

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2021-14**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DTIS/S2AD

Tél. : 0180386614

Responsable(s) du stage : Baptiste Levasseur
Sylvain Bertrand

Email. : baptiste.levasseur@onera.fr
sylvain.bertrand@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Identificatifon et commande des systèmes

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

Intitulé : Commande prédictive d'un drone sous contrainte de niveau de risque

Sujet : L'usage opérationnel de drones pour des missions d'inspection ou de surveillance sur de longues distances (ex: réseau ferré ou électrique) est encore aujourd'hui conditionné à l'obtention de garanties suffisantes sur la fiabilité des plateformes et la maîtrise des risques engendrés au sol par un survol.

Afin de pouvoir lever ces deux verrous, l'ONERA-DTIS développe de nombreuses méthodes dans le domaine de la safety (plateforme drone) et des analyses de risques mission (trajectoire de vol, environnement). Des travaux ont ainsi été menés afin de disposer d'outils pour évaluer la probabilité de causer des dommages aux personnes, le long d'une trajectoire de vol d'un drone, en cas de panne et de retombée de celui-ci [1]. Ces outils sont utilisables en préparation de mission, i.e. avant le vol, pour aider l'opérateur à planifier les trajectoires à réaliser par le drone, tout en remplissant les objectifs mission (inspection) et satisfaisant des contraintes sur le niveau de risque engendré. Plusieurs travaux issus de la littérature ont également abordé ce sujet en vue d'obtenir des méthodes de planification automatique de trajectoire [2-3].

Des travaux réalisés récemment à l'ONERA-DTIS ont permis de développer des modèles de prédiction de zones de retombées (cartes de probabilités d'impact au sol) sous forme de réseaux de neurones [4-5]. Le temps de calcul nécessaire à la génération d'une telle carte est extrêmement faible et permet d'envisager un usage en ligne, c'est-à-dire en cours de vol et au sein d'une boucle de commande. La prise en compte de ces modèles en ligne permettrait de garantir que la trajectoire réalisée par le drone soit réellement compatible avec le niveau de risque évalué lors de la planification, et ce même en présence d'aléas rencontrés en cours de mission (dérive liée au vent, changement non prévu de trajectoire suite à un événement ou une procédure déclenchée par l'opérateur, détection de zones peuplées non présentes dans les bases de données, etc.).

L'objectif du stage est donc de développer des lois de commande pour un drone avion tenant compte de la mission à réaliser (suivi d'une trajectoire planifiée) tout en garantissant une limite sur le niveau de risque au sol lié au survol. Pour ce faire, on envisage de s'orienter vers des méthodes de type commande prédictive [6-7] dans la mesure où celles-ci peuvent permettre de prendre en compte le comportement futur du drone (horizon de prédiction) en intégrant les modèles de calcul des risques au sol et les contraintes associées.

Un travail de bibliographie sera tout d'abord réalisé par le stagiaire afin de venir compléter l'état de l'art déjà initié sur ce sujet. Cette première étape du stage sera également consacrée à une prise en main des outils d'évaluation de risques disponibles au sein de l'équipe. Une seconde étape du stage sera ensuite consacrée au développement des lois de commande envisagées, pour un modèle de drone de type avion. Ces lois seront testées et validées en simulation sur plusieurs scénarios de complexité croissante. Selon les résultats obtenus et le temps disponible une extension à d'autres types de drones pourra être envisagée.

Références:

[1] S. Bertrand, N. Raballand, F. Viguier and F. Muller, "Ground Risk Assessment of Long-Range

Inspection Missions of Railways by UAVs”, International Conference on Unmanned Aircraft Systems, 2017.

[2] S. Primatesta, L. Spanò Cuomo, G. Guglieri and A. Rizzo, "An Innovative Algorithm to Estimate Risk Optimum Path for Unmanned Aerial Vehicles in Urban Environments", in Transportation Research Procedia, vol. 35, pp. 44-53, 2018.

[3] E. Rudnick-Cohen, J. W. Herrmann and S. Azarm, "Risk-based path planning optimization methods for unmanned aerial vehicles over inhabited areas", in Journal of Computing and Information Science in Engineering, vol. 16, no. 2, 2016.

[4] B. Levasseur, S. Bertrand, N. Raballand, F. Viguier, and G. Goussu, "Accurate Ground Impact Footprints and Probabilistic Maps for Risk Analysis of UAV Missions", IEEE Aerospace Conference, 2019.

[5] B. Levasseur, S. Bertrand, N. Raballand, "Efficient Generation of Ground Impact Probability Maps by Neural Networks for Risk Analysis of UAV Missions", International Conference on Unmanned Aircraft Systems, 2020.

[6] T. Stastny, A. Dash and R. Siegwart, "Nonlinear MPC for Fixed-wing UAV Trajectory Tracking: Implementation and Flight Experiments", AIAA Guidance Navigation and Control Conference, 2017.

[7] F. Gavilan, R. Vazquez and E. F. Camacho, "An Iterative Model Predictive Control Algorithm for UAV Guidance", in IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol. 51, no. 3, pp. 2406-2419, 2015.

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : à partir de janvier 2021

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Bonnes connaissances requises en automatique (commande des systèmes) Des connaissances en mécanique du vol et/ou réseaux de neurones sont un plus Bon niveaux d'anglais et rédactionnel requis Bonne pratique de Python et/ou Matlab	Ecoles ou établissements souhaités : Ecole ingénieur 3 ^e année et/ou Master 2 Recherche avec enseignements automatique, aéronautique
---	--