

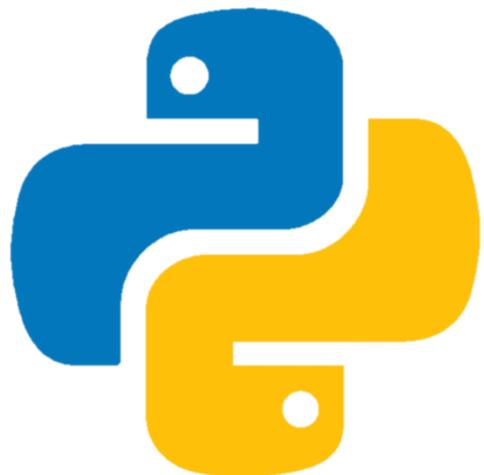
HoGent

SERIOUS GAMING

Graduaatsproef



x



Kyran Meganck

2025-2026

Afstudeerwerkstuk – Graduaatsproef

SERIOUS GAMING

Door

Kyran Meganck

289165km

Graduaatsproef

Graduaat Programmeren

Hogeschool Gent

Onder begeleiding van

Promotor: Luc Vervoort

Copromotor: Wim Delvaux

Inhoudstafel

1.	Samenvatting	3
2.	Summary	4
3.	Introductie & context.....	5
4.	Doelstelling van het project	6
5.	Technische uitwerking.....	7
5.1	De CARLA-simulator.....	7
5.2	Python als aansturingslaag	7
5.3	Opzet van de rijervaring	8
5.4	Gebruikersinterface en feedback (Pygame)	9
6.	Resultaat	10
7.	Reflectie en leerproces	11
8.	Conclusie	12
9.	Bronnenlijst.....	12

1. Samenvatting

Als opdracht voor mijn graadsproef kreeg ik de mogelijkheid om een technisch project uit te werken binnen een maatschappelijk relevante context. Binnen de opleiding loopt er een samenwerking tussen Hogeschool Gent, de Vrije Universiteit Brussel en het UZ Brussel rond het gebruik van serious gaming als hulpmiddel binnen revalidatie. Het doel van deze samenwerking is om personen met cognitieve beperkingen opnieuw te laten oefenen in alledaagse situaties aan de hand van een veilige en gecontroleerde virtuele omgeving.

Voor mijn graadsproef heb ik gewerkt aan het ontwikkelen van een realistische virtuele rijomgeving met behulp van de open-source CARLA-simulator. Deze simulator laat toe om stedelijke verkeersomgevingen na te bootsen waarin gebruikers een voertuig kunnen besturen en geconfronteerd worden met herkenbare verkeerssituaties. De simulator wordt aangestuurd via Python, waarmee voertuigen, verkeersstromen en gebruikersinteracties geconfigureerd en beheerd kunnen worden.

Deze opdracht werd mij toegewezen doordat mijn stage reeds afgerond was en ik mijn graadsproef niet meer binnen een stagecontext kon uitvoeren. De docent stelde mij dit project voor als alternatief, waarbij ik de kans kreeg om te werken rond een technisch uitdagend en innovatief onderwerp. Hoewel dit project niet voortkwam uit een eigen initiatie keuze, sprak het thema mij wel aan door de link met gaming en interactieve technologie. Tegelijk vormde het project een duidelijke uitdaging, aangezien ik vooraf nog geen ervaring had met de programmeertaal Python. Het werken met een nieuwe programmeertaal en een onbekende simulatieomgeving dwong mij om buiten mijn comfortzone te treden en nieuwe vaardigheden aan te leren.

Tijdens de uitwerking van dit project heb ik niet alleen technische kennis opgedaan over Python en simulatiesoftware, maar ook inzicht gekregen in hoe technologie ingezet kan worden binnen de gezondheidszorg. Het project werd opgezet als een proof of concept, met als doel aan te tonen dat het technisch en praktisch haalbaar is om een virtuele rijomgeving te gebruiken binnen een revalidatiecontext. Door gebruik te maken van bestaande simulatiesoftware kon de focus gelegd worden op de kernfunctionaliteiten en de uitbreidbaarheid van het systeem, eerder dan op een volledig afgewerkt eindproduct.

Deze graadsproef vormt een solide basis voor verdere uitbreiding en toekomstig onderzoek binnen het domein van serious gaming en revalidatie, waarbij onder meer meer gerichte trainingsscenario's en gebruikersanalyse mogelijk verder onderzocht kunnen worden.

GitHub repository: <https://github.com/KyranM/Carla-Project>

2. Summary

As part of my graduation project, I was given the opportunity to work on a technical assignment within a socially relevant context. Within the programme, there is an ongoing collaboration between Hogeschool Gent, the Vrije Universiteit Brussel and UZ Brussel that focuses on the use of serious gaming as a tool within rehabilitation. The aim of this collaboration is to allow people with cognitive impairments to practise everyday situations again by means of a safe and controlled virtual environment.

For my graduation project, I worked on the development of a realistic virtual driving environment using the open-source CARLA simulator. This simulator makes it possible to recreate urban traffic environments in which users can control a vehicle and are confronted with recognisable traffic situations. The simulator is controlled via Python, which allows vehicles, traffic flows and user interactions to be configured and managed.

This assignment was assigned to me because I had already completed my internship and was therefore unable to carry out my graduation project within an internship context. As an alternative, the lecturer proposed this project, giving me the opportunity to work on a technically challenging and innovative topic. Although the project did not originate from an initial personal choice, the subject appealed to me due to its connection with gaming and interactive technology. At the same time, the project posed a clear challenge, as I had no prior experience with the Python programming language. Working with a new programming language and an unfamiliar simulation environment required me to step outside my comfort zone and acquire new technical skills.

During the development of this project, I not only gained technical knowledge of Python and simulation software, but also developed insight into how technology can be applied within the healthcare sector. The project was set up as a proof of concept, with the objective of demonstrating the technical and practical feasibility of using a virtual driving environment within a rehabilitation context. By making use of existing simulation software, the focus could be placed on core functionalities and the system's potential for further expansion, rather than on delivering a fully finished end product.

This graduation project provides a solid foundation for further development and future research within the domain of serious gaming and rehabilitation, including the possible addition of more specialised training scenarios and user data analysis.

GitHub repository: <https://github.com/KyranM/Carla-Project>

3. Introductie & context

De snelle evolutie van digitale technologieën biedt steeds meer mogelijkheden om innovatieve toepassingen te ontwikkelen binnen verschillende maatschappelijke domeinen. Eén van deze domeinen is de gezondheidszorg, waar technologie een steeds belangrijkere rol speelt in het ondersteunen van revalidatie en therapie. In het bijzonder wordt er steeds vaker gekeken naar het potentieel van *serious gaming*, waarbij spelementen ingezet worden voor doeleinden die verder gaan dan puur entertainment.

Binnen een revalidatiecontext kan serious gaming bijdragen aan het trainen en stimuleren van cognitieve vaardigheden op een motiverende en veilige manier. Door gebruik te maken van interactieve en virtuele omgevingen kunnen gebruikers herhaaldelijk oefenen in realistische situaties, zonder blootgesteld te worden aan de risico's van de echte wereld. Dit is vooral relevant voor personen met cognitieve beperkingen, voor wie dagelijkse handelingen zoals deelnemen aan het verkeer een grote uitdaging kunnen vormen.

Binnen de opleiding Graduaat Programmeren aan Hogeschool Gent loopt er een samenwerking met de Vrije Universiteit Brussel en het UZ Brussel rond het onderzoeken van dergelijke toepassingen van serious gaming. Deze samenwerking richt zich op het ontwikkelen en evalueren van technologische oplossingen die ingezet kunnen worden als hulpmiddel binnen revalidatieprogramma's. In dit kader werd het idee geformuleerd om een virtuele rijomgeving te gebruiken als oefen- en trainingsmiddel.

Dit afstudeerwerkstuk bouwt verder op dit onderzoeksgebied door het ontwikkelen van een virtuele rij-simulatie met behulp van de open-source CARLA-simulator. CARLA is een geavanceerde simulator die toelaat om realistische stedelijke verkeersomgevingen te creëren, inclusief voertuigen, verkeersregels en andere weggebruikers. Door deze simulatie aan te sturen via de programmeertaal Python kunnen verschillende verkeersscenario's en interacties opgezet worden, waardoor een levendige rijervaring ontstaat.

Het project werd opgezet als een proof of concept, met als doel om de technische en praktische haalbaarheid van een dergelijke virtuele rijomgeving aan te tonen binnen een revalidatiecontext. De focus ligt hierbij niet op medische validatie of klinische toepassing, maar op het verkennen van de mogelijkheden en het aantonen van het potentieel van deze technologie. Dit maakt het project relevant binnen zowel een technische als maatschappelijke context en vormt een solide basis voor verdere ontwikkeling en toekomstig onderzoek.

4. Doelstelling van het project

Het doel van dit afstudeerwerkstuk is het ontwikkelen van een proof of concept van een virtuele rijomgeving die ingezet kan worden binnen een revalidatiecontext. Het project richt zich op het aantonen van de technische en praktische haalbaarheid van het gebruik van een realistische rijsimulatie als hulpmiddel binnen serious gaming.

Concreet heeft dit project als doel om met behulp van de CARLA-simulator een interactieve stedelijke verkeersomgeving te creëren waarin een gebruiker een voertuig kan besturen op een zo realistisch mogelijke manier. Hierbij wordt gestreefd naar het zo accuraat mogelijk nabootsen van een echte rijervaring, waarbij essentiële rijhandelingen zoals versnellen, vertragen, sturen en reageren op de verkeersomgeving centraal staan. Door deze basisfunctionaliteiten correct te implementeren, ontstaat een geloofwaardige en bruikbare simulatieomgeving.

De simulatie wordt aangestuurd via de programmeertaal Python, die instaat voor het configureren en aansturen van voertuigen, verkeersstromen en gebruikersinteracties. Hierbij ligt de focus op het correct functioneren van de rijmechanismen en de interactie met de gesimuleerde omgeving, eerder dan op visuele verfijning of geavanceerde hardware-integratie.

Een bijkomende doelstelling van dit project is het uitbreiden van de eigen technische kennis en vaardigheden. Aangezien de programmeertaal Python en de CARLA-simulator voor aanvang van dit project onbekend waren, lag de nadruk op het aanleren en toepassen van nieuwe technologieën binnen een concrete en praktijkgerichte opdracht.

Het project heeft niet als doel om een medisch gevalideerd revalidatie-instrument of een volledig afgewerkt eindproduct te ontwikkelen. De nadruk ligt op het aantonen van het potentieel van een realistische virtuele rijomgeving binnen een revalidatiecontext en op het creëren van een technisch onderbouwde basis die in de toekomst verder uitgebreid kan worden.

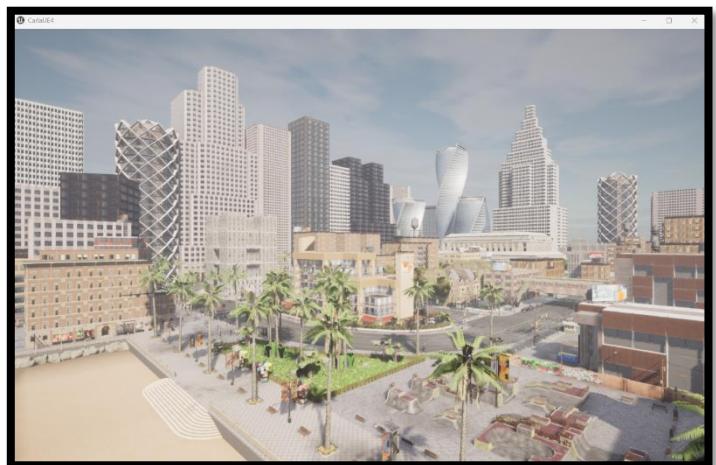
5. Technische uitwerking

5.1 De CARLA-simulator

Voor de realisatie van dit project werd gebruikgemaakt van de open-source CARLA-simulator. CARLA is een geavanceerde simulatieomgeving die ontwikkeld werd voor het testen en onderzoeken van autonome voertuigen, maar die ook zeer geschikt is voor het creëren van realistische rijomgevingen. De simulator maakt het mogelijk om stedelijke omgevingen te genereren met wegen, verkeersborden, verkeerslichten en andere weggebruikers, wat bijdraagt aan een geloofwaardige verkeerssituatie.

Een belangrijk voordeel van CARLA is de hoge mate van realisme. Zowel de fysica van voertuigen als de interactie met de omgeving worden gesimuleerd, waardoor rijhandelingen zoals versnellen, vertragen en sturen op een natuurlijke manier kunnen worden nagebootst. Daarnaast laat CARLA toe om verschillende weersomstandigheden, tijdstippen en verkeersdrukte in te stellen, wat het mogelijk maakt om uiteenlopende scenario's te creëren.

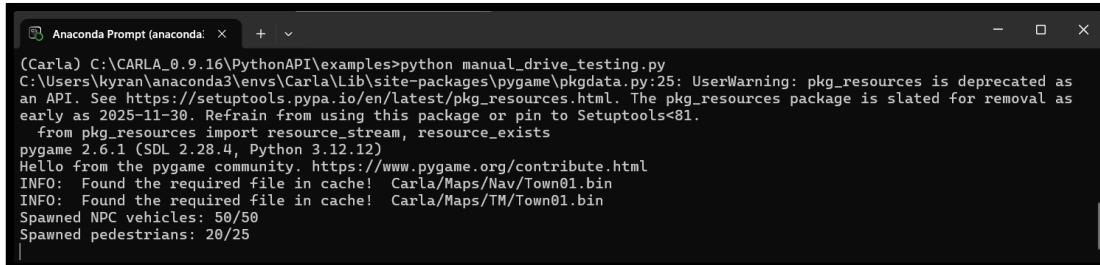
Binnen dit project werd CARLA gebruikt als basisplatform om een virtuele rijervaring op te bouwen. De focus lag hierbij op het correct functioneren van de rijmechanismen en het creëren van een stabiele simulatieomgeving, eerder dan op het volledig benutten van alle geavanceerde mogelijkheden die CARLA biedt.



5.2 Python als aansturingslaag

De CARLA-simulator wordt aangestuurd via de programmeertaal Python, die fungeert als de verbindende schakel tussen de gebruiker en de simulatieomgeving. Python werd gebruikt om voertuigen te genereren, verkeersstromen te configureren en gebruikersinput te verwerken. Via scripts konden verschillende onderdelen van de simulatie dynamisch worden aangestuurd.

Voor het uitvoeren en beheren van de Python-scripts werd gebruikgemaakt van Anaconda Prompt. Anaconda biedt een overzichtelijke ontwikkelomgeving waarin Python en de benodigde libraries eenvoudig beheerd kunnen worden. Dit maakte het mogelijk om afhankelijkheden correct te installeren en conflicten tussen versies te vermijden, wat bijdroeg aan de stabiliteit van de ontwikkelomgeving.



```
(Carla) C:\CARLA_0.9.16\PythonAPI\examples>python manual_drive_testing.py
C:\Users\kyran\anaconda3\envs\Carla\lib\site-packages\pygame\pkgdata.py:25: UserWarning: pkg_resources is deprecated as
an API. See https://setuptools.pypa.io/en/latest/pkg_resources.html. The pkg_resources package is slated for removal as
early as 2025-11-30. Refrain from using this package or pin to Setuptools<81.
  from pkg_resources import resource_stream, resource_exists
pygame 2.6.1 (SDL 2.28.4, Python 3.12.12)
Hello from the pygame community. https://www.pygame.org/contribute.html
INFO: Found the required file in cache! Carla/Maps/Nav/Town01.bin
INFO: Found the required file in cache! Carla/Maps/TM/Town01.bin
Spawned NPC vehicles: 50/50
Spawned pedestrians: 20/25
```

Aangezien Python voor aanvang van dit project een onbekende programmeertaal was, vergde het werken met deze taal een aanpassingsperiode. Door het actief toepassen van Python binnen een concrete context werd echter snel inzicht verkregen in de basisprincipes, zoals het werken met objecten, functies en externe libraries. De Python-API van CARLA bood hierbij voldoende documentatie om de simulatie stap voor stap te configureren.

Binnen de scripts werd onder meer bepaald welk voertuig de gebruiker bestuurt, hoe het voertuig reageert op gebruikersinput en hoe de interactie met de omgeving verloopt. Deze aanpak maakte het mogelijk om de rijervaring flexibel aan te passen en uit te breiden zonder de onderliggende simulatie te moeten herstructureren.

5.3 Opzet van de rijervaring

De kern van dit project bestaat uit het zo accuraat mogelijk nabootsen van een realistische rijervaring. Hiervoor werd de focus gelegd op essentiële rijhandelingen zoals versnellen, vertragen en sturen. Deze handelingen werden vertaald naar gebruikersinput die via Python wordt doorgegeven aan het voertuig binnen de CARLA-simulator.

De gebruiker bestuurt één voertuig binnen een gesimuleerde stedelijke omgeving waarin ook andere voertuigen en verkeersobjecten aanwezig zijn. Door rekening te houden met voertuigfysica en verkeersregels ontstaat een geloofwaardige rijervaring die vergelijkbaar is met reële verkeerssituaties. Het doel hierbij is niet om een spel te creëren, maar om een functionele simulatie die als oefenomgeving kan dienen.

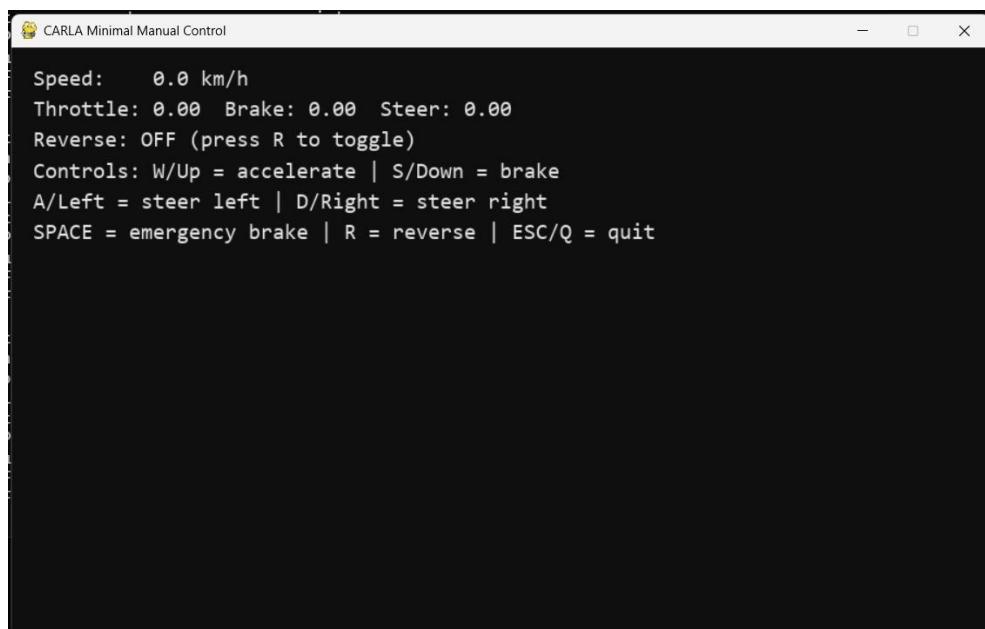
De opzet van de rijervaring werd bewust eenvoudig gehouden om de stabiliteit en betrouwbaarheid van de simulatie te garanderen. Complexere elementen, zoals gespecialiseerde trainingsscenario's of geavanceerde invoerapparatuur, vallen buiten de scope van dit proof of concept, maar kunnen in de toekomst wel toegevoegd worden.

5.4 Gebruikersinterface en feedback (Pygame)

Om de rijervaring inzichtelijker te maken voor de gebruiker, werd gebruikgemaakt van Pygame als eenvoudige gebruikersinterface. Pygame werd ingezet om tijdens het rijden realtime informatie weer te geven, zoals de huidige snelheid van het voertuig, het aantal frames per seconde (FPS) en de status van gebruikersinput zoals gas, rem en stuurhoek.

Deze interface fungeert als een visuele feedbacklaag bovenop de simulatie en maakt het mogelijk om onmiddellijk te zien hoe gebruikersinput wordt vertaald naar voertuiggedrag binnen de CARLA-simulator. Hierdoor wordt het verband tussen versnellen, vertragen en sturen duidelijk zichtbaar, wat bijdraagt aan een beter begrip van de rijervaring.

Daarnaast bevat de interface basisinstructies voor de bediening, zoals welke toetsen gebruikt worden voor gas geven, remmen, sturen en het activeren van de handrem. De interface werd bewust eenvoudig en functioneel gehouden, zodat de focus blijft liggen op de rijervaring zelf en niet op visuele complexiteit of afleiding.



6. Resultaat

Het resultaat van dit afstudeerwerkstuk is een werkend proof of concept van een virtuele rijomgeving die een realistische rijervaring nabootst binnen een gesimuleerde stedelijke context. De gebruiker kan een voertuig besturen en wordt geconfronteerd met herkenbare verkeerssituaties, waarbij essentiële rijhandelingen zoals versnellen, vertragen en sturen correct functioneren.

Bij het opstarten van de simulatie wordt een stedelijke omgeving geladen binnen de CARLA-simulator. De gebruiker bestuurt één voertuig dat reageert op realtime gebruikersinput. Door gebruik te maken van voertuigfysica en verkeersregels ontstaat een geloofwaardige rijervaring die aansluit bij het doel van het project. Andere voertuigen en verkeersobjecten zorgen voor extra context en realisme binnen de simulatie.

Tijdens het rijden wordt de gebruiker ondersteund door een eenvoudige gebruikersinterface, ontwikkeld met Pygame. Deze interface toont realtime informatie zoals de huidige snelheid van het voertuig, de frames per seconde (FPS) en de status van rij-invoer, waaronder gas, rem en stuurhoek. Hierdoor krijgt de gebruiker onmiddellijke feedback over zijn of haar rijgedrag, wat bijdraagt aan de controleerbaarheid en begrijpelijkheid van de simulatie.

Het proof of concept toont aan dat het technisch haalbaar is om een virtuele rijomgeving op te zetten waarin een realistische rijervaring centraal staat. De basisfunctionaliteiten functioneren stabiel en consistent, waardoor de simulatie geschikt is als uitgangspunt voor verdere uitbreiding. Hoewel het project niet gericht is op medische validatie of uitgebreide gebruikersstudies, illustreert het resultaat duidelijk het potentieel van een virtuele rijomgeving binnen een revalidatiecontext.

7. Reflectie en leerproces

Tijdens de uitwerking van dit afstudeerwerkstuk heb ik op verschillende vlakken nieuwe kennis en vaardigheden opgedaan. Aangezien zowel de programmeertaal Python als de CARLA-simulator voor aanvang van dit project onbekend waren, vormde dit project een duidelijke uitdaging. Door actief met deze technologieën aan de slag te gaan, kon ik stap voor stap vertrouwd raken met een nieuwe manier van werken en denken.

Een belangrijk leerpunt binnen dit project was het werken met Python in combinatie met een externe simulatieomgeving. Het aansturen van de CARLA-simulator via Python-scripts vereiste inzicht in zowel de structuur van de simulator als in de logica van de programmeertaal. In het begin vergde dit veel experimenteren en opzoeken van documentatie, maar na verloop van tijd werd het eenvoudiger om de verschillende onderdelen correct met elkaar te laten samenwerken.

Bij het aanleren van deze nieuwe technologieën speelde zelfstudie een belangrijke rol. Naast officiële documentatie werd er intensief gebruikgemaakt van online bronnen, waaronder diverse YouTube-video's en tutorials, om inzicht te krijgen in zowel Python als de werking van de CARLA-simulator. Deze combinatie van verschillende leermiddelen hielp om abstracte concepten beter te begrijpen en praktisch toe te passen binnen het project.

Naast de technische leerpunten bood dit project ook inzicht in mijn eigen manier van werken. Tijdens de uitvoering merkte ik dat mijn planning niet altijd optimaal verliep. Door uitstelgedrag schoof bepaalde taken soms te ver naar achter, wat leidde tot tijdsdruk in latere fases van het project. Dit maakte duidelijk dat een betere taakverdeling en een meer gestructureerde planning noodzakelijk zijn bij grotere projecten.

Tegelijkertijd leerde ik om hier bewust mee om te gaan en mezelf bij te sturen wanneer nodig. Het project toonde aan dat technische vooruitgang niet alleen afhankelijk is van kennis, maar ook van discipline en zelforganisatie. Deze inzichten vormen waardevolle leerpunten die ik zal meenemen naar toekomstige projecten en professionele contexten.

Tot slot heeft dit afstudeerwerkstuk mijn inzicht vergroot in hoe technologie ingezet kan worden binnen maatschappelijke contexten. Het werken rond serious gaming binnen revalidatie liet zien dat softwareontwikkeling niet uitsluitend gericht hoeft te zijn op commerciële toepassingen, maar ook een betekenisvolle bijdrage kan leveren binnen de gezondheidszorg. Deze ervaring heeft mijn interesse in innovatieve en maatschappelijk relevante IT-projecten verder versterkt.

8. Conclusie

Dit afstudeerwerkstuk had als doel het ontwikkelen van een proof of concept van een virtuele rijomgeving die kan worden ingezet binnen een revalidatiecontext. Door gebruik te maken van de CARLA-simulator en de programmeertaal Python werd aangetoond dat het technisch haalbaar is om een realistische rijervaring na te bootsen binnen een gesimuleerde stedelijke omgeving. Essentiële rijhandelingen zoals versnellen, vertragen en sturen functioneren correct en vormen de kern van de simulatie.

Binnen de afgebakende scope van dit project werd gefocust op het aantonen van functionaliteit en haalbaarheid. Door te werken met bestaande simulatiesoftware kon de nadruk liggen op het correct opzetten van de rijervaring en de interactie met de gesimuleerde omgeving. Het resultaat is een stabiel en uitbreidbaar proof of concept dat aantoont dat een virtuele rijomgeving een bruikbaar uitgangspunt kan vormen binnen serious gaming.

Hoewel dit project geen medische validatie of uitgebreide gebruikersstudies omvat, toont het duidelijk het potentieel van virtuele rij-simulaties als ondersteunend hulpmiddel binnen revalidatie. Daarnaast bood dit project de mogelijkheid om nieuwe technologieën en werkwijzen toe te passen binnen een realistische context, wat bijdroeg aan een versterking van zowel technische als professionele vaardigheden.

9. Bronnenlijst

CARLA SIMULATOR TEAM. *CARLA Simulator* - <https://carla.org/>.

CARLA SIMULATOR DOCUMENTATION. *CARLA Python API Documentation* - <https://carla.readthedocs.io/>.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. *Python Documentation* - <https://docs.python.org/3/>.

ANACONDA, INC. *Anaconda Documentation* - <https://docs.anaconda.com/>.

PYGAME COMMUNITY. *Pygame Documentation* - <https://www.pygame.org/docs/>.

YOUTUBE. *CARLA Simulator Python Tutorial Series* - <https://www.youtube.com/watch?v=FwCiSRG0mp4&list=PL3lTgNaX8q9o451vRwjeKrRDI76yb8WLT>.