



HoGent

Faculteit Bedrijf en Organisatie

React VR, een framework voor virtual reality applicaties te bouwen

Michiel Glibert

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

Promotor:
Johan Van Schoor
Co-promotor:
Jasper Dansercoer

Instelling: —

Academiejaar: 2017-2018

Tweede examenperiode

Faculteit Bedrijf en Organisatie

React VR, een framework voor virtual reality applicaties te bouwen

Michiel Glibert

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

Promotor:
Johan Van Schoor
Co-promotor:
Jasper Dansercoer

Instelling: —

Academiejaar: 2017-2018

Tweede examenperiode

Woord vooraf

Samenvatting

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus.

Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	15
1.1	Probleemstelling	16
1.2	Onderzoeksvraag	16
1.3	Onderzoeksdoelstelling	17
1.4	Opzet van deze bachelorproef	17
2	Stand van zaken	19
2.1	Virtual reality	19
2.2	Wanneer is iets virtual reality	19
2.2.1	3D of 4D	19
2.2.2	Augmented Reality	19
2.2.3	Virtual reality	19

2.3	Hoe werkt virtual reality	19
2.3.1	Stereoscopie	20
2.3.2	Virtuele ervaring	20
2.3.3	Interactie met de virtuele wereld	21
2.4	De gevolgen voor de gebruiker	22
2.4.1	User Experience	22
2.4.2	Fysiek	22
2.5	De mogelijke frameworks naast React VR	22
2.5.1	Web VR	22
2.5.2	Primrose	22
2.5.3	Agron.js	22
2.5.4	A-Frame	22
3	Methodologie	23
3.1	Dieper op de concepten van VR ingaan	23
3.2	Het framework, React VR, bestuderen	23
3.3	Onderzoeken hoe een gemiddelde persoon virtual reality ervaart	24
3.4	De doeleinden en stand van zaken van React VR	24
4	React VR	25
4.1	React.js	25
4.2	Het ruimtelijke systeem	25
4.3	Enkele belangrijke componenten	25
4.3.1	Pano	25
4.4	Input in VR	25

4.5	Developing in VR	25
4.6	Prestaties	25
5	Conclusie	27
A	Onderzoeksvoorstel	29
A.1	Introductie	29
A.2	State-of-the-art	29
A.3	Methodologie	30
A.4	Verwachte resultaten	30
A.5	Verwachte conclusies	30
	Bibliografie	31

Lijst van figuren

2.1 Stereoscopie voorbeeld.	20
----------------------------------	----

Lijst van tabellen

1. Inleiding

Virtual Reality, of in het Nederlands virtuele werkelijkheid, is een technologie die het mogelijk maakt om een bepaalde omgeving zowel auditief als visueel te simuleren en het gevoel te geven aan de gebruiker dat hij/zij zich echt bevindt in die omgeving. Men gaat letterlijk op de menselijke zintuigen gaan inspelen doormiddel van elektronica om dus de gebruiker een gevoel van realiteit te geven dat eigenlijk niet echt is. Het voornaamste apparaat dat hiervoor gebruikt wordt is een virtual reality bril. Dit is een bril waarmee voor elk oog een beeld van de virtuele wereld wordt weergegeven en waarbij dan ook rekening wordt gehouden met de afstand van de ogen. Deze brillen hebben meestal ook extra sensoren zoals bijvoorbeeld een gyroscoop die ook alle bewegingen met het hoofd opvolgt en weergeeft in de virtuele wereld.

De toepassingen waar dat virtual reality kan gebruikt worden zijn zeer uitgebreid. De bekendste hiervoor is entertainment, namelijk gaming. Hiermee kan men dus gaan simuleren alsof de persoon zich in het spel bevindt. Daarnaast kan men dit ook gebruiken voor 3D cinema waarbij men dus videofragmenten kan doen laten afspelen rondom de gebruiker. Ook een belangrijke toepassing is in het medische gebied. Men kan VR gaan gebruiken als behandeling tegen bepaalde aandoeningen zoals bepaalde fobiën en PTSS*. Daarnaast kan aan de hand van virtual reality bepaalde ingrepen gaan simuleren als training. Deze training kan dan een goede voorbereiding zijn op de echte ingreep. Het gebruik van VR als training komt ook voor in andere gebieden dan het medische, zoals in het leger, astronaut, vliegsimulators, ...

Virtual reality heeft dus zeker een ruim aanbod van toepassingsgebieden waarvoor het gebruikt kan worden. Maar toch is het ontwikkelen van virtual reality applicaties een grote uitdaging. Daar gaan wij dan ook dieper op in deze bachelor proef. Waar wij vooral de focus zullen leggen op het gebruik van React VR als virtual reality framework om

applicaties mee te bouwen.

1.1 Probleemstelling

Virtual reality is een nog opkomende trend die nog in zijn kinderschoenen staat. Hierdoor is het nog moeilijk om toe te treden tot deze markt aangezien de prijzen van deze virtual reality brillen soms hoog kunnen oplopen. Dit is momenteel nog een struikelblok voor de consument om de aankoop van een VR headset uit te stellen, maar zeker niet de enigste. In het artikel van (abarrera) wordt goed aangehaald wat precies de redenen zijn waarom VR headsets nog niet volledig aangeslaan zijn bij het publiek. Een andere zeer belangrijk probleem met VR momenteel is het tekort aan ontwikkelaars voor deze technologie. Een virtual reality applicatie is zeker niet hetzelfde als een gewone webapplicatie. Er moet ten eerste al letterlijk in 360°gedacht worden aangezien een persoon in VR perfect rond zich moet kunnen kijken. Daarnaast mogen we niet vergeten dat bepaalde beelden die ongepast zijn voor VR een negatieve weerslag kunnen geven aan de gebruiker en zelfs kan lijden tot fysieke pijn. Ten slotte is gaat het ontwikkelen van een virtual reality applicatie niet zomaar. Er is al snel nood aan een groot aantal frameworks zoals een manier om een 3D omgeving te ondersteunen. Dit kan voor een ontwikkelaar geen gemakkelijke taak zijn om zomaar aan te leren en dit zorgt er dan weer voor dat ontwikkelaars moeilijker de stap naar het ontwikkelen van een virtual reality applicatie gaan nemen.

React VR zou hier een oplossing voor moeten bieden. Dit framework biedt niet alleen een groot aantal componenten aan waarmee er al snel een solide VR app kan worden ontwikkelt, maar daarnaast wordt er bij React VR ook gebruik gemaakt van React JS en het daarbij horende javascript. Dit zorgt er dus voor dat de kloof tussen het ontwikkelen een webapplicatie en een virtual reality applicatie pakken kleiner wordt. Ook is het zo dat men voor deze apps uit te voeren niet verplicht een virtual reality headset hoeft te gebruiken aangezien deze applicaties gewoon in de browser kunnen worden uitgevoerd. Daarnaast zijn de mobiele virtual headsets, die voor React VR kunnen gebruikt worden, een pak goedkoper.

1.2 Onderzoeksvraag

Met de uitleg die ik zonet aangaf kunnen we een aantal onderzoeksvragen definiëren waar ik in mijn bachelorproef een antwoord tracht naar te vinden:

- Hoe ervaart een gebruiker een VR applicatie ontwikkeld met React VR ten opzichte van een gewone webapplicatie?
 - Hoe voelt de user experience aan
 - Wat zijn de fysieke opmerkingen?
- Voor welke doeleinden kan React VR gebruikt worden
- Is ReactVR al een goed framework voor volwaardige VR applicaties
- Wat is de performantie van React VR in de browser?

- Is er nood aan dure hardware?

1.3 Onderzoeksdoelstelling

Wat is het beoogde resultaat van je bachelorproef? Wat zijn de criteria voor succes? Beschrijf die zo concreet mogelijk.

1.4 Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen.

In Hoofdstuk ?? wordt er dieper ingegaan op het concept van virtual reality en wordt er bekeken welke mogelijk frameworks er momenteel beschikbaar zijn.

In Hoofdstuk 4 wordt React VR bestudeert en bekijken we enkele belangrijke onderwerpen van het framework.

In Hoofdstuk 5, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

2. Stand van zaken

2.1 Virtual reality

2.2 Wanneer is iets virtual reality

We weten al wat virtual reality is, maar wanneer is iets nu virtual reality. Er zijn namelijk nog een aantal andere vormen van valse realiteiten, maar wat zijn deze nu precies en wanneer kunnen we iets als VR aanzien.

2.2.1 3D of 4D

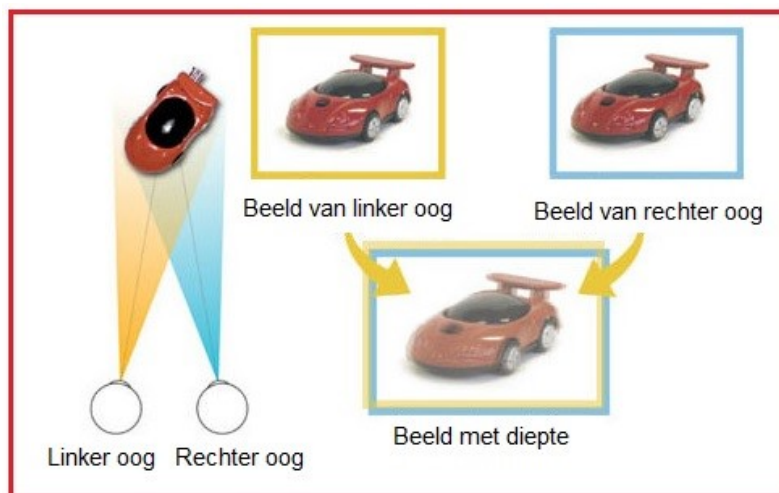
2.2.2 Augmented Reality

2.2.3 Virtual reality

De 4 keys

2.3 Hoe werkt virtual reality

Er werd al duidelijk gemaakt wat virtual reality precies is, maar het is ook belangrijk te weten hoe de technologie werkt. Er zal hier niet te technisch worden op ingegaan aangezien dit niet enorm relevant is voor deze bachelorproef, maar het is wel belangrijk om hiervan een beeld te scheppen.



Figuur 2.1: Stereoscopie voorbeeld.

2.3.1 Stereoscopie

Bij virtuele werkelijkheid wordt er gebruik gemaakt van een illusie. Dit doet men ten eerste a.d.h.v. stereoscopie. Hierbij gaat men diepte meegeven aan een afbeelding. Dit doet men door 2 afbeeldingen vanaf een verschillende afstand (meestal de afstand tussen de ogen) te maken. Hierna gaat men dit combineren tot één stereoafbeelding. Deze technologie wordt ook gebruikt bij 3D.

Door stereoscopie kan men dus diepte gaan simuleren. Hiermee is al een grote voorwaarde voldaan om iets realistisch te laten lijken, namelijk Immersion (key elements VR), onderdompeling. Zo kan men beter inschatten hoe ver en hoe groot een object is in de virtuele wereld. Men kan deze 2 afbeeldingen dan gaan tonen door zo een VR headset. Dit kan op meerdere manieren.

- Ofwel maakt men gebruik van een smartphone waarbij men dan een headset heeft waarbij gebruik wordt gemaakt van lenzen. Op de smartphone worden er 2 beelden geprojecteerd en zorgen de lenzen ervoor dat de omgeving ruimer lijkt dan het werkelijk is. Hiermee kan men dan op een goedkope manier virtuele realiteit gaan tonen. Maar dit is meestal ten koste van de kwaliteit doordat de resolutie op smartphones meestal te laag is voor virtuele werkelijkheid scherp te kunnen weergeven.
- Daarnaast heeft men de meer geavanceerde virtuele headsets. Hierbij is er per oog een scherm met een hoge resolutie. Deze tonen dan elk hun beeld en simuleren dan de virtuele omgeving. Deze headsets worden dan ook het meest gebruikt bij gaming, maar zijn automatisch ook een pak duurder en vereisen een krachtige computer.

2.3.2 Virtuele ervaring

Het is zo dat het niet enkel door de extra dimensie is dat het persé er al als werkelijkheid uitziet. Er zijn nog meerdere aspecten waarmee men rekening moet houden bij een virtuele

headset. Zo zijn de beelden per seconde, ofwel frames per second (FPS), van de schermen in die headsets zeer belangrijk. De 2 bekendste virtuele headsets momenteel op de markt, die dan vooral naar gaming gericht zijn, zijn de HTC vive en de Oculus Rift. Beide headsets maken gebruik van een 90Hz scherm. Dat wil zeggen dat er maximaal 90 beelden per seconde kunnen worden weergegeven. Hoe sneller, hoe realistischer. Een andere bekende headset, de Playstation VR, draait maar op 60Hz, 60 beelden per seconde dus. Bij smartphones kan dit nog lager liggen, tot 30Hz zelfs. Het is dus duidelijk dat de HTC vive en Oculus Rift een realistische ervaring zullen geven dan de Playstation VR of de smartphone.

Wat ook en grote impact kan hebben op de ervaring is latency. Latency is de hoeveelheid tijd er tussen zit als je een bepaalde input geeft en die dan wordt weergegeven in de virtuele wereld. Een goed voorbeeld hiervan is het moment dat je een stap vooruit zet, zal er een bepaalde hoeveelheid tijd zijn tot je vooruit beweegt in de virtuele wereld. Bij een te hoge latency zal de virtuele ervaring als heel slecht ervaren worden en zelfs vanaf er al een latency is van 20ms zal het menselijk brein duidelijk onderscheidt kunnen maken tussen iets dat echt is en iets dat vals is. Dit zal niet alleen meiden tot een mindere ervaring voor de gebruiker maar kan ook tot fysieke pijn leiden zoals motion sickness, iets dat ook voorkomt bij onze moderne manieren van transport bij bijvoorbeeld autorijden (wagenziekte). Het is dus zeer belangrijk dat deze latency zo laag mogelijk is, niet alleen voor de ervaring maar ook om ongemakkelijkheid bij de gebruiker te vermijden.

Ten laatste is de FOV, field of view ofwel het gezichtsveld in de virtuele wereld ook zeer belangrijk. Een mens ziet ongeveer 180° rond zich, maar dit kan oplopen tot 270° als er met de ogen bewogen wordt. De meeste headsets hebben maar een gezichtsveld tussen de 90° en 110°, wat dus eigenlijk niet genoeg is. Dit heeft dan ook een impact op de virtuele ervaring en kan ook hier opnieuw leiden tot motion sickness.

Als er dus niet wordt voldaan aan een hoge FPS, voldoende FOV en een lage latency zal dit dus een impact hebben op de virtuele ervaring. Hierdoor ontstaan dan fysieke ongemakken omdat het menselijk brein weet dat er iets niet klopt. Het is dus zeer belangrijk aan ontwikkelaars van virtuele applicaties om hiermee rekening te houden. Als een applicatie je ziek maakt, dan ga je dat automatisch ook minder of zelfs niet meer gebruiken.

2.3.3 Interactie met de virtuele wereld

Vandaag zijn we in staat om een virtuele wereld zeer realistisch weer te geven, maar toch blijft interactie met de virtuele wereld een moeilijk aspect van virtual reality en het is nochtans één van de belangrijkste. Wat men al sowieso goed doet, is rond je kunnen kijken in de virtuele wereld, dit werd al in de introductie vermeldt en gebeurt aan de hand van een gyroscoop. Maar hoe kan men dan bewegingen van de echte wereld gaan omzetten in die virtuele wereld?

Dit kan ten eerste gebeuren aan de hand van afstandsbediening. Men kan gebruik maken van een simpele afstandsbediening met joystick. Waarbij men dus gewoon in de virtuele wereld gaat bewegen als hoe men dit zou doen in een videospel, maar dit is natuurlijk niet

de perfecte ervaring aangezien er weinig rekening wordt gehouden met hoe de handen bewegen. Een betere oplossing hiervoor waren dan de controllers die ook bewegingen registreren (denk maar aan de Nintendo Wii). Dit is al een grote stap vooruit. Verder gaan we hier niet dieper op ingaan.

2.4 De gevolgen voor de gebruiker

Anders dan een gewone app...

2.4.1 User Experience

Hier dieper ingaan op hoe het moet gebouwd worden => piramide

2.4.2 Fysiek

Hier dieper ingaan op de fysieke gevolgen (misselijkheid)

2.5 De mogelijke frameworks naast React VR

Het ontwikkelen van virtual reality applicaties gaat natuurlijk niet zomaar en vereisen een goede technische kennis. Zeker het feit dat je in een wereld zit waar er volledig om zich kan worden gekeken en ook eventueel bewogen worden is natuurlijk een grote uitdaging. Om dit allemaal makkelijker te maken zijn er momenteel al een aantal frameworks beschikbaar die het ontwikkelen van virtual reality applicaties een pak makkelijker maken. Naast React VR bestaan er nog een aantal mogelijke frameworks.

2.5.1 Web VR

2.5.2 Primrose

2.5.3 Agron.js

2.5.4 A-Frame

3. Methodologie

3.1 Dieper op de concepten van VR ingaan

Eerst zullen we dieper op virtual reality zelf ingaan. We gaan bekijken hoe virtual reality precies werkt, hoe het geëvolueerd is over de voorbije jaren en wat de mogelijke frameworks momenteel zijn voor het maken van een virtual reality applicatie. We bekijken ook de gevolgen voor de gebruiker van een virtual reality applicatie, dit is namelijk geen gewone webpagina meer. Ten slotte gaan we ook nog kort zien wat de toekomst van virtual reality is en of het wel degelijk the next big thing kan worden.

3.2 Het framework, React VR, bestuderen

Vervolgens gaan we over naar het React VR framework. We gaan eerst kort React.JS zelf bekijken. Hiermee wordt React VR namelijk opgebouwd en is dus cruciaal om hier ook kennis over te hebben. Daarna zullen we de belangrijkste delen van het React VR framework gaan bekijken. Zowel de manier van opbouw in de applicatie, als de beschikbare componenten in het framework. Ten slotte nemen we een kijkje naar hoe zo een React VR applicatie presteert.

3.3 Onderzoeken hoe een gemiddelde persoon virtual reality ervaart

Daarna kunnen we met al de informatie die we verworven hebben doormiddel van React VR enkele eenvoudige applicaties gaan maken. Deze applicaties zullen getest worden door enkele personen en zij zullen dan hun mening geven a.d.h.v. een korte vragenlijst. Deze zal dan een beter inzicht geven in hoe een persoon een virtual reality applicatie ervaart. App 1 De eerste applicatie zal de simpelste zijn. Dit is een applicatie waarbij de nadruk ligt op het simuleren van een echt omgeving. Hiervoor zal een gebied dat echt bestaat in 360° worden weergegeven met het bijhorende omgevingsgeluid. App 2 De 2de applicatie zal meer de nadruk leggen op de interactie met de virtuele wereld. Er zal hier dus vooral gekeken worden naar de input mogelijkheden en hoe de gebruiker dit ervaart. App 3 ...?

3.4 De doeleinden en stand van zaken van React VR

Ten slotte zullen we een besluit opmaken van React VR. We gaan bekijken voor welke doeleinden we React VR zouden kunnen gebruiken en hoe het scoort op vlak van performantie. Hier gaan we dan een stand van zaken opstellen hoe React VR scoort als framework voor virtual reality. We zullen dan ook een conclusie kunnen opmaken van dit onderzoek.

4. React VR

4.1 React.js

4.2 Het ruimtelijke systeem

4.3 Enkele belangrijke componenten

4.3.1 Pano

`<Pano></Pano>`

4.4 Input in VR

4.5 Developing in VR

4.6 Prestaties

5. Conclusie

Curabitur nunc magna, posuere eget, venenatis eu, vehicula ac, velit. Aenean ornare, massa a accumsan pulvinar, quam lorem laoreet purus, eu sodales magna risus molestie lorem. Nunc erat velit, hendrerit quis, malesuada ut, aliquam vitae, wisi. Sed posuere. Suspendisse ipsum arcu, scelerisque nec, aliquam eu, molestie tincidunt, justo. Phasellus iaculis. Sed posuere lorem non ipsum. Pellentesque dapibus. Suspendisse quam libero, laoreet a, tincidunt eget, consequat at, est. Nullam ut lectus non enim consequat facilisis. Mauris leo. Quisque pede ligula, auctor vel, pellentesque vel, posuere id, turpis. Cras ipsum sem, cursus et, facilisis ut, tempus euismod, quam. Suspendisse tristique dolor eu orci. Mauris mattis. Aenean semper. Vivamus tortor magna, facilisis id, varius mattis, hendrerit in, justo. Integer purus.

Vivamus adipiscing. Curabitur imperdiet tempus turpis. Vivamus sapien dolor, congue venenatis, euismod eget, porta rhoncus, magna. Proin condimentum pretium enim. Fusce fringilla, libero et venenatis facilisis, eros enim cursus arcu, vitae facilisis odio augue vitae orci. Aliquam varius nibh ut odio. Sed condimentum condimentum nunc. Pellentesque eget massa. Pellentesque quis mauris. Donec ut ligula ac pede pulvinar lobortis. Pellentesque euismod. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent elit. Ut laoreet ornare est. Phasellus gravida vulputate nulla. Donec sit amet arcu ut sem tempor malesuada. Praesent hendrerit augue in urna. Proin enim ante, ornare vel, consequat ut, blandit in, justo. Donec felis elit, dignissim sed, sagittis ut, ullamcorper a, nulla. Aenean pharetra vulputate odio.

Quisque enim. Proin velit neque, tristique eu, eleifend eget, vestibulum nec, lacus. Vivamus odio. Duis odio urna, vehicula in, elementum aliquam, aliquet laoreet, tellus. Sed velit. Sed vel mi ac elit aliquet interdum. Etiam sapien neque, convallis et, aliquet vel, auctor non, arcu. Aliquam suscipit aliquam lectus. Proin tincidunt magna sed wisi. Integer blandit

lacus ut lorem. Sed luctus justo sed enim.

Morbi malesuada hendrerit dui. Nunc mauris leo, dapibus sit amet, vestibulum et, commodo id, est. Pellentesque purus. Pellentesque tristique, nunc ac pulvinar adipiscing, justo eros consequat lectus, sit amet posuere lectus neque vel augue. Cras consectetur libero ac eros. Ut eget massa. Fusce sit amet enim eleifend sem dictum auctor. In eget risus luctus wisi convallis pulvinar. Vivamus sapien risus, tempor in, viverra in, aliquet pellentesque, eros. Aliquam euismod libero a sem.

Nunc velit augue, scelerisque dignissim, lobortis et, aliquam in, risus. In eu eros. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Curabitur vulputate elit viverra augue. Mauris fringilla, tortor sit amet malesuada mollis, sapien mi dapibus odio, ac imperdiet ligula enim eget nisl. Quisque vitae pede a pede aliquet suscipit. Phasellus tellus pede, viverra vestibulum, gravida id, laoreet in, justo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Integer commodo luctus lectus. Mauris justo. Duis varius eros. Sed quam. Cras lacus eros, rutrum eget, varius quis, convallis iaculis, velit. Mauris imperdiet, metus at tristique venenatis, purus neque pellentesque mauris, a ultrices elit lacus nec tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent malesuada. Nam lacus lectus, auctor sit amet, malesuada vel, elementum eget, metus. Duis neque pede, facilisis eget, egestas elementum, nonummy id, neque.

A. Onderzoeksvoorstel

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

A.1 Introductie

Hier introduceer je werk. Je hoeft hier nog niet te technisch te gaan.

Je beschrijft zeker:

- de probleemstelling en context
- de motivatie en relevantie voor het onderzoek
- de doelstelling en onderzoeksvraag/-vragen

A.2 State-of-the-art

Hier beschrijf je de *state-of-the-art* rondom je gekozen onderzoeksdomein. Dit kan bijvoorbeeld een literatuurstudie zijn. Je mag de titel van deze sectie ook aanpassen (literatuurstudie, stand van zaken, enz.). Zijn er al gelijkaardige onderzoeken gevoerd? Wat concluderen ze? Wat is het verschil met jouw onderzoek? Wat is de relevantie met jouw onderzoek?

Verwijs bij elke introductie van een term of bewering over het domein naar de vakliteratuur, bijvoorbeeld (Doll & Hill, 1954)! Denk zeker goed na welke werken je refereert en

waarom.

Je mag gerust gebruik maken van subsecties in dit onderdeel.

A.3 Methodologie

Hier beschrijf je hoe je van plan bent het onderzoek te voeren. Welke onderzoekstechniek ga je toepassen om elk van je onderzoeksvragen te beantwoorden? Gebruik je hiervoor experimenten, vragenlijsten, simulaties? Je beschrijft ook al welke tools je denkt hiervoor te gebruiken of te ontwikkelen.

A.4 Verwachte resultaten

Hier beschrijf je welke resultaten je verwacht. Als je metingen en simulaties uitvoert, kan je hier al mock-ups maken van de grafieken samen met de verwachte conclusies. Benoem zeker al je assen en de stukken van de grafiek die je gaat gebruiken. Dit zorgt ervoor dat je concreet weet hoe je je data gaat moeten structureren.

A.5 Verwachte conclusies

Hier beschrijf je wat je verwacht uit je onderzoek, met de motivatie waarom. Het is **niet** erg indien uit je onderzoek andere resultaten en conclusies vloeien dan dat je hier beschrijft: het is dan juist interessant om te onderzoeken waarom jouw hypothesen niet overeenkomen met de resultaten.

Bibliografie

Doll, R. & Hill, A. B. (1954). The mortality of doctors in relation to their smoking habits: a preliminary report. *British Medical Journal*, 328(7455), 1529–1533.