



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Virtual reality als sleutel tot succesvolle revalidatie

Bruno Stroobants

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Jens Buysse
Co-promotor:
Vincent Lejeune

Instelling: —

Academiejaar: 2018-2019

Tweede examenperiode

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Virtual reality als sleutel tot succesvolle revalidatie

Bruno Stroobants

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Jens Buysse
Co-promotor:
Vincent Lejeune

Instelling: —

Academiejaar: 2018-2019

Tweede examenperiode

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie ‘Virtual reality als sleutel tot succesvolle revalidatie’. In dit onderzoek worden de potentiële voordelen van het gebruik van virtual reality in de revalidatie onderzocht. De resultaten werden verzameld aan de hand van 25 testpersonen tussen de 19 en 85 jaar. Deze personen dienden aan de hand van een zelfontwikkelde VR applicatie enkele oefeningen uit te voeren en hierover meerdere enquêtes in te vullen. Ik zou alle mensen die deelnamen aan dit experiment dan ook uitdrukkelijk willen bedanken.

Tijdens het opstellen van deze scriptie heb ik ook op enkele helpende handen kunnen rekenen. Eerst en vooral zou ik graag mijn promotor, Jens Buysse, willen bedanken. Hij was vanaf het begin zeer geïnteresseerd in mijn onderzoek wat me zeer motiveerde om dit effectief te verwezenlijken. Ook organiseerde hij regelmatig samenkomsten waar we in groep de plannen op tafel legden en bespraken.

Daarnaast zou ik ook graag mijn co-promotor willen bedanken, Vincent Lejeune. Hij stond me bij tijdens dit onderzoek op vlak van kinesitherapie. Hij zag meteen ook potentieel in mijn onderzoek en was zeer geïnteresseerd in de resultaten. Ook begeleidde hij mij bij het bedenken van een concept voor het prototype van de VR game.

Tot slot zou ik nog mijn medestudent, Casper Verswijvelt, willen bedanken voor het uitlenen van zijn Oculus Go waardoor dit experiment mogelijk werd.

Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding toegepaste informatica aan de Hogeschool Gent.

Samenvatting

In deze scriptie wordt er onderzocht of er potentieel zit in het gebruik van virtual reality tijdens de revalidatie. Revalidatie is een belangrijk proces waar iedereen wel eens mee geconfronteerd wordt. Velen zijn echter niet altijd even gemotiveerd om repetitieve revalidatie oefeningen uit te voeren. De oefeningen worden dan ook vaak eens overgeslagen, wat dus zeker een invloed heeft op de duur van het revalidatietraject. Ook wordt er onderzocht of men met behulp van virtual reality de pijntolerantie van een patiënt kan verhogen.

Hier wordt dus een zeker hedendaags probleem aangekaart waar een technologie zoals VR mogelijks enkele voordelen teweeg kan brengen.

Tijdens dit onderzoek werd er een applicatie ontwikkeld voor een VR headset. Hierbij kwam de gebruiker terecht in een natuurlijke omgeving waar hij appels kon plukken en in de juiste mand kon leggen. Bij het plukken van de appels moest er wel rekening gehouden worden met de op voorhand afgesproken beweging.

Personen die deelnamen aan het experiment dienden eerst enkele oefeningen zonder VR headset uit te voeren en hierna enkele met VR headset. Tussen de oefensessies door werden hen enkele vragenlijsten voorgeschied. Er waren 25 testpersonen, tussen de 19 en 85 jaar, die deelnamen aan het experiment. Bij hen waren er geen letsels vast te stellen, daarom werd er gebruik gemaakt van een wasknijper om een pijnprikkel te simuleren.

De resultaten die uit het onderzoek kwamen waren zeer positief. Het merendeel van de testpersonen merkte wel degelijk een verschil in pijn tijdens het gebruik van virtual reality. Daarnaast gaven ook vele personen aan dat ze zich meer gemotiveerd voelden wanneer ze gebruik konden maken van het VR systeem. Deze technologie wekte bij de testpersonen meteen interesse en na het experiment zagen velen van hen ook het potentieel in het gebruik tijdens de revalidatie ervan in.

Verder onderzoek zou dus zeker mogelijk zijn omtrent dit onderwerp. Zo zouden er bij een gesofisticeerder VR systeem nog significantere verschillen in pijnvaring kunnen optreden. Ook zou het zeer interessant zijn om de applicatie op personen te testen met werkelijke letsels, onder begeleiding van de kinesist.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	15
1.1	Probleemstelling	16
1.2	Onderzoeksvraag	16
1.3	Onderzoeksdoelstelling	17
1.4	Opzet van deze bachelorproef	17
2	Virtual reality	19
2.1	Inleiding	19
2.2	Vershil Virtual- Augmented- en Mixed reality	19
2.2.1	Virtual reality	19
2.2.2	Augmented reality	20
2.2.3	Mixed reality	20
2.3	Geschiedenis	20

2.4	Bijwerkingen	22
2.4.1	Misselijkheid of 'virtual reality-ziekte'	22
2.4.2	Epileptische aanvallen	23
2.4.3	Hoofdpijn en vermoeide ogen	23
2.5	Technologieën en ontwikkelingsomgevingen	24
2.5.1	Game Engines	24
2.5.2	Degrees of freedom	25
2.6	Verschillende soorten VR headsets	26
2.6.1	Desktop VR	26
2.6.2	Mobile VR	27
2.6.3	Standalone VR	27
3	VR in de gezondheidszorg	29
3.1	Inleiding	29
3.2	Actuele use cases	29
3.2.1	Simulatie van behandelingen en operaties	29
3.2.2	Stress- en angstbeheersing	30
3.2.3	Efficiëntere revalidatie na beroerte	31
3.3	Mirror therapy	31
3.3.1	Neuroplasticiteit	32
3.3.2	Toepassingen van mirror therapy	32
3.3.3	VR mirror therapy	33
3.4	Distraction therapy	33
3.5	Soortgelijke applicaties	34
3.5.1	Mindmotion	34

3.5.2	XRHealth	35
3.5.3	KineQuantum	35
4	Applicatie	37
4.1	Gerealiseerde product	37
4.2	Gebruikte Software	37
4.3	Mogelijke features voor in de toekomst	38
5	Methodologie	41
5.1	Plan van aanpak	41
6	Experiment	43
6.1	Materiaal	43
6.1.1	Testpersonen	44
6.2	Resultaten	45
7	Conclusie	49
A	Onderzoeksvoorstel	51
A.1	Introductie	51
A.2	State-of-the-art	51
A.2.1	Literatuurstudie	51
A.2.2	Bestaande applicaties	52
A.3	Methodologie	52
A.4	Verwachte resultaten	53
A.5	Verwachte conclusies	53

Bibliografie	55
---------------------------	-----------

Lijst van figuren

2.1	Visuele voorstelling verschil tussen VR, AR en MR (Barel, 2017)	20
2.2	De sensorama ontworpen door Morton Heilig (Society, 2019)	21
2.3	De eerste Rift ontwikkeld door Oculus (Kumparak, 2014)	21
2.4	Het binnenoor met het evenwichtsorgaan (Utrecht, 2019)	22
2.5	De sensoren van het menselijke lichaam die de hersenen info verschaffen over de positie en de verplaatsing van het lichaam in de ruimte (Dizzy, 2018)	23
2.6	De drie assen voor oriëntatie te tracken: roll, yaw en pitch (Lang, 2013)	25
2.7	De zes assen voor oriëntatie en positie te tracken: roll, yaw, pitch, x-as, y-as en z-as (Weis, 2018)	26
2.8	De HTC Vive desktop VR headset, controllers en externe sensoren (Vive, 2019)	26
2.9	De Oculus Quest 6 DOF standalone headset (Oculus, 2019)	27
3.1	VR simulatie app ontwikkeld door Oculus waar de gebruiker in een gesimuleerde noodsituatie terecht komt (Adobe, 2018)	30
3.2	Dr. Shafi Ahmed zendt zijn operatie live uit a.d.h.v 360-graden camera's (Realities, 2019)	30
3.3	De mirror box in gebruik voor een verlamde arm (Saebo, 2018) . .	33

3.4	Verskil in pijnvering zonder VR en met VR tijdens het verzorgen van brandwonden (Panjwani, 2017)	33
3.5	MRI-hersenscans tonen significante verminderingen van pijngerelateerde hersenactiviteit tijdens SnowWorld (Washington, 2017)	34
3.6	Mindmotion Pro in gebruik (Mindmotion, 2019)	35
3.7	Gebruiker van KineQuantum met de Htc Vive (Bergmann, 2018) .	35
4.1	ApplePicker screenshot welkomstbord	38
4.2	ApplePicker screenshot appels in de boom	39
4.3	ApplePicker screenshot appel plukken	39
4.4	ApplePicker screenshot appels in de manden	40
6.1	Boxplot van leeftijden van proefpersonen	44
6.2	Proefpersoon test de applicatie met wasknijper op de vinger en voert de beweging uit	44
6.3	In welke mate men gemotiveerd is om consistent de revalidatie oefeningen uit te voeren	45
6.4	In welke mate oefensessies worden overgeslagen	45
6.5	Pijnvering testgebruikers bij oefensessie zonder VR	46
6.6	Pijnvering testgebruikers bij oefensessie met VR	46
6.7	Diagram van verschil in pijnvering die de proefpersonen ondervonden met en zonder VR	47
6.8	Diagram van personen die denken dat professionelere VR meer invloed zou hebben op pijnvering	47
6.9	Diagram van personen die geloven dat VR voor extra motivatie kan zorgen	48
6.10	Diagram van personen die geloven dat VR potentieel heeft in de revalidatie	48
A.1	Mock-up grafiek	53

Lijst van tabellen

1. Inleiding

Virtual reality is een zeer hedendaags begrip dat de komende jaren al maar meer aandacht zal opeisen in ons dagelijkse leven. Zowel op vlak van entertainment, business en ook op medisch vlak zal VR ongetwijfeld nog voor grote doorbraken zorgen. De mogelijkheden ervan zijn dan ook (bijna) eindeloos en momenteel verre van allemaal opgeklaard.

Bij virtual reality wordt er een virtuele wereld gecreëerd voor de gebruiker die waarneembaar wordt door een zogenaamde VR bril of headset. Wat deze technologie de laatste jaren zo populair maakt is het 'fully immersive' effect dat mogelijk wordt gemaakt door de grote rekenkracht van de hedendaagse computers die enkele jaren geleden nog niet haalbaar was. Dit effect zorgt ervoor dat de gebruikerservaring levensecht wordt. De gebruiker kan de virtuele wereld op een manier manipuleren die lijkt op de echte wereld.

Grote technologiebedrijven zagen de laatste jaren het potentieel ervan al in en investeerden in deze nieuwe markt. Velen brachten dan ook al een eigen VR headset uit. Zo kwam internetgigant Google bijvoorbeeld met de 'Cardboard' en de 'Daydream' op de markt. Daarnaast kwam Samsung ook met een mobiele VR headset op de proppen, 'Gear VR' genaamd. Wat deze headsets gemeen hebben is dat ze niet afhankelijk zijn van een vaste computer maar van een smartphone. Dit in tegenstelling tot bedrijven zoals bijvoorbeeld Oculus of Htc die eerder al uitkwamen met headsets die wel nood hebben aan een vaste computer. Het voordeel hiervan is dat vaste computers (momenteel nog) een grotere rekenkracht hebben dan smartphones waardoor de VR belevenis veel kwaliteitsvoller wordt dan op mobile. Omdat de instapkosten voor mobile VR echter veel lager liggen voor de consument dan een high-end desktop VR systeem, zijn bedrijven zoals Google en Samsung dan ook de grondleggers voor de VR hype die momenteel aan de gang is.

Een belangrijke sector waar VR ongetwijfeld nog voor grote doorbraken zal zorgen is de

gezondheidssector. Zo wordt deze technologie vandaag al gebruikt in tal van medische situaties. Door de toenemende populariteit zal het aanbod aan mogelijkheden dan ook enkel maar vergroten. In deze scriptie zal de focus vooral liggen op de interessante wereld van de revalidatie van de bovenste ledematen en de mogelijke voordelen die VR zou kunnen bieden.

1.1 Probleemstelling

Vele mensen consulteren op een gegeven moment in hun leven wel eens een kinesist. Al is het voor een sportblessure, ouderdomsblessure of dergelijke. Iedereen die bij de kinesist langsgaat heeft uiteindelijk maar één hoofddoel: dat is natuurlijk revalideren, en dat liefst zo snel mogelijk. Hoewel een sessie bij de kinesist natuurlijk zeer opluchtend kan zijn is dit nog maar een klein deel van de werkelijke revalidatie. Het andere grote deel zal men zelfstandig moeten doen door de oefeningen die men verkregen heeft uit te voeren. Bij velen loopt het hier soms dan ook fout. Zo zijn de oefeningen voor bepaalde mensen soms wat te repetitief en te saai. Hierdoor raken ze dan ook gedemotiveerd om ze consistent uit te blijven voeren. Dit heeft natuurlijk ook een negatieve invloed op het revalidatieproces.

Dit is waar virtual reality te hulp kan schieten. De technologie is de laatste jaren zeer geëvolueerd en heeft al laten blijken dat het zeer veel mogelijkheden in de gezondheidszorg kan bieden. In deze scriptie zal er dan ook onderzocht worden of het patiënten eventueel meer kan motiveren om hun oefeningen uit te voeren. Het zou dan ook rechtstreeks in verband gesteld kunnen worden met een efficiëntere revalidatie.

Patiënten ervaren bij het uitvoeren van de oefeningen vaak nog hevige pijnprikkels. Deze pijnervaring wordt daarnaast vaak ook nog versterkt puur door psychologische redenen. Sommige patiënten dienen, voor ze überhaupt hun oefeningen uit kunnen voeren, eerst nog medicatie te slikken om deze pijnprikkels te onderdrukken. Ook hier zou virtual reality mogelijks een positieve invloed kunnen hebben aangezien de gebruiker wordt afgeleid van de échte realiteit en dus ook van de pijnprikkels. Ook dit aspect zal hier onderzocht worden. De uitkomst van deze scriptie zou dan ook een aanzet kunnen zijn tot fundamentele veranderingen in de sector.

1.2 Onderzoeksvraag

In deze scriptie zullen enkele onderzoeksvragen behandeld worden:

- Zal de patiënt zich meer gemotiveerd voelen bij het uitvoeren van zijn oefeningen met behulp van virtual reality?
- Zal het effect van virtual reality een positieve invloed hebben op de pijnervaring van de patiënt?

1.3 Onderzoeksdoelstelling

De onderzoeksdoelstelling van deze scriptie is nagaan of er potentieel zit in het gebruik van virtual reality in de revalidatie en ook nagaan of er vanuit de sector zelf interesse zou zijn hiervoor. De onderzoeksvragen van hierboven zullen alvast criteria voor succes vormen.

1.4 Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie. Hier wordt de nadruk gelegd op de virtual reality en het technische aspect ervan.

In Hoofdstuk 3 wordt er opnieuw een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie. De nadruk wordt hier gelegd op virtual reality in de gezondheidszorg.

In Hoofdstuk 4 wordt het product besproken dat gerealiseerd werd om het experiment uit te voeren. Daarnaast wordt er ook besproken welke technologieën gebruikt werden om dit product te realiseren en welke features er in de toekomst nog geïmplementeerd kunnen worden.

In Hoofdstuk 5 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen.

In Hoofdstuk 6 wordt het experiment en de resultaten ervan besproken.

In Hoofdstuk 7 wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

2. Virtual reality

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal de lezer ondergedompeld worden in de wondere wereld van virtual reality. Er wordt dieper ingegaan op het technische aspect van VR, mogelijke bijwerkingen, de ontwikkelingsomgevingen en de verschillende soorten VR headsets. Men zal na dit hoofdstuk dan ook meer inzicht verkregen hebben in de huidige stand van zaken wat betreft virtual reality en de revolutie die het teweeg brengt.

2.2 Verschil Virtual- Augmented- en Mixed reality

Vandaag de dag komt men almaar vaker in aanraking met dergelijke termen zoals virtual reality, augmented reality en mixed reality. Veel mensen halen deze termen echter nog steeds door elkaar. Ter verduidelijking worden ze daarom hieronder één voor één gedefinieerd.

2.2.1 Virtual reality

Bij het toepassen van deze technologie zal de gebruiker terechtkomen in een virtuele 3D wereld. Hier wordt men dus volledig afgesloten van de echte realiteit, alles wat de gebruiker waarneemt is virtueel. Dankzij bewegingssensoren in de bril, controllers en eventueel externe sensoren worden de bewegingen van de gebruiker weerspiegeld in de virtuele wereld. Enkele bekende VR brillen zijn: de Oculus Rift, Htc Vive en de Samsung Gear VR.

2.2.2 Augmented reality

Wanneer men spreekt over augmented reality gaat men de realiteit overladen met virtuele content. Men kan hier dus zeggen dat met behulp van AR de realiteit wordt aangevuld met virtuele, digitale data. Het grote verschil in vergelijking met VR is dat de gebruiker hier wel nog in contact komt met de werkelijkheid terwijl men bij VR helemaal is afgesloten van de realiteit.

2.2.3 Mixed reality

Ten slotte is er ook nog mixed reality, soms ook wel merged reality genoemd. Deze technologie ondervindt invloeden van beide voorgaande technologieën. Hier worden elementen van VR en AR als het ware samengevoegd. Virtuele 3D beelden komen terecht in de echte wereld en men kan hier ook mee interageren. Dit is meteen ook het grote verschil tussen AR en MR. Augmented reality kan gezien worden als een virtuele laag die bovenop de realiteit gelegd wordt terwijl mixed reality daadwerkelijk virtuele objecten in de echte wereld zal verwerken.

Figuur 2.1 geeft een mooi overzicht van de verschillen tussen de technologieën. In VR zal de figuur te zien zijn in een compleet virtuele omgeving, bij AR zal de figuur te zien zijn bovenop de reële wereld en tenslotte bij MR zal de figuur werkelijk in de omgeving geplaatst kunnen worden. Mixed reality zal voor de gebruiker dan ook het meest gelijken op de manier waarop men in de realiteit omgaat met objecten in de ruimte.

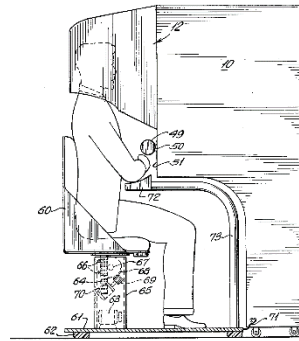


Figuur 2.1: Visuele voorstelling verschil tussen VR, AR en MR (Barel, 2017)

2.3 Geschiedenis

Men zou denken dat virtual reality een relatief jonge technologie is maar niets is minder waar. De fundamenteen voor VR werden al veel langer geleden vastgelegd. De beginselen van het begrip rijken terug naar het jaar 1929. Hier werd de technologie voor de eerste keer gebruikt in een vluchtsimulator ontwikkeld door Edward Link. Deze werd gebruikt om piloten op een veilige manier op te leiden. De zogenaamde 'Link trainer' werd ook veel in werking gesteld gedurende de Tweede Wereldoorlog.

In de jaren '50 ontwierp Morton Heilig de Sensorama (**figuur 2.2**). Dit was een apparaat gelijkaardig aan een grote kijkdoos die alle zintuigen stimuleerde. Wanneer men in de Sensorama plaatsnam maakte het gebruik van geuren, geluiden, beelden en trillingen om de ervaring zo realistisch mogelijk te laten lijken.



Figuur 2.2: De sensorama ontworpen door Morton Heilig (Society, 2019)

In de jaren '60 kwam Heilig met de eerste Head mounted display (HMD), Telesphere mask genoemd. Dit was het eerste voorbeeld van VR zoals we het nu kennen. Deze werkte wel nog niet met motion tracking. Op deze functionaliteit moest men wachten tot het einde van de jaren '60 toen 'The ultimate display' uit kwam. Al deze voorgaande uitvindingen sloegen echter niet meteen aan.

Het duurde vervolgens tot in de jaren '90 voordat de technologie weer wat relevanter werd. Hoewel het voor thuisgebruik nog steeds te duur was, konden meer en meer bedrijven het wel al aanschaffen en soms ook beschikbaar stellen voor het publiek. Op die manier kwam het beetje bij beetje al maar meer in de mainstream terecht. Enkele jaren erna sprongen grotere bedrijven zoals onder andere Nintendo mee op de VR trend en brachten headsets op de markt. De wereld was echter nog niet klaar voor Nintendo's 'virtual boy' en het draaide uit op een grote flop.

Ook in de jaren 2000 liet virtual reality het grote publiek onverschillig achter. Het duurde nog totdat er in 2012 een bedrijf genaamd Oculus de Rift voorstelde op kickstarter.com, een website voor crowdfunding en startup bedrijven te financieren. De Rift kreeg veel aandacht op deze site en het startbedrag was al snel verzameld. Deze Oculus Rift (**figuur 2.3**) zou het begin zijn van het VR tijdperk dat momenteel volop in bloei staat (Society, 2019).



Figuur 2.3: De eerste Rift ontwikkeld door Oculus (Kumarak, 2014)

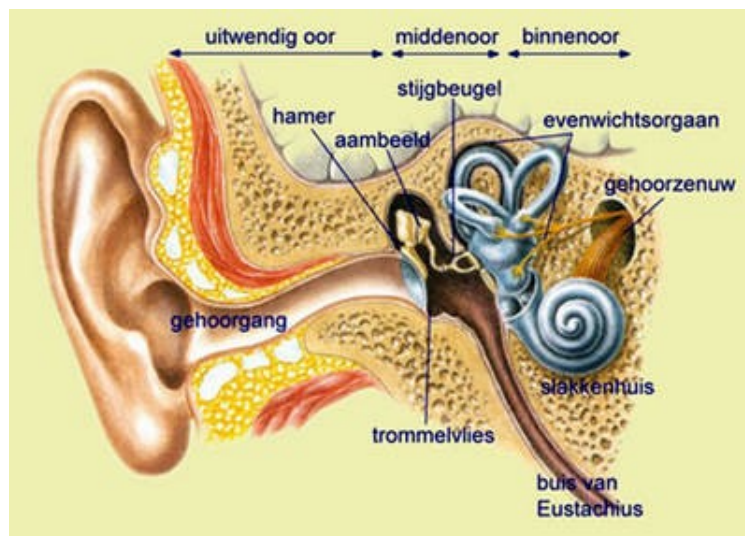
2.4 Bijwerkingen

2.4.1 Misselijkheid of 'virtual reality-ziekte'

De virtual reality ziekte is eigenlijk een vorm van bewegingsziekte of motion sickness. Andere vormen van bewegingsziekte zijn onder andere wagenziekte, zeeziekte, ... Dit gevoel van misselijkheid is het gevolg van onduidelijke, verschillende signalen die de hersenen binnenkrijgen.

Zo zijn er in het menselijk lichaam drie systemen die ervoor zorgen dat onze positie in de ruimte berekend wordt en we bijvoorbeeld ons evenwicht kunnen behouden. Allereerst gebruiken we onze ogen om onze omgeving waar te nemen. De ogen sturen deze visuele data door naar de hersenen en hier wordt deze data dan verwerkt (Bovenij, 2019).

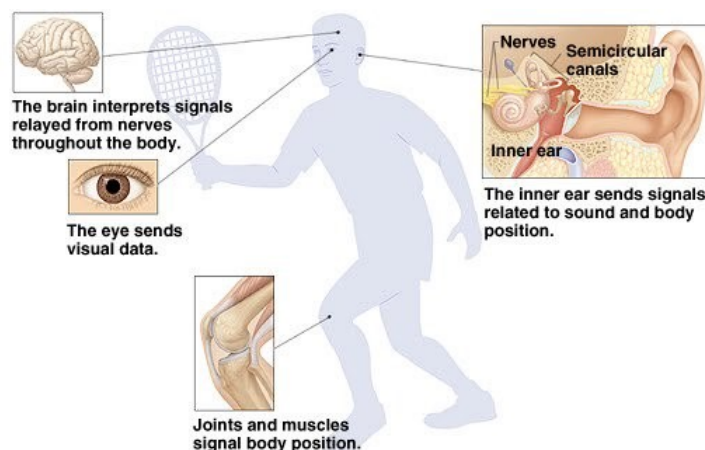
Vervolgens hebben we de evenwichtsorganen waar we informatie uithalen. Deze organen bevinden zich in het binnenoor van het menselijk lichaam (**figuur 2.4**).



Figuur 2.4: Het binnenoor met het evenwichtsorgaan (Utrecht, 2019)

Tenslotte beschikken we ook nog over sensoren op de huid en de wervelkolom. Deze vertellen onze hersenen iets over de lichaamshouding van de persoon (**figuur 2.5**).

Soms wanneer men een VR bril opzet, kan het zijn dat men zich misselijk begint te voelen. De oorzaak hiervan zijn de verschillende signalen die de hersenen binnenkrijgt van de ogen en de evenwichtsorganen. De ogen zullen bijvoorbeeld denken dat men beweegt, maar de evenwichtsorganen dan weer niet (Kraft, 2017). Dit verschijnsel komt natuurlijk, net zoals wagenziekte en zeeziekte, niet bij iedereen voor die virtual reality ervaart.



Figuur 2.5: De sensoren van het menselijke lichaam die de hersenen info verschaffen over de positie en de verplaatsing van het lichaam in de ruimte (Dizzy, 2018)

De laatste jaren zijn VR ontwikkelaars al zeer gevorderd in het verminderen van motion sickness. Dit dankzij grote verbeteringen op vlak van motion tracking en het verhogen van de frame rates van de schermen die men in de headsets verwerkt. Deze factoren zorgen ervoor dat al maar minder mensen hier effectief last van hebben.

2.4.2 Epileptische aanvallen

Virtual reality kan ook leiden tot epileptische aanvallen bij bepaalde personen. Er wordt mensen met epilepsie dan ook afgeraden om gebruik te maken van VR headsets (Bolluyt, 2017). Raadpleeg zeker eerst een arts wanneer u beslist om het toch te doen.

2.4.3 Hoofdpijn en vermoeide ogen

Wanneer men te lang naar een computer- of tv-scherm kijkt kan men soms het gevoel krijgen van vermoeide ogen en dat is bij virtual reality ook niet anders. Wat wel verschillend is bij een VR headset is dat men zich in een 3D omgeving bevindt. De ogen zullen zich dus veel frequenter moeten scherpstellen dan wanneer men naar een 2D-scherm kijkt zoals bijvoorbeeld een televisie. Daarnaast is de afstand tussen de ogen en de schermen bij VR ook kleiner. Hierdoor is de intensiteit van de lichtstralen wel groter dan wanneer men naar een televisie kijkt. De ogen zullen in het algemeen dus wel sneller vermoeid raken. Vermoeide ogen kunnen soms zorgen voor een minder scherp zicht, hoofdpijn en andere kwaaltjes. Fabrikanten van de headsets raden dan ook aan om regelmatig te pauzeren. De symptomen zijn echter wel slechts tijdelijk, het beste wat je kan doen is rusten. Over de effecten op lange termijn is destijds nog niet veel geweten (Bolluyt, 2017).

2.5 Technologieën en ontwikkelingsomgevingen

2.5.1 Game Engines

Wat is een game engine?

Een game engine is werkelijk niets meer dan software die game ontwikkelaars voorziet van de nodige functionaliteiten om op een relatief snelle en efficiënte manier een game te ontwikkelen (Oculus, 2017). In zo een game engine kunnen 2D-, 3D modellen en andere 'assets' ingeladen worden om de gewenste omgeving te creëren. Op die manier zijn er dus oneindig veel mogelijkheden in een game engine. Naast het feit dat men een omgeving kan opbouwen zijn er nog andere elementen waarmee men kan spelen zoals: audio, fysica, netwerkfuncties en interactie met de gebruiker. De wijze waarop deze elementen met elkaar interageren vormen dan ook de fundamenten van het ontwikkelen van een goede game. Enkele van de meest bekende game engines zijn: Unity en Unreal game engine (Staff, 2018).

Unity3D

Unity3D ofwel Unity is een zeer populaire cross-platform game engine, ontwikkelt door Unity Technologies. De eerste versie van Unity kwam in 2005 op de markt, gecreëerd door David Helgason, Joachim Ante en Nicholas Francis. Het was hun doel om een betaalbare game engine te maken die toch geavanceerde functionaliteiten te bieden had voor amateur game ontwikkelaars. Dit was dan ook een van de grootste redenen dat Unity later zo populair werd. Geïnspireerd door de simplistische filosofie van Apple en de eenvoudige workflows van hun programma's, werd hun eerste versie ook enkel toegankelijk gemaakt voor Mac gebruikers. Hun échte doorbraak kwam echter pas in 2008, als gevolg van het grote succes van de Apple Iphone en de Apple Appstore die daarbij kwam kijken. Unity besloot toen om een zeer toegankelijke versie te releasen om applicaties voor Iphone's te ontwikkelen. Na hun grote succes op IOS werd het hen duidelijk dat ze ook een versie voor Windows nodig hadden. Wat Unity vandaag de dag nog steeds zeer populair maakt is het cross-platform element. Momenteel ondersteunt Unity vier categorieën: mobile, web, console en computer. Men kan m.b.v. Unity dus bijna alle publieken bereiken (Haas, 2014).

Unreal Engine

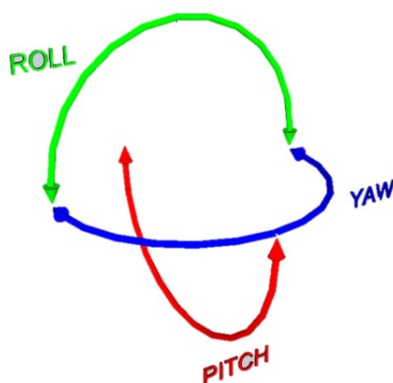
Naast Unity is er nog een andere veel gebruikte game engine nl. Unreal engine. Deze game engine werd ontwikkeld door Epic Games en werd voor de eerste keer voorgesteld bij de release van de populaire shooter game Unreal in 1998. Deze engine werd vooral gebruikt door de grotere game ontwikkelaars en -studio's. Het was minder populair bij de amateur ontwikkelaar omdat men een betalend abonnement nodig had om toegang te krijgen. Vandaag de dag is Unreal Engine echter volledig gratis (Sutorcen, 2016).

2.5.2 Degrees of freedom

Een belangrijke eigenschap van een VR headset zijn de vrijheidsgraden ofwel degrees of freedom (DOF). Dit slaat op het aantal verschillende richtingen dat een object kan bewegen in de ruimte. Er bestaan twee soorten aantal vrijheidsgraden in VR: 3 DOF en 6 DOF.

3 degrees of freedom

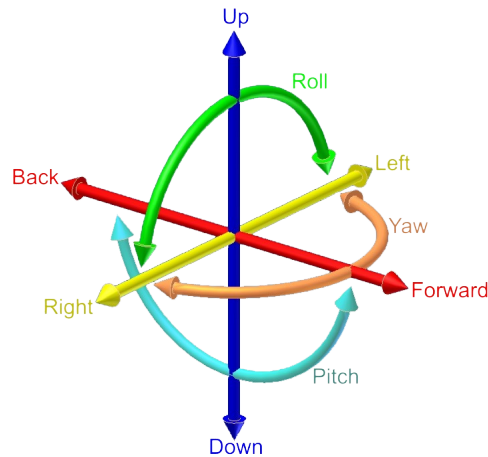
Bij 3 degrees of freedom kan een VR headset enkel de hoofdbeweging tracken, het systeem zal dus weten welke kant je opkijkt. Bij een 3 DOF headset kan men dus bewegen volgens drie assen genaamd: roll, yaw en pitch (**figuur 2.6**). Men kan dus stellen dat hier de oriëntatie getrackt wordt maar de positie niet. In een virtuele omgeving zal de gebruiker dus enkel kunnen 'rondkijken' terwijl hij steeds op dezelfde plaats blijft staan. De reden waarom men vaak nog 3 DOF gebruikt is omdat het heel eenvoudig is om enkel de oriëntatie te tracken. Zo beschikt elke smartphone al over voldoende sensoren om dit te tracken nl. een accelerometer en een gyroscoop. De positie in de ruimte tracken is echter al veel lastiger (Weis, 2018).



Figuur 2.6: De drie assen voor oriëntatie te tracken: roll, yaw en pitch (Lang, 2013)

6 degrees of freedom

Wanneer men een 6 DOF headset gebruikt voelt men meteen dat de ervaring meer natuurlijk is dan een 3 DOF systeem. Bij dit systeem wordt dus niet enkel de oriëntatie getrackt maar daarnaast ook de positie in de ruimte (**figuur 2.7**). Deze positie wordt eveneens door drie assen bepaald nl. x-as, y-as en z-as. Hier zal de gebruiker in de virtuele omgeving naast 'rondkijken' dus ook kunnen rondlopen zoals in de realiteit. Op hedendaagse headsets wordt het tracken van de positie meestal gerealiseerd door sensoren op de headset of externe camera's (Weis, 2018).



Figuur 2.7: De zes assen voor oriëntatie en positie te tracken: roll, yaw, pitch, x-as, y-as en z-as (Weis, 2018)

2.6 Verschillende soorten VR headsets

2.6.1 Desktop VR

Bij desktop VR headsets dient men steeds verbonden te zijn met een krachtige computer. Andere benamingen voor deze soort headsets zijn 'room-scale VR' of 'tethered VR'. Dat laatste wijst dus op de kabels die steeds nodig zijn om te functioneren omdat men dus verbonden dient te zijn met een computer. Het voordeel van deze soort headsets is dat het momenteel de grootste immersie aan de gebruiker kan leveren. Dit komt door de grote rekenkracht van de PC waardoor er veel kwaliteitsvollere omgevingen gerenderd kunnen worden, het aantal frames per seconde hoger ligt, ... De meeste desktop VR headsets beschikken over 6 degrees of freedom (6 DOF). Het nadeel is zoals eerder al genoemd dat men steeds vasthangt aan een externe computer en daarnaast zijn de instapkosten nog redelijk prijzig (Cherdo, 2018). Enkele bekende desktop VR headsets zijn: Oculus Rift, HTC Vive (figuur 2.8) en de HTC Vive Pro.



Figuur 2.8: De HTC Vive desktop VR headset, controllers en externe sensoren (Vive, 2019)

2.6.2 Mobile VR

Door de grote opmars van de smartphone de laatste jaren hebben veel bedrijven zich eerst gericht op mobile VR. Iedereen had plots een computer in zijn zak die capabel was om omgevormd te worden tot een 3 DOF VR headset. Mobile VR zorgde dan ook voor grote interesse bij de mainstream. Bij een mobile VR headset wordt dus eenvoudigweg de smartphone in de headset geplaatst. Een smartphone heeft in principe dus alles wat nodig is om te dienen als aandrijver van een VR headset. Het voordeel bij deze soort headsets is dat men geen kabels nodig heeft en dus overal kan genieten van de VR ervaring. Helaas is er wel een keerzijde, namelijk dat een smartphone de rekenkracht van een externe computer niet kan evenaren. Mobile VR zal (momenteel) dus steeds wat minder immersive aanvoelen dan een desktop VR systeem. Daarnaast beschikt een smartphone dus enkel over de sensoren om voor een 3 DOF ervaring te zorgen (Cherdo, 2018). Enkele bekende mobile headsets zijn: Samsung Gear VR, Google Daydream en Google cardboard.

2.6.3 Standalone VR

Bij deze soort headsets heeft men geen externe computer of smartphone nodig, alles zit erin (all-in-one). Deze categorie vormt de gulden middenweg tussen de twee vorige categorieën. Aan de ene kant hoeft men er geen kabels in te steken alvorens men aan de slag kan gaan. Aan de andere kant zijn deze standalone's ook meer geschikt voor VR dan smartphones. Bij een standalone hangt men bijvoorbeeld niet vast aan de 3 DOF, zo kan men in de headset bijvoorbeeld sensoren integreren om tot een 6 DOF headset te komen (Cherdo, 2018). Voorlopig zijn er enkel nog maar 3 DOF standalone headsets ter beschikking voor het grote publiek, de meest bekende is de Oculus Go. Ditzelfde bedrijf heeft echter al een 6 DOF standalone headset aangekondigd, Oculus Quest genaamd (**figuur 2.9**). Deze headset beschikt over 6 degrees of freedom, tracked controllers voor beide handen en daarnaast is hij out of the box meteen gebruiksklaar. Men dient hier ook geen externe sensoren te kalibreren (Oculus, 2019). Dit zijn dan ook enkele redenen waarom deze nieuwe headset zeker zal aanslaan bij het grote publiek.



Figuur 2.9: De Oculus Quest 6 DOF standalone headset (Oculus, 2019)

3. VR in de gezondheidszorg

3.1 Inleiding

Nadat in het vorige hoofdstuk het begrip 'Virtual reality' werd aangekaard, zal men in dit hoofdstuk meer ingaan op VR in de gezondheidszorg. Er zullen een aantal actuele use cases van VR behandeld worden. Verder wordt er ook dieper ingegaan op de revalidatiesector en enkele bestaande applicaties.

3.2 Actuele use cases

3.2.1 Simulatie van behandelingen en operaties

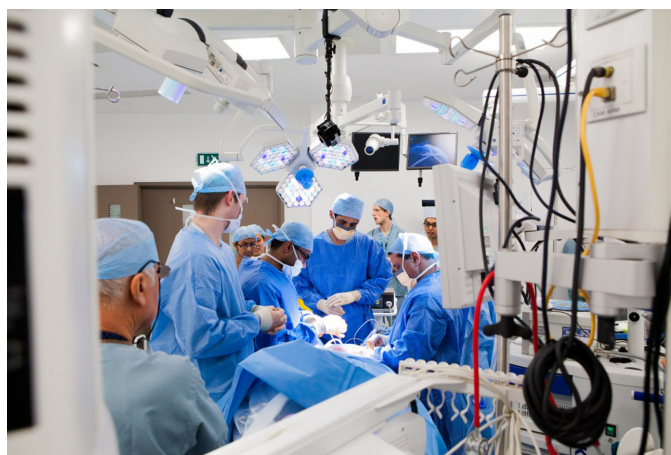
VR zorgt momenteel al voor grote doorbraken op educatief vlak in de gezondheidszorg. Zo bestaan er al applicaties waar studenten in een virtuele omgeving worden getraind om operaties uit te voeren. Op deze wijze kan een student leren uit zijn fouten zonder cruciale gevolgen (**figuur 3.1**). Door operaties al in de praktijk te oefenen stimuleert men het visuele en het fysieke geheugen dat ervoor zorgt dat de handelingen beter onthouden worden. Daarnaast kan virtual reality ook de kosten van training in de gezondheidszorg verlagen. Zo kunnen er meer mensen tegelijk opgeleid worden en moet men niet herhaaldelijk materiaal aankopen voor een bepaalde operatie (Elion, 2018).

In 2017 werkte Oculus samen met CHLA, een kindziekenhuis in Los Angeles, om een dergelijke training applicatie te ontwikkelen. Studenten worden er blootgesteld aan stressvolle situaties terwijl ze snel beslissingen moeten nemen om een patiënt in leven te houden (Adobe, 2018).



Figuur 3.1: VR simulatie app ontwikkeld door Oculus waar de gebruiker in een gesimuleerde noodsituatie terecht komt (Adobe, 2018)

Dr. Shafi Ahmed voerde in 2016 als één van de eersten een operatie uit op een gezwel in de darm van een kankerpatiënt terwijl hij deze beelden live uitzond in VR (figuur 3.2). Op deze manier konden studenten de procedure op de voet volgen alsof ze zelf in de kamer stonden (Pelta, 2017).



Figuur 3.2: Dr. Shafi Ahmed zendt zijn operatie live uit a.d.h.v 360-graden camera's (Realities, 2019)

3.2.2 Stress- en angstbeheersing

Bij behandeling van angststoornissen in de psychiatrie wordt er vaak gebruik gemaakt van 'exposure therapie'. Hierbij wordt een persoon geleidelijk blootgesteld aan het gevreesde object of situatie. Dit gebeurt wel op een gecontroleerde manier en in een veilige omgeving, waardoor de patiënt gedwongen wordt om zijn angst onder ogen te komen in plaats ervan te vluchten. Deze methode wordt dan toegepast totdat de angst beheersbaar is (Maples-Keller, 2018).

Bij traditionele methoden ging men een patiënt met arachnofobie bijvoorbeeld blootstellen aan foto's, video's en figuren van spinachtigen. Het nadeel bij deze methode is wel dat een persoon nog altijd een bepaalde barrière ervaart tussen de realiteit en zijn angst waardoor deze methode dus minder effectief wordt (Maples-Keller, 2018).

Een andere methode is de in-vivo methode waar de patiënt in werkelijkheid wordt blootgesteld aan zijn angst. Bijvoorbeeld iemand met vliegangst die werkelijk op een vliegtuig stapt en zo aan zijn angst wordt blootgesteld. Het nadeel aan deze methode is dat het voor sommigen een te grote stap is om meteen te overwinnen. Daarnaast kan een in-vivo methode ook snel kostelijk worden (Maples-Keller, 2018).

VR elimineert dus een mogelijke barrière voor patiënten die problemen kunnen onderkennen met het inbeelden of visualiseren van de angst. Ook zal een VR methode in vele gevallen kostenbesparender zijn dan bepaalde in-vivo methoden (Maples-Keller, 2018).

Virtual reality wordt dan ook heel vaak gebruikt om deze soorten therapieën uit te voeren. Virtuele omgevingen kunnen aangemaakt worden die de patiënt stapsgewijs aan de gevreesde factor blootstellen (Maples-Keller, 2018).

Naast angststoornissen is VR ook heel effectief bij stressbeheersing. Stress en burn-outs worden al maar grotere factoren op de werkplaats en bedrijven proberen er dan ook beter op in te spelen. Zo zou een werknemer die een grote werkdruk en stress ervaart ook minder productief zijn doorheen zijn werkdag. Daarom stelt men in sommige organisaties VR headsets ter beschikking voor werknemers om te 'ontstressen' (Thoondie, 2017). Zo een ontspannende applicatie bestaat dan uit een relaxerende virtuele omgeving zoals bijvoorbeeld naturomgevingen, meditatie-ruimte, ...

3.2.3 Efficiëntere revalidatie na beroerte

De laatste jaren is het gebruik van virtual reality bij patiënten die een beroerte gekend hebben al maar toegenomen. Na een beroerte kan men in de hersenen nieuwe neurale verbindingen vormen door veel taakgerichte oefeningen uit te voeren. Op deze manier kan men de hersenen als het ware 'herprogrammeren'. Deze nieuwe verbindingen stimuleren het herstel van motorische vaardigheden bij patiënten na een beroerte. Laver (2017) vergeleek de effecten van gebruikelijke therapie met de effecten van virtual reality bij revalidatie van de bovenste ledematen. Men concludeerde hier dat VR leidde tot verbeteringen in het uitvoeren van dagelijkse taken. Echter was het wel nog niet duidelijke of deze effecten blijvend waren.

3.3 Mirror therapy

Mirror therapy is een revalidatie methode die voor het eerst werd gebruikt in 1995 door dr. Ramachandran, een Amerikaanse neuroloog. Het principe van de methode is dat men door het gebruik van een spiegel de beweging van een verlamd of geamputeerd ledemaat kan veinzen voor het brein waardoor men de hersenen als het ware opnieuw kan programmeren (Physiopedia, 2019). Een patiënt voert dus oefeningen uit met het functionerende ledemaat, maar door de spiegel lijkt het alsof het niet functionerende ledemaat de oefeningen ook uitvoert.

3.3.1 Neuroplasticiteit

De plasticiteit van een neuron verwijst naar zijn vermogen om te veranderen. Elke keer dat je een beweging maakt of je hersenen denken dat je een beweging maakt, bouwt het brein verbindingen op, neurale verbindingen. Wanneer iemand bijvoorbeeld na het oplopen van een hersenletsel verlamd raakt aan zijn arm betekent dat dat er neurale verbindingen verbroken zijn die de patiënt toelaat om deze beweging uit te voeren. Terwijl een patient m.b.v. een spiegel het brein dus kan misleiden, worden er in de hersenen bij elke beweging die men uitvoert met het functionerende ledemaat nieuwe verbindingen gelegd voor het verlamde (Saebo, 2018).

3.3.2 Toepassingen van mirror therapy

Een van de toepassingen waar mirror therapy bijvoorbeeld vaak gebruikt wordt is tijdens het revalidatieproces van een beroerte. Vele mensen die een beroerte beleefd hebben blijven halfzijdig verlamd achter. Dit komt doordat de hersenen in bepaalde gebieden, die instaan voor de besturing van ledematen, beschadigd zijn. Door gebruik te maken van mirror therapy worden er in de hersenen nieuwe neurale verbindingen gelegd voor het verlamde ledemaat (Rehab, 2018). Een veelgebruikt instrument voor de uitvoering van deze methode is een “mirror box” (**figuur 3.3**). Zo een box heeft een driehoekige vorm en de patiënt is in staat om zijn verlamde ledemaat er in te laten rusten. Op die manier wordt het brein er minder visueel mee geconfronteerd.

Een andere toepassing van mirror therapy is bij het behandelen van fantoompijn. Wanneer men door amputatie de zenuwen van het lidmaat naar de hersenen doorbreekt vindt er geen informatieverkeer meer plaats. Door deze plotse verandering en het wegvallen van een bepaalde input zal het gebied in de hersenen overgevoelig worden en pijnprikkels kunnen creëren, dit verschijnsel wordt fantoompijn genoemd. Door middel van mirror therapy zal men dit gebied dus weer wat kunnen activeren en de pijn zal dus afnemen (Veenstra, 2019).

Tot slot wordt mirror therapy ook gebruikt bij het verminderen van kinesiofobie of bewegingsangst. Kinesiofobie komt bij vele (vooral chronische) patiënten voor en wordt veroorzaakt doordat het brein een bepaalde beweging gaat linken aan pijn. De patiënt zal hierdoor de beweging vaak niet durven uitvoeren door angst voor deze pijn (Kochoa, 2019). De uitdaging voor de kinesist bestaat erin om het vertrouwen van de patiënt dusdanig te winnen zodat hij de beweging toch probeert uit te voeren. Een andere optie is het gebruik maken van mirror therapy. Door de spiegel te gebruiken tijdens de uitvoering van de oefeningen worden de hersenen misleid en opnieuw getraind. Op die manier zal de patiënt de beweging minder linken aan pijn en zal de oefening efficiënter uitgevoerd kunnen worden (van Burken, 2019).

Hoewel deze alternatieve revalidatie methode dus al regelmatig wordt toegepast en het al vele patiënten succesvol heeft geholpen is men momenteel nog bezig met wetenschappelijk de effectiviteit ervan te onderzoeken.



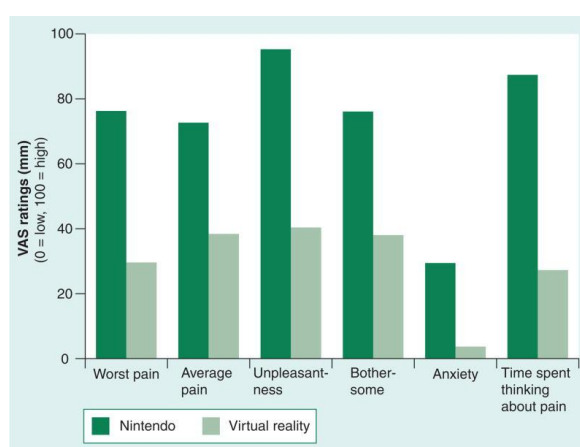
Figuur 3.3: De mirror box in gebruik voor een verlamde arm (Saebo, 2018)

3.3.3 VR mirror therapy

Momenteel zijn er al enkele applicaties op de markt die mirror therapy ook mogelijk maken in VR omgevingen. Wanneer de gebruiker bijvoorbeeld bewegingen uitvoert met zijn rechtse hand zal dit in de virtuele omgeving vertaald worden naar bewegingen met de linker hand. Een mogelijke hypothese zou zijn dat VR mirror therapy meer kans heeft om resultaten op te leveren omdat de beleving nog echter lijkt dan met een spiegel. Momenteel is er hier echter ook nog geen wetenschappelijk bewijs voor dat dit effectiever zou zijn dan de mirror box methode of andere traditionele methodes.

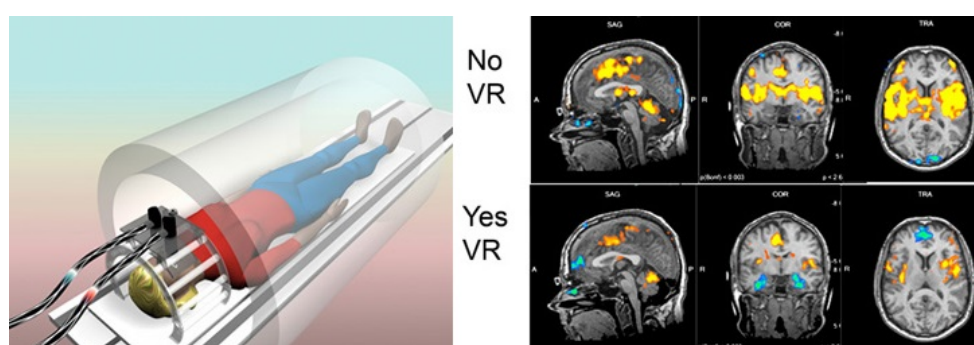
3.4 Distraction therapy

Het principe van distraction therapy is dat men de aandacht van de patiënt gaat afleiden. Men wordt afgeleid van bepaalde onaangename stimuli en in plaats daarvan wordt er meer focus gelegd op aangenaamere stimuli. Dit resulteert in een vermindering van de waarneming van pijn.



Figuur 3.4: Verschil in pijnveraring zonder VR en met VR tijdens het verzorgen van brandwonden (Panjwani, 2017)

Een voorbeeld van distraction therapy m.b.v. virtual reality is de game “SnowWorld”, een game die vooral gericht was op patiënten met brandwonden. In deze game kwam men terecht in een sneeuwlandschap en kon men sneeuwmannen bekogelen met sneeuwballen. Dit idee kwam tot stand doordat dergelijke patiënten vaak nog een brandende pijn voelen bij het behandelen van hun wonden. Door de focus op ijzige en sneeuwachtige landschappen te leggen zouden de patiënten minder pijnprikkels ervaren (Panjwani, 2017). Hoffman voerde hier een experiment naar uit en bij alle patiënten resulteerde het gebruik van VR in een verminderde ervaring van pijn. Daarnaast vergeleek hij ook de verschillen in pijnervaring tussen een non-VR en een VR game, de resultaten zijn terug te vinden in **figuur 3.4**. Ook hier waren de verschillen bij de proefpersonen significant. Op **figuur 3.5** zijn ook opmerkelijke verschillen terug te vinden in pijngerelateerde hersenactiviteit bij gebruik van VR.



Figuur 3.5: MRI-hersenscans tonen significante verminderingen van pijngerelateerde hersenactiviteit tijdens SnowWorld (Washington, 2017)

3.5 Soortgelijke applicaties

3.5.1 Mindmotion

Mindmaze is een Zwitsers bedrijf dat zich bezighoudt met de neurorevalidatie van patiënten na een beroerte. Ook hier wordt er geprobeerd om de patiënt op een speelse manier te laten revalideren en op die manier de motivatie bij de patiënt hoog te houden. Momenteel beschikt het bedrijf over twee producten namelijk de Mindmotion Pro en de Mindmotion Go. Zoals de naam al prijsgeeft is de Mindmotion pro (**figuur 3.6**) hun paradepaardje. Deze kan immers heel snel ingezet worden bij een patiënt na het oplopen van een letsel. Daarnaast ondersteunt het ook nog eens mirror therapy wat de neurorevalidatie dus zeker bevordert. Dit product maakt echter nog geen gebruik van virtual reality (Mindmotion, 2019).



Figuur 3.6: Mindmotion Pro in gebruik (Mindmotion, 2019)

3.5.2 XRHealth

XRHealth is een applicatie die zeer gelijk op het idee achter deze scriptie. Gebruikers komen in deze applicatie terecht in een virtuele wereld waar ze d.m.v. games hun revalidatie oefeningen uitvoeren. Wat XRHealth bijzonder maakt is dat het zich focust op gebruik in de gezondheidszorg specifiek. De applicatie laat een kinesist bijvoorbeeld toe om de resultaten en de vooruitgang van een patiënt op te volgen. In deze organisatie maakt men vooral gebruik van de Oculus Go wat zich classificeert als standalone headset. Het nadeel hiervan is dat het maar beschikt over 3 degrees of freedom en het slechts één controller bevat om handbewegingen te tracken. Bij XRHealth draait het dus vooral om de revalidatie van de bovenste lidmaten (XRHealth, 2019).

3.5.3 KineQuantum

Tot slot is er ook een bedrijf genaamd KineQuantum dat, net zoals XRHealth, zich focust op de revalidatie van patiënten m.b.v. virtual reality. Opnieuw kan de kinesist hier ook de resultaten en de vooruitgang van de patiënt opvolgen via de computer (KineQuantum, 2019). Wat KineQuantum wel onderscheidt van organisaties zoals XRHealth is dat ze te werk gaan met Desktop VR headsets (**figuur 3.7**). De desktop headsets zullen dus betere tracking hebben van de bewegingen van de patiënt en beschikken over 6 degrees of freedom waar de standalone headsets voorlopig maar 3 degrees of freedom zullen halen. Het nadeel ervan is echter wel dat er steeds een computer aanwezig moet zijn.



Figuur 3.7: Gebruiker van KineQuantum met de Htc Vive (Bergmann, 2018)

4. Applicatie

4.1 Gerealiseerde product

Het gerealiseerde product is een game waar de gebruiker in een virtuele omgeving terecht komt. Hier kan hij met behulp van de controllers fictieve appels plukken uit bomen en ze in de juiste mand leggen. Bij het uitschrijven van het idee voor de applicatie werd er vooral gefocust op één bepaalde beweging waar men van beneden gecontroleerd naar boven dient te reiken en opnieuw naar beneden. De applicatie richt zich dan vooral ook op de revalidatie van de bovenste ledematen. Op **figuur 4.1**, **figuur 4.2**, **figuur 4.3** en **figuur 4.4** kan u hiervan een visualisatie terugvinden.

4.2 Gebruikte Software

Het product werd gerealiseerd met behulp van de game engine Unity3D. De rede waarom er voor deze engine gekozen werd is omdat de integratie met de Oculus Go zeer goed verwerkt zit in het programma. Na het downloaden van de Oculus Integration package kan men vrijwel meteen aan de slag ermee. Ook werd er gebruik gemaakt van de Unity Asset store. Deze store bevat heel wat (gratis) 3D modellen, geluidseffecten, animaties, ... Unity maakt standaard ook gebruik van Visual Studio voor het schrijven van scripts.

4.3 Mogelijke features voor in de toekomst

Momenteel is de applicatie nog puur een proof of concept maar deze zou in de toekomst eventueel nog verder uitgewerkt kunnen worden. Men zou bijvoorbeeld verschillende levels kunnen toevoegen die elk focussen op een andere beweging. Voorlopig is er ook nog geen score-systeem wat het spel toch zeker uitdagender zou maken. Daarnaast zou het ook zeer interessant zijn voor de kinesist om wat gegevens op te kunnen vragen van de patiënt of hij zijn bewegingen heeft gedaan, of er vorderingen zijn, ...



Figuur 4.1: ApplePicker screenshot welkomstbord



Figuur 4.2: ApplePicker screenshot appels in de boom



Figuur 4.3: ApplePicker screenshot appel plukken



Figuur 4.4: ApplePicker screenshot appels in de manden

5. Methodologie

Om de gestelde onderzoeksvragen te beantwoorden werd er een experiment uitgevoerd tijdens dit onderzoek. Hoe dit experiment werd opgesteld wordt hieronder nader verklaard.

5.1 Plan van aanpak

Het experiment werd grotendeels uitgevoerd op willekeurige testpersonen. Bij deze testpersonen werd er a.d.h.v. een wasknijper een pijnprikkel opgewekt. Deze pijnprikkel moest gedurende enkele oefensessies verdragen worden.

Bij een eerste oefensessie moest de persoon tien maal een beweging uitvoeren met de wasknijper op de vinger. Tijdens de tweede oefensessie kreeg de persoon de VR bril en de hoofdtelefoon opgezet. Hier kwam hij terecht in 'ApplePicker', het gerealiseerde prototype voor dit onderzoek. In deze game moest de persoon opnieuw tien maal de beweging uitvoeren, met de wasknijper op de vinger.

Na elke oefensessie diende de persoon een vragenlijst in te vullen over zaken zoals: hoe de pijnvaring was tijdens de oefeningen, of de persoon zich altijd even gemotiveerd voelt om revalidatie oefeningen uit te voeren, ...

De data uit deze vragenlijsten werd hierna verwerkt en omgezet in grafieken die de onderzoeksvragen konden beantwoorden.

6. Experiment

6.1 Materiaal

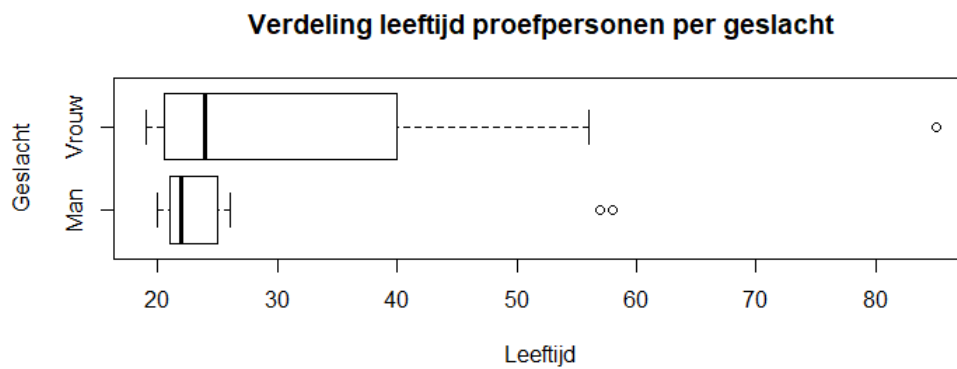
Om het experiment uit te voeren waren enkele zaken onmisbaar:

- VR headset en controller: Hier werd de Oculus Go gebruikt. Dit is een standalone VR headset dat beschikt over ¹3DOF.
- Hoofdtelefoon: Dit stimuleert het surround sound effect, bedoelt om de persoon af te leiden van de alledaagse geluiden rondom.
- Computer: Hierop werden de vragenlijsten ingevuld na de oefensessies. Ook kon de kinesist/begeleider hier de bewegingen van de patiënt meevolgen.
- Polsgewichten (eventueel): Deze konden bij de patiënt omgedaan worden om de intensiteit van de oefeningen te vergroten.

¹3 degrees of freedom. Enkel de rotatie wordt getrackt, de positie in de ruimte niet.

6.1.1 Testpersonen

Als testpersonen werden er 25 willekeurige personen gekozen tussen de 19 en 85 jaar. Op **figuur 6.1** kan u bijhorende boxplot terugvinden die een beeld geeft van de verdeling van de leeftijden per geslacht. De testpersoon werd op voorhand niet ingelicht over de opzet van het onderzoek. Dit om de onbevooroordeeldheid zo veel mogelijk te beperken.



Figuur 6.1: Boxplot van leeftijden van proefpersonen

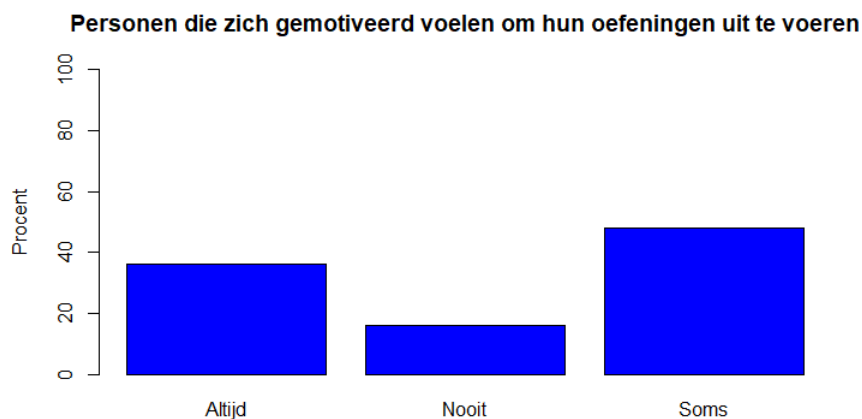
Gedurende het experiment werd de proefpersoon een wasknijper opgedaan om een pijn-prikkel op te wekken. Hierna diende de oefening uitgevoerd te worden (**figuur 6.2**).



Figuur 6.2: Proefpersoon test de applicatie met wasknijper op de vinger en voert de beweging uit

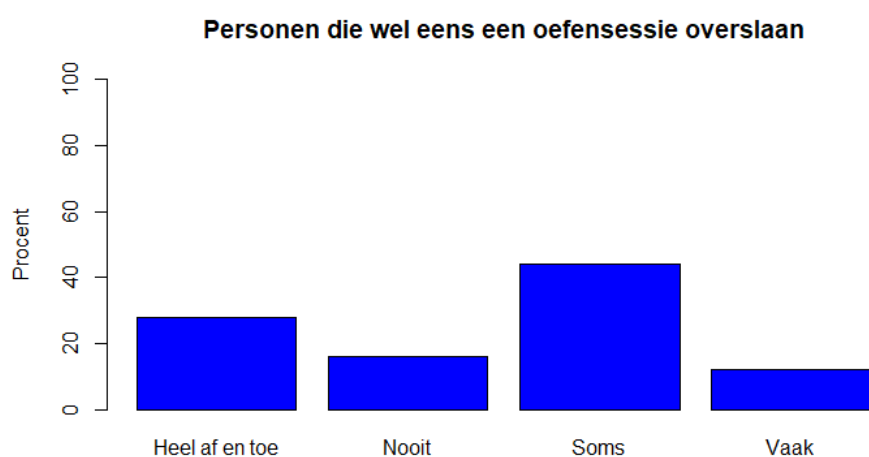
6.2 Resultaten

Iedere persoon die zich onderwierp aan het experiment diende enkele vragenlijsten in te vullen. Onderstaande grafieken werden uit deze data geëxtraheerd. ²De uitwerking van de scripts om onderstaande grafieken te bekomen is terug te vinden op Github.



Figuur 6.3: In welke mate men gemotiveerd is om consistent de revalidatie oefeningen uit te voeren

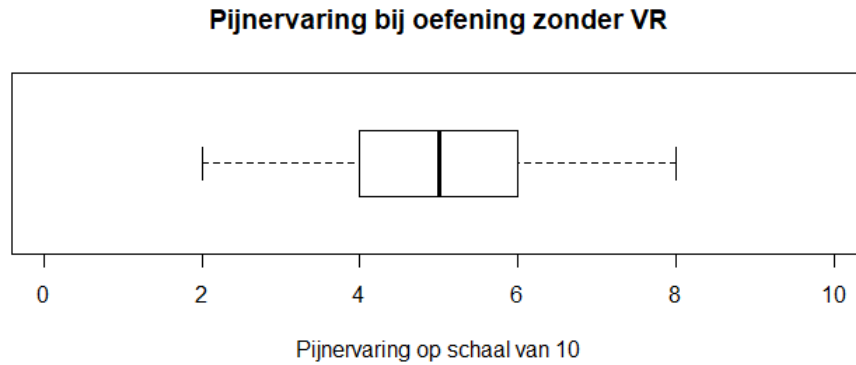
Bovenstaande grafiek (**figuur 6.3**) toont duidelijk dat mensen zich niet altijd gemotiveerd voelen om hun revalidatie oefeningen uit te voeren. Zo blijkt dat slechts 36% van de personen zich altijd gemotiveerd voelt en 16% zich nooit echt gemotiveerd voelt. 48% voelt zich dan weer soms gemotiveerd om hun oefeningen uit te voeren.



Figuur 6.4: In welke mate oefensessies worden overgeslagen

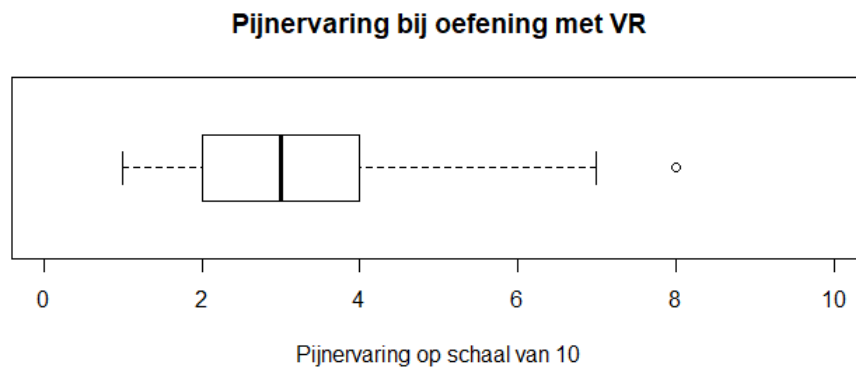
²https://github.com/BrunoStr/Bachelorproef_scripts/blob/master/R_script

Door het gebrek aan motivatie dat bij sommigen wel eens de kop op steekt durft men dan ook hier en daar eens een oefensessie over te slaan (**figuur 6.4**). 28% geeft toe dat ze af en toe hun oefeningen overslaan, 44% soms wel eens en 12% zegt ze vaak over te slaan. Hiernaast zijn er ook enkele zeer gedreven mensen die nooit een sessie overslaan (16%).



Figuur 6.5: Pijnvering testgebruikers bij oefensessie zonder VR

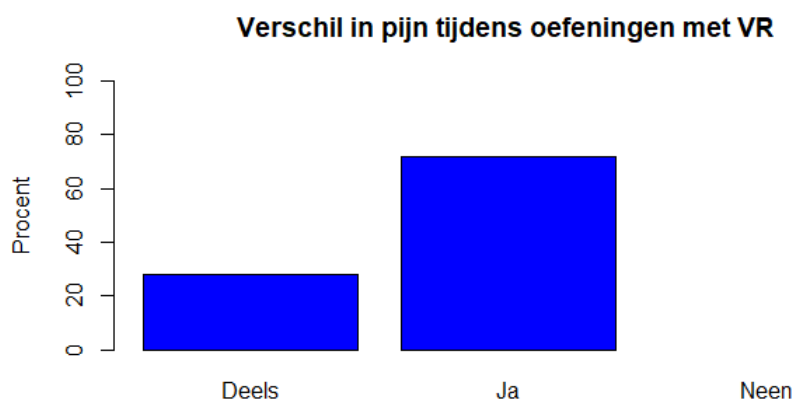
Uit **figuur 6.5** kan men een mediaan van 5, een interkwartielafstand van 2 en een spreidingsbreedte van 6 vaststellen.



Figuur 6.6: Pijnvering testgebruikers bij oefensessie met VR

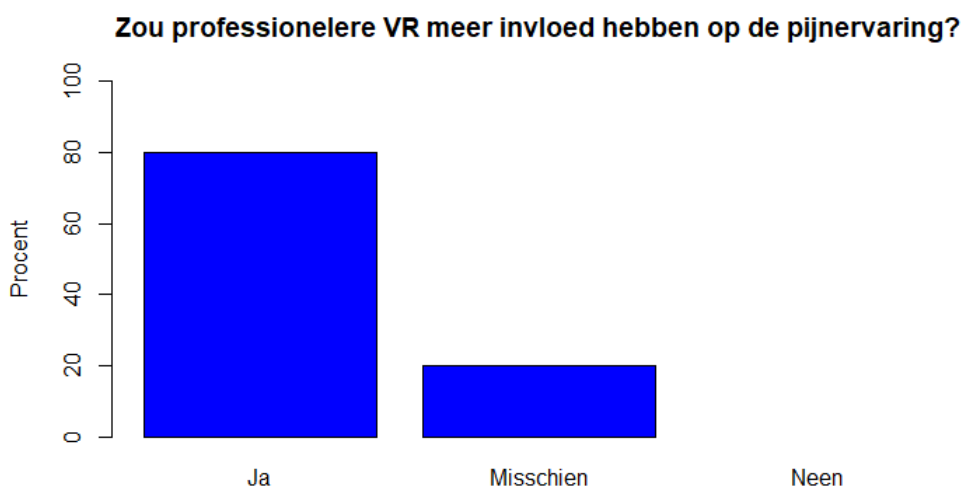
Uit **figuur 6.6** kan men een mediaan van 3, een interkwartielafstand van 2 en een spreidingsbreedte van 7 vaststellen.

Hier kan men dus concluderen dat op een paar uitschieters na, de pijnvering bij iedereen significant gedaald was. Wanneer men de gemiddelde afname in pijn berekent komt men uit op een waarde van 1.88 op een schaal van 10 ofwel 18.8%.



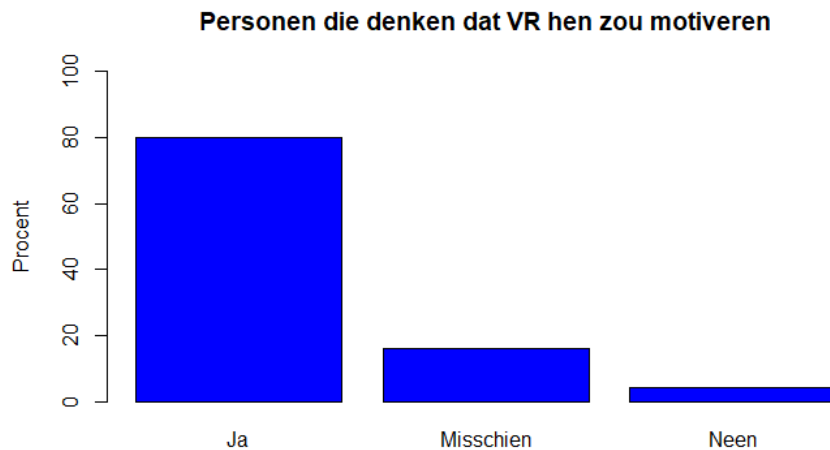
Figuur 6.7: Diagram van verschil in pijnervaring die de proefpersonen ondervonden met en zonder VR

Opnieuw wordt er in **figuur 6.7** bevestigd dat er wel degelijk een verschil in pijn werd waargenomen bij de testpersonen. Zo'n 72% zegt dat er inderdaad een verschil was in pijn wanneer men de oefening met VR uitvoerde. 28% van de mensen merkte echter slechts deels een verschil.



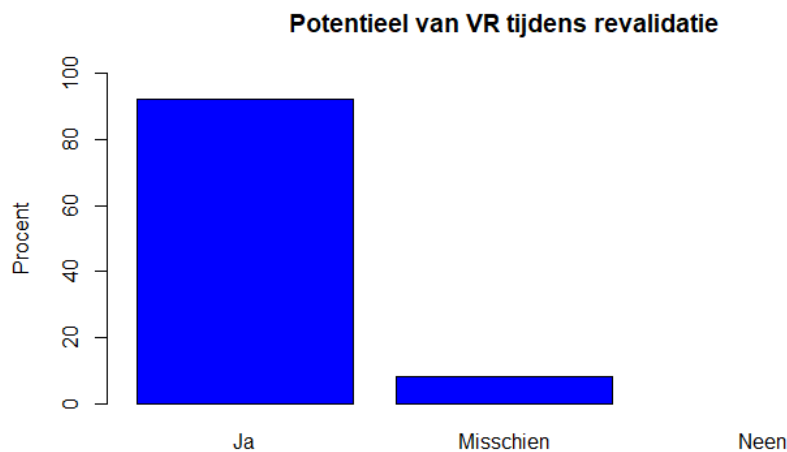
Figuur 6.8: Diagram van personen die denken dat professionelere VR meer invloed zou hebben op pijnervaring

In de grafiek op **figuur 6.8** merkt men dat velen ervan overtuigd waren dat het verschil in pijn nog signifikanter zou zijn wanneer men gebruik zou maken van gesofisticeerdere VR systemen (vrij bewegen in de ruimte, dynamischere omgeving, hogere kwaliteit, ...). 80% van de testpersonen stemde hier volop mee in en 20% zag de mogelijkheid ervan in.



Figuur 6.9: Diagram van personen die geloven dat VR voor extra motivatie kan zorgen

Op **figuur 6.9** ziet men dat een groot aandeel zich meer gemotiveerd zou voelen om zijn oefeningen uit te voeren wanneer ze toegang zouden hebben tot een VR systeem. Opnieuw 80% van de testpersonen zou zich meer gemotiveerd voelen, 16% zou zich misschien meer gemotiveerd voelen en 4% helemaal niet.



Figuur 6.10: Diagram van personen die geloven dat VR potentieel heeft in de revalidatie

Tenslotte kan men uit **figuur 6.10** vaststellen dat er 92% van de testpersonen potentieel zagen in het gebruik van VR tijdens de revalidatie. 8% van de personen had hier echter nog wat zijn twijfels bij.

7. Conclusie

In deze scriptie werd onderzocht of met behulp van virtual reality de pijnervaring van een patiënt onderdrukt kan worden. Daarnaast werd er geanalyseerd of dergelijke technologie mogelijks ook de motivatie van patiënten tijdens de revalidatie kon stimuleren.

De onderzoeksresultaten bevestigen dat vele patiënten zich maar af en toe tot zelfs nooit gemotiveerd voelen om revalidatie oefeningen uit te voeren. Hierdoor slaan ze dan ook geregeld oefensessies over wat het revalidatietraject niet ten goede komt.

Op basis van uitgevoerde experimenten kan er geconcludeerd worden dat de patiënt effectief een verminderde pijnervaring beleefd bij het uitvoeren van zijn revalidatie oefeningen met behulp van virtual reality. Het merendeel van de respondenten geloofde dat deze vermindering in pijn nog beduidender zou kunnen zijn bij het gebruik van gesofisticeerdere VR systemen.

In de context van deze scriptie werd er bij de testpersonen een pijnprikkel opgewekt. Het zou zeker interessant zijn voor mogelijks verdere onderzoeken om het effect op daadwerkelijke patiënten te bestuderen.

Ook werd er bij velen geconstateerd dat zij zich meer gemotiveerd voelden bij het uitvoeren van de oefeningen wanneer zij een concreet doel voor ogen kregen, zoals een dergelijke VR game.

Deze scriptie legt dus zeker een aantal significante voordelen van virtual reality in de wereld van de revalidatie bloot. Daarnaast bleek ook uit de experimenten dat mensen openstaan voor het gebruik van VR tijdens hun revalidatie en dat ze het potentieel ervan zeker inzien.

Momenteel is de prijsdrempel meestal voor particulier gebruik nog wat te hoog. Voor kinesisten is het zeker al overweegbaar om de stap te zetten. In de nabije toekomst zal deze drempel gegarandeerd enkel maar slinken waardoor de technologie toegankelijker dan ooit zal worden.

A. Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

A.1 Introductie

In dit onderzoek gaan we na of virtuele realiteit als hulpmiddel kan fungeren bij de revalidatie van kinesitherapie patiënten en welke mogelijke voordelen het zou hebben. Vele patiënten voeren hun revalidatie oefeningen uit met tegenzin omdat ze vaak saai en repetitief kunnen zijn. Een gevolg hiervan is dat sommigen wel eens een oefensessie overslaan. Een heus probleem in de revalidatiesector dus dat we trachten te onderzoeken en mogelijks kunnen verbeteren of zelfs oplossen.

A.2 State-of-the-art

A.2.1 Literatuurstudie

Tijdens mijn literatuurstudie stootte ik vooral op artikels deels gelijkaardig aan mijn onderwerp, nl. over het gebruik van virtuele realiteit bij revalidatie na een beroerte. Vele artikels hierover waren echter reeds verouderd. Een interessant artikel dat ik vond was dat van Laver, 2017. Hier werd een behandeling op basis van virtuele realiteit vergeleken met de traditionele behandeling na een beroerte. In dit onderzoek keek men naar drie verschillende criteria: de armfunctie, de loopsnelheid en de mate waarin de patiënt zelfstandig alledaagse activiteiten kon voltooien. Er werden echter geen significante verschillen aangetroffen

tussen beide methoden. In een ander artikel (Boian e.a., 2002) werden ook patiënten die een beroerte opgelopen hadden onderzocht. Hier stond de revalidatie van de handen centraal. De patiënten kregen een virtuele applicatie voorgeschoteld waar ze objecten moesten oppakken e.d. Uit het onderzoek bleek vervolgens dat het bewegingsbereik van de vingers uitgebreid was. Vervolgens vond ik ook een artikel (Reddy, 2018) dat zich handelt over hoe virtuele realiteit momenteel al vaak wordt ingezet in de psychiatrie om angststoornissen te bestrijden. Hier wordt de patiënt stapsgewijs aan zijn angst blootgesteld in een veilige omgeving en leert hij er langzamerhand mee omgaan. Er gebeurden in het verleden dus al enkele gelijkaardige onderzoeken naar virtuele realiteit in de gezondheidszorg maar nog niet bepaald in de richting waar ik op wil gaan.

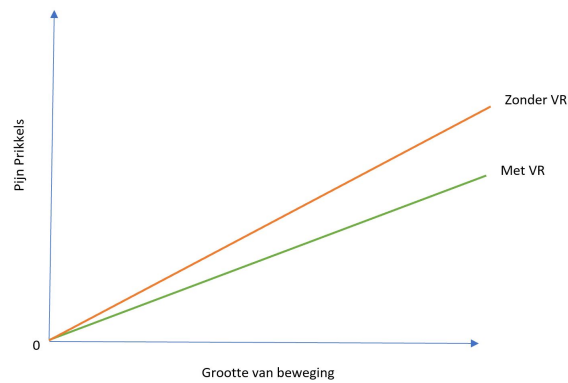
A.2.2 Bestaande applicaties

Op mijn zoektocht in het onderzoeksdomein leerde ik een bedrijf kennen genaamd Kine-Quantum. Dit is een bedrijf dat zich specialiseert in het maken van een VR-applicatie die patiënten bijstaat bij het revalideren. In deze applicatie zitten de patiënten volledig in een virtuele wereld waar ze allerlei oefeningen moeten uitvoeren terwijl de kinesist nog steeds de mogelijkheid heeft om de patiënt op te volgen. Ook wordt de vooruitgang automatisch opgeslagen en deze kan ook geraadpleegd worden door de dokter.

A.3 Methodologie

In de onderzoeksfase zal ik nagaan welk VR platform het meest geschikt zou zijn voor het onderzoek. Hierna zal ik een applicatie ontwikkelen voor het gekozen platform waarin de gebruiker op een interactieve, speelse manier bepaalde handelingen moet uitvoeren. In de praktijk zal ik de applicatie vervolgens laten testen door meerdere patiënten. Na de demo zal ik hen een vragenlijst voorleggen om te bepalen wat ze er zelf van vonden.

A.4 Verwachte resultaten



Figuur A.1: Mock-up grafiek

A.5 Verwachte conclusies

Ik denk dat een dergelijke manier van revalideren zeker zal aanslaan bij de patiënten en het hen meer zal motiveren om hun oefeningen consistent uit te voeren. Ook denk ik dat de virtuele omgeving een positief effect zal hebben op de pijnprikkels en dat men sneller resultaten zal boeken op vlak van revalidatie.

Bibliografie

- Adobe. (2018). Could VR Change How Healthcare Providers Learn? Verkregen van <https://theblog.adobe.com/vr-change-healthcare-providers-learn/>
- Barel, A. (2017). The differences between VR, AR & MR. Verkregen van <https://medium.com/startux-net/the-differences-between-vr-ar-mr-27012ea1c5>
- Bergmann, D. (2018). HTC Vive auf der CES 2018. Verkregen van <https://www.pcgames.de/HTC-Vive-Hardware-261074/Videos/CES-2018-1247607/>
- Boian, R., Sharma, A., Han, C., Merians, A., Burdea, G., Adamovich, S., . . . Poizner, H. (2002). Virtual Reality Augmented Rehabilitation for Patients Following Stroke. Verkregen van https://www.researchgate.net/publication/11186368_Virtual_Reality_-_Augmented_Rehabilitation_for_Patients_Following_Stroke?fbclid=IwAR1SIE0xMthlpU7nONthQWYvg45f5VLZJZypLk4RI5dj3683zGxkTPQw0hY
- Bolluyt, J. (2017). 7 Surprising Side Effects of Virtual Reality. Verkregen van https://www.cheatsheet.com/gear-style/surprising-side-effects-of-virtual-reality.html/?fbclid=IwAR1aYP-25T7yoBjQkidsQ9ZE1hllrRmPfhe7lp9_lesJeka95HvA2xLNkLo
- Bovenij. (2019). Reisziekte. Verkregen van <https://www.kno-arts-amsterdam.nl/index.php/folders/reisziekte/?fbclid=IwAR069Vntr6RRYwrbrk0yl5nrs9GokYJEr0ZxOFav11N8IWECldaY8bYg>
- Cherdo, L. (2018). TYPES OF VR HEADSETS: PC VR, STANDALONE VR, SMARTPHONE VR. Verkregen van <https://www.aniwaa.com/guide/vr-ar/types-of-vr-headsets/>
- Dizzy, S. (2018). Balance System. Verkregen van <https://seattledizzygroup.org/2018/04/30/posture-and-balance/balance-system-2/?fbclid=IwAR3GfrBQaOqMxOLvWzYcFW1EJrY49am7vn314WEYJg>
- Elion, A. (2018). 3 Great Applications of Virtual Reality for Healthcare Training. Verkregen van <https://www.td.org/user/content/amirelion/3-great-applications-of-virtual-reality-for-healthcare-training-05-09-18-10-37>

- Haas, J. (2014). A History of the Unity Game Engine. Verkregen van https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-030614-143124/unrestricted/Haas_IQP_Final.pdf
- KineQuantum. (2019). The 1st virtual reality solution for evaluation & rehabilitation. Verkregen van <https://www.kinequantum.com/en>
- Kochoa, P. (2019). What is kinesiophobia? Verkregen van <https://www.professionalptandtraining.com/general-health-information/what-is-kinesiophobia/>
- Kraft, S. (2017). What's to know about motion sickness? Verkregen van <https://www.medicalnewstoday.com/articles/176198.php?fbclid=IwAR3L0GDHbcIVnJWbssXj3JVc7kXH9pTMMXDdJbDOFc>
- Kumarak, G. (2014). A Brief History Of Oculus. Verkregen van https://techcrunch.com/2014/03/26/a-brief-history-of-oculus/?guccounter=1&guce_referrer_us=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_cs=HWOq7DB8d5KSvwtFyLGAsw
- Lang, B. (2013). An Introduction to Positional Tracking and Degrees of Freedom (DOF). Verkregen van <https://www.roadtovr.com/introduction-positional-tracking-degrees-freedom-dof/>
- Laver, K. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. Verkregen van <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008349.pub4/full>
- Maples-Keller, J. L. (2018). The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders. Verkregen van <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5421394/>
- Mindmotion. (2019). Empowering the human brain to heal. Verkregen van <https://www.mindmaze.com/mindmotion/>
- Oculus. (2017). Game engines—how do they work? Verkregen van <https://unity3d.com/what-is-a-game-engine>
- Oculus. (2019). Oculus Quest. Verkregen van https://www.oculus.com/quest/?locale=nl_NL
- Panjwani, L. (2017). Virtual “SnowWorld” Helps Burn Victims Cope with Extreme Pain. Verkregen van <https://www.rdmag.com/article/2017/08/virtual-snowworld-helps-burn-victims-cope-extreme-pain?fbclid=IwAR3HsizC0aUrmTwackUhmBXPgBJdaBHb2MaW78lkP2YmaGApGp5sY>
- Pelta, J. (2017). The Benefits of Virtual Reality in Healthcare. Verkregen van <https://www.healthcare.digital/single-post/2017/11/02/The-Benefits-of-Virtual-Reality-in-Healthcare>
- Physiopedia. (2019). Mirror Therapy. Verkregen van https://www.physio-pedia.com/Mirror_Therapy
- Realities, M. (2019). VR streaming during surgery. Verkregen van <https://www.medicalrealities.com/>
- Reddy, S. (2018). VR Fast Emerging As a Powerful Tool in Treating Anxiety Disorders. Verkregen van <https://imtinovation.com/2018/02/05/vr-fast-emerging-as-a-powerful-tool-in-treating-anxiety-disorders/?fbclid=IwAR1SIE0xMthlpU7nONthQWYvg45f5VLZJZypLk4R15>
- Rehab, F. (2018). Mirror Therapy for Stroke Recovery: How to Recover Severe Hand Impairments. Verkregen van https://www.flintrehab.com/2018/mirror-therapy-stroke/?fbclid=IwAR0Qh4PVDszfNz1xl5GCW9oYGrBO-J1EewZCK3ZikY0v1Yzr5M73VQV_or8

- Saebo. (2018). Guide to Mirror Therapy and the Benefits of Neuroplasticity. Verkregen van <https://www.saebo.com/guide-mirror-therapy-benefits-neuroplasticity/>
- Society, V. (2019). History Of Virtual Reality. Verkregen van <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>
- Staff, O. (2018). The most crucial part of video-game development explained. Verkregen van <https://www.gamesradar.com/what-is-a-game-engine-and-what-does-it-do/>
- Sutorcen. (2016). This is Unreal. Verkregen van https://hotgates.eu/this-is-unreal/?fbclid=IwAR3mqwJhLD_4C5AnOt_AVCPXWy78nrNM-ACYMdtiRfWz_M5KuxCRgV_fYac
- Thoondee, K. D. (2017). Using virtual reality to reduce stress at work. Verkregen van <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8252142>
- Utrecht, U. (2019). EVENWICHTSKLACHTEN. Verkregen van <https://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Ziekte/Evenwichtsklachten>
- van Burken, P. (2019). Spiegeltherapie vergroot bewegingsuitslag bij schouderklachten. Verkregen van <https://www.psychfysio.nl/spiegeltherapie-vergroot-bewegingsuitslag-bij-schouderklachten/>
- Veenstra. (2019). INSTRUCTIE SPIEGELTHERAPIE. Verkregen van <https://www.psychologieveenstra.nl/fantoompijn/instructie-spiegeltherapie/>
- Vive. (2019). Htc Vive. Verkregen van <https://www.vive.com/>
- Washington, U. (2017). Virtual Reality Pain Reduction. Verkregen van <https://depts.washington.edu/hplab/research/virtual-reality/>
- Weis, S. (2018). 3DOF, 6DOF, RoomScale VR, 360 Video and Everything In Between. Verkregen van <https://packet39.com/blog/2018/02/25/3dof-6dof-roomscale-vr-360-video-and-everything-in-between/>
- XRHealth. (2019). All the VR/AR Health apps you need. Verkregen van <https://www.xrhealth/>