RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2026-40**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DTIS/IGNC

Tél. : +33 1 80 38 65 97

Responsable(s) du stage : Baptiste Cadalen, Florian Dietrich

Email. : baptiste.cadalen@onera.fr
florian.dietrich@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Identification et commandes des systèmes

Type de stage : ☒ Fin d'études bac+5 ☒ Master 2 ☐ Bac+2 à bac+4 ☐ Autres

Intitulé : Allocation de commande sous contraintes pour hexarotor avec moteurs inclinés appliquée à une stabilisation verticale au déplacement horizontal

Sujet :

Ce stage a pour objet l'allocation de commande d'un drone hexarotor muni de rotors inclinables. Ce type de drone est très intéressant parce qu'il permet d'être contrôlé de manière indépendante en orientation et en vitesse. Il dispose ainsi d'un espace de configuration bien plus important qu'un drone à rotors fixes, ce qui le rend donc très intéressant pour une multitude d'applications (comme par exemple l'utilisation de capteurs embarqués ou la tenue au vent [1])

Ce type de drone est dit sur-actionné parce qu'il comporte plus de six degrés de liberté, ce qui complexifie son contrôle et nécessite un module d'allocation de la commande. Ce module a pour objectif de répartir la poussée et l'orientation des rotors pour satisfaire les consignes de force et de moment demandées par le contrôleur.

Exemple de drone à rotors inclinables (Voliro [1])

Le sujet du stage s'intéresse en particulier au cas d'un drone hexarotor muni de rotors inclinés (mais fixes). Dans ce cas le système est dit complètement actionné, ce qui simplifie le problème d'allocation de commande. Toutefois, les consignes calculées par les contrôleurs de position et d'orientation ne sont pas toujours réalisables par le drone car certaines demandes peuvent sortir de l'ensemble des forces et moments atteignables. Cet ensemble est limité par les contraintes physiques des moteurs : poussées positives, saturations de la vitesse de rotation des rotors.

Dans le cas de l'hexarotor à moteurs inclinés décrit précédemment, le but est de garantir la stabilité verticale du drone tout en permettant le déplacement dans le plan horizontal. L'objectif du stage est d'appliquer et de valider des méthodes d'allocation de commande qui :

- maximisent la réalisation des consignes de forces et moments en respectant les contraintes du drone ;
- gèrent explicitement les priorités entre attitude (stabilisation, redressement) et position (suivi de trajectoire horizontale) ;
- assurent une transition fluide entre la phase de stabilisation et la phase de déplacement.

Le déroulement du stage sera le suivant et consistera à :

- Se familiariser avec la modélisation de l'hexarotor et du simulateur MATLAB développé en interne, ainsi que de caractériser l'ensemble des forces et moments réalisables
- Étudier différentes approches d'allocation [2] : pseudo-inverse Moore-Penrose, Null-space control allocation et par optimisation convexe et non-convexe.
- Mettre en œuvre ces méthodes et les tester en simulation sur le simulateur MATLAB pour des scénarios de stabilisation et de déplacement.
- En fonction de l'avancement et des résultats obtenus, il sera également possible de considérer le problème d'allocation de l'inclinaison des rotors.

Un dossier de candidature contenant CV, lettre de motivation et relevés de notes récents est à envoyer à tous les responsables du stage aux adresses mails indiquées.

[1] Kamel, Mina, et al. "The voliro omniorientational hexacopter: An agile and maneuverable tiltable-rotor aerial vehicle." IEEE Robotics & Automation Magazine 25.4 (2018): 34-44.

[2] Johansen, Tor A., and Thor I. Fossen. "Control allocation—A survey." Automatica 49.5 (2013): 1087-1103.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

☐ Recherche théorique ☐ Travail de synthèse

☒ Recherche appliquée ☒ Travail de documentation

☐ Recherche expérimentale ☐ Participation à une réalisation

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : à partir de Janvier 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :	Ecoles ou établissements souhaités :
Automatique ou robotique, MATLAB/Simulink Optimisation numérique	Stage de fin d'études Ecole d'ingénieur ou Master 2