

Offre de stage Master 2

Master Internship - Indoor Autonomous Navigation of an UAV using Multi-Sensor Fusion under Embedded Constraints

Diplôme exigé : Master Ingénierie des Systèmes Complexes de l'UNIVERSITÉ DE TOULON

Fonction : Stagiaire de la recherche

Niveau d'expérience souhaité : Étudiant de fin d'études

Contexte et atouts du poste

La navigation autonome de drones en environnement **indoor** est un défi majeur en robotique, du fait de l'absence de GNSS et de conditions de perception souvent difficiles (textures pauvres, éclairage variable, obstacles 3D). Pour pallier ces limitations, les approches récentes s'appuient sur des caméras stéréo et des capteurs inertiels (Visual-Inertial Odometry, VIO) couplés à des télémètres laser, permettant une estimation robuste de la pose et la construction de cartes 2D/3D de l'environnement.

Une caméra stéréo à haute résolution fournit la principale source de perception 3D, tandis qu'un Quad-rotor de recherche équipé d'un contrôleur de vol open-source et d'un ordinateur embarqué à faible consommation constitue une plateforme de référence pour le développement de systèmes de navigation autonome. Ce stage s'inscrit dans cette dynamique et vise à concevoir et évaluer une architecture de navigation indoor complète basée sur la fusion multi capteurs.

Sujet

Indoor Autonomous Navigation of an UAV using Multi-Sensor Fusion under Embedded Constraints

L'objectif est de développer une chaîne de perception-localisation-navigation permettant à un quadrotor de se déplacer de manière autonome dans un environnement intérieur, en exploitant principalement :

- L'odométrie visuelle-inertielle fournie par une caméra stéréo
- Les mesures d'un Lidar pour la détection de murs et d'obstacles 2D
- L'IMU et les capacités de contrôle de vol pour la stabilisation et l'asservissement.

Le tout devra fonctionner sur un ordinateur compagnon type Jetson Nano, imposant des contraintes fortes de calcul, de mémoire et de bande passante, ce qui en fait un cas d'étude réaliste pour des systèmes autonomes embarqués.

Missions confiées

Le/la stagiaire sera chargé(e) des missions suivantes :

1. **Étude bibliographique**
 - Revue des travaux récents sur la Visual Odometry et le SLAM visuel pour drones et robots mobiles
 - Analyse des approches de fusion multi-capteurs (IMU, vision, LiDAR) pour la localisation robuste en indoor.
2. **Mise en place de la plateforme logicielle embarquée**
3. **Estimation de pose et fusion multi-capteurs**
4. **Cartographie et navigation autonome**
5. **Valorisation scientifique**

- Rédaction d'un rapport de stage détaillé (contexte, état de l'art, méthodologie, résultats expérimentaux, limites et perspectives).
 - Selon l'avancement, préparation d'un démonstrateur et/ou d'un dépôt logiciel (Git) documenté, potentiellement valorisable pour des communications ou démonstrations internes.
-

Environnement de travail

Le/la stagiaire sera intégré(e) au sein d'une équipe de recherche en vision/robotique. Il/elle aura accès à :

- Une plateforme Holybro X500v2 complète (Pixhawk, Jetson Nano, ZED2, RPLidar A1) dédiée au projet
- Une infrastructure logicielle basée sur Linux, ROS 2, PX4, et outils de développement
- Des réunions scientifiques régulières (séminaires internes, clubs de lecture) et un suivi rapproché par les encadrants académiques.

Du matériel informatique complémentaire (poste de développement, accès distant aux machines, etc.) sera fourni dans la limite des moyens disponibles.

Principales activités

- Étude bibliographique (SLAM visuel/inertiel, fusion multi-capteurs, navigation UAV).
 - Modélisation du problème de localisation/navigation indoor pour UAV.
 - Développement et intégration de modules ROS 2 (drivers, fusion, navigation).
 - Conception et réalisation de campagnes d'essais sur la plateforme X500v2.
 - Rédaction de rapports techniques et de documentation logicielle.
-

Compétences

Profil recherché :

- Étudiant(e) en Master 2 ISC
- Bonnes connaissances en robotique mobile et/ou vision (SLAM, odométrie visuelle, perception 3D).
- Maîtrise de la programmation en Python et/ou C++ sous Linux.
- Une expérience préalable avec ROS / ROS 2, PX4/ArduPilot ou des plateformes NVIDIA Jetson sera fortement appréciée.
- Bon niveau en anglais technique (lecture de publications, rédaction de rapport) et capacité à travailler en équipe.

Rémunération

Gratification de stage : selon la réglementation en vigueur pour les stages de Master 2

Informations générales

- **Thème/Domaine :** Robotique, Vision par ordinateur
 - **Lieu :** Laboratoire LIS, Université de Toulon
 - **Date de début souhaitée :** 2 mars 2026
 - **Durée :** 5 mois
-

Contacts

Encadrant(s) scientifique(s) :

Bouchouicha Moez - SIIM/ LIS - moez.bouchouicha@univ-tln.fr

Moussa Ali Abdouramane - CDE / LIS - abdouramane.moussa-ali@univ-tln.fr

Guis Vincente - LIS - guis@univ-tln.fr

Les candidat(e)s intéressé(e)s sont invité(e)s à envoyer :

- un **CV**,
- une lettre de motivation,
- un relevé de notes de Master 1 et, si possible, du premier semestre de M2,

à l'adresse suivante : moez.bouchouicha@univ-tln.fr en mentionnant en objet la référence de l'offre (**2025-2026 - Indoor UAV Navigation**).

Références bibliographiques indicatives

- Holybro, "PX4 Development Kit - X500 v2," documentation produit, 2022.
- Stereolabs, "ZED 2 - AI Stereo Camera," produit et documentation "Positional Tracking Overview," 2016-2025.
- R. Siegwart et al., "Visual-Inertial Odometry and SLAM," Robotics and Perception Group, UZH, 2022.
- M. Abate, "Performance Enhancements to Visual-Inertial SLAM for Autonomous Systems," MSc Thesis, MIT, 2023.
- "Visual Odometry with the ZED Stereo Camera," tutoriels et exemples ROS, Kapernikov GitHub, 2019.
- "GPS-aided Visual SLAM for Adaptive UAV Navigation in Unknown Environments (GO-SLAM)," TechRxiv, 2023.
- J. Qu et al., "Point-line feature-based vSLAM systems : A survey," Expert Systems with Applications, 2025.
- "A Comprehensive Survey of Visual SLAM Technology," The Scientific World Journal (prépublication), 2025.
- ROS 2 Navigation Stack (Nav2) - documentation et travaux récents sur la navigation temps réel.