

Positie- en activiteitenregistratie van kinderen in de gymzaal

Juni 2018

J.M.S. Groenen & K.S.A. Lintzen

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

De Haagse Hogeschool

Positie- en activiteitenregistratie van kinderen in de gymzaal

Juni 2018

Auteurs:

J.M.S. Groenen | 14066874

K.S.A. Lintzen | 14007819

Begeleiders:

M.L.C. Kessels, MSc

B. van Trigt, MSc

M. Krijger-Hombergen, MSc

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

De Haagse Hogeschool

Voorwoord

Voor u ligt onze afstudeerscriptie waarin wij, Janneke en Karin, onderzoek hebben uitgevoerd naar een meetsysteem dat de positie en de activiteit van kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding in kaart kan brengen. Het onderzoek is geschreven in het kader van de opleiding Mens en Techniek | Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool en in opdracht van de Gymzaal van de Toekomst onderdeel van het Lectoraat Gezonde Leefstijl in een Stimulerende Omgeving van de Haagse Hogeschool.

Van maart 2018 tot en met juni 2018 zijn wij bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van een adviesrapport. Tijdens het schrijven hebben wij veel plezier gehad met name op de dagen dat we lekker met de muziek mee hebben gezongen. Deze dagen hebben ervoor gezorgd dat we plezier in het onderzoek hadden tot het einde.

Graag willen wij een aantal mensen bedanken. Als eerste onze eerste begeleider Manon Kessels voor de fijne begeleiding en sturing in de juiste richting als we vastliepen. Verder willen wij haar en Bart van Trigt bedanken voor de snelle en kritische feedback op de tussentijdse verslagen. Daarnaast willen wij Michiel Krijger, onze opdrachtgever, bedanken voor de vrijheid binnen de opdracht en het beantwoorden van al onze vragen. Ook willen wij Jasper Kroon bedanken voor de meeloopdag en zijn kennis in het werkveld.

Als laatste willen wij Yvonne Groenen bedanken voor haar wijsheid en kritische blik op ons taalgebruik. Zij heeft ons geholpen om de scriptie tot een vloeiend geheel te brengen.

Iedereen heel erg bedankt! Zonder jullie hulp waren wij niet tot dit eindproduct gekomen.

Janneke Groenen & Karin Lintzen

's-Gravenhage, juni 2018

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Samenvatting.....	3
1 Inleiding	4
2 Analyse	5
2.1 De doelgroep	6
2.2 De gymzaal	7
2.3 De les lichamelijke opvoeding	7
2.4 De positie.....	8
2.5 De lichamelijke activiteit	11
3 Eisen analyse	14
4 Verdiepingsanalyse.....	15
4.1 Camera's.....	15
4.2 Accelerometers	19
5 Implementatie	21
5.1 Camera	21
5.2 Accelerometer	23
5.3 Docent lichamelijke opvoeding	24
6 Adviesrapport.....	25
7 Discussie	26
8 Conclusie	28
Literatuurlijst	29
Bijlage	33
Bijlage 1: Literatuuronderzoeksmethode.....	33
Bijlage 2: Tabel met verschillende merken fisheye camera's	35
Bijlage 3: Tabel met verschillende merken accelerometers	36
Bijlage 4: Adviesrapport	37

Samenvatting

Door de jaren heen is er voor kinderen een groot aanbod aan verschillende activiteiten en begeleidingsprogramma's ontwikkeld. Ook is er steeds meer bekend over de positieve fysieke en mentale gezondheidseffecten van een actieve leefstijl. Ondanks de kennis en het bewegingsaanbod is de motorische vaardigheid en het activiteitsniveau bij kinderen in de afgelopen jaren gedaald. Dit komt mogelijk doordat de kinderen meer zittingen maken en zo minder bewegingservaring opdoen in hun vrije tijd. Onvoldoende beheersing van de motorische vaardigheden kan negatieve effecten hebben op bijvoorbeeld sociale interacties en/of acceptatie door leeftijdsgenootjes. Kinderen moeten daarom voldoende blijven bewegen. Om hierin efficiënt en doelgericht sturing te kunnen geven is het van belang om de lichamelijke activiteit en de positie van de kinderen te registreren. Een zo groot mogelijke groep kan bereikt worden met de les lichamelijke opvoeding (LO). In dit onderzoek wordt lichamelijke activiteit gezien als elke lichaamsbeweging die wordt veroorzaakt door skeletspieren die leiden tot toename in het energiegebruik bovenop het energiegebruik van het lichaam in rust. Met inzicht in de activiteit en positie kunnen de docenten onder andere de lessen aanpassen aan de voorkeur en motorische ontwikkeling van de kinderen en extra aandacht besteden aan bepaalde kinderen. Met een praktisch toepasbaar meetsysteem kan de docent gemakkelijk zien welke kinderen meer stimulatie nodig hebben en bij welke toestellen en/of onderdelen ze het meest bevinden. Ook kan de voortgang in het activiteitsniveau bijgehouden worden met behulp van een database. In opdracht van de Gymzaal van de Toekomst wordt er in dit onderzoek, op basis van een grondige analyse, een advies gegeven voor een meetsysteem dat de activiteit en positie van basisschoolleerlingen vanaf groep 3 in kaart kan brengen gedurende de les LO.

In de analyse zijn de doelgroep, de gymzaal, de les LO, de positie en lichamelijke activiteit onderzocht. De kinderen van groep 3 tot en met 8 worden met behulp van de Athletic Skills Track in een motorische vaardigheids categorie ingedeeld. Deze categorieën moeten gemakkelijk in de interface gefilterd kunnen worden, waardoor bepaalde categorieën specifiek bekeken kunnen worden. Het meetsysteem moet minimaal het bereik hebben van 308 m² hebben zodat de gehele gymzaal bereikt wordt. Daarnaast mag de positie bepaling een maximale meetfout van 1 meter hebben. De les LO duurt in de regel 45 minuten, waarbij de klas in drie groepen van maximaal tien kinderen gedeeld wordt. Om de volledige les te kunnen registreren moet minimaal 1 uur aan data van 1 groep verzameld kunnen worden. Voor de positie bepaling zijn verschillende meetsystemen onderzocht. Hieruit is naar voren gekomen dat de camera het beste de positie kan bepalen in de gymzaal. In het hoofdstuk lichamelijke activiteit zijn verschillende biomechanische methodes onderzocht. Hieruit blijkt dat de accelerometers het best toepasbaar zijn voor het bepalen van het activiteitsniveau van kinderen gedurende de les LO. In de verdieppingsanalyse zijn zowel de camera als de accelerometer verder geanalyseerd. Hieruit zijn specifieke eisen opgesteld waaraan de camera of de accelerometer moet voldoen. De camera heeft minimaal 5 megapixels en kan met minimaal 10 frames per seconde een opname maken. Verder heeft de camera een kijkhoek van minimaal 104 graden en wordt er aangeraden om de camera aan het plafond te bevestigen. Voor de accelerometer wordt aangeraden om deze op de lage onderrug te dragen en te meten in 'counts' met een frequentie van 100Hz. Alle opgestelde eisen zijn meegenomen in het advies. Voordat het meetsysteem toegepast kan worden, moet er software ontworpen worden voor het bepalen van de positie van de kinderen. Daarnaast kan er onderzoek gedaan worden naar de positie van de accelerometer. De accelerometer bevindt zich nu op de lage onderrug, maar dit kan mogelijk in de weg zitten bij verschillende activiteiten zoals de koprol.

1 Inleiding

Door de jaren heen is er voor kinderen een groot aanbod aan verschillende activiteiten en begeleidingsprogramma's ontwikkeld (Lenoir & Vandorpe, 2013). Ook is er steeds meer bekend over de positieve fysieke en mentale gezondheidseffecten van een actieve leefstijl (Janssen & LeBlanc, 2010; Pate et al., 1995). Kinderen die vaker sporten hebben minder kans op overgewicht en obesitas op jonge en volwassen leeftijd (Magarey, Daniels, Boulton en Cockington, 2003) en een kleinere kans op psychosociale problemen (Bun, Schütz & Hilgersom, 2007). Ook is bekend dat voldoende lichaamsbeweging positief correleert met motorische vaardigheden (Wrotniak et al. 2006). Motorische vaardigheden zijn het resultaat van een combinatie van kracht, snelheid, lenigheid, uithouding en coördinatie. Een goede beheersing van de motorische vaardigheden is belangrijk bij het ontwikkelingsproces van kind naar volwassene (Stodden et al., 2008).

Ondanks de kennis en het bewegingsaanbod daalt het activiteitsniveau en de motorische vaardigheid onder kinderen (Vandorpe et al., 2011; Runhaar et al., 2010). De afname van de motorische vaardigheid kan verklaard worden door een verandering van de vrijetijdsbesteding (Dollman, K. Norton & L. Norton, 2005). Televisie, computer, games en sociale media zijn namelijk door de jaren heen een groter onderdeel geworden van de vrijetijdsbesteding, met als gevolg dat kinderen meer zitten maken en minder bewegingservaring opdoen (Dollman, 2005). Onvoldoende beheersing van de motorische vaardigheden kan negatieve effecten hebben op de deelname in fysieke activiteit, het algemene leervermogen, het zelfvertrouwen, sociale interacties en/of acceptatie door leeftijdgenootjes (Losse et al., 1991; Bouffard, Watkinson, Thompson, Causgrove Dunn & Romanow, 1996; Piek & Skinner, 2001). Het is daarom belangrijk dat kinderen meer gaan bewegen. Het registreren van de lichamelijke activiteit en de positie van de kinderen kan hier aan bijdragen. In dit onderzoek wordt lichamelijke activiteit gedefinieerd als "elke lichaamsbeweging die wordt veroorzaakt door skeletspieren en die leiden tot toename in het energiegebruik bovenop het energiegebruik van het lichaam in rust" (Caspersen, 1989).

Om efficiënt en doelgericht sturing te kunnen geven in de motorische ontwikkeling van kinderen is het van belang om precies te weten hoe actief de kinderen zijn en waar ze in de gymzaal bewegen. Om hierbij een zo groot mogelijke groep te bereiken is de les lichamelijke opvoeding een geschikt moment (Ha, Lonsdale, Lubans & Ng, 2017). Deze les is namelijk voor kinderen met een schoolgaande leeftijd verplicht. Een ander voordeel is dat de docenten de kinderen wekelijks zien, wat hun de ideale persoon maakt om kinderen te monitoren en hierop te anticiperen (De Vries, Wormhoudt, Hoeboer, Savelsbergh & Krijger-Hombergen, 2015). Met inzicht in de positie en activiteit kunnen de docenten onder andere de lessen aanpassen aan de voorkeur en motorische ontwikkeling van de kinderen en extra aandacht besteden aan bepaalde kinderen.

Een praktisch meetsysteem kan helpen bij het registreren van de kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding. Hiermee kan de docent zien welke kinderen meer stimulatie nodig hebben om actief deel te nemen aan de les. Daarnaast kan de vooruitgang in het activiteitsniveau bijgehouden worden met behulp van een database. Een positieve vooruitgang zal ook positieve gevolgen hebben op de fysieke en mentale gezondheid van de kinderen, op korte en lange termijn. Ook kan de docent met het meetsysteem zien wat de positie van de kinderen in de gymzaal is geweest. Met deze kennis kan de les aangepast worden met de voorkeursonderdelen van de kinderen. Tevens zou het meetsysteem

toegepast kunnen worden in verschillende onderzoeken naar de activiteit en motorische ontwikkeling van de kinderen.

Echter is er voor in de gymzaal nog geen praktisch toepasbaar meetsysteem op de markt. In opdracht van de Gymzaal van de Toekomst wordt er in dit onderzoek, op basis van een grondige analyse, een advies gegeven voor een meetsysteem dat de activiteit en positie van basisschoolleerlingen vanaf groep 3 in kaart kan brengen gedurende de les lichamelijke opvoeding. Het onderzoek bestaat uit een analyse fase waarna een verdieplingsanalyse volgt. In het adviesrapport worden, op basis van de analyses, het meetsysteem en de aanschafkosten beschreven.

2 Analyse

Om het ontwerp van het meetsysteem zo veel mogelijk aan te laten sluiten bij de doelgroep is er een analyse uitgevoerd naar volgende onderwerpen: de doelgroep, de gymzaal, de les lichamelijke opvoeding, de positie en de lichamelijke activiteit. Uit deze onderwerpen zijn verschillende eisen en wensen opgesteld.

Als eerste is er gekeken naar de doelgroep. Hierbij is er gekeken naar basisschoolleerlingen van groep 3 tot en met 8 en de classificatie van de motorische vaardigheid. Ook is er gekeken naar de docenten die het meetsysteem zullen gaan gebruiken.

Als tweede zijn de richtlijnen van de Koninklijke Vereniging van Leraren Lichamelijke Opvoeding opgezocht om het meetsysteem toepasbaar te maken in de gymzaal.

Daarnaast zijn er verschillende lessen lichamelijke opvoeding geobserveerd en vragen gesteld aan de desbetreffende docenten, om een algemeen beeld te krijgen van de huidige lessen en de verschillen tussen de groepen 3 tot en met 8. Ook is hierbij gekeken naar het gedrag van de kinderen.

Verder zijn er verschillende sensoren en systemen onderzocht waarmee de positie bepaald kan worden binnen de gymzaal. Het meetsysteem moet de positie van de individuele kinderen kunnen volgen. Hiermee kan de docent zien waar de kinderen in de gymzaal zijn en met welke toestellen ze bezig zijn. Met deze kennis kan de docent de lessen zo aanpassen dat de les zo aantrekkelijk mogelijk is voor ieder kind.

Als laatste is er onderzoek gedaan naar de verschillende mogelijkheden om de lichamelijke activiteit te meten. Hierbij is eveneens gekeken naar diverse sensoren en systemen waarmee de lichamelijke activiteit van de kinderen bepaald kan worden. Met kennis over de lichamelijke activiteit van de kinderen kan de docent bepaalde kinderen extra stimuleren en de voortgang van de activiteit per kind volgen.

Voor de onderwerpen doelgroep en lichamelijke activiteit is gebruik gemaakt van literatuur. De literatuurmethode is uitgebreid weergegeven in Bijlage 1.

2.1 De doelgroep

Het meetsysteem zal worden toegepast bij gezonde basisschoolleerlingen in groep 3 tot en met 8. De leerlingen zijn jongens en meisjes van ongeveer 6 tot en met 12 jaar. Kinderen kunnen onderling veel verschillen in de motorische ontwikkeling (Lenoir & Vandorpe, 2013). Vooral op deze jonge leeftijd is de ontwikkeling erg belangrijk. Een goede motorische ontwikkeling is nodig voor een gezond en actief leven. Om de motorische vaardigheid te kunnen registreren zijn er vele verschillende testen ontwikkeld (Cools, Martelaer, Samaey & Andries, 2009). De Gymzaal van de toekomst meet de vaardigheid aan de hand van de Athletic Skills Track (AST) (Hoeboer, Krijger-Hombergen, Savelsbergh & De Vries, 2017). Deze test is praktisch toepasbaar tijdens de les lichamelijke opvoeding. Verder maakt het parcours de voortgang van de vaardigheden per kind inzichtelijk. De AST heeft drie leeftijdsgebonden parcoursen waarbij de kinderen zo snel mogelijk verschillende motorische vaardigheden moeten uitvoeren. AST-1 is ontworpen voor 4- tot 6-jarigen, AST-2 voor 6- tot 9-jarigen en AST-3 voor 9- tot 12-jarigen. De tijdresultaten zijn gecorreleerd met het Motor Quotiënt (MQ) van de Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) (Kiphard & Shilling, 2007) en onderverdeeld in vijf categorieën (Tabel 1). In de interface van het meetsysteem zullen de kinderen aan de motorische vaardigheids categorieën worden gelinkt.

Tabel 1: De vijf motorische vaardigheids categorieën van de KTK.

Categorie	Motorisch quotiënt
Ernstige motorische stoornis	<70
Matige motorische stoornis	71-85
Normaal motorisch begaafd	86-115
Goed motorisch begaafd	116-130
Hoog motorisch begaafd	>131

Verder is de volgende eigenschap van kinderen belangrijk bij het ontwerpen van een meetsysteem. Uit het onderzoek van Rowlands (1997) kwam naar voren dat kinderen de verleiding van knopjes op sensoren niet kunnen weerstaan. Het meetsysteem mag daarom geen knopjes of display bevatten waar de kinderen bij kunnen.

Het meetsysteem zal door de docenten lichamelijke opvoeding worden gehanteerd. De docent kan indien gewenst specifiek naar de kinderen kijken binnen één motorische vaardigheids categorie. Hiermee kunnen de eigenschappen van kinderen in een bepaalde categorie inzichtelijk gemaakt worden. De meeste docenten zijn niet technisch opgeleid (Faculteit Bewegen, Sport en Voeding, 2017). Het is daarom van belang dat de interface gemakkelijk te begrijpen is en dat er geen technische gegevens ingevuld hoeven te worden.

Eis: Het meetsysteem moet de motorische vaardigheids categorieën kunnen linken aan kinderen.

Eis: De gymdocent moet in het meetsysteem verschillende kinderen met een bepaalde motorische vaardigheids categorie kunnen selecteren.

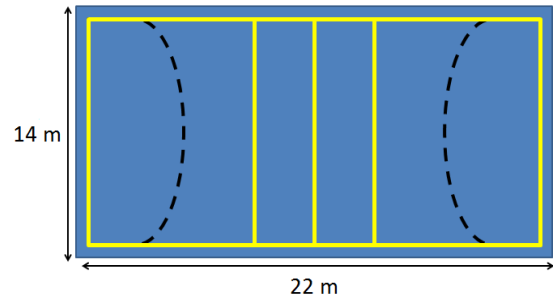
Eis: Het meetsysteem mag geen knopjes of display bevatten waar de kinderen bij kunnen.

Wens: De interface voor het meetsysteem moet makkelijk te begrijpen zijn.

Wens: Er hoeven geen technische gegevens voor het meetsysteem ingevuld te worden.

2.2 De gymzaal

Volgens de richtlijnen voor gymzalen van KVLO (Zandstra, Burgerhout, Koudijs & Snijders Blok, 2005) moet de netto vloeroppervlakte van een gymzaal minimaal 308 m² zijn. Hierbij is lengte-breedte-hoogteverhouding 22x14x5,5 meter (Afbeelding 1). In de gehele gymzaal moet zowel de activiteit als de positie bepaald kunnen worden. In overeenstemming met de opdrachtgever is er besloten dat de maximale meetfout 1 meter mag zijn, zodat de precisie van het meetsysteem voldoende is. Hierdoor is er een redelijke inschatting te maken van de positie van een kind ten opzichte van een gymtoestel.



Afbeelding 1: Bovenaanzicht van een gymzaal met de minimale lengte- en breedtemaat.

Volgens de richtlijnen moeten de wanden van de gymzaal recht zijn en er moet voldoende ruimte zijn voor het inrichten van vaste wandtoestellen (basketbalborden, wandrekken etc.). Ook dient er voldoende vrije wandruimte zonder obstakels/toestellen te zijn. Deze vrije wandruimte kan onder andere gebruikt worden voor kaatsactiviteiten. Volgens de richtlijnen mogen er geen bedieningsmechanismen op de wand tot 2 meter boven de vloer geplaatst worden. Deze mogen er alleen geplaatst worden als deze in de muur verwerkt worden. Als het meetsysteem aan de muur bevestigd wordt moet dit minimaal 2 meter boven de vloer.

- Eis:** De positie moet minimaal bepaald kunnen worden over de gehele gymzaalvloeroppervlak van 308 m².
- Eis:** De activiteit moet minimaal geregistreerd kunnen worden in de gehele gymzaalvloeroppervlak van 308 m².
- Eis:** De maximale meetfout mag niet groter zijn dan 1 meter.
- Eis:** Als het meetsysteem aan de muur bevestigd is moet deze minimaal 2 meter boven de vloer bevestigd worden.

2.3 De les lichamelijke opvoeding

De huidige les lichamelijke opvoeding duurt in de regel 45 minuten, waarbij de gymzaal regelmatig opgedeeld wordt in drie vakken. In elk vak wordt een ander spel of vaardigheid beoefend. De leerlingen worden verdeeld in drie groepen van maximaal 10 kinderen en geplaatst bij een van de drie vakken. Na ongeveer tien minuten worden de groepen gewisseld van vak totdat iedere groep elke activiteit heeft uitgevoerd. De activiteiten worden aangepast op het niveau van de klas, groep 3 krijgt eenvoudigere activiteiten dan groep 8.

Het meetsysteem wordt voorafgaand aan de eerste activiteiten ingesteld en tijdens de volledige les wordt er data verzameld van één groep kinderen. Het is van belang dat het meetsysteem minimaal één uur aan data kan opslaan en dat er minimaal 10 kinderen gemeten kunnen worden.

Tijdens de lessen staan twaalf leerlijnen centraal. Deze twaalf leerlijnen zijn opgesteld door Stichting Leerplanontwikkeling (SLO) in samenwerking met de Koninklijke Vereniging voor Lichamelijke Opvoeding (KVLO). De twaalf leerlijnen zijn: balanceren, klimmen, zwaaien, over de kop gaan, springen, hardlopen, mikken, jongleren, doelspellen, tikspellen, stoeispellen en bewegen op muziek (SLO/KVLO, 2004). Het meetsysteem mag de kinderen niet hinderen bij het uitvoeren van de activiteiten.

Bij de verschillende activiteiten worden mogelijk verschillende hulpmiddelen gebruikt, zoals kasten, trampolines en het wandrek. Verder wordt er ook gebruik gemaakt van bewegende hulpmiddelen zoals, ballen, ringen en touwen. De hulpmiddelen kunnen mogelijk het signaal van het meetsysteem beïnvloeden, waardoor de verkregen data minder precies is. Ook is het mogelijk dat er tijdelijk geen data wordt verkregen. In overleg met de opdrachtgever is vastgesteld dat er maximaal 5 seconden verstoring van de data mag optreden. De docent maakt de gehele lesindeling en bepaald welke hulpmiddelen gebruikt worden. Met teamactiviteiten wordt er gebruik gemaakt van een lintje om onderscheid te creëren. Het gebruik van het lint verschilt per kind, sommige dragen het over de schouder of als een armband en andere dragen het lintje om beide schouders. Hiermee moet rekening gehouden worden met het bevestigen van het meetsysteem.

Er zijn zes lessen lichamelijke opvoeding bijgewoond variërend van groep 3 tot en met groep 7. Hieruit komt naar voren dat de docent zich tijdens de les vaak in het vak bevindt waar de meeste begeleiding nodig is. Hierdoor kan de docent niet de hele tijd alle leerlingen in de gaten houden. De leerlingen in de andere twee vakken die gym minder leuk vinden gaan hierdoor vaker zitten en doen minder actief mee dan de andere leerlingen.

Tevens viel op dat voor en na de les de kinderen ook actief zijn met activiteiten die niet bij de les lichamelijke opvoeding horen. Wanneer er bijvoorbeeld ergens een bal ligt, wordt er al gauw een balletje getrapt en andere rennen de gymzaal door.

Eis: Het meetsysteem moet minimaal één uur data kunnen opslaan.

Eis: Minimaal 10 kinderen moeten tegelijk gemeten kunnen worden.

Eis: Het meetsysteem mag het kind niet belemmeren bij het uitvoeren van de activiteiten.

Eis: Verstoring van de data mag maximaal 5 seconden duren.

2.4 De positie

Het bepalen van de positie kan op verschillende manieren. In 2012 publiceerde Mautz in een uitgebreid onderzoek over indoor positioneringstechnologieën. Het artikel van Mautz is als leidraad gebruikt voor de analyse naar sensoren voor het bepalen van de positie van kinderen in de gymzaal. De volgende technologieën zijn bekeken: camera's, radio frequentie identificatie, traagheidsnavigatiesysteem, magnetische positiebepaling en bluetooth. Voor elk systeem zijn meerdere bronnen geraadpleegd om een volledig beeld te verkrijgen.

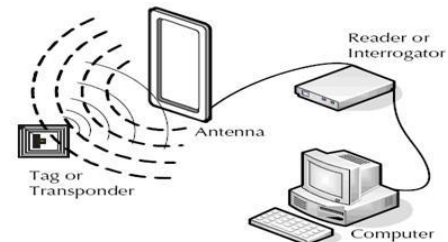
2.4.1 Camera

Voor het bepalen van de positie van een persoon in een ruimte kan er gebruikt gemaakt worden van verschillende en/of meerdere camera's die zo gepositioneerd zijn dat de hele ruimte zichtbaar is. In de camerabeelden kan er gewerkt worden met een 2D-assenstelsel. Aan de hand van dat assenstelsel kunnen de x- en y-coördinaat bepaald worden van mensen en objecten. De camerabeelden kunnen door middel van een algoritme gevolgd worden (Mallick, 2017) of handmatig met een ander programma (Kinovea, z.d.). De maximale meetfout van de camera is 30 centimeter. De meetfout voldoet aan de eerder opgestelde eis (hoofdstuk 2.2). De camera toepasbaar is voor de positiebepaling van kinderen in de gymzaal.

2.4.2 Radio Frequentie Identificatie

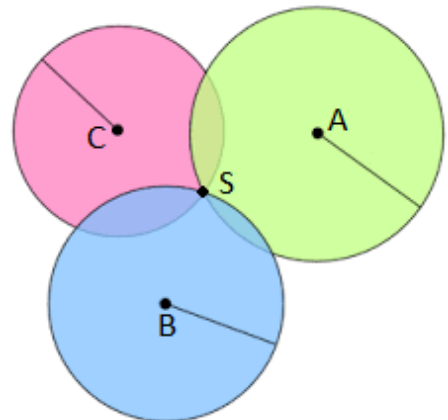
Bij Radio Frequentie Identificatie (RFID) wordt gebruik gemaakt van radiosignalen. De frequentie van deze signalen kan variëren van 125kHz tot 2,45GHz. Er zijn passieve en actieve RFID-systemen. Bij de passieve RFID-systemen bevatten de zenders geen batterij en geven geen continu signaal af. De zenders ontvangen energie van de RFID-reader door middel van elektromagnetische transmitters. Als de zender getriggerd wordt door de reader dan zendt deze kortstondig een signaal uit. Dit signaal kan alleen weer worden ontvangen door de reader. Dit systeem worden vaak toegepast in bijvoorbeeld de smart labels en in de post. De zenders werken alleen als er een RFID-reader binnen een straal van 1 meter aanwezig is (INSOFT, z.d.). Hierdoor is het passieve RFID-systeem niet praktisch toepasbaar voor het bepalen van de positie van kinderen in de gymzaal.

Bij de actieve RFID-systemen zijn de zenders van een batterij voorzien en zenden ze een continu signaal uit. Deze signalen worden opgevangen door de readers (ontvangers) (Afbeelding 2). Met behulp van minimaal 3 ontvangers verdeeld over een ruimte kan met de trilateratie-methode de positie van de zender bepaald worden (NASASciFiles, 2007). Als het signaal wordt ontvangen door de ontvangers, is de afstand van de zender tot de ontvangers bekend. Figuurlijk kan er een cirkel om de ontvangers geplaatst worden met een radius van de bijbehorende afstand (Afbeelding 3). De verschillende cirkels hebben een gezamenlijk snijpunt. Op dit punt bevindt zich de zender (sciBRIGHT, 2016). Een vierde ontvanger maakt de methode nauwkeuriger. Het bereik van de actieve RFID-zender is ongeveer 90 meter en de gemiddelde meetfout is ongeveer 3 meter (Roberti, 2015). Het actieve RFID-systeem kan de positie bepalen binnen een gymzaal, maar de meetfout voldoet niet aan de opgestelde maximale meetfout van 1 meter (Hoofdstuk 2.2). Om deze reden wordt actieve radio frequentie identificatie niet toegepast voor het bepalen van de positie van kinderen in de gymzaal.



Afbeelding 2: De werking van een actieve RFID sensor. Tag of transponder, zender; antenna en reader, ontvanger.

Noot, Herdrukt van "RFID – A Basic Introduction & Simple Application". Door Agarwal, T. 2015. Geraadpleegd van <http://www.elprocus.com>



Afbeelding 3: Schematisch weergave van de trilateratie methode. A, B en C, ontvangers; S, snijpunt/zender.

2.4.3 Traagheidsnavigatiesysteem

Bij het traagheidsnavigatiesysteem werken meerdere sensoren met elkaar samen. Er wordt gebruikt gemaakt van een 3-assige accelerometer en drie gyroscopen (OXTS, z.d.). De accelerometer meet de versnelling (m/s^2) in de drie richtingen en de gyroscopen de hoekversnellingen (rad/s^2). Door de gegevens van de sensoren te combineren kan de positie van iemand bepaald worden ten opzichte van een startmeetpunt. Met de Kalman Filter worden de uitbuiters in het signaal gedempt (MathWorks, 2017). De sensor kan alleen achteraf uitgelezen worden en heeft een gemiddelde meetfout van ongeveer 2 meter (Mautz, 2012). Voorafgaand aan elke meting moet de sensor gekalibreerd worden om het startmeetpunt te bepalen. Voor het bepalen van de positie van 10 kinderen betekend het dat de sensoren op de kinderen bevestigd moet worden en gekalibreerd. Dit kost veel tijd, wat dit systeem niet praktisch toepasbaar maakt voor het bepalen van de positie van de

kinderen in de gymzaal. Tevens voldoet de meetfout niet aan de opgestelde eis van 1 meter (Hoofdstuk 2.2).

2.4.4 Magnetische positiebepalingssysteem

Bij het magnetische positiebepalingssysteem wordt er gebruik gemaakt van een magnetische sensor die magnetische velden registreert. De staalconstructie van ieder gebouw veroorzaakt magnetische storingen. Het patroon van de storingen in een gebouw kunnen beschouwd worden als een soort vingerafdruk en is dus uniek. Aan de hand van dit patroon kan bepaald worden waar iemand zich bevindt in het gebouw (The Audiopedia, 2017). Bijna alle systemen die nu op de markt zijn, maken gebruik van een telefoon als ontvanger. Als er een telefoon aanwezig is in het gebouw verandert het patroon van storingen. Als het nieuwe patroon wordt vergeleken met de nulmeting van het gebouw, kan de positie van de telefoon bepaald worden. De maximale meetfout van dit systeem is 50 centimeter (Mautz, 2012).

Het magnetische positiebepalingssysteem kan gebruikt worden om de positie in een gymzaal te bepalen, maar het gebruik van een telefoon bij kinderen is niet handig. Telefoons zijn namelijk kwetsbaar en er is een mogelijkheid dat de kinderen de telefoon voor andere doeleinden gaan gebruiken. Ook voldoet het systeem niet aan de eis dat het systeem geen display of knopjes mag bevatten waar de kinderen bij kunnen (Hoofdstuk 2.1). Het magnetische positiebepalingssysteem wordt daarom niet toegepast voor het registreren van de positie van de kinderen in de gymzaal.

2.4.5 Bluetooth

Bij het bepalen van de positie van iemand door middel van bluetooth wordt er gebruik gemaakt van zenders (beacons) (Afbeelding 4). De beacons zijn verspreidt in de ruimte en zenden een bluetooth signaal uit. Dit signaal wordt opgevangen door de ontvanger. De ontvanger kan een telefoon zijn maar ook een speciale bluetooth ontvanger. De ontvanger kan bepalen hoe groot de afstand is tot een beacon. Als de ontvanger het signaal van minimaal drie beacons ontvangt kan met behulp van de trilateratiemethode de positie in een ruimte bepaald worden (Mimeran, 2014). De gemiddelde meetfout bevindt zich tussen de 1 en 2 meter (Proximi.io, 2017). Deze meetfout is onder andere afhankelijk van hoe de ontvanger naar de beacons gericht staat en hoeveel omgevingsmateriaal zich tussen de zender en de ontvanger bevindt. Ook hangt de meetfout af van de hoeveelheid beacons, meer beacons maken de meetfout kleiner. Dit maakt het systeem duurder. De meetfout van bluetooth voldoet niet aan de maximaal toegestane meetfout van 1 meter (Hoofdstuk 2.2). Hierdoor wordt bluetooth niet toegepast voor het bepalen van de positie van kinderen in de gymzaal.



Afbeelding 4 Een bluetooth beacon.

Noot, Herdrukt van "Why is BLE considered to be not as secure as other wireless such as WiFi?", door Lebowitz, M. 2016, 16 mei. Geraadpleegd van <http://www.quora.com>

2.4.6 Samenvatting positie

Uit de analyse naar sensoren voor het bepalen van de positie in een gymzaal is een camerasysteem als meest geschikt naar voren gekomen. Het voordeel van dit systeem is dat de meetfout ongeveer 30 centimeter is. Dit voldoet aan de opgestelde maximale meetfout van 1 meter (Hoofdstuk 2.2). Verder zijn er al meerdere camera's aanwezig die de gehele gymzaal van de toekomst in beeld kunnen brengen. Dit maakt het gemakkelijk toepasbaar. Een nadeel van camera's is dat het beeld tijdelijk geblokkeerd kan worden door bijvoorbeeld een bal of een kast. In de verdieplingsanalyse wordt de camera uitgebreid beschreven.

Eis: Voor de positiebepaling moeten camera's gebruikt worden.

2.5 De lichamelijke activiteit

Het bepalen van de lichamelijke activiteit kan op verschillende manieren. In 2011 publiceerde Kemper een leerboek over de rol van sport en bewegen op de gezondheid van jongeren. In dit boek wordt lichamelijke activiteit en diverse testen om de activiteit te meten uitgebreid beschreven. Het boek van Kemper is als leidraad gebruikt voor de analyse naar sensoren voor het bepalen van de activiteit van kinderen in de les lichamelijke opvoeding. Als eerst is er gekeken naar het begrip lichamelijke activiteit in het algemeen en daarna welke meetmethoden er toegepast kunnen worden.

Lichamelijke activiteit wordt gedefinieerd als "elke lichaamsbeweging die wordt veroorzaakt door skeletspieren en die leiden tot toename in het energiegebruik boven op het energiegebruik van het lichaam in rust" (Caspersen, 1989). Er zijn verschillende eenheden waarmee de lichamelijke activiteit uitgedrukt kan worden. Zo kan het energieverbruik gemeten worden in Joules, het arbeidsvermogen in Watt en de duur van de activiteiten in bijvoorbeeld secondes. Ook kan de lichamelijke activiteit bepaald worden door middel van het aantal bewegingen, de snelheid van de beweging, de versnelling van de beweging of aan de hand van een vragenlijst (Montoye, 1996).

Voor het bepalen van de lichamelijke activiteit zijn er drie onderdelen belangrijk. Het eerste onderdeel is de duur van de activiteit. Het tweede onderdeel is de frequentie van de activiteit, hierbij wordt bepaald hoe vaak men de activiteit uitvoert binnen het tijdsbestek. De intensiteit van de activiteit is het laatste onderdeel voor het bepalen van de lichamelijke activiteit. Bij de intensiteit wordt er gekeken hoe zwaar de activiteit is uitgedrukt in energiegebruik per tijdseenheid (Kemper, 2011).

Om de lichamelijke activiteit van iemand te bepalen kan er gebruik gemaakt worden van subjectieve en objectieve methoden. Onder subjectieve methoden vallen onder andere het observeren van personen, vragenlijsten/enquêtes en activiteitenlogboeken. Bij deze methoden heeft de mening van de observant of proefpersoon veel invloed op de uitkomst. Hierdoor zijn subjectieve methoden erg onbetrouwbaar en niet toepasbaar voor dit meetsysteem. Bij de objectieve methoden wordt het activiteitsniveau bepaald door middel van sensoren. Hierdoor wordt de uitkomst niet beïnvloed door meningen. Voor het meetsysteem zal een objectieve methode toegepast worden.

Eis: Het activiteitsniveau moeten worden bepaald door middel van een objectieve methode.

Binnen de objectieve methoden zijn er zowel fysiologische als biomechanische methoden mogelijk. De fysiologische methoden zijn gericht op hoeveel energie iemand verbruikt, welke te meten zijn op drie verschillende manieren. Bij de eerste manier wordt er gekeken hoeveel voedsel iemand inneemt. De voorwaarde voor deze methode is dat de voedsel inname gelijk staat aan het energieverbruik. Bij de tweede methode wordt de warmteproductie tijdens de activiteit gemeten. Deze meting wordt uitgevoerd in een afgesloten geïsoleerde ruimte. De laatste fysiologische manier is het meten van het zuurstofverbruik. Een voorbeeld hiervan is de $\dot{V}O^2$ -meting. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat zuurstof alleen gebruikt wordt om energie vrij te maken. Het zuurstofverbruik kan dan als een maat gebruikt worden voor het meten van het energieverbruik. De fysiologische methoden worden geregeld uitgevoerd in een laboratorische omgeving en bepalen vaak de activiteit over een langere periode (Kemper, 2011). Dit maakt deze methoden niet toepasbaar voor in de gymzaal.

De biomechanische methoden zijn gebaseerd op spieractiviteiten die in delen of het gehele lichaam plaatsvinden. Binnen de biomechanische methoden zijn twee verschillende manieren te onderscheiden. Bij de eerste methode wordt er gebruik gemaakt van camerabeelden. Door de camera te laten focussen op hoe een bepaald punt beweegt kan er achterhaalt worden hoe actief iemand is. Een voorbeeld hiervan is computer vision. De andere methode is door de versnellingen op het lichaam te meten tijdens de activiteiten. Deze versnellingen kunnen teruggerekend worden naar krachten met de formule: $F = m \cdot a$. Doordat de krachten op het lichaam berekend kunnen worden, kan het activiteitsniveau worden bepaald. Voorbeelden van versnellingsmeters zijn accelerometers en stappentellers.

De biomechanische methoden zijn toepasbaar in een gymzaal en de activiteit kan gemeten worden in een kort tijdsbestek. Daarom is voor het bepalen van het activiteitsniveau van kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding gekozen om gebruik te maken van een biomechanische methode.

Eis: Het activiteitsniveau wordt bepaald door middel van een biomechanische methode.

Hieronder staan verschillende biomechanische methoden om de activiteit van kinderen te bepalen, namelijk computer vision, accelerometers en stappentellers. Elke methode is kort beschreven en teruggekoppeld naar het te ontwerpen meetsysteem.

2.5.1 Computer vision

Met computer vision is het mogelijk om bewegingen van kinderen te volgen en te herkennen. Met behulp van een camera leert een computerprogramma hoe een bepaalde beweging eruit ziet en kan deze beweging daarna herkennen in het beeld. Wanneer de computer verschillende bewegingen kan herkennen, is het bepalen van het activiteitsniveau mogelijk. Het aanleren van de bewegingen kost veel tijd. Daarnaast registreert de computer mogelijk te weinig bewegingen, doordat de computer deze niet herkent. Hierdoor wordt niet de volledige activiteit geregistreerd. Verder is computer vision een vrij nieuw systeem, waardoor is er nog weinig bekend over de voor- en nadelen van deze techniek.

Computer vision wordt niet gebruikt als methode om de activiteit van kinderen te bepalen, omdat het aanleren van bewegingen veel tijd kost en het niet de volledige activiteit meet als er niet bekende bewegingen worden uitgevoerd.

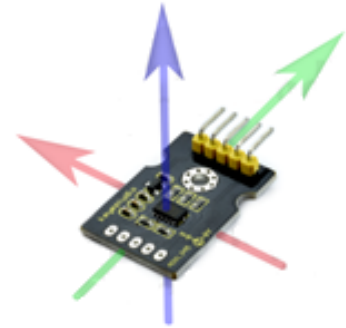
2.5.2 Accelerometer

Een accelerometer (Afbeelding 5) meet versnellingen of g-krachten (m/s^2). De versnelling wordt gemeten in de x-, y- en z-as oftewel triaxiaal (Sparkfun, z.d.).

Er zijn twee soorten triaxiale accelerometers, een piezoëlektrische- en een lage impedantie output accelerometer. De piezoëlektrische accelerometer bepaalt de versnelling door middel van elektrische veranderingen. Deze accelerometer maakt gebruik van microscopische kristalstructuren die veranderen wanneer ze in aanraking komen met versnellingen. De microscopische kristalstructuren produceren een voltage die afhankelijk is van de versnelling. Een hogere versnelling geeft een hogere voltage (Goodrich, 2013).

De lage impedantie output accelerometer, ook wel de capacitieve accelerometer genoemd meet het voltageverschil. Het gemeten voltageverschil is in de meeste gevallen ± 5 Volt, dit is afhankelijk van hoe de accelerometer zich in de ruimte bevindt (Omega, z.d.).

Met een triaxiale accelerometer kunnen verschillende activiteitsniveaus met hoge nauwkeurigheid worden gemeten (Pate, Almeida, McIyer, Pfeiffer & Dowda, 2006). De accelerometer kan daarom worden toegepast in het meetsysteem om het activiteitsniveau van kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding te bepalen.



Afbeelding 5: De assen van de accelerometer

Noot, Herdrukt van "3 Axis Accelerometer Sensor – Track Position by Motion Arduino TTL Raspberry". Door amp.toad, 2018. Geraadpleegd van <http://www.ebay.com>

2.5.3 Stappenteller

De stappenteller ook wel pedometer genoemd (Afbeelding 6), meet de versnelling van een beweging over één as. Eigenlijk kan het gezien worden als een hele simpele accelerometer. Doordat de stappenteller de versnelling meet over een verticale as kan de stappenteller nagaan hoeveel stappen er gezet zijn. De stappenteller kan gedragen worden op de heup, om de enkel of om de middel. Ook kan de stappenteller fietsen detecteren (Saris & Binkhorst, 1977). De nauwkeurigheid van de stappenteller wordt minder wanneer er sneller of langzamer gelopen wordt (Kemper & Verschuur, 1977 & Washburn, Chin & Montoye, 1980). Het voordeel van een stappenteller is dat een stappenteller weinig geld kost.

Voor het meetsysteem is de stappenteller te onnauwkeurig. Het is niet geschikt voor het nauwkeurig bijhouden van het aantal stappen tijdens het meten van de verschillende snelheden van de kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding. De stappenteller zal daarom niet gebruikt worden als sensor voor het bepalen van de lichamelijke activiteit van kinderen.



Afbeelding 6: Een stappenteller/pedometer

Noot, Herdrukt van "Omron Stappenteller Walking style One 2.1", door Merkala, 2015. Geraadpleegd van <http://www.merkala.nl>

2.5.4 Samenvatting lichamelijke activiteit

Uit de analyse naar sensoren waarmee het activiteitsniveau van kinderen bepaald kan worden tijdens de les lichamelijke opvoeding is naar voren gekomen dat de accelerometer het beste toegepast kan worden. De accelerometer is een objectieve biomechanische methode die nauwkeurig de activiteit kan bepalen. In de verdiepingsanalyse wordt de accelerometer uitgebreid beschreven.

Eis: Het activiteitsniveau wordt bepaald met accelerometers.

3 Eisen analyse

Uit de analyse zijn verschillende eisen en wensen opgesteld. De eisen en wensen zijn onderverdeeld in algemene eisen en wensen, eisen met betrekking tot de positie en eisen met betrekking tot de activiteit. De eisen en wensen zijn hieronder weergegeven.

Algemene eisen en wensen:

- Eis 1. Het meetsysteem moet de motorische vaardigheids categorieën kunnen linken aan kinderen.
- Eis 2. De gymdocent moet in het meetsysteem verschillende kinderen met een bepaalde motorische vaardigheids categorie kunnen selecteren.
- Eis 3. Het meetsysteem mag geen knopjes of display bevatten waar de kinderen bij kunnen.
- Eis 4. De maximale meetfout mag niet groter zijn dan 1 meter.
- Eis 5. Als het meetsysteem aan de muur bevestigd is moet deze zich minimaal 2 meter boven de vloer bevinden.
- Eis 6. Het meetsysteem moet minimaal één uur data kunnen opslaan.
- Eis 7. Minimaal 10 kinderen moeten tegelijk gemeten kunnen worden.
- Eis 8. Het meetsysteem mag het kind niet belemmeren bij het uitvoeren van de activiteiten.
- Eis 9. De verstoring van de data mag maximaal 5 seconden duren.

Wens 1. Het interface voor het meetsysteem moet makkelijk te begrijpen zijn.

Wens 2. Er hoeven geen technische gegevens voor het meetsysteem ingevuld te worden.

Eisen positie:

- Eis 10. De positie moet minimaal bepaald kunnen worden over de gehele gymzaal vloeroppervlak van 308 m².
- Eis 11. voor de positie bepaling moeten camera's gebruikt worden.

Eisen activiteit:

- Eis 12. De activiteit moet minimaal geregistreerd kunnen worden in de gehele gymzaal vloeroppervlak van 308 m².
- Eis 13. Het activiteitsniveau moet worden bepaald door middel van een objectieve methode.
 - a. Het activiteitsniveau wordt bepaald door middel van een biomechanische methode.
 - i. Het activiteitsniveau wordt bepaald met accelerometers.

4 Verdiepingsanalyse

Uit de analyse zijn voor het bepalen van de positie en de activiteit twee meetsystemen naar voren gekomen die het beste toepasbaar zijn voor in de gymzaal. Voor het bepalen van de positie zijn camera's gekozen en voor het bepalen van de activiteit accelerometers. In de verdiepingsanalyse worden deze systemen verder uitgewerkt en zijn er specifieke eisen opgesteld. Als eerst wordt er gekeken naar camera's.

4.1 Camera's

Op de huidige markt zijn verschillende soorten camera's beschikbaar. In dit hoofdstuk worden de eisen voor de camera bepaald en de voor- en nadelen van de verschillende soorten camera's beschreven. De beste toepasbare camerasoort voor in de gymzaal van de toekomst wordt door middel een de kardinale methode bepaald.

4.1.1 Camera eisen voor positiebepaling

De camera's die toegepast worden in het meetsysteem moeten voldoen aan verschillende eisen zoals het aantal frames per secondes, het aantal megapixels, de kijkhoek en de positie van de camera's waarmee het beste de hele gymzaal in beeld komt.

Een kind van 12 jaar rent gemiddeld 3 m/s (Rowland et al., 1999). Dit betekend als er gebruik gemaakt wordt van een camera die 1 frame per seconde meet, dat een kind een afstand afgelegd kan hebben van 3 meter in willekeurige richting. Om de positie nauwkeuriger te bepalen moet er gebruik gemaakt worden van een camera die minimaal tien frames per seconde meet. Dit betekent dat het kind tussen de frames maximaal 0,3 m verplaatst kan zijn. Hierdoor valt dit binnen de opgestelde meetfout van 1 meter (Hoofdstuk 2.2).

Tijdens de les lichamelijke opvoeding moeten veel kinderen tegelijk gevolgd kunnen worden door de camera. De camera moet dus onderscheid kunnen maken tussen de kinderen. Hiervoor is het van belang dat de camera tenminste 5 megapixels bezit (Habert, 2017). Met 5 megapixels kan een groot gebied scherp in kaart gebracht worden (netcamshop, Z.d.).

De positie wordt tweedimensionaal bepaald. Deze dimensie is de vloer van de gymzaal. Om de vloer het beste in beeld te krijgen, moet de camera van boven af filmen. Dit betekent dat de camera aan het plafond bevestigd moet worden.

Doordat camera's verschillende kijkhoeken hebben heeft de ene camera een groter deel van de gymzaal in beeld dan een andere camera. Omdat de camera binnen gebruikt wordt en een vrij grote ruimte in beeld moet brengen, is het van belang dat de kijkhoek groter of gelijk is aan 104 graden (cctvwinkel, 2016).

Eis: De camera moet minimaal 10 frames per seconde kunnen maken.

Eis: De camera moet minstens 5 megapixels hebben.

Eis: De camera brengt het vloeroppervlak van de gymzaal in beeld.

Eis: De camera moet aan het plafond bevestigd worden.

Eis: De camera moet een kijkhoek groter dan of gelijk aan 104 graden hebben.

4.1.2 Verschillende soorten camera's

Om te kijken welke camera's op de markt zijn is er een marktonderzoek gedaan. Hieruit kwamen drie verschillende soorten camera's. Deze soorten zijn bullet-, dome- en fisheye-camera's. Deze camera's zijn kort beschreven met daaronder een tabel met voor- en nadelen.

4.1.2.1 Bullet-camera

Een bullet-camera (Afbeelding 7) is te herkennen aan de langwerpige vorm en het afdakje boven de lens. Deze camera's hebben een maximale kijkhoek van 90 graden en kunnen scherp ver weg filmen. Ook kunnen de bullet-camera's ver inzoomen. Door middel van een kogelsysteem in de muursteun kan de camera alle kanten op draaien (Camerashop24, z.d. & Iris camerabewaking, 2016). Voor- en nadelen van de bullet-camera met betrekking tot het te ontwerpen meetsysteem zijn weergegeven in tabel 2.



Afbeelding 7: Voorbeeld van een bullet-camera.

Noot, Herdrukt van "Hikvision DS-2CD2T85FWD-I8 - 8 MP Netwerk Bullet Camera (6mm)", door IPCAM shop, 2018. Geraadpleegd van <http://www.ipcam-shop.nl>

Tabel 2 Voor- en nadelen van een bullet-camera

Voordeel	Nadeel
Ver inzoomen	Neemt veel plek in beslag
Ver weg scherp in beeld	Meerdere camera's nodig om de gehele gymzaal in beeld te krijgen

4.1.2.2 Dome camera

Een dome-camera (Afbeelding 8) bestaat uit een glazen bol met daarachter een lens. Deze lens kan in enkele gevallen achter de glazen bol draaien zodat een ander deel van de ruimte in beeld gebracht wordt. Door het ontwerp van een glazen bol heeft de lens een vrij grootte kijkhoek variërend tussen de 90 graden en 110 graden. Met deze kijkhoek kan de camera ook hetgeen opnemen wat dichtbij de camera bevindt. Tevens is het bij sommige dome-camera's mogelijk om in- en uit te zoomen. Doordat de camera onder een bepaalde hoek moet filmen is de maximale hoogte waarop de camera gemonteerd mag worden 2,6 meter. Dit kan zowel aan het plafond als aan de muur (Iris camerabewaking, 2016). Voor- en nadelen van de dome-camera met betrekking tot het te ontwerpen meetsysteem zijn weergegeven in tabel 3.



Afbeelding 8: Voorbeeld van een dome-camera.

Noot, Herdrukt van "Bekabelde dome-camera PRO". door Bascom.

Tabel 3 Voor- en nadelen van een dome-camera

Voordeel	Nadeel
Kijkhoek van 90°-110°	Lichte vervorming van het beeld
Kan zowel bevestigd worden aan een muur als aan het plafond	Meerdere camera's nodig om de gehele gymzaal in beeld te krijgen



Afbeelding 9: Voorbeeld van een fisheye camera.

Noot, Herdrukt van "Dahua IPC-EB5400P - 4 Megapixel Vandalbestendige Netwerk Fisheye Camera", door IPCAM shop, 2018. Geraadpleegd van <https://www.ipcam-shop.nl>

4.1.2.3 Fisheye-camera

De fisheye-camera's (Afbeelding 9) kunnen vanaf een punt continu een beeld geven van 360 graden. Hierdoor ziet het beeld van een fisheye camera er vervormt uit. Dit beeld is na een goede kalibratie 'normaal' te krijgen. Hoe hoger de resolutie hoe duurder de camera. Verder hebben de camera's een beeldpuntafstand en kunnen hierdoor ook niet in of uitzoomen. De camera's kunnen zowel op een muur als aan een plafond gemonteerd worden (netcamshop, z.d.). Voor- en nadelen van de fisheye-camera met betrekking tot het te ontwerpen meetsysteem zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 Voor- en nadelen van een fisheye-camera

Voordeel	Nadeel
1 camera nodig om de hele gymzaal in beeld te brengen.	Een camera is duur
Kan zowel bevestigd worden aan een muur als aan het plafond.	Vervorming van het beeld

4.1.3 Kardinale methode

De kardinale methode is toegepast op de verschillende soorten camera's. De verschillende camera's zijn onderling vergeleken met behulp van de opgestelde eisen uit de analyse en verdiepingsanalyse. Elke eis is gekoppeld aan een factor die het belang van de eis op het meetsysteem aangeeft. De factor loopt van 1 tot en met 3 waarvan 1 een minder belangrijke eis is, 2 een gemiddeld belangrijk en 3 een belangrijke.

De verschillende soorten camera's krijgen bij elke eis een cijfer van 1 tot en met 3. Waarvan 1 staat voor 'komt slecht overeen', 2 voor 'komt redelijk overeen' en 3 voor 'komt goed overeen'. Uiteindelijk worden alle punten van de eisen en wensen bij elkaar opgeteld en hieruit komt een totaal score. De kardinale methode is weergegeven in Tabel 5. De soort camera met de hoogste score wordt, is het beste toepasbaar voor het bepalen van de positie.

Tabel 5: Kardinale methode van de verschillende soorten camera's.

Eisen	Factor	Verschillende camera's		
		Bullet	Dome	Fisheye
1. De positie moet minimaal bepaald kunnen worden over de gehele gymzaal vloeroppervlak van 308 m ² .	3	2	2	3
2. Als het meetsysteem aan de muur bevestigd is moet deze zich minimaal 2 meter boven de vloer bevinden.	1	3	3	3
3. De maximale meetfout is 1 meter.	2	3	3	3
4. Het meetsysteem mag geen knopjes of display bevatten waar de kinderen bij kunnen.	1	3	3	3
5. Minimaal 10 kinderen moeten tegelijk gemeten kunnen worden.	3	1	2	3
6. Het meetsysteem belemmert het kind niet bij het uitvoeren van de toegewezen activiteiten.	3	3	3	3
7. De camera moet minimaal 10 frames per seconde kunnen maken.	2	3	3	3
8. De camera moet minstens 5 megapixels hebben.	2	3	3	3
9. De camera brengt het vloeroppervlak van de gymzaal in beeld.	3	2	3	3
10. De camera moet aan het plafond bevestigd worden.	2	1	3	3
11. De camera heeft een kijkhoek groter dan of gelijk aan 104 graden.	3	1	2	3
Totaal		53	66	75

Uit de kardinale methode komt dat de fisheye camera het meest geschikt is voor het bepalen van positie van de kinderen. Van deze soort is er gekeken naar diverse merken op de markt (Bijlage 2). In hoofdstuk 5 wordt er gekeken hoe de camera geïmplementeerd kan worden in de gymzaal van de toekomst en hoe de camera uiteindelijk gebruikt kan worden om de positie te bepalen.

4.2 Accelerometers

Voor het meten van het activiteitsniveau bij kinderen wordt er gebruik gemaakt van een accelerometer. In dit hoofdstuk wordt er gekeken naar de verschillende eisen waaraan een accelerometer moet voldoen.

4.2.1 Accelerometers voor het bepalen van het activiteitsniveau

De accelerometer kan op verschillende plekken gedragen worden bijvoorbeeld in de broekzak (He & Jin, 2008), op de riem (Frank, Rockl, Nadas, Robertson & Pfeifer, 2010) of om de pols (Tapia et al. 2007). De optimale positie van de accelerometer is afhankelijk van het type activiteit dat registreert moet worden (Lara & Labrador, 2013). Zo is bijvoorbeeld een accelerometer om de pols niet geschikt voor het registreren van ambulante activiteiten. Overmatige beweging van de armen kunnen namelijk zorgen voor een incorrecte activiteitsbepaling. Andersom geldt hetzelfde, activiteiten waarbij voornamelijk alleen de handen gebruikt worden zijn niet of nauwelijks te registreren voor een accelerometer die op de heup bevestigd is (Ravi, Dandekar, Mysore & Littman, 2005). Tijdens de les lichamelijk opvoeding zullen de kinderen voornamelijk ambulante bewegingen uitvoeren. De accelerometer moet daarom op de romp geplaatst worden. Ook moet de accelerometer goed bevestigd zijn op een plek waar deze minimaal kan verplaatsen, anders zal de sensor meer bewegingen registreren dan in werkelijkheid bewogen wordt. Hierdoor zal het activiteitsniveau overschat worden (Saris & Binkhorst, 1977). Op de romp zijn er twee plekken waar minimale verplaatsing plaatsvindt. Dit is op de borst en op de onderrug. Uit onderzoek blijkt dat de activiteitenbepaling het meest overeenkomt met het totale energieverbruik als de accelerometer op de lage onderrug gedragen wordt (Bouten, Sauren, Verduin & Janssen, 1997). Voor het bepalen van de positie van kinderen in de gymzaal wordt aangeraden om accelerometer strak op de lage onderrug te bevestigen.

Eis: De accelerometer moet op de lage onderrug gedragen worden.

Er zijn verschillende eenheden waarmee een accelerometer de activiteit kan bepalen. De meest gebruikte manier is 'counts per minuut'. Counts zijn de pieken in de data die na het filteren met een bandpass filter zijn overgebleven. Deze filter filtert de waardes die niet binnen de desbetreffende frequentie vallen weg (ActiGraph, 2018). Het meten met counts is een vrij makkelijke manier om te bepalen hoe actief iemand geweest is. De hoeveelheid 'counts' is gekoppeld aan een intensiteit (Tabel 6). Voor het meetsysteem wordt als meeteenheid 'counts' gebruikt.

Tabel 6: De counts per activiteitsniveau. De intensity zijn de verschillende activiteitsniveaus. Deze niveaus zijn Sedentary (zittend), Light (licht actief), Moderate (matig actief) en Vigorous (energiek) (Colley et al., 2011 & Puyau et al., 2004).

Intensity	Accelerometer count range (counts per minute)
Sedentary	Less than 100*
Light	100 to less than 1.500
Moderate	1.500 to less than 6.500
Vigorous	6.500 or more
* including wear-time zeros	

Eis: De activiteit moet gemeten worden in de eenheid counts.

De accelerometer ondervindt twee soorten ruis. De eerste soort ruis ontstaat door interne factoren in de accelerometer (de intrinsieke ruis). Deze ruis wordt zo veel mogelijk weggehaald door gebruik te maken van een band-pass filter. De tweede soort ruis wordt veroorzaakt door externe factoren zoals ergens tegenaan stoten met de accelerometer en de positie waar de accelerometer zich bevindt. Deze tweede soort wordt ook wel extrinsieke ruis genoemd. Dit kan voorkomen worden door bijvoorbeeld de accelerometer op een plek te bevestigen waar zo min verplaatsing kan plaatsvinden. De optimale plek bevat zo min mogelijk vet en ligt zo dicht mogelijk tegen bot aan.

Verder bewegen kinderen onregelmatig. Dit betekent dat kinderen het ene moment stilstaan en het volgende moment aan het springen zijn. Dit doen ze allemaal in een heel kort tijdsbestek (Rowlands, 1997). Om zoveel mogelijk van deze snelle bewegingen te kunnen registreren, is er gekozen voor een minimale meetfrequentie van 100Hz.

Eis: De accelerometer moet een minimale meetfrequentie hebben van 100Hz.

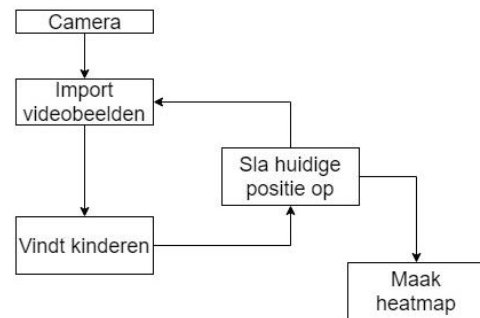
Er is op de markt gekeken naar accelerometers die voldoen aan de eisen van de analyse en de verdiepingsanalyse. De diverse merken zijn weergegeven in Bijlage 3.

5 Implementatie

5.1 Camera

Voor het registreren van de positie van kinderen in een gymzaal kan het beste een fisheye-camera gebruikt worden. Om de gehele gymzaal met één camera in beeld te brengen, moet deze in het midden van het plafond bevestigd worden.

Voor het volgen van de kinderen moet er software geschreven worden. De camerabeelden worden uit de camera geëxporteerd. Dit kan zowel mogelijk door de camera aan te sluiten op een computer als door een LAN verbinding tussen de computer en de camera. Met de verbinding kunnen de videobeelden worden



Figuur 1: Globaal overzicht van de software opbouw.

opgehaald en in een programma geladen worden. Doordat een fisheye-camera gebruikt wordt, komen de videobeelden vervormt binnen. Deze vervorming wordt uit de videobeelden gehaald met behulp van de vaak meegeleverde software. De omgevormde videobeelden kunnen in deze vorm geïmporteerd worden naar het hoofdprogramma voor het bepalen van de positie. In dit programma worden de kinderen die gevolgd moeten worden op de videobeelden geselecteerd en de positie wordt gedurende de hele les gevolgd en opgeslagen. Hierna worden heatmap's gemaakt van de posities van de kinderen. De vloer wordt figuurlijk opgedeeld in kleine vlakken. Elk vlak krijgt een kleur afhankelijk van hoelang het kind gedurende de les in dit vlak aanwezig is geweest. In Tabel 7 is de legenda van de heatmap weergegeven met daarin de kleuren met de bijbehorende tijdsbestekken.

Tabel 7: De legenda van de heatmap.

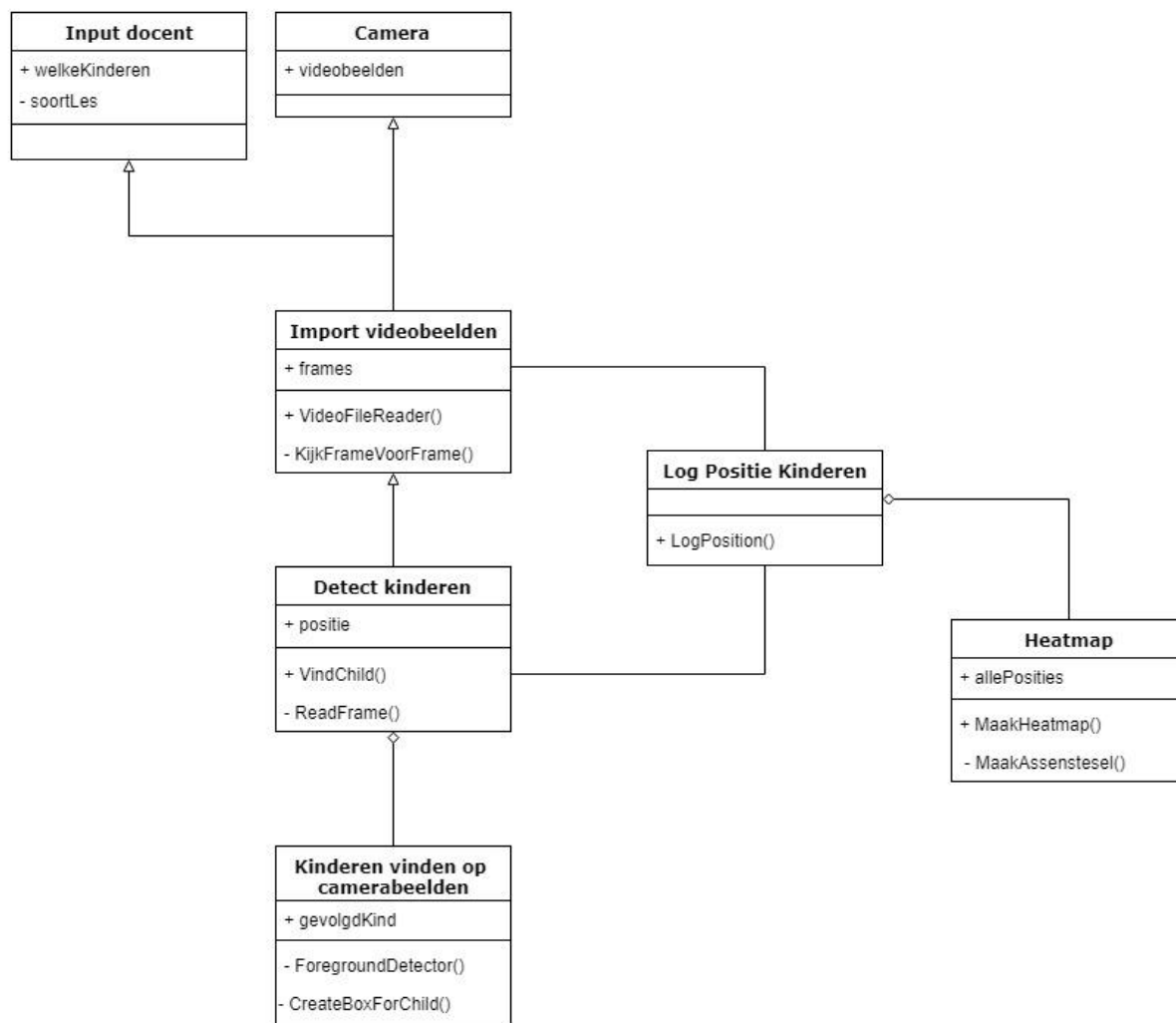
Kleur	Tijd (t) in minuten
Blanco	$t=0$
Groen	$0 < t < 2$
Geel	$2 < t < 4$
Oranje	$4 < t < 6$
Rood	$t > 6$

Door een van de frames uit de videobeelden te gebruiken als achtergrond voor de heatmap, kan de docent precies zien bij welke onderdelen de kinderen aanwezig waren. In Figuur 1 is een globaal overzicht van de software voor het volgen van de kinderen weergegeven.

Om een duidelijker beeld te creëren van de code die geschreven moet worden, is er een software architectuur model gemaakt (Figuur 2)(Object Management Group, 2017). In het model is de samenhang van de code te zien.

Weergegeven is dat de import van de videobeelden afhankelijk is van de input van de docent en de camera. Dit is aangegeven met de pijlen van 'Import videobeelden' naar 'Input docent' en 'Camera'. Bij 'Input docent' geeft de docent aan welke les er opgenomen is en welke kinderen geregistreerd zijn. Verder is er voor het importeren van de videobeelden de camera nodig die de beelden aanlevert. Zowel de 'Input docent' als de 'Camera' bevatten variabelen (middelste vak) en geen functies (onderste vak). De 'Input docent' heeft de variabelen 'welkeKinderen' en 'soortLes' en de Camera heeft de variabele 'videobeelden'.

Voor elke variabele staat een plus- of minteken. Een plusteken betekent dat de variabele in de gehele code belangrijk is en onthouden moet worden en een minteken betekent dat de variabele alleen voor dat deel van de code belangrijk is. Als de beelden geïmporteerd zijn, worden de kinderen door de docent geselecteerd en in 'detect kinderen' worden de posities van de kinderen geregistreerd. Gedurende de gehele videobeelden worden de kinderen gedetecteerd. Het detecteren wordt gedaan door de bestaande matlabfunctie 'ForegroundDetector()' (MathWorks, 2018) en de functie 'CreateBoxForChild()' die zelf geschreven moet worden. De functie 'ForegroundDetector()' onderscheidt wat er beweegt op een bekende achtergrond en de functie 'CreatBoxForChild' creëert een vierkant om het geselecteerde kind dat onderscheidt is door de 'ForegroundDetector'. Voor ieder frame moet de positie van het kind bepaald worden en hiervoor is er een 'loop' ontwikkelt tussen 'Import videobeelden', 'Detect kinderen' en 'Log Positie Kinderen'. Als alle videobeelden doorlopen zijn, kan het programma een heatmap's maken van de hele les. Hierbij geeft de heatmap aan hoelang een kind op een bepaalde plek is geweest.



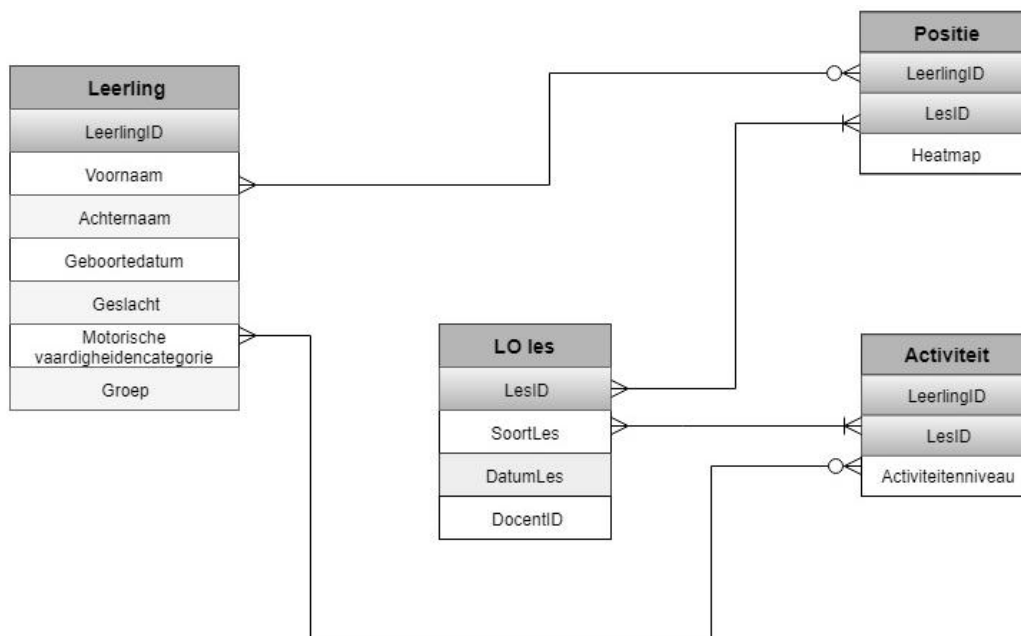
Figuur 2: Software architectuur model voor de implementatie van de camera.

Het knelpunt van het programma is dat het mogelijk het verkeerde kind gaat volgen. Dit kan komen doordat twee kinderen heel dichtbij elkaar staan of langs elkaar heen rennen/lopen. Ook is het mogelijk dat kinderen tijdelijk van het beeld verdwijnen door hulpmiddelen (Hoofdstuk 2.3). Dit wordt voor het grootste deel opgelost door gebruik te maken van een camera met meer dan 5 megapixels (Hoofdstuk 4.1.1). Hierdoor kan het programma beter het verschil zien tussen de kinderen.

5.2 Accelerometer

Bij het bepalen van de activiteit van de kinderen wordt er gebruik gemaakt van een accelerometer. Voor de meeste accelerometers is er al een bestaande software die de activiteit kan bepalen. Het uitlezen van de data van de accelerometer is daarom niet verder bestudeerd. Wel is er gekeken naar hoe de data in Matlab kan worden geïmporteerd en samen met de data van de camera in één duidelijk overzicht komt te staan.

De data van de accelerometer wordt na de les lichamelijke opvoeding gekoppeld aan de computer doormiddel van een USB kabel. De data wordt verwerkt door een extern programma. De verwerkte data wordt geëxporteerd in een datafile naar Matlab. Deze datafile wordt verwerkt in Matlab en gekoppeld aan de data van de positie. De gecombineerde data worden in een overzichtelijke database gezet. Dit kan door gebruik te maken van de Matlabfunctie sqlwrite (MathWorks, 2018). De databasestructuur komt er dan uit te zien als in Figuur 3.



Figuur 3: Entity Relationship Diagram (Lucid Software Inc., 2018) voor de database waarin de activiteit en de positie van de kinderen wordt opgeslagen.

Iedere leerling krijgt een leerlingnummer (LeerlingID). Verder wordt per leerling de voornaam, achternaam, geboortedatum, geslacht, motorische vaardigheids categorie en de groep opgeslagen. Het leerlingnummer wordt gekoppeld aan de positie en het activiteitsniveau per les. Ook wordt bij de positie en de activiteit de bijbehorende les opgeslagen. Hiermee kan de docent zien wat voor soort les het is geweest.

Ook bij het implementeren van de accelerometer zijn er knelpunten. Het eerste knelpunt is dat de data geëxporteerd moet worden van bestaande software van de accelerometer naar Matlab. Uit ervaring blijkt dat de accelerometer eerst aangesloten moet worden aan de computer, waarna het externe programma de data kan uitlezen. Hierna kan de data geëxporteerd worden naar Matlab. Verder is een knelpunt dat het opslaan van de voortgang van het kind veel opslag vereist. Het is tevens wel mogelijk om alles op een server of een drive te zetten. Wel zal ook hierbij de grootte van de data opslag vrij snel oplopen.

5.3 Docent lichamelijke opvoeding

Bij zowel de implementatie van de camera als de implementatie van de accelerometer wordt er verwacht dat de docent informatie in Matlab invult. Dit zal plaatsvinden na de les. Voor de camera implementatie moet de docent aangeven van welke leerlingen de posities registreert zijn. Dit wordt gedaan in Matlab. Verder moet er aangegeven worden wat voor soort les er gegeven is. Er zijn verschillende soorten lessen. Er kan aangegeven welke leerlijn er die les centraal staat en wat de onderdelen zijn in drie vakken. Na de les kan de docent de heatmap per leerling bekijken en zien waar de leerling het meeste in de gymzaal is geweest. Wanneer de docent heeft bepaald van welke kinderen hij de positie wilt registreren, moeten deze kinderen ook accelerometers dragen tijdens dezelfde les. Deze moet de docent klaar leggen voor de les. De docent kan de accelerometers bij de leerlingen omdoen of onder toezicht de leerlingen zelf om laten doen. Na de les moet de accelerometers weer worden ingeleverd bij de docent. De docent moet de accelerometers aan de computer koppelen om deze uit te lezen. De data die daar uit komt moet worden geëxporteerd naar Matlab. Daarna kan de docent zien wat uiteindelijk het activiteitsniveau van het kind is geweest tijdens de les.

De resultaten van zowel de positie als het activiteitsniveau moeten nagekeken worden. Hierbij wordt gekeken of de data er normaal uit ziet. Hierna kan de data worden opgeslagen in de database.

6 Adviesrapport

Voor het bepalen van de positie en activiteit worden er twee verschillende systemen aangeraden. Elk systeem voldoet aan de opgestelde eisen en wensen uit de analyse en verdiepingsanalyse.

Voor het bepalen van de positie van de kinderen in de gymzaal wordt een fisheye camera aangeraden. De fisheye-camera heeft een kijkhoek van 360 graden. Als de camera in het midden van het plafond bevestigd wordt, kan de volledige vloeroppervlakte van de gymzaal in beeld gebracht worden met één camera. Ook is het mogelijk om te filmen met minstens 10 frames per seconden en met 5 megapixels. Hierdoor kan er goed onderscheid gemaakt worden tussen de kinderen en is de positie te bepalen met een maximale meetfout van 1 meter. De aanschafkosten van een fisheye-camera die voldoet aan de opgestelde eisen ligt ongeveer tussen de €530 en €850. Deze prijs is exclusief de installatiekosten.

Voor het bepalen van de activiteit van de kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding wordt aangeraden om accelerometers toe te passen. Om de activiteit van de kinderen te meten draagt elk kind één accelerometer. De accelerometer is een kleine en lichte sensor, waardoor de kinderen er weinig tot geen last van ondervinden. Het wordt aangeraden om de sensor op de lage onderrug te dragen. De sensor meet dan het meest accuraat. De accelerometer meet met een minimale meetfrequentie van 100Hz in de eenheid 'counts'. Om de activiteit te registreren van de kinderen in één vak zijn minimaal tien accelerometers nodig. De aanschafkosten van tien accelerometers ligt ongeveer tussen de €1490 en €4800. De prijs is exclusief de softwarekosten.

Als beide systemen aangeschaft worden, kost het ongeveer €2020 tot €5380. Naast het aanschaffen van de systemen moet de camera aan het plafond gemonteerd worden. Hiervoor kan iemand ingehuurd worden of men kan het zelf monteren. Verder moet er de software geschreven worden voor de data van de camera, waarmee de posities van de kinderen gevolgd kunnen worden. Bij deze software wordt tevens de data van de camera en de accelerometer gekoppeld en deze data wordt opgeslagen in de database. Door de systemen te koppelen kan de docent in een korte tijd bekijken waar de kinderen zich het meest bevinden tijdens de les en hoe actief ze zijn geweest.

Het volledige adviesrapport is weergegeven in Bijlage 4.

7 Discussie

Uit het onderzoek naar verschillende systemen voor het meten van de positie van de kinderen komt naar voren dat een fisheye camera het beste is. Deze camera moet minstens filmen met tien frames per seconden en vijf megapixels. De kijkhoek van de camera is 360 graden. Als de camera in het midden van de gymzaal aan het plafond gemonteerd wordt, kan de gehele gymzaal met één camera in beeld gebracht worden. De beelden worden via een computer programma geanalyseerd en daaruit komt een heatmap waarmee de docent de posities van het kind kan bekijken.

Tijdens dit onderzoek is er geen programma geschreven die de camerabeelden kan analyseren waar de kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding zijn geweest. Wel is er een software architectuur model gemaakt die gebruikt kan worden om het programma te schrijven. Voor een vervolgonderzoek kan er verder gegaan worden met het schrijven van de software.

Aanbeveling: Er kan software geschreven die de positie van de kinderen kan bepalen tijdens de les lichamelijke opvoeding.

Verder is er onderzoek gedaan naar hoe het activiteitsniveau van kinderen bepaald kan worden tijdens het de les. Uit de analyse is naar voren gekomen dat de accelerometer de beste methode is om het activiteitsniveau te meten. De accelerometer moet aan verschillende eisen voldoen. Zo moet de accelerometer kunnen meten met een minimale frequentie van 100Hz en in de eenheid counts. Verder mag de accelerometer geen knopjes of een display hebben, zodat de kinderen niet in de verleiding komen (Rowlands, 1997). Daarnaast moet de accelerometer gedragen worden op de lage onderrug zodat de activiteitenbepaling het meest overeenkomt met het totale energieverbruik (Bouten et al.,1997).

Het nadeel is dat de accelerometer op de lage onderrug mogelijk de kinderen belemmerd bij enkele activiteiten, waaronder de koprol. Ook wordt hierbij de accelerometer belast. Dit kan leiden afwijkende resultaten. De huidige oplossing is de sensor tijdig verplaatsen naar de zijkant van de heup. Voor een meer representatieve weergave van het activiteitsniveau tijdens deze betreffende activiteiten zal er verder onderzoek uitgevoerd moeten worden. Er kan bijvoorbeeld onderzocht worden of een andere positie van de accelerometer beter is of dat een hulpmiddel er voor kan zorgen dat de accelerometer gedragen kan worden op de rug tijdens alle oefeningen van de les.

Aanbeveling: Er kan onderzoek uitgevoerd worden naar een beter positie voor de accelerometer of een hulpmiddel zodat de accelerometer op de lage onderrug gedragen kan worden tijdens alle oefeningen.

Het onderzoek naar een meetsysteem voor het bepalen van zowel de positie als de activiteit van de kinderen is voor het grotendeels gebaseerd op literatuur. Sommige aspecten van het onderzoek zouden sterker beargumenteerd kunnen worden doormiddel van fieldtesten. Zo kan er getest worden of de onderrug ook echt de beste plek is voor de accelerometer voor het bepalen van de activiteit van de kinderen tijdens de les. Uit onderzoek naar de accelerometer blijkt namelijk dat er verschillende positie van de accelerometer mogelijk zijn (Lara & Labrador, 2013), maar welke het beste aansluit bij de les lichamelijk opvoeding is in dit onderzoek niet gevonden in de literatuur.

Verder is het mogelijk dat de accelerometer niet alle bewegingen registreert. Met de huidige positie op de lage onderrug kan de accelerometer niet meten of dat de kinderen bijvoorbeeld een bal aan het gooien zijn (Ravi, Dandekar, Mysore & Littman 2005).

Een tekortkoming van het onderzoek is dat de accelerometer niet kan zien welke activiteit er uitgevoerd wordt (Trost, Fees & Dzewaltowsky, 2008). Hierdoor is het moeilijk te zien of ze goed meedoen met de les. Dit zou nuttige informatie kunnen zijn voor de docent. Hiermee kan de docent nagaan of de kinderen ook werkelijk de lessen leuk vinden en de lessen eventueel aanpassen.

Een andere tekortkoming is dat er geobserveerd is bij lessen lichamelijke opvoeding van kinderen van groep 3 tot en met groep 7. Terwijl dit in het onderzoek groep 3 tot en met 8 omvat. Er zou mogelijk verschil kunnen zitten tussen de lessen die er bekeken zijn en de les van groep 8. Uit het gesprek met de gymdocent leek tussen groep 8 en 7 weinig verschil te zitten. Er wordt tijdens beide lessen gewerkt met de twaalf leerlijnen (SLO/KVLO, 2004). Alleen zullen de lessen van groep 8 nog net een graadje moeilijker zijn dan de lessen van groep 7.

8 Conclusie

In dit onderzoek is, op basis van een grondige analyse, een advies gegeven voor een meetsysteem dat de positie en de activiteit van basisschoolleerlingen vanaf groep 3 in kaart kan brengen gedurende de les lichamelijke opvoeding.

Om de positie van kinderen te kunnen bepalen is er een literatuuronderzoek uitgevoerd. Waarna wordt aanbevolen om de positie te bepalen met behulp van een fisheye-camera. De fisheye-camera heeft minimaal vijf megapixels en kan gemakkelijk met tien frames per seconde of meer filmen. De fisheye-camera heeft een kijkhoek van 360 graden, waardoor met één camera in het midden van het plafond de gehele gymzaal gemakkelijk in beeld gebracht kan worden. Met de data van de camerabeelden ingeladen in een software kunnen de posities van de kinderen gevolgd worden. Met deze posities kunnen er heatmap's gemaakt worden, waarin de posities van de kinderen overzichtelijk weergegeven worden. De software die de posities kan volgen en de heatmap's kan creëren moet nog geschreven worden.

Ook is er een literatuuronderzoek uitgevoerd naar verschillende meetsystemen die de activiteit van de kinderen gedurende de les lichamelijke opvoeding kan registreren. Hieruit wordt aanbevolen om de activiteit te registreren met behulp van een accelerometer. Voor een optimale activiteitsbepaling om te meten met een frequentie van 100Hz in de eenheid 'counts'. Daarnaast wordt aangeraden om de accelerometer op de lage onderrug te dragen. De data van de camera en de accelerometer worden gekoppeld in een software. Naast de heatmap wordt er ook weergegeven wat het activiteitsniveau van de kinderen tijdens de les is geweest. De data van beide systemen wordt in een duidelijk overzicht weergegeven worden en opgeslagen in de database, zodat de docent de voortgang van de kinderen kan bijhouden.

Literatuurlijst

- ActiGraph (2018, 21 februari). What are counts? Geraadpleegd op 23 mei 2018, van <https://actigraph.desk.com/customer/en/portal/articles/2515580-what-are-counts->.
- Bouffard, M., Watkinson, E., Thompson, L., Causgrove Dunn, J. & Romanow, S. (1996). A test of the activity deficit hypothesis with children with movement difficulties. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13, 61-73.
- Broeren, B,. (2014) Antropometrische Data Geraadpleegd op 10 mei 2018, van http://docs.wixstatic.com/ugd/d78fb5_a7cb8498496c477090aa368e2c13b0ac.pdf
- Bun, C., Schütz, F. & Hilgersom, W. (2007). Gewicht, sport en psychosociale problematiek bij kinderen. *TVGW*, 85(5), 274-279.
- Camerashop24 (z.d.). Wat is een bullet camera? Geraadpleegd op 3 mei 2018, van <https://www.camerashop24.nl/bulletcamera-wat-is-dat>.
- Caspersen C. (1989). Physical activity epidemiology: concepts, methods, and applications to exercise science. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 17, 423-473.
- Cctvwinkel (2016, 18 februari). Hoe wordt de kijkhoek van een camera bepaald? Geraadpleegd op 8 mei 2018, van <https://www.cctvwinkel.nl/blogs/algemeen/hoe-wordt-de-kijkhoek-van-een-camera-bepaald/>.
- Colley, R., Garriguet, D., Janssen, I., Craig, C., Clarke, J. & Tremblay, M. (2011) Physical activity of Canadian children and youth: Accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Statistics Canada*, 22(1), 1-9.
- Cools, W., Martelaer, K., Samaey, C. & Andries, C. (2009). Movement Skill Assessment of Typically Developing Preschool Children: A Review of Seven Movement Skill Assessment Tools. *Journal of sport Science & Medicine*, 8(2), 154-168.
- De Vries, S., Wormhoudt, R., Hoeboer, J., Savelsbergh, G. & Krijger-Hombergen, M. (2015). Het meten van motorische vaardigheid in de lichamelijke opvoeding. *Human Factors NL*, 40(3), 5-14.
- Dollman, J., Norton, K. & Norton, L. (2005). Evidence for secular trends in children's physical activity behavior. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 892-897.
- Faculteit Bewegen, Sport en Voeding. (2017, 18 december). Studieprogramma: Academie voor lichamelijke Opvoeding. Geraadpleegd op 6 juni 2018, van <http://www.hva.nl/opleiding/academie-voor-lichamelijke-opvoeding/de-studie/studieprogramma/studieprogramma.html?origin=9NDwN6S1Rii7vO5kIytlow>
- Frank, K., Rockl, M., Nades, M., Robertson, P. & Pfeifer, T. (2010). Comparison of exact static and dynamic bayesian context inference methods for activity recognition. IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), pp. 189-195.
- Goodrich, R. (2013, 1 oktober). Accelerometers: What They Are & How They Work. Geraadpleegd op 30 april 2018, van <https://www.livescience.com/40102-accelerometers.html>.
- Ha, A., Lonsdale, C., Lubans, D. & Ng, J. (2017). Increasing students' physical activity during school physical education: rationale and protocol for the SELF-FIT cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 18(11).
- Habert, J. (2017, 23 januari). Megapixels – An Explanation of Megapixels and how they affect Photos. Geraadpleegd van <https://www.thesprucecrafts.com/megapixe-and-how-they-affect-photos-4125227>.
- He, Z.-Y. & Jin, L.-W. (2008). Activity recognition from acceleration data using ar model representation and svm. *International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, 4, 2245-2250.

- Hoeboer, J., Krijger-Hombergen, M., Savelsbergh, G. & De Vries, S. (2017). Reliability and concurrent validity of a motor skill competence test among 4- to 12- year old children. *Journal of Sports Sciences*, 36(14), 1607-1613.
- INFOSoft (z.d.). Indoor Localization with RFID. Geraadpleegd van https://www.infsoft.com/technology/sensors/rfid?gclid=EAIaIQobChMIlqmGpcS_2wIVh5-fCh1WCw4uEAAYASAAEgJdnvD_BwE
- Iris camerabewaking (2016, 4 december). Het verschil tussen een bullet en een dome bewakingscamera. Geraadpleegd op 3 mei 2018, van <https://www.iris-camerabewaking.nl/bedrijfsbeveiliging/het-verschil-tussen-een-bullet-en-een-dome-bewakingscamera/> .
- Janssen, I. & LeBlanc, A. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 1-16.
- Kemper, H. (2011). *Fitte kinderen, sportieve tieners, over de invloed van bewegen en sport op de gezondheid van lichaamsbeweging van jongeren*. Amsterdam, Nederland: Elsevier Gezondheidszorg.
- Kemper, H., Verschuur, R. (1977). Validity and reliability of pedometers in habitual activity research. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 37, 71-82.
- Kinovea. (z.d.). Kinovea, A microscope for your videos. Geraadpleegd op 5 april 2018, van <https://www.kinovea.org/> .
- Kiphard, E. & Shilling, F. (2007) *Körperkoordinationstest für Kinder 2, überarbeitete und ergänzte Auflage*. Beltz test, Weinheim.
- Lara, Ó. & Labrador, M. (2013). A survey on Human Activity recognition using Wearable sensors. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 15(3), 1192-1209.
- Lenoir, M. & Vandorpe, B. (2013). De Körperkoordinationstest für Kinder: KTK-NL. Volledig herwerkte en vertaalde versie, met nieuwe normen voor Vlaanderen/Nederland. *SIGnaal*, 83, 4-16.
- Losse, A., Henderson, S., Elliman, D., Hall, D., Knight, E. & Jongmans, M. (1991). Clumsiness in children. Do they grow out of it? A 10 year follow-up study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 55-68.
- Lucid Software Inc. (2018) Wat is een Entity Relationship Diagram? Geraadpleegd op 8 juni 2018 van <https://www.lucidchart.com/pages/nl/wat-is-een-entity-relationship-diagram>
- Magarey, A., Daniels, L., Boulton, T. & Cockington, R. (2003). Predicting obesity in early adulthood from childhood and parental obesity. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, 27(4), 505-13.
- Mallick, S. (2017, 13 februari) Object Tracking using OpenCV (C++/Python). Geraadpleegd op 5 april 2018, van <https://www.learnopencv.com/object-tracking-using-opencv-cpp-python/> .
- MathWorks (2018) sqlwrite. Geraadpleegd op 7 juni 2018 van <https://nl.mathworks.com/help/vision/ref/vision.foregrounddetector-system-object.html>
- MathWorks (2018) vision. ForegroundDetector System object. Geraadpleegd op 7 juni 2018 van <https://nl.mathworks.com/help/vision/ref/vision.foregrounddetector-system-object.html>

- MathWorks. (2017, 31 januari). Understanding Kalman Filters, Part 1: Why Use Kalman Filters? [Youtube]. Geraadpleegd op 6 april 2018, van <https://www.youtube.com/watch?v=mwn8xhgNpFY> .
- Mautz, R. (2012) Indoor positioning technologies. *ETH Zurich Research Collection*. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-007313554>.
- Mimeran, M. (2014, 4 september). What is beacon technology. [Youtube]. Geraadpleegd op 5 april 2018, van <https://www.youtube.com/watch?v=dpSGbWxjQNw> .
- Montoye, H., Kemper, H., Saris, W. & Washburn, R. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Human Kinetics, Champaign, IL.
- NASASciFiles. (2007, 19 augustus). Case of the Technical Knockout – How Does GPS Work? [Youtube]. Geraadpleegd op 5 april 2018, van https://www.youtube.com/watch?time_continue=73&v=3zRIbboMvb0 .
- Object Management Group (2017, 6 december) OMG Unified Modeling Language. Geraadpleegd op 7-6-2018 van <https://www.omg.org/spec/UML/2.5.1/>
- Omega (z.d.). Accelerometer. Geraadpleegd op 30 april 2018, van <https://www.omega.com/prodinfo/accelerometers.html> .
- OXTS. (z.d.). Inertial navigation systems (INS) explained. Geraadpleegd op 6 april 2018, van <http://www.oxts.com/what-is-inertial-navigation-guide/> .
- Pate, R., Almeida, M., Mcllyer, K., Pfeiffer, K. & Dowda, M. (2006). Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. *Obesity*, 14(11), 2000-2006
- Pate, R., Pratt, M., Blair, S., Haskell, W., Macera, C., Bouchard, C. & King, A. (1995). Physical activity and public health: A recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sports medicine. *Jama*, 273(5), 402-407.
- Piek, J., & Skinner, R. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. *Human Movement Science*, 20, 73-94.
- Proximi.io (2017, 28 juli). How to do accurate indoor positioning with Bluetooth beacons? geraadpleegd op 9 april 2018, van <https://proximi.io/accurate-indoor-positioning-bluetooth-beacons/> .
- Puyau, M., Adolph, A., Vohra, F., Zakeri, I. & Butte, N. (2004) Prediction of activity energy expenditure using accelerometers in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 36(9), 1625-1631.
- Ravi, N., Dandekar, N., Mysore, P., Littman, M.L. (2005) Activity Recognition from Accelerometer Data. *American Association for Artificial Intelligence*. 5(2005), 1541-1546.
- Roberti, M. (2015, 6 augustus). How accurate can RFID tracking be? Geraadpleegd op 6 april 2018, van <http://www.rfidjournal.com/blogs/experts/entry?11454> .
- Rowland, T., Kline, G., Goff, D., Martel, L. & Ferrone, L. (1999) One-Mile Run Performance and Cardiovascular Fitness in Children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 153(8), 845-849.
- Rowlands, A., Eston, R. & Ingledew, D. (1997) Measurement of Physical Activity in Children with Particular Reference to the Use of Heart Rate and Pedometry. *Sport Medicine*. 24(4), 258-272.
- Runhaar, J., Collard, D., Singh, A., Kemper, H., van Mechelen, W. & Chinapaw, M. (2010). Motor fitness in Dutch youth: Differences over a 26-year period (1980- 2006). *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 323-328.

- Saris, W. & Binkhorst, R. (1977) The use of pedometer and actometer in studying daily physical activity in man. Part I: reliability of pedometer and actometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 37, 219-28.
- sciBRIGHT. (2016, 14 september). How Does GPS Work? [Youtube]. Geraadpleegd op 5 april 2018, van https://www.youtube.com/watch?v=FU_pY2sTwTA.
- Sparkfun (z.d.). Accelerometer Basics. Geraadpleegd op 30 april 2018, van <https://learn.sparkfun.com/tutorials/accelerometer-basics>.
- Stodden, D., Goodway, J., Langendorfer, S., Robertson, M., Rudisill, M., Garcia, C. & Garcia, L. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60, 290-306.
- Tapia, E., Intille, S., Haskell, W., Larson, K., Wright, J., King, A. & Friedman, R. (2007). Real-time recognition of physical activities and their intensities using wireless accelerometers and a heart monitor. *Proc. International Symposium on Wearable Computers*.
- The Audiopedia (2017, 10 maart). What is magnetic positioning? What does magnetic positioning mean? Magnetic. [Youtube] geraadpleegd op 9 april 2018, van <https://www.youtube.com/watch?v=oJenobYhJDQ>
- Trost, S., Fees, B., Dzewaltowski, D. (2008) Feasibility and efficacy of a "move and learn" physical activity curriculum in preschool children. *Journal of Physical Activity and Health*. 5(1), 88-103.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Matthys, S., Philippaerts, R. & Lenoir, M. (2011). The Körperkoordinationstest für Kinder: Reference values and suitability for 6- to 12-year old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine*, 21(3), 378-388.
- Washburn, R., Chin, M. & Montoye, H. (1980) Accuracy of pedometer in walking and running. *Research quarterly for exercise and sport*, 51(4) 695-702.
- Wrotniak, B., Epstein, L., Dorn, J., Jones, K. & Kondilis, V. (2006). The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics*, 118(6), 1758-1765.
- Zandstra, B., Burgerhout, A., Koudijs, T., & Snijders Blok, P. (2005). Normen gymnastieklokalen en sportzalen/delen van sporthallen met schoolgebruik. Geraadpleegd van <http://www.basislessen.nl/sites/default/files/Normering%20gymzalen%20-%20KVLO%202005.pdf>.

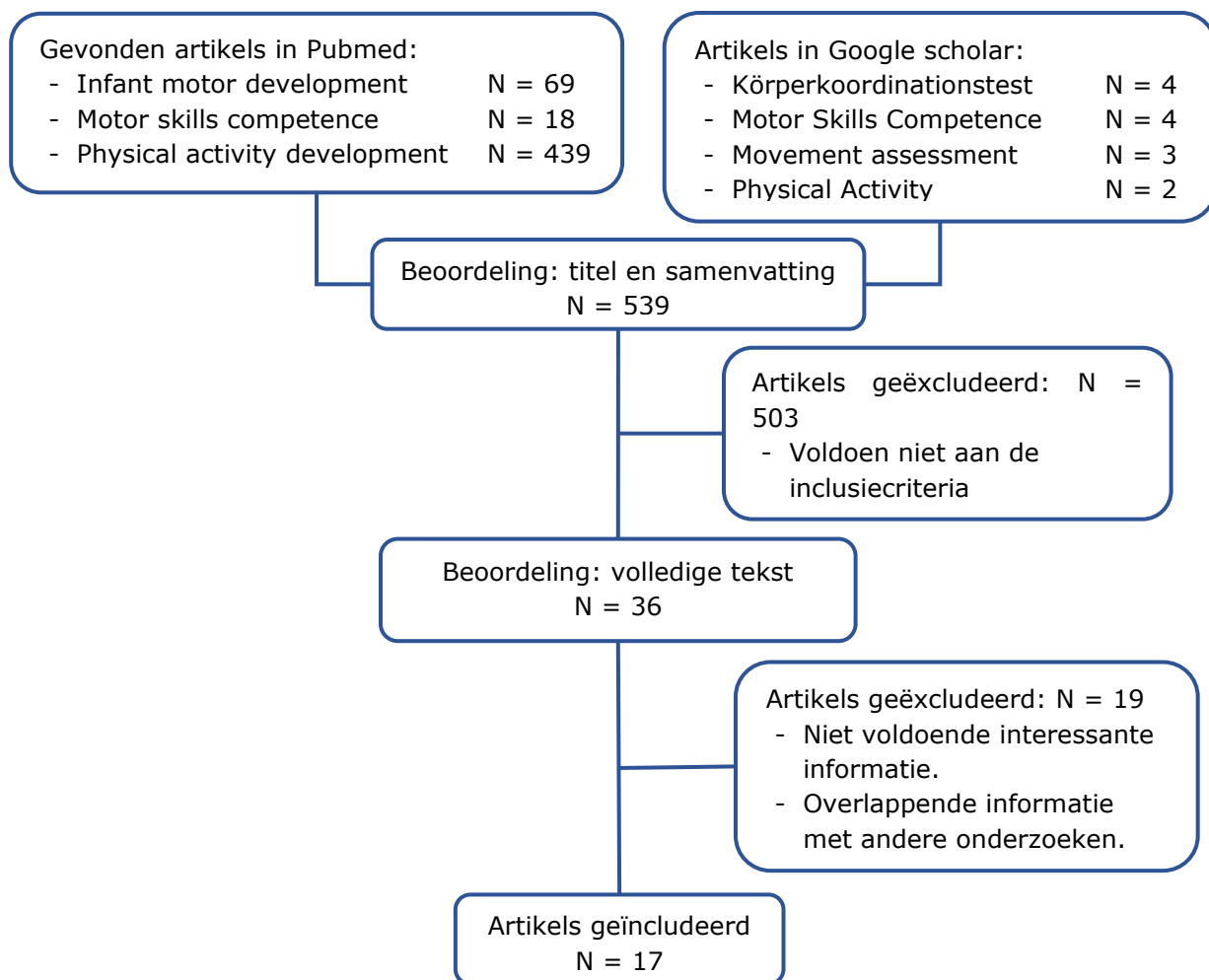
Bijlage

Bijlage 1: Literatuuronderzoeksmethode

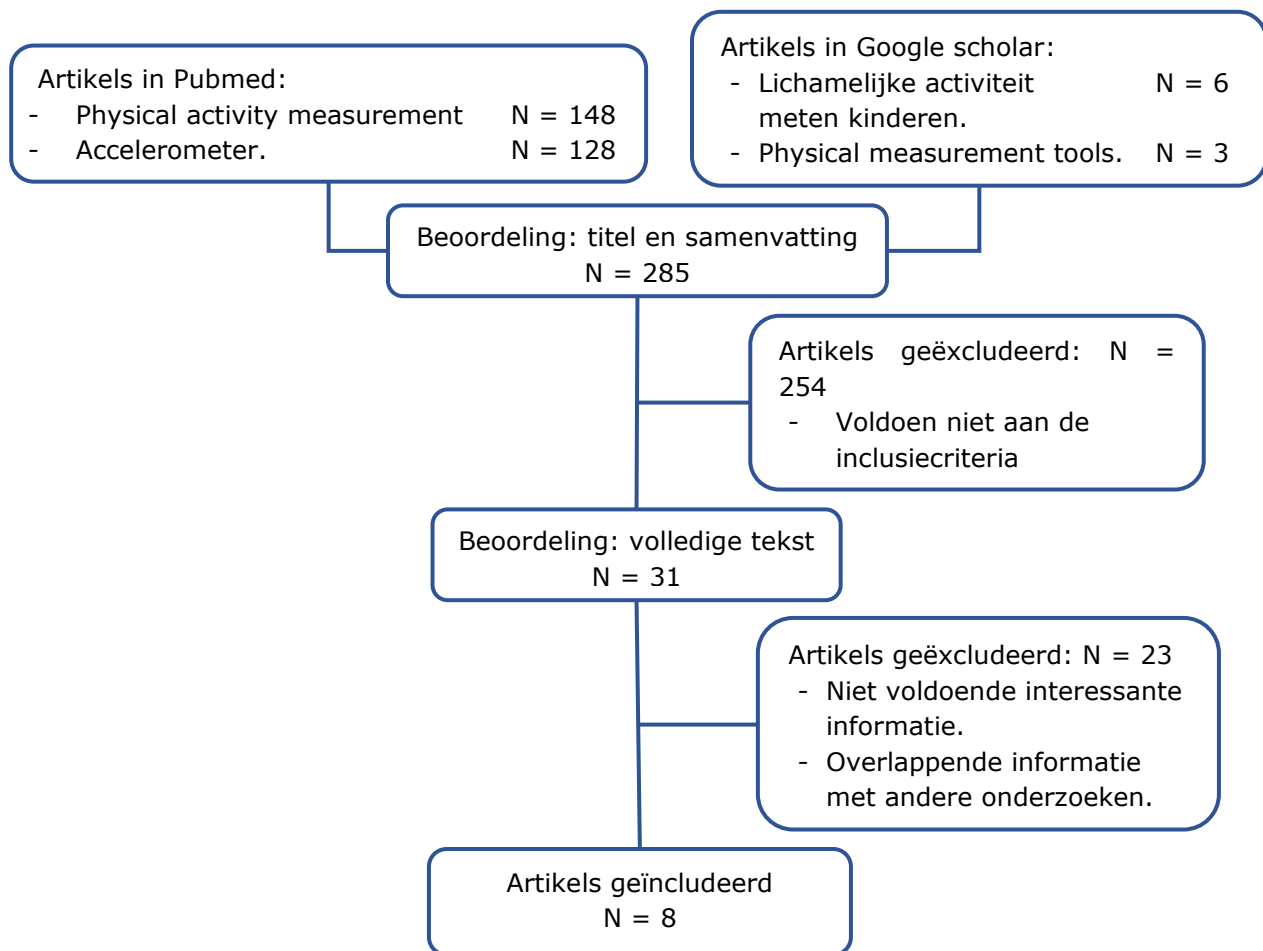
Voor de onderwerpen doelgroep en lichamelijke activiteit is er een literatuurstudie uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de databases Google Scholar en PubMed. In PubMed zijn de volgende filters toegepast: full tekst availability, Human species, clinical trial en kinderen van 6-12 jaar. De artikelen voor het onderwerp 'doelgroep' zijn gezocht met de volgende zoektermen: Infant Motor development, Motor skills competence, physical activity development, Körperkoordinationstest, movement assessment en physical activity. De artikelen voor het onderwerp 'lichamelijke activiteit' zijn gezocht met de volgende zoektermen: Physical activity measurement, accelerometer, Physical activity measurement tools en lichamelijke activiteit meten kinderen. De gevonden artikelen zijn beoordeeld op de titel en daarna op de samenvatting. De artikelen moesten voldoen aan de volgende criteria:

- De proefpersonen zijn tussen de 6 en 12 jaar
- De proefpersonen zijn gezond met uitzondering van overgewicht en obesitas.

De artikelen zijn ook gecontroleerd op dubbele artikelen. Na de exclusie zijn de overgebleven artikelen beoordeeld op de volledige tekst. De literatuurmethode is weergegeven in flowcharts (Figuur 1 en 2).



Figuur 4: Flowchart van de literatuurmethode van het onderwerp 'doelgroep'.



Figuur 5: Flowchart van de literatuurmethode van het onderwerp 'lichamelijke activiteit'.

Bijlage 2: Tabel met verschillende merken fisheye camera's

Merk	Resolutie	Frames per seconde (fps)	Graden beeld	Afmeting en	Positionering	Stroom-verziening	Uit te lezen	Extra's specificaties	Kosten (1 sensor)
Vivotek FE9181-H (Vivotek,z.d.)	5 MP	1 tot 30	180°	Ø 139 x 38 mm	Aan het plafond of muur	Netstroom	Via internet verbinding	- Tracksoftware	€ 845,90
Axis M3027-PVE Network Camera (Axis,2014)	5 MP	1 tot 12	180-360	Ø 132 x 73 mm	Aan het plafond of muur	Netstroom	Via internet verbinding	- Zoomfunctie - Bestand tegen vandalisme	€ 709,00
Vivotek FE8174 (Vivotek,z.d.)	5 MP 1920 x 1920	1 tot 30	360	ø 145 x 47 mm	Aan het plafond of muur	Netstroom	Via internet verbinding	- tracksoftware	€ 699,00
Hikvision DS-2CD2955F-IS (Ipcam shop, z.d.)	5MP	1 tot 25	186	ø119.9 x 41.2mm	Aan het plafond of muur	Netstroom	Via internet verbinding	- nightvision	€529,90
Vivotek FE8182 (Vivotek, z.d.)	5MP	15	180-360	Ø 60 x 102.5 mm	Aan het plafond (360) of aan de muur (180)	Netstroom	Via internet verbinding	-	€539,90
Dahua IPC-EBW8630P (Alhua Technology, z.d.)	6MP	1 tot 25/30	180-360	Ø149.8×50.7mm	Aan het plafond of aan de muur	Netstroom	Via netwerk verbinding	- Heatmap functie	€799,90
Safire SF-IPDM360-6 (Ipcam shop, z.d.)	6MP	1 tot 25	180-360	Ø120x41 mm	Aan het plafond of aan de muur	Netstroom	Via netwerk verbinding en app		€589,90
E96 5MP fisheye (Acto, z.d.)	5MP	15	180-360	Ø110 x 58 mm	Aan het plafond of aan de muur	Netstroom	Via netwerk verbinding	- trackingsoftware	€nb
Honeywell HFD5PR1 (Honeywell, 2017)	5MP	12	Max 185	Ø110 x 54mm	Aan het plafond of aan de muur	Netstroom	Via netwerk verbinding	- Kan ook goed beeld bij weinig licht	€nb

Bijlage 3: Tabel met verschillende merken accelerometers

Merk	Meeteenheid	Meetfrequentie	Bereik	Grootte + gewicht	Positionering	Batterij-levensduur	Uit te lezen	Extra's specificaties	Kosten (1 sensor)
NGIMU (Next Generation IMU) (IO technologies, 2016)	Counts	400 Hz	nvt	56x39x 18 mm 46 g	Op het lichaam (afhankelijk van software)	nb	- WiFi connectie - USB	- Gyroscop - Magnetometer - Barometer	€ 380
JOHAN sensor (Johan Sports, z.d.)	Counts	100 Hz	nvt	82 x 58 x 16 mm 40 g	Op de rug	8 uur	- USB	- GPS - Gyroscop - Hartslag ontvanger	€ 150 per maand*
Actigraph wGT3X-BT (Actigraph, z.d.)	Counts	30-100 Hz	20 m	46 x 33 x 15 mm 19 g	Pols, enkel, bovenbeen en onderrug	25 dagen	- USB - Bluetooth	- Kan ook positie bepalen - Gebruikt worden als beacon	€ 250
Actigraph Link (Actigraph, z.d.)	Counts	30-100 Hz	nvt	35 x 35 x 1 14 g	Pols, enkel, bovenbeen en onderrug	14 dagen	- USB - Bluetooth	- Gyroscop - Magnetometer - Realtime af te lezen op LCD schermje	€210
Viper (StatSports, z.d.)	Counts	100 Hz	100 m	33 x 88 x 20 mm Minder dan 50 gr	Op de borst/ bovenrug	8 uur	- Long Range Radio - USB	- Gyroscop - GPS - Digitale Kompas -Hartslag ontvanger	€ nb
Apex (StatSports, z.d.)	Counts	600 Hz	nb	30 x 80 x 20 mm	Op de borst/ bovenrug	8 uur	- Bluetooth LE - USB	- Positie bepalen door ultra-wideband - data in cloud - Gyroscop	€ nb
ClearSky T6 (Catapult, z.d)	Counts	100 Hz	250 m	55 x 43 x 20 mm	Op de bovenrug	4 uur	- Bluetooth	- Positie bepalen door ultra-wideband - Gyroscop - Realtime data -Hartslag ontvanger	€ nb

* voor vijf sensoren

Positie- en activiteiten registratie van kinderen in de gymzaal

[Adviesrapport]

's-Gravenhage,
4 juni 2018

J.M.S. Groenen & K.S.A. Lintzen
Mens & Techniek | Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool
De Gymzaal van de Toekomst

Inleiding

In de afgelopen jaren is het activiteitsniveau en de motorische vaardigheid onder kinderen gedaald (Hildebrandt, Bernaards & Hofstetter, 2015; Vandorpe et al., 2011; Runhaar et al., 2010). De afname van de motorische vaardigheid kan mogelijk verklaard worden door een verandering van de invulling van de vrije tijd (Dollman, K. Norton & L. Norton, 2005). Televisie, computer, games en sociale media zijn namelijk door de jaren heen een groter onderdeel geworden van de vrijetijdsbesteding. Het gevolg hiervan is dat kinderen meer zittingen maken en minder bewegingservaring opdoen (Dollman, et al., 2005). Onvoldoende beheersing van de motorische vaardigheden kan negatieve effecten hebben op de deelname in fysieke activiteit, het algemene leervermogen, het zelfvertrouwen, sociale interacties en acceptatie door leeftijdgenootjes (Losse et al., 1991; Bouffard, Watkinson, Thompson, Causgrove Dunn & Romanow, 1996; Piek & Skinner, 2001). *Motorische vaardigheden zijn erg belangrijk bij het ontwikkelingsproces van kind naar volwassene* (Stodden et al., 2008). Het is daarom belangrijk dat kinderen meer gaan bewegen. Het registreren van de lichamelijke activiteit maakt het inzichtelijk welke kinderen meer sturing nodig hebben.

Om efficiënt en doelgericht sturing te kunnen geven in de motorische ontwikkeling van kinderen is het van belang om precies te weten welke kinderen het zijn, hoe actief ze zijn en waar ze bewegen. Om een zo groot mogelijke groep te bereiken is de les lichamelijke opvoeding een geschikt moment (Ha, Lonsdale, Lubans & Ng, 2017). Deze les is namelijk voor kinderen met een schoolgaande leeftijd verplicht. Ook een voordeel is dat de docenten de kinderen wekelijks zien. Dit maakt hun de ideale kandidaat om de kinderen te monitoren en hierop te anticiperen (Hoeboer, Krijger, Wormhoudt, Savelsbergh en de Vries, 2015). De docenten kunnen onder andere de lessen aanpassen aan de motorische ontwikkeling van de kinderen en extra aandacht besteden aan bepaalde kinderen.

Een praktisch meetsysteem kan helpen bij het registreren van het activiteitsniveau en de positie van de kinderen. Met behulp van het meetsysteem kan de docent zien welke kinderen meer gestimuleerd moeten worden om actief de les te volgen. Ook kan de vooruitgang in het activiteitsniveau bijgehouden worden. Een positieve vooruitgang zal ook positieve gevolgen hebben op de fysieke en mentale gezondheid van de kinderen, op korte en lange termijn. Tevens zou het meetsysteem toegepast kunnen worden in verschillende onderzoeken naar de activiteit en motorische ontwikkeling van de kinderen.

Op de huidige markt is er nog geen systeem dat praktisch toepasbaar is tijdens de les lichamelijke opvoeding. In opdracht van de Gymzaal van de Toekomst is er, op basis van een grondige analyse, een advies gegeven over een meetsysteem dat de activiteit en positie van basisschoolleerlingen vanaf groep 3 in kaart kan brengen gedurende de les lichamelijke opvoeding. In het adviesrapport worden het meetsysteem, de voor- en nadelen en de aanschafkosten beschreven.

Onderzoeksopzet

Het advies is gebaseerd op een grondige analyse. Als eerste is er een analyse uitgevoerd waarna een verdieplingsanalyse volgt. In de analyse zijn de volgende onderwerpen bestudeerd: de doelgroep, de les lichamelijke opvoeding, de gymzaal, positie bepaling en lichamelijke activiteit bepaling. Om meer inzicht te krijgen in de les lichamelijke opvoeding zijn verschillende lessen geobserveerd en vragen gesteld aan de desbetreffende docenten. Tevens is er voor alle onderwerpen gebruik gemaakt van literatuur. Bij het zoeken naar literatuur zijn Google Scholar en PubMed gebruikt. In PubMed is gefilterd op dat de volledige tekst beschikbaar is. Voor elk onderwerp zijn verschillende zoektermen gebruikt. De gevonden artikelen zijn beoordeeld op de titel en samenvatting. Vervolgens is de volledige tekst gecontroleerd van de artikelen die in aanmerking leken te komen.

Uit de analyse zijn verschillende eisen en wensen opgesteld. Deze eisen en wensen zijn mee genomen in de verdieplingsanalyse. In de verdieplingsanalyse is er dieper gekeken naar camera's voor positie bepaling en accelerometers voor activiteit bepaling. Hierbij zijn verschillende bronnen geraadpleegd en een aantal eisen opgesteld. Verder zijn er verschillende soorten camera's bekeken en met behulp van een kardinale methode getest aan de eisen. Een uitgebreidere beschrijving van het onderzoek zie het onderzoeksrapport (Groenen & Lintzen, 2018).

Advies

Voor het bepalen van de positie en activiteit worden er twee verschillende systemen aangeraden. Elk systeem voldoet aan de opgestelde eisen en wensen uit de analyse en verdiepingsanalyse.

Voor het bepalen van de positie van de kinderen in de gymzaal wordt een fisheye camera aangeraden. De fisheye-camera heeft een kijkhoek van 360 graden. Als de camera in het midden van het plafond bevestigd wordt, kan de volledige vloeroppervlakte van de gymzaal in beeld gebracht worden met één camera. Ook is het mogelijk om te filmen met minstens 10 frames per seconden en met 5 megapixels. Hierdoor kan er goed onderscheid gemaakt worden tussen de kinderen en is de positie te bepalen met een maximale meetfout van 1 meter. De aanschafkosten van een fisheye-camera die voldoet aan de opgestelde eisen ligt ongeveer tussen de €530 en €850. Deze prijs is exclusief de installatiekosten.

Voor het bepalen van de activiteit van de kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding wordt aangeraden om accelerometers toe te passen. Om de activiteit van de kinderen te meten draagt elk kind één accelerometer. De accelerometer is een kleine en lichte sensor, waardoor de kinderen er weinig tot geen last van ondervinden. Het wordt aangeraden om de sensor op de lage onderrug te dragen. De sensor meet dan het meest accuraat. De accelerometer meet met een minimale meetfrequentie van 100Hz in de eenheid 'counts'. Om de activiteit te registreren van de kinderen in één vak zijn minimaal tien accelerometers nodig. De aanschafkosten van tien accelerometers ligt ongeveer tussen de €1490 en €4800. De prijs is exclusief de softwarekosten.

Als beide systemen aangeschaft worden, kost het ongeveer €2020 tot €5380. Naast het aanschaffen van de systemen moet de camera aan het plafond gemonteerd worden. Hiervoor kan iemand ingehuurd worden of men kan het zelf monteren. Verder moet er de software geschreven worden voor de data van de camera, waarmee de posities van de kinderen gevolgd kunnen worden. Bij deze software wordt tevens de data van de camera en de accelerometer gekoppeld en deze data wordt opgeslagen in de database. Door de systemen te koppelen kan de docent in een korte tijd bekijken waar de kinderen zich het meest bevinden tijdens de les en hoe actief ze zijn geweest.

Conclusie

Voor het bepalen van de positie en activiteit worden er twee verschillende systemen aangeraden. Een fisheye camera wordt aanbevolen voor het bepalen van de positie van kinderen in de gymzaal en een accelerometer voor het bepalen van de activiteit van kinderen tijdens de les lichamelijke opvoeding. Er zijn verschillende soorten merken camera's en accelerometers. In Bijlage 2 en 3 van het onderzoeksrapport zijn verschillende merken weergegeven die voldoen aan de opgestelde eisen en wensen. Een van deze suggesties kunnen toegepast worden in het meetsysteem. Ook kan een eigen merk dat voldoet aan de eisen en wensen gebruikt worden.

Voordat het systeem toegepast kan worden moet er voor de data van de camera software geschreven worden, waarmee de locaties van de kinderen gevolgd kunnen worden. Deze software moet tevens de data van de accelerometer transporteren naar Matlab en de data's van de accelerometer en de camera combineren. De data van beide systemen moeten in een duidelijk overzicht weergegeven worden, zodat de docent kan zien hoe actief en waar een kind is geweest.

Literatuur

- Bouffard, M., Watkinson, E., Thompson, L., Causgrove Dunn, J., & Romanow, S. (1996). A test of the activity deficit hypothesis with children with movement difficulties. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13, 61-73.
- De Vries, S., Wormhoudt, R., Hoeboer, J., Savelsbergh, G. & Krijger, M. (2015). Het meten van motorische vaardigheid in de lichamelijke opvoeding. *Human Factors NL*, 40(3), 5-14
- Dollman, J., Norton, K., & Norton, L. (2005). Evidence for secular trends in children's physical activity behavior. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 892-897.
- Ha, A., Lonsdale, C., Lubans, D. & Ng, J. (2017). Increasing students' physical activity during school physical education: rationale and protocol for the SELF-FIT cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 18(11)
- Hildebrandt V., Bernaards, C. & Hofstetter, H. (2015). Trendrapport, Bewegen en Gezondheid 2000/2014. TNO, 23-42.
- Losse, A., Henderson, S.E., Elliman, D., Hall, D., Knight, E., & Jongmans, M. (1991). Clumsiness in children. Do they grow out of it? A 10 year follow-up study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 55-68.
- Piek, J.P., & Skinner, R.A. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. *Human Movement Science*, 20, 73-94.
- Runhaar, J., Collard, D.C.M, Singh, A.S., Kemper, H.C.G., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. (2010). Motor fitness in Dutch youth: Differences over a 26-year period (1980-2006). *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 323-328.
- Stodden, D.F., Goodway, J.D., Langendorfer, S.J., Robertson, M.A., Rudisill, M.E., Garcia, C., & Garcia, L.E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60, 290-306.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Matthys, S., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2011). The Körperkoordinationstest für Kinder: Reference values and suitability for 6- to 12-year old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 378-388.
- Groenen, J. & Lintzen, K. (2018). *Positie en Activiteiten registratie in de gymzaal* (scriptie).