

UNIVERSITEIT HASSELT

BACHELORPROEF VOORGEDRAGEN TOT HET BEHALEN VAN DE GRAAD
VAN BACHELOR IN DE INFORMATICA

E-Kitch: Virtual Reality Exploration of Kitchen Designs

Auteur:

Hendrikx Maria

Promotor:

dr. Davy Vanacken

Co-promotor:

Prof. dr. Kris Luyten

Begeleider(s):

Bram van Deurzen

Academiejaar 2020-2021



Dankwoord

In het afgelopen semester heb ik, Maria Hendrikx, mogen werken aan de bachelorproef E-Kitch: Virtual Reality Exploration of Kitchen Designs. Ik zou ten eerste mijn promotor, dr. Davy Vanacken, en co-promotor, prof. dr. Kris Luyten, willen bedanken om mij de opportuniteit te bieden aan deze bachelorproef te werken.

Daarnaast is het een bachelorproef waarbij men afhankelijk is van hardware. Ondanks Covid-19, heb ik dankzij mijn begeleider, Bram van Deurzen, en het EDM toch vlot de Virtual Reality (VR) headset kunnen gebruiken. Waarvoor ik hen zeer dankbaar ben. Naast het uitstekend regelen van de hardware, heb ik ook zeer goede begeleiding ontvangen, van zowel de begeleider, Bram van Deurzen alsook de promotor, dr. Davy Vanacken, waarvoor ik hen nog eens extra wil bedanken.

Samenvatting

In deze bachelorthesis hebben we een antwoord proberen te zoeken op de vraag “Hoe kan VR een bijdrage leveren bij het vergelijken en inspecteren van keukens”. Deze vraag is vrij algemeen gesteld, maar wel de kern van de bachelorthesis. Meer specifiek zijn we dan gaan kijken naar wat er allemaal bestaat rond het vergelijken en inspecteren van elementen en hoe men zo goed mogelijk een beslissing kan maken. We zijn dan gekomen op een beslissingsproces, dat beschreven staat in sectie 3.1.2. In E-Kitch hebben we ons gefocust op het vergelijken en inspecteren, een klein onderdeel van het beslissingsproces. Naast het beslissingsproces hebben we ook bestaande interactiemogelijkheden in VR onderzocht. Dit omdat E-Kitch een applicatie is waarbij men gebruikers probeert te ondersteunen met het beslissingsproces met behulp van VR. We hebben bij de interactiemogelijkheden ervoor gekozen om de gebruikerservaring zo ‘echt’ mogelijk te doen lijken. Dit zodat de gebruiker het gevoel heeft dat hij in een ‘echte’ keuken staat en ook dezelfde interacties kan doen, dan zonder VR. De meerwaarde van VR is hierbij ook naar boven gekomen, doordat men de richtlijnen visueel kan voorstellen, men kan zichzelf groter en kleiner maken, er kunnen verschillende scenario’s uitgebeeld worden en er kunnen verschillen aangeduid worden tussen de keukens.

Uiteindelijk hebben we een exploratieve gedaan en heeft dit een antwoord kunnen bieden op de vraag van deze bachelorthesis. De testpersonen waren allemaal enthousiast en gaven E-Kitch een hoge score qua nuttigheid. In het algemeen kunnen we dus wel zeggen dat E-Kitch zeker een meerwaarde zou zijn bij het uitkiezen van een keuken.

Inhoudsopgave

1 Inleiding	6
2 Gebruikerscontext	8
2.1 Julia, de informaticus	8
2.1.1 Persona van Julia	8
2.1.2 Scenario van Julia: Eerste keer gebruik	8
2.2 Roberto, de hobbykok	9
2.2.1 Persona van Roberto	9
2.2.2 Scenario van Roberto: Terugkerend gebruik	9
2.3 Dorien, de drukke chirurg	10
2.3.1 Persona van Dorien	10
2.3.2 Scenario van Dorien: Eerste gebruik	10
3 Gerelateerd werk	11
3.1 Psychologie achter keuzes maken	11
3.1.1 Waarom gebruik maken van een beslissingsproces	11
3.1.2 Beslissingsproces	11
3.2 Bestaande beslissingsmethoden	12
3.3 Hoe laten grote bedrijven mensen een product kiezen?	16
3.4 Beslissingen verbeteren met richtlijnen voor keukens	16
3.4.1 Werkruimte (keukendriehoek)	17
3.4.2 Wandelruimte	17
3.4.3 Keukenblad	18
3.5 Virtual Reality (VR)	19
3.5.1 Interactie in VR	20
3.5.2 Kamers inrichten/gebruiken in VR	20
3.5.3 Menu's in VR	21
4 De Applicatie: E-Kitch	23
4.1 Hardware, frameworks en libraries	23
4.2 Globaal proces	24
4.2.1 Twee eindgebruikers	24
4.2.2 Voorbereidingsstappen	25
4.2.3 Evaluieren en valideren	25
4.2.4 Metaforen	25
4.3 Ontwerp rationale en features	26
4.3.1 Keuken vergelijken in VR	26
4.3.2 Keuken inspecteren in VR	32
4.3.3 Navigatie tussen de features	38
5 Evaluatie en reflectie: E-Kitch	41
5.1 Exploratieve studie	41
5.1.1 Testpersonen	41
5.1.2 Methodologie	41
5.1.3 Verschillen tussen keukens uitgelegd	42
5.1.4 Resultaten	44

5.1.5 Discussie	46
5.2 Reflectie	46
5.2.1 Algemeen	46
5.2.2 Exploratieve studie	47
5.2.3 E-Kitch versus een verkoopbare applicatie	47
6 Conclusie	48

Hoofdstuk 1

Inleiding

Wanneer je aan een persoon vraagt of zij hun huidige ruimte anders zouden inrichten, dan wordt er nog wel eens een lijst aan ontwerpfouten opgesomd dat zij anders hadden gewild. We spreken dan niet alleen over huiskamers, maar ook over werkruimtes en kantoorruimtes. Bij een keuken gaat het dan bijvoorbeeld om een toog die te dicht bij de vaatwasser staat, zodat als de vaatwasser openstaat, er niemand meer door kan, of wanneer er kleine kinderen rondlopen, men plots rekening moet houden met wat er allemaal onveilig kan zijn voor hen. Een kamer is echter niet altijd iets wat je wekelijks kan veranderen, het kost namelijk vrij veel geld en tijd, waardoor je soms jaren met de ontwerpfout moet leven. Een kamer zonder ontwerpfouten maken, is echter allesbehalve een eenvoudige opgave, omdat men met veel verschillende elementen rekening moet houden en de gemiddelde mens niet veel ervaring heeft met het ontwerpen van een kamer. Er zijn vandaag verschillende mogelijkheden om een keuken te ontwerpen. We denken hierbij aan ontwerp-software zoals AutoCad, maar ook aan de tactieken die winkel zoals de Ikea toepassen. Je kan online naar de catalogus kijken, maar je kan ook fysiek naar een winkel toegaan en er de kleine kamers uittesten die Ikea ontworpen heeft om de meubels in context te plaatsen. Wat hierbij echter zeer vervelend is, is dat jouw kamer meestal een unieke ruimte is die niet staat uitgestald in Ikea. Mensen tekenen daarom vaak in 2D of 3D de kamer uit om te kijken of alle meubels erin passen en hoe ze die zouden plaatsen. De kans dat je over bepaalde ontwerpfouten heen kijkt, is echter vrij realistisch. Dit omdat de meeste mensen niet veel ervaring hebben, niet op de hoogte zijn van de richtlijnen, enzovoort. Daarnaast heb je niet altijd onmiddellijk door dat een bepaald ontwerp niet goed is, aangezien je de ruimte tussen bv. de toog en de vaatwasser niet hebt kunnen uittesten. Dit ondervind je dus pas achteraf, wanneer de kamer reeds geïnstalleerd is.

Het uitproberen van een kamer met behulp van virtual reality (VR) kan dus een grote meerwaarde bieden. Het laat toe om snel en goedkoop verschillende oplossingen uit te proberen en wijzigingen door te voeren voor men de kamer effectief in gebruik neemt. Het doel van deze bachelorproef is een dergelijke VR omgeving te realiseren, waarin de gebruiker op een gebruiksvriendelijke en slimme manier alternatieve ontwerpen kan vergelijken. Met VR komen er namelijk extra mogelijkheden bij, die niet mogelijk zijn op een 2D scherm. We denken hierbij aan het feit dat in VR de 3D wereld zich rondom de gebruiker bevindt, waardoor de gebruikerservaring meer als 'echt' aanvoelt, en er daarnaast andere soorten interacties mogelijk zijn. In VR kan men bijvoorbeeld een menu op de armen monteren. De gebruiker kan dan het menu bekijken door naar zijn arm te kijken, net zoals hij naar de tijd zou kijken als hij een horloge aanheeft. Of een andere interactie die plots mogelijk wordt, is dat de gebruiker kan interageren met objecten, dat vrij gelijkend is op de manier waarop hij in het echte leven met objecten interageert. Iets wat een totaal andere gebruikerservaring geeft dan met een object te interageren op een 2D scherm, wat vaak met de muis gebeurt. In deze bachelorproef tasten we de mogelijkheden van VR af, om te bestuderen of VR effectief een meerwaarde kan bieden bij het vergelijken en kiezen van het juiste kamerontwerp. Aangezien het praktisch makkelijker is om op één soort kamer te focussen, hebben we voor deze bachelorthesis ervoor gekozen de keuken onder de loep te nemen. Daarnaast zijn keukens ook vrij complex en niet iets waarvan je het ontwerp zomaar kan aanpassen. Zo zullen we bv. voor de richtlijnen, de keukenrichtlijnen hanteren. Indien we een andere kamer hadden gekozen om ons op te verdiepen, dan waren deze richtlijnen anders geweest, maar het principe erachter blijft hetzelfde voor E-Kitch. De focus ligt namelijk niet op de keuken of een specifieke kamer, maar op het vinden van een methode om het vergelijken en inspecteren van een kamer makkelijker te maken, met behulp van VR.

Om dit doel te volbrengen, starten we met verschillende scenario's te bestuderen in hoofdstuk 2. Door het probleem in een scenario te gieten, worden sommige problemen duidelijker. Zo kan je als programmeur bv. de algemene werkwijze van een gebruiker over het hoofd zien. De logische volgorde van handelen. Doordat de flow in je scenario logisch in elkaar moet zitten, wordt de flow van het programma ook logischer, waardoor de oplossing gebruiksvriendelijk wordt. Daarnaast hebben we ons ook gebaseerd op de resultaten van eerdere onderzoeken. Omdat het doel van E-Kitch is om het beslissingsproces te ondersteunen in VR, hebben we in hoofdstuk 3 de psychologie achter het beslissingsproces bestudeerd, waarbij we één beslissingsproces hebben uitgekozen om te gebruiken als basis voor E-Kitch, en daarnaast ook gekeken wat er reeds bestaat in VR, zoals bv. bestaand menu's en interactiemogelijkheden. Beide hoofdstukken, hoofdstukken 2 (Gebruikerscontext) en 3 (Gerelateerd werk), geven ons grond om verder op te bouwen waar E-Kitch het resultaat van is: een VR applicatie waarbij de gebruiker in een virtuele wereld keukens kan vergelijken en inspecteren. In hoofdstuk 4 lezen we welke technieken E-Kitch heeft geïmplementeerd om keukens met elkaar te vergelijken. Naast het vergelijken van verschillende keukens, zijn er ook features toegevoegd aan E-Kitch die de gebruiker ondersteunen om een keuken beter te inspecteren. We denken hierbij aan de mogelijkheid om je lengte aan te passen, zodat je de keuken kan ervaren als een peuter, of als een lang persoon. E-Kitch heeft zich vooral gefocust op het vergelijken en inspecteren van een keuken. Het ontwerpen van een keuken zit daarom niet inbegrepen in de applicatie, aangezien men de ontwerpfasen en de beslisfase als twee aparte fasen ziet, waarbij het ontwerpen van een keuken geen bijdrage levert tot het beslissingsproces, maar men de verschillende ontwerpen wel nodig heeft om een beslissing te kunnen maken. Tot slot bespreken we in hoofdstuk 5 een kleine exploratieve studie die kijkt of een applicatie zoals E-Kitch wel effectief zou helpen bij het vergelijken en inspecteren van een keuken.

Hoofdstuk 2

Gebruikerscontext

Het doel van E-Kitch is om de gebruikers het leven makkelijker te maken bij het kiezen een ontwerp voor hun eventuele toekomstige keuken. Om een beter beeld te hebben van eventuele personen die deze applicatie willen gebruiken en wat zij ermee willen doen, schetsen we 3 persona's met elk hun eigen scenario. In de latere hoofdstukken zullen we dan terugblikken op deze scenario's, waardoor het nut van bepaalde features duidelijker is, maar ook de elementen in context kunnen geplaatst worden.

2.1 Julia, de informaticus

2.1.1 Persona van Julia

Julia is een pas afgestudeerde informaticus. Ze is 22 jaar, heeft een partner van 27 jaar, die in de bouw werkt. Julia en haar partner hebben onlangs een nieuw huis gekocht, en aangezien Julia's partner graag kookt, willen ze het ontwerp van de keuken zeker goed hebben. Julia heeft vrij weinig ervaring met keukenontwerpen, maar door haar informatica-diploma weet ze wel wat van software af. Ze is 1m50 en vrij dun. Haar partner heeft vrij specifieke vereisten, maar aangezien zij niet echt graag kookt, maakt het ontwerp van de keuken haar niet heel veel uit. Wat ze wel belangrijk vindt, is dat ze met haar partner kan praten terwijl hij aan het koken is. Indien ze niet willen praten, zou ze ook gewoon van het gezelschap willen genieten, maar ook nog rustig TV kijken of aan een project van haar werken. Hierbij wil ze dan zicht hebben op de keuken, zodat ze een gezellig gevoel heeft. Door haar opleiding informatica is ze wel iets kieskeuriger naar de software toe. Julia heeft een hekel aan software die onduidelijk is, en waarbij een simpele taak veel stappen verreist. Ze wil via de software een goed beeld krijgen van waar haar plekje in de keuken zal zijn.

2.1.2 Scenario van Julia: Eerste keer gebruik

Julia en haar partner tekenen op de computer een keuken uit dat hun functioneel en mooi lijkt. Ze weten niet heel veel van keukens af, maar ze hebben wat op internet zitten opzoeken. Ze zijn over een bepaald keukenontwerp overeen gekomen, maar willen dit voor de zekerheid eerst even virtueel testen, voor ze naar de investering overgaan. Ze hebben maar 1 ontwerp, aangezien ze denken dat dit ontwerp wel in orde zal zijn.

Julia heeft een aantal vereisten die ze zeker wil nakijken in de keuken, zoals bv. een mooi uitzicht hebben terwijl ze aan tafel zit in de keuken. Het is mogelijk om deze vereisten allemaal uit het hoofd te testen in E-Kitch, maar net zoals ze bij het winkelen ook steeds producten vergeet, vertrouwt ze liever op een To-Do-lijstje, waar ze af en toe elementen op kan schrijven die ze dan met een applicatie kan uitstellen. Bij E-Kitch is er een gedeelte 2D en 3D. Zo moet ze het keuken-ontwerp uploaden via de computer, en daarnaast geeft de applicatie haar ook mogelijkheden om een To-Do-Lijstje toe te voegen.

Julia laadt de keuken in met de applicatie E-Kitch. Ze ziet de keuken met de originele, realistische afmetingen en heeft het gevoel effectief in de keuken te staan. Ze heeft de mogelijkheid om haar vereisten af te lezen en af te vinken. Wat ze wel handig vindt, omdat ze zo een goed zicht heeft over wat ze nog moet testen. Een vereiste die ze bijvoorbeeld zeker wil testen, is dat zij ongestoord de koelkast kan openen om bv. frisdrank uit te halen, wanneer haar partner aan het koken is. Ze wil hierbij natuurlijk

haar partner niet in de weg lopen. Een andere vereiste die ze zeker wil testen is of het makkelijk is om de tafel te dekken, terwijl de keuken in gebruik is. Aangezien haar partner de maaltijd klaarmaakt, is zij verantwoordelijk om de tafel te dekken. Tot slot wil ze dat ook zij in de keuken kan koken. Ze zal misschien niet vaak koken, maar misschien krijgt ze in de toekomst wel de kook-microbe te pakken. De keuken moet dan ook een goede hoogte hebben voor haar.

E-Kitch biedt ook nog allemaal andere features aan, maar ze is enkel geïnteresseerd in wat zij wil testen. De keuken blijkt goed genoeg te zijn voor haar. Ze sluit de applicatie af en vertelt aan haar partner dat zij alvast tevreden is met de keuken.

2.2 Roberto, de hobbykok

2.2.1 Persona van Roberto

Roberto is 27 jaar, werkt al sinds zijn achttiende als metselaar en heeft een vriendin Julia. Roberto is buiten zijn werkuren graag aan het koken. Het is een echte passie van hem. Hij is zelfs een carrièreswitch naar kok aan het overwegen. Roberto is 1m90 en vrij sterk doordat hij arbeidsintensief werk doet. Keukens ontwerpen heeft Roberto nog nooit gedaan, maar hij heeft wel een goed beeld in zijn hoofd van wat hij de ideale keuken zou noemen. Veel gebruikte elementen binnen handbereik, veel ruimte, alles netjes, overzichtelijk en niets staat in de weg. Roberto heeft in zijn vrije tijd ook al reeds veel over keukenontwerpen opgezocht en weet er dus wel wat van. Helaas hij heeft zijn kennis nooit praktisch kunnen gebruiken. Het waren tot nu toe enkel maar fantasieën. Qua stijl zou hij graag iets ouderwets hebben, maar dan aangevuld met de moderne technologie van vandaag. Roberto zou ook graag uitzicht hebben op de tuin. Hij werkt graag buiten en voelt zich helemaal één met de natuur. Hij weet van zijn partner dat zij graag bij hem is, dus daar moet ook aan gedacht worden.

2.2.2 Scenario van Roberto: Terugkerend gebruik

Roberto heeft E-Kitch al een paar keer gebruikt. Hij weet al reeds welke keuken hij wil, maar heeft schrik dat hij een paar elementen over het hoofd ziet.

Zijn vriendin had de applicatie E-Kitch gevonden en aan hem voorgesteld om de keuken eerst even mee uit te testen. Zijn vriendin heeft de keuken dan ook al reeds getest en hem de feedback gegeven dat de huidige keuken wel naar haar smaak is. Hij is benieuwd en laadt de setup die zijn vriendin ook heeft gebruikt.

Hij ziet de keuken virtueel en alles komt goed overeen met de werkelijke grootte. Hij ziet ook een lijstje waarbij alles als goedgekeurd is gemarkeerd. Waarschijnlijk notities van zijn vriendin. Hij leest de gemarkeerde elementen, maar heeft het gevoel dat er enkele missen. Hij herinnert zich een eigen To-Do-lijstje te hebben van de elementen die hij zeker wil nakijken in de keuken. Hij heeft deze echter genoteerd op papier. E-Kitch biedt de mogelijkheid om dit To-Do-lijstje te importeren door dit stukje papier in te scannen. Hij doet dit en even later is er een nieuw lijstje met zijn vereisten.

In tegenstelling tot zijn partner, is Roberto zeer kieskeurig en wil hij zeker zijn van de keuken die zij gaan laten bouwen. Hij loopt wat rond in de keuken en doet een paar kasten open, checkt of hij overal aan kan en beeldt zich in waar hij alles zou zetten. Hij activeert de keuken-ontwerp-tips optie, waarna hij de keukendriehoek ziet verschijnen, een aantal plaatsen zijn aangeduid en verder zijn er nog een aantal tips zichtbaar. Hij leest de info over de keukendriehoek, loopt naar de driehoek toe en test de lengte van de driehoek uit. Roberto neemt wat producten uit de koelkast en zet ze op de daarvoor bestemde plaats. Hij neemt plaats aan tafel en kijkt een beetje rond. Vervolgens activeert hij de optie zodat de keuken er levendig uitziet. De keuken krijgt plots een ander beeld. Roberto kan plots niet meer zo makkelijk naar de koelkast gaan, want de stoel staat in de weg. Dat moet dus zeker anders. Hij verplaatst de tafel wat verder weg, waardoor de doorgang naar de koelkast terug vrij is. Hij zet de headset af nadat hij overtuigd is dat de keuken goed ingericht is. Hij roept zijn vriendin en samen bespreken ze de keuken. Ze zijn het er allebei mee over eens dat de keuken goed is.

2.3 Dorien, de drukke chirurg

2.3.1 Persona van Dorien

Dorien is 35 jaar, chirurg, en verwacht over een paar maanden haar eerste kindje. Ze heeft een vrij druk leven, en omdat ze niet veel tijd heeft om te koken en te strijken, huurt ze huishoudelijk hulp in. De keuken moet dus handig in gebruik zijn voor eventuele externe personen, maar ook zij wil af en toe kunnen koken.

2.3.2 Scenario van Dorien: Eerste gebruik

Dorien is aan het rondkijken in de keukenwinkel KitchenFunVR. In deze winkel is alles digitaal, ze had er over gelezen in een tijdschrift. In plaats van te werken met echte meubels, werken zij met virtual reality. De winkel is dan ook helemaal opgesteld om de VR-ervaring zo goed mogelijk te laten verlopen. Zo zijn er meubels beschikbaar, maar deze kunnen rond bewegen en aangepast worden qua hoogte, zodat de meubels overeenkomen met de VR-omgeving [41]. KitchenFunVR gebruikt o.a. E-Kitch om de VR-omgeving weer te geven. De keukenwinkel had op voorhand al gevraagd om haar keuken-afmetingen door te sturen, zodat zij de VR omgeving en de ontwerp-voorstellen hierop konden afstellen.

Dorien zet de VR-headset op en komt in een algemene ruimte terecht. Aangezien het de eerste keer is dat ze E-Kitch gebruikt, legt de applicatie via een tutorial de werking en de mogelijkheden van E-Kitch aan haar uit. Eens ze de tutorial voltooid heeft, heeft ze de mogelijkheid om verschillende kamers te vergelijken met elkaar via een bureau. Ze moet denken aan haar eigen bureau. Daar vergelijkt ze papier op dezelfde manier als ze nu in E-Kitch aan het doen is. Ze zet de kamers op een rijtje, en bekijkt per kamer hoe de keuken eruit ziet qua structuur. Ze merkt op dat een paar elementen altijd op dezelfde plaats staan. Er staat naast de tafel een persoon. Ze richt zich naar de persoon en vraagt waarom dit zo is. De persoon in VR komt overeen met de locatie van de winkelhulp en Dorien krijgt dus antwoord op haar vraag.

Ze wil alles minstens 1 keer zien, dus ze gaat elke kamer 1 voor 1 af. Bij de eerste keuken wandelt ze een beetje rond, ze doet een paar kasten open en gaat zitten op een stoel. Door de opstelling van de winkel en de combinatie van E-Kitch, voelt alles zeer realistisch aan. Ze activeert de keukenrichtlijnen, waarbij bepaalde nuttige info tevoorschijn komt, zoals bv. een driehoek die van de frigo, naar de vaatwasser tot de kookplaten gaat. Ze weet niet echt wat het is, maar er is ook een mogelijkheid om er uitleg over te krijgen. Na de uitleg over de keukendriehoek, wil ze die uitleg eens uittesten. Ze neemt een pan, zet deze op het vuur, neemt de boter en eieren uit de koelkast, en wast daarna de spullen af. Tegelijkertijd checkt ze ook of ze effectief binnen die driehoek blijft. En inderdaad, ze blijft erin. De afstand voelde inderdaad ook goed aan, dus de keukenwinkel heeft haar precies een goed ontwerp aangeboden om uit te kiezen. Eens ze de keukendriehoek goed bekeken en uitgetest, wil ze de andere info eens bekijken.

Ze verwacht binnenkort een baby, en die gaat de eerste jaren vrij klein zijn. Ze heeft gehoord dat kleine kinderen nog wel eens grijpen naar pannen die op het aanrecht staan. Er is een functie om zichzelf in een peuter te veranderen. De keuken ziet er plots gigantisch uit. De keuken is echter vrij netjes en ze ziet dus niet perse echt een gevaar. Ze heeft de optie om de keuken er gebruikt te laten uitzien en dit is ook wat ze wil. Ze kijkt vervolgens nog eens rond en ziet een steel uitsteken vanop de kast. Dorien weet dat dit een pan is, maar ze weet niet of deze pan leeg is of gevuld. Daarnaast denkt ze aan haar toekomstige peuter dit dit helemaal niet zal weten en misschien inderdaad gewoon naar de pan zal grijpen.

Ze maakt haarzelf terug op normale grote en voordat ze naar de volgende keuken gaat, wil ze ook nog een paar notities maken over haar bevindingen van deze keuken, omdat ze waarschijnlijk veel gaat vergeten anders. Ze test nog een paar keukens uit, waarna ze terug een op een overzichtelijker niveau alle keukens wil vergelijken.

Ze heeft bij het overzicht de optie om haar notities te zien per kamer. Dit is handig, aangezien ze nu ook haar notities met elkaar kan vergelijken en zo eventueel al een eerste filtering kan uitvoeren. Ze vindt het ook leuk dat ze de notities en de kamer nog vrij in detail kan bekijken, maar dan op een overzichtelijke manier. Dit maakt het kiezen voor haar wat makkelijker. Daarnaast heeft ze ook de optie om de notities een waarde te geven. Zo kan ze eventueel via een pro en cons analyse haar beslissing beter maken.

Haar partner, die meegekomen was, vergelijkt ook nog even de keukens. Nadat ze allebei hun mening hebben gedeeld over de verschillende keukens, beslissen ze welke keuken hun favoriet is door een persoonlijke ranking te maken. De keuken met de meeste punten zal dan de keuken worden.

Hoofdstuk 3

Gerelateerd werk

Het hoofddoel van deze bachelorproef is om een methode in VR te vinden die mensen ondersteunt een keuze te maken bij het inrichten van een keuken. Daarom kijken we wat er al reeds onderzocht rond de psychologie van beslissingen maken en VR.

3.1 Psychologie achter keuzes maken

Indien men de definitie opzoekt over wat een keuze maken is, dan komt men op: “Een keuze is het resultaat van een cognitief proces, waarbij de merites van meerdere keuzemogelijkheden tegen elkaar worden afgewogen. Een keuze resulteert in de selectie van een van de meerdere keuzemogelijkheden. Tijdens het selectieproces kunnen zich ook nieuwe keuzemogelijkheden aandienen ” [26].

We zien in deze definitie al reeds een soort stappenplan van het beslissingsproces. Een beslissing maken gebeurt dan ook vaak via een soort stappenplan. Zeker als het probleem een hogere complexiteit heeft. Baker et al. hebben zo een stappenplan beschreven in het boek “Guidebook to decision-making methods”[8], waarop deze bachelorthesis zich op zal baseren.

3.1.1 Waarom gebruik maken van een beslissingsproces

Het gebruiken van een voorgedefinieerd stappenplan zou de kans op miscommunicatie en foutjes moeten verminderen. Volgens Baker et al. [8] moet een gedisciplineert beslissingsprocess de volgende elementen bevatten:

- Een structuur om complexe problemen te benaderen
- Rationaliteit
- Consistentie in het besluitvormingsproces
- Objectiviteit
- Gedocumenteerde aannames, criteria en waarden die worden gebruikt om beslissingen te nemen
- Beslissingen die herhaalbaar, herzienbaar, herleesbaar en gemakkelijk te begrijpen zijn

Indien deze elementen aanwezig zijn in het proces, is de kans groter dat de uitkomst van de beslissing, een goede is.

3.1.2 Beslissingsproces

Volgens Baker et al. is de eerste stap in het beslissingsproces alle elementen wegdoen die niets met het beslissingsproces te maken hebben en aan elementen te denken die er wel toedoen. Zo heeft bijvoorbeeld de buurman geen zaken met het keukenontwerp van uw thuis, maar uw man of vrouw wel. Door enkel te focussen op de personen die effectief belang hebben met het keukenontwerp, reduceert men de kans op miscommunicatie en problemen rond het definiëren van de doelen, vereisten en criteria. Eens het doelpubliek gedefinieerd is, kan het beslissingsproces in de volgende stappen opgedeeld worden [17] :

Stap 1: Definieer het probleem Het doel bij het definiëren van een probleem is om het probleem in een duidelijk, korte zin te beschrijven waarbij de gewenste voorwaarden erin voorkomen.

Stap 2: Bepaal de vereisten Een vereiste is een oplossing tot een voorwaarde.

Stap 3: Definieer de doelen Een doel is een vereiste op hoger niveau, minder specifiek dus.

Stap 4: Identificeer eventuele alternatieven Alternatieven bieden de mogelijkheid om voorwaarden die men eerst had, maar niet echt optimaal waren, te veranderen naar betere voorwaarden.

Stap 5: Definieer de criteria Moet iets belangrijk meten, en mag niet afhankelijk zijn van andere criteria. Een doel moet een criteria bevatten.

Stap 6: Selecteer een beslissingsmethode Beslissingstools zijn al reeds bestaande systemen om de gebruiker te helpen met het maken van een beslissing. Enkele voorbeelden zijn: Pros and cons analysis, Decision matrix en Cost Benefit Analysis, we bespreken deze meer in detail in 3.2.

Stap 7: Evalueer de alternatieven ten opzicht van de criteria Alternatieven kunnen worden geëvalueerd met kwantitatieve methoden, kwalitatieve methoden of een combinatie van de twee methodes.

Stap 8: Valideer de oplossingen ten opzichte van het probleem Eens de keuze is gemaakt, moet deze geëvalueerd worden of deze wel aan de criteria voldoet en het probleem ook effectief oplost.

Dit stappenplan wordt chronologisch gevolgd, maar men mag ook teruggaan naar een vorige stap, indien er bijvoorbeeld nieuwe informatie gevonden is.

3.2 Bestaande beslissingsmethoden

Beslissingsmethoden zijn methoden om tot een beslissing te komen. Per vakgebied bestaan er verschillende soorten modellen. In de economie is er bv. de Cost Benefit Analysis [34]. Aangezien veel beslissingsmethoden niets bijdragen tot E-Kitch, bespreken we beperkt aantal beslissingsmethoden, die wel bijdragen tot een juiste beslissing te maken betreft keukenontwerp.

Pros en Cons analyse

Pros en cons analyse is een manier om de nadelen tegenover de voordelen af te wegen. Zoals we in figuur 3.1 kunnen zien, wordt dit vaak gedaan door een blad papier in twee te delen, waarbij men aan één kant alle voordelen schrijft, en aan de andere kant alle nadelen. Zo heeft de persoon een overzicht van bv. hoeveel voor- en nadelen er zijn. Als er bv. uitkomt dat er 10 nadelen zijn en maar 3 voordelen, kan de persoon beslissen dat het gegeven nadelig is.

Eventueel kan er ook een waarde gegeven worden aan de voor- en nadelen [1, 47]. In figuur 3.1 ziet men bv. dat bepaalde voordelen een score van +5 hebben en andere een score van +3. De nadelen geeft men dan een negatieve waarde. Vervolgens kan men beide scores bij elkaar optellen en de beslissing baseren op het bekomen resultaat. Het geven van waarden aan voor- en nadelen maakt de analyse van het gegeven concreter, aangezien het vaak voorkomt dat een bepaald na- of voordeel toch zwaar doorweegt ten opzichte van bepaalde kleinigheden.

In het scenario van Dorien, in sectie 2.3.2, lazen we dat Dorien de mogelijkheid heeft om notities te maken per keuken. Ook gaf E-Kitch haar de mogelijkheid om deze notities een waarde te geven. Dit is een scenario waarbij de pros- en cons kan gebruikt worden in E-Kitch en het een persoon helpt om tot een beslissing te komen.

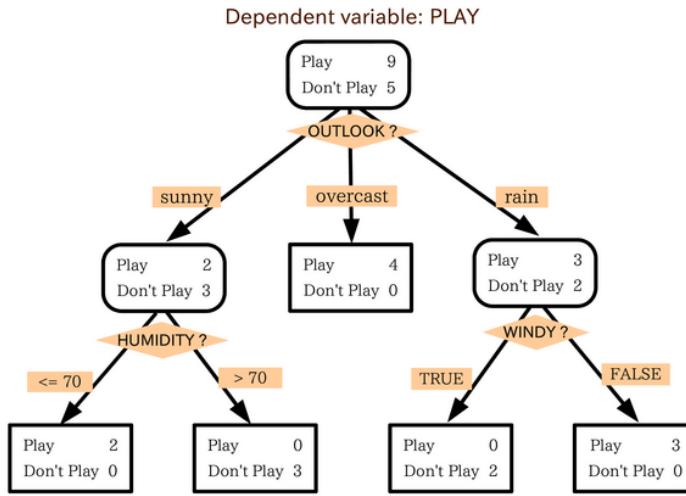
Should we update our website?		
++ PRO ++ for/advantages		-- CON -- against/disadvantages
It will be easier for potential customers to explore	+5	It is going to be expensive
We can get rid of the existing Flash elements (better on iPad)	+5	We don't have time this year to edit the existing content
It will force us to update and streamline our content	+3	We may need new/better hosting options
SCORE + 13		SCORE - 12

Figuur 3.1: Een voorbeeld van een Pros en Cons analyse. Het blad is in twee gedeeld, waarbij links de voordelen staan genoteerd en rechts de nadelen. Per voor- of nadeel staat er een cijfer ernaast, wat de waarde ervan weergeeft. Onderaan staat de som van de verschillende waarden. In dit voorbeeld wordt de beslissing genomen of de website geüpdatet moet worden [1, 47].

Beslissingsboom

Een beslissingsboom is een specifiek type van een flow chart, gebruikt om beslissingen te visualiseren door de beslissingsmoment stap voor stap uit te schrijven [51]. In figuur 3.2 zien we bv. een beslissingsboom. Per vierkantje zijn er bepaalde variabelen. Er wordt een vraag gesteld, en vervolgens verschillende pijlen weergegeven. Een pijl komt overeen met een mogelijk antwoord op de vraag. Afhankelijk van de pijl die men kiest, komt men bij een nieuw vierkantje uit, waarbij de variabelen zijn aangepast. Het zojuist beschreven proces, herhaalt zich nu opnieuw. Men leest de vraag, kiest een antwoordt en volgt de pijl naar de nieuwe vraag. Afhankelijk van het pad dat men volgt, zijn de vragen en het resultaat anders. Wanneer men aan het einde van een tak komt, heeft men het antwoord op de vraag. De boom beslist dus eigenlijk voor de persoon.

In E-Kitch zou deze methode kunnen voorkomen door de gebruiker een aantal vragen te stellen. Afhankelijk van het antwoord op een vraag, worden bepaalde keukens eruit gefilterd. Zo zou bv. de beslissingsboom in het algemeen een antwoord kunnen bieden op “welke keuken?”, en eventuele vragen zouden kunnen zijn: “Vaatwasser dichtbij de gootsteen of niet?”, of “Een L-vormige keuken, keukeneiland, of een U-vormige keuken?”. afhankelijk van het pad dat de persoon dan volgt, komt de persoon dan op een bepaalde keuken uit.



Figuur 3.2: Een voorbeeld een beslissingsboom. De algemene vraag is of er gespeeld moet worden of niet. Er worden vervolgens vragen gesteld over het weer en afhankelijk van het antwoord komt men op een eindresultaat uit, waarbij de variabelen het antwoord geven op de vraag "spelen?" [9].

Multi-Voting

Bij multi-voting laat je iedereen stemmen en tel je vervolgens de stemmen bij elkaar op. De selectie met de meeste stemmen wordt de beslissing. Een voorbeeld waarbij dit vaak gebruikt wordt als beslissingsmethode zijn de verkiezingen [12]. Een variant hiervan is dat iedereen de opties een score geeft, men vervolgens de scores bij elkaar optelt en de optie die de hoogste score heeft de beslissing wordt. Een score kan bv. een top drie zijn, waarbij de beste optie, volgens die persoon, een score van 3 punten krijgt, en de slechtste optie een score van 1.

Deze variant van multi-voting komt ook terug in de scenario's van Julia en Robert, secties 2.1.2 en 2.2.2, en laat eveneens zien hoe multi-voting gebruikt kan worden voor E-Kitch. We lazen dat beiden personen eerst voor zichzelf een beslissing maakten met hun favoriete keuken. Nadat ze de keuze voor zichzelf hadden gemaakt, vergeleken ze hun keuze met van elkaar en de keuken met de hoogste score is dan uiteindelijk de beslissing geworden.

Cumulative Ballot

You may offer up to 3 votes.		
1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Joe Smith		
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Henry Ford		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jane Doe		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fred Rubble		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mary Hill		
RESULT: 3 votes for Ford		

Figuur 3.3: Een voorbeeld van Multi-Voting. Er zijn 5 verschillende mogelijkheden waaraan de persoon een stem kan geven. De persoon mag maximum 3 stemmen geven en in dit voorbeeld worden alle stemmen gegeven aan 1 optie, namelijk Henry Ford [12].

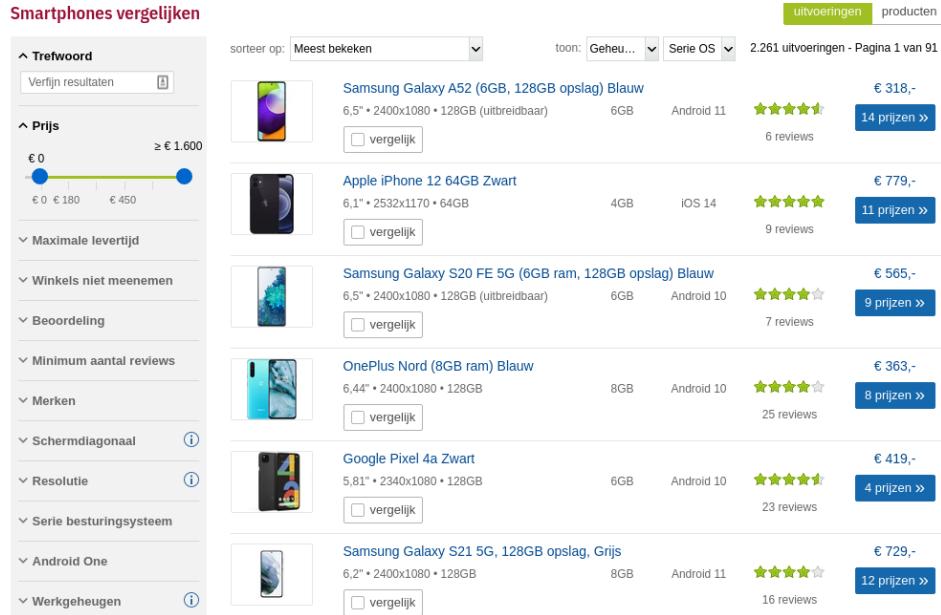
Heuristieken

Alhoewel heuristieken niet echt een beslissingsmethode is, is het een algemene methode om beslissingen makkelijker te maken. Het betekent namelijk dat bepaalde features en vereisten worden versoept,

waardoor men sneller tot een resultaat kan komen. Dit kan handig zijn, wanneer men niet veel tijd heeft om een beslissing te nemen. De oplossing zal dan misschien niet optimaal zijn, ten koste van tijd, maar waarschijnlijk wel nog goed genoeg [11].

Filteren

Een andere methode die vaak gehanteerd wordt bij het maken van een beslissing, is door de gebruiker te laten filteren op bepaalde features. Hierdoor wordt het aanbod beperkter, waardoor er daarna makkelijker een keuze kan gemaakt worden. In figuur 3.4, een screenshot van Tweakers.net, kan men bv. op prijs filteren, op minimale resolutie, enzovoort, waarna men nog maar een select aantal smartphones overhoudt. Als laatste stap kan men bv. dan nog kiezen op het uiterlijk.

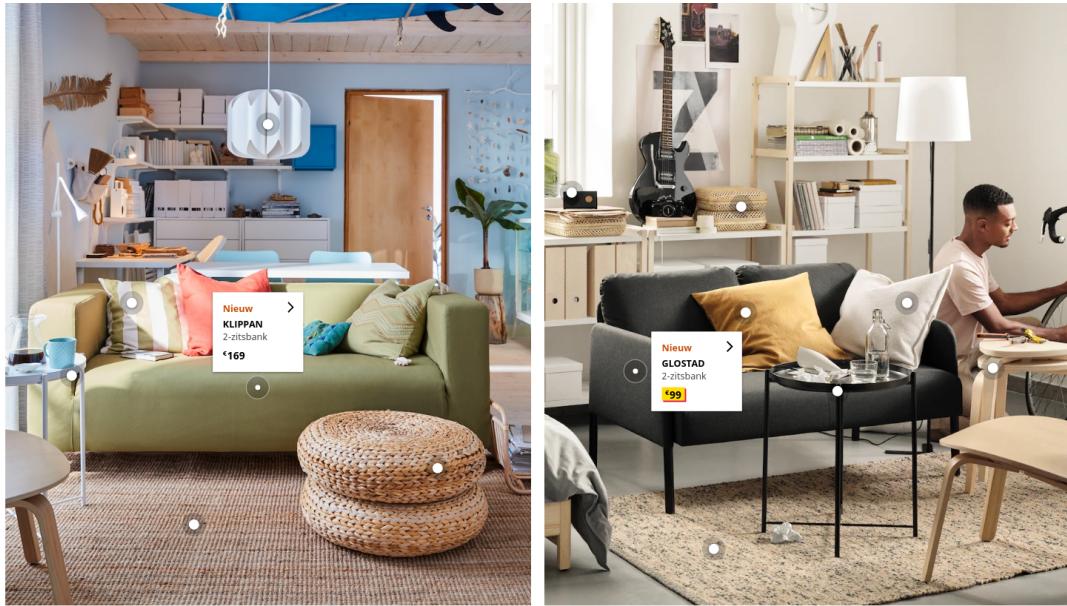


Figuur 3.4: Een screenshot van Tweakers.net zijn systeem om te filteren tussen de verschillende smartphones die winkels aanbieden. Links ziet en de opties waaruit men kan filteren, en rechts daarvan ziet men de lijst die nog overblijft [48]

3.3 Hoe laten grote bedrijven mensen een product kiezen?

Het filter proces, dat beschreven is in sectie 3.2, zien we vaak terug op het internet. Zowel bij Tweakers.net [48], Bol.com [10], Zalando.be [53], en bij nog veel meer bedrijven zien we telkens een filter terugkomen.

Deze bedrijven laten u echter kiezen uit relatief kleine producten. Er zijn ook winkels, zoals bv. de Ikea, die mensen laten kiezen tussen (grote) meubels. Naast de filter-techniek, die beschreven is in sectie 3.2, hanteert Ikea ook nog een andere techniek, om mensen te helpen bij het maken van een beslissing, namelijk door het product in gebruikte toestand te laten zien, en hierbij dan een link te zetten, zoals aangetoond wordt in de figuur 3.5. Deze afbeeldingen worden ook wel interactieve afbeeldingen genoemd.



Figuur 3.5: Een screenshot van de website Ikea die de producten laat zien via een interactieve afbeelding. Er wordt een living getoond met een zetel en kussen. Men kan klikken op de witte bolletjes, waarna er extra info tevoorschijn komt en de gebruiker kan verder klikken naar het product [25].

Een andere methode is dat de klant naar een fysieke (Ikea-)winkel gaat, waar de objecten fysiek aanwezig zijn. Om de klanten een beter idee te geven van de voorwerpen, heeft Ikea de tactiek om mini-kamers te construeren in de winkel zelf. De klant kan dan verschillende objecten vergelijken met elkaar door in de winkel rond te wandelen. Deze wijze heeft echter de beperking dat men afhankelijk is van de opties die de winkel aanbiedt, en dat er vrij veel fysieke verplaatsing in voorkomt. Daarnaast kan het zijn dat de Ikea bepaalde voorwerpen niet heeft, en de klant dus naar verschillende winkels moet rijden.

We hebben dus enerzijds de computer die hulp biedt om grote hoeveelheden data met elkaar te vergelijken, en anderzijds de fysieke methode, waarbij de klant het object in fysieke toestand kan bekijken en eventueel kan vergelijken met gelijkaardige objecten.

Het is in deze situatie, waarbij VR extra mogelijkheden kan bieden. In VR heeft men namelijk de voordelen van het digitale, maar ook het voordeel dat men objecten realistisch kan simuleren, iets dat niet mogelijk is op een scherm bijvoorbeeld.

3.4 Beslissingen verbeteren met richtlijnen voor keukens

Nu we weten welke technieken er bestaan om een beslissing te maken, bekijken we de zaken die het maken van een beslissing nog kunnen ondersteunen, waarbij we specifiek kijken naar keukens. Bereideneerd een beslissing maken, is vaak een goede keuze. Wanneer men zich kan baseren op feiten en richtlijnen, vermijd men dat men achteraf spijt krijgt van een beslissing. Daarom hebben we voor E-Kitch richtlijnen geïmplementeerd, zodat de gebruiker zich kan baseren op feiten.

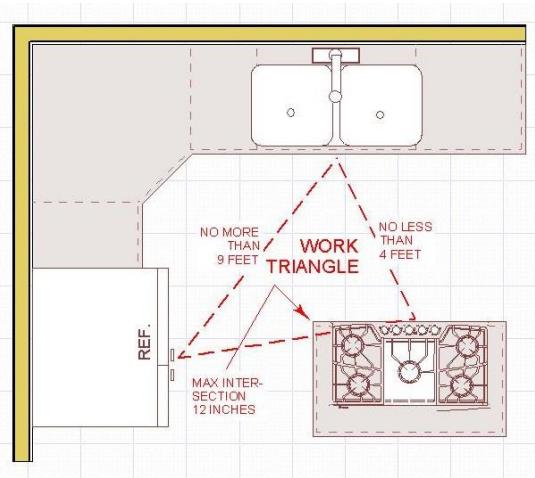
In 1944 startte de universiteit van Illinois een reeks studies rond keukenontwerp. De fundamentele ontwerp-principes werden toen geboren en zijn vandaag de dag nog steeds gedeeltelijk in gebruik. Met de tijd komen er nieuwe inzichten en gebruiken, waardoor deze principes geüpdateet moeten worden. Onder andere, National Kitchen and Bath Association [37] zorgt vandaag de dag voor deze eventuele nieuwe ontwerp standaarden [46]. NKBA zijn echter niet de enige richtlijnen die bestaan rond keukens. Het American National Standards Institute for universal design (ANSI) [5] en Americans with Disabilities Act (ADA) [2] hebben ook ook bepaalde richtlijnen gepubliceerd waaraan keukens zich kunnen houden. Om mensen beter te begeleiden bij het kiezen van een keuken, worden deze richtlijnen visueel weergegeven in de applicatie.

Alhoewel er meer dan dertig keukenrichtlijnen bestaan, nemen we in deze bachelorproef enkel de belangrijkste eruit. Dit doen we omdat deze bachelorthesis niet gefocust is op keukenontwerp, maar wel op het keuzeproces makkelijker maken met behulp van VR.

We merken daarnaast ook op dat veel richtlijnen kunnen samengevoegd worden. We onderscheiden twee grote thema's: richtlijnen die het hebben over de ruimte die nodig is om te wandelen (secties: 3.4.1 en 3.4.2), en daarnaast de richtlijnen die gaan over de centimeters plaats die nodig zijn in de keuken naast een bepaald object (sectie: 3.4.3).

3.4.1 Werkruimte (keukendriehoek)

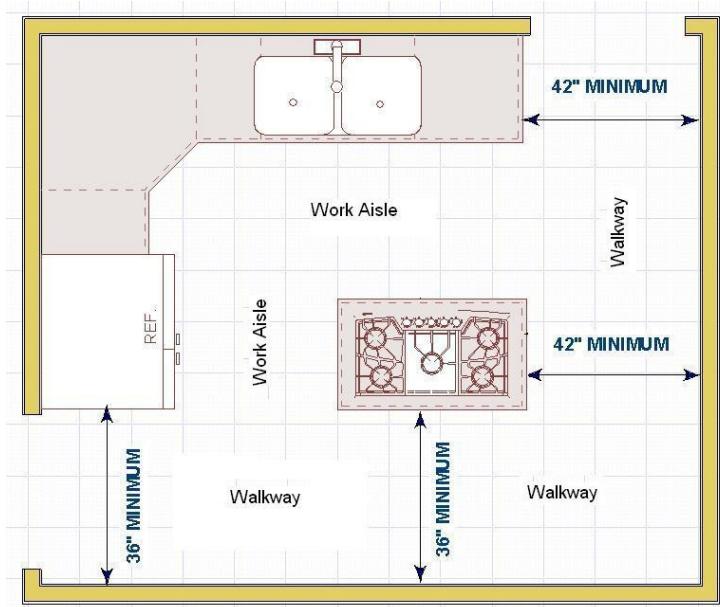
Een eerste richtlijn bij keukenontwerp is de keukendriehoek. Dit is een denkbeeldige driehoek waarbij de hoekpunten voorgesteld worden door de kookplaten, de gootsteen en de koelkast. Het is een ruimte waar men zich veel in beweegt wanneer men aan het koken is. Door de driehoek goed te positioneren, kan men irritaties en eventuele gezondheidsklachten vermijden.



Figuur 3.6: De keukendriehoek uitgebeeld. Men ziet hier een 2D afbeelding van een keuken, waarbij de koelkast, gootsteen en kookplaten in meer detail zijn uitgetekend. De keukendriehoek is aangeduid met stippellijnen, en de aanbevolen lengtes van de benen staan er ook bij, maar dan wel in inches [46].

3.4.2 Wandelruimte

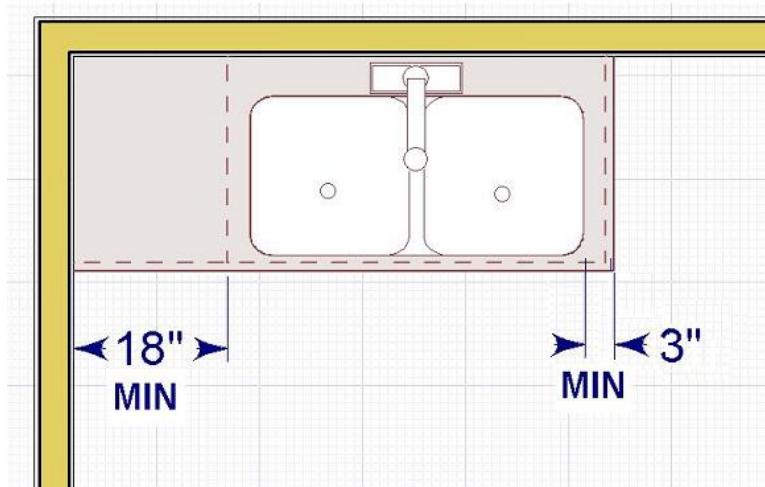
Net zoals er ruimte nodig is om te werken, is er ook ruimte nodig waar men niet werkt, een ruimte waar iedereen kan wandelen. Deze keukenrichtlijnen houden rekening met eventuele deuren en openingen. Er zijn verschillende advies-breedtes voor een wandelruimte, afhankelijk van of je er met één of meerdere personen wilt kunnen wandelen, of als er rekening moet gehouden worden met mensen in een rolstoel.



Figuur 3.7: De wandelruimte uitgebeeld. Figuur 3.6 is hier uitgezoomd, waardoor de wandelruimte nu ook zichtbaar wordt. De aanbevolen breedte, in inches, van de gang wordt met een dubbele pijl aangeduid [46].

3.4.3 Keukenblad

Naast de richtlijnen gericht op ruimte voor personen, zijn er ook redelijk veel richtlijnen rond hoeveel plaats er minstens nodig is naast bepaalde objecten. Zo kan er best wat plaats voorzien worden op het keukenwerkblad naast de koelkast om daar eventueel iets te leggen wanneer men iets uit de koelkast haalt. Deze lengtes zijn per toestel anders en ook terug te vinden in de keukenrichtlijnen [46].



Figuur 3.8: Plaats nodig voor keukenwerkblad. Er wordt met behulp van pijlen en lijnen aangeduid hoeveel plaats er best nodig is naast de gootsteen [46].

3.5 Virtual Reality (VR)

Naast het thema ‘beslissingen maken’ is VR het andere grote thema dat terugkomt in deze bachelorthesis. VR is de laatste jaren weer terug op de kaart. Het lijkt misschien alsof VR een nieuwe technologie is, maar niets is minder waar [22]. De beginselen van VR dateren terug tot in 1838, wanneer sir Charles Wheatstone een paper rond binocular vision [52, 22] publiceerde. De VR zoals we ze vandaag kennen, een virtuele wereld zien door een speciale bril op te zetten, kwam in 1935 voor als element in de fictie-film Pygmalion’s Spectacles [44]. Deze fantasie werd daarna realiteit in 1956, met de uitvinding van de Sensorama van Morton Heilig, het eerste VR machine [45]. Decennia en veel onderzoeken later komen we dan tot het product dat we vandaag kennen: de VR-headset. Alhoewel het product al veel verbeteringen heeft gekend, kan de VR-ervaring nog steeds beter, waar deze bachelorproef ook mee een steuntje aan probeert te dragen. Aangezien men beter verder bouwt op kennis van anderen, bespreken we ook wat er al reeds bestaat en onderzocht is rond VR, waarbij we meer specifiek focussen op kennis rond kamers inrichten in VR en menu’s in VR.

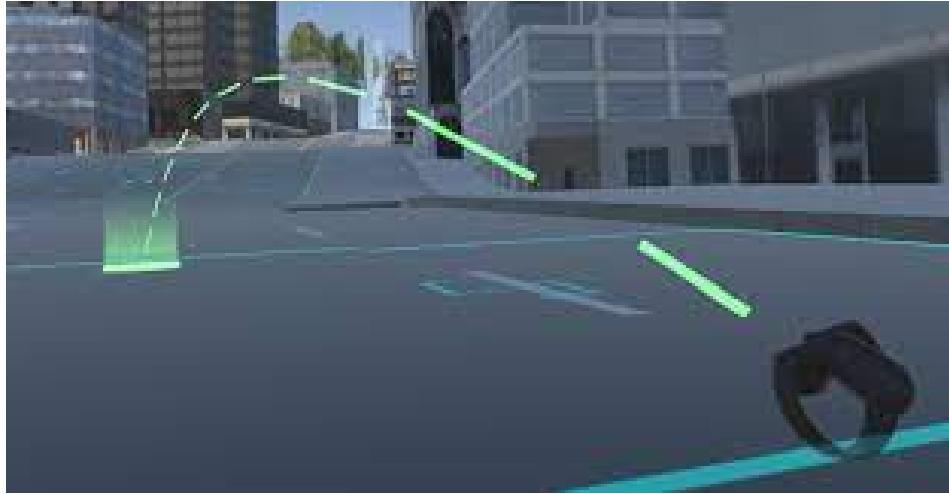
Virtual Reality (VR) is een computertechnologie die een omgeving simuleert. In plaats van dat de gebruiker naar een interface kijkt, wordt de interface rondom de gebruiker geplaatst, waardoor de gebruiker het gevoel heeft dat hij deel is van de omgeving. Door zoveel mogelijk zintuigen zo realistisch mogelijk te prikkelen, wordt de virtuele omgeving een soort tweede (artificiële) wereld. De zintuigen prikkelen wordt gedaan door bv. de ogen een 3D wereld te laten zien, de oren omgevingsgeluiden te laten horen en het gevoel-zintuig via haptische feedback [30]. In figuur 3.9 ziet men bijvoorbeeld een gebruiker die met VR een spel aan het spelen is. De gebruiker lijkt willekeurig naar de muur te staren, maar wat hij ziet, is het beeld dat we op de laptop recht zien, namelijk een virtuele wereld waar hij centraal instaat.



Figuur 3.9: VR uitgebeeld, waarbij men de gebruiker links ziet met de VR-headset, en op het scherm van de laptop rechts, wat de gebruiker ziet [15].

Het voordeel van VR is dat er een extra dimensie bijkomt, en de 3D omgeving zelfs zo geplaatst is, dat het een goede simulatie is qua gebruikerservaring van hoe de wereld er in het echt uitziet. Dit heeft als gevolg dat er plots acties mogelijk zijn, die voorheen niet mogelijk waren bij een 2D beeld bijvoorbeeld. Zo kan men in VR bijvoorbeeld rondwandelen in het echt, waarbij de locatie van de gebruiker in VR hiermee overeenkomt. Aangezien de virtuele echter groter kan zijn dan de echte wereld, is er ook de optie om te teleporteren in VR. Met teleporteren kan een gebruiker van één plaats naar een andere plaats verplaatsen, zonder één voet te verzetten, maar door gewoon te richten naar waar de persoon wil toegaan. In figuur 3.10 wordt er getoond hoe teleporteren eruitziet in VR.

Een 2D beeld bestaat al reeds enkele decennia voor het brede publiek, maar VR is lang achter de schermen gebleven en dus redelijk nieuw voor de alledaagse mens. Het 2D scherm is, doordat het zo publiek toegankelijk is, ook sterk geëvolueerd. De toekomst van VR is nog redelijk onbekend, maar het kan zijn dat over enkele jaren de wereld richting de virtuele wereld gaat. We zijn daarom in deze bachelorthesis vooral op zoek naar elementen die vooral de voordelen van VR naar boven haalt.



Figuur 3.10: Teleporteren in VR uitgebeeld. De groene stippenlijn maakt het duidelijk voor de gebruiker om te weten hoe men aan het mikken is, en op het einde van de stippenlijn is er een cilinder. Dit is de plek waarnaar de gebruiker zal toe teleporteren. [50].

3.5.1 Interactie in VR

Een specifiek onderzoeks domein binnen VR is de interactie in VR [28]. Hierbij zoeken onderzoekers naar methoden om de interactie te verbeteren. Naast de gekende muis en toetsenbord, kan men in VR ook met gebaren acties ondernemen. Een gebaar is een bewuste of onbewuste beweging van de hand, arm of andere ledematen. Men kan gebarenherkenning vandaag de dag in 3 grote categorieën stoppen: gebarenherkenning via draagbare sensoren, gebarenherkenning gebaseerd op touch-apparaten en gebarenherkenning gebaseerd op computervisie. Enkele voorbeelden van gebarenherkenning via draagbare sensoren zijn onder andere de projecten: Digits [27] en DextrES [21], OmniTouch [20]. Voorbeelden van gebarenherkenning gebaseerd op touch-apparaten zijn: Phree7 [33] en OmniTouch [20]. Tot slot geven we nog enkele voorbeelden van projecten waar gebarenherkenning gebaseerd is op computervisie: Television Control by Hand Gestures [16] en KinectFusion [32].

We zien dus dat er verschillende technieken bestaan om te interageren in VR. In E-Kitch werken we vooral met de controller, headset en sensoren die de interacties van de gebruiker herkennen. De Valve Index Controllers (Figuur 4.2) geven ook de mogelijkheid om te knijpen in controller, waardoor grijp-acties ook mogelijk zijn in VR. Alhoewel interacties zeer interessant zijn om te bestuderen, gaan we hier niet verder op in met E-Kitch.

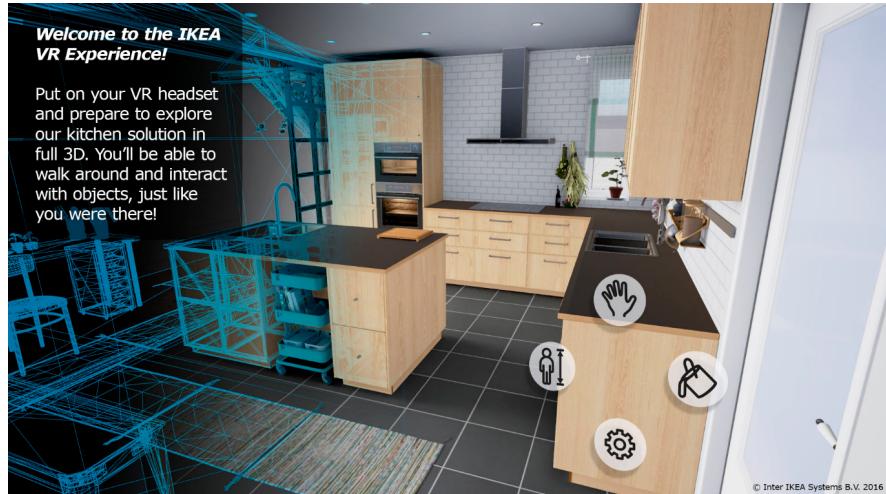
3.5.2 Kamers inrichten/gebruiken in VR

VR is een element waar bedrijven vandaag de dag ook al mee experimenteren. In sectie 3.3 beschreven we hoe Ikea het keuzeproces makkelijker maakt in 2D. Ikea heeft een applicaties geschreven om in VR keukens uit te proberen: namelijk de IKEA VR Experience[38] applicatie, waar een gebruiker keukens kan aanpassen en uittesten.

Zoals men in figuur 3.11 kan zien zijn er in deze applicatie drie functies: een optie om jezelf groter en kleiner te maken (je kan kiezen tussen: klein, normaal en groot), een optie om meubels aan te raken en te verplaatsen en een optie om de kleur van de meubels te veranderen.

Zoals men in sectie 4.3.2 zal lezen, zijn deze functies, behalve de functie om de meubels van kleur te veranderen, ook opgenomen in E-Kitch, maar anders geïmplementeerd.

Andere applicaties waarbij bepaalde gelijkaardige features terugkomen, zijn de IKEA VR Pancake Kitchen [39], waar de gebruiker pannenkoeken kan bakken in een IKEA-keuken en de Steam VR Home [40] applicatie, waar men meubels kan selecteren uit een menu en een persoonlijke kamer kan creëren. Het laatste dient eigenlijk gewoon om als een soort ‘Home’, te vergelijken met het bureaublad van Windows. Een soort locatie waar de gebruiker een overzicht heeft. In Steam VR Home wordt dan, om de ervaring dan wat aangenamer te maken, de definitie van “Home” letterlijk genomen en kan een gebruiker er een echte thuis van maken, zoals men ook kan zien in figuur 3.12.



Figuur 3.11: Een screenshot van IKEA VR Experience [38].



Figuur 3.12: Een screenshot van Steam VR Home. De omgeving ziet eruit als een realistische omgeving. Daarnaast ziet men links een scherm waar de gebruiker een overzicht heeft van alle applicaties die hij heeft [49].

De Home-applicatie van Steam VR is niet specifiek gemaakt om kamers te vergelijken en te testen, maar aangezien je er wel een kamer mee kan maken, is het een applicatie waarbij bepaalde features overeenkomen met E-Kitch. E-Kitch is specifiek gericht op het vergelijken en uittesten van realistische keukens, en is daarom ook weer anders geïmplementeerd.

3.5.3 Menu's in VR

Er is al reeds wat onderzoek gedaan rond verschillende VR-menu's. Er is hierbij telkens één restrictie die gemeenschappelijk is bij de meeste menu's, namelijk er een maximum-capaciteit voor het aantal elementen is. Daarom zullen menu's in E-Kitch enkel gebruikt worden indien de data beperkt is. Enkele voorbeelden van menu's in VR: Ring menu [19], Stacked Spin Menu [18] en open handpalm menu [7]. Menu's die al reeds in 2D bestonden kunnen nog steeds geïmplementeerd worden in VR, hierbij denken we dan aan: pie menu's [43, 14] en dropdown menu's.

Er bestaan naast deze menu's ook andere soorten menu's die gebruik maken van bv. het hoofd, zodat men de handen vrij heeft [3]. Indien men ook de mogelijkheid wil geven aan personen die om wille van een bepaalde beperking bv. de handen niet kunnen gebruiken, kan men eraan denken om ook dit soort hoofd-technieken te gebruiken. Aangezien we in dit project ons echter focussen op de gemiddelde mens, zal men deze technieken niet gebruiken in dit project.

Bij E-Kitch hebben we ervoor gekozen om een variatie van het open handpalm menu en het Pie menu

te implementeren. De andere menu's zijn minimaal uitgetest geweest, maar bleken niet echt optimaal te zijn voor het doel wat E-Kitch wil bereiken.

Hoofdstuk 4

De Applicatie: E-Kitch

Nu we een redelijk beeld hebben van de state of the art, gaan we de applicatie E-Kitch nader toelichten. In hoofdstuk 2 (Gebruikerscontext) kregen we via scenario's een soort beeld van E-Kitch. Met behulp van een verhaal kregen we een idee van wat E-Kitch juist is en waarvoor het dient, namelijk een applicatie om mensen te ondersteunen bij het kiezen van een keuken. Aangezien er bij VR verschillende VR-sets mogelijk zijn en iedere set een eigen beleving met zich meebrengt, vermelden we eerst welke software en hardware er allemaal gebruikt is voor E-Kitch.

4.1 Hardware, frameworks en libraries

Het framework waarmee E-Kitch tot stand is gebracht, is Unity [42]. De headset die gebruikt is om de VR omgeving mee uit te testen is de HTC Vive Pro VR Headset (Figuur 4.1). Alhoewel de eerste indrukken zijn getest met de HTC Vive controllers, zijn we daarna overgestapt naar de Valve Index Controllers (Figuur 4.2). Redenen waarom we voor de Valve Index Controllers zijn gegaan, zijn o.a.: een extra knop, waardoor men meer mogelijkheden voor bepaalde acties. Daarnaast ook de feature dat de controller herkent of de handen gesloten of open zijn, iets wat bij de HTC Vive controllers enkel herkend werd door op bepaalde knoppen te duwen. Hierdoor voelt het iets realistischer aan om een bepaalde object op te pakken in de virtuele wereld.



Figuur 4.1: De HTC Vive Pro Headset [23].

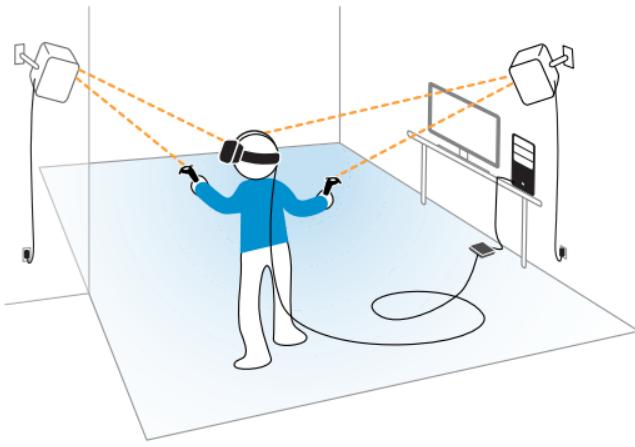


Figuur 4.2: De Valve Index Controllers. [4]

In deze bachelorthesis hebben we gebruik gemaakt van controllers, maar het is ook mogelijk om E-Kitch zonder controllers te gebruiken, en via handgebaren, zoals vaak bij AR wordt gedaan, alles te

controleren. Een reden dat we controllers boven handgebaren hebben gekozen is omdat controllers fysieke knoppen hebben, wat (voorlopig) sneller werkt dan met virtuele knoppen werken in VR. Men kan daarnaast met controllers ook nog steeds virtuele knoppen bij maken, ook al werkt dit iets minder goed.

Zoals men ziet in Figuur 4.1, horen er ook lighthouses bij de VR headset [29]. Lighthouses hebben een base station (vierkante blokken met aan één kant een laag donker, doorzichtig plastic). Erachter schuilen verschillende infraroodlampjes en -lasers. De lampjes flitsen, terwijl de lasers roteren en een straal de ruimte insturen. Telkens als een basisstation een flits van de ledlampen geeft, begint de Vive te meten hoe lang het duurt voordat de volgende laserstraal de fotosensoren op de bril raakt. Omdat de voorkant van de bril vol zit met die sensoren, zoals men kan zien op figuur 4.1, zal het licht van de laser niet elke fotosensor precies op hetzelfde moment bereiken. Met die data kan berekend worden waar de bril zich ten opzichte van het basisstation bevindt [23]. De omgeving waarin men zich kan bewegen is hierdoor wel beperkt, aangezien men binnen de zone van de lighthouses moet lopen, zoals men kan zien op figuur 4.3.



Figuur 4.3: De VR Lighthouses met een VR-gebruiker die een VR-headset opheft en ook controllers vastheeft [24].

De zojuist beneoomde hardware is gebruikt om E-Kitch mee uit te testen tijdens het proces, en ook de hardware waarmee de exploratieve studie mee is gebeurd, waarover meer in sectie 5.1. In de volgende sectie naderen we de applicatie E-Kitch nader toe.

4.2 Globaal proces

E-Kitch kan opgedeeld worden in meerdere delen: de voorbereiding, het vergelijken van verschillende keukens en keukens inspecteren in detail.

Zoals men in de scenario's van hoofdstuk 2 kon lezen, hebben de personages al reeds een aantal stappen ondernomen, vooralleer zij E-Kitch gaan gebruiken. Daarnaast lazen we in sectie ?? dat er een bepaald stappenplan bestaat voor mensen om een beslissing te nemen. Met E-Kitch gaan wij ervan uit dat de stappen 1-6 al reeds gebeurd zijn, zoals bijvoorbeeld bij Dorien haar scenario in sectie 2.3.2, waar we lezen dat de keukenwinkel voor haar het grootste deel van de voorbereiding heeft gedaan. E-Kitch wil focussen op het doel dat gebruikers met E-Kitch zeker kunnen zijn van hun keuken, om bijvoorbeeld te voorkomen dat als zij de aankoop gaan doen er niet achteraf spijt hebben van bepaalde ontwerpkeuzes.

4.2.1 Twee eindgebruikers

Alhoewel E-Kitch in deze bachelorthesis zich focust op één bepaalde gebruiker, namelijk de klant, de persoon die een keuken wil uitkiezen, is er eigenlijk nog een andere eindgebruiker: de ontwerper, de persoon die keukens ontwerpt om te laten uittesten. E-Kitch heeft zich gefocust op de klant, aangezien hij de beslissing moeten maken. Om E-Kitch bruikbaar te maken voor de markt, zou er ook nog een applicatie bij moeten die ontwerpers in staat stelt makkelijk een interactieve keuken te ontwerpen. Mogelijke opties

hier voor zijn door voor reeds bestaande 3D programma's, zoals bv. AutoCAD [6], een library te schrijven, zodat deze interactief kunnen gemaakt worden en deze keukens dan vervolgens makkelijk kunnen geïmporteerd worden in E-Kitch. Een andere optie is door een compleet nieuw ontwerp-programma te maken.

4.2.2 Voorbereidingsstappen

Het ontwerpen van de keukens kan men zien als een voorbereidingsstap van de ontwerper naar de klant toe. Afhankelijk van de werkwijze worden er één of meerdere keukens ontworpen. Indien er maar één ontwerp is gemaakt, dan valt de stap van het vergelijken met alternatieven weg, en dient E-Kitch enkel om te valideren of de keuken naar smaak is. Indien het er meerdere zijn, gaan we ervan uit dat de ontwerper de keukens zelf maakt en er geen robot oneindig veel ontwerpen maakt om uit te kiezen. Dit heeft als gevolg dat er een beperkt aantal ontwerpen is om uit te kiezen.

Zo een dataset waaruit een klant kan kiezen kan echter zeer groot worden, bij E-Kitch veronderstellen we dat de dataset eerder beperkt is. Dat er dus al reeds een eerste filtering is gebeurd, indien het om een grote dataset ging.

Ondanks dat de focus van E-Kitch vooral op het evalueren van de keuken ligt, zitten de andere stappen ook verwerkt in E-Kitch. Dit komt omdat de laatste stappen van het beslissingsproces, die beschreven zijn in sectie 3.1.2, verder bouwen op de voorgaande stappen. Een voorbeeld zijn de vereisten. Zo lezen we in het scenario van Julia, in sectie 2.1.2, dat zij een aantal vereisten heeft die zij zeker wil nakijken, zoals bv. een mooi uitzicht hebben terwijl ze aan tafel zit in de keuken. Bij het valideren van de oplossing, moet er dus gevalideerd worden of deze vereisten ook voldaan zijn. De keukenrichtlijnen bieden een methode om veelvoorkomende vereisten te identificeren, die we meer besproken hebben in sectie 3.4, maar horen eigenlijk bij stap 2, bepaal de vereisten, geïntegreerd in E-Kitch om de gebruiker beter te ondersteunen bij het evalueren van de keuken.

Tot slot hebben we ons gebaseerd op discussies van mensen die over de ontwerpproblemen vertellen van hun keuken. Deze problemen, die we meer in detail bespreken in secties 4.3.1 en 4.3.2, zijn samengebundeld geworden en geïmplementeerd in E-Kitch om zo de gebruikers te kunnen laten valideren dat ook deze vereisten alreeds voldaan zijn.

4.2.3 Evalueren en valideren

E-Kitch komt vooral bij het evalueren en het valideren sterk naar voren. Een nadeel dat men nog wel eens tegenkomt van keukens in 2D bekijken, is dat men niet echt weet hoe de keuken is. Men kan de keuken inbeelden, maar de kans dat er details over het hoofd gezien worden, is groot. Met E-Kitch wordt deze stap gemakkelijker. In E-Kitch kan men namelijk een aantal keukens inladen en die dan vervolgens virtueel met elkaar vergelijken, waarbij de gebruikerservaring meer realistisch aanvoelt. Er is een mogelijkheid om maar één kamer te bekijken, maar er is ook een mogelijkheid om meerdere kamers met elkaar te vergelijken. En in E-Kitch dan de laatste filtering (3.2) te doen. Hoe deze stappen geïmplementeerd zijn, lezen we in de volgende sectie, nadat we eerst nog het concept van metaforen hebben toegelicht.

4.2.4 Metaforen

Bij verschillende features is er gebruik gemaakt van het concept metaforen. Wat is een metafoor echter?

Een metafoor is een analogie of vergelijking. Metaforen komen al decennia lang voor in de computerwereld. Door elementen op de computer een metaforische relatie te geven, is de kans op fouten kleiner bij de mens [13]. Dit komt omdat een metaforische relatie geven aan elementen, enkele voordelen geeft: Het is voor een beginnende gebruiker makkelijker om een bepaalde applicatie of toepassing te gebruiken. Daarnaast geeft een goede metafoor een betere samenhang tussen verschillende elementen in de applicatie, aangezien de metafoor een rode draad vormt doorheen de interface. Tot slot moet een metafoor niet exact overeenkomen, er is ruimte voor creativiteit bij de applicatie, dit noemt men ook wel mismatches. [35].

Nu, in een 2D ruimte, hebben onderzoekers al reeds geëxperimenteerd met verschillende metaforen. Een bureaublad is uiteindelijk een metafoor voor een bureau, maar alhoewel men in 2D enkele aanpassingen

heeft moeten doen omdat een bureau letterlijk overnemen vrij onhandig was, zijn deze aanpassingen in 3D misschien niet nodig en kan het concept van een bureau bijna letterlijk overgenomen worden. In deze bachelorthesis grijpen we dus terug naar enkele experimenten die onderzoekers hebben geprobeerd in 2D, maar nu in de 3D, waar de gebruikerservaring helemaal anders is dan de gekende desktop-ervaring.

4.3 Ontwerp rationale en features

Welke mogelijke implementaties bestaan er om keukens met elkaar te vergelijken? En welke features maken het voor de gebruiker handig om een keuken in detail te inspecteren? In deze sectie bestuderen we enkele mogelijkheden met een kritische blik.

4.3.1 Keuken vergelijken in VR

In ons ontwerpproces hebben we verschillende alternatieven overwogen om keukens met elkaar te kunnen vergelijken in VR. Per alternatief hebben we de voor- en nadelen bestudeerd, waarna we uiteindelijk op een oplossing zijn genomen. Om een beter beeld te hebben waarom we voor het bureau-model zijn gegaan, bespreken we ook even de andere alternatieven. We eindigen deze sectie met het uitleggen van het bureau-concept.

Van keuken verwisselen met vorige- en volgende-knoppen.

Eén van de mogelijkheid om keukens met elkaar te vergelijken is door twee knoppen te implementeren, waardoor men met één klik naar de volgende of vorige keuken navigeert. De kandidaat-keukens zouden dan in een soort (onzichtbare) cirkel gestoken worden, waar de gebruiker heen en weer over kan bewegen.

Voordelen van deze methode zijn o.a. dat de gebruiker zonder veel tussenstappen naar een andere keuken kan navigeren. Daarnaast kunnen zo verschillende keukens vanuit hetzelfde perspectief vergeleken worden. Doordat de wisseling direct gebeurd, zit het gevoel van de vorige keuken nog frisser in het geheugen en kan men zich op een bepaalde plaats fixeren en die plaats dan vergelijken door continue te switchen tussen de keukens.

Deze methode heeft echter het nadeel dat de gebruiker minder overzicht heeft van de keukens. De gebruiker ziet de keukens in realistische grootte, en wanneer men switch naar een andere keuken, weet de gebruiker niet welke dit zal zijn. Daarnaast is er ook nog het nadeel dat als de gebruiker tien keukens met elkaar vergelijkt en uiteindelijk nog aan het twijfelen is tussen keuken 2 en 8, dat de gebruiker moeilijk kan switchen tussen deze twee keukens, aangezien de gebruiker verplicht is ook over de andere keukens te gaan. Hierdoor is de set keukens waar men tussen wil kiezen best beperkt.

In E-kitch hebben we dit geïmplementeerd door de vorige-knop te linken aan het naar links bewegen van joystick, en de volgende-knop te linken aan het naar rechts te bewegen van de joystick, dit is afgebeeld in figuur 4.4.



Figuur 4.4: Door de joystick naar links of naar rechts te bewegen, navigeert de gebruiker respectievelijk naar de vorige en volgende keuken.

Van keuken verwisselen via een voor ingestelde set

In plaats van maar twee knoppen beschikbaar te stellen, kan men ook meerdere knoppen beschikbaar stellen die elk gelinkt zijn aan een bepaalde kamer. Wanneer men dan naar een andere keuken wil navigeren, kan men op een knop duwen om naar deze kamer te gaan. In figuur 4.5 zien we dat deze set keukens aan de linkerarm geïmplementeerd zijn.

De voordelen zijn gelijkaardig aan de vorige methode, maar waarbij het probleem nu opgelost is dat men over alle andere keukens ook moet gaan, indien men keuken 2 en 8 met elkaar wil vergelijken. Net zoals de vorige methode is er ook het nadeel dat als men best het aantal keukens beperkt houdt, omdat dit anders het menu onoverzichtelijk zal maken, of er te veel tussenstapjes voor nodig zijn. Een ander extra voordeel is dat er een soort overzicht is van de keukens die men wil vergelijken. De keukens zijn in miniaturen afgebeeld in menu-stijl, waardoor deze keukens ook goed zichtbaar zijn.



Figuur 4.5: Een set keuken-miniaturen die aan de linker arm zijn gekoppeld. De gebruiker kan met de rechterarm op een bepaalde keuken klikken, waarna zij naar die keuken zal navigeren.

Menu-vorm in 2D

Alhoewel we in 3D bezig zijn, is het nog steeds mogelijk om 2D elementen toe te voegen. Op de computer werken we al reeds enkele jaren met menu's om een overzicht te hebben. Zo is er bijvoorbeeld bij Windows een mapje voor de foto's, documenten, enzovoort. Alles is gesorteerd in mappen. Dit is gekomen door het metafoor van de mappen in de echte wereld. Wanneer mensen orde willen hebben, brengen ze elementen

die bij elkaar horen bij elkaar. Voor papierwerk, steken ze elementen met hetzelfde thema dan in dezelfde map.

Dezelfde methode kan ook gebruikt worden in de virtuele wereld van VR. Zoals men in figuur 4.6 kan zien, laat men een 2D scherm verschijnen voor de gebruiker, wat vervolgens hetzelfde hanteert wordt zoals op de computer. Met het enige verschil dat de muis vervangen is door een controller.

Een nadeel van de methode zit dan ook in het 2D-gedeelte. 2D kan men ook op een gewoon 2D scherm bekijken, en heeft men geen VR voor nodig. Daarnaast kan deze methode, indien men bv. orde wil scheppen door veel mappen toe te voegen, veel tussenstappen bevatten om een bepaalde keuken te bereiken. Dit hoeft echter niet zo te zijn indien men de keuken-set beperkt houdt. Naast nadelen zijn er natuurlijk ook voordelen aan deze methode. Een eerste voordeel is natuurlijk dat mensen al reeds vertrouwd zijn met deze methode omdat ze die al kennen van de 2D wereld. Een ander voordeel is dat men vrij ordelijk een overzicht kan hebben van vrij veel keukens, ook al brengt dit wel weer nadelen met zich mee.

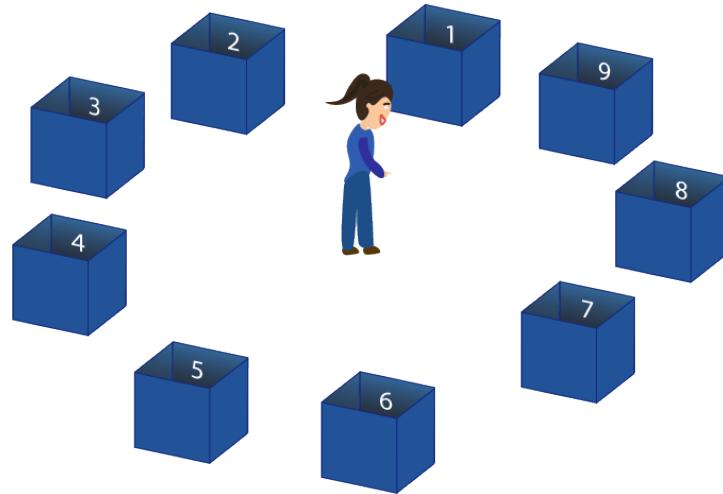


Figuur 4.6: Een groot 2D menu verschijnt voor de gebruiker, waarbij de verschillende keukens beschikbaar zijn om aan te klikken en ernaar te navigeren. Alhoewel in deze figuur de opties minimaal zijn, zouden dezelfde opties van de file-explorer van Windows geïmplementeerd kunnen worden.

Cirkel van keukens rondom de gebruiker.

De zojuist benoemde manieren om van keuken te verwisselen zijn redelijk gelijkend op de manieren die we al reeds kennen van de 2D wereld. Zoals we in sectie 3.5.3 lezen, is er al reeds wat onderzoek gedaan naar andere soorten menu's die specifiek kunnen dienen in VR. De Ring-menu is er zo één van. Zoals men in figuur 4.7 kan zien, staat de gebruiker in het midden en rondom de gebruiker is er een cirkel van keukens. Men kan dan bv. teleporteren naar een bepaalde keuken om deze dan in meer detail te bekijken. Men kan dit ook zien als een methode waarbij de keukens eilandjes zijn rondom een centraal eiland waar de gebruiker staat indien hij overzicht wil hebben.

Voordelen van deze methode is dat de navigatie redelijk makkelijk in gebruik is. Deze methode heeft echter meer nadelen dan voordelen. Zo is er maar een minimaal overzicht van de verschillende keukens. Door de keukens in ware grote zich rond de gebruiker bevinden, kan de gebruiker enkel de keukens vanuit één perspectief bekijken. Daarnaast kan de gebruiker niet alle keukens tegelijkertijd zien, omdat er een gedeelte aan de achterkant is van de gebruiker en de gebruiker zich dus zou moeten omdraaien om deze keukens te bekijken. Een ander nadeel is dat de keukens kleiner worden des te meer keukens er moet getoond worden, wat als gevolg heeft dat de keukens te klein worden om details te zien. Tot slot is er altijd minstens één tussenstap extra om naar een volgende keuken te gaan: namelijk terug teleporteren naar het centrum.

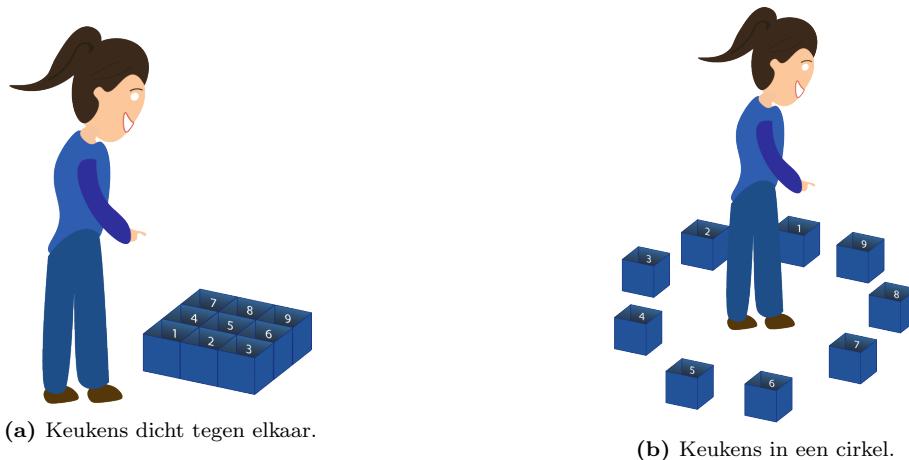


Figuur 4.7: Een gebruiker staat in het centrum van een cirkel met keukens. De gebruiker kan oftewel ernaar toe lopen, oftewel via een teleportatie systeem ernaar toe teleporteren.

Reus-tactiek, de gebruiker wandelt als reus naar een volgende keuken.

Een variant van teleporteren naar de keukens, is de gebruiker reusachtig maken, waardoor hij in twee stappen naar een andere keuken kan wandelen. Eens in de keuken kan hij zich dan terug normaal maken en de keuken specifieker bestuderen. Deze methode lijkt op de methode waar men via teleportatie naar een andere keuken gaat, met het verschil dat men hier de keukens van bovenaf ziet in het klein, en de reus-gebruiker zich kan bukken om bv. de keuken vanop zij te bekijken. Beide varianten worden getoond in figuur ??, waarbij links de keukens aaneengesloten zijn en rechts de methode lijkt op de cirkel-methode in de vorige sectie, sectie 4.3.1.

Een voordeel ten opzichte van de vorige methode is dat er meer overzicht is van de keukens. Een reus kan zich bijvoorbeeld bukken om een keuken van wat dichterbij te bekijken en kan met zijn hoofd rondom de keuken draaien. Alhoewel dit niet ergonomisch is, is het wel mogelijk. De nadelen zijn vrijwel hetzelfde als bij de vorige sectie, 4.3.1: Cirkel van keukens rondom de gebruiker.



Figuur 4.8: De reus-methode uitgebeeld. Links worden de keukens dicht tegen elkaar opgesteld, terwijl rechts de keukens in een cirkel staan.

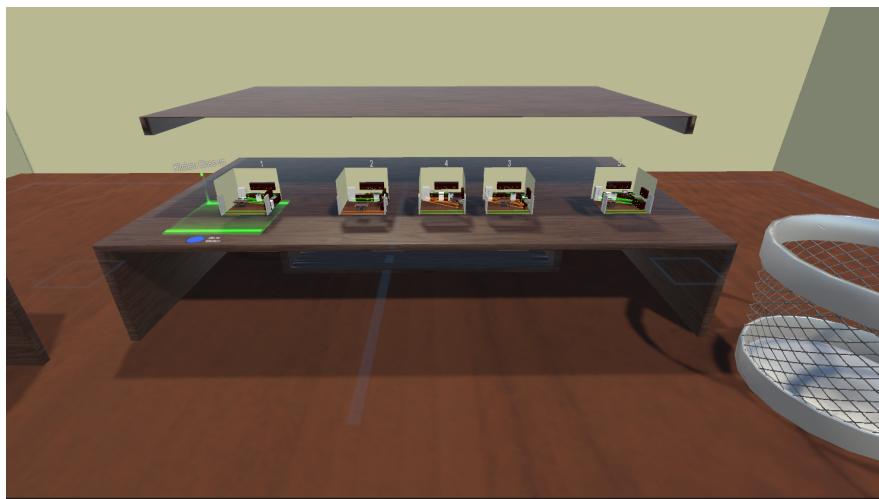
Bureau met prullenbak en area's.

Tot slot komen we nog tot de oplossing van het bureau en toebehoren. Zoals we in sectie 4.2.4 konden lezen, zijn metaforen een handige manier om mensen vertrouwd te maken met een onbekende wereld. We haalden er het bureau-voorbeeld aan en hebben dit voorbeeld ook geïmplementeerd in E-Kitch, een screenshot van de implementatie is figuur 4.9.

Deze bureau-methode is dus op zich niet nieuw, aangezien er hiermee alreeds in 2D geëxperimenteerd is geweest. Men bootst met deze methode een bureau na, zoals men in het echt ook een bureau kent. Vervolgens liggen er allemaal miniatuur-keukens op deze bureau en staat er een prullenbak ernaast. Er zijn vlakken voorzien met een bepaalde functie, zoals bv. een bepaalde keuken in detail bekijken. De gebruiker kan, net zoals hij papieren sorteert op een echte bureau, keukens sorteren en vergelijken op deze virtuele bureau. De gebruiker kan keukens vastnemen en vanuit alle hoeken bekijken. De keukens kunnen gesorteerd worden. In de prullenbak kan een keuken weggegooid worden, maar als de gebruiker zich bedenkt, kan deze keuken terug eruit gehaald worden.

Een groot voordeel van deze methode is dat de leercurve van deze methode vrij vlak is, dit komt onder andere door het uitbuiten van de metaforische eigenschap. Dit is bij een applicatie zoals E-Kitch aangeraden, aangezien men niet zo vaak een nieuwe keuken aanschaft. Dit is bij de meeste mensen een éénmalige gebeurtenis, waardoor E-Kitch door de gebruikers maar een paar keer zal gebruikt worden.

Er zijn echter ook nadelen. Het grootste nadeel van deze methode is dat de gebruiker een extra tussenstap moet doen om naar een andere keuken te gaan, eenzelfde nadeel wat ook bij de vorige methode, in sectie 4.19, bijvoorbeeld terugkwam. Tot slot is het aantal keukens ook weer beperkt met deze methode, aangezien een bureau niet oneindig veel plek heeft en de gebruiker niet kan scrollen op een bureau.



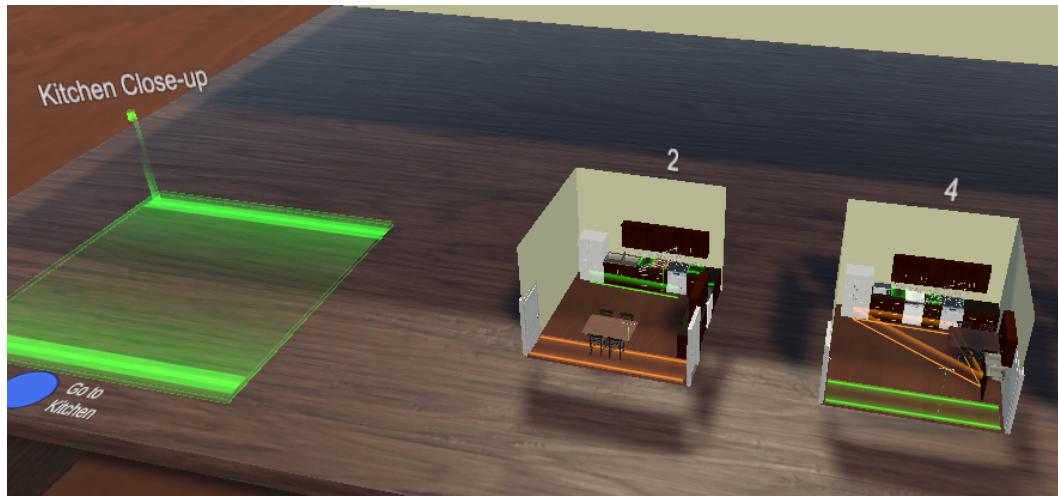
Figuur 4.9: Een screenshot van E-Kitch van het bureau. Er zijn 5 keuken-miniaturen aanwezig om te vergelijken met elkaar en rechts staat er een prullenbak om eventuele bureau's weg te gooien.

Labelen van de keukens

Aangezien keukens niet altijd grote verschillen bevatten, kunnen er ook labels worden toegevoegd aan de keukens. Dit heeft als voordeel dat de gebruiker makkelijker een keuken kan identificeren. Waar een keuken zonder label misschien de ‘keuken met die gekke koelkast plek’ was, kan deze keuken met label geïdentificeerd worden als bv. keuken 1. Daarnaast is het gemakkelijker om naar een bepaalde keuken te verwijzen, bij bv. het maken van notities zodat men achteraf, of door een ander persoon, het duidelijk is over welke keuken het gaat.

Voor het overzicht van de bureau, beschreven in sectie 4.3.1, zijn de labels geïmplementeerd in E-Kitch door boven het miniatuur het label te plaatsen, verbonden met de keuken via een soort stokje. Dit resultaat kan men ook zien in figuur 4.10. Wanneer de gebruiker naar een andere keuken wil gaan via de methode ‘Van keuken verwisselen met vorige- en volgende-knopen’, beschreven in sectie 4.3.1, kan de gebruiker de labels van de miniaturen echter niet meer zien. Daarom is er, zoals in figuur 4.11, een label op de muur geprint.

Doordat er zowel een label in de keuken, als ook op de miniaturen zijn geschreven. Is het ook makkelijker voor de gebruiker om eens terug in het bureau-overzicht de verschillende keukens te identificeren.



Figuur 4.10: Een screenshot van E-Kitch waar men de labels 2 en 4 ziet boven de keukenminiaturen.



Figuur 4.11: Een screenshot van E-Kitch waar men het label 2 op de muur ziet.

4.3.2 Keuken inspecteren in VR

De methode waarop keukens kunnen worden vergeleken met elkaar komt overeen met stap 7 ‘Evalueer de alternatieven ten opzicht van de criteria’ van het beslissingsproces, beschreven in sectie 3.1.2. De laatste stap, ‘Valideer de oplossingen ten opzichte van het probleem’, is in E-Kitch geïmplementeerd door deze keukens in detail te kunnen uittesten en bestuderen. We gaan net zoals daarjuist eventuele alternatieve methoden bespreken en vertellen waarom we uiteindelijk voor de features zijn gedaan die beschikbaar zijn in E-Kitch.

Verschillen tussen de keukens

Een eerste feature die terugkomt in E-Kitch is de mogelijkheid om de verschillen tussen de keukens te laten oplichten. Zo kan het zijn dat men twee keukens heeft, waarbij de vaatwasser van plaats is veranderd, zoals ook geïllustreert wordt in figuren 4.12a en 4.12b. Om deze verschillen extra in de verf te zetten, is er een mogelijkheid om deze te laten oplichten. Zo kan de gebruiker zich eventueel extra focussen op de verschillen tussen de keukens.

Het idee erachter is dat het soms moeilijk is om te zien wat er nu effectief anders is tussen bepaalde keukens. Zo kan het zijn dat er twee objecten omgewisseld zijn, maar dit voor de gebruiker niet opvalt, waardoor hij niet weet waar hij de aandacht op moet vestigen bij het vergelijken. Door de verschillen tussen de keukens dan te laten oplichten, is het duidelijker voor de gebruiker wat nu het verschil is tussen twee keukens.

Er is gekozen in de implementatie om de objecten met een soort markerings-effect de randen te laten oplichten met een blauwe kleur. Doordat enkel de randen van het object opgelicht worden, en de kleur, materiaaleigenschappen en grootte niet veranderen, is het object in het algemeen nog hetzelfde. Het nadeel is dan eventueel wel dat het eventueel niet genoeg opvalt.

Daarnaast zijn de verschillen ook hardcoded geïmplementeerd in E-Kitch. Aangezien de automatische implementatie hiervan eerder in de ontwerp-applicatie verwerkt zou worden, de applicatie die de keukens aanmaakt en interactief maakt. In de ontwerp-applicatie zou er dan eventueel de keuze zijn dat de ontwerper zelf kan kiezen om elementen te laten oplichten, oftewel om het programma zelf te laten bepalen wat de verschillen zijn tijdens de dataset aan keukens. Doordat we met E-Kitch vooral geïnteresseerd zijn in het gebruikersgemak van VR bij het kiezen van een keuken, geeft de functie van het automatisch genereren van de verschillen tussen keukens, niet echt een meerwaarde in deze bachelorthesis, terwijl hier wel vrij veel tijd aan besteedt zou moeten worden om dit goed te laten functioneren.



(a) Keuken 1.



(b) Keuken 2.

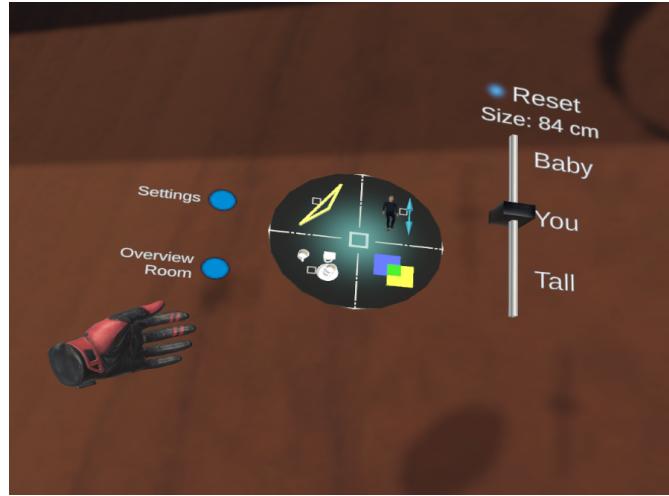
Figuur 4.12: Een screenshot van E-Kitch, waarbij het verschil tussen keuken 1 en 2 opvalt doordat de vaatwasser met blauw is opgelicht.

Lichaamslengte aanpassen

Bij E-Kitch is er ook de mogelijkheid om de grootte van uw lichaam aan te passen. Hierdoor is het mogelijk om de omgeving ook eens vanuit een ander perspectief te bekijken, zoals men bv. in het scenario van Julia en Roberto in sectie 2.1.2 kan lezen, waarbij Julia klein is en Roberto vrij groot. Of misschien heeft de gebruiker wel kinderen, en kan via deze feature de wereld van de kruipende baby bestudeerd worden. Volgens de paper van Operationalizing height and scale in room-scale virtual reality [36], is het

het beste om de grootte van de gebruiker via schaling te doen, in plaats van de y-hoogte te verplaatsen. Dit omdat bij het verplaatsen van de y-positie de lichaamsdelen niet in proportie zijn.

Zoals men in sectie 3.5.2 kan lezen, heeft onder andere Ikea dit ook geïmplementeerd met hetzelfde doel als in E-Kitch: een keuken inspecteren vanuit een ander perspectief. Een verschil tussen de implementatie van Ikea en E-Kitch, is dat men bij E-Kitch niet moet kiezen tussen 3 opties, maar zelf de hoogte kan bepalen. Zoals men in figuur 4.13 kan zien, is de implementatie met een soort slider. Er is een handle in het midden, en de gebruiker kan deze naar boven of naar beneden滑en, waarbij het midden de originele hoogte van de gebruiker voorstelt. Om het resetten van de hoogte makkelijker te maken is er ook een reset-button aan toegevoegd.



Figuur 4.13: Een screenshot van E-kitch waarbij de slider getoond wordt om de lengte aan te passen van de gebruiker.

Naast het mechanisme om de hoogte veranderen, krijgt de gebruiker ook feedback over hoe groot de gebruiker momenteel is doordat dit vermeld staat boven de slider. Er is voor gekozen om dit ook weer te geven zodat gebruikers de hoogte van een partner of kind exact kunnen testen, naast het feit dat anders de gebruiker geen feedback heeft doordat er geen referentie is. In figuur 4.14 ziet men een scenario waarbij de schaling naar boven is aangepast, terwijl men in figuur 4.16 kan zien hoe de keuken er uit zou zien voor een normaal persoon. De figuur in het midden, figuur 4.15, is ter referentie.



Figuur 4.14: Een screenshot van E-Kitch waarbij het perspectief wordt getoond indien men de slider helemaal naar boven doet. Het perspectief van een groot persoon dus.



Figuur 4.15: Een screenshot van E-Kitch waarbij het perspectief normaal is. Deze figuur is toegevoegd ter referentie.



Figuur 4.16: Een screenshot van E-Kitch waarbij het perspectief wordt getoond indien men de slider helemaal naar beneden doet. Het perspectief van een klein persoon dus.

Animaties, een keuken in gebruik

Een ander probleem dat men vaak heeft bij het bestuderen van bepaalde keukens in keukenwinkels, is dat de keukens mooi opgeruimd zijn en ze zich in een ideale staat bevinden. Hierdoor kan het zijn dat een bepaalde ruimte makkelijk bereikbaar is wanneer de keuken opgeruimd is, maar eens er een beetje rommel, keukengerief en keukenapparaten aanwezig zijn, deze ruimte niet meer zo makkelijk beschikbaar is waardoor er irritaties kunnen ontstaan. Om dit te vermijden is er een feature toegevoegd die geanimeerde personen laat rondwandelen en de keuken in een meer gebruikt staat laten zien, zoals men ook kan zien in figuur 4.17. Zo krijgt de gebruiker een realistischer beeld van hoe de keuken zou functioneren in het dagelijkse leven.

In de implementatie is ervoor gekozen om twee animaties toe te voegen: een wandelende man die heen en weer loopt over de keuken-driehoek, en een vrouw die aan tafel zit. Er was eventueel ook nog de keuze om meerdere soorten animaties toe te voegen, zoals bv. kinderen die aan tafel aan het eten zijn, of een man die aan het koken is. Er is gekozen om twee redelijk simpele animaties toe te voegen, die binnen de vaardigheden van een informaticus liggen.

Naast de animaties, zijn er ook extra objecten zoals kopjes en borden toegevoegd in de scène. Om de nadelen van lengte extra te benadrukken, zijn er bepaalde pannen en potten zo geplaatst zodat bv. een peuter wel deze objecten ziet, maar de gevaren ervan niet ziet. Een klein kind ziet bijvoorbeeld niet dat er hete soep in een kom zit, terwijl een volwassen persoon dit wel ziet. Om dit te benadrukken kan men

via deze objecten de gevaren hiervan eventueel benadrukken. Om deze feature tot zijn recht te laten komen, zou dan ook de feature van sectie 4.3.2, ‘Lichaamslengte aanpassen’ tegelijkertijd geactiveerd moeten zijn.



Figuur 4.17: Een screenshot van E-Kitch waarbij een vrouw aan tafel zit en een man aan het rondwandelen is. Daarnaast liggen er ook overal kopjes en rommel. De koelkast, stoel en ladekast staan ook open.

Interactie met objecten

Naast de animaties, die kunnen worden geactiveerd in E-Kitch, is het ook mogelijk om met de objecten te interageren, net zoals men objecten kan verplaatsen in het echte leven. Dit om de belevening nog realistischer te maken. Met deze feature kan een gebruiker de keuken ook effectief uitstellen. Een gebruiker kan bv. bepaalde kasten opendoen, en dan kijken of er nog steeds genoeg plaats is tussen tafel en kast, zoals we kunnen zien in figuren 4.18a en 4.18b. In de eerste figuur lijkt er geen probleem te zijn met de tafel en de koelkast erachter, maar wanneer men de stoel dan naar achteren schuift, zien we dat er geen doorgang is naar koelkast.



(a) Keuken 1.



(b) Keuken 2.

Figuur 4.18: Een screenshot van E-Kitch, waarbij in keuken 1 de kast gesloten is en de stoel onder te tafel is, en in keuken 2 de kast geopend is en de stoel naar achteren geschoven is. Men ziet hierbij dat er bij keuken 2 geen plaats meer is om naar de koelkast te lopen.

We hebben er voor gekozen om de interactie met objecten met directe manipulatie te implementeren, en dus niet met bv. raycasting. Dit omdat we de ervaring in VR zo gelijkend mogelijk op de werkelijke wereld willen doen lijken, waarbij een persoon ook met objecten kan interageren door ze effectief met de handen zelf op te nemen.

Een andere keuze die is gemaakt bij het implementeren van de interactie met de objecten is: welke objecten kunnen verplaatst worden? Er is voor gekozen geworden om enkel de objecten te nemen die men in het echte leven ook makkelijk verplaatst, dus niet te zware of te grote objecten. De koelkast is dus bv. niet verplaatsbaar. Dit fenomeen komt ook ongeveer overeen met de werkelijke wereld: een koelkast is geen object dat men even gaat veranderen van plaats. Men beslist meestal op voorhand waar de koelkast komt te staan, en vanaf dan blijft die ook daar staan.

Het nadeel van dat men bv. de koelkast niet kan verplaatsen, is dat men de keuken niet kan herinrichten tijdens het vergelijken van de keukens. De keuken heeft het ontwerp zoals het ontworpen is op voorhand. Indien de gebruiker dus even wil nakijken of het niet beter is om de koelkast en de gootsteen om te wisselen, gaat dit niet, tenzij dit ontwerp beschikbaar is bij de alternatieve keukens. Het voordeel dat men de keuken niet kan herinrichten, is dat de ontwerpfase en de testfase gescheiden zijn. De ontwerper bedenkt op voorhand bepaalde ontwerpen uit en geeft daarna de mogelijkheid om deze allemaal te vergelijken. De ontwerper kan er dus voor kiezen om tijdens de ontwerpfase al een paar modellen te implementeren waarbij er enkele objecten, zoals bv. de koelkast en gootsteen, van plaats zijn veranderd. De gebruiker, tijdens het testen van de keukens, kan dan makkelijk van één keuken naar de andere switchen en dan zo het verschil ertussen vergelijken. Dit heeft als gevolg dat men tijdens de testfase veel sneller kan switchen tussen de twee mogelijkheden, aangezien het wisselen van twee grote objecten tijdens de test-ervaring tijd in beslag kan nemen.

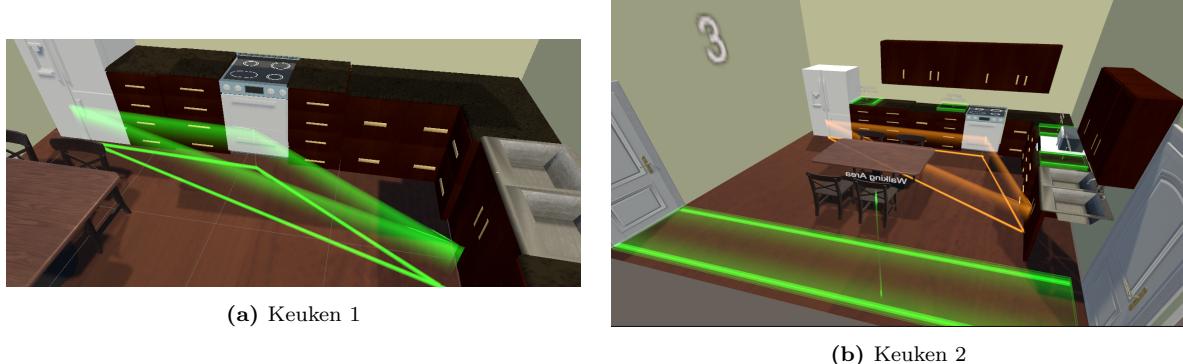
Keukenrichtlijnen

In sectie 3.4 konden we al reeds lezen dat er richtlijnen bestaan voor de mensen om hun keuken optimaal in te richten. Dit zijn richtlijnen die onder andere rekening houden met drukke ruimtes, invalide mensen en veiligheid. Er is al heel wat onderzoek gedaan in deze sector. Ideale kennis om ook door te geven aan de gebruikers wanneer zij een keuken aan het inspecteren zijn.

De info is dan misschien wel vindbaar op internet, maar soms vinden mensen deze info niet, of denken ze er niet aan om eventuele richtlijnen te volgen. Daarnaast zijn richtlijnen snel over het hoofd gezien. Door de richtlijnen te implementeren en duidelijk te laten zien in de keuken, kan de gebruiker overzichtelijk deze richtlijnen bestuderen en er ook over nadenken.

In E-Kitch zijn niet alle richtlijnen geïmplementeerd, maar wel de belangrijksten. Dit omdat de belangrijksten al reeds een goed beeld geven van het doel van deze feature en daarnaast ook hiermee al reeds veel richtlijnen zijn geïmplementeerd, zoals we reeds vermeldde in sectie 3.4.

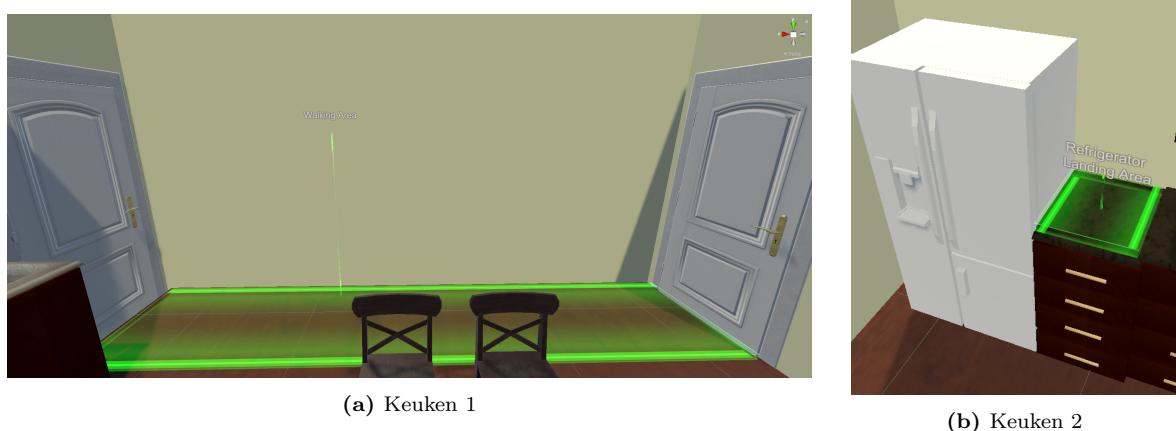
In E-Kitch is de keukendriehoek geïmplementeerd door de keukendriehoek visueel zichtbaar te maken voor de gebruiker, zoals men ook kan zien in figuur 4.19a. De onderkant van de driehoek is een soort markerings-effect, maar de rest van de driehoek, dus alles boven de onderkant, is met een soort doorzichtig materiaal gedaan. Dit om duidelijk te maken aan de gebruikers dat men doorheen de driehoek kan stappen, deze materiaal is gekopieerd van Steam VR, waar zij dit gebruiken voor de teleporteer-punten. De kleur is dan wel aangepast om het beter in het plaatje van E-Kitch te laten passen.



Figuur 4.19: In de linker afbeelding ziet men een screenshot van een goede keukendriehoek. De benen zijn niet te lang, en er verspert niets de weg. In de rechter afbeelding is de keukendriehoek oranje gekleurd, wat betekent dat er een keukenrichtlijn geschonden wordt. De tafel staat in de weg, en daarnaast zijn de benen ook vrij lang

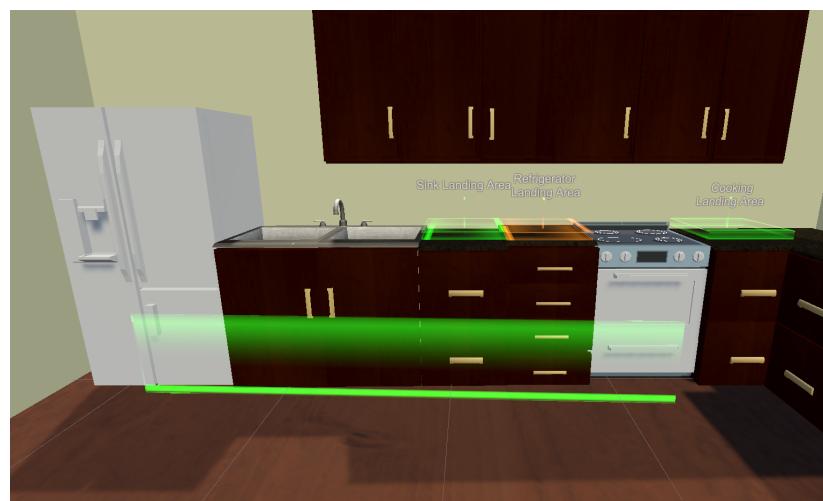
Om nog wat extra tips mee te geven aan de gebruiker, is er ook met kleuren gewerkt. Zo ziet men bv. in figuur 4.19b dat de keukendriehoek oranje oplicht in plaats van groen. Dit komt omdat er een voorwaarde verbroken is die aan de keukendriehoek gelinkt is, zoals bv. de totale lengte van de driehoek is te groot, of er is een object dat de keukendriehoek doorkruist. In figuur 4.19b zijn beide van toepassing.

Naast de keukendriehoek, zijn ook de richtlijnen voor wandelruimten en het keukenwerkblad aangeduid. Zowel de wandelruimte, zoals men kan zien in figuur 4.20a, als de richtlijnen betreft het keukenwerkblad, zoals men kan zien in figuur 4.20b is met hetzelfde materiaal als de keukendriehoek geïmplementeerd. Ook hierbij lichten de materialen oranje op, indien er niet voldaan is aan de keukenrichtlijn.



Figuur 4.20: Twee afbeeldingen waarbij de keukenrichtlijnen worden afgebeeld. Links zien we de richtlijnen betrekking tot wandelruimte, terwijl recht het keukenbad getoond wordt.

Het keukenwerkblad licht oranje op, indien het niet kortbij het object gelegen is waarbij het hoort. Zo heeft de koelkast bv. ruimte vrij nodig naast de koelkast, maar zoals we in figuur 4.21 kunnen zien, staat de gootsteen naast de koelkast, waardoor er geen ruimte is naast de koelkast om even wat spullen te zetten indien men er iets uithaalt.



Figuur 4.21: Een screenshot van E-Kitch waarbij er niet genoeg plaats voorzien is naast verschillende objecten. Zo ziet men dat de gootsteen naast de koelkast staat, waardoor de ‘refrigerator landing area’ een paar meter verder is.

4.3.3 Navigatie tussen de features

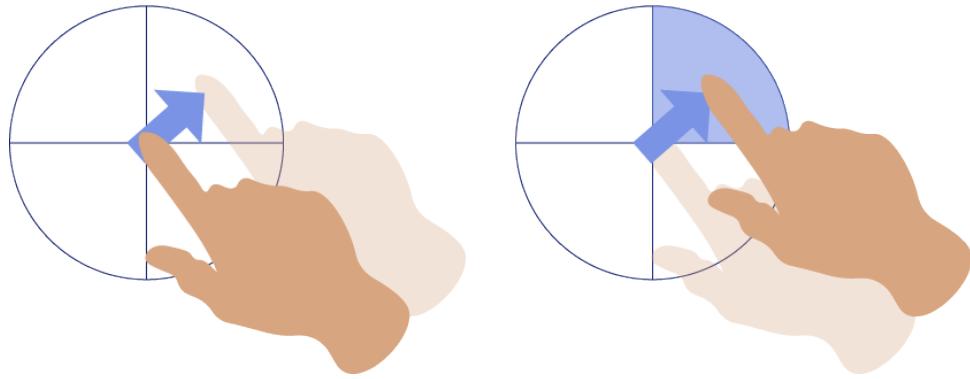
In E-kitch kan men het bureau, zoals beschreven in sectie 4.3.1, als een soort menu beschouwen om te schakelen tussen de keukens, maar daarnaast heeft men ook nog een menu gelokaliseerd aan de linkerarm. Het menu op de linkerarm bestaat uit drie lagen en wordt weergegeven in figuur 4.22. Een eerste laag bestaat uit twee knoppen: Settings en Overview Room. De overview room-knop laat de gebruiker terug teleporteren naar de kamer met de bureau en miniaturen. De andere knop, Settings, opent de tweede laag met het pie menu. Er zijn vier taartpunten op deze pie menu en het zijn de mogelijke features die gebruiker kan activeren of deactiveren.

Linksboven, de gele driehoek, (de)activeert de feature met de keukenrichtlijnen, die we besproken hebben in sectie 4.3.2. Rechtsboven zien we een mannetje, met daarnaast een pijl in beide richtingen. Dit (de)activeert een derde laagje: die van de slider, zoals men kan zien in figuur 4.22. De functionaliteit van deze feature hebben we besproken in sectie 4.3.2, het zorgt voor de lengte. Rechtsonder (de)activeert het markerings-effect van de verschillen, dat we besproken hebben in sectie 4.3.2. Tot slot hebben we nog de laatste feature, de animaties, die ge(de)activeerd wordt met het icoontje linksonder. De functionaliteit hiervan hebben we besproken in sectie 4.3.2.



Figuur 4.22: Het menu met de drie lagen. Iedere laag kan apart open en gesloten worden. De derde laag. Met de eerste laag kan men kiezen om de tweede laag te open via de knop settings. De Overview Room-knop brengt de gebruiker terug naar het bureau. De tweede laag: het piemenu. Er zijn 4 opties beschikbaar, die elk een bepaalde feature (de)activeren. De derde laag wordt enkel gebruikt om de slider te tonen om de lengte van de gebruiker aan te passen. Kan geopend worden door op de feature-knop van lengte te klikken (rechtsboven).

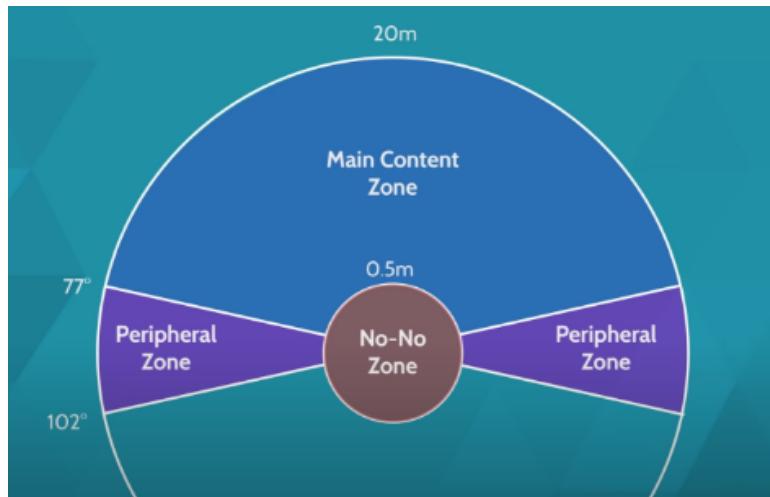
We hebben ervoor gekozen om met laagjes te werken, maar ook niet te diep te gaan, dus maximum drie lagen. Dit om het gebruikersgemak te verbeteren, aangezien als een gebruik te vaak moet klikken om tot een bepaalde settings te komen, dit vertraging oplevert en het daarnaast ook niet meer overzichtelijk is voor de gebruiker. Er is voor gekozen om met een pie menu te werken. De reden hierachter is omdat men dan, mits enige oefening, het menu zonder te kijken kan gebruiken, zoals men kan zien in figuur 4.23. De gebruiker zou dan naar linksboven kunnen bewegen met de hand om de keukenrichtlijnen-feature te activeren, in plaats van eerst het piemenu te openen, te kijken waar de keukenrichtlijnen-feature staat, om dan vervolgens de feature te activeren.



Figuur 4.23: Hoe men zonder te kijken eventueel een bepaald menu-item kan selecteren.

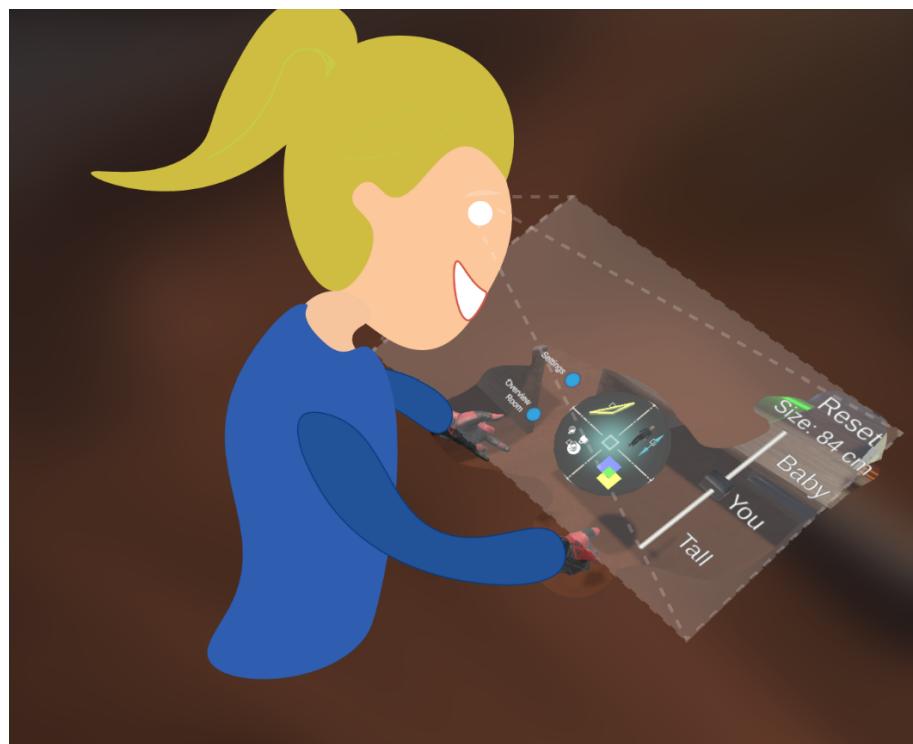
Naast de keuze ‘welke soort menu te implementeren’, zijn er ook andere elementen waarmee er rekening is gehouden. Een VR-omgeving geeft misschien wel andere mogelijkheden dan 2D-omgevingen, maar doordat de gebruiker nu ook deel is van het geheel, komen er hier weer complicaties bij kijken zoals bijvoorbeeld de ergonomie.

Een belangrijke uitdaging in VR, is die van het lichaam. In VR ziet de gebruiker via zijn ogen en indien het hoofd zich omdraait, zal het beeld ook mee omdraaien. Men kan als programmeur dan wel de hele 3D omgeving gebruiken, maar om het ergonomisch voor de gebruiker te maken, moet men wel rekening houden met bepaalde zaken. Zoals men in figuur 4.24 kan zien, ziet een gebruiker iets minder dan 180° scherp (de main content zone). Daarnaast heeft gebruiker nog ongeveer 25° ruimte waar het geen details ziet, in de figuur als Peripheral Zone. Een zone dat we ook gaan vermijden om cruciale info te plaatsen. En tot slot hebben we nog de overige ruimte, waar een gebruiker helemaal niets ziet, namelijk de achterkant van het hoofd. Naast deze horizontale zones, zijn er ook beperkingen bij het verticale zicht. Als men bepaalde elementen te hoog plaatst, zal de gebruiker naar omhoog moeten kijken, wat na lange tijd belastend is [31].



Figuur 4.24: Hierbij ziet men dat hoe de gebruiker naar het menu kijkt, waarbij het menu ergonomisch is geplaatst [31]

In E-Kitch is hier onder andere mee rekening gehouden met het menu, dat weergegeven wordt in figuur 4.25. Er is gekozen geworden om het menu aan de linkerarm te plaatsen. Dit omdat dit voor veel mensen de niet-dominante arm is. Indien het menu dan openstaat, en de armen vrij laag gesitueerd zijn, verschijnen de opties recht voor de gebruiker, ongeveer op ooghoogte. Door deze opstelling, zou de gebruiker vrij lang naar het menu kunnen kijken, zonder lichamelijke klachten te ondervinden, zoals bijvoorbeeld: vermoede armen of een belastende nek.



Figuur 4.25: Op deze afbeelding wordt getoond dat het menu goed zichtbaar is voor de gebruiker, waarbij het lichaam niet te veel inspanning moet leveren.

Hoofdstuk 5

Evaluatie en reflectie: E-Kitch

5.1 Exploratieve studie

Om te kijken of een applicatie zoals E-Kitch effectief helpt bij mensen om beter een keuze te maken, hebben we een kleine exploratieve studie gedaan met vijf personen. We bespreken eerst de testpersonen en de gebruikte methodologie om de studie mee uit te voeren. Aangezien er 5 keukens zijn gemaakt om de studie mee te doen, bespreken we ook de verschillen tussen deze keukens. Tot slot bespreken we dan de bekomen resultaten en onze bevindingen rond de resultaten.

5.1.1 Testpersonen

Ondanks Covid-19, is het toch gelukt om een gevarieerd aantal testpersonen te vinden. Er was variatie tussen de leeftijd, geslacht, technologie-ervaring, VR-ervaring, keuken-ervaring en het aantal kinderen dat de testpersoon heeft. Punten waar er minder variatie bij was, is onder andere het feit dat de testpersonen allemaal gelinkt zijn aan het bedrijf EDM, het onderzoekscentrum van informatica van UHasselt.

In concrete cijfers. Er waren twee vrouwen bij en drie mannen. Twee testpersonen hadden hierbij al reeds ervaring met VR, terwijl anderen er geen ervaring mee hadden. Qua leeftijd waren er 2 studenten tussen de 18-23 jaar oud, één jong-volwassene tussen de 23-35 en twee ouders tussen de 40-60 jaar oud. Ervaring met keuken ontwerp is ook verschillend tussen de testpersonen. Zo was er één persoon bij die nog nooit een keuken heeft gezet, één was er op het moment van de testdatum mee bezig, twee hadden een eerste ervaring met keukens zetten en tot slot hadden we nog één persoon die al reeds meerdere keukens had laten zetten.

5.1.2 Methodologie

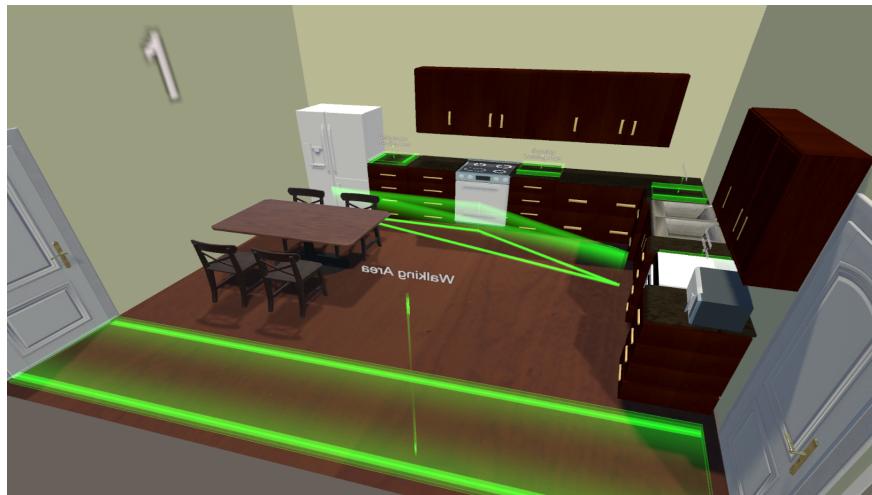
Eerst werd de werking van VR uitgelegd, afhankelijk van de ervaring met VR. Dit werd tegelijkertijd gedaan met het uitleggen van de applicatie E-Kitch. De gebruikers konden zo eerst vertrouwd geraken met VR in de bureau-ruimte. Eens er een redelijk vertrouwd gevoel was, werden één voor één de features uitgelegd. Omdat bepaalde features enkel in de keuken zelf werken, hebben de testpersonen al reeds één van de vijf keukens gezien tijdens de tutorial. Na de tutorial, kregen de testpersonen de opdracht om een top drie te maken van de vijf beschikbare keukens die op het bureau lagen, waarbij ze luidop nadachten, zodat de tester kon meekijken in de testpersoon zijn denkpatroon. De vijf keukens bevatten kleine verschillen, waarbij iedere keuken een bepaald aantal fouten bevat volgens de keuken richtlijnen. Zo heeft er één keuken (bijna) geen ontwerpfouten, en een andere keuken veel ontwerpfouten. De verschillen worden besproken in de volgende sectie, sectie 5.1.3. Vervolgens eindigden we de studie met een kleine ondervraging, waarbij er voornamelijk gepolst werd naar de nuttigheid van de features. Dit door de testpersonen een score te laten geven op vijf, waarbij één gelijk staat aan niet nuttig en vijf aan zeer nuttig. Tot slot werd er ook nog gevraagd of ze vonden dat een applicatie zoals E-Kitch zou helpen om bepaalde ontwerpfouten te vermijden.

5.1.3 Verschillen tussen keukens uitgelegd

Om E-Kitch uit te testen door testpersonen zijn er vijf keukenontwerpen aangemaakt. Er is niet specifiek gekeken naar de kleur en het materiaal, maar wel naar de locatie van de meubels en objecten. De vorm van vijf keukens zijn hetzelfde, namelijk een L-vorm. Per keuken zijn er dan bepaalde meubels van plaats verwisseld, die we in deze sectie even bespreken.

Keuken 1

Bij keuken 1, waar figuur 5.1 bij hoort, is er één ontwerpfout, alhoewel deze vrij subtiel is. De tafel staat te dicht bij de kast en de koelkast, waardoor als iemand aan tafel zit, er niemand meer aan de koelkast kan.



Figuur 5.1: Een screen van keuken 1 in E-Kitch.

Keuken 2

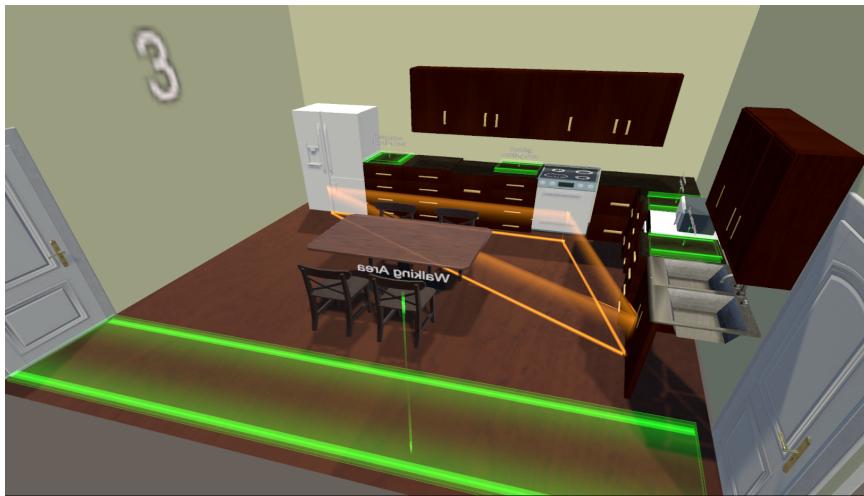
Bij keuken twee zijn er drie ontwerpfouten. Een eerste fout is dat de tafel de wandelruimte verspert tussen de twee deuren. Wanneer de keukenrichtlijnen geactiveerd zijn, is dit te zien doordat de kleur van de markering oranje oplicht. Daarnaast zien we ook dat de gootsteen naast de koelkast is geplaatst. Hierdoor is er geen plaats naast de koelkast om even gerief op te leggen. Dit is, net zoals bij de wandelruimte, te zien aan de kleur van de markering. Het plaatje 'Refrigerator Landing Area', licht namelijk oranje op. De derde ontwerpfout is weer de vaatwasser die te ver van de gootsteen is verwijderd. Al deze ontwerpfouten zijn ook te zien in figuur 5.2.



Figuur 5.2: Een screenshot van keuken 2 in E-Kitch

Keuken 3

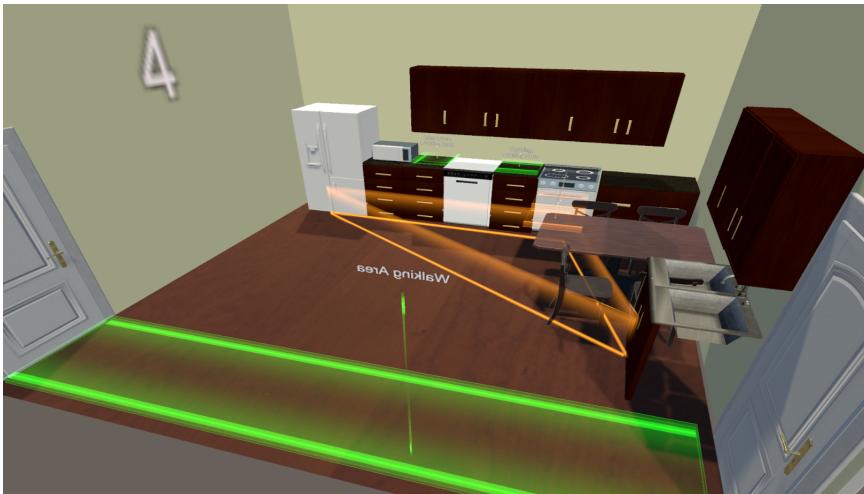
Keuken drie bevat twee ontwerpfouten, die met elkaar te maken hebben. Zoals men in figuur 5.3 kan zien, is de keukendriehoek oranje opgelicht. In vergelijking met keuken 1 en 2, lijkt deze ook groter te zijn. De keukendriehoek is zowel oranje opgelicht omdat de lengte van de benen van de driehoek te lang zijn. De gootsteen, koelkast en kookplaten zijn namelijk uiterst ver van elkaar verwijderd. De koelkast staat op de hoek, de gootsteen staat op de hoek en de kookplaten staan bijna op een hoek. Zoals we in sectie 4.3.2 gelezen hebben, mag de lengte van de benen van driehoek niet te lang zijn. Doordat deze keukendriehoek zo groot is, is er ook bijna geen plaats om de tafel ergens te zetten. In deze keuken is er voor gekozen om de tafel in het midden te zetten, maar zoals men dan kan zien op figuur 5.3, verspert de tafel dan de werkruimte, wat ook weer tegen de richtlijnen van keukens is.



Figuur 5.3: Een screenshot van keuken 3 in E-Kitch

Keuken 4

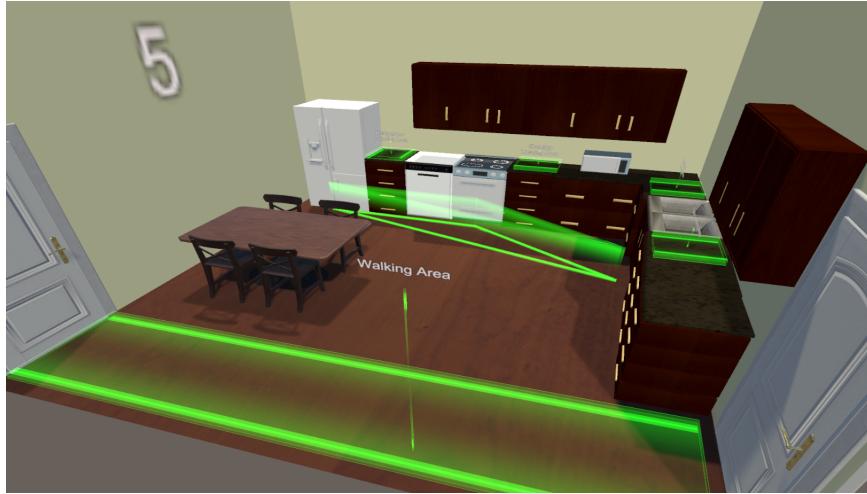
Keuken 4 is de slechtste keuken van alle vijf de keukens. De keukendriehoek is veel te groot, de tafel is vrij gek geplaatst tussen de kasten, waardoor de kasten dicht bij de tafel vrij onbruikbaar zijn. De tafel verspert daarnaast ook nog eens de werkruimte. Men kan er dan misschien voor kiezen om de tafel ergens anders te plaatsen, maar net zoals bij keuken 3 is er door de grote keukendriehoek nergens plaats om de tafel te zetten zonder dat die de keukendriehoek verspert.



Figuur 5.4: Een screenshot van keuken 4 in E-Kitch

Keuken 5

Net zoals bij keuken 1, is er bij keuken 5 ook één ontwerpfout, te zien in figuur 5.5. De tafel staat in vergelijking met keuken 1, iets verder bij de koelkast, waardoor er nu, indien er een persoon aan tafel zit, de koelkast wel meer opengedaan kan worden, maar de ontwerpfout in keuken 5 is het feit dat de afstand tussen de vaatwasser en de gootsteen vrij groot is. Veel mensen spoelen de borden nog vlug eens af voordat het de vaatwasser in gaat. In deze keuken zal dat moeilijk gaan.



Figuur 5.5: Een screenshot van keuken 5 in E-Kitch

5.1.4 Resultaten

De top drie van de keukens volgens de testpersonen is weergegeven in tabel 5.1.4. Deze top drie komt ook overeen met het aantal fouten. Zo hadden keuken 5 en 1 allebei 1 ontwerpfoutje. Bij keuken 5 stond de vaatwasser ver van de spoelbak, terwijl bij keuken 1 de tafel te dicht bij een kast stond. Aangezien een tafel makkelijker te verplaatsen valt dan een vaatwasser, waren er meer mensen die keuken 1 als nummer één beschouwden. Keuken 3 had twee ontwerpfouten: namelijk een te grote keukendriehoek, en daarnaast ook een tafel die zich in deze werkruimte bevond. De overige keukens hadden meer dan 3 ontwerpfouten.

Op do 19 aug. 2021 om 11:39 schreef Maria Hendrikx jmariahendrikx@gmail.com:

Beste

Goed nieuws! Ik ben op een nieuwe oplossing gekomen, waardoor ik nu een custom URL voor jullie heb (dat in jullie QR-code zal zitten. en ik kan dit laten verwijzen naar een custom website, dus er is vrij veel spel (ik kan die website mooi maken, en ik kan er meerdere dingen op zetten, ik kan er ook een filmpje op streamen (best wel geen 4k).)

De desbetreffende url is: <https://museminnic.be/qr-code/Prentenboek-22HLORPD32L>

De QR-code (in png en in svg) zitten in bijlage.

Wat me nu nog rest te doen is de rest afmaken. Ik hoop tegen zondag, maar zoals al eerder gezegd, het kan ook zijn dat het iets langer duurt. (ps. de huidige site op museminnic.be is gewoon standaard, dat veranderd nog volledig ;))

p.s.: de url gaat op dit moment naar de home-pagina (gewoon dummy pagina op dit moment), maar ik kan kiezen naar welke pagina ik die url kan laten gaan ;).

mvg Maria meen

Tabel 5.1: De top drie volgens de testpersonen en in het algemeen goed ontvangen, waarbij er bepaalde features meer gebruikt werden dan anderen. Het gemiddelde, de mediaan en de standaardafwijking geven een overzicht van de nuttigheid van de features.

Op do 19 aug. 2021 om 11:39 schreef Maria Hendrikx mariahendrikx@gmail.com:

Beste

Goed nieuws! Ik ben op een nieuwe oplossing gekomen, waardoor ik nu een custom URL voor jullie heb (dat in jullie QR-code zal zitten. en ik kan dit laten verwijzen naar een custom website, dus er is vrij veel spel (ik kan die website mooi maken, en ik kan er meerdere dingen op zetten, ik kan er ook een filmpje op streamen (best wel geen 4k).)

De desbetreffende url is: <https://museminnic.be/qr-code/Prentenboek-22HLORPD32L>

De QR-code (in png en in svg) zitten in bijlage.

Wat me nu nog rest te doen is de rest afmaken. Ik hoop tegen zondag, maar zoals al eerder gezegd, het kan ook zijn dat het iets langer duurt. (ps. de huidige site op museminnic.be is gewoon standaard, dat veranderd nog volledig ;))

p.s.: de url gaat op dit moment naar de homepagina (gewoon dummy pagina op dit moment), maar ik kan kiezen naar welke pagina ik die url kan laten gaan ;).

mvg Maria meen

De features waren in het algemeen goed ontvangen, waarbij er bepaalde features meer gebruikt werden dan anderen. Het gemiddelde, de mediaan en de standaardafwijking geven een overzicht van de nuttigheid van de features.

Alhoewel sommige features minder punten hebben gekregen dan anderen, kwam dit soms door de implementatie die niet als volledig aanvoelde. Zo zeiden sommige testpersonen dat de feature waarbij de keuken er gebruikt uitziet, het element miste om zelf uw eigen objecten te kiezen en te plaatsen, aangezien dit vaak persoonlijke extra's zijn. Hierbij denken we dan aan koffieapparaten, mixers, etc. Indien dit ook aangeboden werd, zou zo een feature ook een 4+ hebben gekregen als score.

Naast de commentaar bij de animaties, werd er ook de commentaar gegeven dat bij de feature van lichaamslengte de optie miste om de kasten en meubels van hoogte te veranderen. Indien dit wel aanwezig was, zouden ze deze feature ook een hogere score hebben gegeven.

Tot slot werd er ook gevraagd om de nuttigheid van een applicatie zoals E-Kitch een score te geven. Of dat ontwerpfouten waarschijnlijk meer vermeden zouden worden, indien er applicaties zoals E-Kitch zouden bestaan. Alle testpersonen hebben hierbij een hoge score gegeven, wat ook te zien is aan het gemiddelde en de mediaan. Er is één persoon die geen maximum score heeft gegeven, en de reden hiervoor was omdat deze persoon dacht dat niet iedereen het nodig zou hebben, doordat ze zelf al reeds voldoende ruimtelijk inzicht hebben.

5.1.5 Discussie

We zien aan zowel de correctheid van de top 3 keukens, alsook de scores, dat een applicatie zoals E-Kitch ontwerpfouten beter kan vermijden. Alhoewel niet alle features een hoge score hebben gekregen, waren wel alle features een bijdrage tot het keuzeproces, mits verdere en betere uitwerking.

Als maker van E-Kitch heb ik echter niet overal het gedrag kunnen voorspellen, alhoewel ik wel dacht hier dicht bij te zitten. In grote lijnen werd de applicatie gebruikt zoals ik verwachtte, maar op bepaalde punten toch anders. Een voorbeeld is de feature om een keuken op ware grootte te bekijken. Twee testpersonen hebben hun top drie opgesteld door in de bureau-kamer te blijven en niet één keer naar een specifieke kamer te gaan om deze in meer detail te bekijken. De reden hiervoor was omdat ze de keuken alreeds in detail hebben kunnen bekijken tijdens de tutorial. Vervolgens zeiden de testpersonen dat indien ze niet tijdens de tutorial al in de keuken waren gaan kijken, ze waarschijnlijk eerst de vijf keukens in de bureau-kamer hadden bekeken voor globale details, en dan de nummer één eens in detail zouden bekijken door de keuken op ware grootte te bekijken. Als onderzoeker viel me toen op dat ik dit beter anders had aangepakt. Indien er een vervolg op deze informelere studie zou komen, bij een user-study dus, dan zal de tutorial bijvoorbeeld best aangepast moeten worden.

Het tegenovergestelde gedrag kwam ook voor. Zo hebben andere twee testpersonen de bureau-kamer helemaal niet gebruikt bij het vergelijken van de keukens. Zij zijn onmiddelijk naar een willekeurige keuken gegaan, zodat ze deze in ware grootte kunnen bekijken. Vervolgens hebben zij de andere keukens vergeleken door met de joystick naar de volgende en vorige keuken te gaan. Het viel hierbij op beide testpersonen de keukenrichtlijnen activeerden, maar de andere feautures niet. De reden waarom ze de bureau-kamer niet gebruikt hebben, is omdat ze de joystick zeer efficiënt vonden in gebruik. De commentaar dat ze erbij gaven wat beter kon, is dat de keukens niet in volgorde stonden. Dus keuken 1 werd niet opgevolgd door nummer 2 bijvoorbeeld.

Dus twee testpersonen hebben enkel de bureau-kamer gebruikt, en twee testpersonen hebben die kamer helemaal niet gebruikt. Er is dus één testpersoon die wel beide opties heeft gebruikt. Het was daardoor ook de enige testpersoon die de applicatie volledig naar verwachtingspatroon gebruikt heeft om de vijf keukens met elkaar te vergelijken en zo een top drie op te stellen. Dit gedrag komt ook overeen met de leeftijd van de testpersonen. Zo waren de mensen die enkel de bureau-kamer hebben gebruikt, de oudsten en dus tussen de 40 en 60. De personen die de bureau niet gebruikt hebben, waren de twee jongste testpersonen en dus jonger dan 23. Doordat de studie met vrij weinig testpersonen uitgevoerd is, kan hier echter geen besluit uit volgen.

5.2 Reflectie

5.2.1 Algemeen

In het algemeen vind ik E-Kitch vrij goed gelukt. Bepaalde features hadden beter geïmplementeerd kunnen worden, maar men moet ook rekening houden met de tijd die men heeft om het te maken, waardoor het beste resultaat niet altijd mogelijk is. Bij de exploratieve studie hadden sommige features een lagere score hierdoor gekregen, maar echt een groot verschil zou het denk ik ook niet hebben gemaakt.

5.2.2 Exploratieve studie

De exploratieve studie die we gedaan hebben, was als bachelorstudent zeer leerrijk om te doen. Door covid-19 mochten er echter enkel mensen uitgenodigd worden die ook effectief legaal in het EDM aanwezig mochten zijn. Dit heeft als effect gehad dat de exploratieve studie die er is gebeurd, vrij minimaal was en er geen grote diversiteit tussen de testpersonen was. De testpersonen zijn allemaal gelinkt aan de informatica-wereld, allemaal van hetzelfde bedrijf, etc. Ondanks deze kleine hindernissen, is de exploratieve studie wel gelukt. Het publiek was, naar de omstandigheden, vrij gevarieerd, waarbij er zowel jong als oud, maar ook technologisch versus niet-technologische mensen bij waren. Het aantal was voldoende voor een exploratieve studie, maar bij een effectieve user-study zou dit aantal waarschijnlijk wel meer als het dubbele zijn.

Naast de beperkte variatie van het testpubliek waren er ook een paar foutjes in de opgaven van de exploratieve studie. Zo was er één ontwerpfout waarbij de tafel te dicht bij de kast stond, maar uiteindelijk gezien is dit geen goed voorbeeld van ontwerpfout, aangezien de tafel makkelijk verplaatsbaar is. Een vaatwasser daartegenover is bv. moeilijk verplaatsbaar, waardoor de ontwerpkeuze van de vaatwasser vrij permanent en belangrijker is. Bij de verschillen tussen de keukens was er daarom beter meer rekening gehouden met de permanente ontwerfouten.

Daarnaast was de tutorial beter gegeven met een aparte keuken. Nu was het proces dat men eerst een tutorial deed, maar met dezelfde keukens die men daarna moest vergelijken met elkaar, en dan de opdracht. Doordat dezelfde keuken in de tutorial is gebruikt geworden, hadden 2 testpersonen de optie om naar een specifieke keuken te gaan helemaal niet gebruikt. Ze gaven achteraf de feedback dat ze dat niet gedaan hadden, omdat ze de keuken alreeds gezien hadden tijdens de tutorial. Een foutje dat dus best verbeterd wordt indien de studie opnieuw gedaan zou worden.

5.2.3 E-Kitch versus een verkoopbare applicatie

E-Kitch was klaar genoeg om te kunnen uittesten met een testpubliek, waarbij er een specifieke opdracht is gegeven, maar E-Kitch is zeker nog niet klaar om te verkopen op de markt. Zo zijn er verschillende bochten afgesneden om de implementatie makkelijker te maken, zoals bv. hardcoded keukenrichtlijnen. Doordat de focus niet op de implementatie ligt, is dit ook geen probleem. Veel hardcoded elementen zijn te linken aan het ontwerpen van de keukens. We hebben in deze bachelorthesis ons gefocust op het vergelijken en inspecteren, en hierbij is het niet belangrijk hoe bv. die keukenrichtlijnen geïmplementeerd zijn geworden, dat is een probleem voor de ontwerp-applicatie.

Hoofdstuk 6

Conclusie

In deze bachelorthesis is er gezocht naar een antwoord op de vraag: “Kan VR een meerwaarde bieden bij het vergelijken en uitkiezen van een bepaalde keuken”. Hiervoor is de applicatie E-Kitch ontworpen, waarmee een gebruiker op een gebruiksvriendelijke en slimme manier alternatieve ontwerpen voor een keuken kan vergelijken. Bij het kiezen van een bepaald keukenontwerp onderscheiden hebben we twee hoofdtaken: het ontwerpen van verschillende alternatieven en het vergelijken en evalueren van deze alternatieven. Het ontwerpen van een keuken is het werk van de (interieur-)architect. Zij gebruiken tools zoals AutoCAD om een bepaalde kamer te ontwerpen. Nadien kunnen zij de verschillende ontwerpen tonen aan de klant, die de kamers kan vergelijken met elkaar, in detail kan inspecteren en een bepaald kamerontwerp kan uitkiezen. Het vergelijken en inspecteren van de kamers is waar E-Kitch zijn intrede doet, aangezien het hoofddoel van deze bachelorthesis draait rond het ondersteunen van het maken van een beslissing met behulp van VR.

E-Kitch biedt twee hoofdfuncties aan de gebruiker: overzicht en detail. Het overzicht is bereikt door een bureau na te bouwen in VR, waarbij de keukens als miniaturen worden voorgesteld. Een gebruiker heeft zo de mogelijkheden om de miniaturen te sorteren, categoriseren, van dichtbij te bekijken en weg te gooien. Doordat het bureau een metafoor is met een bureau in het echt, is E-Kitch voor een beginnende gebruiker sneller aangeleerd. Dit is nodig voor een applicatie zoals E-Kitch, aangezien men niet elke dag een nieuwe keuken wil plaatsen. Het in detail bekijken van een keuken is bereikt door de keuken in realistische grootte weer te geven, waarbij de gebruiker er kan rondwandelen alsof het een echte kamer is. Daarnaast zijn er verschillende features die de gebruiker ondersteunen bij het inspecteren van een keuken, zoals de keukenrichtlijnen en verschillen tussen de keukens, de lichaamslengte aanpassen, de keuken er geanimeerd uit laten zien, met objecten interageren en tot slot ook snel van keuken kunnen verwisselen met behoud van het perspectief.

Eens E-Kitch helemaal geïmplementeerd was, waarbij er kritisch nagedacht werd bij iedere geïmplementeerde feature, is E-Kitch uitgetest door een testpubliek. Hierbij is zowel het gedrag als ook de visie bestudeerd. Uit de resultaten van deze exploratieve studie is gebleken dat een VR applicatie als E-Kitch wel effectief zou helpen om een keuze te maken tussen verschillende alternatieven. De testpersonen bevestigden dit expliciet door een hoge score te geven aan de nuttigheid van de applicatie en de aangeboden features. Daarnaast was de opdracht om een top 3 keukens te maken van de 5 keukens ook gelukt. Alle 5 de test personen hebben de keukens met de minste ontwerfouten voorop geplaatst en met de meeste ontwerfouten achteraan. Ook viel bij de exploratieve studie op dat de gebruikers, naar gelang de leeftijd, E-Kitch anders gebruikte dan verwacht. Zo had de oudere generatie enkel gebruik gemaakt van het bureau-overzicht, terwijl de jongere generatie eerder gebruik maakte van de joystick om naar de volgende en vorige keuken te navigeren. Op zich onverwacht gebruikersgedrag, maar wel zeer interessant als resultaat. In het algemeen was deze exploratieve studie ook een belangrijke afsluiter van de bachelorthesis. De scenario's, het gerelateerde werk en de applicatie kan men zien als een gestructureerde voorbereiding waarbij men opzoek gaat naar een eventuele oplossing. Of E-Kitch dan uiteindelijk een oplossing kan bieden om gebruikers te ondersteunen bij het vergelijken en inspecteren van keukens, werd pas bevestigd bij de exploratieve studie. De exploratieve studie kan echter gezien worden als voorbereiding voor een omvangrijkere user study, die omwille van Covid-19 niet uitgevoerd is kunnen worden. De exploratieve studie is desondanks zeer goed verlopen, waarbij er wel een aantal foutjes zijn opgedoken. Hierbij denken we aan een paar onduidelijke verschillen tussen de 5 aangeboden keukens, of de tutorial voorafgaand aan

de opdracht, die beter niet met dezelfde keukens gegeven was. Deze foutjes zijn echter vlot te herstellen indien een volwaardige user study zou volgen, waarbij ik dan denk aan meer testpersonen, verbeterde features en de studie verspreid over een langere tijdspanne.

Alhoewel de focus van deze bachelorproef ligt op E-Kitch, een applicatie waarbij keukens met elkaar vergeleken kunnen worden, zijn de resultaten van dit onderzoek zeker niet beperkt tot keukens. Indien men bv. een badkamer had gekozen om het vergelijken en inspecteren van verschillende kamers mee uit te testen, dan zouden er maar een paar features anders zijn geweest. Zo zouden de keukenrichtlijnen vervangen worden door badkamerrichtlijnen. Deze aanpassing is de enige die nodig is om de focus van keukens naar badkamers te verschuiven. Men zou ook winkelruimten of werkplaatsen kunnen vergelijken met elkaar, waarbij E-Kitch ook al reeds voor kan dienen, maar er naargelang ook nog kan gekeken worden naar andere richtlijnen, zoals bv. de ergonomie bij werkplaatsen. Men kan concluderen dat het resultaat vrij algemeen voor kamers geldt, maar er naar wens nog eventueel extra features kunnen toegevoegd worden afhankelijk van de soort ruimte.

E-Kitch biedt dus een antwoord op de vraag of VR nuttig zou zijn om ruimtes met elkaar te vergelijken. Bij het oplossen van deze vraag kwamen er echter een aantal vragen naar boven die buiten de scope van deze bachelorthesis liggen. Zo hebben we gekozen om bij E-Kitch een piemenu te implementeren als menu, maar het kan zijn dat er betere menu's beschikbaar zijn. Het piemenu was na een kritische overweging een degelijke keuze, die ook goed ontvangen is door de testpersonen van de exploratieve studie. Daarnaast hebben de testpersonen tijdens de exploratieve studie bepaalde commentaren gegeven zoals features die zij misten. In een vervolg van deze bachelorthesis zouden deze commentaren kunnen toegepast worden en kijken of de resultaten van E-Kitch ook effectief verbeteren. We hebben ons vooral gefocust op het vergelijken en inspecteren van keukens, waarbij we hard-coded keukens hebben geïmplementeerd als testmateriaal. Indien deze bachelorthesis een vervolg zou hebben, dan kan er eventueel ook een ontwerp-applicatie gemaakt kunnen worden om het proces volledig te maken, van ontwerpen tot kiezen, aangezien het ontwerpen van kamers als een aparte stap is beschouwd geworden, en dus buiten de scope ligt in deze bachelorthesis. Bij de keuze van de scope is er nagedacht geworden over waar de lijn zit tussen het ontwerpen en kiezen van een keuken. Deze is echter moeilijk te trekken. Zo hebben wij er in E-Kitch voor gekozen dat een koelkast verplaatsen bij de ontwerp-fase hoort, maar dit had evengoed als feature kunnen dienen bij het keuzeproces. De reden dat we dit bij de ontwerp-fase hebben gezet is omdat E-Kitch anders te druk zou worden. Daarnaast zou de gebruiker ook veel tijd verliezen met het wisselen van grote objecten. Door het verplaatsen van grote objecten bij de ontwerp-fase te plaatsen, is het voor de gebruiker makkelijker en sneller tijdens de vergelijkings-fase om een beslissing te maken.

In het algemeen is deze bachelorthesis vlot verlopen. Alhoewel de exploratieve studie door Covid-19 in beperkte mate gebeurd is, heeft het wel interessante inzichten opgeleverd. Het was de kers op de taart, aangezien E-Kitch zonder effectieve gebruikers evalueren eerder hypothetisch zou zijn. Er zijn nu effectieve resultaten uit kunnen gehaald worden, al moet erbij gezegd worden dat men rekening moet houden met het feit dat ze met een beperkt publiek is uitgevoerd, en het geen volledige user-study was. Tot slot is er met deze bachelorthesis ook de vraag "Kan VR een meerwaarde bieden bij het uitkiezen van een bepaalde keuken" beantwoordt. Het antwoord is namelijk ja.

Bibliografie

- [1] *16 Different decision making techniques to improve business outcomes.* en-GB. URL: <https://www.changeboard.com/article-details/16961/16-different-decision-making-techniques-to-improve-business-outcomes/> (bezocht op 09-05-2021).
- [2] ADA. URL: <https://www.ada.gov/> (bezocht op 12-04-2021).
- [3] Sanjay E Sarma Alexandre Armengol-Urpi. "Sublime: a hands-free virtual reality menu navigation system using a high-frequency SSVEP-based brain-computer interface". In: *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. 2018.
- [4] Amazon.com: Valve Index Controllers: Video Games. URL: <https://www.amazon.com/Valve-Index-Controllers-PC-Mac/dp/B086DJXXKV> (bezocht op 18-05-2021).
- [5] Ansi. *Ansi*. 2017. URL: <https://www.ansi.org/>.
- [6] AutoCAD-software — Prijzen en officiële AutoCAD 2022 kopen. nl-BE. URL: <https://www.autodesk.be/nl/products/autocad/overview> (bezocht op 15-06-2021).
- [7] Takumi Azai e.a. "Open Palm Menu: A Virtual Menu Placed in Front of the Palm". In: *Proceedings of the 9th Augmented Human International Conference*. AH '18. event-place: Seoul, Republic of Korea. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. ISBN: 978-1-4503-5415-8. DOI: 10.1145/3174910.3174929. URL: <https://doi.org/10.1145/3174910.3174929>.
- [8] Dennis Baker e.a. "Guidebook to Decision-Making Methods". In: (jan 2001).
- [9] *Beslissingsboom*. nl. Page Version ID: 56561504. Jun 2020. URL: <https://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Beslissingsboom&oldid=56561504> (bezocht op 15-06-2021).
- [10] bol.com — de winkel van ons allemaal. nl-NL. URL: <https://www.bol.com/nl/> (bezocht op 09-05-2021).
- [11] James Chen. *Heuristics*. en. URL: <https://www.investopedia.com/terms/h/heuristics.asp> (bezocht op 09-05-2021).
- [12] *Cumulative voting*. en. Page Version ID: 1024676993. Mei 2021. URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cumulative_voting&oldid=1024676993 (bezocht op 15-06-2021).
- [13] *Do Metaphors Make Web Browsers Easier to Use?* Mrt 2006. URL: <https://web.archive.org/web/20060330005652/http://www.baddesigns.com/mswebcnf.htm> (bezocht op 16-05-2021).
- [14] *Extremely Efficient Menu Selection: Marking Menus for the Flash Platform > b-log – betriebsraum weblog*. en. URL: <http://www.betriebsraum.de/blog/2009/12/11/extremely-efficient-menu-selection-marking-menus-for-the-flash-platform/> (bezocht op 24-05-2021).
- [15] Fabio Dela Antonio. *Oculus Quest 2: Recording Beat Saber in Mixed Reality with nothing but an iPad (no green screen)*. 2020. URL: https://www.youtube.com/watch?v=JL5e_moZ7XM (bezocht op 17-05-2021).
- [16] W. Freeman en C. D. Weissman. *Television control by hand gestures*. en. 1994. URL: /paper/Television-control-by-hand-gestures-Freeman-Weissman/2a09f8a9e38c0e000c0c4ab8249ba7ee71969241 (bezocht op 24-05-2021).
- [17] János Fülöp. "Introduction to Decision Making Methods". en. In: (), p. 15.
- [18] D. Gerber en Dominique Bechmann. "The spin menu: A menu system for virtual environments". In: 2005, p. 271–272. ISBN: 0-7803-8929-8. DOI: 10.1109/VR.2005.1492790.
- [19] Dominique Gerber en Dominique Bechmann. "Design and evaluation of the ring menu in virtual environments". In: Immersive Projection Technology (2004).
- [20] Chris Harrison, Hrvoje Benko en Andrew D. Wilson. "OmniTouch: wearable multitouch interaction everywhere". In: *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*. UIST '11. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, okt 2011, p. 441–450. ISBN: 978-1-4503-0716-1. DOI: 10.1145/2047196.2047255. URL: <https://doi.org/10.1145/2047196.2047255> (bezocht op 24-05-2021).

- [21] Ronan Hinchet e.a. "DextrES: Wearable Haptic Feedback for Grasping in VR via a Thin Form-Factor Electrostatic Brake". In: *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST '18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, okt 2018, p. 901–912. ISBN: 978-1-4503-5948-1. DOI: 10.1145/3242587.3242657. URL: <https://doi.org/10.1145/3242587.3242657> (bezocht op 24-05-2021).
- [22] *History of VR - Timeline of Events and Tech Development*. en. URL: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr> (bezocht op 16-05-2021).
- [23] *HTC Vive Review: de indrukwekkendste vr-ervaring tot nu toe*. NL. URL: <https://tweakers.net/reviews/4551/htc-vive-review-de-indrukwekkendste-vr-ervaring-tot-nu-toe.html> (bezocht op 15-06-2021).
- [24] *HTC Vive User Guide Shows How To Setup Your Play Area*. en-US. Feb 2016. URL: <https://www.androidheadlines.com/2016/02/htc-vive-user-guide-shows-setup-play-area.html> (bezocht op 15-06-2021).
- [25] *IKEA VR Experience op Steam*. nl. URL: https://store.steampowered.com/app/447270/IKEA_VR_Experience/ (bezocht op 10-05-2021).
- [26] *Keuze*. nl. Page Version ID: 55157223. Nov 2019. URL: <https://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Keuze&oldid=55157223> (bezocht op 03-05-2021).
- [27] David Kim e.a. "Digits: freehand 3D interactions anywhere using a wrist-worn gloveless sensor". In: *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology*. UIST '12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, okt 2012, p. 167–176. ISBN: 978-1-4503-1580-7. DOI: 10.1145/2380116.2380139. URL: <https://doi.org/10.1145/2380116.2380139> (bezocht op 24-05-2021).
- [28] Yang Li e.a. "Gesture interaction in virtual reality". en. In: *Virtual Reality & Intelligent Hardware* 1.1 (feb 2019), p. 84–112. ISSN: 2096-5796. DOI: 10.3724/SP.J.2096-5796.2018.0006. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096579619300075> (bezocht op 24-05-2021).
- [29] *Lighthouse - Virtual Reality and Augmented Reality Wiki - VR AR & XR Wiki*. URL: <https://xinreality.com/wiki/Lighthouse> (bezocht op 24-05-2021).
- [30] K.E. MacLean. "Designing with haptic feedback". In: *Proceedings 2000 ICRA. Millennium Conference. IEEE International Conference on Robotics and Automation. Symposia Proceedings (Cat. No.00CH37065)*. Deel 1. ISSN: 1050-4729. Apr 2000, 783–788 vol.1. DOI: 10.1109/ROBOT.2000.844146.
- [31] Mike Alger. *VR Interface Design Pre-Visualisation Methods*. 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=id86HeV-Vb8> (bezocht op 19-06-2021).
- [32] Richard A Newcombe e.a. "KinectFusion: Real-Time Dense Surface Mapping and Tracking". en. In: (), p. 10.
- [33] *OTM Technologies — Phree - Make the world your paper*. en-US. URL: <https://otmtech.com/> (bezocht op 24-05-2021).
- [34] E. Quah en Raymond Toh. "Cost-Benefit Analysis: Cases and Materials". In: 2011. DOI: 10.5860/choice.50-0989.
- [35] Stephen Richards e.a. "The Use of Metaphors in Iconic Interface Design". In: *Intelligent Tutoring Media* 5.2 (jul 1994). Publisher: Routledge _eprint: <https://doi.org/10.1080/14626269409408345>, p. 73–80. ISSN: 0957-9133. DOI: 10.1080/14626269409408345. URL: <https://doi.org/10.1080/14626269409408345> (bezocht op 16-05-2021).
- [36] Jonas Schjerlund. "Operationalizing height and scale in room-scale virtual reality". In: *Proceedings of the 10th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*. NordiCHI '18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, sep 2018, p. 716–720. ISBN: 978-1-4503-6437-9. DOI: 10.1145/3240167.3240254. URL: <https://doi.org/10.1145/3240167.3240254> (bezocht op 12-04-2021).
- [37] NKBA Staff. *NKBA*. en-US. URL: <https://nkba.org/> (bezocht op 12-04-2021).
- [38] Steam. *IKEA VR Experience*. 2016. URL: https://store.steampowered.com/app/447270/IKEA_VR_Experience/.
- [39] Steam. *IKEA VR Pancake Kitchen*. 2017. URL: https://store.steampowered.com/app/611120/IKEA_VR_Pancake_Kitchen/.
- [40] Steam. *Steam VR Home*. 2017. URL: <https://store.steampowered.com/news/app/250820/view/2898585530113881631>.
- [41] Ryo Suzuki e.a. "RoomShift: Room-scale Dynamic Haptics for VR with Furniture-moving Swarm Robots". In: *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*.

- CHI '20. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, apr 2020, p. 1–11. ISBN: 978-1-4503-6708-0. DOI: 10.1145/3313831.3376523. URL: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376523> (bezocht op 11-05-2021).
- [42] Unity Technologies. *Unity Real-Time Development Platform — 3D, 2D VR & AR Engine*. en. URL: <https://unity.com/> (bezocht op 18-05-2021).
- [43] *The Design and Implementation of Pie Menus – Dr. Dobb's Journal, Dec. 1991 — Don Hopkins*. Dec 2009. URL: <https://web.archive.org/web/20091225004939/http://www.donhopkins.com/drupal/node/98#> (bezocht op 24-05-2021).
- [44] *The Project Gutenberg eBook of Pygmalion's Spectacles, by Stanley G. Weinbaum*. URL: <https://www.gutenberg.org/files/22893/22893-h/22893-h.htm> (bezocht op 15-06-2021).
- [45] *The Sensorama: One of the First Functioning Efforts in Virtual Reality : History of Information*. URL: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=2785> (bezocht op 15-06-2021).
- [46] *The Thirty-One Kitchen Design Rules, Illustrated*. URL: <http://starcraftcustombuilders.com/kitchen.design.rules.htm> (bezocht op 11-05-2021).
- [47] *Three Simple Decision-Making Tools*. en-US. Sep 2017. URL: <https://idea-sandbox.com/blog/three-simple-decision-making-tools/> (bezocht op 09-05-2021).
- [48] *Tweakers - Wij stellen technologie op de proef*. URL: <https://tweakers.net/> (bezocht op 09-05-2021).
- [49] *Valve stopt met SteamVR voor de Mac*. nl. Mei 2020. URL: <https://www.onemorething.nl/2020/05/valve-stopt-met-steamvr-voor-de-mac/> (bezocht op 15-06-2021).
- [50] *Valves unity VR teleport system - Alpha and Omega foto (41234295) - Fanpop*. URL: <https://nl.fanpop.com/clubs/alpha-and-omega/images/41234295/title/valves-unity-vr-teleport-system-photo> (bezocht op 16-06-2021).
- [51] *What is a Decision Tree and How to Make One [Templates + Examples]*. en-US. Section: Beginner Guides. Aug 2019. URL: <https://venngage.com/blog/what-is-a-decision-tree/> (bezocht op 09-05-2021).
- [52] Charles Wheatstone. “XVIII. Contributions to the physiology of vision. —Part the first. On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision”. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 128 (jan 1838). Publisher: Royal Society, p. 371–394. DOI: 10.1098/rstl.1838.0019. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1838.0019> (bezocht op 16-05-2021).
- [53] *Zalando Dames — Kleding, schoenen en accessoires voor dames online*. URL: <https://www.zalando.be/dames-home/> (bezocht op 09-05-2021).

