

PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Intitulé : Recalage de commandes simulées pour le pilotage de Trajectoires d'Hélicoptères avec Apprentissage par Renforcement Profond

Référence : **TIS-DTIS-2024-14**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 1/01/2025

Date limite de candidature : 1/12/2024

Mots clés :

Apprentissage par Renforcement ; Apprentissage par renforcement profond ; Apprentissage machine et Théorie du contrôle ; Simulateur de Vol Hélicoptère ; Pilotage de simulation ; Contraintes de trajectoire ; Correction de commandes

Profil et compétences recherchées :

Ingénieur informatique, avec des compétences en simulation, modélisation, décision séquentielle, et apprentissage automatique, en particulier en apprentissage par renforcement. Des connaissances préalables en dynamique du vol hélicoptère seront appréciées.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Dans le cadre général de la validation de simulations de la dynamique de vol d'un hélicoptère, il est exigé une démonstration de l'adéquation entre la simulation et des données enregistrées en vol. Cette démonstration doit être faite pour : (a) la simulation de trajectoires non stabilisées pour les études de performance et de justification de marge à la panne moteur ; et (b) les simulations d'entraînement vouées à être intégrées dans un *Flight Simulation Training Device* pour la formation des pilotes.

L'IA (intelligence artificielle), en particulier des techniques telles que le RL (apprentissage par renforcement) [Sutton et Barto 2018] et le Deep RL [Li, 2018], peuvent être utilisées pour adapter les positions des commandes dans un contexte de qualification de boucles de vol d'hélicoptère en simulation. Dans la littérature, cette approche s'est avérée adaptée pour apprendre à piloter un hélicoptère [Chen et al. 2023, Yuksek et Inalhan 2020].

En effet, *Airbus Helicopters* participe au développement et à la qualification de simulateurs et utilise pour cela des données de vol de ses différents hélicoptères. L'ONERA, au-delà des connaissances métier, possède les compétences en IA et en méthodes du type RL et Deep RL (RL couplé à des réseaux de neurones profonds) appliquées à l'aéronautique [Perotto 2024].

L'objet de la thèse est d'étudier l'utilisation des méthodes d'apprentissage par renforcement pour adapter les positions des commandes afin d'obtenir un mécanisme de correction *online*. Cet outil devra être capable de reproduire en simulation les réactions observées en essais en vol, en se comparant à d'autres méthodes de l'état de l'art, et en améliorant la qualité des sorties par rapport aux *baselines* définies. La politique de recalage sera apprise, en utilisant des données de vols réels, intégrées dans la fonction de récompense, qui peuvent être comparées aux comportements issus du simulateur dans les mêmes séquences d'actions et d'observations. En plus d'étudier les algorithmes de l'état de l'art pour le contrôle continu par RL [Bartsekas 2019, Balazy 2024], le doctorant sera amené à proposer des versions innovantes de ces algorithmes adaptés aux cas d'usage.

REFERENCES :

Balazy, P., Knap, P., Podlasek, S. (2024). *Comparative Analysis of RL-Based Algorithms for Complex Systems Control*. In: Mechatronics – Industry-Inspired Advances. Mechatronics, 2023. LNCS 1042. Springer.

Bartsekas, D. *Reinforcement learning and optimal control*. v1. Athena Scientific, 2019.

Chen et al. (2023). *Hovering Control of Full-Scaled Helicopter Based on Deep Reinforcement Learning*. IEEE International Conference on Unmanned Systems (ICUS).

Li, Y. 2018. *Deep Reinforcement Learning: An Overview*. arXiv:1701.07274.

Perotto, F.S. (2024). *Using Deep RL to improve the ACAS-Xu policy – concept paper*. In: Proceedings of the 4th International Conference on Cognitive Aircraft Systems (ICCAS), 2024. SciTePress.

Sutton, R., Barto, A. (2019). *Reinforcement Learning: an introduction*. 2nd edition. MIT.

Yukse, B., Inalhan, K. (2020). *Reinforcement learning based closed-loop reference model adaptive flight control system design*. Int. Journal of Adaptive Control and Signal Processing. Wiley.

Collaborations envisagées :

Thèse CIFRE avec Airbus Helicopters

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Traitement de l'information et Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact : Filippo S. PEROTTO

Tél. : 05 62 25 26 00

Email : filipo.perotto@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Gauthier PICARD

Laboratoire : ONERA

Tél. : 05 62 25 26 54

Email : gauthier.picard@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>