

2013•2014
FACULTEIT WETENSCHAPPEN
master in de informatica

Masterproef
The social rehabilitation world

Promotor :
Prof. dr. Karin CONINX

Copromotor :
Prof. dr. Kris LUYTEN

De transnationale Universiteit Limburg is een uniek samenwerkingsverband van twee universiteiten in twee landen: de Universiteit Hasselt en Maastricht University.



Universiteit Hasselt | Campus Hasselt | Martelarenlaan 42 | BE-3500 Hasselt
Universiteit Hasselt | Campus Diepenbeek | Agoralaan Gebouw D | BE-3590 Diepenbeek

Sebastiaan Steensels
Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de informatica



Maastricht University

2013•2014
FACULTEIT WETENSCHAPPEN
master in de informatica

Masterproef

The social rehabilitation world

Promotor :
Prof. dr. Karin CONINX

Copromotor :
Prof. dr. Kris LUYTEN

Sebastiaan Steensels
Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de informatica

Abstract

Deze masterproef onderzoekt of sociale revalidatiegames bijdragen aan het vergroten van het fysisch, psychisch en sociaal welbevinden bij personen met een neurologische aandoening (e.g. Multiple Sclerose). Deze thesis introduceert een aantal belangrijke begrippen rond neurorevalidatie (met name Multiple Sclerose, Quality of Life, serious games en revalidatiegames), de theoretische denkkaders en een overzicht van gerelateerd werk.

Gedurende deze masterproef is er een systeem ontwikkeld voor de MS-patiënt en zijn therapeuten en Facebookvrienden. Het volledige systeem is opgedeeld in twee aparte omgevingen. Zo is er ten eerste een webapplicatie ontwikkeld die therapeuten kunnen aanwenden om belangrijke gegevens van hun patiënten op te vragen en eventueel te wijzigen. In deze omgeving kan de therapeut nauwgezet de vooruitgang van de patiënt volgen aan de hand van een aantal statistisch gemeten gegevens. Daarnaast laat de omgeving toe dat Facebookvrienden van de patiënten verschillende soorten beloningen kunnen sturen ter motivatie van hun bevriende patiënt. Deze beloningsobjecten zijn opgesteld om het sociaal welbevinden van patiënten te bevorderen. De tweede omgeving omvat een revalidatieapplicatie voor patiënten. Door middel van arm- en handbewegingen kunnen patiënten revalidatiespellen aanwenden in een uitgebreid concept dat opgebouwd werd rond het thema ruimtevaart.

In deze masterproef wordt uitgebreid het concept en doel van het systeem besproken. Vervolgens gaan we dieper in op de implementatie (e.g. voornaamste gebuikte technologieën en getrainde bewegingen in de spelen en het systeem) en bespreken we enkele belangrijke ontwerpkeuzes. Het resultaat van deze thesis is geëvalueerd door therapeuten, die het revalidatieproces van mensen met Multiple Sclerose begeleiden. We bespreken de resultaten van deze usability test met de therapeuten en evalueren hoe we het systeem nog verder kunnen optimaliseren.

Ten slotte concluderen we deze thesis met een aantal aanbevelingen voor verder onderzoek en onze bevindingen rond de bijdrage van sociale aspecten aan de motivatie en therapietrouw van patiënten.

Voorwoord

Het realiseren van deze masterproef was een omvangrijke opdracht, die ik nooit zonder de hulp van bepaalde personen had kunnen voltooien. Daarom wil ik graag een woord van dank richten aan alle personen die de realisatie van deze masterproef mogelijk gemaakt hebben.

Als eerste wil ik mijn promotor prof. dr. Karin Coninx bedanken voor het begeleiden van mijn masterproef. Ook mijn co-promotor prof. dr. Kris Luyten wil ik danken voor zijn ondersteuning. Daarnaast wil ik de begeleiders Marijke Vandermaesen, Tom De Weyer en Karel Robert bedanken voor begeleiding en kritische feedback, die ervoor gezorgd hebben dat ik tot dit resultaat gekomen ben.

Vervolgens wil ik de therapeuten bedanken die hun medewerking verleenden aan dit onderzoek. Dankzij hun bijdragen kreeg ik een gefundeerde evaluatie vanuit het perspectief van het revalidatieproces en de huidige therapie.

Ten slotte wil ik mijn vriendin Liesbeth Abrahams en mijn ouders bedanken voor hun niet-aflatende steun tijdens de opleiding en de feedback op mijn masterproef.

Inhoudsopgave

Abstract.....	1
Voorwoord	3
Inhoudsopgave.....	5
Lijst van figuren.....	9
Lijst van tabellen	11
1 Inleiding.....	13
1.1 Multiple Sclerose.....	14
1.2 Quality of Life (QoL)	16
1.3 Serious games	18
1.3.1 Omschrijving begrip	18
1.3.2 Meerwaarde van serious games	19
1.3.3 Mogelijke domeinen van serious games.....	19
1.3.4 Revalidatie games	21
1.4 Onderzoekshypotheses.....	23
2 Gerelateerd werk	25
3 Concept	29
3.1 Aandachtspunten	29
3.2 Doel	30
3.3 Toepassingen.....	30
3.3.1 Vormgeving	30
3.3.2 Account types.....	31
3.3.3 Revalidatie toepassing	32
3.3.4 Controle- en beloningstoepassing	44

4	Implementatie.....	49
4.1	Doelgroep.....	49
4.2	Technologieën.....	49
4.2.1	Leap Motion	49
4.2.2	XML	52
4.2.3	MySQL	55
4.3	Bewegingen.....	57
4.3.1	Horizontale beweging	57
4.3.2	Verticale beweging.....	58
4.3.3	Hand spreiden en knijpen	59
4.3.4	Pols draaien.....	59
4.3.5	Sturen met 2 handen	60
4.3.6	Vliegen.....	61
4.3.7	Selecteren	61
4.3.8	Terugkeren	62
5	Evaluatie.....	63
5.1	Expert reviews.....	64
5.2	Usability tests.....	65
5.2.1	Verloop tests	65
5.2.2	Conclusie verloop tests	66
5.2.3	Resultaten tests.....	67
6	Discussie.....	71
6.1	Resultaten onderzoek	71
6.2	Beperkingen en aanbevelingen voor verder onderzoek.....	72
7	Conclusie	75
8	Referentielijst.....	77
9	Bijlages	87

9.1	Bijlage 1: Gebruikerstest therapeuten.....	87
9.2	Bijlage 2: Vragenlijst.....	88

Lijst van figuren

Figuur 1: Profiel selecteren	33
Figuur 2: Gezondheid planeet.....	34
Figuur 3: Structuur zonnestelsel	34
Figuur 4: Zonnestelsel.....	34
Figuur 5: Planeet	35
Figuur 6: Kalibratie revalidatiespel	37
Figuur 7: Revalidatiespel.....	37
Figuur 8: Resultaat revalidatiespel.....	37
Figuur 9: Hand buiten bereik	39
Figuur 10: Object cursor.....	40
Figuur 11: Bewegingen revalidatiespelen.....	41
Figuur 12: Beloningssysteem	42
Figuur 13: Beloningsobjecten	43
Figuur 14: Opstelling	43
Figuur 15: Patiënt selecteren	45
Figuur 16: Revalidatiespel beheren	46
Figuur 17: Beloningen sturen.....	48
Figuur 18: Leap Motion Sensor	51
Figuur 19: UML diagram.....	56
Figuur 20: Systeem communicatienetwerk	57
Figuur 21: Horizontale abductie beweging.....	58
Figuur 22: Verticale anteflexie beweging	58
Figuur 23: Hand spreid en knijp beweging.....	59
Figuur 24: Pols draaibeweging.....	60
Figuur 25: Sturen met 2 handen beweging.....	61
Figuur 26: Selectie beweging	61
Figuur 27: Terugkeerbeweging	62
Figuur 28: MuiCSer process framework.....	64
Figuur 29: Usability tests.....	66

Lijst van tabellen

Tabel 1: Domeinen QoL.....	17
Tabel 2: Account types.....	31
Tabel 3: Revalidatiespelen	41
Tabel 4: Beloningen	42

1 Inleiding

Multiple Sclerose is een chronische aandoening met een onvoorspelbaar karakter en kan leiden tot blijvende fysieke, cognitieve en neurologische beperkingen (Compston & Coles, 2008). Het is niet verwonderlijk dat deze aandoening een zware impact uitoefent op de 'Quality of Life' van deze patiënten (Miller & Dishon, 2006). Patiënten rapporteren in onderzoeken de gevolgen voor hun fysieke, psychische en sociale welbevinden (Aronson, 1997; Gulick, 1997; Morales-González, Benito-León, Rivera-Navarro, & Mitchell, 2004). Adequate en intensieve therapie is aangewezen om de fysieke beperkingen zoveel mogelijk onder controle te houden. Deze bewegingsoefeningen worden best uitgevoerd onder toezicht van een therapeut. Het is echter niet altijd een eenvoudige opdracht voor de patiënt om de bewegingsoefeningen te blijven volhouden.

Deze masterproef sluit aan bij het onderzoek van het Expertise centre for Digital Media (EDM) naar technologie-ondersteunde revalidatiesystemen en serious games voor neurorevalidatie. Het doel van deze masterproef is om een spelconcept voor MS-patiënten te ontwikkelen dat bijdraagt aan het fysiek welbevinden en aan gezamenlijke doelen in de sociale wereld. De patiënten kunnen op deze manier hun dagelijkse bewegingen trainen met behulp van een reeks motiverende single-player trainingsgames met een Leap Motion. De uitdaging van deze masterproef is om de specifieke eigenheid en beperkingen van de patiënten in rekening te brengen. Verder trachten we een sociaal aspect te integreren waardoor een andere groep gebruikers, onder andere vrienden of familieleden, een positieve bijdrage kunnen leveren om de motivatie van de patiënt te bevorderen. Met deze spelconcepten hopen we te realiseren dat patiënten gemotiveerd blijven om intensief te trainen.

1.1 Multiple Sclerose

Multiple Sclerose (MS) is een chronische, progressieve auto-immuunziekte van het centrale zenuwstelsel, met name de hersenen en het ruggenmerg. De naam 'Multiple Sclerose' refereert naar 'plaques' bestaande uit littekenweefsel die op diverse (multiple) plekken in het centraal zenuwstelsel kunnen voorkomen. De prevalentie van MS-patiënten in Europa bedraagt 0,1% (Compston & Coles, 2008).

De exacte oorzaak van MS is tot op heden nog niet achterhaald. Deze aandoening zou veroorzaakt zijn door een auto-immuunreactie waarbij eigen afweercellen de bloed-hersenbarrière doorbreken. De bloed-hersenbarrière scheidt normaalgezien de hersenen van bloed waardoor de immuuncellen uit het bloed geen ontstekingen kunnen veroorzaken. Bij MS functioneert de bloed-hersenbarrière niet goed wat maakt dat een type van afweercellen, de T-lymfocyten, toch de bloed-hersenbarrière binnendringen. Deze T-lymfocyten zullen niet enkel lichaamsvreemde stoffen, maar ook lichaamseigen myeline aanvallen en vernietigen. Myeline is een vetachtige, witte stof die de zenuwvezels isoleert en zorgt dat zenuwprikkels op een goede manier geleid worden. In de beginfase van MS is het lichaam nog in staat om de uitval en demyelinisatie op te vangen en de myelinelaag te herstellen. Wanneer de ontstekingsperiode oftewel 'opstoot', 'relapse', 'terugval' of 'exacerbatie' voorbij is, nemen de klachten terug af. Vanaf een bepaald punt kan dit proces echter niet meer plaatsvinden omdat de opstoot te grote beschadigingen veroorzaakt, waardoor de zenuwbanen littekens oftewel plaquevorming (harde plekken) ontwikkelen. Hierdoor zullen blijvende storingen in de informatieoverdracht tussen prikkels optreden (Rejdak, Jackson, & Giovannoni, 2010).

De symptomen van MS variëren afhankelijk van de plaats in het centrale zenuwstelsel waar de ontsteking en afbraak van myeline zich heeft voorgedaan. Het ziektebeeld kan variëren van enkele kleine belemmeringen tot een volledige verlamming met een significante beperking van het dagelijks functioneren tot gevolg. De eerste symptomen treden meestal op vanaf de adolescentie. De patiënten ervaren beperkingen op fysiek, cognitief en emotioneel vlak. De symptomen uiten zich heel divers. Vaak voorkomende symptomen op fysiek vlak zijn vermoeidheid, spierzwakte, spasticiteit, tremoren (d.w.z trillen van de hand), beperkte range of motion en spraakproblemen (Compston & Coles, 2008). Ongeveer de helft van de patiënten met

MS ondervinden intellectuele of cognitieve problemen zoals geheugen-, aandachts- en concentratieproblemen. Dit beperkt hun dagelijks functioneren doordat de koppeling tussen denken, voelen en handelen zeer moeizaam verloopt. Het is daarom ook noodzakelijk om het cognitief vermogen van een patiënt te bestuderen voor de aanvang van de revalidatiegame. Mensen met MS hebben verder ook een grote kans op het ontwikkelen van sociale en emotionele problemen. Hakim et al. (2000) constateerden dat patiënten met MS hun sociale contacten verminderden sinds het optreden van de ziekte.

MS kent een heterogeen ziektebeeld en kan op basis van pathologische en klinische kenmerken onderverdeeld worden in vier subtypes:

- 80 à 85% van de patiënten lijden aan *Relapsing-Remitting MS*. Zij ervaren opstoten, waarbij nieuwe symptomen optreden, die op termijn deels of volledig weer verdwijnen.
- Indien er zich weinig opstoten voordoen, maar er geleidelijk nieuwe symptomen optreden die niet meer verdwijnen, evolueert de ziekte naar *Secundair Progressieve MS*.
- *Primair Progressieve MS* komt bij 15 tot 20% van de patiënten voor. Bij deze patiënten is er sprake van een progressieve neurologische achteruitgang met symptomen die niet meer verdwijnen.
- *Patiënten met Relapsing progressieve MS* krijgen te kampen met een geleidelijke achteruitgang in combinatie met opstoten. Slechts een minderheid van de patiënten ressorteert onder dit subtype.

Binnen deze types kan het ziekteverloop sterk variëren afhankelijk van patiënt tot patiënt (Lublin & Reingold, 1996).

Er is tot op heden nog geen interventie die de chronische aandoening kan genezen. Patiënten kunnen medicatie innemen om pijnsymptomen te bestrijden en het ziekteverloop af te remmen, maar het is niet mogelijk om het beperkingsproces tegen te houden of om te keren. Ook kinesitherapie is aangewezen om te werken rond mobiliteit en conditie. Een multidisciplinaire aanpak levert de beste resultaten op lange termijn (Vosoughi & Freedman, 2010).

1.2 Quality of Life (QoL)

MS is, zoals reeds aangehaald, een chronische, progressieve aandoening waarbij doorheen het ziekteverloop steeds meer beperkingen optreden die een enorme weerslag hebben op de QoL. Onderzoekers stelden vast dat MS-patiënten een verminderde levenskwaliteit aangeven ten opzichte van andere patiëntengroepen (Hermann et al., 1996).

Hoewel er momenteel geen eenduidige definitie voor het begrip QoL bestaat, definieert een consensus over het concept vier basisprincipes. QoL is ten eerste een *multidimensioneel* begrip dat beïnvloed wordt door een geheel van persoonlijke en omgevingsfactoren zoals bijvoorbeeld fysiek welzijn (individuele perceptie van lichamelijke staat), psychisch welzijn (individuele perceptie van de cognitieve en affectieve staat) en sociaal welzijn (individuele perceptie van interpersoonlijke relaties en sociale rollen) (Lobentanz et al., 2004; Sirgy et al., 2006). Er zijn verschillende domeinen die gelinkt zijn aan het brede geheel waarop het begrip betrekking heeft. Onderzoekers besluiten dat volgende 8 domeinen en hun deelaspecten van invloed zijn (Schalock, 2004).

QoL-domein	Deelaspecten
Emotioneel Welbevinden	Voldoening (tevredenheid, stemming, plezier) Zelfconcept (identiteit, zelfwaardering) Vrijheid van stress (voorspelbaarheid, controle)
Sociale relaties	Interacties (sociale netwerken, sociale contacten) Relaties (familie, vrienden, leeftijdsgenoten) Ondersteuning (emotioneel, fysiek, financieel, advies)
Materieel welbevinden	Financiële status (inkomen, voordelen) Arbeid (werkstatus, werkomgeving) Woonplaats (type van residentie, eigenaarschap)
Persoonlijke ontwikkeling	Onderwijs (prestaties, status) Persoonlijke competentie (cognitief, sociaal, praktisch) Prestaties (succes, realisaties, productiviteit) Vrije tijd (hobby's)

Fysiek welbevinden	Gezondheid (functioneren, symptomen, fitheid, voeding) ADL (zelfredzaamheid, mobiliteit)
Zelfbepaling	Autonomie (persoonlijke controle, onafhankelijkheid) Persoonlijke doelen en waarden (wensen, verwachtingen) Keuzes (mogelijkheden, opties, voorkeuren)
Maatschappelijke participatie	Maatschappelijke integratie en participatie Rollen (bijdrage, vrijwilliger) Ondersteuning (ondersteuningsnetwerk, diensten)
Rechten	Mensenrechten (respect, waardigheid, gelijkheid) Burgerrechten (burgerschap, toegankelijkheid)

Tabel 1: Domeinen QoL

Ieder domein kan verder geoperationaliseerd worden in verschillende indicatoren. Dit zijn de percepties, condities en gedragingen die een indicatie geven van de patiënt zijn QoL (Verdugo, Schallock, Keith, & Stancliffe, 2005). Om deze indicatoren of subthema's te meten bij personen zijn er QoL-vragenlijsten die nauwkeurig onderzoek leveren uit een representatieve steekproef. Voorbeelden van vragenlijsten zijn de Quality of Life Questionnaire (QOLQ; Schallock & Keith, 1993) en de Comprehensive Quality of Life Scale (ComQoL; Cummins, 1997).

QoL is ten tweede een breed, holistisch begrip dat focust op een ruime waaier aan aspecten die mogelijk voor de betrokkene al dan niet belangrijk kunnen zijn. Holistisch impliceert dat alle aspecten van de leefwereld van de patiënt in acht genomen moeten worden. Indien het doel is om QoL te bevorderen is het bijgevolg noodzakelijk om de verschillende levensdomeinen te betrekken en zicht te krijgen op de ondersteuningsnaden die op elk domein van belang zijn. QoL bestaat uit *dezelfde componenten* voor iedereen, maar er zijn *intra- en interindividuele verschillen*. De verschillende domeinen zijn gemeenschappelijk voor ieder van ons, ongeacht cultuur, geslacht,... Vandaar worden ze als universele concepten aangeduid. Toch kan het belang, de waarde of invulling die iedere persoon of cultuur aan een bepaald domein geeft, verschillend zijn. QoL bestaat ten derde uit een *subjectief en objectief component*. QoL wordt zowel door objectieve (vb.: hebben van een eigen woonst) als subjectieve

indicatoren (vb.: tevredenheid over huisvesting) bepaald, toch is het hoofdzakelijk een subjectief concept dat peilt naar de individuele perceptie en perspectieven van een persoon. Er wordt dus bestudeerd wat een persoon in zijn leven als belangrijk acht. De persoonlijke waarden, doelen en verwachtingen in combinatie met het referentiekader zijn hierbij doorslaggevend. Een belangrijke kanttekening is dat de basisbehoeftes van een persoon vervuld moeten zijn. QoL wordt ten slotte positief beïnvloed door *autonomie, hulpbronnen, een levensdoel* en het *gevoel van verbondenheid*. Er dient tegemoet gekomen te worden aan de individuele behoeften en noden van de persoon en hij moet de mogelijkheid krijgen om aspecten in zijn leven die betekenisvol zijn te behouden of optimaliseren en negatieve aspecten te verbeteren. De persoon moet daarom controle kunnen uitoefenen op zijn leven en zelfstandig keuzes kunnen maken. Ook is een volwaardig burgerschap belangrijk, wat betekent dat betekenisvolle anderen een belangrijke bron van steun kunnen zijn.

1.3 Serious games

1.3.1 Omschrijving begrip

Serious games worden volgens Kapp (2012, p. 15) gedefinieerd als

“An experience designed using game mechanics and game thinking to educate individuals in a specific content domain... These folks approach the serious game as a noble use of game mechanics and a way to engage and interact with learners”.

Serious games zijn dus meestal digitale games die naast het entertainmentkarakter, eerder andere doeleinden voor de gebruiker voor ogen hebben zoals bijvoorbeeld educatie, training en sociale verandering (Michael & Chen, 2006; Peng, Lee, & Heeter, 2010). Ze zijn in dit opzicht verschillend van de traditionele games, waarbij de klemtoon hoofdzakelijk op entertainment ligt. Idealiter moeten serious games een goede balans tussen de entertainmentwaarde en het gekozen doeleinde voorzien. Een ander onderscheid tussen serious en traditionele games, is dat serious games ontworpen worden voor een specifieke doelgroep met specifieke noden. Toch zijn er ook overeenkomsten tussen de twee soorten games. Een verhaal, gameplay, visualisatie en interface zijn enkele karakteristieken die in beide games aanwezig moeten zijn (Egenfeldt-Nielsen, 2005; Bergeron, 2006). Recent gaat er voornamelijk in de

academische wereld veel aandacht naar serious games omdat de vraag naar wetenschappelijk onderbouwd onderzoek hiervan belangrijk is (Ritterfeld et al., 2009). Onderzoekers erkennen immers de toegevoegde waarde van serious games voor het verbeteren van het fysieke en cognitieve welbevinden bij patiënten en het biedt hierdoor dus een aanzienlijk therapeutisch voordeel (Watters et al., 2006).

1.3.2 Meerwaarde van serious games

Zoals bij traditionele games geven serious games de mogelijkheid een spelconcept te ontwerpen met ruimte voor de persoonlijke inbreng van de designer, een visuele aantrekkelijkheid en een hoge kosteneffectiviteit.

Serious games zijn relevant voor de praktijk doordat de gebruikers plezier ontleen aan het spelen van het spel. Serious games dragen bij aan de behoefte tot competentie, het aangaan van uitdagingen en de autonomie om het spel al dan niet te spelen. Dit bevordert de intrinsieke motivatie van de gebruiker. Intrinsieke motivatie houdt in dat ze het spel zullen spelen omdat de activiteit hen aanzet om ermee verder te gaan. Dit levert de beste resultaten op lange termijn, omdat er meer kans bestaat dat de gebruiker het spel zal blijven volhouden (Kato, 2010).

Ook is er vanuit wetenschappelijk onderzoek evidentie voor het gebruik van serious games. Primack et al. (2012) concludeerden dat serious games in alle leeftijdscategorieën effectief kunnen zijn.

Toch blijken er verschillen naargelang het gezondheidsgebied. Therapeutische games (zoals revalidatie- of psychologische games) blijken het meest effectief. Het gebruik van games voor zelfzorg bij chronische ziektes zijn daarentegen het minst effectief.

1.3.3 Mogelijke domeinen van serious games

Serious games zijn terug te vinden in verschillende soorten domeinen. Zo zijn er enkele domeinen beschreven waaronder deze games kunnen ressorteren (Michael & Chen, 2006).

Als eerste is er een domein van games die hoofdzakelijk low-cost simulaties bevat. Militaire diensten maken al jaren gebruik van verschillende technologische games om hun officieren militaire vaardigheden bij te brengen of te onderhouden. Een voorbeeld is dat gevaarlijke situaties nagebootst kunnen worden door het gebruik van deze games.

Dit biedt een meerwaarde vermits oefeningen met diverse hulptroepen vaak duur zijn (Grossman, 2005).

Vervolgens zijn er ook educatieve games die door de toenemende groei van de technologie en vraag ervan de laatste jaren enorm gestegen zijn. Verschillende scholen gebruiken tabletcomputers in plaats van boeken (Strakera et al., 2008). Een meerwaarde is dat het leerproces niet beperkt blijft tot de schoolbanken maar dat ook vanuit andere locaties gebruikers extra kennis kunnen vergaren bij het spelen van educatieve games. In combinatie met een hoog entertainmentgedeelte zorgt dit ervoor dat de gebruikers blijven opteren om educatieve games te gebruiken.

Vervolgens is er ook nog het domein van overheidsgames waarbij zowel op gemeentelijk al nationaal niveau serious games taken vergemakkelijken van verschillende overheidsorganisaties zoals de politie of de brandweer. Door middel van verschillende simulaties kunnen kritische problemen verholpen worden en overheidsorganisaties bijgestuurd worden. Het zorgt vervolgens voor een kosten- en tijdsbesparing.

Als vierde domein gebruiken bedrijven serious games voor verschillende doeleinden. Ze proberen serious games te integreren om de kosten te drukken. Zo worden bijscholingen niet meer in klaslokalen gegeven door een andere werknemer, maar kunnen werknemers of stagiairs zelf aan de slag met corporate games.

Ten slotte zijn ook nog gezondheidszorggames die de meeste overeenkomsten vertonen met deze thesis. Ben Sawyer, de mede oprichter van de Serious Games, verwacht dat de komende jaren in het domein van de gezondheidszorg de serious games het sterkst zullen toenemen. Het gebruik van games in deze sector kan een groot effect opleveren. Het opsporen en reduceren van medische klachten zal hierdoor sneller en gemakkelijker verlopen. Verschillende toepassingen zijn al ontwikkeld zoals 'physical fitness Dance Dance Revolution' waarbij patiënten met een dance-pad hun klachten kunnen reduceren (De Maria, 2006). Maar ook trainingstoepassingen voor artsen worden populair om bijvoorbeeld ADHD op te sporen. Uiteindelijk blijven er nog altijd verschillende uitdagingen in de gezondheidszorg waarvoor deze technologie een oplossing kan bieden.

1.3.4 Revalidatie games

Revalidatiegames kunnen verschillende vaardigheden (o.a. motorische, cognitieve en sociale) geïntegreerd trainen. Het continu voorzien van feedback is van uiterst belang om de patiënt een goede begeleiding te garanderen en te anticiperen en focussen op zijn bewegingen.

1.3.4.1 Meerwaarde

Er zijn een aantal belangrijke voordelen verbonden aan revalidatiegames. Ten eerste zijn metingen te visualiseren door het inbouwen van feedback. Een revalidatiegame kan de patiënt feedback geven over zijn vooruitgang (Dweck, 1986). Daarnaast kunnen verschillende bewegingen objectief gemonitord worden volgens uitvoeringstijd, het aantal herhalingen, de bewegingsafstand en de krachtniveaus. De therapeuten kunnen de metingswaarde interpreteren en blijven zo op de hoogte van individuele vorderingen van de patiënt. Wanneer een meting afwijkingen vertoont, kan de therapeut ingrijpen op gepaste wijze.

Ten tweede engageren de revalidatiegames de patiënt waardoor de therapietrouw zal vergroten. Therapietrouw is het gewillig opvolgen van een behandeling van een therapeut of dokter door de patiënt. De therapietrouw is een belangrijke voorwaarde voor het slagen van de behandeling (Van Onzenoort, 2012). De patiënt kan na iedere korte sessie feedback ontvangen, waardoor hij het spel zal blijven volhouden (Gee, 2003). De therapeut moet hierdoor de patiënt niet continu motiveren om door te zetten bij moeilijkere oefeningen en kan hierdoor dus meer aandacht besteden aan het geven van kwalitatieve feedback over de bewegingen en houding van de patiënt.

Tot slot is de personalisatie van de behandeling een meerwaarde, wat inhoudt dat de oefening kan aangepast worden aan de individuele mogelijkheden en beperkingen van de patiënt en de bijhorende zorgcontext. Het spelniveau kan manueel door de behandelende therapeut of automatisch door het trainingssysteem ingesteld worden naargelang de vooruitgang van de gebruiker zijn vaardigheden, zodat hij op zijn eigen niveau kan trainen en gerichte feedback ontvangt.

1.3.4.2 Revalidatie games binnen een therapie

Technologie-ondersteunde revalidatie games kunnen aangewend worden tijdens het revalidatieproces want ze zorgen ervoor dat de patiënten hun oefeningen graag blijven continueren (Walter & GreenLeaf, 2001). Deze revalidatiegames zijn een combinatie van verschillende aspecten. Het verschil tussen traditionele oefeningen en revalidatiegames is dat een patiënt na lang oefenen meer gefocust is op het spel en minder op de problematiek. Traditionele oefeningen zijn meestal therapieoefeningen die zijn opgesteld door een therapeut of andere betrokken personen binnen een therapie. Er wordt echter hoofdzakelijk gebruik gemaakt van simpele oefeningen om de revalidatie te bevorderen. Op deze manier kan de therapeut de patiënt helpen om zijn dagelijkse activiteiten gemakkelijker uit te voeren en zo hun levenskwaliteit te verbeteren (Yozbatıran et al., 2006).

Revalidatiegames zijn relatief nieuw en komen daarom nog niet veel voor in de praktijk. Dit soort van spelen moeten eerst ethisch correct bevonden zijn vooraleer ze in de praktijk veelvuldig mogen worden gebruikt. De effectiviteit moet hiervoor eerst zijn bewezen. Om deze twee eisen aan te tonen zijn studies noodzakelijk. Het is bekend dat dit soort studies jaren in beslag nemen waarvan enkel de laatste jaren praktische voorbeelden te zien zijn.

Revalidatiegames zijn niet enkel een beloning naast een traditionele behandeling. Door de effectiviteit ervan te bewijzen kunnen gelijkaardige spelen worden ingezet bij thuisrevalidatie. Uit ervaring merken therapeuten immers dat patiënt hun dagelijkse oefeningen niet goed opvolgen omdat ze deze vergeten of geen plezier meer beleven bij het spelen van hun oefeningen. De oorzaak hiervan is grotendeels te wijten aan een gebrek aan computationele sensing in traditionele therapie. Dit wil zeggen dat door middel van algoritmes en richtlijnen op bewegingen van patiënten analyses worden gemaakt tijdens de therapie. Dit kan leiden tot fouten bij het interpreteren van vooruitgang omdat therapeuten niet altijd alles perfect kunnen opvolgen (Burdea, 2002).

1.4 Onderzoekshypotheses

In een eerste onderzoekshypothese ga ik na of technologische revalidatiespelen voor de bovenarm fysiek bijdragen aan het revalidatieproces. Onze belangen in de technologische revalidatie liggen bij de bovenste ledematen (hand en arm) want ongeveer 66% van de aandoeningen bevinden zich in deze regio (van der Lee, 1999).

In een tweede onderzoekshypothese ga ik na of het spelen van technologie-ondersteunde revalidatiespelen zal bijdragen aan het fysiek, psychisch en sociaal welzijn. Revalidatiegames kunnen aangewend worden tijdens de behandeling omdat ze het herstelproces bij patiënten op fysisch, psychisch en sociaal vlak bevorderen. Ze kunnen mensen helpen bij hun fysieke herstel door hen bijvoorbeeld te leren hoe je bepaalde bewegingen op een correcte manier kan uitvoeren. Ook kan het op psychisch vlak goede resultaten teweeg brengen omdat ze plezier kunnen beleven aan de revalidatiegames. Tevens zal hun zelfvertrouwen vergroot worden omdat ze minder afhankelijk worden van hun therapeut. Evenzeer kunnen de revalidatiegame ertoe bijdragen dat patiënten sociale contacten kunnen aanleggen en onderhouden. Het doel van deze masterproef is om een revalidatiesysteem voor MS-patiënten te ontwikkelen waarbij de nadruk zal liggen op het bevorderen van het fysisch, psychisch en sociaal welbevinden. Het systeem dient niet louter bruikbaar te zijn voor de patiënt, maar ook voor zijn directe omgeving zoals therapeuten, familie en vrienden.

De derde onderzoekshypothese betreft dat de motivatie voor zelfstandig oefenen veel groter is bij revalidatiegames.

Tenslotte tracht ik in een vierde onderzoekshypothese te bewijzen dat de therapietrouw wordt bevorderd door technologische revalidatiespelen.

2 Gerelateerd werk

De laatste jaren is er veel onderzoek gedaan naar revalidatiespellen. Dit resulteert in een aantal werkende prototypes of werkzame projecten.

Door middel van Augmented Reality heeft de *'University of Ulster'*, Coleraine, revalidatiespellen ontwikkeld waarbij de gebruiker eerst een raster moet laten scannen. Dit gebeurt door een camera die gericht is op een open oppervlakte. Vervolgens ziet de gebruiker op een scherm zijn eigen arm, samen met het raster dat vervangen is door een virtueel object. Verder zijn er nog andere objecten toegevoegd aan de virtuele wereld die de spelomgeving vormen. Door het rooster te verplaatsen kan de gebruiker interageren met het spel. Het is belangrijk bij deze techniek van Augmented Reality dat de gebruiker eerst zijn spel kalibreert. Wanneer we spreken over bovenarmrevalidatie, is het essentieel om ook rekening te houden met de bewegingscapaciteit van de gebruiker. Personen met een beperking zijn niet altijd in staat om alle bewegingen uit te voeren. Het grote voordeel van deze technologie is dat reële objecten met een verschillende vorm, grootte en gewicht kunnen worden gebruikt. De spelen worden op een standaardcomputer voorzien van een webcam en hebben daarom weinig kosten. Ten slotte kunnen we concluderen dat dit project potentieel geschikt is voor thuisgebruik (Burke et al., 2010). In dit systeem gebruikt de patiënt veelvoudig armbewegingen. Het is daarom geschikt voor mensen met een motorische beperking (o.a. rolstoelpatiënten). De oefeningen hebben een duidelijk doel wat maakt dat de patiënt cognitief minder zwaar belast wordt. Dit systeem zou bovendien toepasbaar zijn voor MS-patiënten.

Een ander project van McGill University uit Canada concentreert zich op personen die een beroerte (CVA of stroke) hebben gehad. Deze beroertes zorgen ervoor dat deze personen meestal problemen ondervinden met bepaalde armbewegingen. Omdat we hier spreken over langdurige beperkingen, hebben ze een virtual reality revalidatie systeem ontwikkeld. Dit systeem laat patiënten toe om specifieke armbewegingen te oefenen door middel van een aantal computerspellen. De spelen bevinden zich in een 3D-omgeving waarbij de patiënt in de gedaante van een vis verschillende objecten moet aanraken. De methode die ze gebruiken om te interageren met het systeem is volledig

gebaseerd op bewegingen van de hand. De patiënt krijgt een handschoen aan met een aantal sensoren op. Door middel van deze sensoren kan het systeem alle bewegingen detecteren en koppelen aan objecten in verschillende computerspelen. In het systeem gebruiken ze ook een camera om de positie van het hand nauwkeuriger te bepalen (Henderson et al., 2007). Net zoals het vorige systeem maakten ze veelvoudig gebruik van armbewegingen. In tegenstelling tot het gebruik van Augmented Reality heeft dit systeem als nadeel dat een handschoen met sensoren vereist is. Anderzijds heeft dit systeem meer controle over de effectieve bewegingen van de eindgebruiker omdat het systeem zich concentreert op de hand en niet op het tastbare object.

Een ander voorbeeld van een revalidatie project is *Body Posture*. Zoals voorgaande voorbeelden is dit ook een serious game, maar werd deze ontwikkeld voor personen met houdingsproblemen, stabiliteitsproblemen of bewegingsangst. Met *Body Posture* proberen ze op een aangename manier personen met vernoemde beperkingen uit de dagen om te bewegen. De persoon moet op een groot beweegvlak (V-Gait) gaan staan waarvoor een groot scherm bevestigd is. Het beweegvlak fungeert als loopband die meebeweegt met de bewegingen van de persoon. Het spel gaat over een stuntman die op een vliegtuig staat en een aantal stunts moet uitvoeren. De persoon moet trachten het vliegtuig onder controle krijgen. De verschillende houdingen zijn afgestemd op de beperkingen van de persoon en het systeem tracht hiermee zoveel mogelijk rekening te houden. De begeleiders van het spel moeten voor elke sessie het profiel van de persoon instellen zodat het systeem weet wat de mogelijke beperkingen zijn. Daarnaast kunnen personen met een neurologische aandoening gestimuleerd worden om complexe bewegingen te maken, die bestaan uit dubbeltaken (moeilijkere stunts met handen en voeten). Om de persoon te motiveren, hangen er in het spel ballonnen op die de speler moet proberen te vangen. Dit dient als een beloningssysteem waardoor de ervaring leuk blijft en de persoon het spel niet als eentonig ervaart. In tegenstelling tot de andere systemen, is dit systeem niet geschikt voor thuisrevalidatie. De volledige opstelling is groot en duur. Als voordeel heeft dit systeem dat de persoon continu wordt opgevolgd en gemonitord. Dit systeem heeft een aantal belangrijke onderdelen die tot succes leiden. Als eerste is het systeem aanpasbaar aan verschillende profielen. De spelen zijn zo aangepast dat niet elke gebruiker over dezelfde bewegingscapaciteiten moet beschikken. Vervolgens heeft het systeem een simpel spelconcept wat voor een snelle leercurve zorgt. Als laatste voorziet het systeem verschillende soorten feedback. Er is

zowel aangepaste feedback voor de patiënt op de V-Gait als voor de begeleiders die naast de V-Gait zitten. Deze therapeutische feedback is veel uitgebreider en bevat interessante visualisaties zoals de lichaamshouding op een 3D-model en het aantal bewegingen in een grafiek.

Een laatste systeem, het *RGS-system*, is een thuisrevalidatiesysteem voor patiënten die een beroerte hebben gehad. De patiënten krijgen net als het tweede systeem een handschoen aan met een aantal sensoren op. De patiënt kan met het *RGS-system* uit een aantal spelen kiezen waarmee hij zijn handcoördinatie kan trainen. Buiten de handschoen is het ook een Xbox Kinect aanwezig die de positie van de hand registreert. Een voorbeeld van een spel is dat de patiënt een arm moet laten bewegen om zo ballen op te vangen die naar hem toe komen. Om de bal nadien te laten vallen, moet hij zijn hand ontspannen. Deze laatste beweging is niet te registreren met een Xbox Kinect en wordt daarom met een handschoen gedetecteerd (Cameirao et al., 2011). In een revalidatiespel is het belangrijk verschillende bewegingen te combineren om een goed systeem te maken. Ook is het nodig om specifiek de hand- of vingerposities mee in rekening te brengen zodat deze ook getraind kunnen worden.

3 Concept

3.1 Aandachtspunten

Om het systeem zo goed mogelijk te ontwikkelen zijn er een aantal aandachtspunten die belangrijk zijn tijdens de volledige ontwikkeling.

Ten eerste moet het systeem intuïtief zijn voor alle partijen, zowel voor de patiënt, zijn therapeut als zijn vrienden/familie. Omdat sommige patiënten kampen met cognitieve problemen, is het zeer belangrijk om alle onderdelen van het systeem zo duidelijk mogelijk te ontwerpen. Daarnaast is het ook essentieel om de werklast van therapeuten te verlagen en dus te zorgen dat ze snel en vlot kunnen interageren met het systeem. Verder moeten vrienden en familieleden even vlot als therapeuten met het systeem kunnen werken zodat zij gemotiveerd blijven om hun bevriende patiënt beloningen te sturen.

Als tweede is een concreet design een gevolg van het voorgaande aandachtspunt. Om het niet te complex te maken voor alle partijen is het aangeraden een concept te ontwerpen met een simplistisch design. Uit onderzoek is gebleken dat de tevredenheid van gebruikers toeneemt naarmate het systeem gebruiksvriendelijker wordt (Nielson, 1993).

Voor patiënten met MS is het belangrijk geen kleuren te gebruiken met een laag contrast. Een hoog contrast zorgt ervoor dat patiënten met een beperkt zichtveld beter de informatie kunnen zien en objecten kunnen onderscheiden. Hierdoor zorgen we ervoor dat het systeem toegankelijk is voor een groot doelpubliek wat een belangrijke vereiste is van dit project.

Omdat het hoofddoel revalideren is, is het belangrijk geen te ingewikkelde spelen te gebruiken. Omdat sommige patiënten cognitieve problemen hebben, is het noodzakelijk niet te veel bewegingen te combineren. De variëteit aan objecten binnen de spelen moet stelselmatig worden opgebouwd anders wordt het spel te complex voor patiënten.

Zoals reeds vermeld zijn de bewegingen het belangrijkste in het systeem. In elk deel van het systeem moet er worden gekeken of de verwachte bewegingen haalbaar zijn

voor de patiënt. In samenspraak met de therapeut zouden de bewegingseigenschappen aanpasbaar moeten zijn. Omdat elke patiënt een andere problematiek ervaart, is het belangrijk individueel te kijken naar iedere patiënt bij het ontwerpen van het systeem.

3.2 Doel

Het doel van dit project is tweeledig. Enerzijds is de bedoeling om een revalidatiesysteem te ontwikkelen waarin motiverende factoren worden bestudeerd naast het trainen van de beperkte armen. Anderzijds moet het systeem vrienden, familie en therapeuten in staat stellen om de patiënten op te volgen en aan te moedigen om de therapie te blijven volgen en zo de therapietrouw dus te vergroten.

3.3 Toepassingen

3.3.1 *Vormgeving*

Systemen zullen sneller aangewend worden indien gebruikers ze als aangenaam ervaren. Er zijn echter systemen waar de patiënt geen plezier aan zal ontlennen maar die toch worden ingezet omdat er geen alternatief voor bestaat. In veel gerealiseerde werken zien we dat er meestal een concept wordt ontwikkeld om de gebruiker te entertainen (Von Ahn & Dabbish, 2008; Deterding, Dixon, Khaled, Nacke, 2011). Omdat we met dit systeem de QoL willen onderzoeken, is een goed concept van cruciaal belang. Zonder een goed afgebakend concept zou het minder aantrekkelijk worden voor patiënten om het systeem aan te wenden en zal de stap om opnieuw te spelen steeds kleiner worden. Het concept in dit systeem is ruimtevaart. Omdat patiënten met MS vaak een gevarieerd publiek zijn, opteerden we om een thema te kiezen dat een divers, maar tegelijkertijd ook een specifiek (namelijk MS-patiënten) doelpubliek zal aanspreken omdat het concept bruikbaar is voor verschillende levensdomeinen. Als we aan de ruimte denken zijn er al een aantal basisbegrippen die direct in aanmerking komen om te gebruiken in het concept zoals sterren, planeten, ruimteschepen, een astronaut, buitenaardse wezens en nog veel meer.

Als astronaut in een ruimteschip kan je jezelf verplaatsen doorheen je eigen sterrenstelsel. Het algemeen doel van het spel is om planeten in je persoonlijk

sterrenstelsel te onderhouden. Bij aanvang van het spel krijgt elke patiënt één planeet waarvoor hij moet zorgen. Elke planeet bevat een revalidatiespel waarmee de patiënt munten kan verdienen en zo later in het spel extra planeten krijgt.

3.3.2 Account types

In het concept zijn er verschillende soorten gebruikers gedefinieerd. De belangrijkste gebruiker is de patiënt en hij staat doorheen het volledige project centraal. Door een opstelling met een Leap Motion kan de patiënt zijn planeten onderhouden.

Een tweede belangrijke gebruiker is de therapeut die zijn patiënten kan aanmaken en opvolgen. In tegenstelling tot de patiënt, moet de therapeut niet interageren met het revalidatiesysteem. De therapeut kan door middel van een webapplicatie alle gegevens beheren. Het is wel aangeraden dat de therapeut en de patiënt nauw samen werken en regelmatig persoonlijke meetings hebben.

De derde groep van gebruikers zijn de Facebookvrienden van de patiënt. Deze groep van gebruikers kan ook enkel met de webapplicatie toegang krijgen tot een aantal specifieke gegevens van de patiënten. Facebookvrienden kunnen enkel beloningen sturen naar patiënten. Deze beloningen kunnen nadien door de patiënt worden gebruikt om zijn planeten te onderhouden.

Omdat het systeem werkt met een centrale database is het belangrijk een onderscheid te maken tussen de verschillende soorten gebruikers. Om de juiste rechten aan de gebruiker te koppelen, gebruikten we typenummers die de soort gebruiker identificeert. In tabel 2 staan alle soorten gebruikers opgesomd met hun bijhorend typenummer.

Account types	
0	Patiënten
1	Therapeuten
2	Facebookvrienden

Tabel 2: Account types

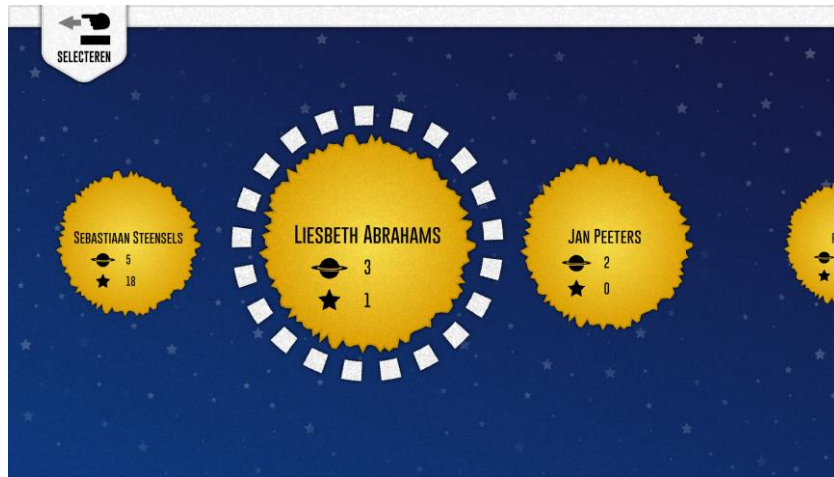
3.3.3 Revalidatie toepassing

3.3.3.1 Spelomgevingen

Het systeem voor de patiënten bestaat uit vier grote onderdelen: profiel selecteren, zonnestelsel, planeet en revalidatiespel. Deze onderdelen hebben elk hun eigen vormgeving en interactietechnieken. Om het gemakkelijker te maken voor de patiënten, hebben alle onderdelen dezelfde achtergrond. Enkel de objecten kunnen variëren over de verschillende onderdelen. Verder proberen we de annotatie van een object zo eenvoudig mogelijk te houden om geen verwarring te zaaien.

Profiel selecteren

Ten eerste moet de patiënt zijn eigen profiel selecteren. Om dit te bewerkstelligen is er een lijst van alle patiënten voorzien die wordt gerepresenteerd door een lijst van symbolische zonnen waarin de naam van de patiënt staat. Naast de naam op de zon, staan het aantal sterren en planeten vermeld. Dit geeft een eerste indruk over de vooruitgang van desbetreffende patiënt. Om de volgorde van de namen te bepalen, gebruikten we geen alfabetisch ordening maar een eigen heuristiek die nagaat hoeveel de patiënt gebruik maakt van het systeem en de totale tijd die hij spendeert aan het spelen van revalidatiespelen. Om de lijst te sorteren wordt er ook rekening gehouden met de laatst bezochte gebruikers. Door de arm horizontaal boven de Leap Motion te bewegen, kan de patiënt navigeren doorheen de lijst. Het selecteren van een profiel gebeurt door middel van een selecteer gesture (*Screen Tap* of vuist maken). Wanneer een gebruiker per ongeluk terugkeert naar deze omgeving, kan hij snel terug starten doordat zijn profiel zich vooraan in de lijst bevindt.



Figuur 1: Profiel selecteren

Zonnestelsel

Het zonnestelsel is het hoofdmenu van het systeem en geeft belangrijke gegevens en de vooruitgang van de patiënt gedetailleerd weer (figuur 4). We gebruikten de zon als symbool om de informatie van de patiënt te tonen. Tevens staan er gegevens over de geleverde prestaties die gevisualiseerd zijn door middel van een lijndiagram. Hierop alle bewegingspunten van de afgelopen zeven sessiedagen waarneembaar. Het aantal bewegingspunten is een totaal van de bewegingen, die de patiënt maakt tijdens een spel (meer informatie in de sectie “revalidatiespel”).

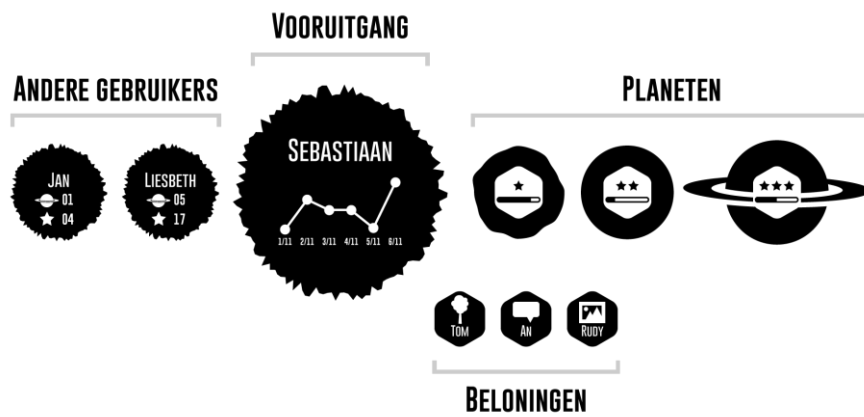
Zoals een zon centraal staat in een zonnestelsel, staat ook hier het zonsymbool centraal op het beeldscherm. Aan de linkerzijde van de zon, staan andere patiënten voorgesteld als kleinere zonnen die allemaal verbonden zijn met de patiënt. Hierbij hanteerden we dezelfde volgorde als bij het selecteren van een profiel.

Aan de rechterzijde staan de planeten van de patiënt. Elke planeet is voorzien van een bepaald aantal sterren, die symbool staan voor de gezondheid van de planeet. Hoe meer revalidatiespelen de patiënt speelt, hoe gezonder de planeet wordt. De patiënt kan zijn planeten ook decoreren met verdiende objecten om zijn gezondheid te laten toenemen. Om aan te tonen wanneer een patiënt een nieuwe ster zal verdienen, staat er op iedere planeet een voortgangsbalk. Indien de voortgangsbalk vol is, krijgt de planeet een ster bij. Na een bepaalde tijd zal de patiënt meer planeten krijgen in zijn zonnestelsel, die elk een nieuw revalidatiespel bevat.

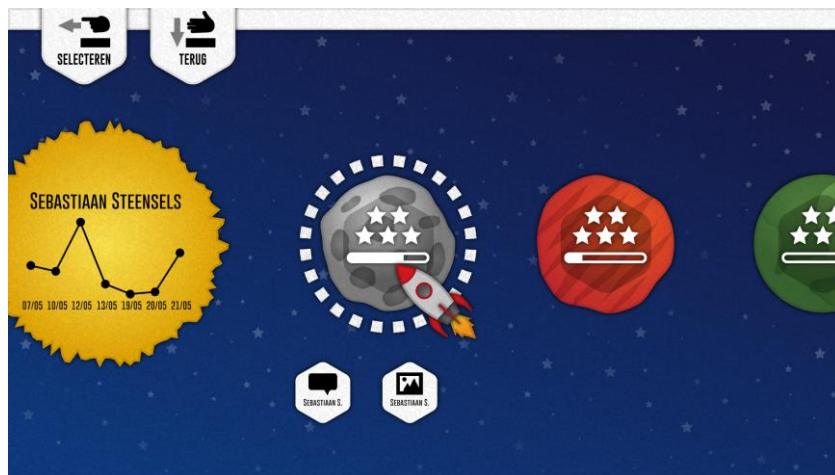


Figuur 2: Gezondheid planeet

De beloningen die een patiënt heeft verworven, met dank aan andere patiënten of Facebookvrienden, komen onderaan het zonnestelsel te staan. Deze beloningen kan hij opnemen en toekennen aan een zelfgekozen planeet. De beloningen kunnen ook aan andere patiënten worden doorgegeven door ze toe te kennen aan de zon van desbetreffende patiënt.



Figuur 3: Structuur zonnestelsel



Figuur 4: Zonnestelsel

Planeet

Wanneer een patiënt één van zijn eigen planeten selecteert, zoomt het systeem in op deze planeet. Doordat de patiënt decoratieobjecten kan toekennen aan planeten is het in deze omgeving mogelijk de decoratieobjecten te zien (figuur 5). De objecten zijn chronologisch verspreid over het planeetoppervlak en kunnen niet worden aangepast door de patiënt. Alle objecten staan verspreid over de volledige oppervlakte van de planeet en draaien voortdurend rond zodat de gebruiker ze rustig kan zien. Het continu ronddraaien is belangrijk omdat de planeet maar voor de helft zichtbaar is. Door de draaibeweging komen alle objecten geleidelijk aan te voorschijn voor de gebruiker. Om de gebruiker enige vrijheid te geven over wat hij te zien krijgt, kan hij met een horizontale handbeweging de planeet sneller of trager doen bewegen. Wanneer er te veel objecten op een planeet staan, wordt de oppervlakte dynamisch vergroot waardoor de planeet in plaats van 360 graden, 720 graden krijgt. De oppervlakte groeit steeds met een factor van 360 graden naargelang het aantal decoratieobjecten.

Het doel van de decoratieobjecten is om patiënten te stimuleren om te blijven interageren met het systeem. Verder kan de patiënt in deze omgeving kiezen om het revalidatiespel van de planeet te starten door de selecteerbeweging uit te voeren.



Figuur 5: Planeet

Revalidatiespel

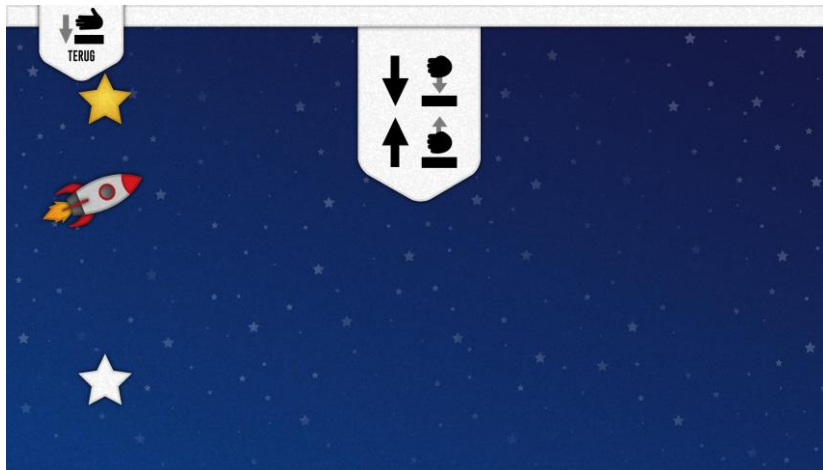
De belangrijkste omgeving binnen het systeem is het revalidatiespel. Het doel van het systeem is om patiënten basisbewegingen te laten oefenen. Bij aanvang van een revalidatiespel, zal de patiënt de verwachte bewegingen eerst moeten kalibreren (figuur

6). Op deze manier leert de patiënt zijn beweging en weet hij wat er verwacht wordt binnen het spel. Na het slagen van de kleine introductieoefening start het spel en zal de patiënt trachten om zo goed mogelijk te spelen (figuur 7).

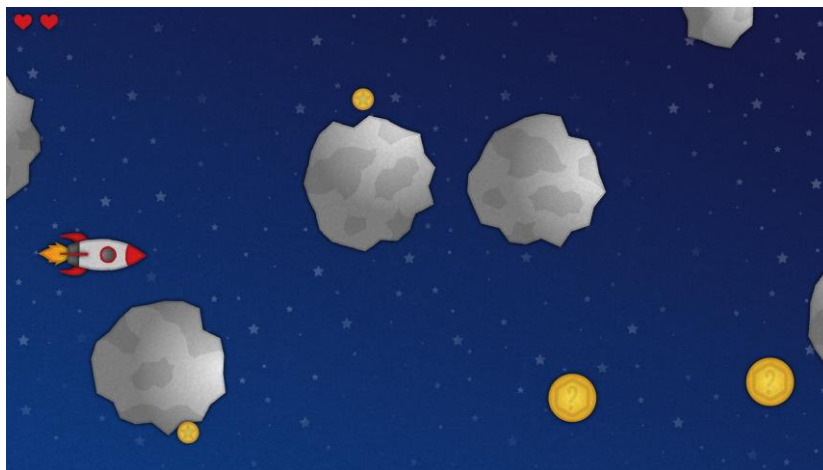
Het doel van de verschillende spelen is identiek. De patiënt moet in een bepaalde tijdspanne of afstand zoveel mogelijk objecten verzamelen zonder obstakels te raken. De speler wordt altijd voorgesteld als een ruimteschip dat door de bewegingen kan worden bestuurd. De besturing en de omgeving zijn verschillend voor ieder spel. In een spel kunnen twee soorten objecten worden verdiend met name de standaardmunten, die talrijk aanwezig zijn en willekeurige decoratieobjecten, die voorgesteld worden door grote munten (maximaal drie per spel).

Bij de aanvang van een nieuw spel heeft de patiënt drie levens, die zijn gerepresenteerd als hartjes bovenaan het scherm. Indien de patiënt een fout maakt, door bijvoorbeeld een obstakel te raken, verdwijnt er één hart. Als alle hartjes op zijn, stopt het spel en krijgt de patiënt zijn verdiende objecten niet. Het is dan aan de patiënt om het spel opnieuw te spelen om uiteindelijk objecten te kunnen verdienen. De bewegingen, die hij heeft gemaakt tijdens het spel worden wel altijd opgeslagen ter overzicht van de therapeut. Wanneer een patiënt het spel uit speelt, krijgt hij als beloning zijn aantal verdiende standaardmunten samen met de decoratieobjecten (figuur 8). Deze komen op de planeet te staan waar het spel wordt gespeeld.

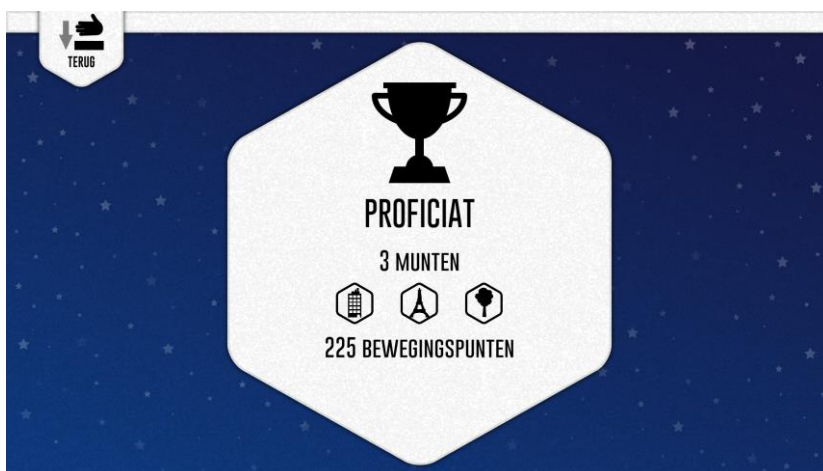
Omdat de problematiek van een patiënt kan verschillen, zijn de oefeningen afgesteld naargelang de specifieke mogelijkheden van de patiënt. Aan de hand van de vorderingen die het systeem kan meten tijdens de revalidatiespelen, kan de therapeut de moeilijkheidsgraad per oefening geleidelijk aan bijstellen.



Figuur 6: Kalibratie revalidatiespel



Figuur 7: Revalidatiespel



Figuur 8: Resultaat revalidatiespel

3.3.3.2 Extra spelvormgeving

Buiten de verschillende spelomgevingen zijn er een aantal algemene keuzes gemaakt omtrent de vormgeving van het spel. Deze zijn belangrijk om de patiënt te begeleiden doorheen het volledige systeem. Sommige onderdelen hebben meer helderheid nodig om ze gebruiksvriendelijk te maken voor de eindgebruikers.

Selectiemarkering

Als eerste is het belangrijk te onderscheiden welke objecten, in de omgeving, een actie verwachten of niet. Om dit aan te tonen, maakten we gebruik van een standaardselectiemarkering. Als de gebruiker over een object gaat met zijn cursor, zal er een boord in de vorm van een stippellijn verschijnen rond dat object (figuur 4). Het is bewezen dat met animaties een object beter opvalt en daardoor sneller zichtbaar zal zijn voor gebruikers (Fasolo, 2006). Daarom zal de boord continu ronddraaien om de aandacht van de gebruiker er extra op te vestigen. De selectiemarkering is toegepast in de profielselectieweergave in het zonnestelsel. We gebruikten maar één selectiemarkering om de gebruiker niet te verwarren met andere animaties.

Informatiebalk

De Leap Motion wordt niet veel gebruikt in het domein van revalidatietherapie omdat dit invoerapparaat nog relatief nieuw is op de markt. Het gevolg hiervan is dat gebruikers nog niet vertrouwd zijn met deze invoermethode. Ondanks de logische bewegingen is het moeilijk voor nieuwe gebruikers om te herkennen wat hun interactiemogelijkheden zijn. Ook is de bewegingsvrijheid of zijn de vrijheidsgraden bij een Leap Motion apparaat groter dan andere gekende invoerapparaten zoals een muis of toetsenbord.

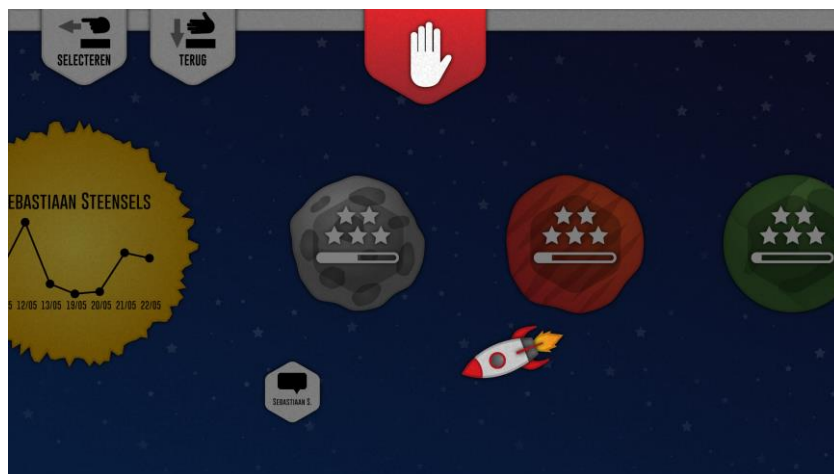
Het is belangrijk om de gebruiker goed te informeren over de mogelijke interactietechnieken door middel van tutorials of directe informatie op het scherm te tonen. Door een consistente interface, documentatie en tutorials mogelijk te maken, leert de gebruiker sneller vertrouwd te raken met het product (Borchers, 2001).

We hebben ervoor gekozen bovenaan het scherm een balk te voorzien waar de mogelijke interactietechnieken weergegeven zijn. De interacties zijn voorgesteld met een symbool met daaronder de verwoorde actie op een bord. De informatiebalk wordt per omgeving aangevuld met de interactieborden, die beschikbaar zijn binnen de

omgeving. De balk hebben we bewust duidelijk zichtbaar geplaatst en zal niet verdwijnen omdat de bewegingen het belangrijkste onderdeel van het spel zijn. Door de gebruiker te informeren, trachten we te vermijden dat er foutieve bewegingen worden gemaakt.

Hand buiten bereik

Omdat de Leap Motion geen grote radius heeft, is het gemakkelijk om je hand buiten het bereik van de Leap Motion te houden. Tijdens de interactie met het systeem is het belangrijk om op tijd aan te geven wanneer dit voorvalt. Omdat het niet expliciet gaat om informatie over de interactietechniek, geven we de feedback niet weer in de informatiebalk. We opteerden om het volledige scherm te verduisteren met 50% zodat het visueel direct zichtbaar is voor de gebruiker (figuur 9). Daarnaast tonen we een rood bord met de melding dat het systeem één of twee handen verwacht (in sommige spelen zijn twee handen verplicht).



Figuur 9: Hand buiten bereik

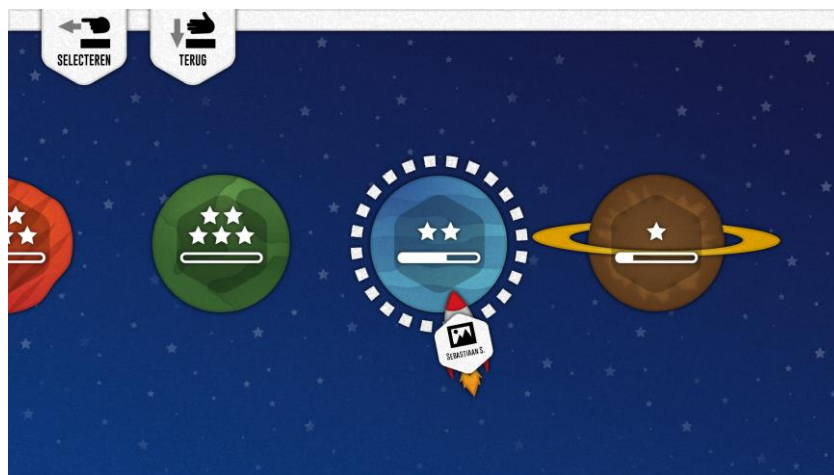
Interactiegeluiden

Het is aangetoond dat personen specifieke geluiden associëren met herkenbare gebeurtenissen (Chang & O'Sullivan, 2005). Om de gebruiker meer te betrekken bij het spel, zijn er verschillende passende geluiden voorzien bij iedere belangrijke actie om het inlevingsvermogen van de gebruiker te vergroten. Bijvoorbeeld zowel selecteren als terugkeren hebben herkenbare geluiden die in het volledige systeem toegepast zijn. Het verschil van de geluiden voor het winnen of verliezen van een spel is groot genoeg zodat de gebruiker duidelijk het onderscheid herkent. Als laatste voorbeeld is er een

aangenaam geluid wanneer de gebruiker een munt verdient ten opzichte van een schrikwekkend geluid wanneer hij tegen een obstakel botst.

Cursorconventie

Zoals reeds eerder aangehaald is consistentie in het design belangrijk. Het ruimteschip zal na het selecteren van een profiel continu aanwezig zijn. De reden hiervoor is dat, indien we het ruimteschip weghalen voor een bepaalde tijd, de gebruiker moeilijkheden zal ondervinden om het schip terug onder controle te krijgen. Wanneer de gebruiker een object opneemt in zijn sterrenstelsel, zal het ruimteschip zichtbaar blijven en zal het opgenomen object bovenop het ruimteschip hangen (figuur 10). Wanneer het ruimteschip een obstakel treft, zal het een aantal seconden minder goed zichtbaar zijn, maar nooit verdwijnen. Indien we het ruimteschip weghalen, gedurende een bepaalde tijdspanne, zal de gebruiker moeilijkheden ondervinden om het schip terug onder controle te krijgen.



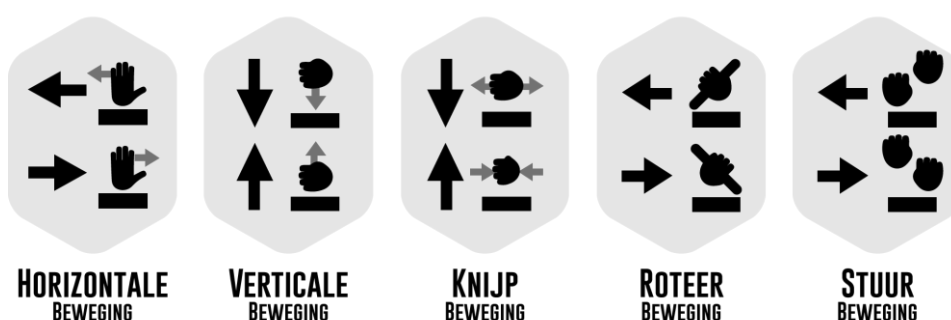
Figuur 10: Object cursor

3.3.3.3 Revalidatiespelen

Voor het revalidatiesysteem zijn er vijf revalidatiespelen ontwikkeld, elk met hun eigen besturing door middel van bewegingen boven de Leap Motion. In tabel 1 staan alle spelen met hun kenmerken. De bewegingen in tabel 1 worden uitgebreid besproken in de sectie implementatie.

Spelnaam	Beweging	Obstakels	Moeilijkheidsgraad
Horizontaal vliegen	Horizontale bewegingen	Rotsblokken	Gemakkelijk
Verticaal vliegen	Verticale bewegingen	Rotsblokken	Gemakkelijk
Vuist maken	Hand spreiden en knijpen	Satellieten	Moeilijk
Roteren	Pols draaien	Planeten	Gemiddeld
Sturen	Sturen met 2 handen	Planeten	Gemiddeld

Tabel 3: Revalidatiespelen



Figuur 11: Bewegingen revalidatiespelen

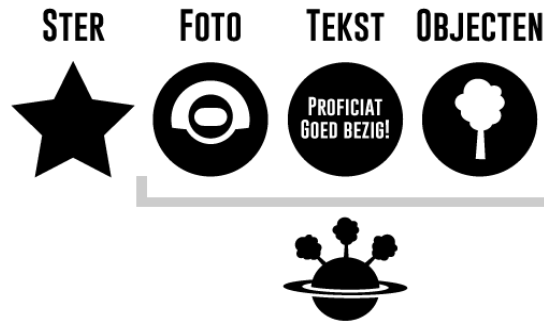
3.3.3.4 Beloningssysteem

Alle objecten die patiënten kunnen verdienen tijdens het revalidatiespel, maken onderdeel uit van het beloningssysteem. Om de motivatie hoog te houden en patiënten aan te zetten om te blijven trainen, is het nodig om een beloningssysteem te integreren in een revalidatiesysteem. Wanneer een patiënt zijn bewegingen goed uitvoert, is het belangrijk hem te belonen om aan te tonen dat hij goed bezig is. Als een vooropgestelde therapeutische drempelwaarde niet wordt gehaald, mag er geen beloning worden toegekend maar moet er gepaste stimulerende feedback worden gegeven. Op deze manier vormen we een bredere correctieve feedback (Winstein, 1991).

Het beloningssysteem is een onderdeel van de feedback die een patiënt krijgt tijdens het revalidatieproces. Het verschil met andere feedback is dat een beloning visueel gemakkelijker te begrijpen is voor de patiënt. Patiënten zijn beter gemotiveerd te houden indien er een beloning aan het spel verbonden is. De combinatie van deze elementen zorgt voor een voldoening bij patiënten. Personen vinden het de moeite

waard hun energie voor een groot deel te besteden aan dit soort activiteiten (Csikszentmihalyi, 1990).

In tabel 2 staan alle soorten beloningen, die aanwezig zijn binnen het systeem, opgesomd. Elke beloning heeft zijn eigen waarde en inzetmogelijkheden.



Figuur 12: Beloningssysteem

Naam	Omschrijving	Doel	Waarde
Munten	Standaardobjecten in een spel.	Met een bepaald aantal munten kan er een ster verdiend worden.	Zeer laag
Ster	Gezondheidsindicator van een planeet.	Het aantal sterren van een planeet bepaalt de moeilijkheidsgraad en vooruitgang.	Zeer hoog
Tekst	Stuk tekst van maximaal 100 karakters.	Decoratiestuk voor een planeet en verhoogt het aantal sterren.	Laag
Afbeelding	Willekeurige afbeelding.	Decoratiestuk voor een planeet en verhoogt het aantal sterren.	Gemiddeld
Decoratie	Een specifiek object om een planeet aan te kleden.	Decoratiestuk voor een planeet en verhoogt het aantal sterren	Hoog

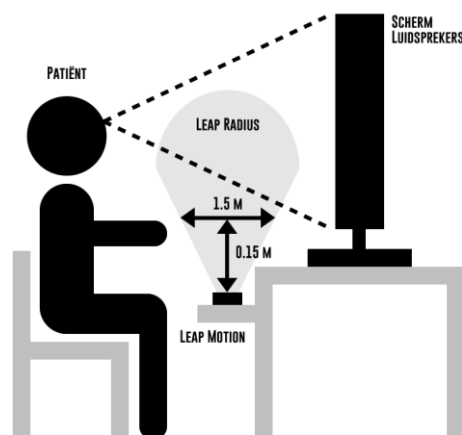
Tabel 4: Beloningen



Figuur 13: Beloningsobjecten

3.3.3.5 Opstelling

De opstelling van dit systeem is een belangrijk aandachtspunt omdat de patiënt op een comfortabele manier moet kunnen interageren met het systeem. Vermits de mobiliteit van patiënten soms beperkt is tot een rolstoel, moet het systeem ook toegankelijk zijn voor rolstoelgebruikers. Voor het revalidatiesysteem is een groot scherm nodig dat voor de patiënt opgesteld staat. Hiervoor moet de Leap Motion sensor op vijftien centimeter onder de gestrekte armhoogte van een patiënt staan. Het is niet aangewezen om de sensor op een normale tafelhoogte te plaatsen omdat de patiënt zijn armen dan te hoog moet bewegen om gegevens te registreren, die gelegen zijn op de ideale access radius (grootste bereik van beweging correct detecteerbaar door de Leap Motion sensor). Daarnaast moeten de sensor en het scherm verbonden zijn met een computer die aangesloten is op het internet om aan de centrale databasegegevens te geraken. Ten slotte geeft het systeem geluidsfeedback wat inhoudt dat het scherm voorzien moet zijn van (externe) luidsprekers.



Figuur 14: Opstelling

3.3.4 Controle- en beloningstoepassing

De controle- en beloningstoepassing is een webapplicatie, die door therapeuten en Facebookvrienden kan worden gebruikt. Omdat dit twee verschillende gebruikers zijn, met elk een eigen inbreng, is de webapplicatie opgesplitst in twee verschillende omgevingen. Het soort informatie binnen een omgeving is afhankelijk van het type van gebruiker. De keuze om naar een specifieke omgeving te gaan, gebeurt via het inlogscherf.

3.3.4.1 Therapeutische omgeving

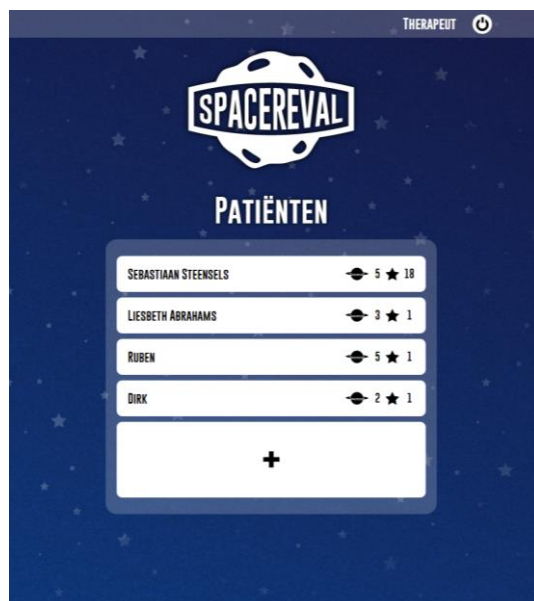
De therapeutische omgeving heeft tot doel om patiënten te controleren en bij te sturen. Bij aanvang moet de therapeut een patiënt selecteren (figuur 15) waarna een overzicht wordt gegeven van de patiënt zijn prestaties (figuur 16). Alle prestaties zijn opgedeeld per beweging wat overeenkomt met een specifieke planeet. Het is tevens mogelijk om de prestaties van alle planeten samen te zien. Er zijn drie soorten presentaties die weergegeven worden in de vorm van een lijndiagram.

- In het eerste lijndiagram, kan de therapeut het aantal bewegingen die de patiënt heeft geoefend aflezen per dag. De gegevens over de bewegingen staan uitgedrukt in punten die overeenkomen met een algoritme dat het aantal bewegingen registreert in millimeters. Het aantal punten komt niet overeen met de totale afstand, maar houdt rekening met versnellingen die een patiënt maakt. Hoe sneller een patiënt beweegt, hoe meer punten hij krijgt hiervoor.
- Het tweede lijndiagram toont het aantal munten aan die de patiënt heeft verzameld door revalidatiespelen te spelen, weergegeven per dag.
- Het derde lijndiagram toont het aantal objecten dat een patiënt heeft verzameld, weergegeven per dag.

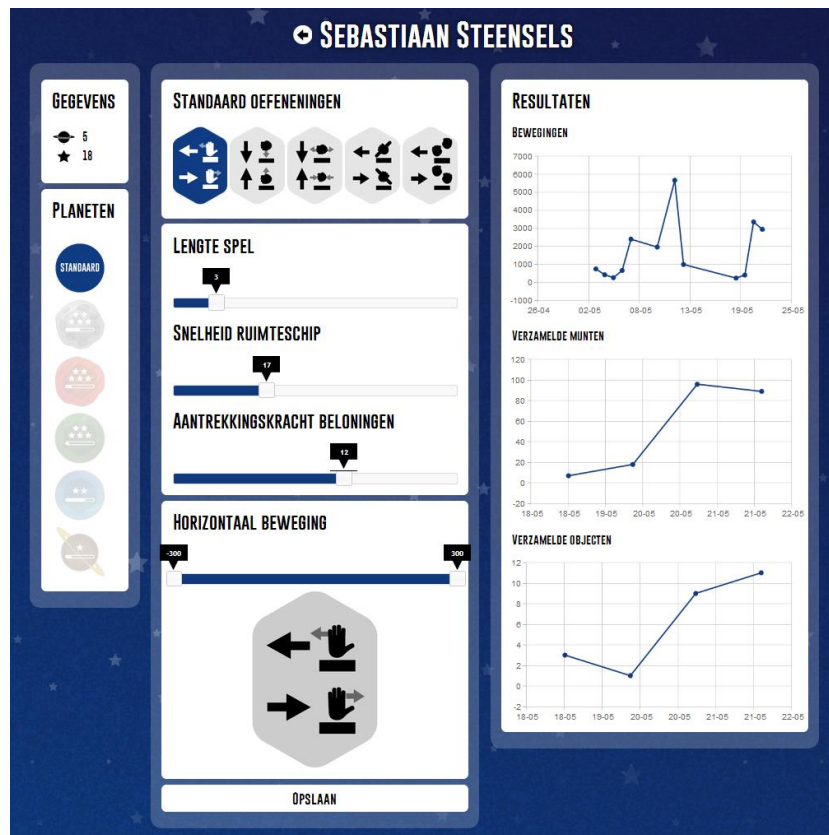
Een ander onderdeel van deze omgeving, is dat de therapeuten per beweging een aantal parameters kunnen instellen. Deze parameters hebben betrekking op het bereik van de beweging en de moeilijkheidsgraad van het spel. De therapeut kan drempelwaardes wijzigen als de patiënt moeite heeft met desbetreffende bewegingen en op deze manier de moeilijkheidsgraad aanpassen. Hieronder beschrijf ik de parameters, die kunnen worden ingesteld.

- *Spellengte* is de parameter die de lengte van een level aangeeft. De ingestelde waarde komt overeen met het aantal scherm lengtes van het spel.
- *Snelheid ruimteschip* is de snelheid waarmee een gebruiker vliegt doorheen een spel. Voor patiënten met een trage reactiesnelheid, is het aangewezen de snelheid laag te houden.
- *Aantrekkingskracht objecten* is een parameter waarmee patiënten worden geholpen om objecten te verzamelen. Door deze waarde te verhogen, verschuiven de objecten automatisch naar het ruimteschip wanneer deze in de buurt komt. Patiënten, die moeilijkheden ondervinden om fijne of specifieke bewegingen te maken, kunnen geholpen worden met deze parameter.
- Onder de bewegingsparameters vallen alle overige parameters, die betrekking hebben op de geselecteerde beweging van het revalidatiespel. Voor elke beweging verschillen deze parameters zodat de therapeut bij een *horizontale beweging* het handbereik kan instellen en bij *vuist knijpen* de grootte van een gestrekte handpositie kan aangeven.

Tot slot is de therapeut in staat om nieuwe patiënten toe te voegen en nieuwe planeten te geven aan bestaande patiënten. Een betere methode om patiënten toe te voegen zou zijn om de patiëntgegevens op te vragen vanuit een ander systeem, maar dit valt buiten het bestek van deze thesis.



Figuur 15: Patiënt selecteren



Figuur 16: Revalidatiespel beheren

3.3.4.2 Facebook omgeving

Wanneer een persoon zijn Facebookaccount verbindt met de webapplicatie, krijgt hij een persoonlijke omgeving om de patiënten te ondersteunen bij hun revalidatieproces (figuur 17). Dit beloningssysteem heeft tot doel de patiënt te motiveren bij het spelen van de revalidatiespelen.

De gebruiker krijgt na een bepaalde tijd munten, die hij kan spenderen aan beloningsobjecten. Het puntenaantal groeit continu in tijd wat ervoor zorgt dat de gebruiker na een bepaalde tijd weer beloningen kan sturen. We zorgen ervoor dat de gebruiker nooit zonder munten komt te staan.

De waarde van een beloning verschilt sterk van het soort beloning dat de persoon wil sturen. Na het selecteren van een patiënt, kan hij uit volgende beloningen kiezen.

Munten

Munten kunnen gestuurd worden in groepen van 5, 10 of 15 munten. De waarde van deze munten komen ook overeen met de munten, die de patiënt krijgt van de webapplicatie.

Bericht

De patiënt kan ervoor kiezen om een bericht te sturen van maximaal 100 karakters. Dit bericht wordt dan zichtbaar voor de patiënt nadat hij het object heeft toegekend aan een planeet.

Ster

Tegen een hogere prijs dan de munten, kan een Facebookvriend ook direct een ster doorsturen die door de patiënt aan een planeet toegevoegd kan worden.

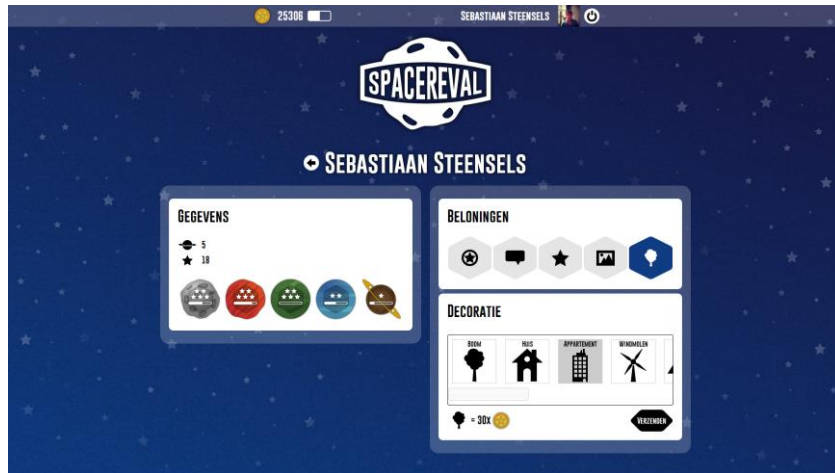
Afbeelding

De Facebookvriend kan ook een persoonlijke afbeelding doorsturen om de planeet aan te kleden. Deze afbeeldingen mogen niet groter zijn dan 10 MB. Indien een gebruiker niet voldoet aan deze vereiste krijgt hij een gepaste melding dat zijn actie niet geldig is.

Decoratie

De meest interessante beloningen zijn de decoratieobjecten. In het systeem zijn er een aantal op maat gemaakte decoratieobjecten, die kunnen gebruikt worden om een planeet aan te kleden. Deze objecten zijn direct zichtbaar voor de patiënt waarna hij deze kan toevoegen aan een planeet. Er zijn verschillende soorten van decoratiestukken beschikbaar om de planeten zo uniek mogelijk te maken. Na verloop van tijd is het mogelijk om extra objecten toe te voegen aan het systeem waarvoor een gebruiksvriendelijke methode is voorzien.

Verder kan een Facebookvriend enkel nog de status van de planeten van een patiënt bekijken. Meer gedetailleerde informatie is enkel beschikbaar in de therapeutische omgeving.



Figuur 17: Beloningen sturen

4 Implementatie

4.1 Doelgroep

De doelgroep van dit onderzoek zijn patiënten met een neurologische aandoening. Meer specifiek opteerden we voor mensen met MS die ten gevolge daarvan een motorische beperking in de handen/armen hebben. De patiënten mogen geen zware mentale of fysieke beperkingen hebben omdat ze voor het systeem zelfstandig hun armen en handen moeten kunnen gebruiken. Het systeem dat we hebben geïmplementeerd, houdt grotendeels rekening met de beperkingen van personen met MS. Omwille van hun diverse symptomen en problematieken, focussen we ons op een beperkte groep met motorische problemen.

4.2 Technologieën

Bij het vervaardigen van een revalidatiesysteem hebben we een aantal technologieën gebruikt waarvan we de belangrijkste zullen bespreken. We geven ook telkens aan waar in het systeem desbetreffende technologie is gebruikt.

4.2.1 *Leap Motion*

De Leap Motion is een *input device* die natuurlijke bewegingen van de handen registreert. De Leap Motion detecteert de handbeweging en informatie door gebruik te maken van twee camera's en drie infrarood LED's en zet deze om naar bruikbare informatie. Door een puntenwolk van alle gedetecteerde objecten te maken, kan de Leap Motion de vingers en andere vaste objecten onderscheiden. De Radius van de Leap Motion is ongeveer 53 cm en stuurt de gegevens door tegen 290 frames per seconden. Een groot voordeel van de Leap Motion is dat hij een nauwkeurigheid heeft van 0.01 millimeter, wat in de praktijk zeer accurate gegevens oplevert. Een ander voordeel is dat Leap Motion voorzien is van een uitgebreide *Software development kit* (SDK) waarin Java, JavaScript, C++, C, C#, Python zijn ondersteund.

In de Leap API is er een basis *Frame*-object gedefinieerd voor elke basis tracking. Hierin biedt het *Frame*-object toegang tot de volgende entiteiten.

Hands

Hands bevat alle handen, die in het bereik liggen van de *Leap radius*. Elke hand bevat een richting '*Direction*', handpalmpositie '*PalmPosition*' en handpalm normale '*PalmNormal*'. Deze normale is een loodrechte vector op de handpalm. Als laatste is er ook nog een handpalmsnelheid *PalmVelocity*, die de bewegingssnelheid van de palm in millimeters per seconden geeft.

Fingers

Fingers is een lijst waarin alle vingers staan van een bepaalde hand. Hiervan is enkel de vingertoppositie beschikbaar. Het is dus niet mogelijk om de lengte van de vingers op te vragen.

Tools

Net zoals bij *Fingers*, bevat *Tools* een lijst van objecten, die de gebruiker mogelijk kan vasthouden in zijn hand. Enkel voorwerpen die een gelijkaardige vorm hebben als een potlood, zijn traceerbaar.

Pointables

Onder *Pointables* vallen alle *Fingers* en *Tools* van een bepaalde hand. In tegenstelling tot de twee vorige entiteiten, is hier geen verschil tussen vingers en voorwerpen.

Gestures

Naast herkenbare vormen in een puntenwolk, kan een Leap Motion ook een aantal standaardbewegingen herkennen. *Circle*, *Swipe*, *Key Tap* en *Screen Tap* zijn de vaste bewegingspatronen, die de Leap Motion herkent.

Naast deze standaard *Motion tracking data* zijn er geen andere entiteiten beschikbaar in de API.

De Leap Motion wordt in het systeem gebruikt voor de revalidatiespelen. De revalidatiespelen zijn volledig bestuurbaar met de Leap Motion. Om het voor de patiënten interessant te houden, zijn alle spelen van een unieke beweging (de patiënt zal zijn hand en arm bij elk spel anders moeten gebruiken) voorzien. We hebben deze

bewegingen zo eenvoudig mogelijk gemaakt zodat de leercurve laag blijft. De therapeuten en Facebookvrienden maken geen gebruik van deze technologie.

Er zijn een aantal nadelen aan het gebruik van een Leap Motion verbonden. Zo kunnen patiënten buiten het bereik van de *Leap radius* vallen. Gebruikers hebben dit niet direct door en moeten daarom passende feedback krijgen om het interactieniveau hoog te houden. Daarnaast zijn personen, die een beweging moeilijk kunnen maken door een fysieke beperking, niet in staat het volledige bereik van de Leap Motion te benutten. Aanpasbare drempelwaarden voor de uit te voeren bewegingen kunnen hiervoor een oplossing bieden. Deze drempelwaarden zijn gebaseerd op de maximale access radius van de Leap Motion. Omdat bij deze maximale waarden de handgegevens vaak foutief worden geïnterpreteerd, houden we een extra margewaarde af van de drempelwaarde. Deze margewaarde zorgt ervoor dat de gebruik geen vreemde bewegingen ziet indien hij in deze zone terecht komt. Het nadeel van deze extra margewaarde is dat het totaal bereik in de X, Y en Z richting verkleind wordt. De therapeut kan aan de hand van dit bereik extra beperkingen opleggen voor een patiënt die het volledige bereik moeilijk kan overbruggen. Om het totaal bereik te vergroten is het mogelijk meerdere Leap Motions langs elkaar te plaatsen. In dit onderzoek beperken we ons tot één Leap Motion maar om het bereik over de X-as te vergroten, zouden er twee Leap Motions horizontaal langs elkaar gezet kunnen worden. Hierbij is het belangrijk de sensoren altijd op een vaste afstand van elkaar te zetten omdat het systeem de relatieve positie van elkaar moet weten om een beweging vloeiend te laten verlopen. Verder is het in het algoritme van de het systeem belangrijk het middelpunt te verschuiven van de twee sensoren en de X-waarden om te zetten naar een nieuw positiestelsel.



Figuur 18: Leap Motion Sensor

4.2.2 XML

Extensible Markup Language (XML) is een standaard voor de syntaxis van formele opmaaktalen. Met XML kan men gestructureerd gegevens weergeven, die zelfs voor andere ontwikkelaars leesbaar zijn. In het revalidatiesysteem gebruikten we XML om twee verschillende redenen. Als eerste gebruikten we XML om de grafische vormgeving te definiëren en als tweede om gegevens van de patiënten op te vragen en terug te sturen naar de centrale database.

XML voor vormgeving

In het revalidatiesysteem maakten we veelvoudig gebruik van afbeeldingen. Elke afbeelding heeft een aantal eigenschappen, waaronder de afmeting en manier van aligneren. Het zou geen goede methode zijn als we al deze gegevens vast definiëren in de programmacode. Beter is om een dynamisch gedefinieerde XML-structuur te gebruiken die ons toelaat op een centrale plaats alle eigenschappen van de vormgeving te definiëren. Dit heeft als voordeel dat wijzigingen maar op één plaats moeten worden gedaan. Een andere meerwaarde is dat XML zeer gebruiksvriendelijk en leesbaar is voor andere personen, die nadien aanpassingen willen doen aan het systeem.

Hieronder een voorbeeld van de XML opmaakstructuur voor het revalidatiesysteem.

```
<layout>
  <objects>
    <object name=" [NAME] ">
      <source> [SOURCE PATH] </source>
      <width> [WIDTH IN PIXELS] </width>
      <height> [HEIGHT IN PIXELS] </height>
      <center> [CENTER] </center>
      <polygon>
        <point>
          <x> [X POSITION] </x>
          <y> [Y POSITION] </y>
        </point>
        ...
      </polygon>
    </object>
    ...
  </objects>
</layout>
```

Elk *object* heeft als argument een unieke *name* en als childsnodes *source*, *width*, *height*, *center* en *polygon*. *Polygon* is een verzameling van punten (x en y coördinaten) die een polygoon vormen, die gebruikt worden voor de *collision detection*. We gebruikten vereenvoudigde polygoonen om de rekentijd te reduceren.

XML voor decoratie-objecten

Een apart onderdeel van de vormgeving is de lijst van decoratieobjecten. Omdat deze objecten deel uitmaken van het beloningssysteem, staan ze in een aparte XML structuur gedefinieerd. Op deze manier kunnen de objecten gemakkelijker aangevuld worden. Deze lijst wordt zowel gebruikt in de webapplicatie als in het revalidatiesysteem.

```
<items>
  <item id=" [ID] ">
    <name> [NAME] </name>
    <icon> [ICON SOURCE PATH] </icon>
    <source> [SOURCE PATH] </source>
    <width> [WIDTH SOURCE IN PIXELS] </width>
    <height> [HEIGHT SOURCE IN PIXELS] </height>
  </item>
  ...
</items>
```

Elk *item* heeft een uniek argument *id* en childnodes *name*, *icon*, *source*, *width* en *height*. We gebruikten naast het *source* pad ook nog een *icon* pad voor de kleine thumb-afbeeldingen op de beloningskaarten.

XML voor geluidseffecten

Omdat er ook geluiden in het systeem verwerkt zijn, is er hiervoor ook een XML structuur gedefinieerd waarin het bronbestand vermeld staat. De geluiden geven de gebruiker bijkomende feedback over de acties die hij onderneemt. Elk geluid heeft een andere betekenis.

```
<sounds>
  <sound>
    <name> [NAME] </name>
    <source> [SOURCE PATH] </source>
  </sound>
  ...
</sounds>
```


XML voor patiënten gegevens

In tegenstelling tot een rechtstreekste communicatie met de centrale database gebruiken we XML als tussenniveau. Zowel de webapplicatie als het revalidatiesysteem gebruiken deze XML-gegevens door middel van verschillende soorten *HTTP request* om de gegevens te kunnen filteren.

Bij de webapplicatie is het niet altijd noodzakelijk alle parameters op te vragen. We gebruikten een algemene structuur en stuurden enkel de gegevens door die nodig zijn. Het is dus mogelijk met een HTTP request enkel de patiëntnamen op te vragen.

Hieronder beschrijven we de volledige structuur voor één patiënt.

```
<patients>
  <patient id=" [PATIENT ID] ">
    <firstname> [FIRST NAME] </firstname>
    <lastname> [LAST NAME] </lastname>
    <planets>
      <planet id=" [PLANET ID] ">
        <type> [PLANET TYPE]</type>
        <points> [PLANET POINTS] </points>
        <gametype> [PLANET GAME TYPE] </gametype>
        <highscore> [PLANET GAME HIGHSCORE] </highscore>
        <collectedobjects>[COLLECTED OBJ] </collectedobjects>
        <horizontalmin> [HORIZONTAL MIN] </horizontalmin>
        <horizontalmax> [HORIZONTAL MAX] </horizontalmax>
        <verticalmin> [VERTICAL MIN] </verticalmin>
        <verticalmax> [VERTICAL MAX] </verticalmax>
        <surfacemin> [SURFACE MIN] </surfacemin>
        <surfacemax> [SURFACE MAX] </surfacemax>
        <objects>
          <object id=" [PLANET OBJECT ID] ">
            <type> [OBJECT TYPE] </type>
            <value> [OBJECT VALUE] </value>
            <firstname> [FIRST NAME] </firstname>
            <lastname> [LAST NAME] </lastname>
            <accounttype> [TYPE] </accounttype>
          </object>
          ...
        </objects>
      </planet>
      ...
    </planets>
  </patient>
  <objects>
    <object id=" [OBJECT ID] ">
      <type> [OBJECT TYPE] </type>
      <value> [OBJECT VALUE] </value>
```

```

        <firstname> [FIRT NAME] </firstname>
        <lastname> [LAST NAME] </lastname>
        <accounttype> [ACCOUNT TYPE] </accounttype>
    </object>
    ...
</objects>
</patient>
...
</patients>

```

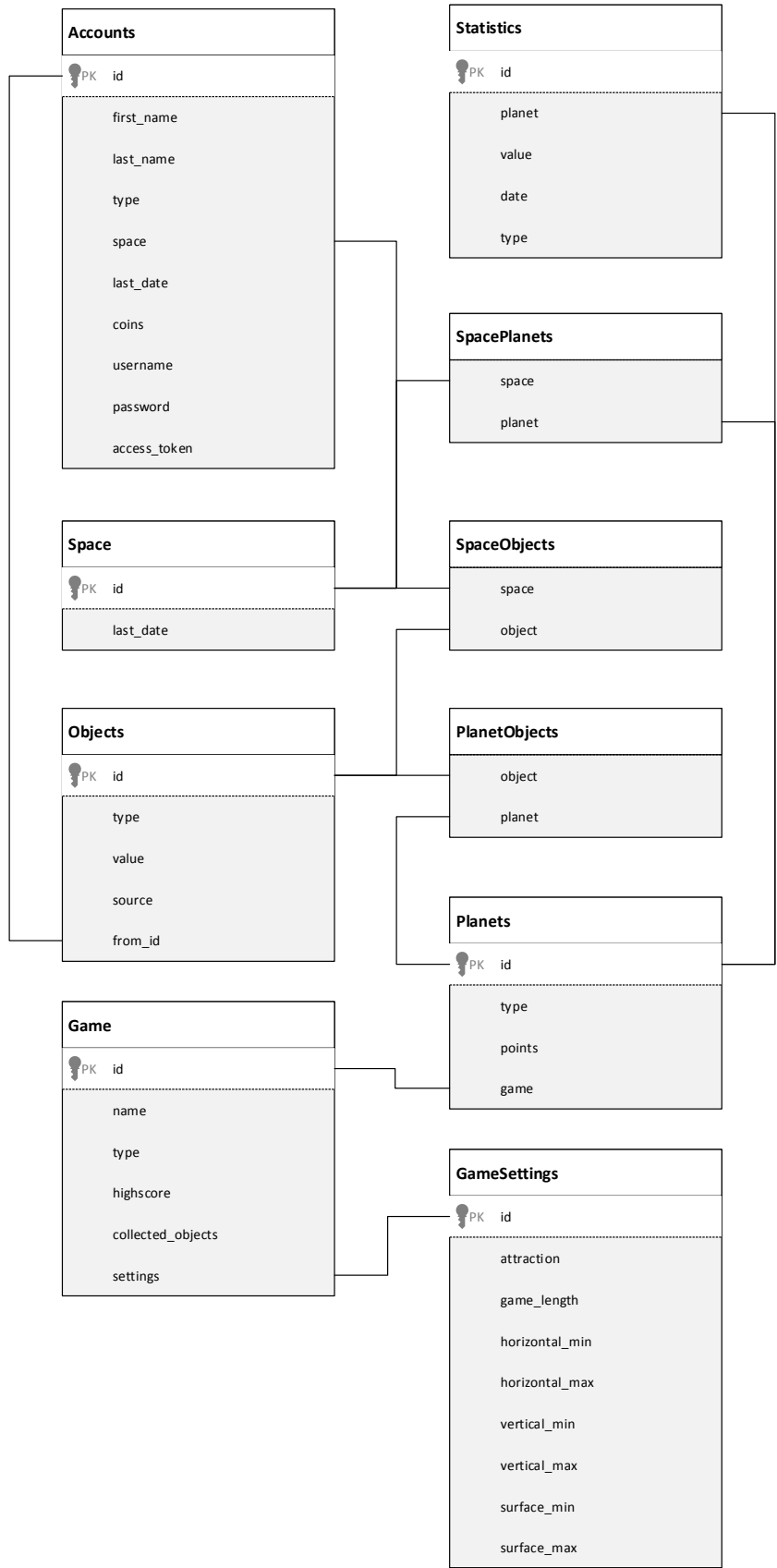
Elke *patiënt* heeft een uniek argument *id* en childnodes *firstname*, *lastname*, *planets* en *objects*. In de childnode *planets* zitten alle planeten van de patiënt die elk een uniek argument *id* hebben. Naast alle eigenschappen van de planeet, heeft elke *planet* zijn eigen lijst *objects* (de decoratieobjecten voor desbetreffende planeet). Onder *patiënt* is er nog een lijst *objects*, die objecten bevat die nog niet zijn toegekend aan een planeet. Wanneer een vriend een object stuurt naar een patiënt, zal dit object eerst onder deze lijst komen te staan. Nadat de patiënt zijn object heeft toegekend aan een planeet, verdwijnt deze uit de lijst en komt hij in de lijst *objects* in *planet* te staan.

4.2.3 MySQL

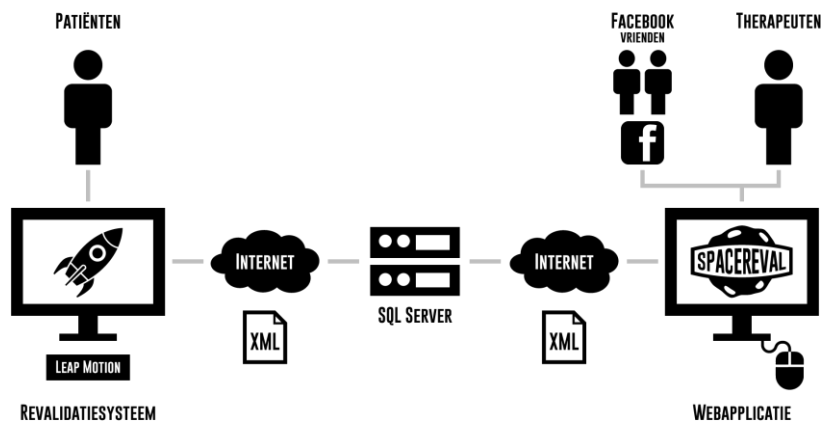
MySQL is tegenwoordig de basis van vele webapplicaties en wordt daarom gebruikt als Open Source databasemanagementsysteem. Omdat de webapplicatie geïmplementeerd is met behulp van PHP en Javascript, gebruikten we een MySQL databasemanagementsysteem (DBMS). Deze relationele databases (RDBMS) gebruikt SQL als taal om het systeem op te bouwen.

In de implementaties wordt geen rechtstreekse verbinding met de MySQL database gemaakt. Zoals eerder aangehaald maakten we gebruik van een XML-gebaseerd tussenniveau. Om deze XML bestanden te kunnen leveren, maakten we met PHP dynamische XML DOM documenten. Al deze PHP scripts werden verzameld in één application programming interface (API) waarmee alle subsystemen communiceren met de MySQL database.

Voordat we zijn gestart met het systeem te implementeren, hebben we een databasemodel gemaakt in UML (figuur 19) en later omgezet in SQL.



Figuur 19: UML diagram



Figuur 20: Systeem communicatienetwerk

4.3 Bewegingen

4.3.1 Horizontale beweging

In de eerste beweging moet de patiënt zijn bovenarm volledig strekken en vervolgens een horizontale abductie maken. Voor deze beweging moet de bovenarm van de patiënt op een constante gestrekte uitgangshouding staan. De bovenarm moet daardoor op 90 graden van het lichaam staan. Vervolgens moet de patiënt proberen zijn arm te bewegen naar links of naar recht op eenzelfde hoogte. Hierdoor wordt de schouder getraind.

Bij deze beweging is het belangrijk te meten hoe ver de patiënt in gestrekte positie zijn bovenarm kan bewegen van links naar rechts. Omdat niet alle patiënten over hetzelfde fysieke vermogen beschikken, is het heel belangrijk deze bewegingen af te stellen op de mogelijkheden van de patiënt. Voor patiënten met een betere fysieke armbeweging, kunnen extra elementen voorzien worden om de beweging moeilijker te maken. Een gewichtsarmband zorgt er bijvoorbeeld voor dat het strekken van de bovenarm zwaarder is. Als een gewichtsarmband niet beschikbaar is, kan de patiënt ter vervanging ook een gewichtsbal gebruiken, maar hierbij veroorzaken we ook een extra druk op de polsgewrichten.

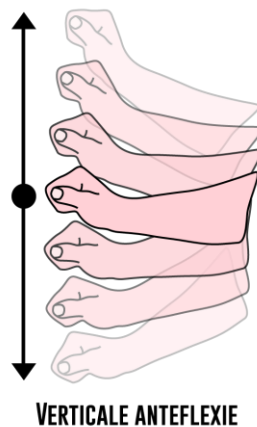


Figuur 21: Horizontale abductie beweging

4.3.2 Verticale beweging

Net zoals bij de horizontale abductie moet de patiënt bij een verticale anteflexie vertrekken van een constant gestrekte arm. In deze beweging is het belangrijk dat de elleboog niet gebogen wordt. De patiënt moet proberen zijn gestrekte arm te tillen en te laten zakken. De uitgangshouding is recht voor het lichaam met de bovenarm gestrekt. De bovenarm moet daardoor op 90 graden langs het lichaam staan. Deze beweging zorgt voor een training van de schouder.

In tegenstelling tot bij de horizontale abductie, moet er enkel rekening gehouden worden met de maximumhoogte die de patiënt kan bereiken. Een extra moeilijkheid bij deze beweging is om de arm te stabiliseren op een bepaalde positie. Om bij patiënten met een beter fysiek vermogen de bewegingen moeilijker te maken, kan ook een gewichtsarmband of gewichtsbal gebruikt worden.



Figuur 22: Verticale anteflexie beweging

4.3.3 Hand spreiden en knijpen

Deze beweging heeft hoofdzakelijk invloed op de hand. De patiënt moet bij de uitgangshouding één arm strekken met de handpalm naar beneden gericht. Ten eerste moet hij een vuist maken waarna hij zijn vingers terug moet strekken. Deze beweging helpt de patiënt zijn vingers soepel en krachtiger te maken, maar ook de onderarm wordt hierdoor licht getraind. Deze beweging wordt in het dagelijkse leven ook veel gebruikt en is voornamelijk belangrijk voor personen met een verminderde handfunctie of spasmen in de handen.

Het is zeer belangrijk dat de patiënt steeds zijn vingers volledig dichtknijpt en spreidt om de beweging te voltooien. Omdat niet alle patiënten evenveel kracht hebben in hun hand is het belangrijk op voorhand te meten hoe ver de patiënt zijn vingers kan strekken.



Figuur 23: Hand spreid en knijp beweging

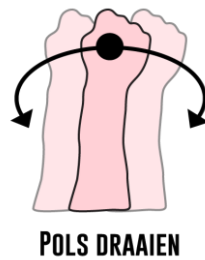
4.3.4 Pols draaien

Om de volgende beweging goed uit te voeren moet de patiënt bij de uitgangshouding één arm strekken en de handpalm op dezelfde positie houden. Bij deze beweging mag de patiënt enkel zijn handpalm draaien door middel van de pols. Het is belangrijk dat de arm goed gestrekt blijft.

Deze beweging vereist een soepele pols en het is belangrijk rekening te houden met de patiënt zijn fysieke mogelijkheden. Bij aanvang van de oefeningen, moet er steeds worden gekeken hoe ver een patiënt zijn pols kan draaien door zowel links als recht te draaien met dezelfde hand. Wanneer de patiënt wisselt van hand, die vaak een andere capaciteit heeft, zijn de gegevens niet meer representatief en zal de meting foutief

verlopen. Tijdens deze beweging wordt enkel de pols getraind. Om de training zwaarder te maken, kan de patiënt nog een gewichtsbal gebruiken.

Als laatste moet de patiënt in staat zijn een draaibeweging, van een bepaald aantal graden, gedurende enkele seconden aan te houden. De maximum draaiwaardes moeten dan ook aangepast zijn aan de mogelijkheden van de patiënt.



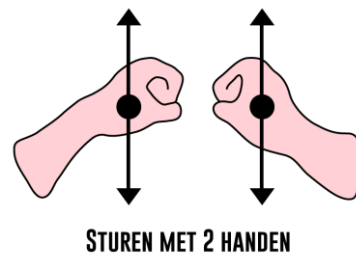
Figuur 24: Pols draaibeweging

4.3.5 Sturen met 2 handen

Voor deze beweging moet de patiënt twee handen gebruiken. In tegenstelling tot de voorgaande bewegingen moeten de twee handen ongeveer dezelfde bewegingscapaciteit hebben. Bij de uitgangshouding moet de patiënt zijn twee armen gestrekt voor het lichaam houden. Door een verticale anteflexie van de twee armen kan de patiënt een evenwichtsbeweging maken. Door een denkbeeldige lijn te trekken tussen de twee handen kan de richting worden bepaald waarheen de patiënt stuurt. Een stok tussen de twee handen kan de beweging vergemakkelijken en ervoor zorgen dat de patiënt meer controle heeft over de beweging.

Het is bij deze oefening belangrijk dat de twee armen zo goed mogelijk evenwijdig langs elkaar bewegen. De opening tussen de twee handen zou constant even groot moeten blijven. Omdat de fysieke capaciteit van de twee armen niet altijd hetzelfde is, kan er per arm worden gekeken wat de maximumhoogte is. Maar omdat het hier gaat om een evenwichtsoefening kan enkel de laagste hoogtewaarde van de armen worden gebruikt om de beweging te voltooien. Wanneer de patiënt zijn linkerhand laat zakken en rechterhand optilt, zal het evenwicht niet meer in balans zijn en zal er een verschuiving naar links plaatsvinden. Wanneer de patiënt zijn linkerhand optilt en zijn rechterhand laat zakken, is het evenwicht ook niet in balans maar zal er een verschuiving plaatsvinden naar rechts. Wanneer de twee handen op gelijke hoogte

hangen, zal het evenwicht in balans zijn waardoor er geen verschuiving meer plaats vindt.



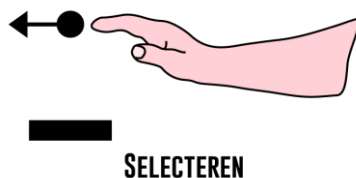
Figuur 25: Sturen met 2 handen beweging

4.3.6 Vliegen

Navigeren door een aantal menu's is noodzakelijk om een revalidatiespel te starten. In tegenstelling tot andere bewegingen in het systeem zijn deze gegevens niet relevant voor therapeuten omdat deze niet bedoeld zijn om te revalideren en het minder om techniek gaat. De vliegbeweging is hier één beweging van. Om te navigeren door de menu's, moet de patiënt een ruimteschip besturen door zijn arm te bewegen in de x- en y- as in tegenstelling tot de andere bewegingen die zich concentreren op één as.

4.3.7 Selecteren

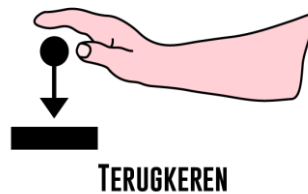
Naast de bewegingen die de patiënt moet maken om zijn cursor te laten bewegen, moet de gebruiker ook objecten of onderdelen in het systeem kunnen selecteren. Deze 'gesture' moet een volledige andere beweging zijn om hem goed te onderscheiden van andere navigatiebewegingen. Om te selecteren moet de patiënt een snelle beweging naar voren maken (X-as). Het is belangrijk dat de beweging qua afstand lang is en zich voordoet in een korte tijdspanne om het verschil te kunnen maken anders zou het systeem op eender welk willekeurige moment een selectieactie kunnen triggeren.



Figuur 26: Selectie beweging

4.3.8 Terugkeren

Het is ook onmisbaar dat patiënten kunnen terugkeren naar de vorige omgeving als ze een foute actie hebben ondernemen. Het verschil met selecteren is dat de patiënt niet op een specifiek object of onderdeel moet staan. Om terug te keren naar het vorige scherm, moet hij gedurende een aantal seconden zijn hand laag boven de sensor houden. Nadat hij dit heeft gedaan, triggert het systeem een terugkeeractie. Belangrijk is dat de positie van de hand onder een bepaalde drempel ligt. Deze drempel moet gehanteerd worden bij alle andere bewegingen om het verschil met de terugkeeractie te kunnen onderscheiden.



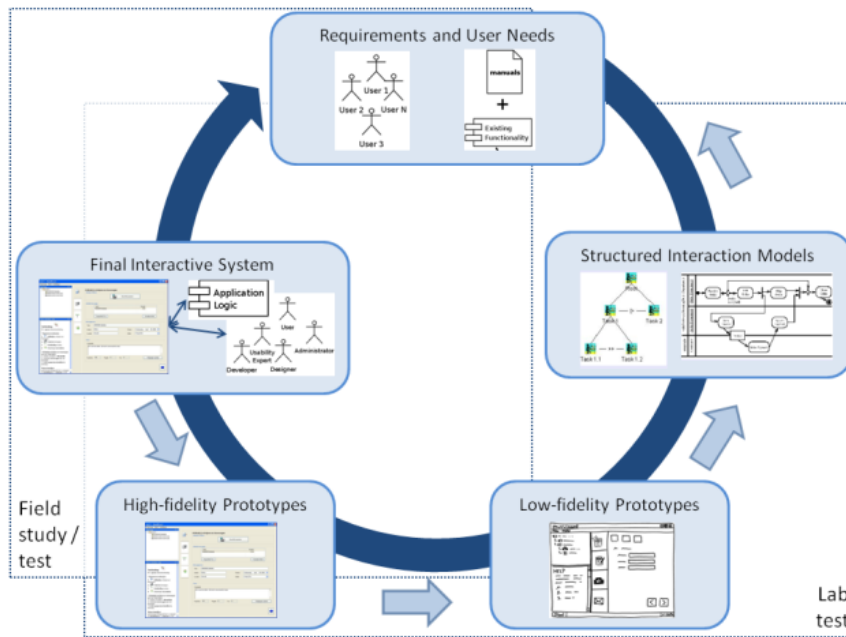
Figuur 27: Terugkeerbeweging

5 Evaluatie

User Centered Design (UCD) is een methodologie binnen de HCI-wereld waarbij de ontwikkelaar, van een nieuw systeem, rekening houdt met de behoeften van de eindgebruiker en op zoek gaat naar een werkzaam kwalitatief en kwantitatief resultaat (Vleugen, 2008). User Centered Design is een ISO-standaard dat gestructureerd is in vier fases:

- **Analyse**
Vaststellen van doelstellingen en analyse van de doelgroep.
- **Ontwerp**
Het maken van prototypes (Low-fidelity en High-fidelity prototypes).
- **Implementatie**
Uitwerken van de prototypes.
- **Evaluatie**
Evaluatiemethodes toepassen.

Tijdens de ontwikkeling van zowel de webapplicatie als het revalidatiesysteem hebben we gebruik gemaakt van de UCD fases volgens het MuiCSer process framework (figuur 28). Binnen UCD kunnen de fases doorgaans meerdere keren aan bod komen om op deze manier op een gefundeerde manier iteratief tot een volledig systeem te komen dat aangepast is aan de vereisten van de gebruiker. De fase die in dit project veel werd gebruikt was de evaluatiefase. Na een tussenstap in het ontwikkelingsproces heeft er telkens een evaluatie plaats gevonden. Hierbij is veel rekening gehouden met de eindgebruikers die in ons geval MS-patiënten en therapeuten waren.



Figuur 28: MuiCser process framework

5.1 Expert reviews

Een methode die veel werd gebruikt om de interface gebruiksvriendelijk te maken, waren de expert reviews. Deze review werd uitgevoerd door mijn begeleiders die als experts het ontwerp hebben beoordeeld aan hand van hun ervaring en kennis die ze hebben verworven gedurende eerdere projecten. Na het conceptontwerp en tijdens de implementatie zijn er evaluatiemomenten geweest waarbij ik met de begeleiders trachtte om problemen te identificeren. De meeste van deze problemen zaten in het design van de applicaties en hadden altijd betrekking op de beperkingen van MS-patiënten. Omdat de patiënten kampen met veel fysieke beperkingen waren sommige onderdelen niet haalbaar en moesten ze aangepast worden om het systeem toegankelijk te maken voor deze doelgroep. Het gegeven dat therapeuten weinig tijd hebben en dat alle oefeningen zo eenvoudig mogelijk moeten zijn, was ook een opmerking die kwam uit de expert reviews.

5.2 Usability tests

5.2.1 *Verloop tests*

Na de implementatie heb ik een usability test uitgevoerd om de voordelen en beperkingen van het systeem in de kaart te brengen. Een usability test wordt doorgaans afgenomen in een meer realistische situatie met testpersonen uit de doelgroep waarvoor het systeem ontwikkeld is. Voor zowel de webapplicatie als voor het revalidatiesysteem hebben ik drie therapeuten een test laten uitvoeren om problemen te identificeren en een tussentijdse evaluatie te maken over het systeem. Ik heb gekozen om met therapeuten te testen in plaats van patiënten omdat zij een goede kennis van het vakgebied hebben en feedback kunnen geven vanuit een meer klinisch standpunt. Het is echter nodig om in verder onderzoek het systeem ook te testen met effectieve patiënten waarvoor het systeem ontwikkeld is.

De testpersonen werden één voor één gevraagd om het systeem te testen zonder dat ze enige ervaring hadden opgedaan. Als eerste werd de therapeut (testpersoon) vriendelijk begroet en kreeg hij of zij vervolgens een korte uitleg over het doel van het volledige systeem. Er werd duidelijk toegelicht dat het over twee afzonderlijke onderdelen ging en dat een onderdeel specifiek bedoeld was voor MS-patiënten. Bij aanvang kreeg iedere testpersoon een blad met een aantal gegevens die ze nodig hadden tijdens de test. Deze gegevens fungeerden als hulpmiddel om geen misverstanden te creëren. In *bijlage 1* staan de gegevens die een testpersoon kreeg. Vervolgens vroeg ik als begeleider (facilitator) de taken één voor één zo goed mogelijk uit te voeren aan de therapeuten. De uitgevoerde taken werden onderverdeeld in de twee applicaties. Als eerste werd er verwacht dat de therapeut een nieuw patiëntenprofiel aanmaakte in de webapplicatie en hierbij een aantal instellingen wijzigde. In het tweede onderdeel moest de therapeut zich inleven in de patiënt en daarbij een aantal revalidatiespellen uitvoeren waarbij de nadruk lag op het uitvoeren van bewegingen. Tijdens deze taken bestudeerde ik of desbetreffende taak vlot verliep. Wanneer de testpersoon problemen ondervond of een deeltaak niet kon uitvoeren, noteerde ik alle problemen en bood vervolgens hulp aan. Deeltaken die bijzonder vlot gingen, werden ook gerapporteerd. Tijdens de taken werden er zo weinig mogelijk aanwijzingen gegeven om de gebruiksvriendelijkheid optimaal te kunnen observeren.

Verder maakte ik gebruik van de vooropgestelde aandachtspunten om zeker de belangrijkste gegevens te verkrijgen.

Wanneer een therapeut een opmerking gaf of liet blijken dat hij iets aangenaam of minder aangenaam vond, noteerde ik deze bevindingen als aanvullend op mijn observatie. Deze informatie geeft doorgaans meer duiding over het gevoel van de testpersoon, wat tijdens een observatie moeilijk te achterhalen is.

Na het uitvoeren van de taken had ik een kort informeel gesprek waarbij de testpersoon zijn persoonlijke mening kon geven over het volledige systeem. Indien er onduidelijkheden waren tijdens de observatie was dit het moment om extra feedback te vragen over het verloop van een bepaalde taak. Als laatste vroeg ik aan de testpersonen om een korte vragenlijst in te vullen met een aantal algemene vragen waar ik nadien een analyse van maakte. De vragenlijst bestond uit tien *Liquid scale* vragen en vijf open vragen. Deze bevraging was anoniem. Ik heb ervoor gekozen geen digitale vragenlijst af te nemen zodat ik de computer opnieuw kon instellen voor de volgende gebruiker. In *bijlage 2* staat de vragenlijst die werd afgenomen.



Figuur 29: Usability tests

5.2.2 Conclusie verloop tests

Tijdens de usability tests heb ik drie therapeuten het systeem laten gebruiken en evalueren. Het verloop van de test verliep zeer vlot. Er waren geen technische problemen en de therapeuten konden de test op een correcte manier afwerken. Tijdens

de test was het mijn taak om de therapeuten te begeleiden als facilitator. Als begeleider was het belangrijk om de testpersonen te verwelkomen en ze continu bij te staan bij vragen en bedenkingen. Naast het begeleiden van de testpersonen was het ook mijn taak als observator om noties te maken van de taken en feedback die de therapeuten gaven. Deze dubbele taak van begeleiden en observeren was niet evident. De momenten tussen de taken en tests waren nodig om alle opmerkingen tot in detail te noteren. De noties werden niet digitaal gemaakt zodat ik de testpersoon beter kon begeleiden. Een aparte computer zorgt bovendien voor een afstandelijke houding tegenover de testpersonen.

5.2.3 Resultaten tests

Uit de usability tests zijn nog enkele mogelijkheden voor verbeteringen van het systeem in de toekomst aan het licht gekomen. Omdat de testpersonen veel kennis van het vakgebied hadden, zijn deze resultaten des te belangrijker voor toekomstig onderzoek en de verdere ontwikkeling van het gerealiseerde systeem. De resultaten zijn opgedeeld naargelang de webapplicatie, het revalidatiesysteem en de algemene feedback. Hieronder bespreek ik de belangrijkste resultaten die uit de usability tests zijn gekomen.

Webapplicatie

Het inloggen, aanmaken en selecteren van een patiënt en instellen van de bewegingsparameters ging zeer vlot voor alle testpersonen. Het verschil tussen de therapeuten en Facebookomgeving was duidelijk zichtbaar net als de betekenis van de bewegingsparameters bij het instellen van de oefeningen. Bij het instellen van deze parameters maakten sommige testpersonen veelvoudig gebruik van de pijltoetsen om eigenschappen juist in te stellen. De statistieken in de therapeuteninterface zijn zeker nuttig om de voortgang te bepalen en waren voldoende en duidelijk te interpreteren.

Het volledige design van het Facebookgedeelte (afbeeldingen voor de beloningen, informatie over de planeten en mogelijkheden in de web interface) was duidelijk, voldoende uitgebreid en herkenbaar. De consistente omgevingen zorgden ervoor dat de testpersonen graag werkten met de webapplicatie. Ondanks dat een aantal knoppen relatief klein waren (terugkeren en uitloggen), vonden de testpersonen de knoppen meteen terug in de interface door de logische positionering van deze knoppen binnen

de interface van de uit te voeren taken. Motivatie en stimulatie van de patiënten via de Facebooktoepassing werd als een goede uitbreiding voor de revalidatiespelen bevonden.

Er waren echter ook enkele onduidelijkheden aanwezig in de webinterface. Een nieuwe planeet aanmaken door een therapeut was in eerste instantie niet direct duidelijk, maar de testpersonen konden uiteindelijk deze taak toch uitvoeren zonder tussenkomst. Een oplossing hiervoor is om de knop niet dezelfde vorm te geven als een planeet. Daarnaast waren de afbeeldingen om een speltype aan te geven niet duidelijk in het begin. De testpersonen gaven wel aan dat de afbeeldingen meer betekenis krijgen als ze de bewegingen hadden gezien. Het zou echter ook beter zijn als de naam van de beweging onder de afbeelding komt te staan.

Tot slot zijn er te veel parameters om de revalidatiespelen te wijzigen. Het zou beter zijn om meer algemene instellingen te voorzien. Bijvoorbeeld, de mogelijkheid om per planeet de moeilijkheid van de spelen aan te geven, is overbodig omdat patiënten geen direct significant verschil in moeilijkheid zullen ondervinden tussen spelen.

Revalidatiesysteem

De therapeuten vonden de Leap Motion een veelbelovende ontwikkeling die de patiënten zeker zal aanspreken. Het grote voordeel is dat het systeem zeer toegankelijk is voor de patiënten. Doordat er geen extra materiële vereisten zijn (handschoen of sensors), zijn deze revalidatiespelen geschikt voor een groot publiek. Het design is duidelijk en niet te gedetailleerd zodat patiënten er goed mee overweg kunnen. Alle afbeeldingen zijn direct te herkennen en de tekst is goed leesbaar. Gebruikers hadden geen probleem om objecten te herkennen waarop ze een actie konden uitvoeren. We zagen dat de selectieboord een duidelijke indicatie was voor de gebruikers. De afbeeldingen die een beweging uitdrukten, waren niet duidelijk genoeg wanneer een gebruiker ze voor de eerste keer zag. Bij de sturbeweging hebben de testpersonen soms de intentie om hun twee handen volledig mee te draaien omdat de afbeelding alleen niet voldoende informatie verschaft over de verwachtingen. Het toevoegen van een korte omschrijving zou dit probleem grotendeels voor alle bewegingen oplossen.

Het gebruik van een korte tutorial oefening en directe feedback zijn een belangrijke meerwaarde in het systeem. Hierdoor zijn de bewegingen in het algemeen

gemakkelijker uit te voeren en zijn de patiënten direct vertrouwd met de bewegingen. Het selecteren verliep zeer moeizaam, wat leidt tot het frequentst voorkomende probleem bij het revalidatiesysteem. De meeste testpersonen hadden problemen om deze beweging perfect uit te voeren. Om deze beweging goed te kunnen uitvoeren is het belangrijk een korte snelle beweging te maken richting het scherm. De testpersonen veranderden tijdens het uitvoeren van de beweging van richting waardoor ze het object voor de selectie verlieten. Het zoeken naar een alternatieve beweging is niet evident. Een oplossing voor dit probleem is moeilijk omdat de selectiebeweging dan moet afwijken van de andere bewegingen. Een mogelijke alternatief dat onderzocht werd, is het dichtknijpen van de hand of het voorzien van een fysieke knop naast de Leap Motion. Hieruit is ook gebleken dat het gebruik van een knijpbeweging niet ideaal is omdat sommige patiënten deze beweging niet kunnen maken volgens de therapeuten.

Vervolgens gaven de therapeuten als opmerking dat het vuistknijprevalidatiespel te moeilijk is voor patiënten omdat de meeste patiënten niet in staat zijn hun hand zo flexibel te bewegen om het ruimteschip doorheen het level te leiden. Een veel voorkomend probleem is dat de patiënten vaak niet in staat zijn om hun vingers gestrekt te houden. Dit probleem kan gemakkelijk worden opgelost door de gevoeligheidsparameters aan te passen en het level minder obstakels te geven. Voor sommige patiënten is dit echter niet voldoende. Therapeuten kunnen voor deze patiënten best opteren om deze oefening uit te sluiten.

De therapeuten vonden het doorgaans positief dat er veel aandacht naar de verschillende bewegingen ging. Het is duidelijk dat het revalidatiesysteem als doel heeft om de verschillende bewegingen te stimuleren. De belangrijkste bewegingen van de hand en arm zijn aanwezig in de revalidatiespelen en er is een goede balans tussen de verschillende bewegingen. Ook zijn ze zeker bruikbaar in een revalidatieomgeving of therapie.

Verder is het beloningssysteem een fijne toevoeging aan het systeem. De testpersonen denken dat de beloningen gaan aanslaan bij patiënten. Het is een extra motivatie om in het systeem te blijven gebruiken. De beloningen zelf zijn duidelijk en het is fijn om ze op de planeet te kunnen bekijken. Ondanks dat de beloningsobjecten verder positief onthaald werden, kwam er de opmerking dat het nog aangenamer zou zijn als de afbeeldingen groter worden gemaakt zodat de patiënt ze nog beter ziet staan. Voor deze

usability tests hebben we een standaard laptop gebruikt om het systeem te testen. In de praktijk zou het beter zijn om de Leap Motion voor een groot scherm te plaatsen waardoor we dit probleem oplossen. Als het systeem wordt gebruikt als thuisrevalidatie is het wel belangrijk om de beloningen te vergroten indien het systeem met een computer wordt gespeeld.

Algemene indruk van het systeem

Uit de formele feedback op het einde van de test, konden we opmerken dat het systeem positief onthaald werd. Daarbij gaven de therapeuten nog twee interessante opmerkingen betreffende het gebruik van het systeem.

Allereerst zien therapeuten dat Facebook en andere sociale netwerken steeds populairder worden bij patiënten. Het sturen van beloningen via sociale media zien therapeuten daarom als een meerwaarde voor het systeem. Hierbij herhaalden de therapeuten meermaals dat het sociaal aspect binnen een therapie zeer belangrijk is en dat het een zinvol idee is om Facebookvrienden en familie te betrekken in het revalidatieproces. Het heeft volgens hen ook geen meerwaarde als therapeuten digitale objecten sturen omdat voor hen persoonlijk contact met de patiënt belangrijk is.

Een andere interessante opmerking is om naast de houding van de hand ook rekening te houden met de elleboog en schouder. De therapeuten hebben gemerkt dat een verkeerde lichaamshouding en compensaties tijdens de revalidatiespelen kunnen aangewend worden waardoor de gewrichten worden overbelast. Om overbelasting tegen te gaan, zou het aangewezen zijn een maximum speeltijd in te stellen zodat ze zeker niet meer dan hun fysieke toestand toelaat gaan trainen. Aangeven hoe de armen en schouders moeten worden gehouden tijdens de spelen, zal de patiënt ook helpen om de juiste houding aan te nemen en zich niet te overbelasten.

6 Discussie

6.1 Resultaten onderzoek

Het onderzoek geeft een eerste indicatie dat technologische revalidatiespelen voor de bovenarm fysiek bijdragen aan een revalidatieproces (Krichevets et al., 1995; Betker et al., 2007; Rego et al., 2010). Verder onderzoek is nodig om te bepalen of het revalidatiesysteem in deze thesis geschikt is voor patiënten met MS. Uit de bevraging van de therapeuten kunnen we concluderen dat de bewegingen, die in het gerealiseerde systeem gebruikt zijn, geschikt zijn als revalidatieoefeningen voor de bovenste ledematen. De diversiteit in de bewegingen zorgt ervoor dat het trainingssysteem toepasbaar is voor een grote groep patiënten. Het systeem moet er in de toekomst wel rekening mee houden dat een patiënt zich niet overbelast omdat de revalidatiespelen vermoeiend kunnen zijn als patiënten ze te veel gebruiken.

Verder kunnen we concluderen dat een sociaal aspect binnen technologische revalidatiesystemen belangrijk is om de QoL hoog te houden. Een goed concept en een intuïtieve vormgeving is in eerste instantie belangrijk om het revalidatiesysteem aantrekkelijk te maken voor patiënten. Dit onderzoek heeft niet kunnen aantonen of de QoL effectief toeneemt door het gebruik van het revalidatiesysteem omdat de steekproef niet groot genoeg was en verder onderzoek vereist is. Het Facebook element in het systeem heeft veel positieve feedback gekregen van de therapeuten maar moet getest worden met een representatieve steekproef van patiënten om de evidentie ervan te bewijzen.

Daarnaast kan het systeem een deel van de taken van een therapeut overnemen of verleggen naar een ander doelpubliek. Dit vereist dat een patiënt zelfstandig oefent omdat de aanwezigheid van de therapeut niet constant vereist is. Door het beloningssysteem van Facebookvrienden, voorziet het systeem een sociaal aspect tijdens de revalidatie wat een belangrijke motivator (sociale druk) kan zijn om zelfstandig te blijven oefenen. In onderzoek is tevens gebleken dat de aanwezigheid van een therapeut nodig is bij een therapie. Therapeuten vinden digitale feedback minder effectief werken dan verbale feedback. De toevoeging van digitale feedback tijdens

revalidatieoefeningen zorgt voor een hogere motivatie. Het spelelement binnen een digitale revalidatiesysteem is zeker ook een positief gegeven om de motivatie te doen stijgen.

De stijgende motivatie helpt tevens de therapietrouw te bevorderen doordat patiënten meer geneigd zijn om hun oefeningen uit te voeren omdat ze deze aangenaam vinden. Verder onderzoek naar de therapietrouw van het gerealiseerde systeem is nodig, maar uit gerelateerd werk is achterhaalbaar dat er een positief verband bestaat tussen de motivatie en de therapietrouw bij gelijkaardige revalidatiespelen.

Het systeem dat ontwikkeld werd voor deze thesis is door de usability test goed gevonden maar is slechts een indicatie om in de praktijk te gebruiken. Buiten een aantal kleine aanpassingen, in hoofdzakelijk de vormgeving, zien therapeuten de patiënten in staat om te gaan met het systeem. Het sociaal Facebook aspect moet tevens verder onderzocht worden met patiënten om te bepalen in hoeverre dit een motivatiefactor is voor het systeem.

6.2 Beperkingen en aanbevelingen voor verder onderzoek

Dit onderzoek staat in een beginfase en het is dus nog te voorbarig om te concluderen dat alle onderzoekshypotheses weerhouden zijn. Verder onderzoek moet bepalen of de QoL en de therapietrouw toenemen bij revalidatiespelen. Naast de Facebook integratie als sociaal aspect in dit onderzoek zijn er nog andere sociale aspecten, zoals het spelen met andere patiënten of therapeuten, die kunnen leiden tot een meerwaarde bij revalidatiespelen.

In het revalidatiesysteem zijn er nog een aantal opmerkingen die moeten worden aangepast voordat het systeem geëvalueerd kan worden door patiënten. Hierna is het pas mogelijk om het in de praktijk om te zetten. Het grootste probleem tot nu toe is het selecteren van een object. De bewegingen die hiervoor moet worden gemaakt zijn te moeilijk voor nieuwe gebruikers of patiënten omdat de bewegingen een snelle reactie eisen. In dit systeem hebben we twee methodes onderzocht maar in verder onderzoek moet er nog gezocht worden naar andere alternatieven omdat ze problemen opleveren bij de patiënt om een correcte actie uit te voeren. De sensor die we gebruikten in dit

onderzoek heeft een beperkte *access radius* wat leidt tot een beperking in het systeem. Een patiënt gaat relatief snel uit het bereik van de Leap Motion indien hij te snel wil reageren op obstakels in een spel. Deze beperking kan worden aangepast door een optimale positie te bepalen van de sensor of gebruik te maken van meerdere sensoren.

Als laatste aanbeveling voor verder onderzoek zou er nog meer onderzoek moeten komen naar het gehele revalidatiesysteem voor patiënten. Zoals eerder aangehaald zijn er nog geen usability tests geweest met patiënten uit de doelgroep. Sommige elementen van de vormgeving kunnen misschien onduidelijk zijn voor patiënten met een lichte mentale beperking. Om het systeem toegankelijk te maken voor een grote groep patiënten is het aangewezen de interface uitgebreid te testen.

7 Conclusie

Serious games zijn aan een opmars bezig in diverse domeinen zoals de gezondheidszorg. Zo is er een groei kenbaar van het aantal systemen die specifiek ontwikkeld zijn om een patiënt te helpen met zijn ziekte of beperking om te gaan. In het geval van patiënten met MS is het aangewezen gebruik te maken van revalidatiesystemen of meer specifiek revalidatiespelen waarbij een entertainmentgehalte ervoor kan zorgen dat de motivatie hoog blijft tijdens de therapie. Het persoonlijk contact met een therapeut, tijdens een therapie, is dermate belangrijk en onmisbaar voor patiënten maar revalidatiespelen met een sociaal aspect kunnen ervoor zorgen dat de patiënt zijn motivatie en therapietrouw elders ook kan vergaren.

In dit onderzoek hebben we gebruik gemaakt van een Leap Motion sensor, die verschillende handbewegingen kan detecteren. Het ontwikkelde systeem voor de Leap Motion bestaat uit een revalidatiesysteem waar patiënten revalidatiespelen voor de armen/handen kunnen spelen en een webapplicatie waarmee therapeuten instellingen voor de spelen kunnen wijzigen. Ook kan de therapeut nauwgezet de vooruitgang van de patiënt volgen aan de hand van een aantal statistisch gemeten gegevens. Omdat beperkingen zich zeer divers manifesteren bij personen met MS, is het belangrijk dat therapeuten speleigenschappen kunnen aanpassen aan de bewegingseigenschappen die fysiek haalbaar en uitdagend zijn voor patiënten. De Facebookvrienden van een patiënt kunnen door middel van de webapplicatie motivatiebeloningen sturen om hun bevriende patiënt te motiveren tijdens zijn revalidatie. Door Facebookvrienden te betrekken in de therapie zal hoogstwaarschijnlijk de motivatie voor het blijvend revalideren stijgen.

Voorgaand onderzoek heeft uitgewezen dat revalidatie met behulp van serious games een positief fysiek resultaat oplevert bij personen met een motorische beperking. Dergelijke revalidatietechnieken vergen nog veel onderzoek om voldoende klinisch bewijs te geven over de voordelen ervan. Therapeuten en revalidatiecentra hebben veel interesse in deze nieuwe methodes waardoor het gebruik ervan meer voorkomt.

In verder onderzoek hopen we dan ook dat de QoL bij systemen met een sociaal aspect wordt bevorderd en dat de patiënt plezier ondervindt bij het trainen van zijn bovenste ledematen met dit soort revalidatiespelen.

8 Referentielijst

- Ahn, L. v., & Dabbish, L. (2008). Designing games with a purpose. *Commun. ACM*, *51*(8), 58-67. doi: 10.1145/1378704.1378719
- Alankus, G., Lazar, A., May, M., & Kelleher, C. (2010). *Towards customizable games for stroke rehabilitation*. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Atlanta, Georgia, USA.
- Aronson, K. J. (1997). Quality of life among persons with multiple sclerosis and their caregivers. *Neurology*, *48*, 74-80. Geraadpleegd via <http://ovidsp.tx.ovid.com>
- Bergeron, B. (2006). *Developing Serious Games*. Hingham, MA: Charles River Media.
- Betker, A. L., Desai, A., Nett, C., Kapadia, N., & Szturm, T. (2007). Game-based Exercises for Dynamic Short-Sitting Balance Rehabilitation of People With Chronic Spinal Cord and Traumatic Brain Injuries. *Physical Therapy*, *87*(10), 1389-1398. doi: 10.2522/ptj.20060229
- Blackman, S. (2005). Serious games...and less! *SIGGRAPH Comput. Graph.*, *39*(1), 12-16. doi: 10.1145/1057792.1057802
- Bolek, J. (2006). Use of Multiple-Site Performance-Contingent SEMG Reward Programming in Pediatric Rehabilitation: A Retrospective Review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *31*(3), 263-272. doi: 10.1007/s10484-006-9017-3
- Borchers, J. (2001). A pattern approach to interaction design. *AI & SOCIETY*, *15*(4), 359-376. doi: 10.1007/BF01206115
- Burke, J. W., McNeill, M., Charles, D., Morrow, P., Crosbie, J., & McDonough, S. (2009). *Serious Games for Upper Limb Rehabilitation Following Stroke*. Paper presented at the Proceedings of the 2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications.

- Burke, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H., & McDonough, S. M. (2009). Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. *The Visual Computer*, 25(12), 1085-1099. doi: 10.1007/s00371-009-0387-4
- Burke, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H., & McDonough, S. M. (2010, 25-26 March 2010). *Augmented Reality Games for Upper-Limb Stroke Rehabilitation*. Paper presented at the Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), 2010 Second International Conference on.
- Chang, A., & O'Sullivan, C. (2005). *Audio-haptic feedback in mobile phones*. Paper presented at the CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Portland, OR, USA.
- Compston, A., & Coles, A. (2008). Multiple sclerosis. *Lancet*, 372, 1502-1517. doi: 10.1016/S0140-6736(08)61620-7
- Costa, C., Tacconi, D., Tomasi, R., Calva, F., & Terreri, V. (2013). *RIABLO: a game system for supporting orthopedic rehabilitation*. Paper presented at the Proceedings of the Biannual Conference of the Italian Chapter of SIGCHI, Trento, Italy.
- Cummins, R.A. (1997). *Comprehensive Quality of Life Scale. Manual: Fourth Edition*. Melbourne, Australia: Deakin University.
- Curtis, J., Ruijs, L., Vries, M. d., Winters, R., & Martens, J.-B. (2009). *Rehabilitation of handwriting skills in stroke patients using interactive games: a pilot study*. Paper presented at the CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Boston, MA, USA.
- da Silva Cameirão, M., Bermúdez i Badia, S., Duarte, E., & Verschure, P. F. M. J. (2011). Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the Rehabilitation Gaming System. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 29(5), 287-298. doi: 10.3233/RNN-2011-0599

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining "gamification"*. Paper presented at the Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, Tampere, Finland.
- Di Giovanni, P., Romano, M., Sebillio, M., Tortora, G., Vitiello, G., Ginige, T., . . . Ginige, A. (2012, 4-4 June 2012). *User centered scenario based approach for developing mobile interfaces for Social Life Networks*. Paper presented at the Usability and Accessibility Focused Requirements Engineering (UsARE), 2012 First International Workshop on.
- Dinevan, A., Yee Mon, A., & Al-Jumaily, A. (2011, 5-8 Dec. 2011). *Human computer interactive system for fast recovery based stroke rehabilitation*. Paper presented at the Hybrid Intelligent Systems (HIS), 2011 11th International Conference on.
- Dores, A. R., Carvalho, I. P., Barbosa, F., Almeida, I., Guerreiro, S., Leit, M., . . . Castro-Caldas, A. (2011). *Serious games: are they part of the solution in the domain of cognitive rehabilitation?* Paper presented at the Proceedings of the Second international conference on Serious Games Development and Applications, Lisbon, Portugal.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2005). *The basic learning approach behind serious games*. 28. Singhal A, Rogers EM.
- Escorpizo, R., Stucki, G., Cieza, A., Davis, K., Stumbo, T., & Riddle, D. L. (2010). Creating an Interface Between the International Classification of Functioning, Disability and Health and Physical Therapist Practice. *Physical Therapy, 90*(7), 1053-1063. doi: 10.2522/ptj.20090326
- Fasolo, B., Misuraca, R., McClelland, G. H., & Cardaci, M. (2006). Animation attracts: The attraction effect in an on-line shopping environment. *Psychology and Marketing, 23*(10), 799-811. doi: 10.1002/mar.20134
- Freeman, J. A., Langdon, D. W., Hobart, J. C., & Thompson, A. J. (1997). The impact of inpatient rehabilitation on progressive multiple sclerosis. *Annals of Neurology, 42*(2), 236-244. doi: 10.1002/ana.410420216

- Garber, L. (2013). Gestural Technology: Moving Interfaces in a New Direction [Technology News]. *Computer*, 46(10), 22-25. doi: 10.1109/MC.2013.352
- Gulick, E. E. (1997). Correlates of quality of life among persons with multiple sclerosis. *Journal of Nursing Research*, 46(6), 305-11. doi: 10.1097/00006199-199711000-00002
- Hakim, E. A., Bakheit, A. M. O., Bryant, T. N., Roberts, M. W. H., McIntosh- Michaelis, S. A., Spackman, A. J., ... McLellan, D. L. (2000). The social impact of multiple sclerosis - a study of 305 patients and their relatives. *Disability & Rehabilitation*, 22(6), 288-293. doi:10.1080/096382800296755
- Henderson, A., Korner-Bitensky, N., & Levin, M. (2007). Virtual Reality in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review of its Effectiveness for Upper Limb Motor Recovery. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14(2), 52-61. doi: 10.1310/tsr1402-52
- Hermann, B. P., Vickrey, B., Hays, R.D., Cramer, J., Devinsky, O., Meader, K., ... Ellison, G. W. (1996). A comparison of health-related quality of life in patients with epilepsy, diabetes and multiple sclerosis. *Epilepsy Research*, 25(2), 113-118. doi: 10.1016/0920-1211(96)00024-1
- Hou, X., & Sourina, O. (2013). *Emotion-enabled haptic-based serious game for post stroke rehabilitation*. Paper presented at the Proceedings of the 19th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, Singapore.
- Hyunglae, L., Patterson, T., Joeeun, A., Klenk, D., Lo, A., Krebs, H. I., & Hogan, N. (2011, Aug. 30 2011-Sept. 3 2011). *Static ankle impedance in stroke and multiple sclerosis: A feasibility study*. Paper presented at the Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE.
- Kelleher, C., Tam, S., May, M., Profitt, R., & Engsborg, J. (2011, 27-30 July 2011). *Towards a therapist-centered programming environment for creating rehabilitation games*. Paper presented at the Computer Games (CGAMES), 2011 16th International Conference on.

- Kato, P.M. (2010). Video Games in Health Care: Closing the Gap. *Review of General Psychology, 14*(2), 113-21.
- Khan, F., Turner-Stokes, L., Ng, L., & Kilpatrick, T. (2008). Multidisciplinary rehabilitation for adults with multiple sclerosis. *Postgraduate Medical Journal, 84*(993), 385. doi: 10.1136/jnnp.2007.127563
- Krichevets, A. N., Sirotkina, E. B., Yevsevicheva, I. V., & Zeldin, L. M. (1995). Computer games as a means of movement rehabilitation. *Disability and Rehabilitation, 17*(2), 100-105. doi: doi:10.3109/09638289509166635
- Laycock, D. C. (1998, 15-18 Feb 1998). *Theory and application of magnetic field therapy in multiple sclerosis*. Paper presented at the Bioelectromagnetism, 1998. Proceedings of the 2nd International Conference on.
- Lobentanz, I. S., Asenbaum, S., Vass, K., Sauter, C., Klösch, G., Kollegger, H., ... Zeitlhofer, J. (2004). Factors influencing quality of life in multiple sclerosis patients: Disability, depressive mood, fatigue and sleep quality. *Acta*
- Lozano-Quilis, J. A., Gil-Gomez, H., Gil-Gomez, J. A., Albiol-Perez, S., Palacios, G., Fardoum, H. M., & Mashat, A. S. (2013, 5-8 May 2013). *Virtual reality system for multiple sclerosis rehabilitation using KINECT*. Paper presented at the Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2013 7th International Conference on.
- Lublin, F. D., & Reingold, S. C. (1996). Defining the clinical course of multiple sclerosis: Results of an international survey. *Neurology, 46*(4), 907-911. Geraadpleegd op <http://ovidsp.tx.ovid.com>
- Mach, Q. H., Hunter, M. D., & Grewal, R. S. (2010). Neurophysiological correlates in interface design: An HCI perspective. *Computers in Human Behavior, 26*(3), 371-376. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2009.11.008>
- Martins, T., Carvalho, V., & Soares, F. (2013, 20-23 Feb. 2013). *Development of a system for monitoring and tracking of physiotherapeutic movements in patients with*

neurological diseases. Paper presented at the Bioengineering (ENBENG), 2013 IEEE 3rd Portuguese Meeting in.

- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*: Muska \& Lipman/Premier-Trade.
- Haesen, M., Coninx, K., Van den Bergh, J., Luyten, K. (Sept. 2008). *MuiCSer: A Process Framework for Multi-Disciplinary User-Centered Software Engineering processes*. In *Proc. of Human-Centred Software Engineering*, 150-165.
- Morales-González, J. M., Benito-León, J., Rivera-Navarro, J., & Mitchell, A. J. (2004). A systematic approach to analyse health-related quality of life in multiple sclerosis: The GEDMA study. *Multiple Sclerosis*,10(1), 47-54
.doi:10.1191/1352458504ms967oa
- Notelaers, S., De Weyer, T., Raymaekers, C., Coninx, K., Bastiaens, H., & Lamers, I. (2010, Aug. 30 2010-Sept. 3 2010). *Data Management for Multimodal Rehabilitation Games*. Paper presented at the Database and Expert Systems Applications (DEXA), 2010 Workshop on.
- Omelina, L., Jansen, B., Bonnechere, B., Van Sint Jan, S., & Cornelis, J. (2012). *Serious games for physical rehabilitation: designing highly configurable and adaptable games*. Paper presented at the Proc 9th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Associated Technologies, Laval, France.
- Peng, Lee, & Heeter, (2010). The effects of a serious game on role-taking and willingness to help. *Journal of Communication*, 60, 723-742.
- Pirovano, M., Mainetti, R., Baud-Bovy, G., Lanzi, P. L., & Borghese, N. A. (2012, 11-14 Sept. 2012). *Self-adaptive games for rehabilitation at home*. Paper presented at the Computational Intelligence and Games (CIG), 2012 IEEE Conference on.
- Primack B.A., Carroll M.V., Mc Namara M., Klem M.L., King B., Rich M.O., et al. (2012) Role of Video Games in Improving Health-Related Outcomes: A Systematic Review. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(6), 630-8.

- Rego, P., Moreira, P. M., & Reis, L. P. (2010, 16-19 June 2010). *Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy*. Paper presented at the Information Systems and Technologies (CISTI), 2010 5th Iberian Conference on.
- Rejdak, K., Jackson, S., & Giovannoni, G. (2010). Multiple sclerosis: A practical overview for clinicians. *British Medical Bulletin*, 95(1), 79-104. doi: 10.1093/bmb/ldq017
- Rogers JM, Panegyres PK. Cognitive impairment in multiple sclerosis: evidence-based analysis and recommendations. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. 2007 Oct;14(10):919-27. PubMed PMID: 17659875. Epub 2007/07/31. Van Onzenoort H.A.W. Therapietrouw bij medicamenteuze behandeling. *Gebu* 2012;46:49-55. Via: <http://gebu.artsennet.nl/Archief/Tijdschriftartikel/Therapietrouw-2.htm>
- Rubio Ballester, B., Bermudez i Badia, S., & Verschure, P. F. M. J. (2011, 27-29 June 2011). *The effect of social gaming in virtual reality based rehabilitation of stroke patients*. Paper presented at the Virtual Rehabilitation (ICVR), 2011 International Conference on.
- Saini, S., Rambli, D. R. A., Sulaiman, S., Zakaria, M. N., & Shukri, S. R. M. (2012, 12-14 June 2012). *A low-cost game framework for a home-based stroke rehabilitation system*. Paper presented at the Computer & Information Science (ICCIS), 2012 International Conference on.
- Sch, C., #246, nauer, Pintaric, T., & Kaufmann, H. (2011). *Full body interaction for serious games in motor rehabilitation*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference, Tokyo, Japan.
- Schalock, R.L. (2004). Quality of life: What we know and do not know. *Journal of Intellectual Disability Research*, 48, 203-216.
- Schalock, R.L., & Keith, K.D. (1993). *Quality of Life Questionnaire*. Ohio, OH: IDS Publishing Corporation.

- Sirgy, M. J., Michalos, A. C., Abbott, L. F., Easterlin, R. A., Patrick, D., & Pavot, W. (2006). The quality-of-life (QOL) research movement: Past, present, an future. *Social Indicators Research*, 76(3), 343-466. doi: 10.1007/s11205-005-2877-8
- Neurologica Scandinavica*, 110(1), 6-13. doi: 10.1111/j.1600-0404.2004.00257.x
- Song, Z., Laidlaw, D., Simon, J., Brown, M., & Miller, D. (2004, 10-15 Oct. 2004). *Visualization of the Interaction of Multiple Sclerosis Lesions with Adjacent White Matter Fibers Using Streamtubes and Streamsurfaces*. Paper presented at the Visualization, 2004. IEEE.
- Straker, L. M., Coleman, J., Skoss, R., Maslen, B. A., Burgess-Limerick, R., & Pollock, C. M. (2008). A comparison of posture and muscle activity during tablet computer, desktop computer and paper use by young children. *Ergonomics*, 51(4), 540-555. doi: 10.1080/00140130701711000
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). *Serious Games : An Overview* (pp. 28). Skövde: Institutionen för kommunikation och information.
- Sweetser, P., & Wyeth, P. (2005). GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Comput. Entertain.*, 3(3), 3-3. doi: 10.1145/1077246.1077253
- Tobi, S. N. M., Ma'on, S. N., & Ghazali, N. (2013, 23-26 June 2013). *The use of online social networking and quality of life*. Paper presented at the Technology, Informatics, Management, Engineering, and Environment (TIME-E), 2013 International Conference on.
- van der Lee, J. H., Wagenaar, R. C., Lankhorst, G. J., Vogelaar, T. W., Devillé, W. L., & Bouter, L. M. (1999). Forced Use of the Upper Extremity in Chronic Stroke Patients: Results From a Single-Blind Randomized Clinical Trial. *Stroke*, 30(11), 2369-2375. doi: 10.1161/01.str.30.11.2369
- Verdugo, M.A., Schalock, R.L., Keith, K.D., & Stancliffe, R.J. (2005). Quality of life and its measurement: Important principles and guidelines. *Journal of Intellectual Disability Research*, 49, 707-717.

- Vosoughi, R., & Freedman, M. S. (2010). *Therapy of MS. Clinical Neurology and Neurosurgery*, 112(5), 365-385. doi: 10.1016/j.clineuro.2010.03.010
- Xydas, E. G., & Louca, L. S. (2007, 13-15 June 2007). *Design and Development of a Haptic Peg-Board Exercise for the Rehabilitation of People with Multiple Sclerosis*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics, 2007. ICORR 2007. IEEE 10th International Conference on.
- Yozbatıran, N., Baskurt, F., Baskurt, Z., Ozakbas, S., & Idiman, E. (2006). Motor assessment of upper extremity function and its relation with fatigue, cognitive function and quality of life in multiple sclerosis patients. *Journal of the Neurological Sciences*, 246(1-2), 117-122. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2006.02.018>

9 Bijlages

9.1 Bijlage 1: Gebruikerstest therapeuten

GEBRUIKERSTEST

Hieronder vind je de gegevens die je nodig hebt tijdens de test.

AANMELDINGSGEGEVENS THERAPEUT

Gebruikersnaam : **therapeut**

Wachtwoord : **test**

GEGEVENS NIEUWE PATIËNT

Naam : **Jan Peeters**

INSTELLINGEN HORIZONTALE OEFENING

Lengte spel : **3**

Snelheid ruimteschip : **10**

Aantrekkingskracht beloningen : **8**

Minimum horizontale beweging : **-250**

Maximum horizontale beweging : **250**

GEGEVENS NIEUWE PLANEET

Speltype : **Stuur beweging (2 handen)**

9.2 Bijlage 2: Vragenlijst

VRAGENLIJST

Hieronder vind je een aantal stellingen over de webapplicatie en het revalidatiesysteem. Omcirkel een cijfer van 1 (helemaal niet van toepassing) tot en met 5 (helemaal van toepassing) na elke uitspraak.

1	2	3	4	5
Helemaal niet van toepassing	Niet van toepassing	Een beetje van toepassing	Van toepassing	Helemaal van toepassing

WEBAPPLICATIE

1. Het was gemakkelijk om een nieuwe patiënt toe te voegen.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Het was gemakkelijk om instellingen van een patiënt te wijzigen.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Het was duidelijk om de voortgang van een patiënt te volgen.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

REVALIDATIESYSTEEM

4. Het design was gebruiksvriendelijk en herkenbaar.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Het selecteren van een object ging vlot.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Het terugkeren naar een vorige omgeving ging vlot.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Het was gemakkelijk de verwachte bewegingen uit te voeren.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Er waren voldoende bewegingstechnieken aanwezig in de revalidatiespelen.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Het was duidelijk wanneer het systeem een beweging niet herkende.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Het systeem kan door personen met Multiple Sclerose worden gebruikt.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Wat vond je positief aan de webapplicatie en waarom?

12. Welke functie of onderdeel van de webapplicatie vond je minder goed en waarom?

13. Wat vond je positief aan de revalidatiesysteem en waarom?

14. Welke functie of onderdeel van de revalidatiesysteem vond je minder goed en waarom?

15. Heb je andere opmerkingen over de webapplicatie of het revalidatiesysteem?

Bedankt om deze vragenlijst in te vullen!

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

The social rehabilitation world

Richting: **master in de informatica-Human-Computer Interaction**

Jaar: **2014**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Steensels, Sebastiaan

Datum: **12/06/2014**