

Herontwerp en vervaardiging van een Nintendo Wii controller voor het lectoraat Revalidatie

*en onderzoek naar de toepasbaarheid van de aangepaste controller
in de revalidatie van kinderen met cerebrale parese*

Sean van de Velde (20064358)

Opleiding Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool

Oktober 2014

Sean van de Velde (20064358)
ECBT (Expertisecentrum Bewegingstechnologie)
Lectoraat Revalidatie
seanvandelde@hotmail.com

Oktober 2014

Afstudeerbegeleiders: Begeleider 1: dhr. Ir. M. van der Ent
Begeleider 2: Mw. H. van der Sloot

Opleiding Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool

Voorwoord

Dit rapport heb ik geschreven in het kader van mijn laatste project op de Haagse Hogeschool, ter voltooiing van de studie Bewegingstechnologie. Het afstuderen bevat een zelfgekozen project van 14 weken, waarbij dit rapport als leidraad voor de beoordeling geldt. Voltooiing van het afstuderen en volledige curriculum levert de titel ingenieur (ing.) of Bachelor of Science (BSc) op.

Het is bestemd voor de beoordelingscommissie en mijn begeleiders, maar natuurlijk ook voor iedere persoon die in dit project geïnteresseerd is.

De inhoud van dit rapport is puur informatief. Het beschrijft de vervaardiging van een aangepaste Wii controller evenals de invloed van deze controller op revalidatietherapieën. U kunt dit rapport daarom gebruiken als informatiebron bij een gerelateerd project of vervolgstudie.

Ten slotte vermeld ik dat dit rapport nooit tot stand had kunnen komen zonder hulp van anderen. In het bijzonder wil ik Lieke voor de altijd aanwezige morele steun en Martijn voor zijn vertrouwen bedanken, zonder jullie was het nooit gelukt.

Rotterdam, oktober 2014

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Samenvatting	5
1. Inleiding.....	6
2. Analyse.....	7
2.1 Doelgroep aanpassing Wiimote	7
2.2 Besturingsmogelijkheden van de Nintendo Wii	8
2.3 Optredende besturingsproblemen bij de Wiimote.....	12
2.4 Ontwerpvisie	14
3. Ontwerpfase	15
3.1 Testen schakelaars	15
3.2 Koppeling schakelaars aan Wiimote	16
3.3 Prototype gemaakt	17
4. Testfase van de aangepaste Wiimote.....	19
4.1 Opzet testdag Mytylschool de Schalm	19
4.2 Resultaten event recording	20
4.3 Analyse resultaten event recording	22
5. Discussie	24
6. Conclusie	25
7. Aanbevelingen prototype.....	26
Bronnenlijst.....	27
Bijlagen	29
Bijlage I – Mechanische aanpassing op de Wiimote	30
Bijlage II – Conceptschetsen	31
Bijlage III – Meetprotocol event recording	32
Bijlage IV – Gedetailleerde meetresultaten event recording.....	34

Samenvatting

Therapeuten van Revant Revalidatie geven op Mytylschool de Schalm te Breda therapie aan kinderen met cerebrale parese. Bij deze kinderen wordt de Nintendo Wii ingezet om de aangedane, spastische lichaamsdelen te trainen. Deze Wii wordt bestuurd door een controller, de Wiimote. De inspanningen of bewegingen die met de Wiimote worden gemaakt en nodig zijn om de games te besturen, zorgen voor een positief revalidatie effect bij de gebruiker. Door de cerebrale parese kan de Wii-controller echter niet volledig worden bediend. Daarom is er vanuit het lectoraat Revalidatie een opdracht geformuleerd die aansluit op deze problematiek: *“Ontwerp en vervaardig een product dat een oplossing biedt voor bedieningsproblemen van de patiënten met cerebrale parese betreffende de Wii-controller.”*

In de analyse van deze afstudeerscriptie is de doelgroep gedefinieerd aan de hand van het classificatiesysteem dat door Revant Revalidatie voor cerebrale parese gebruikt wordt. Dit systeem, het Manual Ability Classification System (MACS), beschrijft op vijf niveaus hoe kinderen met cp hun handen gebruiken bij het hanteren van objecten bij dagelijkse bezigheden.

Ter ideevorming is een inventarisatie gemaakt van de verschillende soorten besturingen die de Wii reeds heeft. Tijdens een eerste bezoek aan de Mytylschool is bekeken wat de uitwerking van cerebrale parese op de bediening van de Wiimote is. De focus van het besturingsprobleem ligt op het vasthouden en richten van de Wiimote in combinatie met het indrukken van de bedieningsknoppen. Het herontwerp is gebaseerd op het scheiden van deze eigenschappen.

Het ontwerpen van het prototype begon met testen van bestaande schakelaars die aan de Wiimote kunnen worden gekoppeld bij Sophia Revalidatie te Den Haag. Er blijkt een grote diversiteit aan schakelaars te bestaan die bij verschillende bedieningsproblemen toegepast kunnen worden. Na kort onderzoek is het vraagstuk over hoe deze schakelaars aan de Wiimote gekoppeld kunnen worden beantwoord. De Wiimote kan aangepast worden door elektronische bedrading op de printpraat te solderen waardoor de bedieningsknoppen naar schakelaars doorverbonden kunnen worden. Hiermee komt het richtgedeelte los van de knoppen.

Op de Mytylschool de Schalm te Breda is in het bijzijn van therapeuten van Revant Revalidatie een event recording gehouden om het prototype te testen. De opzet van de event recording is in het meetprotocol vastgelegd. Het is uitgevoerd met als doel de originele Wiimote en de aangepaste Wiimote met elkaar te vergelijken. De camerabeelden van de proefpersonen die het spel Wii Bowling spelen zijn achteraf geanalyseerd. Aan de hand van geometrische metingen en tijdswaarneming van de beelden is een verhoogd effect geconstateerd op het strekken van de arm. Evenals een toename van het aantal punten per worp en afname van de hoeveelheid foute worpen en benodigde tijd per worp. Er kan gesteld worden dat het prototype een goede oplossing is voor de besturingsproblemen van kinderen met cerebrale parese.

Naar andere ziektebeelden met bijkomende besturingsbeperkingen kan nog een vervolgstudie gedaan worden. De mogelijkheid tot aansluiten van andere schakelaars in het prototype is namelijk aanwezig. Met een hoger budget bij een vervolgstudie zou tevens de kwaliteit van het prototype verbeterd kunnen worden.

1. Inleiding

Het gebruik van goedkope, commerciële gameconsoles in de revalidatie is gedurende de afgelopen jaren sterk toegenomen^[1]. De games die gebruikt worden zijn niet alleen ter ontspanning en vermaak, maar kunnen gebruikt worden ter bevordering van de revalidatie van een patiënt^{[2][3]}. Niet alleen jongeren die opgroeien in een digitale wereld gamen graag en veel, ook voor volwassenen en ouderen blijkt gamen goed bruikbaar in therapie^{[4][5]}.

Met de introductie van de Wii binnen Revalidatiecentrum de Hoogstraat in Utrecht en Sophia Revalidatie in Den Haag bleek dat veel therapeuten enthousiast zijn over het inzetten van games tijdens de revalidatie. De stap om daadwerkelijk te starten met games was echter te groot. Door gebrek aan kennis viel het gebruiksgemak in de praktijk tegen. Er was behoefte aan een hulpmiddel bij het kiezen van games.

Na een inventariserend onderzoek door het bijzonder lectoraat Revalidatie aan de Haagse Hogeschool is uiteindelijk de TherapWii^[4] tot stand gekomen. Het is een hulpmiddel voor therapeuten bij het selecteren van de juiste game, afhankelijk de hulpvraag van de patiënt. Het biedt voor de patiënten mogelijkheden om niet alleen tijdens de behandeling te oefenen maar ook buiten de behandeling om, in bijvoorbeeld een thuissituatie.

Na het lanceren van TherapWii zijn verschillende therapeuten aan de slag gegaan met gamen. TherapWii bleek een succesvolle handleiding bij het kiezen van spellen waardoor het gamen gestimuleerd werd.

Therapeuten liepen echter tegen problemen op met het gebruik van de Wii controller. Het gamen was problematisch omdat patiënten de controller niet goed konden bedienen.

Op Mytylschool de Schalm te Breda krijgen onder andere kinderen met cerebrale parese (CP) therapie van medewerkers van Revant Revalidatie. Bij deze kinderen wordt de Wii ingezet om de aangedane, spastische lichaamsdelen te trainen. De inspanning of bewegingen die nodig zijn om de games te besturen zorgen voor een positief revalidatie effect bij de gebruiker^{[6][7]}. Het probleem is echter dat de kinderen de Wii-controller niet volledig kunnen bedienen door de CP.

De besturingsproblemen kunnen de meest uiteenlopende oorzaken hebben en beperkingen door CP is daar een van. Sterk verminderde handkracht, de mogelijkheid om alleen nog met het hoofd te bewegen of zelfs alleen de mond, zijn aanleidingen voor beperking in de besturing. In eerste instantie moet er een directe oplossing voor het gebruik van de Wii controller op de Mytylschool komen. Als groter geheel moet rekening gehouden worden met de veel wijdere invalshoek van besturingen.

Vanuit het lectoraat Revalidatie, in samenwerking met het ExpertiseCentrum BewegingsTechnologie, is een opdracht geformuleerd die aansluit op deze problematiek;

Ontwerp en vervaardig een product dat een oplossing biedt voor bedieningsproblemen van patiënten met cerebrale parese betreffende de Wii-controller.

Het afstudeerproject is een combinatie van onderzoek, ontwerp en vervaardiging.

2. Analyse

Om het vraagstuk te begrijpen moet de aandoening van de doelgroep worden bestudeerd en moeten de bestaande besturingen van de Nintendo Wii in kaart worden gebracht. Het analyseren van de uitwerking van de aandoening op de besturing van de Wiimote zal de eisen van het prototype vormen.

2.1 Doelgroep aanpassing Wiimote

2.1.1 Wat is Cerebrale Parese?

Letterlijk vertaald betekent Cerebrale Parese hersenverlamming, in het Engels Cerebral Palsy, of kortweg CP. CP wordt veroorzaakt door schade aan de motorische controle centra in de nog te ontwikkelen hersengedeeltes van een baby. Dit kan ontstaan gedurende de zwangerschap, tijdens de geboorte of na de geboorte tot ongeveer het derde levensjaar^{[8][9]}.

Een van de minst begrepen aspecten van de hersenverlamming is de oorzaak. De meest voorkomende verklaring is een gebrek aan zuurstof van de hersenen tijdens de geboorte. Waarschijnlijk is deze hypoxie echter een zeldzame oorzaak en slechts één van de vele.

CP uit zich in het lichaam op 3 verschillende manieren^[10];

1. Spasticiteit: krampen en een verhoogde spierspanning
2. Dyskinesie: herhaaldelijke tijdelijke bewegingen
3. Atactisciteit: een onzekere bewegingsgang veroorzaakt door gebrekkige samenwerking van de spieren bij aandoeningen van het zenuwstelsel

Om te weten te komen hoe een kind verschillende dagelijkse objecten hanteert, kan er gebruik gemaakt worden van een indeling aan de hand van de locatie van de aandoening. Bijvoorbeeld parapleeg (aandoening onderste extremiteiten) of hemipleeg (linker- of rechter kant).

Bij Revant wordt er echter gebruikt gemaakt van het MAC Systeem, Manual Ability Classification System, of kortweg MACS

2.1.2 MACS en omschrijving patiënten Revant

MACS is een classificatiesysteem voor de handvaardigheid van kinderen met cerebrale parese (4-18 jarigen). Het beschrijft hoe kinderen met een cerebrale parese (CP) hun handen gebruiken wanneer ze objecten hanteren bij dagelijkse activiteiten. De MACS beschrijft vijf niveaus. Deze zijn gebaseerd op spontaan ondernomen vaardigheid om objecten te hanteren en de behoefte aan assistentie of aanpassingen in het uitvoeren van handvaardigheden in het dagelijks leven.

Op de website van MACS^[11] zijn de verschillende niveaus in detail beschreven.

Kort samengevat kunnen de kinderen met niveau I objecten met succes hanteren en kunnen kinderen met niveau V dit helemaal niet. De kinderen die bij Revant in de therapieën de Wii gebruiken vallen in MACS niveau II, III en IV. Zij hebben oplopend een verminderde handfunctie.

De kinderen zijn tussen de zes en tien jaar oud en hebben geen verstandelijke beperking. Dit betekent dat zij geen verminderd cognitief vermogen hebben, met betrekking tot het begrijpen van de producten die gebruikt worden.

Wat wel tot problemen leidt is de verminderde handfunctie van de kinderen. Dit resulteert onder andere in een verminderde besturingscontrole bij de Wii controller (zie 2.3). De Wii controller en andere besturingsmogelijkheden van de Nintendo Wii worden behandeld in paragraaf 2.2.

2.2 Besturingsmogelijkheden van de Nintendo Wii

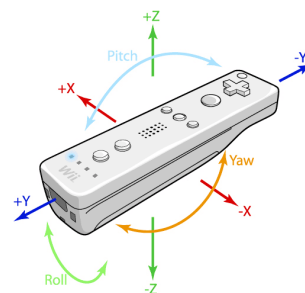
Eerst is de Wiimote en het gebruik ervan onderzocht en worden de problemen rond de besturing in kaart gebracht. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar de ontwikkelingen op de huidige markt en is er een ontwerpfase ingezet.

2.2.1 De standaard Wiimote

De Wiimote^[12] is de besturing die standaard bij de Nintendo Wii geleverd wordt. Het is een draadloze controller bedoeld om met één hand te bedienen, ongeacht de linker of rechter. Het heeft knoppen aan de voorkant (tien) en de achterkant (een) die worden bediend door respectievelijk de duim en de wijsvinger. In *afbeelding 1* is te zien hoe de Wiimote vastgehouden wordt. Het heeft een bewegingssensor en een infrarood richtgedeelte, wat extra bedieningsmogelijkheden geeft. Op de plek waar ook de bevestigingsband vast zit (zie *afbeelding 1*), bevindt zich een ingang waar externe controllers op aangesloten kunnen worden, de extensiepoort. De bewegingsassen van de bewegingssensor zijn weergegeven in *afbeelding 2*.

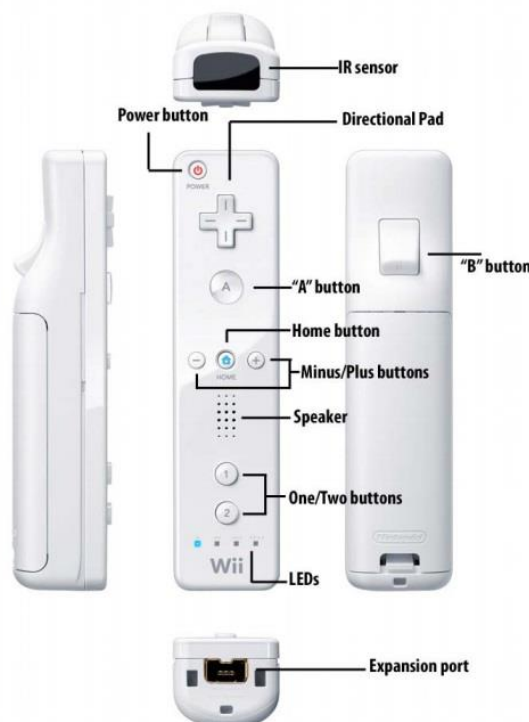


Afbeelding 1 Wiimote in hand^[A]



Afbeelding 2 Bewegingsassen Wiimote^[B]

Alle knoppen die de standaard Wiimote bevat zijn in het Engels weergegeven in *afbeelding 3*. In deze afbeelding is ook de extensiepoort goed te zien.



Afbeelding 3 De bedieningsknoppen van de Wiimote^[C]

2.2.2 Elektronische uitbereidingen op de standaard Wiimote

Er zijn talloze uitbereidingen op de standaard Wiimote op de markt die effect hebben op de manier van besturen. Deze kunnen worden onderverdeeld in elektronische en mechanische toepassingen en beide soorten zullen worden behandeld.

De elektronische uitbereidingen op de Wiimote worden allemaal verbonden via de extensiepoort.

2.2.2.1 Wiimote + Nunchuk

De Wii Nunchuk heeft een kleine joystick aan de voorkant en twee knoppen aan de achterkant die door respectievelijk de duim en de wijsvinger bestuurd worden (zie *afbeelding 4* en *5*). Het heeft net als de Wiimote een bewegingssensor, maar heeft geen infrarood richtgedeelte. Het doel van deze extra controller is dat je met twee armen/handen tegelijk kan spelen. Een voorbeeld hiervan is het boksen bij het Wii Sports spel, wat met alleen de Wiimote niet mogelijk is. Spellen die met de Nunchuk gespeeld kunnen worden zijn Wii Sports, Wii Play en Wii Sports Resort.



Afbeelding 4 Wiimote en Nunchuk in hand^[D]



Afbeelding 5 Nunchuk los van Wiimote^[E]

2.2.2.2 Wiimote + Wii MotionPlus

De Wii MotionPlus accessoire is, net als de Nunchuk, aan te sluiten op de enige ingang van de Wiimote (zie *afbeelding 6*). Deze Wii MotionPlus heeft zelf ook nog een ingang waar de Nunchuk op aangesloten kan worden (zie *afbeelding 7*). Hierdoor kan er ook nog gespeeld worden met de combinatie Wiimote + Wii MotionPlus + Nunchuk. De Plus geeft een realistischere weergave van de bewegingen die gemaakt worden dan de originele Wiimote, het heeft een verbeterde accelerometer. Er kunnen echter alleen spellen mee gespeeld worden die er speciaal voor ontworpen zijn; oudere spellen zoals Wii Sports zijn niet compatibel met de MotionPlus. Er kan bijvoorbeeld Wii Sports Resort, Nintendo Land en Kidz Sports – Crazy Minigolf mee gespeeld worden.



Afbeelding 6 Motionplus vast en los van Wiimote^[F]



Afbeelding 7 MotionPlus los^[G]

2.2.2.3 Wiimote + Classic Controller (of: Retrocontroller)

De Classic Controller is gemaakt voor spellen die gedownload zijn met *virtual console*, de online gamebibliotheek van de Wii waar spellen tot 25 jaar oud kunnen worden gekocht. Het is bedoeld als een collectieve controller, die alle oude Nintendo-controllers vertegenwoordigt. Om met de Wii in contact te kunnen komen en dus bruikbaar te zijn, moet deze controller in de enige ingang van de originele Wiimote gepluigd worden (zie *afbeelding 8*). Er kunnen ook Wii spellen mee gespeeld worden, dit zijn echter alleen spellen waarbij het registreren van bewegingen en richten van de Wiimote niet gebruikt wordt. Bijvoorbeeld bij het racespel Mario Kart Wii of het vechtspel Mortal Kombat.



Afbeelding 8 Classic controller verbonden met Wiimote^[4]

2.2.3 Mechanische uitbereidingen op de Wiimote

Er zijn ook veranderingen aan de besturing op de markt waarbij de extensiepoort niet als uitgangspunt wordt gebruikt, de zogenaamde ‘mechanische uitbereidingen’.

Deze toepassingen komen voornamelijk voor in de vorm van hulzen die om de originele Wiimote en eventuele elektronische uitbereidingen zoals de Nunchuk heen zitten of waar de Wiimote aan vast gemaakt of geklikt moet worden. Om ideeën op te doen voor een nieuw ontwerp en rekening te houden met de bestaande ontwerpen, is er een kort marktonderzoek verricht.

De gevonden resultaten worden niet individueel behandeld, maar dienen ter informatie en inspiratie voor de ontwerpfase.

Een overzicht van dit marktonderzoek is terug te vinden in *bijlage I*. Ter illustratie is een voorbeeld terug te vinden in *afbeelding 9*.



Afbeelding 9 Nintendo Wii Zapper^[5]

De Nintendo Wii Zapper is een houder waar de Wiimote met Nunchuk ingeklikt wordt. Hier wordt de B-knop groter. De controller en Nunchuk worden in een lijn gehouden en het lijkt alsof er een geweer wordt vastgehouden.

2.2.4 De Nintendo Wii Switch Enabled Classic Arcade controller

Binnen de reeds bestaande uitbereidingen behoeft de Nintendo Wii Switch Enabled Classic Arcade controller (afbeelding 10) extra aandacht.



Afbeelding 10 Nintendo Wii Switch Enabled Classic Arcade Controller^[J]

Deze controller, vanaf nu de 'Arcade controller' genoemd, wordt geleverd door broadenedhorizons.com. Deze internetsite verkoopt een breed scala aan voornamelijk elektronische producten die gemaakt zijn voor mensen met weinig of geen functionaliteit in hun handen en armen. Naast producten die gespitst zijn op dagelijkse handelingen, worden er ook gaming producten gemaakt.

Er zijn een aantal eigenschappen van de controller die belangrijk zijn te behandelen.

1. De controller wordt aangesloten op de extensiepoort van de Wiimote
2. De aansluiting is hetzelfde als bij de classic controller uit 2.2.2.3, terwijl de lay-out verschillend is. De lay-out is 250% groter en de knoppen zijn 350% groter. De knoppen liggen op een rij, waardoor bediening met alle vingers mogelijk is in plaats van alleen de duim. De bewegingsjoystick is groter waardoor bediening met de gehele hand mogelijk is, in plaats van alleen de duim.
3. Aan de voorkant van de controller zitten 3,5mm female jackplugs, verbonden met ieder van de verschillende bedieningsknoppen. Deze jackplugs zorgen ervoor dat iedere knop doorgeschakeld kan worden.
Ter illustratie: stel dat knop A wordt bediend door iemand met een zware bewegingsbeperking waardoor zelfstandig ademen nog een van de weinige mogelijkheden is. Wanneer een blaas/zuig schakelaar aan een 3,5mm male jackplug verbonden wordt, kan deze als vervanging van de A knop gebruikt worden. De A knop van de controller schakelt dan door en werkt op de adem van de gebruiker. Meer alternatieve knoppen worden behandeld in hoofdstuk 3.1 *Testen Schakelaars*.
4. Tijdens het testen van verschillende schakelaars, wat verderop behandeld wordt (zie 3.1), zijn ook de mogelijkheden van de Arcade Controller met betrekking tot spelbesturing geïnventariseerd. Er zijn drie spellen getest die allen een andere besturingsopzet hebben. Wii Sports; waarbij de Wiimote (al dan niet met een Nunchuk) met bewegingssensor gebruikt wordt. Mario Kart Wii en Bomberman (Virtual Console); waarbij de Wiimote gebruikt wordt zonder bewegingssensor. Het testen wijst uit dat de Arcade controller alleen bruikbaar is voor de spellen van de Virtual Console op de Wii. Virtual Console is de naam van Nintendo's downloadplatform voor videospellen van oude spelcomputers voor hun Wii-spelcomputer^[13]. Deze oude spellen, zoals Pac-man, Mario bros en Bomberman, hebben geen besturing die typerend is voor de Wiimote (een bewegingssensor en een infrarood richtgedeelte (zie 2.2.1)). Door de aansluiting van de Arcade controller aan de Wiimote wordt de Wiimote met de bewegingssensor en het infrarood gedeelte geheel uitgeschakeld. Hierdoor blijkt de Arcade Controller niet bruikbaar voor dit project.

2.3 Optredende besturingsproblemen bij de Wiimote

2.3.1 Doel van het gamen en overzicht bruikbare spellen voor het gamen

Om kennis op te doen rond de besturingsproblemen en een beter inzicht te krijgen is de Mytyschool de Schalm, te Breda bezocht. Met Bart Sniijders en Elke Schreurs, fysiotherapeuten bij Revant, is bekeken hoe deze problemen in de praktijk tot uiting komen.

De therapieën die gegeven worden bij Revant hebben als doel voorheen moeilijk te voltooien dagelijkse handelingen bij kinderen mogelijk te maken. Wii Bowling wordt ingezet voor het verbeteren van het strekken van de arm, vanwege de benodigde werpbeweging. Dit heeft een positief effect op bijvoorbeeld het zelfstandig aantrekken van een jas.

Er was in totaal twee uur tijd beschikbaar om de kinderen te observeren. Binnen dit tijdbestek hebben vier kinderen allen twee van de onderstaande vier spellen gespeeld ter demonstratie.

Deze vier kinderen zijn aan de hand van MACS ingedeeld in twee van niveau II, een van niveau III en een van niveau IV.

De spellen die gebruikt zijn hebben allen afwijkende besturingscontrollers ten opzichte van elkaar. Het spelkarakter wordt bestuurd door middel van richten, bewegen, het indrukken van een besturingsknop of een combinatie ervan op de Wiimote. Soms samen met de Nunchuk (zie 2.2.2.1).

Er zijn screenshots gemaakt uit instructie filmpjes die te vinden zijn op de site van WiiSports Resort van Nintendo™. De link naar deze instructie filmpjes zijn terug te vinden in de bronnenlijst.

Wii Bowling/Bowlen^[K].

Spel: Wii Sports



Controller: de Wiimote. De B-knop wordt ingedrukt terwijl de arm naar achter zwaait. Deze B-knop wordt weer losgelaten zodra de Wiimote langs het been naar voren zwaait om de bal te laten rollen.

Archery/Boogschieten^[L].

Spel: Wii Sports Resort



Controller: de Wiimote, Wii-motion plus en de nunchuk. De nunchuk en Wiimote (met Wii-motion plus) worden tegen elkaar aan gehouden. Om te boog te spannen wordt de z-knop van de nunchuk ingedrukt. Door de nunchuk naar achter te bewegen wordt er gericht. Wanneer de z-knop weer los wordt gelaten schiet de pijl weg.

Swordplay/Zwaardvechten^[M]. Spel: Wii Sports Resort



Controller: de Wiimote met Wii-motion plus. Met behulp van slaande bewegingen richting de tegenstander moet geprobeerd worden de ander van het veld af te krijgen. Er zijn geen knoppen nodig, alleen bewegingen.

Skip Skimmer/Stenen scheren^[N]. Spel: Wii Play Motion



Controller: de Wiimote met Wii-motion plus. Net als Swordplay zijn geen knoppen nodig, alleen bewegingen. Met een scherende beweging moet een steentje zo ver mogelijk weg worden gegooid.

2.3.2 Uiting van besturingsproblemen door CP

Uit de observatie blijkt dat door de spasticiteit en de verminderde handkracht de kinderen enige moeite hebben met het vasthouden van de Wiimote. Dit leidt tot enkele mislukte worpen of het losschieten van de Wiimote uit de hand, maar het spelplezier en speeltijd wordt hier weinig negatief door beïnvloed. De gespeelde spellen Skip Skimmer en Swordplay zijn speelbaar voor de MACS II tot IV.

Bij Wii Bowling en Archery is het resultaat anders. De combinatie van het richten van de controller en het indrukken van knoppen is voor veel van de kinderen lastig door de spasticiteit van de te trainen hand/arm. De controller kan net als bij Skip Skimmer en Swordplay in de hand geklemd worden. Wanneer tijdens het richten een drukknop los moet worden gelaten of worden ingedrukt om een doel te behalen, kan de spastische hand hiervoor niet ontspannen.

Met het gamen komen verschillende technische beperkingen in besturing tot uiting:

1. De gehele Wiimote schiet los uit de hand.
2. Spelacties* kunnen niet voltooid worden door foutieve volgorde van indrukken van knoppen, waarmee het aantal incorrecte spelacties toeneemt.
3. De gemiddelde benodigde tijd per correcte spelactie neemt toe.
4. Het gemiddelde aantal punten per correcte worp neemt af.

*Een spelactie is bij Wii Bowling het werpen van een bowlingbal en bij Archery het afschieten van een pijl met de bijbehorende knop- en richtcombinatie.

Door de beperkingen in besturing van de gebruikers kunnen de begeleiders niet de gewenste therapie voor de CP patiënten voltooien. De game-arm zwaait te veel mediaal, extendeert zich niet goed genoeg of moet worden ondersteund door de onaangedane arm. Er kunnen onvoldoende bewegingen gestimuleerd worden binnen de behandeling en de bewegingen die wel gemaakt worden zijn kwalitatief onvoldoende om een effect te hebben op de te trainen arm.

De kern van het besturingsprobleem ligt op het vasthouden van en richten met de Wiimote in combinatie met het indrukken van de bedieningsknoppen. Het scheiden van de Wiimote en de knoppen moet hier oplossing voor bieden.

Zoals kort in de inleiding aangegeven, kunnen de besturingsproblemen de meest uiteenlopende oorzaken hebben (naast de beperkingen van CP). Onder andere sterk verminderde handkracht of de mogelijkheid om alleen nog met het hoofd te bewegen of zelfs alleen de mond zijn aanleidingen voor beperking in de besturing. Wanneer de gescheiden bedieningsknoppen van de Wiimote aanpasbaar zijn, kan er voor ieder besturingsprobleem een bijpassende schakelaar gevonden worden. In de ontwerpfase zal er voor deze aanpasbaarheid een oplossing gevonden worden.

Er zijn in een brainstormsessie schetsen gemaakt die ter ideeontwikkeling dienen. Twee van deze ideeën zijn uitgewerkt tot conceptschetsen en zijn terug te vinden in *bijlage II*. Geen van deze concepten zijn verder ontwikkeld en dienen enkel ter verduidelijking van het verloop van de prototypevorming.

2.4 Ontwerpvisie

Op basis van de voorgaande informatie is een ontwerpvisie opgesteld. Deze ontwerpvisie bestaat uit eisen die uit de uitgevoerde analyse voortkomen en uit abstractere wensen uit gesprekken met de therapeuten, die samen het prototype moeten vormen.

Het falen in de besturing heeft naast het niet kunnen voltooien van de therapie een negatieve invloed op de emotionele aspecten van het gamen. Om als therapie te slagen moet de gebruiker geïnteresseerd zijn in het gamen als geheel en er voldoening en plezier uit halen. Zeker bij jonge kinderen is het halen van hoge scores, of het verbeteren van oude scores hierin essentieel. Wanneer er niet kan worden geconcentreerd met leeftijdsgenoten of familieleden zal de therapie, evenals recreatieve situaties, niet zelf geïnitieerd worden.

De doelgroep van de aangepaste Wii controller zijn de patiënten bij Revant. Dit zijn kinderen tussen de zes en tien jaar oud zonder cognitieve beperking. Deze kinderen vallen binnen niveau II, III en IV van het MACS.

De belangrijkste eis voor het prototype komt voort uit de analyse van de optredende besturingsproblemen; de bedieningsknoppen van de Wiimote moeten gescheiden worden van de bewegingssensor en het richtgedeelte.

De gescheiden bedieningsknoppen moeten aanpasbaar zijn zodat er voor meerdere besturingsproblemen schakelaars kunnen worden aangesloten.

3. Ontwerpfase

Voordat er is begonnen aan de vervaardiging van het prototype is uitgezocht welke schakelaars, die als vervanging van de knoppen dienen, er aan de Wiimote gekoppeld kunnen worden. Na het voltooien van deze inventarisatie is onderzoek gedaan naar hoe de schakelaars gekoppeld moeten worden.

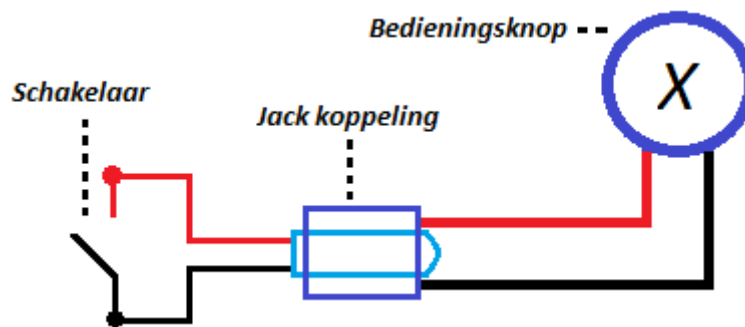
3.1 Testen schakelaars

3.1.1 Gebruikte schakelaars testdag Sophia Revalidatie

In eerste instantie moet er een directe oplossing voor de kinderen met CP komen. Echter moet in het ontwerp ook rekening gehouden worden met de veel bredere invalshoek van besturingen. In de gameroom van Sophia Revalidatie, Den Haag, worden al veel verschillende schakelaars als besturing gebruikt bij revalidatietherapieën. Op deze locatie zijn samen met Ad Vink, revalidatietechnicus bij Sophia, verschillende soorten schakelaars getest die allen potentie hebben om als besturingsknop te worden ingezet. Het doel van deze testen is het vergaren van kennis over het aansluiten van verschillende schakelaars aan de Wiimote.

Om de schakelaars te testen is gebruik gemaakt van de in 2.2.4 behandelde Arcade controller. Aan de voorkant van de Arcade controller zitten 3,5mm mini-jack ingangen waar elektronische schakelaars op aangesloten kunnen worden en waarmee de bedieningsknop doorgeschakeld wordt (en zelf niet meer te gebruiken is). Deze fase van het project had daardoor geen verdere aanpassing van de Wiimote nodig om voltooid te kunnen worden.

In afbeelding 11 is de schematische weergave van het elektrische circuit te zien. In dit circuit is er steeds gewisseld met schakelaars.



Afbeelding 11 Schematische weergave elektrisch circuit

Er zijn drie soorten schakelaars getest; een drukschakelaar, een pneumatische schakelaar (blaas/zuig-schakelaar) en een Buddy-button, zie afbeelding 12.



Afbeelding 12 Drukschakelaar, pneumatische schakelaar, Buddy Button^{[O][P][Q]}

De drukschakelaar heeft een diameter van 22mm, de pneumatische van 40 mm en de buddy button van 80 mm. De druk- en pneumatische schakelaar zijn aan een male-jack gesoldeerd, aan de Buddy-button zat deze jack al.

Alle drie de schakelaars zijn in neutrale stand, wanneer er niet op gedrukt of geblazen wordt, open.

Hiermee is het circuit onderbroken en wordt er geen signaal verstuurd naar de Wii.

Wanneer de actieve stand wordt bereikt, door indrukken of blazen, sluit de schakeling. Het circuit is aaneengesloten en de Wii ontvangt een signaal via de doorgeschakelde knop.

De schakelaars zullen altijd terug naar de neutrale stand gaan, wanneer er geen handeling op uitgeoefend wordt.

3.1.2 Resultaten testen schakelaars

Bij de uitvoering van de testen is gebruik gemaakt van de Arcade controller bij het spel Mario Kart. Het indrukken van de A knop van de Wiimote, daarmee ook de A knop van de Arcade controller, staat gelijk aan het accelereren van de racekart in het spel.

In het kort waren de stappen voor de test de volgende:

1. Schakelaar aan male-jack solderen (indien dit nog niet gebeurd was)
2. Male-jack in Arcade controller klikken
3. Nintendo Wii Mario Kart opstarten
4. Schakelaar activeren om te kijken of de kart accelereert.

De stappen zijn met de drie verschillende schakelaars voltooid.

De Wiimote reageert zonder problemen op alle drie de geteste schakelaars.

De schakelaars zijn hiermee bruikbaar voor aanpassing en zijn koppelbaar met 3,5mm jackpluggen.

De testen geven nog geen zekerheid over de mogelijkheden zonder Arcade controller als tussenschakeling.

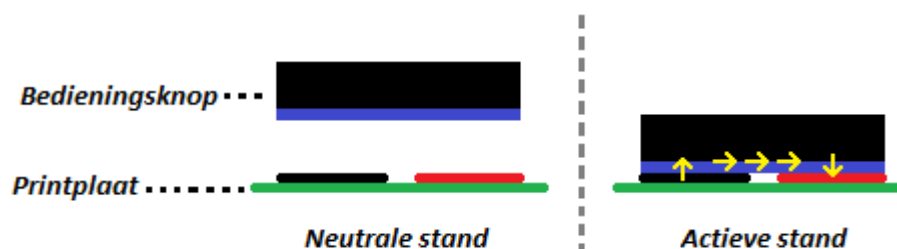
Het circuit met deze schakelaars werkt naar behoren, waardoor andere toepassingen ook te realiseren zijn. Dit zijn schakelaars die reageren op geluid, licht, bewegingen van het hoofd of het knipperen van de ogen. Deze test bewijst dat een breed scala aan mogelijkheden realiseerbaar is.

De conclusie is dat er allerlei soorten schakelaars te gebruiken zijn op de jack aansluiting van de Arcade controller. Er moet echt nog een oplossing komen voor het direct verbinden van een jack aan de Wiimote.

3.2 Koppeling schakelaars aan Wiimote

De Wiimote is aanpasbaar door draden op de printplaat te solderen waardoor de knoppen doorverbonden kunnen worden^{[14][15][16]}.

De knoppen van de Wiimote werken als circuitsluiters. In neutrale stand, wanneer de knop 'omhoog' staat is het circuit op de printplaat open. Wanneer de knop wordt ingedrukt, de actieve stand, sluit het circuit en komt het signaal van de knop door (zie afbeelding 13).



Afbeelding 13 Indrukken van de Wiimote knop

Wanneer in plaats van de bedieningsknoppen van de Wiimote een geleidingsdraad aan de connectoren wordt gesoldeerd, kunnen er schakelaars aan worden bevestigd (zie afbeelding 14).



Afbeelding 14 Draden aan printplaat gesoldeerd

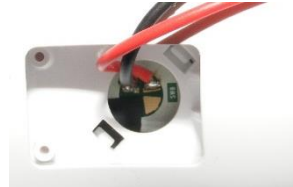
3.3 Prototype vervaardigd

Aan de hand van de vergaarde kennis is de aanpassing voor de Wiimote vervaardigd. De eigenschappen van de aanpassingen met de bijbehorende uitleg voor de keuzes volgen hier. Er zijn afbeeldingen toegevoegd die ter verduidelijking van de eigenschappen fungeren.

1. Bij spelen op de Wii worden de A- en B-knop het meest gebruikt. Ook tijdens de therapieën van Revant zijn dit de belangrijkste. Ze zijn vervangen door schakelaars met verlengde draden. Het plastic van de knoppen is van de Wiimote verwijderd en aan de -pool en +pool zijn draden gesoldeerd (zie *afbeelding 15 en 16*).

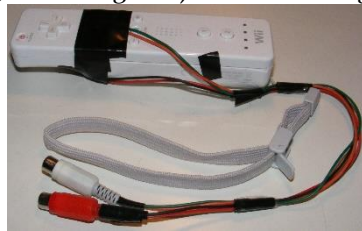


Afbeelding 15 A-knop gesoldeerd



Afbeelding 16 B-knop gesoldeerd

2. Er zijn 3,5 mm tulpstekkers gebruikt ter verbinding van de draden vanaf de Wiimote naar de schakelaars (zie *afbeelding 17 en 18*). Wanneer er voor een concentrische stekker gekozen wordt zijn er twee opties: jack- en tulpstekkers. De tulpstekkers klemmen echter beter dan de jack stekkers, wat nodig is bij de wilde bewegingen bij gebruik van de Wiimote.



Afbeelding 17 Tulpstekkers aan Wiimote

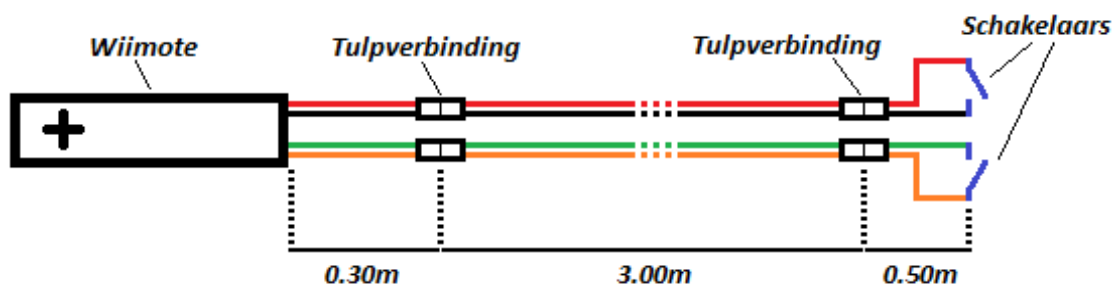


Afbeelding 18 Close-up tulpstekkers

3. Vanaf de Wiimote zijn de draden 30 cm lang tot de female tulpstekkers. Hiermee komen de draden voorbij het polsbandje zodat deze niet in de weg zitten bij het bevestigen aan de arm. De lengte vanaf de schakelaars tot de male tulpstekkers is 50 cm. Wanneer de Wiimote direct aan de schakelaars bevestigd wordt is het geheel lang genoeg om door de gebruiker alleen bediend te worden.

Er is ook een verlengstuk gemaakt van 3 m, waardoor de A- en B-knop niet alleen door de patiënt gebruikt kunnen worden, maar ook door de therapeut of begeleider. De aanpassingen met en zonder verlengstuk zijn lang genoeg gemaakt zodat de schakelaars niet uit de hand worden getrokken door wilde bewegingen met de Wiimote en andersom de Wiimote door wilde bewegingen met de schakelaars.

De Wiimote met aanpassing, verlenging en schakelaars is schematisch terug te vinden in *afbeelding 19*.



Afbeelding 19 Schematische weergave Wiimote met verlenging en schakelaars

4. De twee schakelaars zijn een druktoets en een microschakelaar (zie *afbeelding 20 en 21*). In neutrale stand, wanneer ze niet ingedrukt worden, staan de knoppen uit of onderbreken ze het circuit. In actieve stand, wanneer ze ingedrukt worden, staan de knoppen aan. Dit is de eigenschap die de A en B knop van de Wiimote ook hebben, wat tevens de reden van gebruik is. De schakelaars kunnen vervangen worden door ieder andere zolang deze aan een tulpstekker gesoldeerd kan worden. Wanneer er vraag naar is kunnen er bijvoorbeeld twee druktoetsen of een blaas-/zuigschakelaars aan gesoldeerd worden.

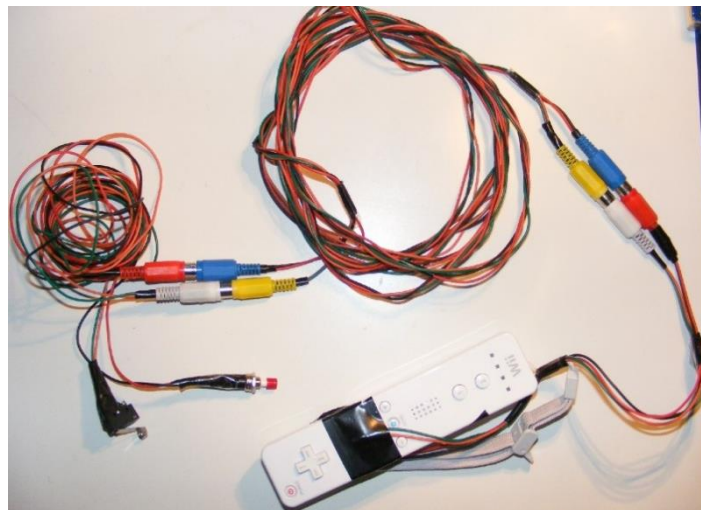


Afbeelding 20 Druktoets^[R]



Afbeelding 21 Microschakelaar^[S]

Waar in *afbeelding 19* de aangepaste Wiimote schematisch is weergegeven, is deze in *afbeelding 22* in werkelijkheid te zien. De eigenschappen van het prototype zijn terug te vinden; de Wiimote, de verlenging en de schakelaars, allen verbonden met tulpstekkers (in het wit, geel, blauw en rood).



Afbeelding 22 De aangepaste Wiimote

4. Testfase van de aangepaste Wiimote

De aangepaste Wiimote is getest op Mytylschool de Schalm, te Breda. De opzet, de resultaten en conclusie hiervan worden in dit hoofdstuk behandeld.

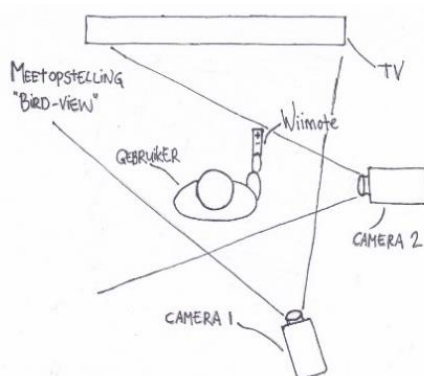
4.1 Opzet testdag Mytylschool de Schalm

Om het prototype te testen is er een eventrecording analyse uitgevoerd ondersteund met video-opnames. Als leidraad voor de event recording is vooraf een meetprotocol opgezet die terug te vinden is in *bijlage III*. Deze testdag was van kwalitatieve aard. Ondanks geringe beschikbaarheid en tijd van de proefpersonen en therapeuten is er zo veel mogelijk informatie verzameld uit de filmbeelden. Deze informatie is verkregen door het analyseren van de filmbeelden, wat verder uitgelegd wordt in 4.2.2.

In totaal beoefenen vier proefpersonen dertig minuten lang de therapie. Het eerste gedeelte bestaat uit vijf minuten instellen voor het spel en gebruiker, daarna tien minuten oefenen met de originele Wiimote. Het tweede gedeelte bestaat uit opnieuw vijf minuten instellen en daarna tien minuten oefenen met de aangepaste Wiimote.

Het spel dat gespeeld wordt is Wii Bowling. Voor dit spel is een combinatie van richten en het indrukken en loslaten van de B-knop nodig, waar de aangepaste Wiimote voor gemaakt is. Ook wordt Wii Bowling door de therapeuten het meest gebruikt omdat dit een positief revalidatie effect heeft. Het spel is tevens het populairst onder de proefpersonen.

Dorsaal en lateraal van de gebruiker zijn twee camera's gepositioneerd die de activiteiten opnemen (zie *afbeelding 23 en 24*). Met de eerste camera die dorsaal in het frontale vlak gericht is, wordt het overzicht gefilmd (de gebruiker in zijn geheel plus de monitor waar het spel op is te zien). De scores en tijden van het gamen worden hier ook mee opgenomen. Met de tweede camera die lateraal op het sagittale vlak gericht is, wordt van dichtbij gefilmd zodat de focus op de arm met Wiimote ligt. Deze tweede camera is steeds verplaatst naar de kant waarin de Wiimote gehouden wordt.



Afbeelding 23 Schematische weergave event recording



Afbeelding 24 Realistische weergave event recording van dorsaal

4.2 Resultaten event recording

4.2.1 Profiel proefpersonen

Er zijn vier proefpersonen gefilmd met allen verschillende aandoening en leeftijd.

- 1^e persoon (P₁). 8 jaar. Cerebrale Parese – MACS niveau III. De aangedane kant is links.
Heeft al veel getraind met de Wii. Kan meer dan uitstekend gamen met de onaangedane kant. Door veel oefenen al geleerd om ook met links de B-knop los te laten zonder de controller te laten vallen.
- 2^e persoon (P₂). 10 jaar. Cerebrale Parese – MACS niveau III. De aangedane kant is links.
Heeft al veel ervaring met de Wii en Wii Bowling.
- 3^e persoon (P₃). 11 jaar. Artrose aan de handen. Beide kanten aangedaan.
Heeft geringe Wii ervaring.
- 4^e persoon (P₄). 6 jaar. Cerebrale Parese. MACS niveau IV. Rechts is aangedane kant.
Geen Wii ervaring.

Onder de gefilmde proefpersonen is een diversiteit aan aandoeningen. Hierdoor ligt de focus niet op de uitwerking van de aangepaste Wiimote op dezelfde aandoening bij verschillende patiënten, maar is er gekeken naar eventuele verbetering binnen de individuele besturingsproblematiek bij het gebruik van verschillende controllers.

Een impressie van de opstelling en de verkregen videobeelden zijn te vinden in *afbeelding 25 en 26*.



Afbeelding 25 Filmbeeld van dorsaal



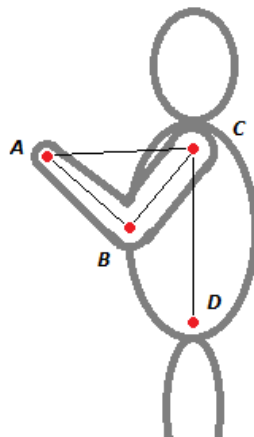
Afbeelding 26 Filmbeeld van lateraal

4.2.2 Variabelen van de event recording

Uit de filmopnamen zijn verschillende variabelen gedefinieerd die van belang zijn bij het trekken van conclusies.

- 1 De gemiddelde tijd per correcte worp.
De totale tijd die tijdens een sessie verstreken is, gedeeld door het totaal aantal goed voltooide worpen. Wanneer dit daalt, kunnen er meer efficiënte bewegingen binnen de dezelfde gametijd gemaakt worden. Het startpunt van de tijd is het begin van de zwaai met controller naar achteren, het eindpunt wanneer de score van de laatste bowlingbal in beeld komt.
- 2 De gemiddelde hoek ACD per worp (anteflexie van de arm) (zie *afbeelding 27*) en
- 3 De gemiddelde hoek ABC per worp (extensie van de elleboog) (zie *afbeelding 27*).
Bij Wii Bowling wordt het strekken van de arm getraind (zie 2.3.1). In de situatie van het aantrekken van een jas (zie 2.3.1) wordt het strekken van de arm gedefinieerd als het extenseren

van de articulatio cubiti en het anteflecteren van de gehele arm. In *afbeelding 27* is een vereenvoudigde weergave van een menselijk lichaam weergegeven, maar daarop de punten A, B, C en D aangeduid.



Afbeelding 27 Schematische weergave bovenlijf

In *afbeelding 26* is punt A is de carpus (pols), punt B de articulatio cubiti (elleboog), punt C de tuberculum majus van de humerus (botpunt op de schouder) en punt D het hoogste punt van de crista iliaca (bekkenkam). Het toenemen van hoek B (of hoek ABC) is het toenemen van extensie van de cubiti. Het toenemen van hoek ACD is het toenemen van de anteflexie van de arm. Hogere hoekuitslagen zijn in dit geval efficiëntere revalidatiebewegingen.

De waarden van de hoekuitslagen zijn bepaald aan de hand van screenshots. De filmbeelden zijn stopgezet op het moment dat de gebruiker de uiterste hoekuitslagen bereikt bij een goede worp. Daar zijn screenshots van gemaakt die te zien zijn in *afbeelding 28*. De hoekuitslagen zijn geometrisch bepaald op deze screenshots; met een geodriehoek zijn de hoekuitslagen op het beeldscherm gemeten.



Afbeelding 28 Screenshot van correcte worpen

4 Het aantal foute worpen.

Door de besturingsproblematiek worden er veel foute worpen gegooid. Dit zijn onder andere het losschieten van de Wiimote uit de hand, het niet loslaten van de B-knop en het per ongeluk indrukken van andere knoppen. Dit leidt tot frustratie bij de gebruiker en tijdverlies tijdens het gamen. Deze foute worpen zijn geteld. Het aantal foute worpen ten opzichte van het totaal aantal worpen wordt hier in percentages weergegeven.

5 Het aantal punten per worp.

Omdat niet alleen de fysieke maar ook de mentale vooruitgang belangrijk is, is de score bijgehouden. Bij bowling kan een maximale score van tien in de eerste worp gehaald worden. De tweede worp hangt af van de score van de eerste worp; alleen de overgebleven kegels (van de tien) kunnen nog omgegooid worden. Het totaal aantal punten van de sessie is gedeeld door het totaal mogelijk te behalen aantal punten.

4.3 Analyse resultaten event recording

In 4.2.1 zijn de profielen van de proefpersonen omschreven. Om een beter idee te krijgen van het gamegedrag van de proefpersonen volgen nu de waarnemingen uit de event recording.

Proefpersoon 1 lijkt het minst last te hebben van CP. De Wiimote schoot een enkele keer uit de hand. Na een worp of drie was ook de aangepaste Wiimote onder controle.

Proefpersoon 2 heeft iets minder controle dan proefpersoon 1. Vooral op het juiste moment de B-knop loslaten was een probleem. Deze patiënt had ook na drie worpen de aangepaste Wiimote onder controle.

Proefpersoon 3 heeft een afwijkende aandoening ten opzichte van de rest. Omdat beide kanten aangedaan zijn, kan de knop van de aangepaste Wiimote minder gehanteerd worden. In de planning was er tijd over waardoor deze patiënt naast Wii Bowling ook nog Wii Golf heeft gespeeld.

Proefpersoon 4 heeft zwaarste vorm van CP van allemaal. Met rechts kon de controller niet vastgehouden worden waardoor de knop indrukken volledig onmogelijk was. Pas nadat de aangepaste controller aan de hand vastgemaakt was, kon er gespeeld worden. De andere proefpersonen hebben de losse B-knop zelf bediend, deze proefpersoon moest dat aan de therapeut overlaten, waardoor het gamen gerealiseerd kon worden. Nota bene, het doel van de aanpassing is het mogelijk maken van de therapie. De keuze van het bedienen van de knoppen door de proefpersoon of het bedienen door de therapeut is in dit geval irrelevant.

Alle verkregen informatie en verwerkte variabelen van de eventrecording zijn in gedetailleerde weergave in *bijlage IV* terug te vinden.

Deze scores zijn als overzicht verwerkt in *tabel 1*. De tabel geeft de gemiddelde scores van de gebruikers aan. Horizontaal zijn de proefpersonen 1 tot en met 4 weergegeven (p1, p2, p3 en p4). Verticaal zijn de variabelen weergegeven.

	P1	P2	P3	P4 *
1a. Tijd per worp origineel	30.00 s	28.80 s	9.70 s	*
1b. Tijd per worp aangepast	23.77 s	17.80 s	25.70 s	22.10 s
2a. Hoek ACD origineel	86.44°	128.33°	87.00°	*
2b. Hoek ACD aangepast	93.50°	114.17°	57.43°	77.00°
3a. Hoek ABC origineel	111.67°	129.33°	136.69°	*
3b. Hoek ABC aangepast	131.94°	130.72°	139.14°	139.29°
4a. Foute worpen origineel	69%	77%	11%	*
4b. Foute worpen aangepast	38%	31%	62%	59%
5a. Punten per worp origineel	3.0	2.8	5.8	*
5b. Punten per worp aangepast	3.2	3.5	4.5	2.8

Tabel 1 Overzicht gemiddelde scores event recording

* in de situatie waarbij de originele Wiimote gebruikt is, was het voor proefpersoon 4 onmogelijk om te gamen.

Om de twee controllers te vergelijken zijn de resultaten uit tabel 1 geanalyseerd.

Voor proefpersoon 1 en 2 lijkt de aangepaste controller een beter alternatief dan de originele Wiimote. De benodigde tijd per correcte worp (1) en het percentage foute worpen (4) nemen af. Voor p1 met 6,23 seconden en 31%, voor p2 met 11.00 seconden en 36%. De hoekuitslagen (2,3) zijn minder eenzijdig, al neem het in de meeste gevallen wel toe. Voor p1 bij hoek ACD een toename van 7,06 graden en bij hoek ABC zelfs 20,67 graden, voor p2 bij hoek ACD een afname van 14,6 graden en bij hoek ABC een minieme toename van 1,39 graden. Ook het aantal punten per worp (5) neemt in beide gevallen toe, voor p1 met 0,2 punten en voor p2 met 0,7 punten per worp.

Proefpersoon drie blijkt de aangepaste controller niet goed te kunnen bedienen. De artrose heeft de motoriek, in tegenstelling tot proefpersoon 1 en 2, van beide handen aangedaan. Het in de hand houden

van de relatief kleine bedieningsknop (drukschakelaar) in combinatie met het indrukken ervan blijkt een te grote belemmering. De tijd per worp (1) neemt met 16 seconden sterk toe en het aantal foute worpen (4) stijgt van 11% naar 62%, een toename van 51%. Hoek ACD (2) neemt met 29,57 graden af en het aantal punten per worp (5) zakt van 5.8 naar 4.5 per 1.3 punten per worp. De hoek ABC neemt miniem toe met 2,45 graden, maar deze vooruitgang is verwaarloosbaar wanneer er gekeken wordt naar de algehele achteruitgang van de therapie.

Het vasthouden van de Wiimote is voor proefpersoon vier net te realiseren. Het zwaaien met de Wiimote en het indrukken en loslaten van de B-knop is onmogelijk. Wanneer de Wiimote aan de hand vast gemaakt is met een lint en de B-knop door de therapeut bestuurd wordt, kan het strekken van de arm en daarmee de therapie, wel gerealiseerd worden. Hiermee is de controller voor proefpersoon vier een beter alternatief dan de originele Wiimote.

Het loskoppelen van het richt- en knoppengedeelte is een goede aanpassing voor proefpersonen 1,2 en 4; de elleboog en arm als geheel wordt in de meeste gevallen meer gestrekt en de spelprestaties zijn hoger. Voor proefpersoon 3 geldt juist dat er een afname van het strekken en spelprestaties is. De resultaten wijzen uit dat er individueel gekeken moeten worden welke bediening het best is.

Samen met de therapeuten van Revant is er naast de technische verbetering van het gamen van de CP patiënten, een mentale verbetering geconstateerd die zeer belangrijk is. Deze mentale verbetering is het plezier van de gebruiker die volgt uit het verhogen van de scores per worp, de afname in tijd per worp, of in het geval van proefpersoon vier de mogelijk tot besturen van de Wiimote in geheel. Hierdoor kan er worden geconcentreerd met leeftijdsgenoten of familieleden en zal de therapie, evenals de recreatieve situaties (ook therapie), makkelijker zelf worden geïnitieerd.

5. Discussie

Analyse

Vanuit Revant is er specifiek naar een aanpassing van de Wiimote gevraagd. Er is tijdens de analyse gekeken naar de verschillende mogelijkheden van besturingen van de Wiimote. Indien er een vervolgstudie gedaan wordt waarbij de nadruk niet op de Wii ligt, kan er onderzoek gedaan worden naar de 'camera controllers' van de Microsoft Xbox en Sony Playstation. Dit zijn draadloze controllers die de gebruiker filmen, waardoor er geen knoppen nodig zijn.

Het eerste, oriënterende bezoek bij Revant was niet van kwantitatieve aard. Voor een nog betere beeldvorming bij de besturingsproblemen hadden er meer proefpersonen moeten worden bekeken.

Ontwerpfase

De informatiewinning liep gedurende de analyse- en ontwerpfase door elkaar heen. De kennis over het solderen van de printplaat was pas aanwezig na het bezoek aan Sophia. Het was beter geweest als er zeer veel verschillende schakelaars konden worden getest wanneer de aangepaste Wiimote al gemaakt was, in plaats het testen met de Arcade Controller. Voor een betere beeldvorming over de mogelijkheden met schakelaars hadden er op de dag zelf meer getest moeten worden. Nu zijn er een gering aantal schakelaars getest omdat er bij Sophia Revalidatie niet meer aanwezig waren.

Testfase

Het grootste obstakel tijdens de testfase was het aantal beschikbare proefpersonen. Het kost veel moeite om een patiënt te laten gamen met twee verschillende controllers op de Wii wanneer dit op natuurlijke wijze zeer moeilijk gaat. Wanneer er door de strakke planning van de therapeuten geringe tijd is om te filmen blijven er weinig proefpersonen over. Daarnaast kan de aangepaste Wiimote getest worden met verschillende schakelaars bij verschillende aandoeeningen om een beeld te krijgen van de uitwerking op de aandoeeningen. Wanneer er meer proefpersonen worden geanalyseerd die met de aanpassing gamen zullen er meer resultaten beschikbaar zijn om te analyseren. Hierdoor kunnen eventuele uitschieters uit de resultaten worden gefilterd die er nu wellicht wel in zitten.

De uitwerking van de aangepaste Wiimote op het gamegedrag van de proefpersonen zal een bepaalde leercurve volgen wanneer er meer mee geoefend wordt. In de resultaten zijn de eerste worpen van de proefpersonen meegeteld waarbij de nieuwe manier van besturen nog geleerd moest worden. Wanneer er meer mee geoefend is, zullen de scores waarschijnlijk toenemen.

Ook kan er gekeken worden naar de uitwerking ervan op verschillende games, in plaats van alleen Wii Bowling. Voor een vervolgstudie wordt er sterk aangeraden meer proefpersonen langere tijd te analyseren voor een duidelijker resultaat.

Tijdens de event recording is het meetprotocol niet volledig nauwkeurig gevolgd. Er was variëteit in wel/geen hulp van de therapeut met het bedienen van de B-knop, in de hoeveelheid worpen en in de tijd die beschikbaar is voor het gooien. Het aantonen van verschil tussen de controllers bij dezelfde persoon is gerealiseerd. Het resultaat van de inspanningen bij de verschillende proefpersonen laat zich door de variëteit moeilijker analyseren.

Het analyseren van hoekuitslagen uit de filmbeelden is gedaan door screenshots en geometrische metingen met een geodriehoek. Voor accuratere metingen zijn het aanbrengen van markers op de proefpersonen in combinatie met het gebruik van software zoals V2C een nauwkeuriger alternatief.

6. Conclusie

In dit project is een aanpassing gemaakt voor de bedieningscontroller van de Nintendo Wii, de Wiimote. Het doel is het oplossen van de besturingsproblemen bij kinderen met cerebrale parese tijdens de door Revant gegeven therapieën. Ondanks de korte tijd en mogelijkheden die er beschikbaar waren in de testfase, kunnen er toch heldere conclusies worden getrokken in de vergelijking tussen de Wiimote en de aangepaste Wiimote.

- Omdat de knoppen van het richtgedeelte zijn losgekoppeld, is de aangepaste Wiimote een bruikbare oplossing voor het bedieningsprobleem bij patiënten met CP. Bij Wii Bowling nemen de hoekuitslagen van de arm en het aantal punten per worp toe, terwijl de benodigde tijd per worp en het aantal foute worpen afneemt.
- De geteste vorm van de aanpassing, met de druk- en microschakelaar, is het niet bruikbaar voor patiënten met artrose door de sterk verminderde motoriek van beide handen. Er is een goede motoriek van minimaal een hand nodig. Een verandering van schakelaars zou hier een oplossing voor kunnen bieden.
- Naast de technische verbetering van het gamen van de CP patiënten is er een mentale verbetering geconstateerd die zeer belangrijk is. Deze mentale verbetering is het plezier van de gebruiker die volgt uit het verhogen van de scores per worp of in het geval van proefpersoon vier de mogelijk tot besturen van de Wiimote in geheel. Hierdoor kan er worden geconcentreerd met leeftijdsgenoten of familieleden en zal de therapie, evenals de recreatieve situaties, zelf worden geïnitieerd.
- De aangepaste Wiimote bevat de mogelijkheid om op verschillende schakelaars aangesloten te worden, door de aanwezigheid van de tulpkoppeling. Hiermee is het ook bruikbaar voor besturingsproblemen anders dan cerebrale parese. De bruikbaarheid van andere schakelaars is niet getest, waardoor er geen conclusies over kunnen worden getrokken.

7. Aanbevelingen prototype

- Voor proefpersoon vier was het niet mogelijk om de Wiimote of de aangepaste Wiimote zelfstandig vast te houden. Pas na het constateren van dit probleem, na de event recording, is er naar een oplossing van dit probleem gezocht, wat niet in het ontwerp meer kon worden opgenomen. Het product Wiitality (afbeelding 29) lijkt goed aan te sluiten op dit vraagstuk. Er kan nog gekeken worden naar de uitwerking van Wiitality op de game-ervaring of om zelfstandig een product te ontwikkelen. Ook de boxing glove uit *Bijlage I* zou hier een oplossing voor kunnen zijn.



Afbeelding 29 De Wiitality^[7]

- De vier draden die uit de Wiimote komen zijn op sommige plaatsen met isolatietape aan elkaar gemaakt. Deze kunnen ook op een andere manier aan elkaar vast gemaakt worden zodat er meer stevigheid geboden wordt. Er zijn stevige kabels op de markt waar vier of meer draden doorheen lopen, maar de draden kunnen ook met kleine kabelbinders vastgemaakt worden.
- De draden lopen vanaf de plekken waar normaal de bedieningsknop zat, gelijk naar buiten de Wiimote. Op deze plekken is getaped zodat de draden niet van de printplaat loskomen bij wilde bewegingen. Deze situatie kan verbeterd worden door de draden binnendoor te laten lopen en allemaal op dezelfde plek uit de Wiimote te laten komen (door bijvoorbeeld een gaatje in de behuizing te maken).
- De tulp stekkers leken de beste keus voor het realiseren van koppelingen tussen schakelaars, Wiimote en eventuele verlenging. In de praktijk bleken ze niet heel vast te zitten. Tijdens de testdag is alles goed blijven zitten, voor een verbeterd model moeten deze tulpstekkers vervangen worden door stekkers die wel vastklikken.
- Om meer mogelijkheden te testen moeten er meer schakelaars aan (tulp)stekkers gemaakt worden. Bijvoorbeeld blaas-/zuig- en licht-/donkerschakelaars.
- De schakelaars die nu gebruikt zijn tijdens de event recording kunnen ook gebruiksvriendelijker gemaakt worden. Wanneer een nieuw soort speelgoed bij kinderen geïntroduceerd wordt lijkt het slim de gebruiksdrempel zo laag mogelijk te houden. De schakelaars die nu zijn gebruikt waren te klein en kunnen vervangen worden door grotere, makkelijker te bedienen soorten.
- Wanneer het budget verbeterde draden, stekkers en schakelaars toelaat kan er eventueel ook gekeken worden naar een draadloze aanpassing. Achter het zwaaien van de aangepaste Wiimote komen de 3,8 meter lang draden aan wat een negatief effect op de therapie kan hebben. Er bestaat de mogelijkheid om de draden te vervangen door een ontvanger en hier de schakelaar op aan te sluiten. Dit moet nog onderzocht worden, maar de verwachting is dat dit een positief effect op de therapie zal hebben.

Bronnenlijst

Tekst

1. Anderson, F. Annett, M, Bischof, W.F. (2010). Lean on Wii: Physical Rehabilitation With Virtual Reality and Wii Peripherals. Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2010 (229-234)
2. Burdea, G. C., Jain, A., Rabin, B., Pellosie, R., & Golomb, M. (2011). Long-term hand tele-rehabilitation on the playstation 3: Benefits and challenges. Conference proceeding IEEE English medicine biological society (pp. 1835-1838)
3. Jelsma, J., Pronk, M., Ferguson, G., & Jelsma-Smit, D. (2013). The effect of the Nintendo Wii Fit on balance control and gross motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. Developmental Neurorehabilitation, 16(1), 27-37
4. <http://www.therapwii.nl/> *Bekeken april 2014*
5. Haastrecht, K. van. Janssen, J. (2011) Therapie is soms saai... Gamers niet! De kracht van games als therapeutisch middel. Revalidatie Magazine 2011; nr 3: 8-9
6. Deutsch, J.E. Borbely, M. Filler, J. Huhn, K. Bowlby, P.G. Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for rehabilitation of an Adolescent With Cerebral Palsy. Physical Therapy; 88(10): 1196-1207
7. Gordon, C. Roopchand-Martin, S. Gregg, A. (2012) Potential of the Nintendo Wii™ as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country; a pilot study. Physiotherapy 98 (2012) 238-242
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Cerebral_palsy *Bekeken april 2014*
9. http://nl.wikipedia.org/wiki/Cerebrale_parese *Bekeken april 2014*
10. <http://www.kinderneurologie.eu/ziektebeelden/beweging/cerebraleparese.php> *Bekeken april 2014*
11. http://www.macs.nu/files/MACS_Dutch_2010.pdf *Bekeken april 2014*
12. http://en.wikipedia.org/wiki/Wii_Remote *Bekeken april 2014*
13. http://nl.wikipedia.org/wiki/Virtual_Console *Bekeken april 2014*
14. <http://www.directionalpad.com/articles/hardware-hacking-for-a-better-wii-zapper/> *Bekeken april 2014*
15. <http://rearlab.gatech.edu/factsheetz/Wiimote+Assembly+Instructions.pdf> *Bekeken april 2014*
16. <http://www.instructables.com/id/WeeP-5-Advanced-Zapper/step2/Soldering-on-the-Wiimote/> *Bekeken april 2014*

Afbeeldingen

- A. <http://ouyabrew.com/wp-content/uploads/2014/02/wiimote.jpg>
- B. http://www.osculator.net/doc/_media/faq:pry-wiimote.gif
- C. http://www.wiichat.com/forum/attachments/nintendo-wii-chat/318d1153441085-wii-dashboard-wii_remote5view_0501.jpg
- D. http://img3.wikia.nocookie.net/__cb20120402152119/ssbb/es/images/4/40/WiiMote%2BNunchuck.jpg
- E. http://www.g-plaza.be/WebRoot/StoreNL2/Shops/17631531/50B3/D113/2E1E/530D/41A9/CoA8/28B8/6717/wii_04.jpg
- F. http://ecx.images-amazon.com/images/I/71NAYQd4jEL._SL1500_.jpg
- G. http://media.game.es/cover/3D_L/060/060680.jpg
- H. <http://akhiljaino7.files.wordpress.com/2012/10/wii-classic-controller.jpg?w=553>
- I. https://cdn02.nintendo-europe.com/media/images/migration/games_7/game_content_2/links_crossbow_zapper_detail.jpg
- J. [http://www.broadenedhorizons.com/media/catalog/product/cache/1/image/800x800/5e06319e dao6fo2oe43594a9c230972d/s/w/switch_adapted_wii_classic_arcade_controller/\[GmWo614.a\]_Nintendo-Wii-Switch-Enabled-Classic-Arcade-Controller---for-Digital-Virtual-Console-Games.jpg](http://www.broadenedhorizons.com/media/catalog/product/cache/1/image/800x800/5e06319e dao6fo2oe43594a9c230972d/s/w/switch_adapted_wii_classic_arcade_controller/[GmWo614.a]_Nintendo-Wii-Switch-Enabled-Classic-Arcade-Controller---for-Digital-Virtual-Console-Games.jpg)
- K. <http://www.wiisportsresort.com/#/games/bowling>
- L. <http://www.wiisportsresort.com/#/games/archery>

- M. <http://www.wiisportsresort.com/#/games/swordplay>
- N. <http://wiiplaymotion.nintendo.com/skip-skimmer/>
- O. https://www.conrad.nl/medias/global/ce/7000_7999/7000/7010/7011/701127_LB_oo_FB.EPS.jpg
- P. http://www.toypro.com/media/cache/my_thumb_super_detail/uploads/images/custom/extra/605-extra.jpg
- Q. <http://www.afb.org/images/Senior%20Site/Section%203/buddybuttonweb.jpg>
- R. https://www.conrad.nl/medias/global/ce/7000_7999/7000/7050/7050/705012_RB_oo_FB.EPS.jpg
- S. https://www.conrad.nl/medias/global/ce/7000_7999/7000/7070/7072/707243_RB_oo_FB.EPS.jpg
- T. http://i892.photobucket.com/albums/ac126/techgadgetsnews/witality_negro-2.jpg
- U. <https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRj2esNPLtVJmJ4gGQy8lXcXfohI6wE6RWgrSTv86VMA LMLx-JPtA>
- V. https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQHMifs-6VISTTli97bXu4K4FMYUZPRe5s-7nWwsWi_DzBtzuUY
- W. https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSKZQH5ZtYLI5YzR-oqR_LHHWq5qQIHNgIV7osYTcywCxRazFoF
- X. <http://www.ezgear.com/Wii/Images/Wii%20obox%20glv%20on%20hand.jpg>
- Y. <http://www.5pcmag.com/media/images/202276-the-10-coolest-wii-controllers-cta-digital-maracas-for-wii.jpg>

Bijlagen

- I. Mechanische toepassingen op de Wiimote
- II. Toestemmingsformulier event recording
- III. Meetprotocol event recording
- IV. Gedetailleerde meetresultaten event recording

Bijlage I – Mechanische aanpassing op de Wiimote

De Boss controller (zie afbeelding 30)



Afbeelding 30 Boss controller voorkant, Boss controller achterkant, Wiimote^{[U][V][W]}

Deze aanpassing wordt op de Wiimote geklikt. Op de middelste figuur in de opening aan de achterkant te zien waar de Wiimote in moet. Hierdoor wordt de lay-out van knop 1 en 2 iets veranderd. Ook is de controller verbreed en verlengd door de aanpassing.

De EzGear Wii Boxing Gloves (zie afbeelding 31)



Afbeelding 31 EzGear Wii Boxing Gloves^[X]

De Wiimote wordt in de EzGear Wii Boxing Glove gestopt zodat de hand deze niet vast hoeft te houden. Hierdoor blijft de hand vrij en hoeven alleen boksbewegingen te worden gemaakt. De knoppen kunnen dan niet bereikt worden, aangezien de Wii Nunchuk, die nodig is bij boksen en in de extensiepoort zit, zich in de andere hand bevindt.

De CTA Digital Macarenas (zie afbeelding 32)

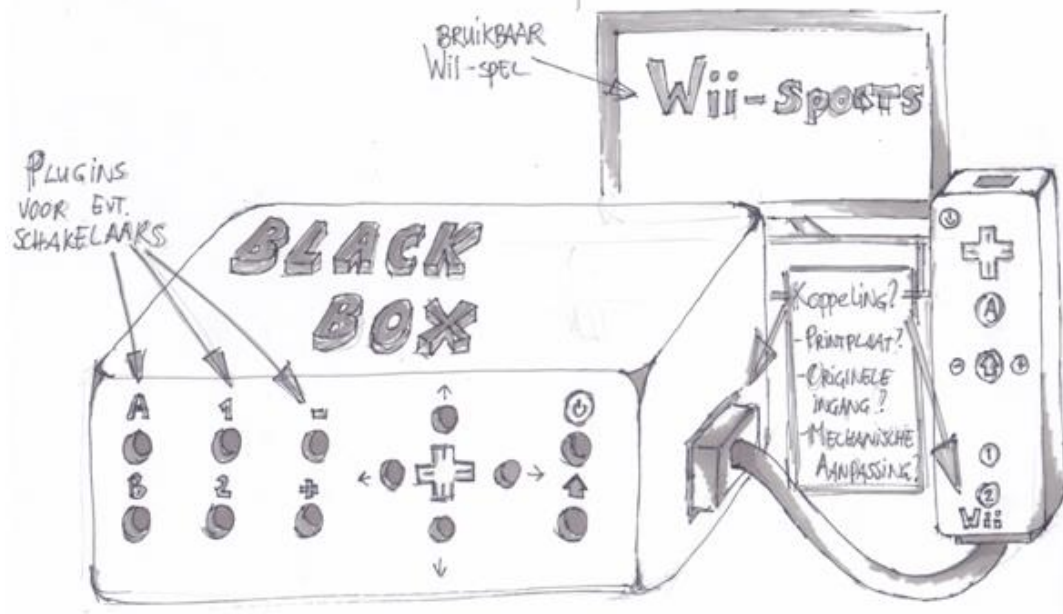


Afbeelding 32 CTA Digital Macarenas^[Y]

De CTA Digital Macarenas zorgen voor een andere gamebeleving door een ander ontwerp. Het handvat is breder geworden voor het omhulsel.

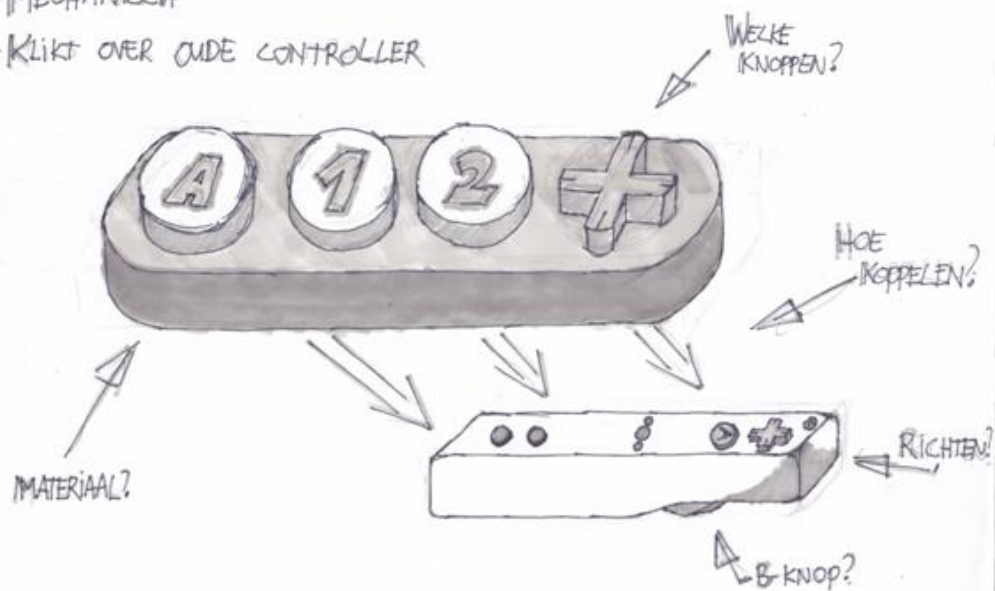
Bijlage II – Conceptschetsen

CONCEPT AANPASSING WII-CONTROLLER 1



CONCEPT AANPASSING WII-CONTROLLER 2

- MECHANISCH
- KLIKT OVER OUDE CONTROLLER



*Geen van deze concepten is verder ontwikkeld.

Bijlage III – Meetprotocol event recording

H/ECBT – Project herontwerp Wii-controller

Meetprotocol testdag aangepaste Wii controller bij Revant revalidatie

Dag en plaats:

Dinsdag 8 april 2014

Plaats van meting: Revant Revalidatie Breda, afdeling Mytylschool de Schalm, afdeling SO, te Breda.

Tijd:

09.15u – 12.00u

4 gebruikers van 30 min + eventuele ruimte voor uitlooptijd = 150 minuten totaal (2,5 uur)

Doel:

Metten van het gamegedrag van verschillende gebruikers tijdens het gebruik van de klassieke Wii-controller (Wiimote) ten opzichte van een aangepaste Wiimote bij Wii Bowling tijdens een therapie van Revant.

Inventariseren van gebruikservaringen door middel van een kwalitatief interview met de therapeut.

Methode:

Tijdens deze meting zullen er in totaal 4 gebruikers de therapie beoefenen.

Per gebruiker is er 30 minuten om de therapie te voltooien.

Deze 30 minuten bestaan uit:

5 minuten insteltijd. Het kiezen van het juiste spel en game klaar maken van de gebruiker.

10 minuten beoefenen therapie met de originele Wiimote.

5 minuten omschakeltijd naar de aangepaste Wiimote.

10 minuten beoefenen therapie met de aangepaste Wiimote.

Gedurende deze metingen wordt er met twee filmcamera's gefilmd vanuit twee aanzichten.

De eerste camera zal achter de gebruiker opgesteld worden zodat er van dorsaal op het frontale vlak gefilmd wordt. Dit resulteert ook tot zicht op het beeldscherm zodat de spelresultaten gefilmd worden.

De plaatsing van de tweede camera hangt af van de links- of rechtshandigheid van de gebruiker.

De camera zal filmen aan de kant van de hand waarin de controller zich bevindt. Ook wanneer de aangepaste controller gebruikt wordt, zal deze kant gefilmd worden. Hierdoor wordt er van lateraal op het sagittale vlak gefilmd.

Het filmen heeft als doel het berekenen van de effectieve speeltijd.

Variabelen/Instelbaarheden:

Tijdens de therapie wordt er door de therapeut van originele Wiimote naar aangepaste Wiimotes gewisseld. Deze zullen voor aanvang van de therapie al aan de Nintendo Wii verbonden worden. Hierdoor is het wisselen tijdens de metingen gereduceerd tot het overpakken van verschillende Wiimotes.

Indien er van rechts- naar linkshandige wordt gewisseld, zal de tweede camera eerst verplaatst moeten worden voordat de therapie kan beginnen.

Benodigdheden:

2x Digitale filmcamera met statief

Nintendo Wii console met aansluitaccessoires;

Voedingsadapter, scart-kabel, infrarood ontvanger

Klassieke Wiimote

Aangepaste Wiimote

8x volle AA Batterijen

Televisie met aansluiting

Aantal metingen:

Er worden vier gebruikers gefilmd die allen twee keer tien minuten oefeningen doen.

Alleen tijdens deze oefeningen staan de camera's aan.

In totaal zijn er aan het eind van de event recording daarom acht films van tien minuten.

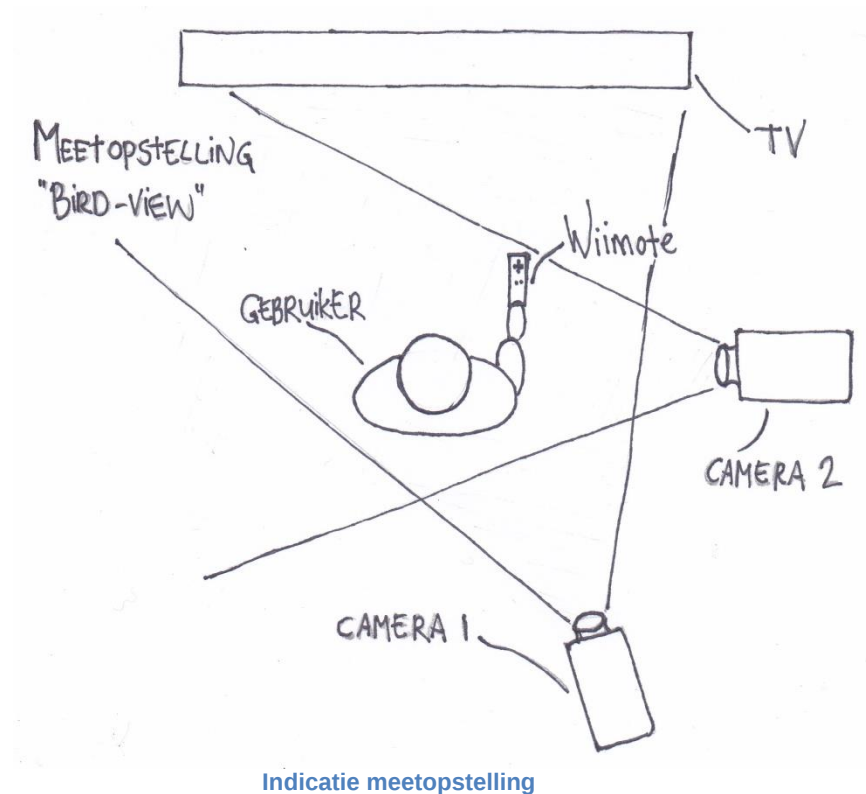
Meetopstelling:

N.B. De opstelling in de figuur geeft een indicatie van de opstelling.

Dit betekent dat de camera's 1 en 2 tijdens het filmen niet noodzakelijkerwijs op de plek staan zoals in de figuur.

Tijdens het instellen op de locatie zelf zullen de camera's op de juiste afstand geplaatst worden.

De juiste afstand betekend ver genoeg zodat ze niet in de weg staan en dichtbij genoeg zodat het opnamebeeld scherp en helder is.



Bijlage IV – Gedetailleerde meetresultaten event recording

Proefpersoon 1

1. A. Wii Bowling met originele Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 00:20 – 4:50 = 4.30 minuten voor 9 worpen
= 30.00 seconden voor 1 worp

Worp	Punten	Opmerkingen	Hoek AC	Hoek B
1	0	Wiimote schiet los, maar kan net vasthouden	81	123
2	3	Wiimote schiet los	73	113
3	3		83	91
Mis	2x	B-knop fout		
4	5		85	123
Mis	2x	B-knop fout		
Mis		Wiimote schiet los		
5	7		92	115
Mis	4x	B-knop fout		
6	1		115	111
Mis		Wiimenu knop ingedrukt, leidt wel tot worp		
7	1		44	88
Mis	2x	B-knop fout		
8	0		101	113
Mis	8x	B-knop fout		
9	7		104	128
10	3	(spare) Vervalt, gooi met rechts	101	89
Gemiddelde:			86.44	111.67

9 worpen, totaal 27 punten, 3.00 punten per worp, 20 missers, 2.22 missers per worp=69%

1. B. Wii Bowling met aangepaste Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 00.10-06.30 = 6.20 minuten voor 16 worpen
= ~23.75 seconden voor 1 worp

Worp	Punten	Opmerkingen	Hoek AC	Hoek B
Mis		B-knop fout		
1	1		50	108
Mis	5x	B-knop fout		
2	0	Hulp van therapeut	114	144
3	3		109	158
4	4		101	137
5	0		88	119
6	6		101	120
Mis		B-knop fout		
7	8		114	144
8	0		51	94
9	4		106	129
10	5		101	148
Mis		B-knop fout Afgeleid – geen concentratie		
11	1		79	143
12	7		102	128
13	6		86	121
14	0		99	143
15	6		89	136
Mis 2x		B-knop fout Weer afgeleid		
16	0		106	139
Gemiddelde			93.50	131.94

16 worpen, totaal 51 punten, ~3.19 punten per worp, 10 missers, 0.63 missers per worp=38%

Proefpersoon 2

2. A. Wii Bowling met originele Wiimote

Gemeten vanaf 1 ^e keer goed vast		00:00 – 3:50	= 3.50 minuten voor 6 worpen = ~28.8 seconden voor 1 worp	
Worp	Punten	Opmerkingen	Hoek AC	Hoek B
1	0	Wiimote schiet los	121	124
2	0	Wiimote schiet los	136	117
3	7	Zeer langzame worm	151	122
Mis		B-knop fout		
Mis		B-knop fout en wegschieten Wiimote		
4	10	Strike!	116	133
Mis	2x	B-knop fout		
Mis	6x	B-knop fout en wegschieten Wiimote		
5	9	Met rechts, vervalt dus		
Mis		B-knop fout		
6	0		134	132
Mis		Wegschieten Wiimote		
Mis		B-knop fout		
Mis		Wegschieten Wiimote		
Mis	4x	B-knop fout		
Mis	2x	B-knop fout en wegschieten Wiimote		
7	0	Met rechts, vervalt dus		
8	0	Wiimote schiet los	112	148
Gemiddelde:			128.33	129.33
6 worpen totaal, 17 punten, ~2,8 punten per worp, 20 missers, 3.33 missers per worp=77%				

2. B. Wii Bowling met aangepaste Wiimote

Gemeten vanaf 1 ^e keer goed vast		00.30-05.50	= 5.20 minuten voor 18 worpen = ~17.8 seconden voor 1 worp	
Worp	Punten	Opmerkingen	Hoek AC	Hoek B
1	0		138	136
2	7		111	146
3	6		146	135
4	1		128	118
5	7		126	143
Mis		B-knop fout		
6	1		114	138
Mis		B-knop fout		
7	0		124	141
8	7		91	125
Mis		B-knop fout		
9	7		128	123
10	0		112	103
11	8		111	144
12	1		106	153
Mis		B-knop fout		
13	9		117	148
14	0		127	127
Mis	2x	B-knop fout		
15	3		138	111
Mis		B-knop fout		
16	0		99	64
Mis		B-knop fout		
17	6		126	152
18	0		113	146
Gemiddelde:			114.17	130.72
18 worpen totaal, 63 punten, ~3,5 punten per worp, 8 missers, 0.44 missers per worp=31%				

Proefpersoon 3

3. A. Wii Bowling met originele Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 02:50 – 05:25 = 2.35 minuten voor 16 worpen
= ~9.7 seconden per 1 worp

Worp	Punten	Opmerkingen	Hoek AC	Hoek B
1	10	Strike!	91	137
2	7		96	136
3	0		89	135
4	10	Strike 2!	94	126
5	7		108	136
6	2		76	133
7	10	Strike 3!	71	134
8	9		90	137
Mis		B fout		
9	1		96	136
10	7		78	138
Mis		B fout		
11	0		82	126
12	10	Strike 4!	86	151
13	7		79	144
14	2		67	135
15	9		81	143
16	1	Spare	108	140
Gemiddelde:			87.00	136.69

16 worpen totaal, 92 punten, ~5.8 punten per worp, 2 missers, 0.13 missers per worp=11%

3. B. Wii Bowling met aangepaste Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 00.00-06.00 = 6.00 minuten voor 14 worpen
= ~25.7 seconden per 1 worp

Worp	Punten	Opmerkingen	Hoek AC	Hoek B
Mis	2x	B-fout		
1	7		79	144
2	2		69	149
Mis	5x	B-fout		
3	7		78	136
Mis	3x	B-fout		
4	2		8	163
Mis		B-fout		
5	7		-23	168
Mis	3x	B-fout		
6	3	Spare!	72	138
Mis	7x	B-fout		
7	7		84	146
Mis		B-fout		
8	1		55	138
9	7		68	135
10	2		44	96
11	7		78	143
12	2		82	124
Mis		B-fout		
13	7		40	131
14	2		70	137
Gemiddelde:			57.43	139.14

14 worpen totaal, 63 punten, ~4.5 punten per worp, 23 missers, 1.64 missers per worp=62%

3. C. Wii Golf met originele Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 00:40 – 4:15 = 3.35 minuten voor 18 slagen
= ~11.9 seconden voor 1 slag

<i>Slag</i>	<i>Opmerkingen</i>
Mis	A fout
1.1	Goed, maar iets te hard
1.2	Goed, maar iets te hard
1.3	Goed, maar iets te hard
1.4	Goed, maar iets te hard
1.5	Goed, maar iets te hard
Mis	A fout
Mis	A fout
1.6	Goed, maar iets te hard
1.7	Goed, maar iets te hard
1.8	Goed, maar iets te hard
1.9	Goed
1.10	Goed. Geput met een score van +6
2.1	Goed, maar heel zacht
2.2	Goed, maar iets te hard
2.3	Goed, maar iets te hard
2.4	Goed, hele goede snelheid
2.5	Goede snelheid
2.6	Veel te hard
2.7	Veel te hard
2.8	Zeer goed, maar spel is voorbij door te veel slagen.
Totaal 3 missers	

3. D. Wii Golf met aangepaste Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 00:15 – 2:50 = 2.35 minuten voor 9 slagen
= ~17.2 seconden voor 1 slag

<i>Slag</i>	<i>Opmerkingen</i>
1.1	Perfekte snelheid
1.2	Iets te zacht
1.3	Iets te zacht
1.4	Te zacht
1.5	Te zacht
1.6	Goed
1.7	Te hard
1.8	Perfekte slag Opmerking therapeut: Het lijkt of de snelheid beter beheerst kan worden
1.9	Perfekte slag, baan geput
Totaal geen missers	

Proefpersoon 4

4. A. Wii Bowling met originele Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 01:50 – 05:00 = 3.10 minuten voor 10 worpen
= ~19 seconden per 1 worp

LET OP! Wii bowling met de originele Wiimote was onmogelijk. Dit zijn de behaalde resultaten met behulp van de onaangedane kant:

<i>Worp</i>	<i>Punten</i>	<i>Opmerkingen</i>	<i>Hoek AC</i>	<i>Hoek B</i>
1	0	Met behulp van therapeut	36	90
2	4	Met behulp van links	58	112
3	0	Met behulp van links	53	162
4	3	Met behulp van links	94	168
5	3	Met behulp van links	84	162
6	3	Met behulp van links	88	167
Mis		B-fout		
7	8	Met behulp van links	57	169
8	1	Met behulp van links	44	154
9	9	Met behulp van links	65	153
10	0	Met behulp van links	52	169
Gemiddelde:			63.10	150.60

10 worpen totaal, 31 punten, ~3.1 punten per worp, 1 misser, 0.1 missers per worp=10%

4. B. Wii Bowling met aangepaste Wiimote

Gemeten vanaf 1^e keer goed vast 00.25-01.20 = 6.00 minuten voor 17 worpen
02.00-04.45
05.25-08.00 = ~22.1 seconden per 1 worp

<i>Worp</i>	<i>Punten</i>	<i>Opmerkingen</i>	<i>Hoek AC</i>	<i>Hoek B</i>
1	0	Zonder extra bevestiging aan hand	52	100
2	4	Zonder extra bevestiging aan hand	53	90
Mis	2x	B-fout		
3	1	Met bevestigingsband vanaf deze gooi	71	119
Mis	2x	B-fout		
4	8		49	148
Mis	2x	B-fout		
5	5		59	155
6	1		72	156
7	0		84	133
8	1		75	142
9	6		26	158
10	0		72	161
11	0		78	152
12	8		119	153
13	6		112	152
Mis	2x	B-fout		
14	0		80	143
Mis		B-fout		
15	0		72	136
Mis	3x	B-fout		
16	0		114	138
Mis	2x	B-fout		
17	7		121	132
Gemiddelde:			77.00	139.29

17 worpen totaal, 47 punten, ~2.8 punten per worp, 24 missers, 1.41 missers per worp=59%