



**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
3.2	Eindrapportage	13
4	Terugkoppelingsformulieren	14
4.1	Wekelijkse stand-up meeting	14
4.1.1	Week 1	14
4.1.2	Week 2	14
4.1.3	Week 3	14

4.1.4	Week 4	14
4.1.5	Week 5	15
4.1.6	Week 6	15
4.2	Demo's	15
4.2.1	Demo 1	15
4.2.2	Demo 2	16
4.2.3	Demo 3	17

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

3.2 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

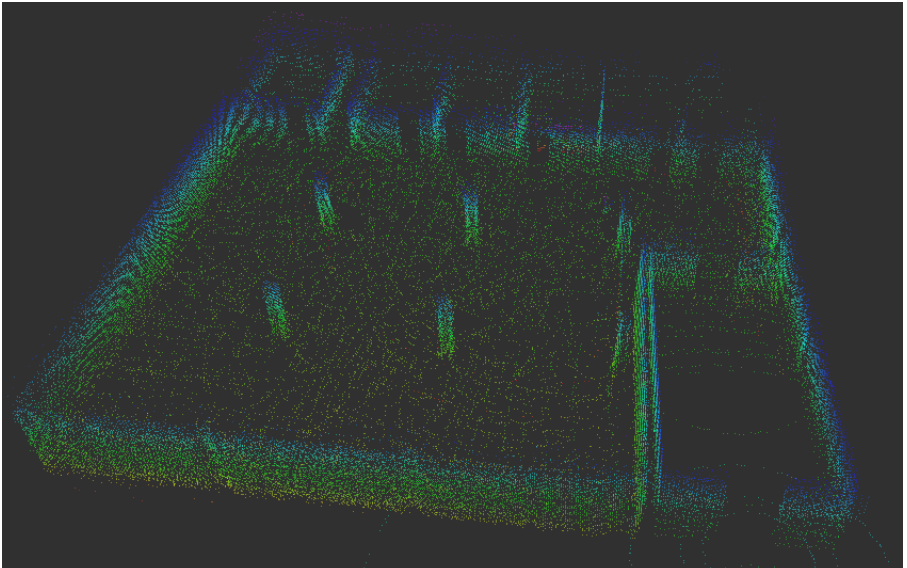
Datum:	27/03/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• Andere outdoor wereld zoeken• Parameters RTAB-Map tweaken• Onderzoek path finding algoritmen• Onderzoek explore algoritmen

4.1.6 Week 6

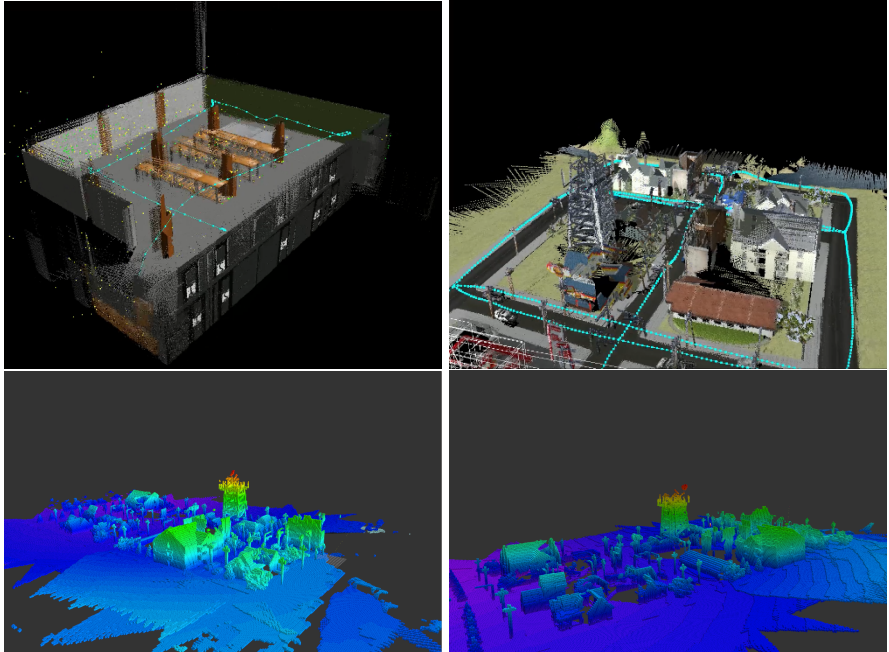
Datum:	27/03/2020
Besproken punten:	<ul style="list-style-type: none">• Implementatie QR-code herkenning• Versturen locatie bij herkenning QR-code• Tweaken RTAB-Map• RAM problemen bij Octomap• Andere gepresteerde kleinigheden

4.2 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:	We hebben ieder een video getoond, een indoor en een outdoor SLAM door RTAB-Map. Hiermee konden we problemen, specifiek voor de en en outdoor, waar we mee zitten aantonen.
Resultaat:	