



**UNIVERSITY OF APPLIED
SCIENCES AND ARTS**

Stageportfolio

PXL-Digital

Expertisecentrum PXL Smart ICT

Student: **Vic Segers**
Bedrijfspromotor: **Tim Dupont**
Hogeschoolpromotor: **Tim Dupont**

Hogeschool PXL
Elfde Liniestraat 24
B-3500 Hasselt

www.pxl.be

Inhoudsopgave

1	Informatiefiche	3
2	Plan van aanpak	4
2.1	Situatieschets stagebedrijf + motivatie	4
2.2	Probleemstelling(en)	5
2.3	Doelstelling(en)	6
2.4	Randvoorwaarden	7
2.4.1	Kritische succesfactoren	7
2.4.2	Afspraken	7
2.5	Tijdsplanning	8
2.6	Bronnen	9
3	Rapportage	10
3.1	Wekelijkse rapportage	10
3.1.1	Week 1	10
3.1.2	Week 2	10
3.1.3	Week 3	11
3.1.4	Week 4	11
3.1.5	Week 5	12
3.1.6	Week 6	12
3.1.7	Week 7	13
3.1.8	Week 8	13
3.1.9	Week 9	14
3.1.10	Week 10	14
3.1.11	Week 11	15
3.1.12	Week 12	15
3.2	Eindrapportage	15

4	Terugkoppelingsformulieren	16
4.1	Wekelijkse stand-up meeting	16
4.1.1	Week 1	16
4.1.2	Week 2	16
4.1.3	Week 3	16
4.1.4	Week 4	16
4.1.5	Week 5	17
4.1.6	Week 6	17
4.1.7	Week 7	17
4.1.8	Week 8	17
4.1.9	Week 9	17
4.1.10	Week 10	18
4.1.11	Week 11	18
4.2	Demo's	18
4.2.1	Demo 1	18
4.2.2	Demo 2	19
4.2.3	Demo 3	20
4.2.4	Demo 4	21

1 Informatiefiche

Student: **Vic Segers**

vic.segers10@gmail.com
+32 476 62 57 66
AON - AI & Robotics

Bedrijf stageplek: **Expertisecentrum PXL Smart ICT**

Elfde-liniestraat 24
B-3500 Hasselt

Bedrijfspromotor: **Dhr. Tim Dupont**

+32 495 46 55 25
tim.dupont@pxl.be

Hogeschoolpromotor: **Dhr. Tim Dupont**

Stageproject: **Navigating Smart UAV systems in dynamic environments**

Het doel van de stage is om een generieke architectuur te ontwikkelen voor verschillende UAV's. Er zullen ook enkele demonstraties uitgewerkt worden op dit systeem met toepassingen van SLAM-algoritmen.

2 Plan van aanpak

2.1 Situatieschets stagebedrijf + motivatie

Het expertisecentrum Smart ICT van Hogeschool PXL bestaat uit een team van 21 allround medewerkers en bundelt de kennis van ICT (software, project management, software architectuur, systemen) en elektronica (focus op hardware en embedded software). De link met het onderwijs is verzekerd via het nieuwe departement PXL-Digital, waarin naast de bacheloropleidingen toegepaste informatica en elektronica-ICT ook de graduaatsopleidingen Internet of Things, Programmeren en Systemen & Netwerken vertegenwoordigd zijn, in totaal een 1500-tal studenten.

Smart ICT vaart een dubbele koers: enerzijds wordt er ingezet op een aantal verticale domeinen, zoals VR/AR, Internet of Things (IoT), Blockchain en Artificiële Intelligentie & Robotica; anderzijds wordt er horizontaal ondersteuning geboden aan andere expertisecentra, door de ontwikkeling van mobiele applicaties of web-gebaseerde toepassingen. Smart ICT biedt partners uit diverse sectoren ondersteuning door in te spelen op praktische vragen rond ICT-advies voor bedrijven, organisaties en smart cities. De drie domeinen waar Smart ICT prioritair op inzet zijn VR en AR, Internet of Things en Artificiële Intelligentie & Robotica. Smart ICT heeft zich tot slot als doel gesteld om de inzet van nieuwe technologieën te evalueren en deze inzichten over te dragen naar specifieke doelgroepen, zoals de bouwsector, het onderwijs, de retailsector of de zorgsector.

Zelf heb ik voor Smart ICT gekozen wegens mijn interesse in Artificiële Intelligentie & Robotica. Het gaf mij ook de mogelijkheid om aan een project verder te werken waar ik al een aanzet aan heb gegeven tijdens het IT-project. Smart ICT is een expertisecentrum waar onderzoek centraal ligt, hier heb ik bewust voor gekozen. Deze keuze kwam voort omdat ik volgend jaar door wil schakelen naar een masteropleiding.

2.2 Probleemstelling(en)

Het project is opgestart om een basis architectuur te hebben zodat er makkelijk en snel een ontwikkelingsomgeving ter beschikking is. Verder wordt er ook onderzoek gedaan naar verschillende SLAM algoritmes en deze implementeren. Het gaat over indoor en outdoor implementaties, ik ga mij vooral focussen op de indoor algoritmes.

Het project heeft al meerdere voorafgaande fasen gehad. Zo heeft een IT-project de architectuur al geïmplementeerd in een specifieke toepassing. Er gaat dus nu een meer generieke structuur moeten geschreven worden. Er is ook al een stage rond het onderzoek van SLAM-algoritmen gegaan, dit moet verder uitgebreid worden en specifieke toepassingen ervoor ontwikkelen.

2.3 Doelstelling(en)

Er moet een architectuur gemaakt worden voor multi-agentsystemen. Inclusief documentatie hoe deze gebruikt kan worden. Het gaat ook gebruikt worden om verschillende toepassingen uit te werken. Deze toepassingen implementeren verschillende SLAM-algoritmen waar tijdens de stage onderzoek naar gedaan wordt. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen indoor en outdoor toepassingen, dus er zijn minimaal 2 uitwerkingen die opgeleverd moeten worden.

Het onderzoek en de wijze waarop wordt uitgeschreven in een thesis.

2.4 Randvoorwaarden

2.4.1 Kritische succesfactoren

- Werkruimte
- Workstation (incl. beeldscherm, muis en toetsenbord)
- Minimaal wekelijkse ondersteuning

2.4.2 Afspraken

- Studenten houden zich aan de glijdende werkuren van Smart ICT (I.e. 38u per week, starten ≤ 9 am, minimaal 30 min middagpauze)
- Alles wordt ontwikkeld op eigen laptop of op de voorziene workstations, tijdens de werkuren pushen naar een met de begeleider afgesproken repository
 - Version Control verplicht te gebruiken voor Smart ICT
 - Github repo te voorzien door begeleider
- Voortgang bewaken door frequent stand-up meeting te doen
 - Dagelijks invullen in #standup kanaal op Slack workspace vóór 09u15
 - Fysieke stand-up met alle stagairs → 1x per week op vrijdag
- 1x per sprint presentatie van resultaten naar de begeleider toe (sprint planning)
- Insturingen
 - Portfolio's en andere communicatie steeds via EPOS naar begeleider PXL
 - Deadlines voor teksten op EPOS respecteren!
 - Geel markeren wat nieuw of aangepast is
- Solliciteren tijdens stageperiode
 - Flexibel
 - Afstemmen met begeleiders en team
 - Tijd inhalen
 - Andere afspraken uit PPT stagebegeleiding
- Geen shenanigans
 - Geen speeltuin
 - Geen boksring
 - etc.

2.5 Tijdsplanning

Work in progress!

2.6 Bronnen

- [1] "*Smart ICT*", *Hogeschool PXL*, [Online]. adres: <https://www.pxl.be/SmartICT.html> (bezocht op 28 feb 2020).

3 Rapportage

3.1 Wekelijkse rapportage

3.1.1 Week 1

Datum:	24/02/2020 - 28/02/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none">• Workstation installeren• Bestaande code IT-Project omvormen• SLAM research/begin implementatie (RTAB-Map)• Gazebo werelden maken & iris modellen aanpassen
Stand van zaken:	De meeste van de geplande taken zijn voltooid. De research en implementatie SLAM nemen we mee naar volgende week. Voor de iris UAV moeten nog modellen aangepast worden, hiervoor is een issue gepost op het PX4 forum.
Problemen en knelpunten:	Iris UAV modellen aanpassen.
Oplossingen:	Issue gepost op het forum van PX4.
Persoonlijke reflectie:	Er is meer gepresteerd dat ik initieel had verwacht. Op een knelpunt na is alles vlot verlopen. De samenwerking gaat ook goed, maar dit had ik al ondervonden tijdens het IT-project.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none">• Onderzoek SLAM-algoritmen• Implementatie RTAB-Map & andere algoritmen

3.1.2 Week 2

Datum:	02/03/2020 - 06/03/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none">• SLAM research/implementatie• Modellen UAV in orde brengen (sensoren)• Architectuur repo opstellen
Stand van zaken:	De architectuur repository is zo goed als klaar. En in de showcase is er een depthcamera en een 3d lidar op de UAV. Deze tonen hun punten in RVIZ en zijn dus klaar om te SLAM'en
Problemen en knelpunten:	Verkeerde assen interpretatie tussen depth camera en RVIZ.
Oplossingen:	Statische translatie tussen output depth camera en visualisatie RVIZ.
Persoonlijke reflectie:	Het begin van de week ging vlotjes, het midden tot eind redelijk stroef tot de laatste dag, toen vielen alle puzzelstukjes mooi in mekaar. Zo hebben we toch nog afgekregen waar we heel de week op gezocht hebben.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none">• Onderzoek & implementatie SLAM• Voorbereiden demo• Octomap onderzoeken• Vliegen aan de hand van coördinaten in plaats van teleop

3.1.3 Week 3

Datum:	09/03/2020 - 13/03/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none">• Implementatie hdl_graph_slam en Octomap• UAVs pad laten uitvoeren• Demo maken
Stand van zaken:	De implementatie van de hdl_graph_slam is gelukt, er werd wel geen rekening gehouden met de odometry. Er kunnen coördinaten meegegeven worden aan de UAV en implementatie van Octomap is gelukt, wordt wel niet geupdate bij loopclosures.
Problemen en knelpunten:	Geen gebruik van odometry in hdl_graph_slam, niet updaten van Octomap bij loopclosures.
Oplossingen:	Issue gepost op Github, eventueel onderzoek naar ander algoritme.
Persoonlijke reflectie:	Er is goed gewerkt, enkel jammer dat we nu tot het punt komen dat we dit algoritme waarschijnlijk niet gaan of kunnen gebruiken in de rest van het project.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none">• Onderzoek SLAM met camera• Implementatie SLAM met camera

3.1.4 Week 4

Datum:	16/03/2020 - 20/03/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none">• Research, uittesten en implementatie RTAB-Map• AIHub met textures maken• Outdoor wereld SLAM'en• Onderzoek path finding
Stand van zaken:	De implementatie van RTAB-Map is gelukt, er worden enkel te weinig referentiepunten gevonden in onze huidige wereld van de AIHub. De outdoor wereld heeft problemen met loopclosures en verliest af en toe ook zijn punten.
Problemen en knelpunten:	Te weinig textures in AIHub (te weinig referentie punten voor SLAM), TF-links waren verkeerd maar geen regels of conveties gevonden, te veel loopclosures zonder gps en te weinig met.
Oplossingen:	Exporteren AIHub met textures van blender, TF-links met trail-and-error opgelost en waarschijnlijk andere outdoor wereld zoeken waar er meer unieke omgevingen zijn.
Persoonlijke reflectie:	Door het twee keer moeten verhuizen wegens COVID-19, is er deze week wat minder werk geleverd als ik gehoopt had. We hebben ook te lang vast gezeten met de textures van de AIHub en lang op een medestudent moeten wachten die het uiteindelijk gemaakt heeft.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none">• Andere outdoor wereld zoeken• Parameters RTAB-Map finetunen• Onderzoek naar path finding

3.1.5 Week 5

Datum:	23/03/2020 - 27/03/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none"> • Andere outdoor wereld zoeken • Parameters RTAB-Map tweaken • Onderzoek path finding algoritmen • Onderzoek explore algoritmen
Stand van zaken:	RTAB-Map gebruikt nu alle punten om een octomap te maken. Path planning kan nu dus geïmplementeerd worden. We maken momenteel geen gebruik van een LiDAR, enkel een camera.
Problemen en knelpunten:	Het aanpassen van de diepte van RTAB-Map, dus alle punten wat het gebruikt om een map te maken. En de meeste algoritmen over path finding of exploring zijn in 2D.
Oplossingen:	Een issue gepost op de rtabmap_ros repository, geen antwoord op gekregen en uiteindelijk het zelf gevonden. Voorlopig nog geen oplossing gevonden voor de 2D algoritmen over exploring, bij path finding kunnen we waarschijnlijk bestaande omvormen naar 3D.
Persoonlijke reflectie:	Omdat we zeer lang hebben gezeten op het tweaken van RTAB-Map lijkt het alsof we niet veel gepresteerd hebben, maar dit was zeker nodig voor het vervolg van het project, dus we konden dit niet omzeilen.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none"> • Implementatie path finding • Onderzoek explore algoritme • Implementatie zoeken naar QR-code • Implementatie path execution van bekomen pad

3.1.6 Week 6

Datum:	30/03/2020 - 03/04/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none"> • Implementatie path finding • Implementatie zoeken naar QR-code • Implementatie path execution van bekomen pad
Stand van zaken:	De implementatie van de QR-code herkenning is klaar, enkel het communiceren van de locatie met de andere UAV's moet nog gemaakt worden. Er zijn ook nog wat kleinere taakjes gebeurd.
Problemen en knelpunten:	RTAB-Map gebruikt te weinig punten om haar map te maken. Octomap vraagt enorm veel RAM om in real time te updaten.
Oplossingen:	Parameter gevonden waarmee we RTAB-Map meer punten kunnen laten gebruiken. Octomap niet real time, maar één keer.
Persoonlijke reflectie:	Een niet geweldig productieve week om de een of andere reden, ik denk vooral door het hele COVID-19 gebeuren.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none"> • Implementatie path planning • Finetuning huidige path execution • Maken en samenvoegen Octomappen

3.1.7 Week 7

Datum:	20/04/2020 - 24/04/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none"> • Schrijven portfolio en eindwerk • Bash scripts naar Python • TF-links bug fixen
Stand van zaken:	Tijdens de paasvakantie is er reactie gekomen op een issue gepost op het forum van PX4. Deze feedback zal geïmplementeerd worden. Ook het de performantie van RTAB-Map en Octomap moet onder handen genomen worden. Doordat er een deadline is van het eindwerk, wordt hier deze week ook voor geschreven.
Problemen en knelpunten:	De TF-links zijn niet goed op elkaar afgestemd waardoor bepaalde elementen de verkeerde referenties gebruiken. En de code functioneert niet meer hetzelfde als voor de paasvakantie.
Oplossingen:	Issue gepost op het forum van PX4, hier antwoord op gekregen en nadien de 'oplossing' geïmplementeerd. De volgorde van de code aanpassen, hierdoor bekwamen we de plotse bug niet meer.
Persoonlijke reflectie:	Enorm veel geschreven aan het eindwerk, en hier en daar een wat bugs opgeost en optimalisaties gedaan van de code. Geen nieuwe features maar wel een betere basis om op verder te werken.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none"> • Finishing touches bij het schrijven • Onderzoek path planning • Onderzoek aansturing UAV

3.1.8 Week 8

Datum:	27/04/2020 - 01/05/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none"> • Afwerking portfolio en taalversie eindwerk • Andere aansturing van UAV onderzoeken • Verkeerde loopclosures van RTAB-Map fixen
Stand van zaken:	De UAV kan een vast pad vliegen en ondertussen SLAM'en. Tijdens het onderzoek naar path planning wat de volgende stap is, moeten er nog een paar bugs gefixt worden die een direct probleem vormen.
Problemen en knelpunten:	De UAV vliegt niet in een rechte lijn van punt naar punt, maar met een horizontale afwijking. RTAB-Map geeft verkeerde loopclosures door een gebrek aan textures.
Oplossingen:	De UAV aansturen aan de hand van velocity in plaats van position. Toevoeging objecten met verschillende textures.
Persoonlijke reflectie:	De aansturing op basis van velocity geeft dezelfde output als het vliegen op punten. De toevoeging van de objecten maakt de loopclosures minder frequent, maar ze zijn er nog.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none"> • Optimalisaties RTAB-Map • Onderzoek missions

3.1.9 Week 9

Datum:	04/05/2020 - 08/05/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none"> • Optimaliseren RTAB-Map • Onderzoek missions • UAV 'smoother' laten vliegen • Implementatie RTAB-Map optimalisatie GTSLAM
Stand van zaken:	De UAV vertrekt en stopt te abrupt waardoor RTAB-Map soms niet kan volgen. RTAB-Map optimaliseren voor een hogere
Problemen en knelpunten:	Vertrekken en draaien van UAV moet vlotter.
Oplossingen:	De UAV laten vliegen op missions is niet mogelijk in dit project, het vliegen op velocity is geen optie dus de snelheid en yaw rate lager zetten. De UAV stil laten hangen tijden het aanpassen van de yaw geeft een rustigere vlucht voor RTAB-Map.
Persoonlijke reflectie:	Doordat de UAV moet stilhangen om zijn yaw aan te passen is het niet super realistisch. Maar door restricties van het project en het moeten werken in een simulatie moeten deze implementaties gedaan worden. Het implementeren van path planning is nu noodzakelijk.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none"> • Implementeren path planning

3.1.10 Week 10

Datum:	11/05/2020 - 15/05/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none"> • Onderzoek verschillende algoritmen • Implementeren eigen path planning
Stand van zaken:	De UAV kan een pad uitvoeren, maar nog geen maken. Doordat er geen packages voor 3D path planning gevonden zijn, zullen we zelf een algoritme moeten schrijven.
Problemen en knelpunten:	Neighbors zoeken in een octree. Drie dementies gebruiken in planner.
Oplossingen:	Omdat de neighbors vinden in een octree praktisch niet haalbaar was op zo een korte tijd, is er besloten om deze om te vormen naar een 3D matrix. In deze 3D matrix lukt de implementatie van A* niet, er wordt geen pad gevonden.
Persoonlijke reflectie:	De code is niet performant geschreven, er worden veel omwegen gemaakt om het ons makkelijker te maken. Dit gebeurt omdat we weinig tijd hebben voor deze implementatie.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none"> • Verder gaan in 2D snede van 3D matrix • Bug fixen A* implementatie

3.1.11 Week 11

Datum:	18/05/2020 - 22/05/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none">• Verder gaan in 2D snede van 3D matrix• Bug fixen A* implementatie• Rekening houden grootte UAV
Stand van zaken:	Doordat de 3D implementatie niet lukt, gaat er een 2D snede genomen worden en daarin path plannen. Maar tijdens deze implementatie werd de bug gevonden in het omzetten van de octree naar een 3D matrix.
Problemen en knelpunten:	Geen rekening gehouden met de diepte van de leaves in de octree. A* vond geen neighbors doordat niet alle cellen omgezet werden in de diepste depth.
Oplossingen:	Recursief de leaves verkleinen tot de maximum diepte. Dit geeft een volledig gevulde 3D matrix.
Persoonlijke reflectie:	Door het over het hoofd zien van een kleine bug, werd de hele path planning gedwarsboomd.
Planning volgende week:	<ul style="list-style-type: none">• Opschonen code• Documentatie schrijven• Final demo opnemen

3.1.12 Week 12

Datum:	25/05/2020 - 29/05/2020
Geplande taken:	<ul style="list-style-type: none">• Opschonen code• Nieuwe containers maken voor planner en vision• Alle commando's doorsturen via ROS• Rekening houden met de grootte van UAV• Documentatie schrijven
Stand van zaken:	Alle individuele componenten werken, nu alles uit elkaar halen en in containers steken. Wanneer de ene actie gedaan is het resultaat doorsturen naar de volgende container via ROS.
Problemen en knelpunten:	Bonsai Tree file doorsturen via ROS netwerk.
Oplossingen:	Binary string sturen in een custom service gemaakt uit custom messages.
Persoonlijke reflectie:	Het project is nu één geheel geworden, final demo kan nu opgenomen worden. Ook het opschonen en documenteren van de code is praktisch klaar. De planner houdt nu ook rekening met de grootte van de UAV.

3.2 Eindrapportage

4 Terugkoppelingsformulieren

4.1 Wekelijkse stand-up meeting

4.1.1 Week 1

Datum:	28/02/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• Workstation installeren• Omvorming bestaande code IT-Project• SLAM research/begin implementatie (RTAB-Map)• Gazebo werelden & iris modellen

4.1.2 Week 2

Datum:	06/03/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• SLAM research/implementatie• Toevoeging sensoren aan model iris• Architectuur repository

4.1.3 Week 3

Datum:	13/03/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• Implementatie hdl_graph_slam en Octomap• UAV uitvoering pad

4.1.4 Week 4

Datum:	20/03/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• Research en implementatie RTAB-Map• AIHub met textures• SLAM outdoor wereld• Onderzoek path finding

4.1.5 Week 5

Datum:	27/03/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• Andere outdoor wereld zoeken• Parameters RTAB-Map tweaken• Onderzoek path finding algoritmen• Onderzoek explore algoritmen

4.1.6 Week 6

Datum:	03/04/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• Implementatie QR-code herkenning• Versturen locatie bij herkenning QR-code• Tweaken RTAB-Map• RAM problemen bij Octomap• Andere gepresteerde kleinigheden

4.1.7 Week 7

Datum:	27/04/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">•••

4.1.8 Week 8

Datum:	04/05/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">•••

4.1.9 Week 9

Datum:	11/05/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">•••

4.1.10 Week 10

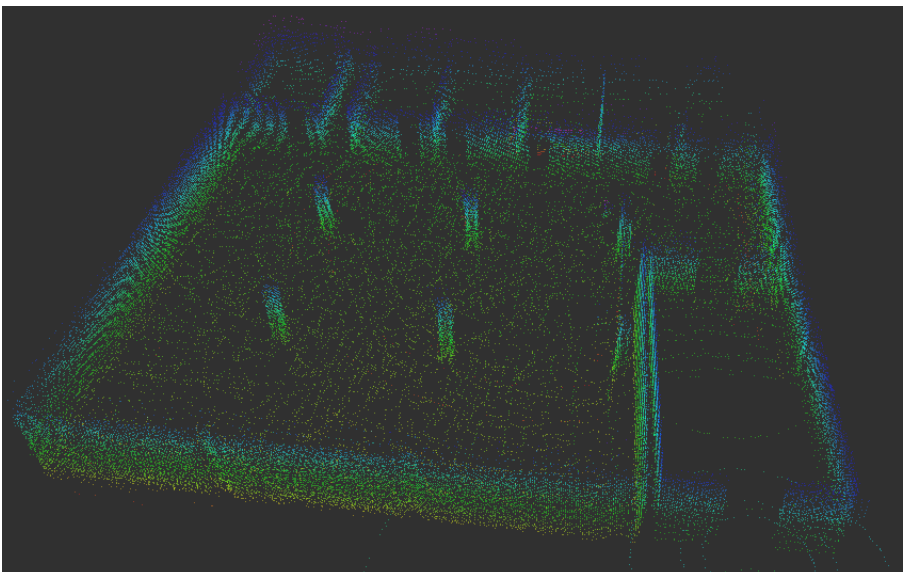
Datum:	18/05/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">•••

4.1.11 Week 11

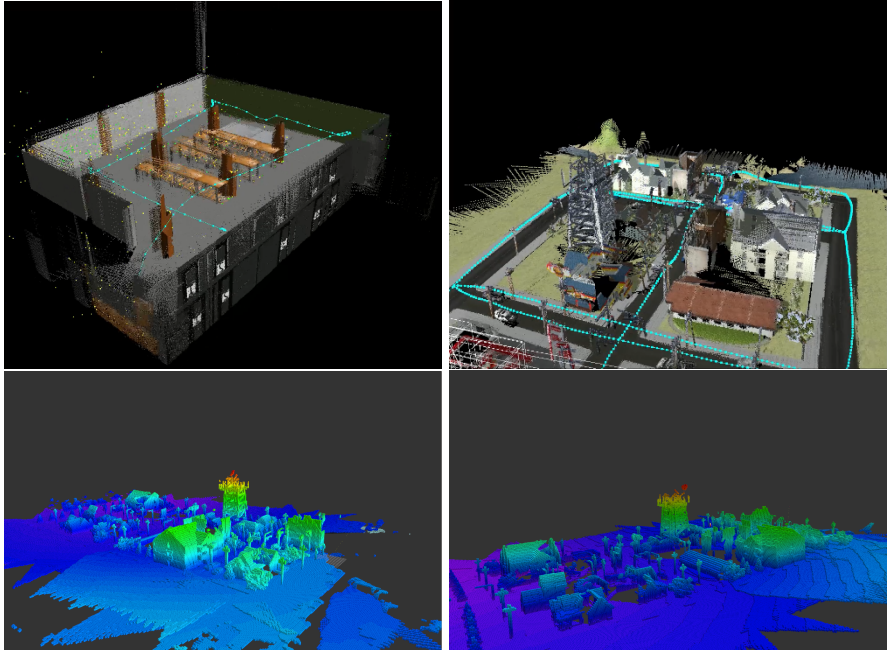
Datum:	25/05/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">•••

4.2 Demo's

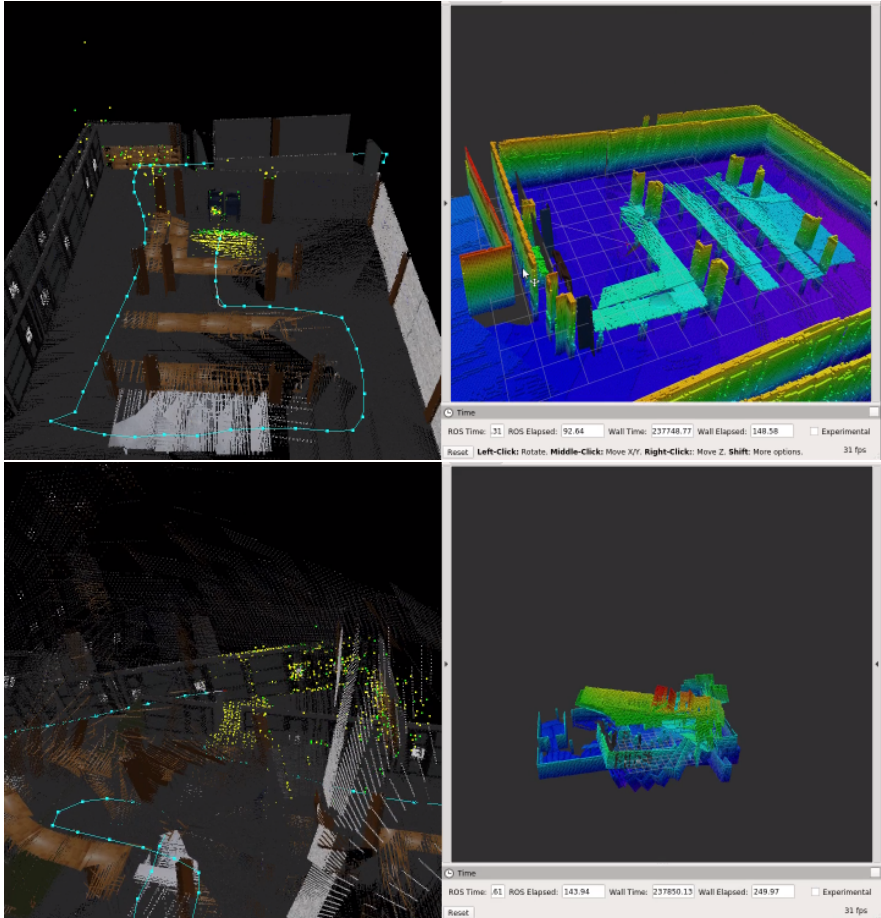
4.2.1 Demo 1

Datum:	13/03/2020
Omschrijving:	De UAV een vast pad laten vliegen in de AIHub en ondertussen hdl_graph_slam laten uitvoeren.
Resultaat:	

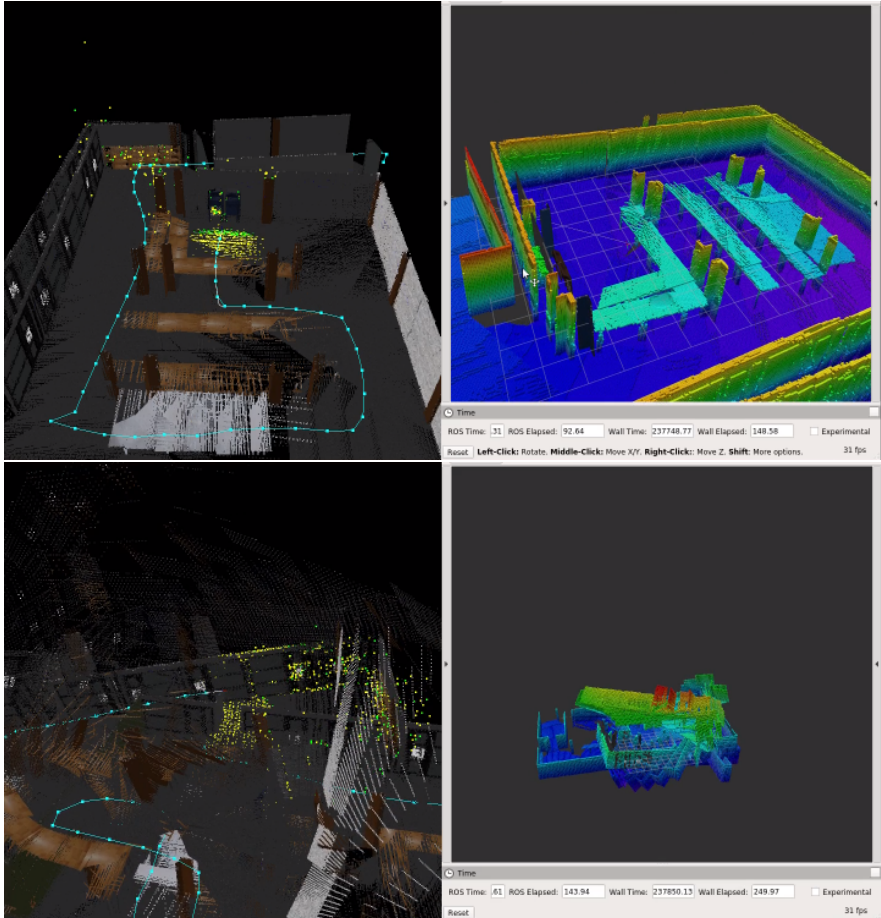
4.2.2 Demo 2

Datum:	31/03/2020
Omschrijving:	We hebben twee video's laten zien, een indoor en een outdoor SLAM gemaakt met RTAB-Map. Er zijn verschillende elementen besproken zoals, inconsistentie bij het vliegen en de grote hoeveelheid RAM voor Octomap.
Resultaat:	

4.2.3 Demo 3

Datum:	30/04/2020
Omschrijving:	Een showcase van een geslaagde eerste ronde in de indoor omgeving, met verkeerde loopclosures op de terug weg.
Resultaat:	 <p>The result shows four screenshots of a 3D indoor environment visualization. The top-left image shows a path (red dots) and loop closures (blue lines) in a room with a table and chairs. The top-right image shows a 3D point cloud of a room with a table and chairs. The bottom-left image shows a 3D point cloud of a room with a table and chairs. The bottom-right image shows a 3D point cloud of a room with a table and chairs. The bottom-right image also includes a status bar with the following information:</p> <ul style="list-style-type: none"> Time: ROS Time: .31 ROS Elapsed: .92.64 Wall Time: 237748.77 Wall Elapsed: 148.58 Experimental Reset Left-Click: Rotate Middle-Click: Move XYZ Right-Click: Move Z Shift: More options 31 fps

4.2.4 Demo 4

Datum:	18/05/2020
Omschrijving:	Een showcase van een geslaagde eerste ronde in de indoor omgeving, met verkeerde loopclosures op de terug weg.
Resultaat:	 <p>The result shows four screenshots of a 3D indoor environment visualization. The top-left image shows a path (red dots) and loop closures (green lines) in a room with a table and chairs. The top-right image shows a 3D point cloud of the same room. The bottom-left image shows a path and loop closures in a larger room with a staircase. The bottom-right image shows a 3D point cloud of the same room. Each screenshot includes a status bar at the bottom with the following information:</p> <ul style="list-style-type: none"> Time: [Time] ROS Time: [Time] ROS Elapsed: [Time] Wall Time: [Time] Wall Elapsed: [Time] Reset [Button] Left-Click: Rotate Middle-Click: Move XYZ Right-Click: Move Z Shift: More options [Button] 31 fps