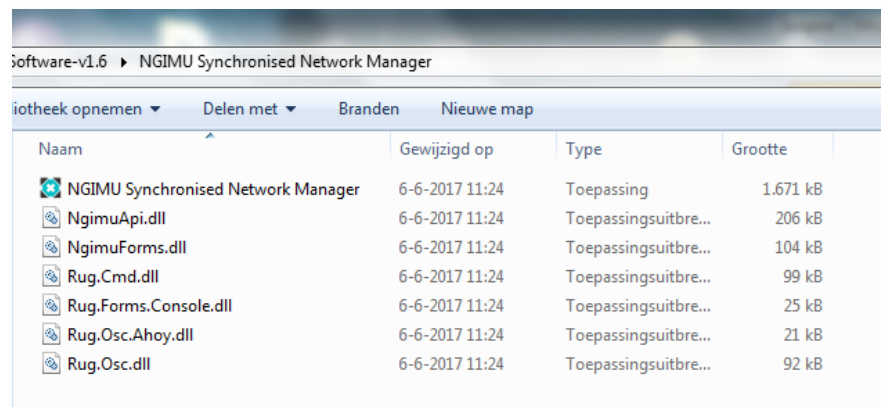
Afbeelding 26: Locatie van de benodigde software om de metingen uit te kunnen voeren.

Sla deze map op op de computer en pak hem uit via de rechter muisknop, door de klikken op alles uitpakken. In deze uitgedeelte map zitten vijf mappen (zie afbeelding 27).



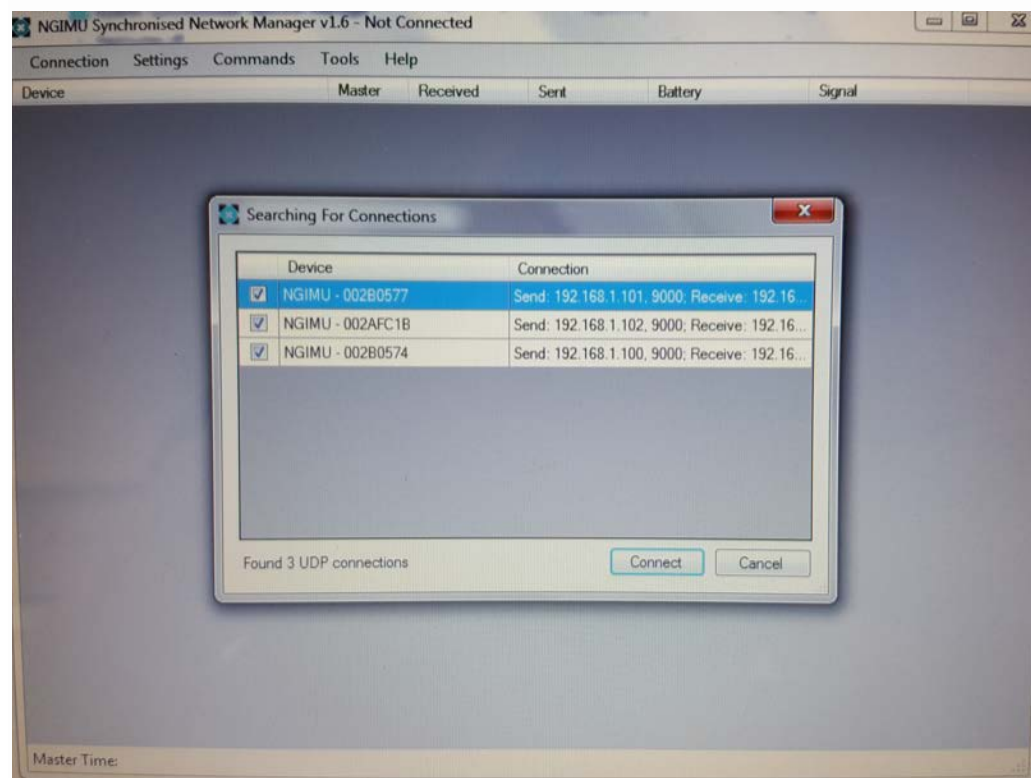
Afbeelding 27: De verschillende mappen in de gedownloade software map.

Om het programma te openen dient er in de map NGIMU Synchronised Network Manager de betreffende Synchronised Network Manager te worden geopend (zie afbeelding 28). Mocht dit openen een foutmelding geven, dan dien je eerst de firewall uit te schakelen.



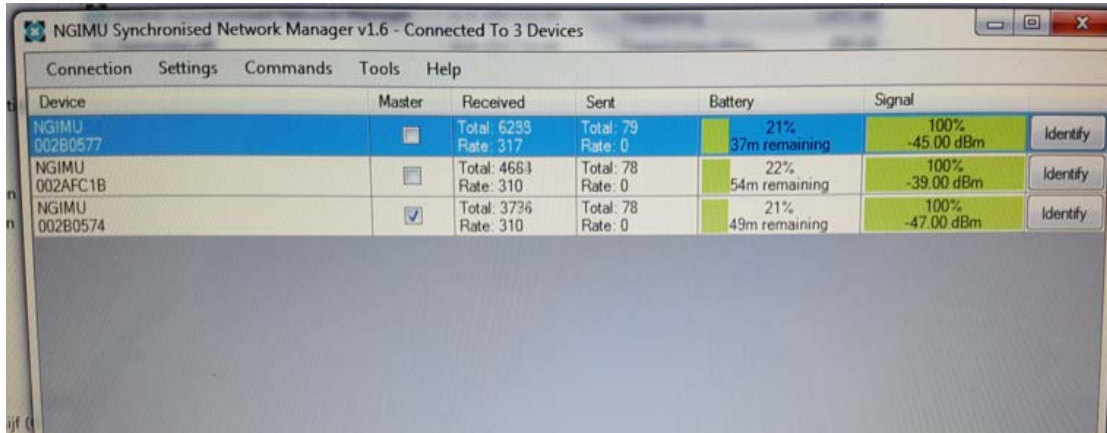
Afbeelding 28: De synchronised network manager is de software welke nodig is bij de metingen.

Na het openen van de Synchronised Network Manager begint het programma met het zoeken naar wificonnecties met de versnellingssensoren (zie afbeelding 29).



Afbeelding 29: Verbinden van de verschillende sensoren met de router.

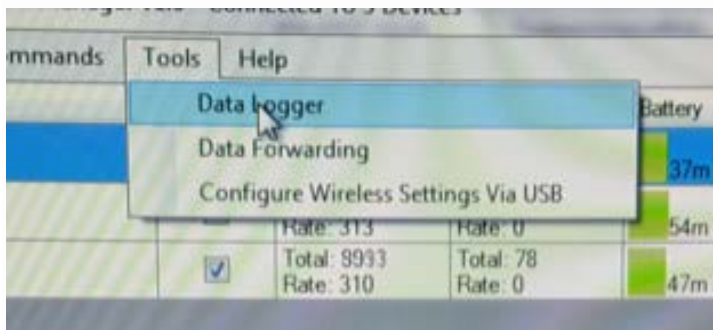
Na het verbinden worden de verschillende sensoren in het hoofdscherm weergegeven. Hierbij is te zien welke sensor de leidende sensor is, dit is de sensor waarmee de andere sensoren synchroniseren, zodat alle sensoren tegelijk meten. Ook is in het hoofdscherm te zien welke sensoren de volgende sensoren zijn. Ook is per sensor te zien hoeveel batterij ze nog hebben en hoe goed het signaal wordt opgevangen door de router (afbeelding 30).



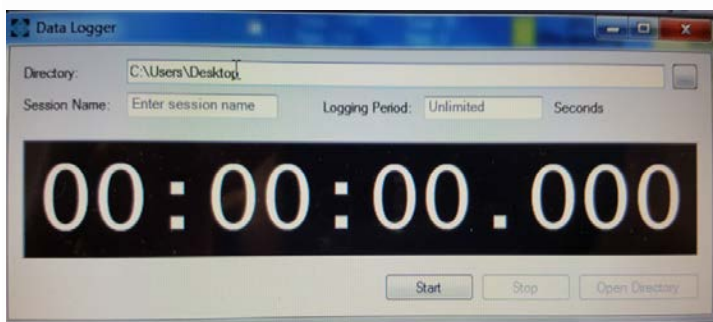
Device	Master	Received	Sent	Battery	Signal	
NGIMU 002B0577	☐	Total: 6233 Rate: 317	Total: 79 Rate: 0	21% 37m remaining	100% -45.00 dBm	Identify
NGIMU 002AFC1B	☐	Total: 4663 Rate: 310	Total: 78 Rate: 0	22% 54m remaining	100% -39.00 dBm	Identify
NGIMU 002B0574	☒	Total: 3736 Rate: 310	Total: 78 Rate: 0	21% 49m remaining	100% -47.00 dBm	Identify

Afbeelding 30: Weergave van het hoofdscherm na het verbinden van de verschillende versnellingssensoren.

Om te kunnen meten moet er onder het kopje Tools worden geklikt op Data Logger, dit geeft het scherm weergegeven in afbeelding 32. Sla de metingen op op een makkelijk terug te vinden plaats (Directory). Zorg ervoor dat alle metingen hierbij overzichtelijk worden opgeslagen. Geef ze dan ook een duidelijke naam bij: Session Name. De meting wordt gestart door te klikken op de knop start en wordt gestopt door te drukken op de stopknop.



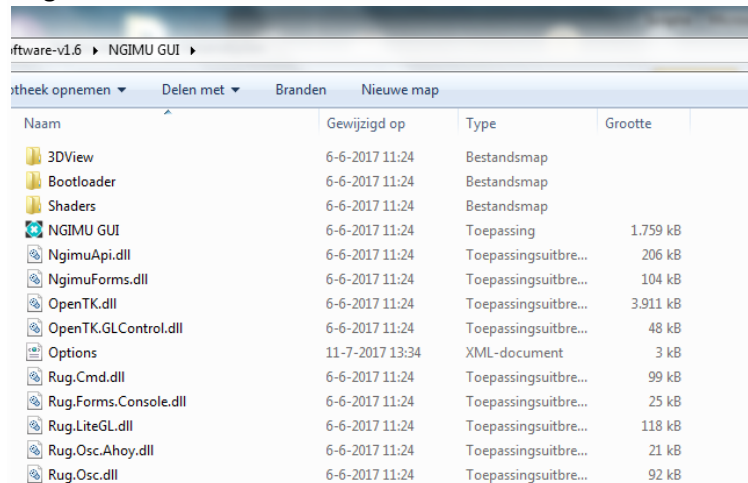
afbeelding 31: Openen van de Data Logger.



Afbeelding 32: Uitvoeren van de metingen.

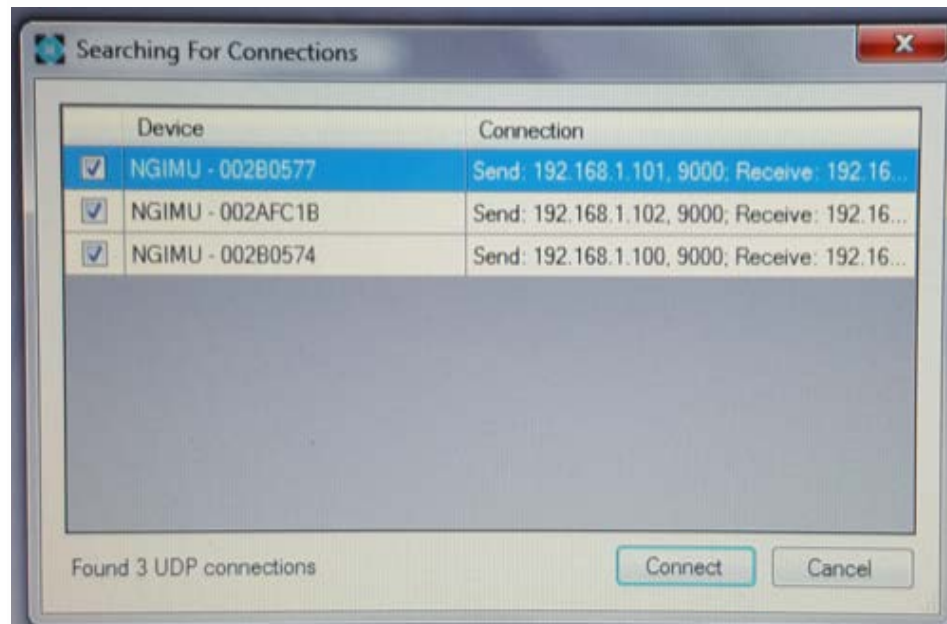
Aanpassen samplefrequentie

De standaard samplefrequentie waarmee de sensoren meten is 50Hz. Voor een optimale meting dient deze samplefrequentie echter een stuk hoger te zijn. De frequentie waarmee in dit onderzoek wordt gemeten is 256Hz. Deze samplefrequentie dient dus te worden aangepast. Dit aanpassen wordt gedaan via de map met de GUI (zie afbeelding 33). Open deze GUI. Let er ook nu weer op dat de firewall is uitgeschakeld.



Afbeelding 33: Het openen van de GUI.

Ook nu dient een sensor te worden verbonden in het scherm van afbeelding 34. In deze GUI kan maar 1 sensor tegelijk worden verbonden. Het aanpassen van de samplefrequentie moet dan ook voor iedere sensor waarmee gemeten wordt apart worden aangepast. Na het verbinden wordt het hoofdscherm weergegeven met 3 kopjes: Terminal, Messages en Settings.



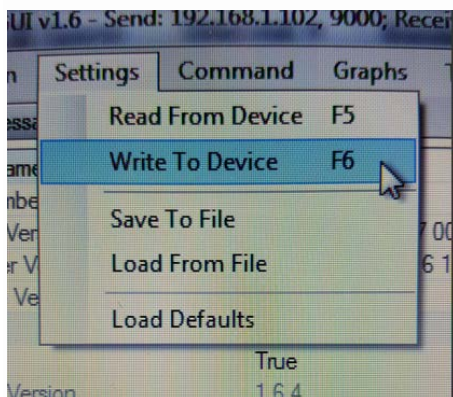
Afbeelding 34: Verbinden van de versnellingsensor in de GUI software.

Het aanpassen van de samplefrequentie moet worden gedaan onder het kopje Settings. Het aanpassen wordt gedaan bij het stuk Send Rates, pas het nummer achter Sensors aan naar de gewenste samplefrequentie (zie afbeelding 35).



Afbeelding 35: Aanpassen van de samplefrequentie van de versnellingssensor.

Sla de veranderde sample frequentie op op de sensor, door via de map Settings te klikken op Write To Device (afbeelding 36). Herhaal deze stappen voor alle verschillende sensoren.



Afbeelding 36: Opslaan van de veranderde samplefrequentie.

Bijlage XI: Onderzoeksvoorstel

**Het meten van de kwaliteit van motorische
vaardigheden bij kinderen met behulp van
versnellingssensoren**

Plan van aanpak afstudeerproject



Naam: Thomas Verschuren
Studentnummer: 12049506
E-mail: thomasverschuren@live.nl
Datum: 21/04/2017

Studievoortgang

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

Minor: Ja

Stage 2 afgerond: Ja

Totaal aantal behaalde vrije STPs: 15

Openstaande toetsen (+ module): Geen

Algemene info

Werkveld: Sport

Beroepsrol: Onderzoeker

Extern project: Ja

Naam Opdrachtgever/bedrijf/ECBT: ECBT

Contactpersoon (naam en mailadres): Joris Hoeboer - j.j.a.a.hoeboer@hhs.nl

Inleiding

Docenten lichamelijke opvoeding (LO) zorgen voor het fundament voor goed leren bewegen tijdens de jeugd. Dat is belangrijk, want tachtig procent van de kinderen is onvoldoende lichamelijk actief en haalt de Nederlandse Norm Gezond Bewegen niet (Hildebrandt et al. 2013). Tijdens de gymles leggen docenten LO de basis voor een leven lang goed bewegen en sporten. Dit doen zij onder andere door zich te richten op de motorische ontwikkeling van kinderen. Zoals algemeen bekend is de hoeveelheid dat kinderen lichamelijk actief zijn van invloed op de mate van motorische ontwikkeling. Vanuit dit principe is er een 'kritische drempel' gevonden om deze motorische ontwikkeling in kaart te brengen. Kinderen die een vaardigheid uitvoeren boven deze kritische grens worden in staat gesteld om deze vaardigheden toe te passen in levenslange lichamelijke activiteiten. Kinderen met een vaardigheidsniveau onder deze kritische drempel zullen minder succesvol zijn in bewegingsactiviteiten, met het risico af te haken bij lichamelijke activiteiten (Seefeldt et al. 1980, Rudd et al. 2015). Deze drempel heeft er dus mee te maken dat als kinderen een motorische vaardigheid onvoldoende beheersen, ze sneller geneigd zijn om af te haken en minder lichamelijke activiteit vertonen op latere leeftijd. Het is dus van belang dat kinderen van jongs af aan voldoende motorische ontwikkeling laten zien, resulterend in een hoge beheersingsgraad (boven de kritische drempel presteren). Dit zal resulteren in een grotere mate van lichamelijke activiteit op latere leeftijd. Deze hogere activiteit leidt tot een hoger niveau van gezondheid gerelateerde fitheid (Stodden et al. 2009, Rudd et al. 2015) en een beter ontwikkeld sociaal leven.

Uit het artikel van Rudd et al. (2015) blijkt dat er tot op heden te weinig proces-gebaseerde meetinstrumenten zijn om de motorische ontwikkeling in kaart te brengen, omdat de meeste meetmethoden zich enkel richten op het resultaat van de vaardigheid. Door meer te richten op het proces in plaats van enkel het resultaat kunnen efficiëntere bewegingsstrategieën worden ontdekt. Het is dus van essentieel belang dat er een volgsysteem wordt ontwikkeld om deze motorische ontwikkeling in kaart te brengen en om ontwikkelingsachterstanden vroegtijdig op te sporen; hiervoor is het AS beweegparcours ontwikkeld. Het AS beweegparcours is gericht op het in kaart brengen van de motorische vaardigheden van kinderen in het bewegingsonderwijs. In het artikel van Rudd et al (2015) is verder nog te lezen dat met name de coördinatie een essentiële vaardigheid is, omdat deze erg taak-

specifiek is. Voor iedere taak moet de specifieke balansstaat van het lichaam worden behouden of gecompenseerd zodat de stabiliteit en oriëntatie behouden blijft.

Het AS Beweegparcours is afgeleid vanuit de huidige meetmethoden om de motorische ontwikkeling bij kinderen te meten. In een artikel van Cools et al. (2009) worden deze verschillende methoden uiteengezet. De volgende meetmethoden worden tot op heden gehanteerd:

- Motoriktest für Vier- bis Sechjährige Kinder
- Movement Assessment Battery for Children
- Peabody Development Scales
- Körperkoordinationstest für Kinder
- Test of Gross Motor Development
- the Maastrichtse Motoriek Test
- the Bruininks-Oseretsky test of Motor Proficiency

Deze verschillende methodes blijken echter niet optimaal als deze tijdens een gymles ingezet moeten worden. De bestaande testen zijn namelijk of te duur, ze nemen teveel tijd in beslag, ze zijn te ingewikkeld in de uitvoering of ze zijn te klinisch. Op de wijze hoe deze methoden nu worden ingezet zijn er ten alle tijden professionals nodig die zijn opgeleid in het opsporen van onregelmatig motorisch gedrag om deze tests af te nemen (Cools et al. 2009). Door een eenvoudigere meetmethode, het AS Beweegparcours, te ontwikkelen kunnen gymdocenten hier meer bij worden betrokken. Op deze wijze wordt het gemakkelijker om de tests uit te voeren in een LO setting.

Om het AS beweegparcours in te kunnen zetten in een LO setting zijn echter wel normwaarden voor de beheersingsgraad van verschillende bewegingsaspecten bij 'normaal' ontwikkelde kinderen nodig, waaraan je de kinderen kan testen. Om deze te verkrijgen is er een validatie onderzoek uitgevoerd met het AS Beweegparcours. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat het beweegparcours valide en betrouwbaar is (Hoeboer et al. 2016). De normwaarden die bij dit onderzoek werden verkregen vormen de betrouwbare en actuele beschrijving van de typische bewegingsvaardigheidsontwikkeling van kinderen en biedt de mogelijkheid om een goed onderscheid te maken tussen de verschillende mate van beheersing van de motorische vaardigheden. Zo zijn de kinderen onder te verdelen van 'ernstige motorische stoornis' tot 'hoge motorische begaafdheid'. Dit maakt het AS Beweegparcours tot een nuttig instrument om de motorische vaardigheden bij kinderen te toetsen in een LO setting.

Echter, de normwaarden die nu beschikbaar zijn op het beweegparcours zijn enkel afgeleid vanuit een gemeten tijd die kinderen nodig hebben om het parcours te doorlopen, maar er is daarbij niet gekeken naar de kwaliteit van de uitvoering. Deze kwaliteit van de uitvoering is echter van essentieel belang voor een actiever leven. In dit onderzoek wordt er dan ook getracht een objectieve, snelle manier te vinden om deze kwaliteit te meten. Er wordt verondersteld dat dit met versnellingssensoren mogelijk is. Dit wordt verondersteld vanwege het feit dat een versnellingssensor bewegingen in verschillende richtingen en om verschillende assen kan vaststellen, waardoor verschillende activiteiten in de ruimte kunnen worden gemeten. Door een bepaalde stand te vergelijken met de zwaartekracht kan een versnellingssensor bijvoorbeeld vaststellen of een persoon staat of ligt. Dit geeft de mogelijkheid om bepaalde houdingen te identificeren en om verschillende bewegingen te classificeren. Deze mogelijkheid tot identificeren en classificeren maakt het mogelijk om houdingen en bewegingen te onderzoeken en om verhoogde valrisico's en mobiliteitsproblemen te evalueren. Bij een betere

mobiliteit geeft de sensor een gladder signaal dan bij een verminderde mobiliteit (Che-chang et al. 2010). Er wordt verwacht dat dit hetzelfde geldt als er wordt gekeken naar de motorische vaardigheden. Zo zal een sensor een gladder signaal geven bij een hogere vaardigheid van een motorische eigenschap. Dit geeft de veronderstelling dat als een gladder signaal wordt gemeten, dit kind een hogere beheersingsgraad van de motorische vaardigheid heeft.

De onderzoeksvraag luidt als volgt:

Is het mogelijk om met behulp van versnellingssensoren de kwaliteit van de verschillende motorische vaardigheden uit het AS Beweegparcours objectief in kaart te brengen? En wat is de relatie tussen de kwaliteit van bewegen en de benodigde tijd op het AS-beweegparcours?

Hypothese:

Er wordt verwacht dat door middel van versnellingssensoren de motorische vaardigheden van kinderen op het beweegparcours in kaart kunnen worden gebracht en dat er een maat aan kan worden gegeven die te koppelen is aan de gemeten tijd op het beweegparcours.

Methode

Participanten

Dit onderzoek omvat een pilotstudie naar de mogelijkheid om versnellingssensoren in te zetten voor het in kaart brengen van de kwaliteit van motorische vaardigheden. Hiervoor zullen 20 gezonde proefpersonen worden gemeten op het beweegparcours. Deze proefpersonen zijn afkomstig van de HALO. De metingen zullen dan ook worden uitgevoerd in de gymzaal van de HALO. Om een goed beeld te verkrijgen van de motorische vaardigheden zal er in kaart worden gebracht in welke mate de proefpersonen lichamelijk actief zijn en zullen de fysieke eigenschappen (lengte, gewicht en BMI) van de proefpersonen worden bijgehouden, zodat hier bij de data verwerking rekening mee kan worden gehouden.

Tijdens de test zal er door 5 LO docenten worden gelet op de uitvoering, waarover ze een beoordeling geven aan de hand van hun observatie. De laatste participant van dit onderzoek is de testleider. Dit is de onderzoeker die ervoor zorgt dat het onderzoek goed verloopt en die de tijdsopnames doet. De testleider zal alvorens het onderzoek kan beginnen de metingen met de proefpersonen en de docenten doornemen over hoe deze uitgevoerd gaan worden.

Onderdelen beweegparcours

De volgende vaardigheden zullen worden getoetst:

- Balanceren op een bank die op de kop ligt.
- Steunsprongen over een bank.
- Hinkelen achterwaarts.
- Achterwaarts op handen en voeten lopen, met de buik naar de grond.
- Achterwaarts slalomlopen tussen 5 paaltjes.
- Een koprol voorover.
- Over een kast klimmen.

Benodigdheden

- | | | |
|-----------------------------|--------------|--------|
| - Onderdelen beweegparcours | - Stopwatch | - Riem |
| - 3 versnellingssensoren | - Laptop | - Pet |
| - Tape | - Weegschaal | |
| - 2 camera's | - Meetlint | |

Pilotmeting

Introductie

Dit onderzoek zal beginnen met een uitgebreide pilotmeting om te bepalen op welke plaatsen de sensoren bevestigd moeten worden bij de proefpersonen. Het begin van deze pilotstudie bestaat uit het doornemen van het onderzoeksvoorstel met de proefpersonen, zodat de proefpersonen weten wat er van ze verwacht wordt, wat er gemeten gaat worden en op welke wijze de metingen plaats zullen vinden.

Sensorplaatsing

Na deze introductie zullen de versnellingssensoren op het lichaam worden bevestigd. De sensoren zullen bij deze pilotmeting op 3 verschillende plaatsen worden bevestigd, rond de middel, op de scheen en op het hoofd. Er is voor een sensor rond de middel gekozen vanwege het feit dat deze het meest stabiel blijft tijdens het doorlopen van het beweegparcours en er dus de minste ruis gemeten wordt. Als de sensoren meer naar distaal zouden worden geplaatst zullen de resultaten steeds meer fluctuaties laten zien, waardoor het vaststellen van een maat van de motorische vaardigheid steeds lastiger is (Che-Chang et al. 2010). Ook heeft de romp het grootste plaatselijke gewicht en ligt hier het lichaamszwaartepunt, waardoor dit punt de beweging van het gehele lichaam simuleert. Als laatste geldt bij een bevestiging rond de middel dat de bewegingsvrijheden het minst worden beïnvloed. Voor een sensor op de scheen is gekozen omdat de meeste bewegingen in het parcours vanuit de benen wordt uitgevoerd. Dit leidt ertoe dat bij ieder onderdeel op het beweegparcours de houdingen en bewegingen van de benen veranderen en ze dus ten alle tijden moeten worden gemeten. Voor het hoofd is gekozen omdat de mens tijdens bewegingen het hoofd zo veel mogelijk stabiel probeert te houden om een overzichtelijk gezichtsveld te behouden, zodat ze zich kunnen oriënteren. Zeker tijdens de balans oefening kunnen de sensoren hierbij goede resultaten weergeven. Door de sensoren op meerdere plaatsen op het lichaam te bevestigingen wordt de meest optimale locatie voor deze sensoren gevonden, zodat de sensoren het meest effectief ingezet kunnen gaan worden. De sensoren zullen rond de middel worden bevestigd met een riem, op het hoofd met een pet en op de scheen met tape.

Meting

Als de sensoren zijn geplaatst kan de meting beginnen. De metingen beginnen vanaf de eerste bank van het beweegparcours (zie bijlage). De proefpersoon neemt plaats op deze bank, waarna de testleider de camera's zal aanzetten en de sensormeting zal starten. Vervolgens geeft de testleider het startsein van de meting. Op dat moment wordt de tijdmeting gestart door de testleider en doorloopt de proefpersoon het beweegparcours. De tijd die nodig is voor het hele parcours en de verschillende onderdelen worden gemeten. De meting stopt op het moment dat de proefpersoon de laatste pion aantikt met de hand. Tijdens het doorlopen van het parcours zullen de docenten de verschillende onderdelen beoordelen met een cijfer tussen de 1 en 10. Een beoordeling tot 2 zal als een slechte uitvoering wordt gezien, 2 tot 4 als matig, 4 tot 6 als gemiddeld, 6 tot 8 als goed en boven de 8 als een perfecte uitvoering.

Op deze wijze worden van alle proefpersonen de verschillende vaardigheden van het parcours uitgevoerd, waarbij de sensoren de beweging meten, de testleider de tijd bijhoudt en de docenten de uitvoering observeren. Enkele proefpersonen zullen worden gevraagd om tijdens het doorlopen van het parcours een fout maken, zoals vallen bij de evenwichtsproef. Op deze wijze kunnen dit soort variaties bij de verwerking van de sensordata worden onderzocht.

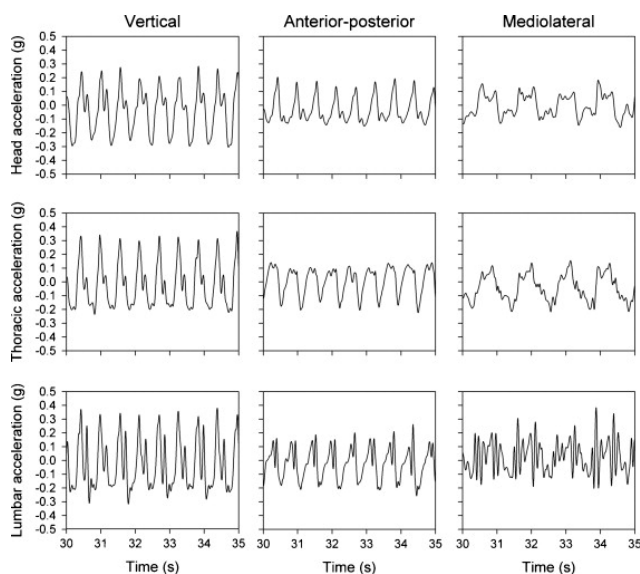
Synchronisatie

Het doorlopen van het parcours zal door middel van 2 camera's worden gefilmd, 1 camera staat in de breedte van de gymzaal, 1 camera staat in de lengte van de gymzaal. Er zal worden gefilmd zodat er later kan worden teruggekeken wat er gebeurde op verschillende momenten in de versnellingsdata. Dit is nodig omdat er een zeer lange reeks data uit de metingen komt, omdat de verschillende vaardigheden niet los van elkaar te meten zijn. Het los meten van de verschillende vaardigheden is niet mogelijk omdat de overgangen tussen de verschillende aspecten van het parcours mede iets zeggen over de motorische vaardigheid.

Om de versnellingsdata goed te kunnen interpreteren dient deze voordat de proefpersonen de baan op gaan te worden gesynchroniseerd met de video. Dit kan worden gedaan door de camera en de sensoren te starten, waarna de proefpersoon in de lucht zal springen. Op deze wijze kan er worden vastgesteld welk moment in de versnellingsdata hoort bij welk moment in de film. Om de versnellingsdata vervolgens goed af te lezen is het verstandig om tussen de sprong en het beginnen van de meting 3 seconden stil te staan zodat het begin van de meting duidelijk te zien is. Zo zal de proefpersoon springen om de versnellingsdata en de camera te synchroniseren, vervolgens 3 seconden stilstaan om een duidelijk sensorsignaal te verkrijgen en daarna pas op de bank stappen waarvandaan de meting begint.

Werking sensoren

Een versnellingsensor werkt volgens de principes van het massa-veer systeem ($F=k*x$) en de 2^e wet van Newton ($F=m*a$). Door deze 2 principes te combineren kan de versnelling worden berekend. Wanneer er op de massa duw- of trekkrachten werken, als gevolg van een beweging, zal de massa versnellen. Door deze variabele versnelling te vergelijken met de constante versnelling van de zwaartekracht, kan de verplaatsing van het lichaam worden afgeleid. Op deze manier kan de versnellingsensor een beweging of houding registreren (Justin et al. 2007). Het is hiervoor wel van belang dat de sensoren onder de meest optimale condities worden gebruikt. Zo moet er gelet worden op het stabiel fixeren van de sensoren om grote meetfouten te voorkomen. Om meetfouten nog verder te minimaliseren dienen de gemeten versnellingsdata te worden gefilterd met een laagdoorlaat filter. In afbeelding 38 is een voorbeeld van de gefilterde versnellingsdata weergegeven.



Afbeelding 38: versnellingsdata tijdens het gaan, gemeten op lumbaal en thorecaal niveau en op het hoofd. Er wordt onderscheid gemaakt in de versnelling in verticale richting, in voor-achterwaartse richting en in links-rechts richting.

Data verwerking

Voor de dataverwerking zullen de gefilterde resultaten van de sensoren vergeleken worden met de observaties van de docenten. Op deze wijze wordt er getracht een overeenkomst te vinden tussen hoe de docenten de uitvoering beoordeelde en de verkregen data.

De beoordeling van de docenten is zoals eerder omschreven te schalen als slecht, matig, gemiddeld, goed of perfect. De proefpersonen zullen aan de hand van de beoordeling van de docenten worden onderverdeeld in deze 5 groepen. De resultaten voortkomend uit de sensoren horend bij de betreffende proefpersoon zullen dan ook worden onderverdeeld in deze 5 groepen. Door de resultaten uit de sensoren onder te verdelen over deze groepen kan er worden achterhaald welke data bij een slechte uitvoering horen, welke bij een matige enzovoorts. Op deze wijze kunnen er standaard waarden worden gevonden in de data, die horen bij de verschillende beoordelingsgroepen. Deze standaardwaarden kunnen gebruikt gaan worden in het grotere onderzoek.

Het is echter wel van belang dat er een maatgeving wordt gevonden over hoe de verschillende groepen worden vergeleken. De groepen kunnen namelijk worden vergeleken aan de hand van de gemiddelde versnelling, het aantal pieken in de data, de hoogte van de pieken enzovoorts. De pilotmeting zal meer inzicht geven in de wijze waarop de versnellingsdata geïnterpreteerd zullen moeten worden.

SPSS

Uit dit onderzoek komen de observaties van de docenten, de data van de versnellingssensoren en de gemeten tijden van de verschillende proefpersonen naar voren.

Via een Pearson's correlation test zullen de verkregen resultaten worden vergeleken met de observaties van de docenten. Waarbij een correlatie van 0,90-1,00 als erg hoog wordt beschouwd, 0,70-0,90 als hoog, 0,50-0,70 als gemiddeld, 0,30-0,50 als laag en onder de 0,30 als verwaarloosbaar.

Door de tijd en deze correlatie te koppelen kan er worden achterhaald of er verbanden zijn tussen de uitvoering van de bewegingen en de benodigde tijd.

Testen bij een grotere groep

Nadat de pilotmeting is uitgevoerd is er inzicht verkregen over de meest optimale plaatsing van de sensoren en over de interpretatie van de versnellingsdata. Aan de hand van deze pilotstudie zijn standaard waarden verkregen horend bij een slechte, een matige, een gemiddelde, een goede en een perfecte uitvoering van het beweegparcours. Deze standaard waarden dienen vervolgens getoetst te worden op de validiteit en de betrouwbaarheid. Om dit te onderzoeken zal er een groter onderzoek worden uitgevoerd met kinderen op de lagere school. De metingen zullen op dezelfde wijze worden uitgevoerd onder dezelfde omstandigheden. Als uit dit onderzoek blijkt dat de meetmethode valide en betrouwbaar is kan het AS Beweegparcours in grotere schaal worden ingezet.

Aan de hand van deze tests kan er worden achterhaald of de kinderen een erg hoog, hoog of normaal ontwikkelde motoriek hebben, of dat ze juist een lichte of serieuze motorische afwijking hebben. Door dit te screenen wordt de mogelijkheid verkregen om talent of motorische beperkingen vroegtijdig aan het licht te brengen.

Voorlopige literatuurlijst

Che-Chang Yang, Yeh-Liang Hsu, (2010). A Review of Accelerometry-Based Wearable Motion Detectors for Physical Activity Monitoring. *Department of Mechanical Engineering, Yuan Ze University / 135, Yuan-Tung Rd., Chung-Li, 32003, Taiwan.*

Cools, W., De Mertelaer, K., Samaey, C., Andries, C., (2009). Movement Skill Assessment of Typically Developing Preschool Children: A Review of Seven Movement Skill Assessment Tools.

Hildebrandt, V. H., Bernaards, C. M., & Stubbe, J. H. (2013). Trendrapport bewegen en gezondheid, 2010/2011. Leiden: TNO.

Hoeboer, J., de Vries, S., Krijger-Hombergen, M., Wormhoudt, R., Drent, A., Krabben, K., Savelsbergh, G. (2016). Validity of an Athletic Skills Track among 6- to 12-year-old children. *JOURNAL OF SPORTS SCIENCES.*

Justin J. Kavanagha, Hylton B. Menzb, (2007). Accelerometry: A technique for quantifying movement patterns during walking. *School of Physiotherapy and Exercise Science, Griffith University, Gold Coast Campus, PMB 50 Gold Coast Mail Centre, Queensland 9726, Australia. Musculoskeletal Research Centre, Faculty of Health Sciences, La Trobe University, Bundoora, Victoria 3086, Australia.*

Rudd, J. R., Barnett, L. M., Butson, M. L., Farrow, D., Berry, J., Polman, R. C. J., (2015). Fundamental Movement Skills Are More than Run, Throw and Catch: The Role of Stability Skills.

Seefeldt, V (1980). Developmental motor patterns : Implications for elementary school Physical education. In C. Nadeau, W. Holliwell, K. Newell, & G. Roberts (Eds.), *Psychology of motor behavior and sport* (pp. 314-323). Champaign. IL: Human Kinetics.

Stodden, D. Langendorfer., S., & Robertson, M.A., (2009). The association between motor skill Competence and physical fitness in young adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 80(2), 223-229.

Persoonlijke leerdoelen

1. Communicatie: Plannen en bevindingen doorspreken met de opdrachtgever en de scholen, zodat iedereen weet wat de bedoeling is en er feedback kan worden gegeven op de plannen en de verkregen resultaten en de gedane aanbevelingen.
2. Managen: Zorgen dat er vanuit een goede planning en in goed overleg met de opdrachtgever een onderzoek wordt uitgevoerd, waarbij alle proefpersonen gestructureerd gemeten worden en de data worden verwerkt naar duidelijke conclusies.
3. Feedback verwerken: Kritisch naar mijn eigen functioneren kijken en gedurende het project feedback vragen en vanuit deze feedback dingen aanpassen om mezelf verder te ontplooiën.

Globale planning

Globale planning	Voorbereidingsfase						Testfase					Zomervakantie
Afstudeerweek	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	Week 9	Week 10	
Periode - weeknummer	Blok 3 - week 10	Blok 4 - week 1	Blok 4 - week 2	Blok 4 - week 3	Blok 4 - week 4	Blok 4 - week 5	Blok 4 - week 6	Blok 4 - week 7	Blok 4 - week 8	Blok 4 - week 9	Blok 4 - week 10	
Datum	17/4 - 23/4	24/4 - 30/4	1/5 - 7/5	8/5 - 14/5	15/5 - 21/5	22/5 - 28/5	29/5 - 4/6	5/6 - 11/6	12/6 - 18/6	19/6 - 25/6	26/6 - 2/7	3/7 - 27/8
Projectplan afronden	X											
Parcours analyse		X										
Literatuuronderzoek		X	X									
Sensoren analyseren			X									
Proefmeting sensoren			X	X	X	X						
Resultaten proefmeting analyseren					X	X						
HALO benaderen					X							
Onderzoeksvoorstel afronden						X						
Metingen uitvoeren							X	X				
Data verwerking								X	X	X		
Inlezen scriptie												
School benaderen												
Eerste meting kinderen												
Evaluatie										X	X	
Conclusie & Discussie											X	
Scriptie schrijven							X	X	X	X	X	
Presentatie maken												
Inleveren scriptie												
Vorbereiden eindgesprek												
Eindgesprek												
Afronding afstuderen												

Afbeelding 39: Planning deel 1 afstudeerperiode.

Globale planning	Zomervakantie	Validatiefase					Afrondingsfase			
Afstudeerweek		Week 11	Week 12	Week 13	Week 14	Week 15	Week 16	Week 17	Week 18	Week 19
Periode - weeknummer		Blok 1 - week 1	Blok 1 - week 2	Blok 1 - week 3	Blok 1 - week 4	Blok 1 - week 5	Blok 1 - week 6	Blok 1 - week 7	Blok 1 - week 8	Blok 1 - week 9
Datum	3/7 - 27/8	28/8 - 3/9	4/9 - 10/9	11/9 - 17/9	18/9 - 24/9	25/9 - 1/10	2/10 - 8/10	9/10 - 15/10	16/10 - 22/10	23/10 - 29/10
Projectplan afronden										
Parcours analyse										
Literatuuronderzoek										
Sensoren analyseren										
Proefmeting sensoren										
Resultaten proefmeting analyseren										
HALO benaderen										
Onderzoeksvoorstel afronden										
Metingen uitvoeren										
Data verwerking		X								
Inlezen scriptie		X								
School benaderen										
Eerste meting kinderen			X	X						
Evaluatie					X	X				
Conclusie & Discussie							X			
Scriptie schrijven		X	X	X	X	X	X	X		
Presentatie maken								X		
Inleveren scriptie								X	X	
Vorbereiden eindgesprek										X
Eindgesprek										X
Afronding afstuderen										

Afbeelding 40: Planning deel 2 afstudeerperiode.