

KÉVIN REN, THÉO MASSA
GUILLAUME GARDE, HUGO HOFMANN

UV 6.1 – PROJET AU LAC DE GUERLÉDAN

DOCKING

16 février 2024



Table des matières

1	Introduction	2
1.1	Présentation du sujet	2
1.2	Matériel à disposition	2
1.2.1	Dock	2
1.2.2	Drone AUV	2
1.2.3	Rover	3
2	Conception du dock	4
2.1	Mise en place d'une base RTK	4
2.1.1	Capteurs à disposition	4
2.1.2	Installation de la base	4
2.1.3	Configuration du dock	4
2.2	Mise en place du dock	4
2.3	Communication avec le reste du système	4
3	Stratégie d'approche de docking	5
3.1	Modèle cinématique	5
3.2	Filtre de Kalman	5
3.3	Algorithme de Kévin	5
4	Architecture logicielle	6
5	Essais à Guerlédan	7
5.1	Première semaine	7
5.2	Deuxième semaine	7
6	Conclusion	9
6.1	Résultats	9
6.2	Perspectives	9

Chapitre 1

Introduction

1.1 Présentation du sujet

1.2 Matériel à disposition

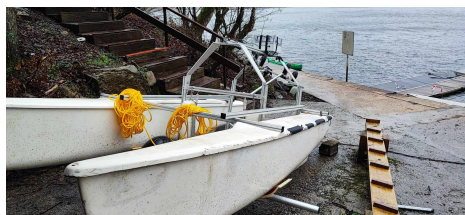
La majorité du matériel nécessaire nous a directement été fournie. En voici une liste (non exhaustive).

1.2.1 Dock

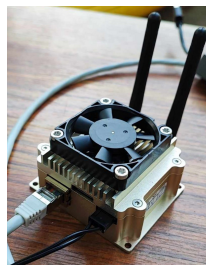
Pour ce qui est du dock, nous avons déjà les éléments nécessaires :

- Un récepteur GNSS *Ublox* monté sur une carte *ArduSimple*
- Une antenne radio *Xbee* pour recevoir les corrections RTK
- Une IMU *SBG Ellipse A*
- *NVIDIA Jetson Nano avec ROS*

Quant à la structure en elle-même du dock, nos encadrants ont fourni pour la deuxième semaine d'expérimentations un dock 1.1a permettant d'accueillir le drone. Puisque la mission nécessite que le dock communique avec le drone, et ce à longue distance, nous avons également reçu deux modems *Simpulse SL200* 1.1b qu'il a fallu configurer.



(a) Le dock



(b) Modem Simpulse

FIGURE 1.1 – Matériel fourni

1.2.2 Drone AUV

Pour ce qui est de l'AUV, nous avons pu travailler (seulement le temps des deux semaines sur le lac) avec le *M1800* d'*IMSolutions*.



FIGURE 1.2 – L’AUV en question, sans les capteurs supplémentaires

Le drone embarque déjà tous les capteurs nécessaires à la mission comme elle a été envisagée :

- Récepteur GNSS RTK
- IMU *SBG Ellipse D*

Sur le modèle exact qui nous a été fourni, de nombreux autres capteurs tels que des caméras et un LIDAR ont été montés ; s’ils n’ont pas été utilisés pendant la mission (dont le plus important était surtout dans un premier temps l’approche du drone vers le dock), ils pourraient en revanche se révéler utiles dans un second temps pour de prochaines expérimentations sur le projet.

1.2.3 Rover

Puisque le drone n’était disponible que peu de temps et uniquement lors des semaines à Guerlédan, nous avons besoin d’un remplacement pour pouvoir continuer à travailler et tester nos algorithmes à l’ENSTA. C’est pour cela que nous avons pu travailler avec l’*AION R1*, un rover à la structure software équivalente à celle du drone (tournant sous *ROS*, et gérant les commandes moteurs via une carte *Pixhawk*). On peut ainsi commander le rover exactement de la même manière que l’AUV, c’est-à-dire dans notre cas lui envoyer des commandes en vitesses linéaire et angulaire.

Chapitre 2

Conception du dock

2.1 Mise en place d'une base RTK

Le positionnement GPS acquis par les capteurs à disposition confère une précision métrique, les signaux GPS étant perturbés par l'atmosphère. Or, il faut de meilleures performances pour espérer docker le drone dans un environnement confiné et restreint. L'idée était donc de mettre en place un système de positionnement plus précis (centimétrique dans l'idéal) en utilisant le dispositif du *Real Time Kinematic* (RTK). Pour cela, il faut installer une base GPS fixe de position connue précisément. Elle servira de garde-fou en diffusant des corrections de positionnement aux systèmes GPS connectés. L'installation est donc en deux parties, la première, à terre, l'autre, directement sur le dock.

2.1.1 Capteurs à disposition

L'acquisition de signaux GPS se fait grâce à deux modules *ArduSimple* équipés de processeurs *u-blox ZED-F9P*. Les deux modules communiquent grâce à leur antenne radio *Xbee S2C 2,4 GHz*. La base dispose d'une antenne GPS qui permet une meilleure acquisition des signaux. Il est possible d'utiliser une *Raspberry* pour configurer la base GPS en lui conférant une interface graphique. Un guide de configuration des capteurs est disponible en annexe.

2.1.2 Installation de la base

L'installation de la base peut se faire de deux manières différentes.

2.1.3 Configuration du dock

2.2 Mise en place du dock

2.3 Communication avec le reste du système

Chapitre 3

Stratégie d'approche de docking

3.1 Modèle cinématique

3.2 Filtre de Kalman

3.3 Algorithme de Kévin

Chapitre 4

Architecture logicielle

Chapitre 5

Essais à Guerlédan

5.1 Première semaine

La première semaine d'expérimentations au lac de Guerlédan, du 9 au 13 octobre 2023, fut davantage une semaine de découverte du projet et permit une première approche à la résolution de notre problème. Durant cette semaine, nous avons rencontré nos encadrants et pris en main le matériel que nous avons à notre disposition, c'est à dire principalement les composants de ce qui sera plus tard notre dock, que nous avons conçu durant cette semaine. Ainsi, à l'aide des composants décrits précédemment, nous avons été capable de créer la boîte qui contient les capteurs nécessaires au bon fonctionnement du dock.

D'autre part, nous travaillions en parallèle sur la mise en place de la correction RTK en configurant les différentes cartes et en prenant des mesures nécessaires au calcul de la correction.

Enfin, une première version simplifiée de l'architecture logicielle a commencée à être implémentée.

La principale problématique de cette semaine, qui est la même que celle rencontrée durant la période séparant cette semaine de la seconde, est l'impossibilité d'expérimenter directement sur l'AUV qui est le drone principal de notre sujet. En effet, l'avancée de notre projet ne nous permettait pas la sécurité de pouvoir tester nos algorithmes de manière sereine sur le drone et nous avons également rencontré quelques difficultés avec l'utilisation de l'interface MAVROS, qui fait le lien entre notre architecture ROS et MAVLink. Le principal problème résidait dans le fait qu'il semblait que MAVLink avait en mémoire des waypoints GPS que le drone tentait de rejoindre en priorité avant de prendre en compte nos commandes. Cela empêchait toute exploitation du drone en mode automatique, ce qui est nécessaire au bon fonctionnement de nos algorithmes.

Heureusement ce problème avait tout le temps d'être réglé, étant donné que nous n'utilisons pas le drone d'ici à la seconde semaine d'expérimentation à Guerlédan, en février 2024. De plus, nous avons décidé de concentrer nos efforts à la mise en place et la conversion de nos algorithmes pour la mise en place sur le Rover qui nous sert de remplacement au drone et qui nous sert de moyen d'expérimentations à l'école.

5.2 Deuxième semaine

La seconde semaine d'expérimentations, qui eut lieu du 5 au 9 février 2024, fut bien davantage une semaine d'expérimentation que la première. En effet, forts du travail effectué entre les deux semaines, nous avons été capables de mettre en oeuvre et tester nos algorithmes sur le drone principal.

La première étape préliminaire à cela fut de convertir nos codes, conçus pour fonctionner sur le rover, pour qu'ils puissent se mettre correctement en oeuvre sur le drone, qui, on le rappelle, n'est pas équipé des mêmes capteurs et architecture logicielle des drivers. Il y a également des fonctionnalités supplémentaires sur le drone qui permettent plus de précision sur l'acquisition de l'état du drone, notamment l'obtention du *True Heading*, sur lequel nous reviendrons plus tard, qui permet l'obtention du cap avec une plus grande fiabilité qu'en utilisant uniquement la centrale inertielle.

Une des principales problématiques rencontrées durant la semaine réside dans la difficulté à bien calibrer les centrales inertielles. En effet, les centrales inertielles SBG nécessitent une étape de calibration afin qu'elles compensent le champ magnétique perturbé pour calculer son attitude.

Chapitre 6

Conclusion

6.1 Résultats

6.2 Perspectives

Bibliographie