Offre de stage 3A / Internship

Contrôle aérien neuronal frugal (Frugal Neural Control on an Aerial Platform)

Laboratoire :	U2IS, ENSTA, IP Paris
Financement :	Chair ASC · IP Paris
Équipe d'accueil :	SyRRo
Encadrant :	Mario GLEIRSCHER, ⟨firstname⟩.⟨lastname⟩@ensta.fr
Date de début :	à partir du 01/03/2027
Durée :	jusqu'à 6 mois (convient comme travail **préparatoire pour un thése**)
Lieu :	Palaiseau, France
Gratification :	environ 700€/mois (réglementé par la loi)
Mots clefs :	algorithmique, architecture des ordinateurs, systèmes à faibles ressources, calcul neuronal, systèmes embarqués, robotique aérienne

Description du contexte

Les ressources limitées, telles que la puissance de calcul ou l'énergie, doivent être utilisées à bon escient dans les systèmes à petite échelle, entièrement autonomes et dotés de capacités d'apprentissage, comme les récentes variantes de micro-aerial vehicles (MAVs). Ces systèmes s'appuient sur des mécanismes frugaux (Girdhar et al. 2025) en matière de perception, de calcul, de contrôle, ou d'actionnement. Outre l'optimisation algorithmique, la frugalité peut bénéficier d'un soutien important au niveau matériel (Capogrosso et al. 2026), par exemple en utilisant du matériel de microprocesseur spécialisé, des micro-controller units (MCUs) basés sur des neural processing units (NPUs) (par exemple, le STM32N6), des multiplicateurs approximatifs (Ansari et al. 2020), des extensions SIMD (par exemple, l'extension vectorielle évolutive RISC-V) ou des graphics processing units (GPUs) à faible consommation. Le tout est associé à la philosophie de plateforme correspondante (par exemple, TinyML) et aux bibliothèques logicielles (par exemple, CMSIS-NN lib) tirant parti de ce matériel.

Vos objectifs et missions du stage

Les principales étapes de ce stage porteront sur

1. la mise en place d'un ordinateur compagnon doté d'un réseau neuronal (c'est-à-dire utilisant des logiciels prêts à l'emploi, des intergiciels et du matériel) afin de mettre en œuvre un algorithme de contrôle de haut niveau existant,
2. l'adaptation de l'algorithme de contrôle pour qu'il fonctionne sur cet ordinateur compagnon,
3. l'intégration du système de contrôle (c'est-à-dire l'algorithme sur l'ordinateur compagnon) dans une plateforme physique multi-MAV sur mesure développée à l'U2IS,
4. l'optimisation de la consommation de ressources du système de contrôle (par exemple, la mémoire, le temps ou l'énergie),

5. la réalisation d'expériences dans le cadre d'une simulation hardware-in-the-loop (HIL) et sur la plateforme physique, afin d'évaluer les performances du système de contrôle par rapport à un système de contrôle conventionnel.

Les travaux réalisés dans le cadre du projet peuvent ouvrir la **possibilité de commencer un projet de thèse à l'ENSTA et l'X**.

Références bibliographiques

1. Luigi Capogrosso et al. (2026). "TinyML Enhances CubeSat Mission Capabilities". In : *ICCPS*. IEEE, p. 201-207. DOI : 10.1109/iccps68698.2026.00026
2. Nancy Girdhar et al. (2025). "A comprehensive review of frugal artificial intelligence : challenges, applications, and the road to sustainable AI". In : *Soft Comput.* 29.13-14, p. 4823-4856. DOI : 10.1007/s00500-025-10854-y
3. Mohammad Saeed Ansari et al. (2020). "Improving the Accuracy and Hardware Efficiency of Neural Networks Using Approximate Multipliers". In : *IEEE Trans. VLSI Syst.* 28.2, p. 317-328. DOI : 10.1109/tvlsi.2019.2940943
4. Janardan Misra et al. (2010). "Artificial neural networks in hardware : A survey of two decades of progress". In : *Neurocomputing* 74.1-3, p. 239-255. DOI : 10.1016/j.neucom.2010.03.021

Votre profil

— Niveau d'étude : Bac+5 (M2 ou 3A diplôme d'ingénieur) en systèmes cyber-physiques, systèmes embarqués, informatique, contrôle, mécatronique, mathématique appliquée

— Connaissances dans un ou plusieurs des domaines suivants : traitement numérique du signal ou commande, systèmes embarqués, calcul neuronal, ingénierie de commande, approximation numérique

— Connaissances facultatives souhaitables : principes fondamentaux du contrôle par rétroaction d'état, de l'optimisation numérique et des algorithmes

— Bonnes compétences en programmation en C, C++ et Python

— Maîtrise de l'anglais, écrit et parlé. Connaissance du français souhaitable

Candidature

Pour candidater, merci d'envoyer un **CV succinct et mis á jour** et vos **relevé de notes** des deux dernières années de formation et inclure les cours pertinents pour l'appel d'offres, **par e-mail** à Mario GLEIRSCHER, via ⟨forename⟩.⟨surname⟩@ensta.fr. Cette offre reste valable jusqu'à ce qu'un candidat approprié ait été trouvé.

À propos de l'environnement universitaire

ENSTA est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche classé dans le Top 10 des meilleures écoles d'ingénieurs en France. ENSTA est membre fondateur de l'Institut

Polytechnique de Paris (IP Paris). L'unité d'Informatique & d'Ingénierie des Systèmes (U2IS) d'ENSTA Paris est reconnue au niveau international pour son expertise dans le domaine de la robotique et des systèmes autonomes. Elle regroupe les activités de recherche et d'enseignement de l'École dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication. Elle développe des recherches dans le domaine de la conception et de la fiabilité des systèmes intégrant des processus décisionnels autonomes avec des applications dans les domaines du transport, de la défense et de l'énergie. Les travaux de l'unité portent sur les problématiques de vision, robotique, IA, contrôle, systèmes embarqués, traitement du signal et de l'image et de conception et d'analyse de systèmes. L'U2IS est fortement imbriquée dans un écosystème d'excellence en particulier dans le domaine de l'IA. Elle entretient notamment des relations fortes avec des partenaires tels que les centres Hi !Paris et CIEDS, ou encore l'INRIA avec lequel des équipes communes ont été crées.